

Fernwärme aus Biomasse als Baustein einer nachhaltigen kommunalen Entwicklung

– Eine betriebswirtschaftliche Analyse –

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines Magisters der Sozial- und
Wirtschaftswissenschaften

eingereicht bei Herrn

Univ.-Prof.

Dr. Kurt Promberger

Institut für Verwaltungsmanagement

Fakultät für Betriebswirtschaft

der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

von

Thorsten Henss

Innsbruck, Oktober 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 in Form von 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 CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ergeben. Und diese Zunahme der CO₂-Konzentration ist neben anderen Faktoren direkt auf den Einsatz fossiler Energieträger zurückzuführen. Daher wird immer wieder eine Rückbesinnung auf regenerierbare CO₂-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 CO₂-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 Diplomarbeit 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.

Thorsten Henss, Oktober 2006

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis:.....	6
Abbildungsverzeichnis	8
Abkürzungsverzeichnis	10
Aufbau der Arbeit.....	11
1. Einführung in das Konzept der Nachhaltigkeit.....	12
1.1. Die historische Entwicklung des Konzepts der Nachhaltigkeit.....	12
1.2. Der moderne Nachhaltigkeitsbegriff – eine Drei-Säulen-Struktur	17
1.2.1. Die ökologische Säule	17
1.2.2. Die ökonomische Säule	20
1.2.3. Die soziale Säule	22
1.2.4. Die Synthese der drei Säulen	24
1.3. Technische Einführung	26
1.3.1. Biomasse	26
1.3.2. Fernwärme.....	27
II. Fallstudie	29
2.1. Einführung.....	29
2.1.1. Entstehungsgeschichte der Stadtwärme Lienz.....	29
2.1.2. Grundlegende technische und wirtschaftliche Beschreibung der Stadtwärme Lienz.....	31
2.1.2.1. Technische Beschreibung.....	31
2.1.2.2. Grundlegende wirtschaftliche Daten.....	34
2.2. Nachhaltigkeitsbeitrag der Stadtwärme Lienz	35
2.2.1. Die ökologische Dimension	36
2.2.1.1. Die Entwicklung der Luftgüte seit Inbetriebnahme der Stadtwärme Lienz....	36
2.2.1.2. Die Schadstoffemissionen der Stadtwärme Lienz.....	40
b) Die Emissionen der Stadtwärme Lienz im Jahr 2005	45
2.2.1.3. Die Schadstoffemissionen der substituierten Energiegewinnung	51
2.2.1.4. Veränderungen der Emissionsmengen	61
a) Fernwärme aus Biomasse und konventionelle Energiegewinnung im Vergleich	62
b) Der Beitrag der Stadtwärme Lienz zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtungen ...	65
2.2.1.5. Weitere ökologische Auswirkungen der Energiegewinnung aus Biomasse ...	69
a) Der Anfall von Rückstandsprodukten.....	69
b) Die Auswirkungen der gestiegenen Holznachfrage.....	70
2.2.2. Die ökonomische Dimension	71
2.2.2.1. Makroökonomische Auswirkungen	72
a) Die Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz.....	74
b) Die Wertschöpfung der individuellen Heizanlagen	85
c) Veränderung der Wertschöpfung	93
d) Veränderung der Kaufkraft	96
e) Zusammenfassung der Ergebnisse der makroökonomischen Analyse	99
2.2.2.2. Die betriebswirtschaftliche Rentabilität	102

a) Die Kapitalwertmethode	102
b) Der Kapitalwert einer Investition wie der Stadtwärme Lienz.....	103
c) Die Möglichkeiten des Leverage-Effektes.....	113
d) Sensitivitätsanalyse	116
e) Die Bedeutung der staatlichen Förderung.....	118
2.2.3. Die soziale Dimension	120
2.2.3.1. Heizkostenvergleich für die Kunden der Stadtwärme Lienz	122
a) Ein- und Zweifamilienhäuser.....	126
b) Mehrfamilienhäuser	130
c) Gewerbetriebe	132
d) Öffentliche Gebäude	134
e) Abschließende Zusammenfassung.....	135
2.2.4. Innovative Konzepte bei Umsetzung des kommunalen Energieprojektes	138
a) Bürgerbeteiligung.....	139
b) Public Private Partnership.....	142
3. Zusammenfassung der Ergebnisse	146
Literaturverzeichnis.....	150
Bücher	150
Dokumentenverzeichnis	152
Internetquellen.....	154
Persönliche Auskünfte.....	154
Anhang	156
Tabellen.....	156
Emissionen 2005	160
Gesamt Cash Flows ohne Sonnensegel.....	176
Rechenschematas	179
Rechenschema 1: Die Berechnung des Rohölanteils im Benzin- bzw. Dieselpreis.....	179
Rechenschema 2: Die Berechnung des zukünftigen Brennstoffaufwandes in der Stadtwärme Lienz	180
Rechenschema 3: Die Berechnung der Energiekosten von individuellen Heizanlagen.	181

Tabellenverzeichnis:

TABELLE 1: EMISSIONEN DURCH DEN EINSATZ VON BIOMASSE IM FHKW IM JAHRE 2003.....	43
TABELLE 2: EMISSIONEN DURCH DEN EINSATZ VON HEIZÖL IM FHKW IM JAHRE 2003.....	44
TABELLE 3: GESAMTEMISSIONEN DER ENERGIEGEWINNUNG IN DER STADTWÄRME LIENZ 2003	45
TABELLE 4: GESAMTEMISSIONEN DER ENERGIEGEWINNUNG IN DER STADTWÄRME LIENZ 2005	49
TABELLE 5: GESAMTEMISSIONEN DER ENERGIEGEWINNUNG IN DER STADTWÄRME LIENZ 2006	51
TABELLE 6: VERTEILUNG DER SUBSTITUIERTEN HEIZANLAGEN	52
TABELLE 7: BRENNSTOFFEINSATZSTRUKTUR DER SUBSTITUIERTEN HEIZANLAGEN.....	53
TABELLE 8: ERZEUGTE ENERGIEMENGEN IN DEN EINZELNEN HEIZANLAGEN 2003.....	54
TABELLE 9: JAHRESNUTZUNGSGRAD DER SUBSTITUIERTEN HEIZANLAGEN	55
TABELLE 10: PRIMÄRENERGIEBEDARF IN DEN SUBSTITUIERTEN HEIZANLAGEN 2003	55
TABELLE 11: EINGESETZTE BRENNSTOFFMENGEN IN DEN SUBSTITUIERTEN HEIZANLAGEN 2003	56
TABELLE 12: GESAMTEMISSIONEN DER WÄRMEVERSORGUNG AUS INDIVIDUELLEN HEIZANLAGEN 2003.....	58
TABELLE 13: EINGESETZTE BRENNSTOFFMENGEN IN DEN SUBSTITUIERTEN HEIZANLAGEN 2005.....	59
TABELLE 14: GESAMTEMISSIONEN DER SUBSTITUIERTEN ENERGIEGEWINNUNG 2005.....	60
TABELLE 15: GESAMTEMISSIONEN DER SUBSTITUIERTEN ENERGIEGEWINNUNG 2006.....	61
TABELLE 16: VERÄNDERUNG DER EMISSIONEN 2005.....	62
TABELLE 17: VERÄNDERUNG DER EMISSIONEN 2006.....	64
TABELLE 18: BEITRAG DER STADTWÄRME LIENZ ZUR ERREICHUNG DES KYOTO-ZIELES.....	68
TABELLE 19: BRUTTOPRODUKTIONSWERT DER STADTWÄRME LIENZ 2005	75
TABELLE 20: BIOMASSEAUFWAND IN DER STADTWÄRME LIENZ 2005.....	76
TABELLE 21: HOLZBEZUG DER HOLZVERARBEITENDEN BETRIEBE.....	77
TABELLE 22: ENTSTEHUNG DES HEIZÖLPREISES	78
TABELLE 23: KRAFTSTOFFVERBRAUCH FÜR DIE STADTWÄRME LIENZ 2005.....	79
TABELLE 24: KRAFTSTOFFPREISE 2005.....	79
TABELLE 25: ENTSTEHUNG DER KRAFTSTOFFPREISE	80
TABELLE 26: KRAFTSTOFFAUFWAND FÜR DIE STADTWÄRME LIENZ 2005.....	81
TABELLE 27: SONSTIGE BETRIEBLICHEN AUFWENDUNGEN DER STADTWÄRME LIENZ 2005 ...	83
TABELLE 28: WERTSCHÖPFUNG DER STADTWÄRME LIENZ 2005.....	84
TABELLE 29: BRUTTOPRODUKTIONSWERT DER INDIVIDUALHEIZUNGEN 2005	87
TABELLE 30: BRUTTOPRODUKTIONSWERT GESAMT	88
TABELLE 31: ENTSTEHUNG DES KOHLEPREISES	90
TABELLE 32: KRAFTSTOFFVERBRAUCH FÜR DIE INDIVIDUALHEIZUNGEN 2005.....	91
TABELLE 33: WERTSCHÖPFUNG OHNE STADTWÄRME LIENZ 2005	91
TABELLE 34: VERÄNDERUNG DER WERTSCHÖPFUNG 2005.....	94
TABELLE 35: KAUFKRAFTZUFLUSS OHNE STADTWÄRME LIENZ 2005	97
TABELLE 36: KAUFKRAFTZUFLUSS DURCH STADTWÄRME LIENZ 2005	98
TABELLE 37: VERÄNDERUNG DER KAUFKRAFT.....	98
TABELLE 38: PROGNOSE DER SONSTIGEN BETRIEBLICHEN AUFWENDUNGEN	108
TABELLE 39: KUNDENSTRUKTUR DER STADTWÄRME LIENZ 2006.....	122
TABELLE 40: HEIZKOSTENVERGLEICH FÜR EIN EINFAMILIENHAUS.....	127
TABELLE 41: HEIZKOSTENVERGLEICH FÜR EIN MEHRFAMILIENHAUS	131
TABELLE 42: HEIZKOSTENVERGLEICH FÜR EINEN GEWERBEBETRIEB	132
TABELLE 43: HEIZKOSTENVERGLEICH FÜR EIN ÖFFENTLICHES GEBÄUDE	134
TABELLE 44: AUFGABEN DES ENERGIERATES	140
TABELLE 45: GESAMTEMISSIONEN DER FERNWÄRMEVERSORGUNG DURCH DIE STADTWÄRME LIENZ 2003	156
TABELLE 46: GESAMTEMISSIONEN DER FERNWÄRMEVERSORGUNG DURCH DIE STADTWÄRME LIENZ 2005	157
TABELLE 47: GESAMTEMISSIONEN DER FERNWÄRMEVERSORGUNG DURCH DIE STADTWÄRME LIENZ 2006	158
TABELLE 48: GESAMTEMISSIONEN DER INDIVIDUELLEN HEIZANLAGEN 2003	159

TABELLE 49: GESAMTEMISSIONEN DER INDIVIDUELLEN HEIZANLAGEN UND KONVENTIONELLEN STROMPRODUKTION 2005.....	160
TABELLE 50: ERWARTETE GESAMTEMISSIONEN DER INDIVIDUELLEN HEIZANLAGEN UND KONVENTIONELLEN STROMPRODUKTION 2006.....	162
TABELLE 51: BIOMASSEEINKAUF DURCH DIE STADTWÄRME LIENZ 2005	165
TABELLE 52: KRAFTSTOFFMENGEN, DIE 2005 FÜR DIE BEREITSTELLUNG DER VON DER STADTWÄRME LIENZ BENÖTIGTEN ENERGIETRÄGER IN DEN JEWEILIGEN REGIONEN EINGEKauft WURDEN.	166
TABELLE 53: DIE WERTSCHÖPFUNG AUSGEHEND VON DER STADTWÄRME LIENZ 2005	167
TABELLE 54: KRAFTSTOFFVERBRAUCH FÜR DEN BETRIEB INDIVIDUELLER HEIZANLAGEN 2005	168
TABELLE 55: DIE WERTSCHÖPFUNG OHNE DIE STADTWÄRME LIENZ 2005	169
TABELLE 56: KAUFKRAFTZUFLUSS OHNE DIE STADTWÄRME LIENZ 2005.....	170
TABELLE 57: KAUFKRAFTZUFLUSS DURCH DIE STADTWÄRME LIENZ 2005.....	171
TABELLE 58: CASH FLOW AUS GESCHÄFTS- UND INVESTITIONSTÄTIGKEIT (INKL. SONNENSEGEL) DER JAHRE 2000-2005.....	172
TABELLE 59: CASH FLOW AUS GESCHÄFTS- UND INVESTITIONSTÄTIGKEIT (INKL. SONNENSEGEL) DER JAHRE 2006-2011.....	173
TABELLE 60: CASH FLOW AUS GESCHÄFTS- UND INVESTITIONSTÄTIGKEIT (INKL. SONNENSEGEL) DER JAHRE 2012-2017.....	174
TABELLE 61: CASH FLOW AUS GESCHÄFTS- UND INVESTITIONSTÄTIGKEIT (INKL. SONNENSEGEL) DER JAHRE 2018-2024.....	175
TABELLE 62: CASH FLOWS OHNE SONNENSEGEL IN DEN JAHREN BIS EINSCHLIEßLICH 2005..	176
TABELLE 63: CASH FLOWS UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER FINANZIERUNG.....	177
TABELLE 64: INVESTITIONSKOSTEN INDIVIDUELLER HEIZANLAGEN IN ABHÄNGIGKEIT DER DIMENSIONIERUNG DES FERNWÄRMEANSCHLUSSES (PREISE INKL. UST.)	178

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einsatzstruktur der Energieträger im Fernheizkraftwerk 2005	32
Abbildung 2: Entwicklung der Kohlendioxidkonzentrationen	38
Abbildung 3: Entwicklung der Stickoxidkonzentrationen	38
Abbildung 4: Entwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen	39
Abbildung 5: Entwicklung der Feinstaubkonzentrationen	39
Abbildung 6: Veränderung der Emissionen 2005	62
Abbildung 7: Veränderung der Emissionen 2006	64
Abbildung 8: Treibhausgase in Österreich	67
Abbildung 9: Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz	85
Abbildung !0: Verteilung der Wertschöpfung	93
Abbildung 11: Veränderung der Kaufkraft	99
Abbildung 12: Kaufkraftzuflüsse ohne die Stadtwärme Lienz	100
Abbildung 13: Kaufkraftzuflüsse ausgehend von der Stadtwärme Lienz	100
Abbildung 14: Kapitalwert vor Berücksichtigung der Finanzierung	110
Abbildung 15: Kapitalwerte mit und ohne Sonnensegel	112
Abbildung 16: Kapitalwertfunktion ohne Sonnensegel	114
Abbildung 17: Sensitivität der Kapitalwertfunktion	117
Abbildung 18: Liquiditätsverlauf mit und ohne Investitionszuschüsse	119
Abbildung 19: Angeschlossene Objekte	123
Abbildung 20: Angeschlossene Wohn- und Geschäftseinheiten	123
Abbildung 21: Verrechnungsanschlusswerte	124
Abbildung 22: Heizkosten eines Einfamilienhauses	127
Abbildung 23: Heizkosten eines Mehrfamilienhauses	131
Abbildung 24: Heizkosten eines Gewerbebetriebs	133
Abbildung 25: Heizkosten eines öffentl. Gebäudes	134

Abkürzungsverzeichnis

BIP – Bruttoinlandsprodukt

bspw. – beispielsweise

FHKW – Fernheizkraftwerk

FHW – Fernheizwer

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 Arbeit

Die Arbeit 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 Diplomarbeit 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.

I. THEORIETEIL

1. Einführung in das Konzept der Nachhaltigkeit

Es gibt wohl nur wenige Fachbegriffe, die in den letzten Jahren derart in den allgemeinen Sprachgebrauch übergegangen sind, wie der der Nachhaltigkeit. Die geradezu inflationäre Verwendung des Begriffes legt aber auch die Vermutung nahe, dass viele Leute, gar nicht genau wissen, was damit im wissenschaftlichen Verständnis eigentlich gemeint ist. Weit verbreitet dürfte lediglich das Wissen sein, dass Nachhaltigkeit irgendwie positiv zu bewerten ist und etwas mit langfristiger Entwicklung zu tun hat. Beides trifft zwar auch auf den wissenschaftlichen Begriff der Nachhaltigkeit zu, charakterisiert ihn aber noch vollkommen unzureichend: längst nicht alles, was für irgendwen auf lange Sicht irgendwie positiv ist, hat auch etwas mit Nachhaltigkeit zu tun. Daher soll an dieser Stelle eine Einführung in den wissenschaftlichen Begriff der Nachhaltigkeit gegeben werden.

1.1. Die historische Entwicklung des Konzepts der Nachhaltigkeit

Ursprünglich stammt der Begriff „Nachhaltigkeit“ aus der Forstwirtschaft. Die erstmalige Verwendung wird dem sächsischen Forstökonom Hanns Carl von Carlowitz (1645-1714) zugeschrieben.¹ Dieser hatte in seiner Schrift „Sylvicultura oeconomica oder hauswirthliche Nachricht und naturgemässige Anweisung zur wilden Baum-Zucht“ von 1713 gefordert, durch entsprechende Nutzungsregeln den Ertrag aus der Forstwirtschaft auch für die Zukunft zu sichern. Zu diesem Zweck sollte nur maximal soviel Holz pro Jahr geschlagen werden, wie auch nachwachsen konnte. Von Carlowitz verglich den bestehenden Wald dabei mit einem Kapitalstock und den jährlichen Zuwachs mit dem anfallenden Zinsertrag. Um die Kapitalbasis nicht zu schmälern, durfte nur der Zins verbraucht werden.²

Die grundlegende Idee der Nachhaltigkeit, dass ein bestehender Kapitalstock, oder allgemeiner formuliert, eine bestehende Lebensgrundlage für die Nachwelt erhalten bleiben soll, ist damals wie heute das Gleiche geblieben. Allerdings umfaßt Nachhaltigkeit im heutigen Verständnis weit mehr als nur die bestehenden Wälder. Vielmehr sollen alle unsere

¹ Vgl. Di Giulio (2004), S. 17ff. sowie Promberger et al. (2006), S. 11

² Vgl. Di Giulio (2004), S.18f.

Lebensgrundlagen, die ökologischen wie ökonomischen und sozialen, für kommende Generationen erhalten bleiben. Einer solchen Forderung musste jedoch erst einmal die Erkenntnis vorangehen, dass unsere derzeitige Lebens- und Wirtschaftsweise diesem Verhaltensgrundsatz nicht gerecht wird.

Ein entscheidender Schritt auf diesem Weg war die Gründung des „Club of Rome“ als Vereinigung von Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik im Jahr 1968 auf Anregung des italienischen Industriellen Aurelio Peccei.³ Im Auftrag des Club of Rome erstellten „renommierte Wissenschaftler des Massachusetts Institute of Technology (MIT) eine langfristige, globale Studie zur Lage der Menschheit.“⁴ Unter Projektleiter Meadows sollte untersucht werden, wie sich insbesondere das Bevölkerungswachstum, die zunehmende Industrialisierung, die Unterernährung, die Ausbeutung der Rohstoffreserven und die Zerstörung von Lebensraum auf die zukünftige Entwicklung der Menschheit auswirken würde. Grundlage dafür war ein Weltmodell, das die fünf oben genannten Faktoren in sogenannten „rückgekoppelten Regelkreisen“ miteinander in Beziehung setzte. Was damit gemeint ist, lässt sich nach Promberger et al. (2006) in Anlehnung an Meadows folgendermaßen beschreiben: „eine Zunahme eines Elements zieht eine Veränderung der anderen nach sich, die wiederum auf das Initialelement wirken. Als Beispiel zur Veranschaulichung dient die Zinseszinsrechnung: Aus dem Bankguthaben resultieren Zinsen, die wiederum das Bankguthaben erhöhen und dadurch wiederum höhere Zinsen verursachen, usw.“⁵ Als Basis für die Definition der Regelkreise dienten globale statistische Daten aus dem Zeitraum von 1900 bis 1970. Die Ergebnisse dieser Studie, die 1972 unter dem Titel „Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit“ veröffentlicht wurden, prophezeiten eine erschreckende Zukunftsentwicklung: zunächst gäbe es eine Phase, in der sowohl die Weltbevölkerung als auch die Versorgung pro Kopf mit Nahrungsmitteln und Industrieprodukten wachsen würde. Schließlich jedoch würden zunehmende Umweltverschmutzung und schwindende Rohstoffvorräte dazu führen, dass zunächst die Versorgung pro Kopf und dann die gesamte Weltbevölkerung einbrechen würden.

Auch wenn die in der Studie getroffenen Annahmen in der Folgezeit immer wieder angezweifelt wurden⁶, so hatte der Bericht des Club of Rome doch auf jeden Fall den Erfolg, dass den Menschen zum ersten Mal wissenschaftlich fundiert vor Augen geführt wurde, dass

³ Vgl. zu diesem Absatz Promberger et al. (2006), S. 7ff.

⁴ Promberger et al. (2006), S. 7

⁵ Promberger et al. (2006), S. 8

⁶ vgl. bspw. Tietenberg (2003), S. 8ff.

ein „Weiter so“ auf Dauer wohl nicht funktionieren würde. Die Politik war von nun an für umweltpolitische Fragestellungen sensibilisiert.

Vor dem Hintergrund des Club of Rome Berichts aber auch anderer globaler Problemfelder, wie etwa das krasse Wohlstandsgefälle von Nord nach Süd, das zunehmend als Krisenpotential wahrgenommen wurde, setzten die Vereinten Nationen im Jahre 1983 schließlich die „Kommission für Umwelt und Entwicklung“⁷ ein, die Perspektiven für die zukünftige Entwicklung der Welt erarbeiten sollte. Den Vorsitz der Kommission übernahm die damalige norwegische Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland, weswegen die Kommission auch häufig Brundtland-Kommission genannt wird. 1987 legte diese Kommission ihren Abschlussbericht, „Our Common Future“, auch Brundtland-Bericht genannt, vor. Darin wurden vor allem zwei zentrale Thesen vertreten:

- „1. Die globale Umweltkrise ist Realität und stellt eine Bedrohung für die ganze Menschheit dar. Verhaltensänderungen sind unabdingbar.
2. Es ist möglich, eine Zukunft mit größerer wirtschaftlicher und sozialer Sicherheit für alle zu erreichen, bei gleichzeitiger Berücksichtigung der natürlichen ökologischen Grenzen. Dafür muss eine neue Qualität des Wachstums verwirklicht werden, die Armut und Ungleichheit bekämpft und einen ökologischen Ausgleich findet.“⁸

Um die unter Punkt zwei genannten Ziele zu verwirklichen, postulierte der Brundtland-Bericht das Leitbild der „nachhaltigen Entwicklung“. Für das Verständnis dessen, was mit Nachhaltigkeit bzw. nachhaltiger Entwicklung in diesem Zusammenhang gemeint ist, sind nach Di Giulio (2004) u.a. folgende Stellen im Brundtland-Bericht von besonderer Bedeutung:

- „Nachhaltigkeit ist eine Entwicklung, die den gegenwärtigen Bedarf zu decken vermag, ohne gleichzeitig späteren Generationen die Möglichkeit zur Deckung des ihren zu verbauen.“⁹
- „Nachhaltige Entwicklung erfordert die Befriedigung der Grundbedürfnisse aller und muss daher auch allen die Möglichkeit zur Verwirklichung ihres Strebens nach besserem Leben eröffnen.“¹⁰

⁷ Promberger et al. (2006), S.12

⁸ Promberger et al. (2006), S.12

⁹ Hauff V. (Hrsg.): World Commission on Environment and Development: Unsere gemeinsame Zukunft, Eggenkamp Verlag, Greven 1987, S.9f.; zitiert aus: Di Giulio (2004), S.41

- „Nachhaltig ist eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“¹¹

Es ist anzumerken, dass das Wort „Nachhaltigkeit“ ein Produkt der deutschen Übersetzung ist. Im englischen Original ist von „sustainable growth bzw. sustainable development“¹² die Rede. Alternative Übersetzungen, die man in der Literatur findet sind: dauerhaft, zukunftsfähig, tragfähig oder auch dauerhaft umweltgerecht. Der Begriff Nachhaltigkeit bietet aber gegenüber allen Alternativen den Vorteil, dass er weniger mißverständlich ist und auch nicht einseitig nur den Umweltschutz betont.¹³ Denn nachhaltige Entwicklung bedeutet mehr als nur Umweltschutz, wie aus den obigen Definitionen hervorgeht. Sie umfaßt neben ökologischen Zielen auch ökonomischen und soziale, um eine gerechte Chancenverteilung sowohl innerhalb einer Generation (intragenerativ) als auch zwischen der heutigen und den zukünftigen Generationen (intergenerativ) zu verwirklichen.¹⁴ Die klassische Dreigliederung der Nachhaltigkeit in eine ökologische, eine ökonomische und eine soziale Dimension wird im nächsten Kapitel noch ausführlich dargestellt werden.

Den nächsten Schritt in der Nachhaltigkeitsentwicklung markiert die „Weltkonferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung“ in Rio de Janeiro. Im Jahre 1992 waren die Ideen aus dem Brundtland-Bericht zum ersten Mal Thema auf einer großen internationalen Konferenz. Besonders hervorzuheben sind v.a. folgende Ergebnisse dieser Tagung:¹⁵

- Die „Erklärung von Rio über Umwelt und Entwicklung“, die 27 Grundprinzipien umfaßt. Dazu gehört bspw. die Forderung, dass sog. externe Kosten¹⁶ in die Kostenrechnung der Produzenten zu internalisieren seien (enthalten in Prinzip 16 und 24). Weiters wurde

¹⁰ Hauff V. (Hrsg.): World Commission on Environment and Development: Unsere gemeinsame Zukunft, Eggenkamp Verlag, Greven 1987, S.10; zitiert aus: Di Giulio (2004), S.41; vgl. auch Promberger et al. (2006), S.1

¹¹ Hauff V. (Hrsg.): World Commission on Environment and Development: Unsere gemeinsame Zukunft, Eggenkamp Verlag, Greven 1987, S.46; zitiert aus: Di Giulio (2004), S.42

¹² Promberger et al. (2006), S.10

¹³ vgl. Promberger et al. (2006), S.10

¹⁴ vgl. Gerken et al. (1996), S.1ff.

¹⁵ vgl. Promberger et al. (2006), S.29 ff.

¹⁶ der Begriff „externe Kosten“ stammt aus der Volkswirtschaftslehre und meint Folgendes: ein Fuhrunternehmen bspw. kalkuliert den Preis, den er pro Tonne und Kilometer verlangen wird auf Basis der Kosten für den Kraftstoffverbrauch, der Lohnkosten für den Fahrer, der Abschreibung des LKWs u.ä.. Was aber sicher nicht in seiner Kostenrechnung vorkommt sind bspw. die Kosten, die dem Gesundheitssystem dadurch entstehen, dass der LKW schädliche Abgase emittiert, welche wiederum zu Erkrankungen beim Menschen führen können. Bei diesen Kosten handelt es sich um externe Kosten, da sie nicht in der Kostenrechnung des Verursachers internalisiert sind. Der Preis für den Gütertransport per LKW ist in diesem Beispiel also zu gering. Daher finden ökonomisch gesehen zu viele LKW-Fahrten statt.

festgestellt, dass die Hauptverantwortung für die Durchsetzung von Umweltstandards in der internationalen Politik bei den Industrienationen liegt (Prinzip 7).

- Agenda 21: Dabei handelt es sich um einen Aktionsplan mit Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Politik. Die Themenfelder, auf die sich die Handlungsempfehlungen beziehen, sind breit gefächert und reichen von der Armutsbekämpfung über die Klimapolitik bis hin zur technologischen Zusammenarbeit zwischen Industrienationen und Entwicklungsländern. Besondere Bedeutung kommt dabei der lokalen Ebene zu. Ihre Vorteile liegen v.a. in der Bürgernähe und der Handlungsorientierung.¹⁷ Politik und Verwaltung werden aufgefordert, „mit Bürgern, lokalen Organisationen und der Privatwirtschaft in Dialog zu treten, um gemeinsam eine kommunale Agenda 21 zu beschließen [...]“.¹⁸ Auch in der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie, die auf der Agenda 21 basiert und am 30. April 2002 im Ministerrat beschlossen wurde, wird das Prinzip der Regionalität und Subsidiarität betont. Dadurch soll das vielfältige Wissen der Menschen vor Ort genützt werden.¹⁹ Auch wenn in Folge zahlreiche lokale Agenda 21-Programme entstanden, sind die Erfolge global gesehen bisher kaum spürbar. Diese traurige Erkenntnis wurde zuletzt auf dem „Weltgipfel für Nachhaltige Entwicklung“ der Vereinten Nationen in Johannesburg 2002 festgestellt.²⁰
- Mehrere Konventionen zu Umweltfragen, u.a. die Rahmenkonvention zum Klimaschutz, die 1997 im Kyoto-Protokoll mündete. Darin verpflichteten sich die unterzeichnenden Industriestaaten dazu, ihre Treibhausgasemissionen um mindestens 5% unter das Niveau von 1990 zu senken.²¹
- Die Festlegung von Prinzipien für den Schutz der Wälder (Walderklärung)
- Die Einrichtung einer Kommission für nachhaltige Entwicklung (CSD), die einmal jährlich für zwei Wochen in New York tagt. Die Wirkung der Arbeit dieser Kommission hat nach Promberger et al. (2006) „mehr als nur symbolischen Charakter, da z.B. internationale Organisationen wie die Weltbank, supranationale Einrichtungen wie die EU und transnationale Netzwerke wie die *Union of Baltic Cities*, viele Nationalstaaten,

¹⁷ vgl. Greif (2000), S.11

¹⁸ Promberger et al. (2006), S.33

¹⁹ Promberger et al. (2006), S.49

²⁰ vgl. Promberger et al. (2006), S.34

²¹ vgl. Papsch (2005), S.9

Kommunen und Interessenverbände sich selbst Nachhaltigkeitsleitbilder gegeben haben.“²²

Im Wesentlichen ist hiermit die historische Entwicklung des Begriffs bzw. des Konzepts der Nachhaltigkeit von einem forstwirtschaftlichen Fachbegriff aus dem 18. Jahrhundert hin zu einem modernen, themenübergreifenden Leitbild für die Weltpolitik charakterisiert. Im nächsten Kapitel soll nun der Inhalt des modernen Nachhaltigkeitsbegriffs noch konkreter als bisher dargestellt werden.

1.2. Der moderne Nachhaltigkeitsbegriff – eine Drei-Säulen-Struktur

Die Zielsetzung der modernen Nachhaltigkeitskonzeption wurde im vorangegangenen Kapitel dargestellt, allerdings auf sehr umfassende und abstrakte Weise. Eine konkrete Handlungsempfehlung für die Politik oder gar ein Indikatorensatz, mit Hilfe dessen man eine Entwicklung als nachhaltig oder eben nicht nachhaltig evaluieren kann, ergibt sich aus derart allgemeinen Formulierungen noch lange nicht. Der Nachhaltigkeitsbegriff muss erst weiter konkretisiert werden, damit man mit ihm konkret etwas anfangen kann. Dabei beschäftigt sich das Konzept mit drei Hauptthemenfeldern: den Themen Ökologie, Ökonomie und Soziales. Häufig spricht man in diesem Zusammenhang von den drei Dimensionen oder auch Säulen der Nachhaltigkeit. Diese Drei-Säulen-Struktur lässt sich schon aus dem Brundtland-Bericht ableiten. Der Bericht gliedert sich zwar nicht nach diesen drei Säulen, sondern nach einzelnen Problemfeldern, die drei Dimensionen stehen aber quer dazu, da sie in fast allen Problemfeldern eine Rolle spielen.²³ In der Folge hat sich die Drei-Säulen-Struktur in der Literatur durchgesetzt.

1.2.1. Die ökologische Säule

Im Bereich der ökologischen Nachhaltigkeit geht es um die Bewahrung unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Man könnte auch vom Erhalt des natürlichen Kapitalstocks sprechen. Man geht davon aus, dass der natürliche Kapitalstock für den menschlichen Wirtschaftsprozeß unersetzlich ist aber auch Schaden durch diesen nimmt. Der natürliche Kapitalstock umfaßt

²² Promberger et al. (2006), S.30

²³ Di Giulio (2004), S.49

einerseits die natürlichen Rohstoffe, sowohl regenerative als auch nicht regenerative, andererseits aber auch die Fähigkeit der Umwelt zur Absorption von Emissionen aller Art. Darüber, inwieweit der natürliche Kapitalstock allerdings ge- und verbraucht werden darf, um noch von einer nachhaltigen Entwicklung sprechen zu können, gibt es keine einheitliche Meinung. An dieser Stelle werden drei Sichtweisen vorgestellt, die teilweise auf Promberger et al. (2006), teilweise auf Van Dieren (1995) beruhen:²⁴

- **Schwache Nachhaltigkeit:** Diesem Konzept liegt die Vorstellung zugrunde, dass der natürliche Kapitalstock durch andere Kapitalarten (z.B. Humankapital²⁵) substituiert werden kann. Das bedeutet, der Verbrauch des natürlichen Kapitals (z.B. der Ölvorräte) ist solange kein Problem, solange im gleichen Ausmaß anderes Kapital gebildet wird. Diese Annahme ist äußerst optimistisch und hoch umstritten. Es ist wohl mehr als fraglich, ob bspw. ein gesteigertes Bildungsniveau tatsächlich einen Mangel an Trinkwasser ausgleichen kann. Darüber hinaus unterstellt dieser Ansatz, dass der spirituelle Wert der Natur für den Menschen ersetzbar ist. Konsequenz zu Ende gedacht, führt dies zu einem erschreckenden Zukunftsszenario: man stelle sich bloß eine Welt vor, in der es kaum noch grüne Flächen gibt, das Landschaftsbild stattdessen fast ausschließlich von Industrieanlagen und Wohnblöcken (menschengemachtes Kapital) beherrscht wird. Es ist kaum zu glauben, dass sich Menschen in einer solchen Umgebung noch wohlfühlen würden. Außerdem negiert der Ansatz der schwachen Nachhaltigkeit jeden Eigenwert der Natur jenseits des Wertes für den Menschen.
- **Starke Nachhaltigkeit:** Natürliches Kapital kann zwar in beschränktem Maße substituiert werden, aber die Substituierbarkeit wird wesentlich pessimistischer eingeschätzt als bei der schwachen Nachhaltigkeit. Es sollten daher möglichst auch die einzelnen Kapitalstöcke (natürliches Kapital, menschengemachtes Kapital und Humankapital)²⁶ in ihrer Höhe erhalten bleiben. In diesem Sinne wird bspw. gefordert, dass nicht erneuerbare Ressourcen nur in dem Ausmaß verbraucht werden dürfen, wie auf der anderen Seite alternative Ressourcenquellen neu erschlossen werden.²⁷ Vielfach wird der Natur auch ein Eigenwert unterstellt.
- **Übertrieben ökologische Nachhaltigkeit:** Folgt man diesem Konzept, so dürfte gar kein natürliches Kapital verbraucht werden. D.h. sämtliche nicht-regenerative Ressourcen

²⁴ vgl. Promberger et al. (2006), S.60ff. und Van Dieren (1995), S.124ff.

²⁵ „Humankapital ist das auf Ausbildung und Erziehung beruhende Leistungspotenzial der Arbeitskräfte“; Definition aus Gabler Wirtschaftslexikon (2000), Stichwort „Humankapital“

²⁶ vgl. Van Dieren (1995), S.124

²⁷ vgl. Promberger et al. (2006), S.60 und Van Dieren (1995), S.126

dürften überhaupt nicht genutzt werden. Dieser Ansatz erscheint ziemlich realitätsfern und wird daher in der Literatur auch kaum weiter verfolgt.

In der Nachhaltigkeits-Literatur am weitesten verbreitet sind zweifellos Ansätze, die sich im Bereich der starken Nachhaltigkeit bewegen. Daraus lassen sich einige Handlungsempfehlungen ableiten:

- **Regenerationsregel:** der Abbau erneuerbarer Ressourcen darf deren Fähigkeit zur Erneuerung nicht überschreiten.²⁸
- **Substitutionsregel:** auch nicht-regenerative Ressourcen dürfen genutzt werden, aber nur in dem Maße, in dem auf der anderen Seite Substitute in Form von erneuerbaren Ressourcen geschaffen werden.²⁹ Regenerations- und Substitutionsregel werden in manchen Quellen auch als „Input-Regeln“ bezeichnet.³⁰
- **Assimilationsregel:** die Umweltmedien dürfen in ihrer Funktion als Senke für anthropogene³¹ Emissionen aller Art nicht überlastet werden. D.h. Schadstoffe dürfen nur in einem Ausmaß emittiert werden, wie es die Umwelt dauerhaft absorbieren kann.³² Gelegentlich findet man für diese Regel auch den Begriff „Output-Regel“.³³
- **Zeitmaßregel:** sie besagt, „dass das Zeitmaß anthropogener Einträge bzw. Eingriffe in die Umwelt in einem ausgewogenen Verhältnis stehen soll zum Zeitmaß der für das Reaktionsvermögen der Umwelt relevanten Prozesse.“³⁴
- **Vermeidungsregel:** Gefahren für die menschliche Gesundheit, die sich aus dem menschlichen Handeln ergeben, sollen möglichst vermieden werden.³⁵ Bezogen auf die Nachhaltigkeit in der Energieversorgung findet sich auch die Formulierung, dass „die Gefahren und Risiken für die menschliche Gesundheit [aus der Energienutzung] kleiner sein müssen als die durch die Energienutzung vermiedenen natürlichen Gefahren und Risiken.“³⁶

²⁸ Promberger et al. (2006), S.60f.

²⁹ Promberger et al. (2006), S.60f.

³⁰ vgl. Van Dieren (1995), S.126

³¹ anthropogen: vom Menschen verursacht

³² Promberger et al. (2006), S.60f.

³³ vgl. Van Dieren (1995), S.126

³⁴ Promberger et al. (2006), S.60

³⁵ Promberger et al. (2006), S.60f.

³⁶ Voss (2004), S.11

- **Erhaltungsregel:** sie fordert, „dass die Schönheit der Natur[...]und die Vielfalt der Arten[...]gesund erhalten werden sollen“, da sie sowohl für die emotionale Stabilität und Lebensfreude der Menschen, als auch für den Prozess der Evolution unabdingbar sei.³⁷

Als mögliche Indikatoren zur Erfassung der ökologischen Nachhaltigkeit können u.a. Maßzahlen dienen, die die Abfallmengen, den Landverbrauch, den Wasserverbrauch, den Energieverbrauch oder auch die Luftschadstoffemissionen erfassen. Dabei kann es sich sowohl um absolute Größen (z.B. gesamte Abfallmenge in einer Region), um relative Größen (z.B. Wachstum des Energieverbrauchs) oder pro Kopf Größen (z.B. CO₂-Emissionen pro Einwohner) handeln.³⁸

1.2.2. Die ökonomische Säule

Ökonomische Nachhaltigkeit befasst sich direkt mit den wirtschaftlichen Aktivitäten der Menschheit, d.h. mit der Produktion und Bereitstellung von Waren und Dienstleistungen.³⁹ Es geht darum, das aktuelle materielle Versorgungsniveau aufrechtzuerhalten, wenn möglich noch zu steigern, die Armut zu bekämpfen und zukünftigen Generationen Spielraum für wirtschaftliche Aktivitäten zu bewahren. Ziele der ökonomischen Nachhaltigkeit sind u.a.:

- Die Befriedigung der individuellen und gesellschaftlichen Bedürfnisse durch das ökonomische System soll möglichst effizient erfolgen. Das Bewusstsein zur Eigenverantwortung muss gesteigert und gleichzeitig das Eigeninteresse in den Dienst des Allgemeinwohls gestellt werden.⁴⁰ Außerdem soll jeder Mensch über ein „angemessenes“ Einkommen verfügen.⁴¹
- Das Wirtschaftswachstum, v.a. pro Kopf gesehen, soll insbesondere in den Entwicklungsländern angekurbelt werden.⁴² Damit im Zusammenhang steht die Bekämpfung der Armut. Auch die Forderung nach dem Abbau regionaler Wirtschaftsgefälle findet sich in der Literatur.⁴³ Diese Zielsetzungen muss man allerdings nicht zwingend der ökonomischen Nachhaltigkeit zuordnen. Sie können genauso gut als soziale Ziele verstanden werden.

³⁷ Pfanner (2000), S.14

³⁸ vgl. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg et al. (2000), S.11

³⁹ vgl. hierzu die Definition von „ökonomisch“ in Duden Band 5, Fremdwörterbuch (1990): „die Wirtschaft betreffend“

⁴⁰ Promberger et al. (2006), S.65

⁴¹ vgl. Dybe et al. (2000), S.23

⁴² Di Giulio (2004), S.52

⁴³ Dybe et al. (2000), S.23

- Mit der Forderung nach Wachstum ist i.d.R. auch die Forderung nach einer Veränderung des Wachstums verbunden, insbesondere des industriellen Wachstums. Dabei geht es u.a. um die Förderung von Technologien, die nicht nur die Produktivität des Einzelnen erhöhen, sondern auch eine Reduktion der Umweltbelastung nach sich ziehen.⁴⁴ Die Forderung nach einem veränderten Wachstum folgt zwingend aus der Einsicht, dass eine bloße Fortführung des wirtschaftlichen Wachstums, wie es in der Vergangenheit stattfand, in einem krassen Gegensatz zu ökologischen Zielsetzungen stehen würde.
- Ein hoher Beschäftigungsgrad soll erreicht werden.⁴⁵ Auch diese Forderung kann man alternativ zur sozialen Dimension zählen.
- Die Lenkung der Märkte muss über Preise erfolgen, welche Signalwirkung für die Knappheit von Ressourcen, Umweltmedien, Produktionsfaktoren, Gütern und Dienstleistungen haben.⁴⁶ Dabei sind vor allem im Bereich externer Effekte derzeit noch große Defizite zu finden. So werden Umweltschäden, die entlang der Produktionskette von Gütern und Dienstleistungen entstehen häufig nicht in die Kostenrechnung der Produzenten internalisiert. D.h. die Kosten der Umweltschäden spiegeln sich nicht in den Preisen wider. Daher findet man in der Literatur auch die Forderung nach einer „vollständigen Kostenrechnung“.⁴⁷
- Wettbewerb und funktionsfähige Märkte sind zwei weitere Ziele. Die Rahmenbedingungen sollen dabei derart gestaltet sein, dass sich langfristige Orientierung lohnt.⁴⁸
- Ein außenwirtschaftliches Gleichgewicht und hohe regionale Selbstversorgung sollen erreicht werden.⁴⁹
- Ein ausgeglichener Staatshaushalt kann ebenfalls als Ziel einer nachhaltigen Politik angesehen werden.⁵⁰ Dieses Ziel resultiert aus der Einsicht, dass „die Entwicklungschancen künftiger Generationen nicht nur durch den Verbrauch des natürlichen Kapitals eingeschränkt werden können, sondern auch durch einen von künftigen Generationen abzutragenden Schuldenberg.“⁵¹

⁴⁴ vgl. Di Giulio (2004), S.52f.

⁴⁵ Dybe et al. (2000), S.23

⁴⁶ Promberger et al. (2006), S.65

⁴⁷ Di Giulio (2004), S.53

⁴⁸ Promberger et al. (2006), S.65f.

⁴⁹ Dybe et al. (2000), S.23

⁵⁰ Dybe et al. (2000), S.23

⁵¹ Dybe et al. (2000), S.27f.

Zwei klassische Indikatoren der ökonomischen Nachhaltigkeit sind das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes, sowohl absolut als auch pro Kopf, sowie die Arbeitslosenquote. Weiters können z.B. Maßzahlen zur Erfassung der Struktur der öffentlichen Haushalte (bspw. Schulden pro Einwohner) oder des regionalen Selbstversorgungsgrades zur Anwendung kommen.⁵² Darüber hinaus ist aber auch eine Vielzahl von Indikatoren denkbar, die die unterschiedlichsten Aspekte der ökonomischen Aktivitäten erfassen.

1.2.3. Die soziale Säule

Soziale Nachhaltigkeit strebt „den Erhalt bzw. die Herstellung der menschlichen Gesundheit, die Sicherung der sozialen Stabilität ebenso wie die Sicherung der Entwicklungs- und Funktionsfähigkeit einer Gesellschaft“ an.⁵³ Es geht dabei sowohl um Fragen der sozialen Sicherheit und Chancengleichheit, als auch um Fragen der staatlichen Ordnung sowie der Konfliktlösung oder auch der Bewahrung kultureller Identität. Teilweise findet man daher auch den Begriff „sozial-kulturelle“ Nachhaltigkeit.⁵⁴ In der Konzeption der sozialen Nachhaltigkeit kommt der Selbstverantwortung und Selbstverwirklichung des Einzelnen besondere Bedeutung zu. „Durch diese Elemente soll eine klare Abgrenzung zu sozialistischen und kommunistischen Gesellschaftskonzepten erreicht werden, die in der Vergangenheit bewiesen haben, dass sie den ökologischen und sozialen Anforderungen der Moderne nicht entsprechen können.“⁵⁵ U.a. folgende Forderungen können als Ziele der sozialen Nachhaltigkeit angesehen werden:

- Die ausreichende Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung muss sichergestellt und die Armut bekämpft werden.⁵⁶ Es ist allerdings nicht unumstritten, wie man Armut definiert. Häufig anzutreffen sind Definitionen, die am Durchschnittseinkommen in einem Land oder einer Region ansetzen. Als arm gilt, wer über weniger als einen bestimmten Prozentsatz dieses Durchschnittseinkommens verfügt. Dies führt aber zu dem Ergebnis, dass Menschen, die in absoluter Größe über das gleiche Einkommen verfügen, in einem Land als wohlhabend gelten können, während sie in einem anderen in die Armutsstatistik fallen.

⁵² vgl. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg et al. (2000), S. 11

⁵³ Pfanner (2000), S. 17

⁵⁴ vgl. Dybe et al. (2000), S. 28

⁵⁵ Promberger et al. (2006), S. 69

⁵⁶ Di Giulio (2004), S. 50f.

- Hygiene und Gesundheit soll für alle Menschen gewährleistet werden. Im Fokus stehen dabei u.a. der Zugang zu sauberem Wasser, das Problem der Kindersterblichkeit sowie die Sicherheit am Arbeitsplatz.⁵⁷
- Das Bevölkerungswachstum muss eingebremst werden. Dies wird als notwendige Voraussetzung für die Bewahrung des natürlichen Kapitals angesehen.⁵⁸
- Gewährleistung von sozialer Sicherheit bzw. Schutz vor sozialem Elend.⁵⁹
- Jedem Menschen soll die Möglichkeit einer Grundausbildung offen stehen. Bildung wird als Schlüssel zu „einem höheren Einkommen, einem höheren Lebensstandard und besserer Gesundheit“ angesehen.⁶⁰
- Hoher Beschäftigungsgrad: wie bereits erwähnt ist diese Zielsetzung sowohl eine ökonomische als auch eine soziale und wird daher an dieser Stelle noch einmal erwähnt.
- Chancengleichheit: die Umsetzung der beiden letztgenannten Forderungen nach Bildung und Beschäftigung sind notwendige Voraussetzungen für die Verwirklichung der übergeordneten Zielsetzung der Chancengleichheit. Chancengleichheit gehört in jedem Fall zu den Zielen einer sozialen Nachhaltigkeitspolitik. Strittig ist dagegen, inwieweit neben der Herstellung von Chancengleichheit und der Sicherung eines Existenzminimums für alle Menschen auch aktive Umverteilung zu den staatlichen Aufgaben gehören soll.⁶¹ Vom Autor dieser Arbeit wurden in den von ihm verwendeten Literaturquellen jedenfalls keine Hinweise auf die Forderung nach einem Umverteilungsstaat, in dem die Einkommensunterschiede über hohe Transferleistungen⁶² verringert werden, gefunden.
- Demokratie und Rechtsstaatlichkeit: Dadurch sollen u.a. die Volkssouveränität, die Menschen- und Freiheitsrechte, der Schutz vor Willkür sowie die Bindung von Gewalt an Recht und Gesetz gewährleistet werden.⁶³
- Partizipation: Die Forderung nach Partizipation ist eigentlich nicht konkret einer der drei Säulen der Nachhaltigkeit zuzuordnen. Partizipation im Sinne von aktiver Einbindung möglichst aller Menschen in die Gestaltung der zukünftigen Entwicklung wird häufig vielmehr als Voraussetzung für die Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung

⁵⁷ Di Giulio (2004), S. 50f.

⁵⁸ Di Giulio (2004), S.51 und 55

⁵⁹ Dybe et al. (2000), S.28

⁶⁰ Di Giulio (2004), S.51

⁶¹ vgl. Dybe et al. (2000), S.29

⁶² Transferleistung i. d. S. heißt eine Leistung der einen Seite, der keine Gegenleistung der anderen Seite gegenübersteht. Ein klassisches Beispiel für eine Transferleistung ist die Sozialhilfe.

⁶³ Dybe et al. (2000), S.28

insgesamt angesehen.⁶⁴ Partizipation sei dennoch in diesem Kapitel erwähnt, da sie eng mit der Forderung nach Demokratie verbunden ist. Sie geht allerdings noch ein Stück darüber hinaus. Im dritten Abschnitt der Agenda 21 ist nicht nur von einem Recht bestimmter Akteure (z.B. Nicht-Regierungs-Organisationen) zur Mitwirkung an der Umsetzung der Ziele der Agenda die Rede, sondern sogar von einer Pflicht.⁶⁵

- Sicherung von Frieden und Schutz vor Gewalt.⁶⁶

Die soziale Dimension ist sicherlich die am weitesten definierte Dimension des Nachhaltigkeitskonzepts. Daher ist auch eine unglaubliche Fülle von Indikatoren denkbar, die jeweils einen Teilaspekt der sozialen Nachhaltigkeit erfassen. Hier kann nur eine kleine Auswahl gegeben werden. Anbieten würden sich bspw. der Prozentsatz der Bevölkerung, der unter der Armutsgrenze lebt, die Sterblichkeitsrate von Kindern unter 5 Jahren, das Bevölkerungswachstum, die Analphabetenrate, Kriminalitätsrate, die Arbeitslosenquote oder auch das Verhältnis von männlichem zu weiblichem Durchschnittslohn.⁶⁷

1.2.4. Die Synthese der drei Säulen

In den vorangegangenen Abschnitten wurde gezeigt, welche Zielsetzungen innerhalb der einzelnen Dimensionen verfolgt werden. Diese Zielsetzungen machen aber noch nicht das Besondere des Nachhaltigkeitskonzeptes aus. Sie unterscheiden sich nicht von den Zielen, die auch vor dem Brundtland-Bericht bereits von Umweltschützern, Wirtschaftstreibenden und Sozialpolitikern verfolgt wurden. Den Unterschied macht erst die Zusammenführung aller drei Dimensionen aus. Diese Zusammenführung ist elementar für das Nachhaltigkeitskonzept. Es müssen stets „die drei Dimensionen Umwelt, Soziales und Wirtschaft gleichermaßen und im Sinne einer integrierten Betrachtungsweise berücksichtigt werden“, um von nachhaltiger Entwicklung sprechen zu können.⁶⁸ Diese Synthese kann im Einzelfall sehr schwierig sein, da es durchaus konkurrierende Zielsetzungen gibt, sowohl innerhalb der Dimensionen als auch zwischen den einzelnen Dimensionen. Ein gutes Beispiel für einen Konflikt innerhalb einer Dimension wäre der Versuch die CO₂-Emissionen durch den Ausbau der Atomkraft zu senken. Dabei würde ein ökologisches Ziel zu dem Preis verwirklicht, indem ein anderes ökologisches Problem, nämlich die Entsorgung von Atommüll, verschärft wird. Als

⁶⁴ vgl. bspw. Di Giulio (2004), S.64

⁶⁵ vgl. Promberger et al. (2006), S.33

⁶⁶ Dybe et al. (2000), S.28f.

⁶⁷ die Beispiele orientieren sich am Indikatorensystem der UNO: vgl. Pfanner (2000), S.24

⁶⁸ Di Giulio (2004), S.61-63

dimensionenübergreifendes Beispiel könnte man den Versuch nennen, die Armut in der dritten Welt durch die Steigerung der dortigen Industrieproduktion auf Basis der herkömmlichen Technologien zu steigern. Hier würden soziale bzw. ökonomische Ziele mit ökologischen konkurrieren.

Die Frage nach dem richtigen Weg der Zusammenführung der unterschiedlichen Zielsetzungen dürfte eine der schwierigsten sein, die es auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung zu beantworten gilt. In Promberger et al. (2006) finden sich drei Strategien, welche den Wandel hin zu einer nachhaltigen Entwicklung unterstützen können.⁶⁹ Diese drei Strategien sollten allerdings „nicht unabhängig voneinander verfolgt, sondern im Rahmen einer Gesamtstrategie kombiniert werden.“⁷⁰

- 1. Die Effizienzstrategie:** sie baut auf einer Verbesserung des Input-Output Verhältnisses bei der Erzeugung von Waren und Dienstleistungen auf. Eine Steigerung der Effizienz bedeutet i.d.S., dass mit einem geringeren Einsatz an Energie und sonstigen Ressourcen der gleiche Output erzeugt werden kann. Dadurch könnten Entlastungen für die Umwelt erreicht werden, ohne einen Rückgang der materiellen Versorgung hinnehmen zu müssen. Allerdings ist dabei auch zu berücksichtigen, dass eine weitere Steigerung des produzierten Outputs die Effizienzgewinne u.U. schnell wieder auffressen würde. Für eine echte Entlastung der Umwelt würde aber eine Senkung der absoluten Größen im Ressourcenverbrauch und im Schadstoffausstoß von Nöten sein, und nicht nur eine Senkung in Relation zum produzierten Output.
- 2. Die Konsistenzstrategie:** Sie verfolgt das Ziel einer grundlegenden Veränderung der Energie- und Stoffströme. Die Energie- und Stoffströme, die von menschlichen Aktivitäten ausgehen, sollen im Hinblick auf ihre Umweltverträglichkeit bewertet werden. Im weiteren sollten dann möglichst nur noch umweltverträgliche Ströme zum Einsatz kommen. Diese Strategie steht in engem Zusammenhang mit dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft.
- 3. Die Suffizienzstrategie:** Sie unterscheidet sich in signifikanter Weise von den beiden zuvor Genannten. Sie zielt auf einen Wertewandel ab. Vor allem geht es um eine Neubewertung von materiellen Dingen im Bewusstsein der Menschen. Im Hintergrund steht dabei die Annahme, dass es tatsächlich Grenzen des wirtschaftlichen Wachstums,

⁶⁹ vgl. Promberger et al. (2006), S. 77ff.

⁷⁰ Promberger et al. (2006), S.78

wie Meadows sie aufgezeigt hat, gibt. Um das Wohlfahrtsgefälle zwischen Industrie- und Entwicklungsländern auszugleichen oder zumindest abzuschwächen, müssten die Industrieländer dann auf einen Teil ihres Wohlstandes verzichten, da es ja eine Obergrenze für die gesamte materielle Produktion gibt.

Mit dieser kurzen Einführung konnte freilich nur ein kleiner Einblick in die umfangreiche Thematik gewährt werden. Dieser Einblick sollte aber ausreichend sein, um die anschließende Fallstudie verstehen zu können. All jene Leser, die sich eingehender mit der Nachhaltigkeitskonzeption befassen wollen, seien an die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

1.3. Technische Einführung

Bevor mit dem Einstieg in die Fallstudie begonnen werden kann, müssen zunächst noch zwei wichtige technische Grundbegriffe eingeführt werden, welche besondere Bedeutung für das Verständnis der Fallstudie haben.

1.3.1. Biomasse

Im Allgemeinen wird als Biomasse die Gesamtheit aller lebenden, toten und zersetzten Organismen eines Lebensraumes inklusive der von ihnen produzierten organischen Substanzen bezeichnet.⁷¹ Im Zusammenhang mit Energiegewinnung meint Biomasse jenen Teil der Organismen und ihrer Nebenprodukte, die als Brennstoffe dienen können. Dabei handelt es sich vor allem um Holz, Stroh und Dung.⁷² Letzterer spielt v.a. in Entwicklungsländern noch eine bedeutsame Rolle bei der Energieversorgung der ländlichen Bevölkerung.⁷³ Neuerdings wird aber auch in Industrieländern der Einsatz von Biomasse forciert. Dieser Einsatz erstreckt sich dabei nicht nur auf die Nutzung von Holz, welches in Europa über Jahrhunderte hinweg der bedeutendste Energieträger war. Mittlerweile werden auch flüssige und gasförmige Energieträger eingesetzt, welche aus Biomasse erzeugt werden. Zu nennen wäre bspw. der aus Raps gewonnene Biodiesel, den es bereits an regulären Tankstellen zu kaufen gibt. In Brasilien hat dagegen die Herstellung von Äthanol aus

⁷¹ Brockhaus Enzyklopädie (1988), Stichwort „Biomasse“

⁷² vgl. Brockhaus Enzyklopädie (1988), Stichwort „Biomasse“

Zuckerrohr⁷⁴, welches ebenfalls als Kraftstoffersatz an Tankstellen zu erhalten ist, eine lange Tradition. Weiters sind Pflanzenöle und Biogas zu nennen, deren energetische Nutzung technisch ebenfalls bereits möglich ist. In Zukunft soll sogar die künstliche Gewinnung von Erdöl aus Biomasse möglich werden. Im Labor konnten diesbezüglich bereits erste Erfolge erzielt werden.⁷⁵

Biomasse als Energieträger hat zwei entscheidende Vorteile gegenüber den klassischen fossilen Energieträgern:

- Zum einen handelt es sich um regenerierbare Energieträger. Das bedeutet, solange man jährlich nicht mehr Biomasse verbraucht als nachwächst, der Verbrauch also unter der Nachhaltigkeitsgrenze bleibt, kann man jedes Jahr aufs Neue auf die gleiche Energiemenge zugreifen.⁷⁶ Das Problem der abnehmenden Ressourcenvorkommen, wie bei den fossilen Energieträgern, stellt sich in diesem Fall nicht.
- Zum anderen ist der Einsatz von Biomasse als Energieträger CO₂-neutral, zumindest solange nur der jährliche Zuwachs von Biomasse verbraucht wird. Pflanzen speichern die Sonnenenergie, indem sie der Luft CO₂ entziehen und Sauerstoff (O₂) freisetzen. Bei der Energiegewinnung aus Biomasse wird also nur jener Kohlenstoff in Form von CO₂ ausgestoßen, der zuvor biochemisch gebunden wurde.⁷⁷ Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre erhöht sich nicht. Es ist allerdings zu erwähnen, dass dies nur für die unmittelbare Verbrennung der Biomasse gilt. Werden für die Beschaffung der Biomasse (z.B. beim Holzeinschlag) fossile Energieträger verwendet, so ist die Gesamtbilanz der Energiegewinnung nicht vollständig CO₂-neutral. Diese Tatsache wird in der folgenden Fallstudie eine wesentliche Rolle spielen.

1.3.2. Fernwärme

Die Grundidee der Fernwärme ist denkbar einfach: An die Stelle von individuellen Heizanlagen für jedes einzelne Objekt tritt eine zentrale Anlage. Wird in dieser Heizzentrale nur Wärme erzeugt, so spricht man von einem Fernheizwerk (FHW). Die zentral gewonnene Wärme wird den Objekten, die an die Fernwärmeversorgung angeschlossen sind, in Form von Heißwasser (früher auch Dampf) über hochisolierte Rohrleitungen, die i.d.R. unterirdisch

⁷³ de.wikipedia.org, 2.10.2006

⁷⁴ vgl. Brockhaus Enzyklopädie (1988), Stichwort „Biomasse“

⁷⁵ de.wikipedia.org, 2.10.2006

⁷⁶ vgl. dazu „Nachhaltigkeit“ im forstwirtschaftlichen Sinne, in Kapitel 1.3.1.

verlaufen, zugeführt. Durch Wärmeübergabestationen, welche in den einzelnen Objekten angebracht sind, wird die Wärme dann in das gebäudeinterne Verteilernetz eingespeist.⁷⁸ Dabei ist Folgendes zu erwähnen, da hier häufig Mißverständnisse vorliegen: in den Übergabestationen wird nur Wärme übergeben, nicht etwa heißes Wasser aus der Leitung entnommen. Bei einem Fernwärmenetz handelt es sich um ein geschlossenes System.

Der Sinn reiner Heizwerke kann bspw. im verminderten Platzbedarf in den angeschlossenen Gebäuden liegen. Gegebenenfalls ist auch eine Senkung der Heizkosten möglich. Oft spielt auch der Umweltschutzgedanke eine wichtige Rolle, da in einer größeren zentralen Anlage häufig umfangreichere Filtertechniken eingesetzt werden können als in kleineren Anlagen. Außerdem können in einem Fernwärmesystem u.U. höhere Gesamtwirkungsgrade bzw. Nutzungsgrade erzielt werden als in Individualanlagen. Dadurch kann Energie eingespart werden.⁷⁹

Besonders sinnvoll ist Fernwärme aber v.a. im Zusammenhang mit der gekoppelten Wärme- und Stromproduktion. In diesem Fall spricht man von der sog. „Kraft-Wärme-Kopplung“ (KWK).⁸⁰ Bei der zentralen Heizanlage handelt es sich dann nicht mehr um ein Fernheizwerk, sondern um ein sog. Fernheizkraftwerk (FHKW). Der Hintergrund ist folgender: die Stromerzeugung in kalorischen Kraftwerken ist mit hohen Verlusten verbunden. Diese Verluste können in ein Fernwärmenetz eingespeist werden, anstatt sie über Kühltürme an die Umgebung abzugeben. Dadurch lassen sich wesentlich höhere Nutzungsgrade der eingesetzten Primärenergie erzielen (bis zu 90%).⁸¹ Auf diese Weise wird nicht zuletzt ein Beitrag zur Verminderung der CO₂-Emissionen geleistet. So sehen bspw. Gugele et al. im Kyoto Fortschrittsbericht für Österreich, den vermehrten Einsatz von KWK-Anlagen als die wesentliche Ursache dafür, dass sich die CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion seit 1990 nur um 7% erhöht haben, während die Energieerzeugung in diesem Sektor um 37% gestiegen ist.⁸²

⁷⁷ vgl. de.wikipedia.org, 2.10.2006

⁷⁸ vgl. Brockhaus Enzyklopädie (?), Stichworte „Fernwärme“ und „Fernheizung“

⁷⁹ vgl. Starik (1993)

⁸⁰ vgl. Brockhaus Enzyklopädie (1988), Stichwort „Kraft-Wärme-Kopplung“

⁸¹ vgl. Brockhaus Enzyklopädie (1988), Stichwort „Kraft-Wärme-Kopplung“ und bios.bioenergy.at 19.5.2006

⁸² vgl. Gugele et al. (2004), S. 22

II. Fallstudie

2.1. Einführung

Zunächst werden die lokalen Problemfelder in Lienz, welche letztlich für die Errichtung der Fernwärmeversorgung verantwortlich waren, dargelegt. Danach wird ein kurzer Überblick über die wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Daten gewährt.

2.1.1. Entstehungsgeschichte der Stadtwärme Lienz⁸³

Ausgangspunkt für die Errichtung der Fernwärmeversorgung sowie für zahlreiche weitere Energieprojekte in Lienz war die Veröffentlichung der Meßergebnisse von zwei Immissionsmessstellen, die durch die Immissionsüberwachung am Amt der Tiroler Landesregierung Anfang der 90iger Jahre im Lienzer Talboden installiert worden waren. Bis dato herrschte in Lienz die Meinung vor, dass es um die Luftreinheit im Lienzer Talboden gut bestellt sein müsse. Genährt wurde diese Vermutung dadurch, dass weder stark frequentierte Verkehrsverbindungen noch emissionsreiches Gewerbe in der Umgebung von Lienz zu finden sind. „Zum Teil wurde in touristischen Werbeauftritten für den Urlaubsstandort Lienz sogar mit einer ‚hervorragenden‘ Luft- und Erholungsqualität als Werbebotschaft geworben.“⁸⁴ Die Messung der Luftgüte offenbarte dagegen aber Überschreitungen der maximal zulässigen Grenzwerte bei mehreren Luftschadstoffen, u.a. NO_x (Stickoxyde) und SO₂ (Schwefeldioxid). Im Wesentlichen verantwortlich für diese sehr unbefriedigende Situation war die ungünstige topographische Lage der Stadt Lienz. Sie ist rundum von den Gebirgszügen der Hohen Tauern und der Dolomiten umgeben, die Höhen von weit über 3000m haben (z.B. Großglockner: 3979m). Lienz selbst liegt dagegen nur auf 670m Seehöhe. Die sich dadurch ergebende Kessellage ist wiederum nur von schmalen Tälern unterbrochen, wodurch, besonders beim Auftreten von Inversionswetterlagen, eine horizontale Verdünnung der Luftschadstoffe in nur sehr geringem Umfang möglich ist. Die Hauptverursachergruppen für die Luftschadstoffemissionen in Lienz sind der Straßenverkehr (ca. 60%) und der Hausbrand (ca. 40%).⁸⁵

⁸³ vgl. Januschke (2004), S. 96-160 sowie Papsch (2005), S. 17-41

⁸⁴ Januschke (2004), S. 96

⁸⁵ Januschke (2004), S. 97

Die unbefriedigende Immissionssituation entwickelte sich, gefördert durch entsprechende Medienberichterstattung, zu einem kommunalpolitisch höchst bedeutsamen Thema, so dass sich die Stadtverwaltung zum Handeln gezwungen sah. Schließlich kam es 1993 per Gemeinderatsbeschluss zur Gründung des sog. „kommunalen Energieprojektes Lienz“. Die Leitzielsetzung dieses Projektes war es, unter Einbindung aller Behörden, politischen Parteien und Interessengruppen sowie unter größtmöglicher Bürgerbeteiligung, die „ökologischen Auswirkungen des gesellschaftlichen Prozesses“ zu minimieren.⁸⁶ Mit der Projektbetreuung wurde die „Energie Tirol“ beauftragt, eine Non Profit Organisation des Landes Tirol zur kommunalen Energieberatung. Neben anderen Maßnahmen, wie der Sanierung der Wärmedämmung möglichst vieler Lienzer Gebäude, gehörte von Anfang an die Errichtung eines Biomassefernheizwerkes zu den Zielsetzungen des Energieprojektes.⁸⁷ Dadurch sollten ökologische und regionalökonomische Zielsetzungen miteinander verbunden werden. Zum leitenden Gremium innerhalb des Energieprojektes sollte sich der sog. „Energierat“ entwickeln. Der Energierat war und ist als Ausschuss mit beratender Funktion konzipiert. Er hat insgesamt 15 Mitglieder, bei denen es sich um politische Vertreter, Vertreter der Behörden, Vertreter verschiedener Verbände und Vereine sowie um interessierte Bürger handelt.

Ab 1998 wurde die reale Umsetzung der Idee einer Fernwärmeversorgung für die Stadt Lienz forciert. Man entschloß sich dazu, nicht den Weg zu gehen, der bei vergleichbaren Objekten in der Vergangenheit häufig begangen wurde, nämlich die Fernwärmeversorgung auf Basis einer Genossenschaft zu organisieren. Genauso wenig sollte die Stadt Lienz der Hauptgesellschafter des Fernwärmeunternehmens werden. Vielmehr wollte man das vorhandene Know How der Fernwärmebranche nutzen und erfolgreiche Unternehmen der Branche als Investoren nach Lienz holen. Eine ausführlichere Darstellung der Vorgehensweise, die dabei gewählt wurde, findet man in Kapitel 2.2.4..

Im Jahr 2000 wurde schließlich die „Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH“ (im folgenden: Stadtwärme Lienz) als Trägerin der zukünftigen Fernwärmeversorgung gegründet. Als Partner hatte man die Steirische Fernwärme AG (heute: Energie Steiermark AG) sowie die Tiroler Wasserkraft AG (kurz: TIWAG) gewinnen können. Ein Jahr später, im Oktober 2001, konnte die Inbetriebnahme des Heizkraftwerkes sowie der dazugehörigen Fernwärmetrasse erfolgen.⁸⁸

⁸⁶ Januschke (2004), S. 114

⁸⁷ vgl. Januschke (2004), S. 120

⁸⁸ Januschke (2004), S. 153ff.

2.1.2. Grundlegende technische und wirtschaftliche Beschreibung der Stadtwärme Lienz

2.1.2.1. Technische Beschreibung

In der Stadtwärme Lienz werden Wärme und Strom gekoppelt produziert. Nach Abschluss der zweiten Ausbaustufe des Fernheizkraftwerkes im Herbst 2005 verfügt dieses über eine Thermische Kesselleistung von 44,5 MW sowie über eine elektrische Leistung von 2,5 MW. Weiters verfügt die Stadtwärme Lienz über einen Solarschirm zur Warmwasseraufbereitung von 630m² Größe. Des weiteren wurde im Rahmen der zweiten Ausbaustufe ein Pufferspeicher installiert der 400m³ Fassungsvermögen mißt. Ende 2005 betrug die Länge der Fernwärmetrasse ca. 50 km.⁸⁹ Im Jahr 2005 wurden ungefähr 56.700 MWh Wärme an Endkunden verkauft und ca. 7.000 MWh Ökostrom produziert.⁹⁰ Die dafür benötigte Primärenergie stammte zum überwiegenden Teil aus Biomasse. Unter Biomasse im Fallbeispiel Lienz sind vor allem Hackschnitzel sowie in geringerem Umfang auch Sägespäne und Rindenabfälle zu verstehen.⁹¹ Im Jahr 2005 kamen Sägespäne allerdings so gut wie nicht mehr zum Einsatz, da sie für die in Lienz verwendete Feuerungstechnik nicht sehr gut geeignet sind. In der Neuanlage kommen ausschließlich Hackschnitzel zum Einsatz, da dann der Einspeisetarif für Ökostrom höher liegt.⁹² Nach Biomasse ist Heizöl der wichtigste Primärenergieträger. Zur Abdeckung von Spitzenlasten gehören zum FHKW noch zwei Ölkessel mit je 11 MW Nennleistung, die mit Heizöl extra leicht befeuert werden. Üblicherweise werden zur Spitzenlastabdeckung Ölkessel verwendet, da diese wesentlich schneller hochgefahren werden können als Biomasse-Kessel.⁹³ Der dritte Energieträger ist, wie gesagt, die Sonnenenergie, allerdings steuert der Solarschirm nur einen sehr geringen Teil der Primärenergie bei:

⁸⁹ Infobroschüre „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“, 2. Auflage 2006

⁹⁰ Jahresabschluss der Stadtwärme Lienz GmbH 2005

⁹¹ vgl. Papsch (2005), S. 44

⁹² Auskunft Herr Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, 28.4.2006

⁹³ Auskunft: Herr Mag. Oskar Januschke, Umwelta Abteilung der Stadt Lienz, 20.4.2006

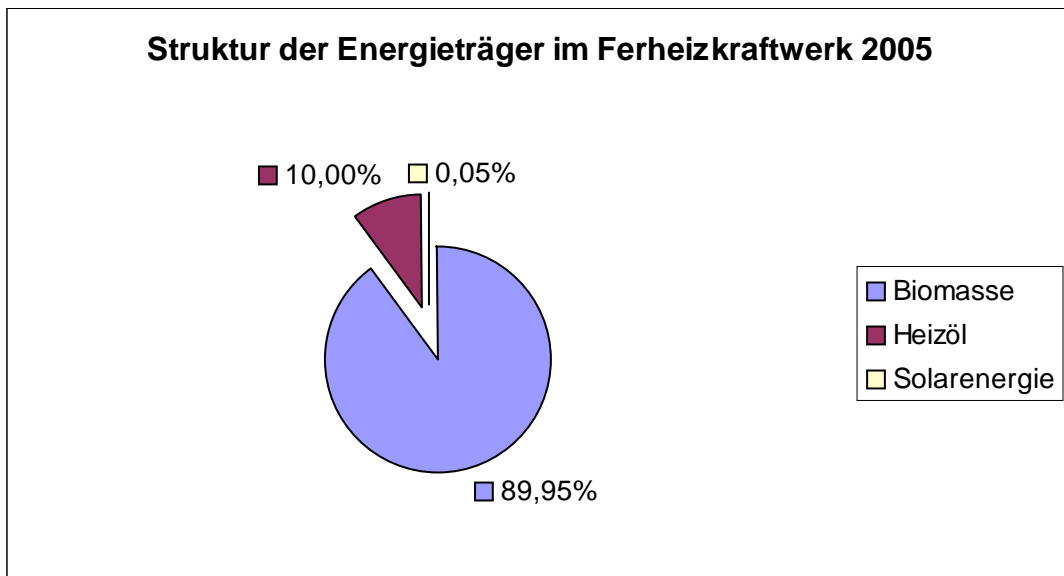


Abbildung 1: Einsatzstruktur der Energieträger im Fernheizkraftwerk 2005

Quelle: Dokument: „Power-Point-Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung Lienz, am 31.01.2006“ und Dokument: „Betriebsdaten detailliert 1“ sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über den Energiegewinnungsprozess gegeben werden:⁹⁴

Das Herz der alten Anlage bilden zwei Biomassefeuerungen, wobei der einen ein Heißwasserkessel mit 7 MW Nennleistung aufgesetzt ist, der anderen dagegen ein Thermoölkessel mit 6 MW Nennleistung. In der neuen Anlage, die in der zweiten Ausbaustufe hinzu gefügt wurde, befindet sich eine Biomassefeuerung mit aufgesetztem 8,7 MW Thermoölkessel. Der Heißwasserkessel speist ausschließlich in das Fernwärmenetz ein, die Thermoölkessel speisen dagegen sowohl in das Fernwärmenetz als auch in den sog. ORC-Prozess⁹⁵ ein. Der alte Thermoölkessel ist mit einem ORC-Prozess von 1 MW elektrischer Nennleistung verbunden, der neue dagegen mit einem ORC-Prozess von 1,5 MW.

Der ORC-Prozess ist ein innovatives Verfahren zur Stromerzeugung aus thermischer Energie. Vom Grundprinzip her entspricht er einer konventionellen Wasserdampfturbine. Allerdings kommt statt Wasser ein organisches Arbeitsmittel zum Einsatz. Auf eine ausführliche Beschreibung der Funktionsweise des ORC-Prozesses wird an dieser Stelle verzichtet, der interessierte Leser sei an die Fachliteratur verwiesen.⁹⁶ Die Gründe warum man sich in Lienz

⁹⁴ vgl. Infobroschüre „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“, 2. Auflage 2006

⁹⁵ ORC steht für „Organic Rankine Cycle“

⁹⁶ z.B. auf bios.bioenergy.at findet man eine sehr gute kompakte Darstellung des ORC-Prozesses

für den Einsatz eines ORC-Prozesses anstelle einer klassischen Dampfturbine entschieden hat, liegen vor allem in folgenden vorteilhaften Eigenschaften begründet:⁹⁷

- Der Thermoölkessel, der den Input für den Prozess liefert, steht nicht unter Druck, daher ist kein Kesselwärter erforderlich. Für ein kleines Kraftwerk wie das Fernheizkraftwerk Lienz ist dies ein wichtiges Einsparpotential.
- Der ORC-Prozess lässt sich mit langsam laufenden Turbinen, die für Kleinanlagen optimierbar sind, ausstatten.
- ORC-Anlagen können zwischen 10 und 100% ihrer Nennleistung betrieben werden, und haben auch im Teillastbetrieb gute Wirkungsgrade. Für schnelle Lastwechsel sind sie gut geeignet. Dies macht den ORC-Prozess prädestiniert für den Einsatz in wärmegeführten Heizkraftwerken, d.h. in Heizkraftwerken in denen die Wärmeproduktion im Mittelpunkt steht, die Stromproduktion hingegen quasi nebenher mitläuft.
- Der ORC-Prozess ist sehr wartungsfreundlich.

Weiters sei noch erwähnt, dass das organische Arbeitsmittel (Silikonöl) nicht toxisch ist und kein Ozonabbaupotential besitzt.

Der ORC-Prozess ist mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet, die es ermöglicht jenen Anteil der Wärmeenergie, der nicht für die Stromerzeugung genutzt werden kann zum größten Teil in das Fernwärmenetz einzuspeisen. Dadurch ergibt sich ein geschätzter Wirkungsgrad des ORC-Prozesses von der Biomassefeuerung bis zur Einspeisung in das Fernwärme- bzw. Stromnetz von 89-90%.⁹⁸

Im Rahmen der zweiten Ausbaustufe wurde außerdem noch ein Pufferspeicher errichtet. Dieser dient dazu, die Betriebslast der Biomassefeuerungen zu vergleichmäßigen und die Auslastung selbiger zu erhöhen. D.h. zu Tageszeiten, an denen relativ wenig Wärme nachgefragt wird, heizen die Biomassefeuerungen in den stark isolierten Pufferspeicher hinein. Dort wird die Wärme in Form von Heißwasser gespeichert. Steigt dann die Wärmenachfrage an, kann innerhalb kurzer Zeit Wärme aus dem Pufferspeicher entnommen werden. Der Einsatz von Heizöl zur Spitzenlastabdeckung wird dadurch seltener von Nöten sein.

Die Reinigung der Abgase (Rauchgasreinigung) erfolgt in mehreren Schritten. Sie umfasst eine Grob- und Feinabscheidung von Rauchgas, eine zusätzliche Wärmerückgewinnung

⁹⁷ vgl. bios.bioenergy.at 19.5.2006 sowie Infobroschüre „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“ (2006)

⁹⁸ bios.bioenergy.at 19.5.2006

sowie eine Entschwadung. Durch die Entschwadungstechnik lässt sich die Schwadenbildung am Schornstein bis ca. -5°C verhindern.⁹⁹ Die Entschwadung hat allerdings vor allem einen psychologischen Hintergrund, da mit der Schwadenbildung am Schornstein landläufig gesundheitschädliche Abgase assoziiert werden, obwohl es sich dabei lediglich um Wasserdampf handelt.

Seit Frühjahr 2006 verfügt die Stadtwärme über ein eigenes Hackgeräte, in der Rundholzstämmen zu Hackschnitzeln verhackt werden können. Bisher wurde dies von einem externen Dienstleister in einer Sammelstelle in der Gemeinde Lavant durchgeführt.

2.1.2.2. Grundlegende wirtschaftliche Daten

Die Stadtwärme Lienz ist zu je 48% im Besitz der Energie Steiermark AG (vormals Steirische Fernwärme AG) sowie der Tiroler Wasserkraft AG (kurz: TIWAG). Die restlichen 4% gehören der Stadt Lienz.¹⁰⁰ Seit Gründung der Stadtwärme Lienz wurden bisher über 38 Mio. € in das Heizkraftwerk und das Verteilernetz investiert. Im Geschäftsjahr 2005 erwirtschaftete die Stadtwärme Lienz einen Umsatz von insgesamt 3,97 Mio. €. Der überwiegende Teil stammt dabei aus dem Wärmeverkauf (2,79 Mio.) und aus dem Stromverkauf (0,88 Mio.). Leider wurde 2005 ein Jahresfehlbetrag von 319.000 € erwirtschaftet. Allerdings ist seit Gründung der Stadtwärme Lienz von Jahr zu Jahr ein stetiger Rückgang des Jahresfehlbetrages zu verzeichnen, so dass die Hoffnung begründet erscheint, dass bald der Break-Even erreicht sein wird. Zur Zeit sind in der Stadtwärme Lienz 6 Personen fest angestellt.¹⁰¹

⁹⁹ Infobroschüre „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“, 1. Auflage 2001

¹⁰⁰ Januschke (2004), S. 153

¹⁰¹ Stand Juli 2006, Auskunft Herr Willi Ploner, Stadtwärme Lienz, 31.7.2006

2.2. Nachhaltigkeitsbeitrag der Stadtwärme Lienz

In den vorangegangenen Kapiteln konnte sich der Leser mit der Theorie der Nachhaltigkeit und mit den technischen Grundbegriffen der Biomasse sowie der Fernwärme vertraut machen. Darüber hinaus wurde ein Überblick über die aktuelle Situation der Stadtwärme Lienz gewährt. In den nun folgenden Kapiteln soll untersucht werden, inwieweit es durch die Nutzung regenerativer Energieträger gelungen ist, einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Stadt Lienz und der umliegenden Region zu leisten. Die Analyse wird sich dabei an dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit orientieren, das in den vorherigen Kapiteln vorgestellt wurde. Begonnen wird dabei mit der Analyse der ökologischen Auswirkungen. Danach wird der Beitrag zur ökonomischen Nachhaltigkeit betrachtet. Im Mittelpunkt wird dabei die Regionalökonomie stehen. Zuletzt sollen noch Einflüsse auf die soziale Nachhaltigkeit untersucht werden. Ex ante kann man davon ausgehen, dass die Stadtwärme Lienz vor allem zur ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit einen bedeutsamen Beitrag leistet. Die Gründe dafür sind intuitiv schlüssig:

Im ökologischen Bereich:

- Holz ist ein CO₂-neutraler Energieträger, sofern das Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Daher kann Holz als Energieträger einen wichtigen Beitrag zum globalen Klimaschutz leisten. Bei österreichischen Wäldern kann man zu 100% von einer nachhaltigen Bewirtschaftung ausgehen.¹⁰²
- Die Stadtwärme Lienz ist, wie oben beschrieben, mit einer sehr umfangreichen Rauchgasreinigung ausgestattet, was sich auf die Schadstoffemissionen auswirken sollte. Das Ziel der Verbesserung der Luftqualität war, wie oben bereits erwähnt, auch einer der Hauptgründe, weswegen der Bau einer Fernwärmeversorgung im Rahmen des Energieprojektes Lienz forciert wurde.

Im Bereich der ökonomischen Dimension:

- Da Österreich in nur sehr geringem Umfang über Öl- und Kohlevorkommen verfügt, müssen die allermeisten konventionellen Energieträger importiert werden. Dieser notwendige Import führt zu einem großen Kaufkraftabfluss an das Ausland. Durch die verstärkte Nutzung von Holz aus heimischen Wäldern kann dieser Abfluss verringert werden.

¹⁰² Auskunft Herr Ing. Erich Golmitzer, Bezirksforstinspektion Osttirol, 21.4.2006

- Wird die Holzernte in den heimischen Wäldern durch die verstärkte Nachfrage nach Energieholz erhöht, so bedeutet dies auch eine Zunahme der heimischen Wertschöpfung. D.h. es wird nicht nur der Kaufkraftabfluss an das Ausland verringert sondern auch das erwirtschaftete Einkommen gesteigert.

2.2.1. Die ökologische Dimension

Im Bereich der ökologischen Dimension wird es vor allem um die Untersuchung der Auswirkungen auf die Luftschadstoffemissionen gehen, da man hier die größten Veränderungen vermuten kann. Betrachtet werden dabei die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), Kohlenmonoxid (CO), Stickoxiden (NO_x), Schwefeldioxid (SO₂) sowie von Feinstaub. Die Emissionsanalyse wird dabei im wesentlichen auf den Berechnungsschematas von Felix Paul Papsch basieren, die dieser in seiner Diplomarbeit im Jahr 2005 veröffentlicht hat.¹⁰³ Nach der ausführlichen Analyse der Luftschadstoffemissionen werden zum Schluß noch weitere potentielle ökologische Auswirkungen, die sich durch die intensivere Waldbewirtschaftung und den Anfall von Rückstandsprodukten (v.a. Asche) ergeben, untersucht.

2.2.1.1. Die Entwicklung der Luftgüte seit Inbetriebnahme der Stadtwärme Lienz

Zunächst soll eine kurze Erläuterung zu den Luftschadstoffen, die im Rahmen der Emissionsanalyse zu betrachten sind, gegeben werden:

- **Kohlendioxid (CO₂):** Kohlendioxid entsteht bei der Oxidation von organischen Materialien. Es ist nicht per se giftig. Pflanzen brauchen es sogar unbedingt für ihr Wachstum. Für atmende Lebewesen ist es erst gefährlich, wenn die Konzentration zu hoch wird und nicht mehr genug Sauerstoff eingeatmet werden kann. Ein globales Problem ist Kohlendioxid aber vor allem, weil es das bedeutendste anthropogen verursachte Treibhausgas ist. In Österreich macht es aktuell rund 82% der emittierten Treibhausgase aus.¹⁰⁴

¹⁰³ Die Diplomarbeit wurde vom Wegener Zentrum an der Universität Graz verlegt (www.wegcenter.at).

¹⁰⁴ Gugele et al. (2004), S. 7

- **Kohlenmonoxid (CO):** Kohlenmonoxid entsteht hauptsächlich bei unvollständigen Verbrennungen. Statt zweier Sauerstoffatome bindet sich nur eines an das Kohlenstoffatom. Im Gegensatz zu CO₂ ist Kohlenmonoxid für den Menschen und andere atmende Lebewesen hochgradig giftig. Des weiteren ist Kohlenmonoxid an der „photochemischen Bildung von bodennahem Ozon“ beteiligt.¹⁰⁵
- **Stickoxide (NO_x):** „Stickoxide entstehen überwiegend als unerwünschtes Nebenprodukt durch die Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen bei hoher Temperatur. Sie führen zusammen mit Kohlenwasserstoffen zur Ozonbildung im Sommer. [...] In der kalten Jahreszeit tragen sie zu einer großräumigen Belastung mit Feinstaub bei.“ Stickstoffdioxid beeinträchtigt außerdem die Lungenfunktion. Des weiteren gehören Stickoxide zu den wichtigsten Ozonvorläufersubstanzen und tragen somit zur Bildung von bodennahem Ozon bei.¹⁰⁶
- **Schwefeldioxid (SO₂):** Es entsteht vor allem bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen. „In hohen Konzentrationen kann SO₂ Menschen, Tiere und Pflanzen schädigen, die Oxidationsprodukte führen zu ‚Saurem Regen‘. Dieser gefährdet empfindliche Ökosysteme wie Wald und Seen, greift aber auch Gebäude und Materialien an.“¹⁰⁷
- **Feinstaub (PM₁₀):** Mit Feinstaub werden Partikel bezeichnet, deren Durchmesser kleiner als 10µm (Mikrometer). Feinstaub kann tief in die Lunge eindringen und schädigt dort das Atmungs- und Herz-Kreislaufsystem. Außerdem können im Feinstaub Schwermetalle und Dioxine enthalten sein, die sich durch Sedimentation in den Böden anreichern können.¹⁰⁸ Besonders in Nordtirol spielt in der jüngsten Zeit die Feinstaubbelastung durch den Straßenverkehr, v.a. den Transitverkehr, eine große Rolle in der politischen Diskussion.

Folgende Grafiken zeigen, wie sich die Jahresmittelwerte der einzelnen Luftschadstoffe seit dem Jahr 2000 entwickelt haben:

¹⁰⁵ Papsch (2005), S. 26

¹⁰⁶ Papsch (2005), S. 27f.

¹⁰⁷ Papsch (2005), S. 25

¹⁰⁸ Papsch (2005), S. 29

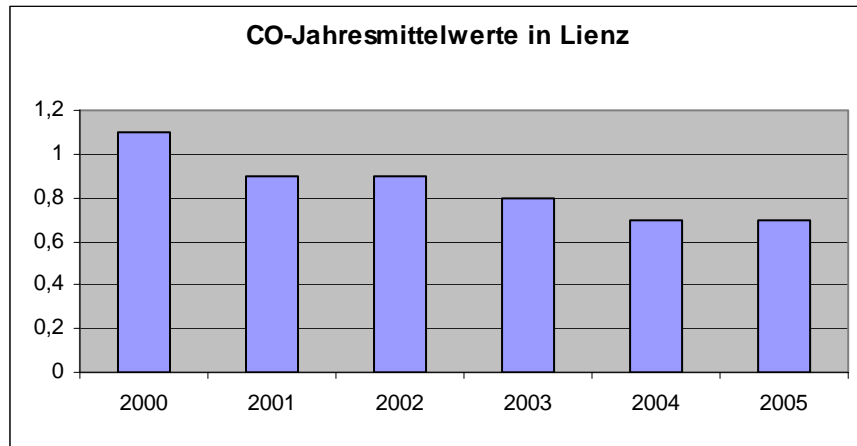


Abbildung 2: Entwicklung der Kohlenmon oxidkonzentrationen

Quelle: Dokumente: „Jahresbericht über die Luftgüte in Tirol 2000-2005“; Eigendarstellung; Werte in mg/m³

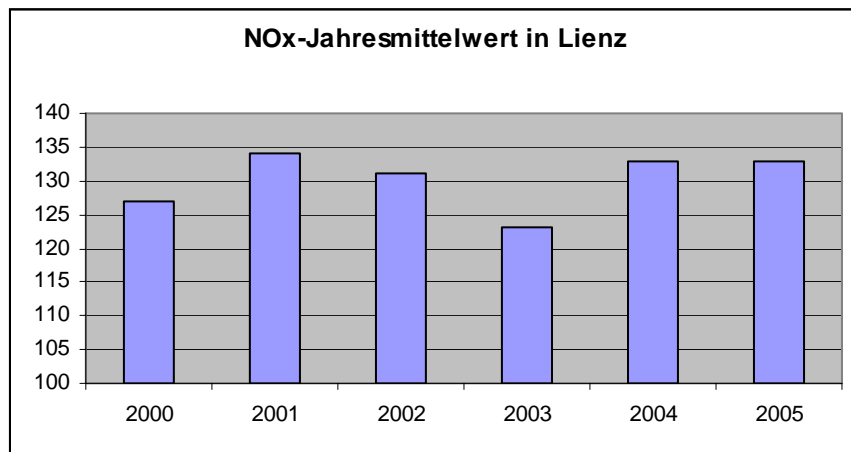


Abbildung 3: Entwicklung der Stickoxidkonzentrationen

Quelle: Dokumente: „Jahresberichte über die Luftgüte in Tirol 2000-2005“; Eigendarstellung; Werte in µg/m³

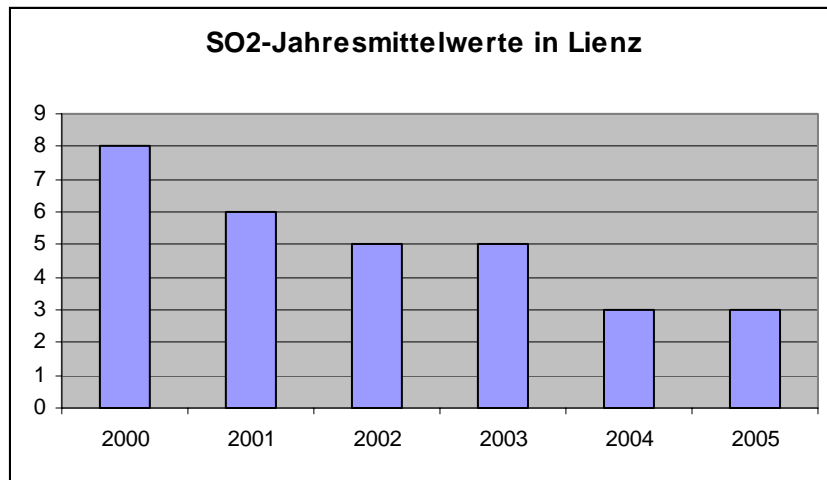


Abbildung 4: Entwicklung der Schwefeldioxidkonzentrationen

*Quelle: Jahresberichte über die Luftgüte in Tirol;
Eigendarstellung; Werte in µg/m³*

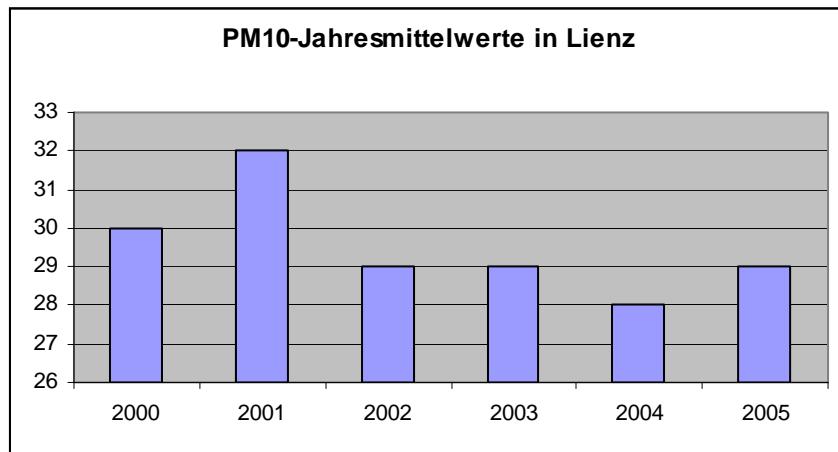


Abbildung 5: Entwicklung der Feinstaubkonzentrationen

*Quelle: Jahresberichte über die Luftgüte in Tirol;
Eigendarstellung; Werte in µg/m³*

Wie man sieht, ist die Belastung durch Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid seit der Inbetriebnahme der Stadtwärme Lienz im Jahr 2001 kontinuierlich gesunken. Die Feinstaubkonzentration ist 2001 zwar vorübergehend sprunghaft angestiegen, dann aber auch dauerhaft unter das Niveau von 2000 gesunken. Bei der Konzentration von Stickoxiden ist dagegen ein Auf und Ab mit einem tendenziellen Anstieg zu verzeichnen.

Selbstverständlich ist die Umstellung der Wärmeversorgung in Lienz nicht der einzige Einflussfaktor für die Entwicklung der einzelnen Luftschadstoffkonzentrationen. Der Straßenverkehr ist bspw. ebenfalls sehr bedeutsam und wurde durch den Aufbau des Fernwärmenetzes nicht berührt. Sollten die Veränderung der Emissionen, die aus der Umstellung der Wärmeversorgung resultieren, aber genau den oben gezeigten Trends entsprechen, so kann man darin doch zumindest ein Indiz sehen, dass die Fernwärme einen signifikanten Einfluß auf die Luftqualität im Lienzer Talboden hat.

2.2.1.2. Die Schadstoffemissionen der Stadtwärme Lienz

Das Ziel der folgenden Emissionsanalyse kann und wird es nicht sein, eine punktgenaue Schätzung für die Veränderung der Schadstoffemissionen zu erhalten. Darauf sei ausdrücklich hingewiesen. Es geht vielmehr darum, einen Richtwert zu berechnen, der einen Trend aufzeigt. Eine Emissionsanalyse dieser Größenordnung wird immer mit mehr oder weniger großen Unsicherheiten verbunden sein, die sich bspw. aus den getroffenen Annahmen oder der Verwendung von Durchschnittswerten ergeben. Für den Zweck dieser Diplomarbeit ist aber auch v.a. die Tendenz, die sich aus den berechneten Zahlen ergibt, entscheidend.

Wie bereits erwähnt, wird die Emissionsanalyse in erster Linie auf den Berechnungsschematas in Papsch (2005) basieren. Das Bezugsjahr in der Analyse von Papsch ist 2003. Die Berechnungen umfassen nicht nur den Schadstoffausstoß, der sich direkt aus der Verbrennung der jeweiligen Energieträger im Heizkraftwerk ergibt, sondern berücksichtigen auch Schadstoffemissionen entlang der Brennstoffbeschaffungskette. Die Vorgehensweise von Papsch wird in den folgenden Abschnitten vorgestellt werden. Danach werden die Emissionen der Stadtwärme Lienz auf Basis der 2005 eingesetzten Energieträgermengen auf das Jahr 2005 hochgerechnet. Diese Vorgehensweise erscheint probat, wenn es lediglich

darum geht, einen Richtwert zu ermitteln.¹⁰⁹ Nach dem selben Muster sollen dann noch die prognostizierten Emissionen 2006 errechnet werden. Denn 2006 wird sich die Brennstoffeinsatzstruktur aufgrund des neu eingebauten Pufferspeichers stark zu Gunsten der Biomasse ändern.

Die Daten und Berchnungsschematas von Papsch werden außerdem an bestimmten Stellen verändert, um die Ergebnisse für den Zweck dieser Diplomarbeit noch aussagekräftiger zu machen. Auf die Anpassung der Daten wird aber im Einzelnen ausdrücklich hingewiesen werden.

a) Die Emissionen durch die Stadtwärme Lienz im Jahr 2003¹¹⁰

Papsch gliedert seine Emissionsanalyse für die Stadtwärme Lienz in 5 Sektoren:

1. Holzernte und Holzbringung in den Wäldern
2. Transport der Brennstoffe (Biomasse und Heizöl)
3. Aufbereitung von Biomasse zur Energiegewinnung
4. Verfeuerung von Biomasse und Heizöl im Fernheizkraftwerk
5. Transport und Entsorgung von Rückstandsprodukten

Im Bezugsjahr 2003 wurden 43.002 fm Holz an die Stadtwärme Lienz geliefert. Davon wurden allerdings nur 35.021 fm bzw. 94.834 srm Holz verfeuert.¹¹¹ Papsch bezieht sich in allen weiteren Berechnungen nur auf die tatsächlich eingesetzte Brennstoffmenge. Die Emissionen für die 2003 geernteten, aber nicht verfeuerten Mengen wurden bewußt außer Acht gelassen, um ein möglichst periodengerechtes Bild zu gewährleisten. Weiters wurden im Fernheizkraftwerk 452.000 l Heizöl extra leicht eingesetzt.

¹⁰⁹ Auskunft: Herr Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark AG, 28.4.2006; Dipl. Ing. Lach betreut das Heizkraftwerk Lienz für die Energie Steiermark und ist ein Kenner der Arbeit von Mag. Felix Paul Papsch.

¹¹⁰ vgl. Papsch (2005), S. 53-67 und 110-126

¹¹¹ vgl. Papsch (2005), S.107. Der durchschnittliche Umrechnungsfaktor entspricht ca. $1\text{fm}=2,71\text{ srm}$. Dieser Durchschnitt ergibt sich dadurch, dass Papsch für Hackschnitzel, Rinde und Sägespäne jeweils eigene Umrechnungsfaktoren verwendet, die zwischen 1 zu 2,5 und 1 zu 3 liegen.

Die Sektoren im Einzelnen:¹¹²

1. Holzernte und Holzbringung: Die Stadtwärme Lienz bezieht Biomasse einerseits in Form vom Holzabfällen aus holzverarbeitenden Betrieben, andererseits kauft sie aber auch ganze Rundholzstämmen ein, die dann verhackt werden. Im Sektor Holzernte und –bringung berücksichtigt Papsch nur die eingekauften Rundholzstämmen. Diese Vorgehensweise erscheint durchaus berechtigt, da es sich bei der gelieferten Biomasse aus holzverarbeitenden Betrieben im Wesentlichen um Nebenprodukte der Holzverarbeitung handelt. So sind von einem normalen Baumstamm von vorne herein bis zu 10% Schleifholz. Dieses ist für die Be- und Verarbeitung nur schlecht oder gar nicht zu gebrauchen. Da aber i.d.R. ganze Stämme an die holzverarbeitenden Betriebe geliefert werden, fällt dort unweigerlich viel Holzabfall an.¹¹³ Man kann also davon ausgehen, dass die Ernte und Lieferung von Holz für Holzbetriebe auch ohne die Abnahme der Abfall- und Nebenprodukte durch die Stadtwärme Lienz erfolgen würde. Aus dem gleichen Grund erscheint es auch gerechtfertigt weitere Energieeinsätze für die Holzverarbeitung innerhalb dieser Betriebe in der Emissionsanalyse nicht zu berücksichtigen.¹¹⁴

Papsch schätzt, dass 2003 für die Ernte und Bringung der berücksichtigten Holzmenge 2.728 l Benzingemisch für Motorsägen sowie 8.484 l Diesel verbraucht wurden. Diese Werte beruhen u.a. auf den Auskünften eines regionalen Holzbringungsunternehmens.¹¹⁵

2. Transport der Brennstoffe: Papsch geht davon aus, dass die Biomasse von holzverarbeitenden Betrieben direkt vom jeweiligen Betriebsstandort zur Stadtwärme Lienz geliefert wurden. Als Ausgangspunkt für die Lieferung von Rundholzstämmen wurde das Zentrum der jeweiligen Gemeinde gewählt, in der die einzelnen Anbieter ansässig sind. Distanzen innerhalb der Gemeinde und der Wälder wurden nicht berücksichtigt. Daher haben die berechneten Ergebnisse nur näherungsweise Gültigkeit.¹¹⁶ Das Rundholz von landwirtschaftlichen Anbietern wurde nicht direkt zum Gelände der Stadtwärme Lienz geliefert, sondern zu einer Sammelstelle nahe der Gemeinde Lavant.

¹¹² Im folgenden wird i.d.R. davon abgesehen, Raten für die Holzernte und –bringung pro Stunde für verschiedene Geräte, den Kraftstoffverbrauch pro Stunde bzw. pro Kilometer für verschiedene Geräte und Fahrzeuge, Transportkapazitäten verschiedener Fahrzeuge, die spezifischen Emissionsfaktoren für verschiedene Kraftstoffe und ähnliche Werte, die den Berechnungen von Papsch zu Grunde liegen, darzustellen. Dies würde den Rahmen einer ökonomisch orientierten Diplomarbeit sprengen. Der interessierte Leser sei an die Originalquelle Papsch (2005) verwiesen.

¹¹³ Auskunft Hr. Sinn, Geschäftsführer der Waldgenossenschaft Iseltal, 21.4.2006

¹¹⁴ vgl. auch Papsch (2005), S. 62

¹¹⁵ vgl. Papsch (2005), S. 58, 110 u. 125

¹¹⁶ Papsch (2005), S. 59

Dort wird das Rundholz verhackt und mit Hilfe von Traktoren zur Stadtwärme Lienz gebracht. Papsch errechnet, dass für den Biomasetransport 2003 insgesamt 90.705 Transportkilometer mit LKWs und Traktoren zurückgelegt wurden, wodurch sich ein Kraftstoffverbrauch von 25.245 l Diesel ergibt.¹¹⁷

Bezüglich des Heizöls schätzt Papsch nach Rücksprache mit einem regionalen Brennstoffgroßhändler, dass Heizöl per Bahn von der Raffinerie Wien-Schwechat nach Lienz transportiert wurde. Die einfache Distanz beträgt demnach 487 km. In Lienz wird das Heizöl auf Tanklastzüge verladen. Der geschätzte Kraftstoffverbrauch für den Heizöltransport in Lienz beträgt geschätzte 30 l Diesel. Der Stromverbrauch für den Transport per Bahn wurde nicht ermittelt.¹¹⁸

3. **Aufbereitung der Biomasse zu Hackgut:** Wie bereits erwähnt wurde Rundholz von landwirtschaftlichen Anbietern in der Sammelstelle nahe Lavant zu Hackgut aufbereitet. Papsch geht von einem Kraftstoffverbrauch durch das Hackgerät von 8.027 l Diesel aus.¹¹⁹
4. **Energiegewinnung im Fernheizkraftwerk:** Die Emissionen die im Fernheizkraftwerk durch die Verbrennung von 35.021 fm Holz und 452.000 l Heizöl extra leicht entstanden sind, wurden von der Planungsfirma, der Bios-Energiesysteme GmbH, errechnet. Diese kommt dabei zu folgenden Ergebnissen:¹²⁰

Emissionsprodukt	Menge [t/a]
Kohlendioxid	0,00
Kohlenmonoxid	12,50
Stickoxide	19,70
Schwefeldioxid	4,38
Staub	0,98 (davon 0,88 PM10)

Tabelle 1: Emissionen durch den Einsatz von Biomasse im FHKW im Jahre 2003

Quelle: Papsch (2005)

¹¹⁷ Papsch (2005), S. 59 u. 125

¹¹⁸ Papsch (2005), S. 60

Emissionsprodukt	Menge [t/a]
Kohlendioxid	1243,78
Kohlenmonoxid	0,04
Stickoxide	0,70
Schwefeldioxid	0,77
Staub	Nicht nachweisbar

Tabelle 2: Emissionen durch den Einsatz von Heizöl im FHKW im Jahre 2003

Quelle: Papsch (2005)

- 5. Betriebsinterner Energieaufwand:** Papsch schätzt, dass für die Beschickung der Biomassedepots, für Hebevorgänge und Schneeräumung auf dem Gelände der Stadtwärme Lienz im Jahr 2003 ein Radlader 555 Stunden im Einsatz stand und dabei 8.446 l Diesel verbrauchte.¹²¹
- 6. Entsorgung der Rückstandsprodukte:** Durch die Verbrennung von Biomasse entstehen im FHKW Rückstandsprodukte. Dies sind Grob- und Zyklonflugasche sowie Kondensatschlamm. Letzterer fällt als Nebenprodukt der Rauchgasreinigung an. 2003 sind 233 t Asche und 32 t Kondensatschlamm angefallen. Die anfallende Asche ist kompostierbar und wurde in Kompostieranlagen und zur Düngung landwirtschaftlicher Flächen verwendet. Der Kondensatschlamm hingegen wurde in der Sondermüllverbrennungsanlage Arnoldstein in Kärnten entsorgt. Der Transport der Rückstandsprodukte zu ihren Verwertungs- bzw. Entsorgungsorten machte im Jahr 2003 1.077 LKW-Kilometer mit 323 l Dieserverbrauch nötig.¹²²

Folgende Bereiche wurden von Papsch nicht berücksichtigt:¹²³

1. Rohölförderung und –transport sowie Raffinerie von Heizöl
2. Aufbereitung von Biomasse in holzbearbeitenden und –verarbeitenden Betrieben (z.B. wenn Holzabfälle schon im jeweiligen Betrieb zu Hackschnitzeln verhackt wurden)

¹¹⁹ Papsch (2005), S. 60

¹²⁰ Papsch (2005), S. 60f.

¹²¹ Papsch (2005), S. 62

¹²² Papsch (2005), S. 61f.

3. Anlieferung von Biomasse in holzbearbeitende und –verarbeitende Betriebe
4. Weitere Prozesse, die für die Gesamtemissionen nicht als erheblich eingestuft wurden.

Den oben genannten Werten für den Kraftstoffverbrauch ordnet Papsch im nächsten Schritt spezifisch Emissionsfaktoren (z.B. CO₂-Emissionen/ Liter Diesel) zu. Dabei verwendet Papsch Emissionsfaktoren, die auch die Emissionen für die Raffinerie der Treibstoffe, für den Transport der aufbereiteten Kraftstoffe sowie für die Erzeugung der Transportmittel enthalten.¹²⁴ Dadurch kommt er auf folgende Ergebnisse für die Gesamtemission von CO₂, CO, NO_x, SO₂ und Staub (für eine genaue Aufgliederung vgl. Tabelle 45 im Anhang):¹²⁵

Emissionsprodukt	Menge [kg]
Kohlendioxid	1.411.644
Kohlenmonoxid	14.379
Stickoxide	22.370
Schwefeldioxid	5.193
Staub	1.163

Tabelle 3: Gesamtemissionen der Energiegewinnung in der Stadtwärme Lienz 2003

Quelle: Papsch (2005)

b) Die Emissionen der Stadtwärme Lienz im Jahr 2005

Im Jahr 2005 wurden von der Stadtwärme Lienz 135.421 srm Biomasse und 725.409 l Heizöl extra leicht eingesetzt. Des Weiteren sind 125,74 t Asche und 26,6 t Kondensatschlamm angefallen.¹²⁶ Es ist dabei anzumerken, dass sich der Biomasseverbrauch nicht so leicht messen lässt, wie beispielsweise der Heizölverbrauch. Aus bestimmten Gründen kann man davon ausgehen, dass die veranschlagten 135.421 srm vermutlich etwas zu hoch sind.¹²⁷ Da alle anderen Methoden, den Biomasseverbrauch zu schätzen aber auch mit Unsicherheiten verbunden sind, wurden im Rahmen dieser Arbeit die 135.421 srm weiterhin verwendet. Die Emissionen der Stadtwärme Lienz im Jahr 2005 werden nun wie folgt berechnet:

¹²³ Papsch (2005), S. 64f.

¹²⁴ Papsch (2005), S.64

¹²⁵ Papsch (2005), S. 126

¹²⁶ vgl. Dokument „Jahresauswertung der Betriebsdaten“; der Rückgang des Asche und Kondensatschlammanfalls ist dabei auf technische Veränderungen zurückzuführen.

Gesamtemissionen ausgelöst durch den jeweiligen Brennstoff (vgl. Tabelle 1 im Anhang)

*** eingesetzte Brennstoffmenge 2005 / eingesetzte Brennstoffmenge 2003**

Analog werden die Emissionen für die Entsorgung der Rückstandsprodukte ermittelt. Eine Hochrechnung der Emissionen für den Heizöleinsatz und die Entsorgung der Rückstandsprodukte auf diese Weise erscheint weitgehend unproblematisch. Im Bereich der Biomasse hingegen steht bei einer derartigen Hochrechnung im Hintergrund die Annahme, dass die Herkunft der Biomasse die gleiche geblieben ist. D.h., dass einerseits das Verhältnis der Mengen von Biomasse aus holzverarbeitenden Betrieben und Biomasse, die nicht aus solchen Betrieben stammt, das gleiche geblieben ist, und andererseits die Transportwege zur Stadtwärme Lienz die gleichen geblieben sind. Diese Annahme ist sicherlich nicht ganz unproblematisch. Es hat in der Tat leichte Veränderungen gegeben. So stammten 2003 beispielsweise etwas über 70% der eingekauften Biomasse aus holzverarbeitenden Betrieben¹²⁸, 2005 waren es dagegen etwas unter 70%.¹²⁹ Allerdings werden sich die Veränderungen in ihrer Gesamtheit höchstwahrscheinlich teilweise gegenseitig aufheben. Darüber hinaus sollten die Verzerrungen zu gering sein, um das Gesamtergebnis nennenswert zu verfälschen.

Neben der Hochrechnung der Emissionen nach der oben vorgestellten Formel wurden die Gesamtemissionen aber noch um einen Sektor ergänzt. Papsch ermittelt zwar die Transportkilometer per Bahn für das Heizöl, diesen werden aber kein Stromverbrauch und weiters auch keine Emissionen für die Stromerzeugung zugeordnet. Im Rahmen dieser Arbeit sollen aber zumindest die CO₂-Emissionen berücksichtigt werden. Exakt ist eine Zurechnung von CO₂-Emissionen nicht möglich. Man kann sowohl für den Stromverbrauch beim Gütertransport per Bahn, als auch für die Emissionen bei der Stromerzeugung in kalorischen Kraftwerken nur Durchschnittswerte verwenden. Für den Untersuchungsgegenstand dieser Diplomarbeit ist eine punktgenaue Berechnung allerdings auch nicht notwendig. Für die Beurteilung des Nachhaltigkeitsbeitrages ist es immer noch realistischer, einen

¹²⁷ Auskunft Herr Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, 12.7.2006

¹²⁸ vgl. Papsch (2005), S. 57

¹²⁹ Auswertung der Dokumente „Industriehackgutanolieferung Osttirol“, „Industriehackgutanolieferung Kärnten“ sowie „Rundholzanlieferung“ durch den Autor dieser Arbeit.

Näherungswert zu berücksichtigen, als die Emissionen für den Bahntransit ganz außer Acht zu lassen. Folgende Werte lassen sich ermitteln:

- Die ÖBB hat in ihrer „Ökobilanz für den Güter- und Personentransport“ für das Jahr 2002 Daten für den gesamten Strom- und Dieserverbrauch im Gütertransport sowie für die Summe der Tonnenkilometer (gesamte beförderte Fracht * durchschnittliche Transportdistanz) veröffentlicht. Die Werte beinhalten auch den Energieverbrauch im Verschub.¹³⁰ Aus den veröffentlichten Daten lässt sich ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 54,58 Wh pro Tonne und Kilometer sowie ein durchschnittlicher Dieserverbrauch von 1,3 ml pro Tonne und Kilometer errechnen.
- Wie bereits erwähnt beträgt die einfache Transportdistanz von der Raffinerie Wien-Schwechat nach Lienz per Bahn 487 km. Ein Liter Heizöl wiegt ca. 0,86 kg.¹³¹ Das 2005 von der Stadtwärme Lienz verfeuerte Heizöl hatte also ein Gewicht von ca. 624 t. Daraus ergibt sich ein geschätzter Stromverbrauch für den Bahntransit von insgesamt 16,58 MWh sowie ein geschätzter Dieserverbrauch von 384,36 l.
- Die Zuordnung von Luftschadstoffemissionen zu den Diesel und Strommengen beschränkt sich auf die CO₂-Emissionen, da für die übrigen Luftschadstoffe keine soliden Emissionsfaktoren zu beschaffen waren. Diese hängen sehr stark von den Rahmenbedingungen des Oxidationsprozesses ab. Auch für die CO₂-Emissionen pro Liter Diesel finden sich sehr unterschiedliche veröffentlichte Werte. Die British Petroleum bspw. nennt auf ihrer deutschen Homepage den Faktor 2,63 kg CO₂ pro Liter Diesel.¹³² Es wurden keine Angaben darüber gemacht, ob sich dieser Wert nur auf die Verbrennung im Motor bezieht, oder ob er auch die Emissionen für die Bereitstellung (Raffinerie, Transport, etc.) beinhaltet. Andere Quellen gehen davon aus, dass die Emissionen inkl. Emissionen für die Bereitstellung 3,64 kg CO₂ und CO₂-Äquivalente (d.h. andere Treibhausgasemissionen umgerechnet in CO₂-Einheiten) pro kg Diesel betragen.¹³³ Ein Liter Diesel wiegt ca. 0,87 kg.¹³⁴ Daraus würden sich Emissionen von 3,17 kg CO₂ pro Liter Diesel ergeben. Papsch gibt zwar an Emissionsfaktoren, die die Bereitstellung der Kraftstoffe inkludieren, zu verwenden, es wird aber kein spezifischer Emissionsfaktor für CO₂ pro Liter Kraftstoff genannt. Er verwendet vielmehr Faktoren pro Betriebsstunde des

¹³⁰ auto.pege.org; 23.5.2006

¹³¹ www.lwk-hannover.de; 23.5.2006

¹³² www.deutschebp.de; 7.8.2006

¹³³ www.campa-biodiesel.de; 7.8.2006

¹³⁴ www.umwelt-oberwallis.ch; 7.8.2006

jeweiligen Gerätes oder pro Transportkilometer.¹³⁵ Man kann aber einen Wert für die CO₂-Emissionen pro Liter Diesel indirekt schätzen, in dem man bspw. die CO₂-Emissionen für die Beschickung der Biomasse mittels Radlader in der Stadtwärme Lienz 2003 durch die dafür benötigte Dieselmenge dividiert. Beide Werte sind im Anhang von Papsch (2005) veröffentlicht.¹³⁶ Auf diese Weise erhält man einen Wert von ca. 3,09 kg CO₂ / l Diesel. Dieser Wert wurde für die weiteren Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit verwendet.

- Für die Produktion einer durchschnittlichen kWh Strom in Österreich fallen laut dem Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs ca. 0,17 kg CO₂/kWh Strom an.¹³⁷ Das macht 170 kg/MWh. Dieser Wert kommt im weiteren für alle zu bewertenden Strommengen aus konventioneller Erzeugung zum Einsatz. Die Verwendung eines österreichischen Durchschnittswertes erscheint plausibel, da der in Österreich erzeugte Strom über ein Verbundnetz österreichweit verteilt wird. Allerdings könnte man auch einen europäischen Durchschnittswert verwenden, da Strom im liberalisierten Strommarkt mittlerweile europaweit gehandelt wird. Ein europäischer Durchschnittswert würde mit Sicherheit höher liegen, da in Österreich über 70% des Stroms in CO₂-neutralen Wasserkraftwerken erzeugt wird.¹³⁸ Im Rahmen einer vorsichtigen Schätzung der CO₂-Emissionen wird in dieser Arbeit der zweifellos relativ niedrige österreichische Wert herangezogen.
- Zieht man die oben genannten Werte heran, so ergeben sich daraus CO₂-Emissionen für den Heizöltransport per Bahn von insgesamt ca. 3.830 kg CO₂, wobei 2819 kg auf den Stromverbrauch und 1.011 kg auf den Dieserverbrauch entfallen.

Es ergeben sich folgende Werte für die gesamten Luftschadstoffemissionen der Stadtwärme Lienz 2005(für eine genaue Aufgliederung vgl. Tabelle 46 im Anhang):

¹³⁵ vgl. Papsch (2005), S. 116

¹³⁶ vgl. Papsch (2005), S. 125 f.

Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Biomasse	216.319	20.472	30.923	6.313	1.589
Rückstandsprodukte	13.361	4	9	2	2
Heizöl	2.000.280	59	1.123	1.238	79
Summe	2.229.960	20.534	32.055	7.553	1.671

Tabelle 4: Gesamtemissionen der Energiegewinnung in der Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie bereits erwähnt, wird für das Jahr 2006 eine drastische Änderung in der Brennstoffeinsatzstruktur erwartet. Durch den Einbau des Pufferspeichers kann die Energieerzeugung vergleichmäßigt werden. Dadurch wird eine bessere Auslastung der Biomassekessel erreicht. Der Einsatz von Heizöl zur Spitzenlastabdeckung sollte seltener nötig werden. Im Jahr 2005 stammten ca. 90% der erzeugten Energie aus Biomasse und ca. 10% aus Heizöl (die 0,5% aus Solarenergie kann man dabei vernachlässigen). Im Jahr 2006 sollen dagegen ca. 97% der benötigten Energie aus Biomasse erzeugt werden und nur noch ca. 3% aus Heizöl. Man rechnet mit einem Biomasseeinsatz von ca. 140.000 srm.¹³⁹ Insgesamt sollen 66.100 MWh Wärme an Endverbraucher verkauft werden sowie 10.225 MWh Ökostrom produziert werden.¹⁴⁰ Die voraussichtlich benötigte Heizölmenge musste selbst berechnet werden. Dazu wurde folgende Faustformel verwendet:¹⁴¹ man dividiert die verkaufte Wärmemenge durch den Jahresnutzungsgrad des Fernwärmenetzes und addiert dazu die erzeugte Menge Ökostrom. Diese Summe wiederum dividiert man durch den Jahresnutzungsgrad der Energieerzeugungsanlagen, den man mit 85% schätzen kann. Auf diese Weise erhält man den geschätzten Primärenergiebedarf:

$$\text{Primärenergiebedarf} = (\text{Wärmeverkauf} / 0,865 + \text{Ökostromproduktion}) / 0,85$$

¹³⁷ Auskunft Frau Dipl. Ing. Tauschek, 22.5.2006 und 30.8. 2006; dieser Wert enthält auch sämtliche CO₂-Emissionen, die stromgeführten KWK-Anlagen anfielen.

¹³⁸ Guele et al. (2004), S. 22

¹³⁹ vgl. Dokument „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung Lienz, am 31.1.2006“

¹⁴⁰ vgl. Dokumente „Ausbaupläne Fernwärme“ u. „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung Lienz, am 31.1.2006“

¹⁴¹ Die Faustformel wurde gemeinsam mit Herrn Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, ermittelt.

Dieser Primärenergiebedarf soll nun zu 3% aus Heizöl gedeckt werden. Für Heizöl extra leicht kann man einen Heizwert von 9,97 kWh pro Liter annehmen. Die benötigte Heizölmenge errechnet sich also wie folgt:

$$\text{Heizölmenge} = (\text{Primärenergiebedarf} * 0,03) / 9,97$$

Setzt man die erwarteten Werte für Wärmeverkauf und Ökostromproduktion in die Formel ein, so erhält man einen geschätzten Heizölbedarf von 306.713 l. Die verwendete Faustformel kann naturgemäß nur einen Schätzwert liefern. Die tatsächlich benötigte Brennstoffmenge hängt von so vielen Faktoren ab, dass exakte Prognosen fast unmöglich sind. Allerdings ist im Rahmen der Fragestellung dieser Diplomarbeit ein solcher Schätzwert durchaus ausreichend.

Auf den ersten Blick erscheinen die für 2006 veranschlagten Brennstoffmengen etwas niedrig. Schließlich sollen Wärmeverkauf und Stromproduktion im Vergleich zu 2005 deutlich steigen. Der prognostizierte Biomasseeinsatz steigt aber nur leicht, der Heizöleinsatz geht sogar zurück. Die Lösung dieses scheinbaren Paradoxons liegt v.a. darin, dass der Biomasseeinsatz 2005 mit 135.421 t, wie bereits erwähnt, vermutlich etwas zu hoch geschätzt war.

Seit dem Frühjahr 2006 verfügt die Stadtwärme Lienz über ein eigenes stationäres Hackgerät. Rundholzstämmen müssen nun nicht mehr in das Lager bei Lavant geliefert werden, sondern können vor Ort verkackt werden. Daraus ergibt sich eine Einsparung an Transportkilometern. In einem Interview mit der Tiroler Tageszeitung schätzt Papsch diese Einsparung auf ca. 13.000 km im Jahr.¹⁴² Wie sich die verminderten Transporte allerdings zahlenmäßig auf die Emissionsbilanz auswirken, gibt er nicht an. Auf eine eigenständige Ermittlung in dieser Arbeit wurde verzichtet, da dies den Rahmen einer wirtschaftswissenschaftlichen Diplomarbeit gesprengt hätte. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die reduzierten Transporte die Emissionen weiter sinken lassen dürften.

Man kann nun auf Basis des geschätzten Brennstoffbedarfs die Emissionen auf das Jahr 2006 hochrechnen und erhält dabei folgende Ergebnisse (vgl. auch Tabelle 47 im Anhang):

¹⁴² Tiroler Tageszeitung, Osttirol Lokal: „Junger Physiker bricht eine Lanze für das Fernheizwerk“, 10.6.2005

Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Biomasse	223.633	21.164	31.968	6.527	1.643
Rückstandsprodukte	13.812	4	9	2	2
Heizöl	845.745	25	475	524	34
Summe	1.083.310	21.193	32.454	7.053	1.679

Tabelle 5: Gesamtemissionen der Energiegewinnung in der Stadtwärme Lienz 2006

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Diese Werte allein sind natürlich noch nicht weiter aussagefähig. Interessant ist in erster Linie, wie sich die Emissionen durch die Umstellung der Wärmeversorgung verändert haben. Deshalb müssen auch jene Emissionsmengen berechnet werden, die angefallen wären, wenn die Energieversorgung auf die gleiche Weise erfolgt wäre, wie sie vor der Errichtung der Stadtwärme Lienz erfolgte. Anschließend können die Emissionsmengen verglichen werden.

2.2.1.3. Die Schadstoffemissionen der substituierten Energiegewinnung

Auch die Berechnung der Schadstoffemissionen der substituierten Heizanlagen orientieren sich an dem Berechnungsschema von Papsch.¹⁴³ Darüber hinaus werden auch in diesem Bereich ein paar Ergänzungen und Veränderungen vorgenommen, auf die aber im Einzelnen hingewiesen werden wird.

Papsch berücksichtigt im Bereich der individuellen Heizanlagen insgesamt 4 Sektoren:¹⁴⁴

1. Holzernte und Holzbringung
2. Aufbereitung der Biomasse zu Brennholz
3. Transport der Energieträger
4. Energiegewinnung in individuellen Heizanlagen
5. Transport und Entsorgung von Rückstandsprodukten

¹⁴³ vgl. Papsch (2005), S. 68-78 u. 117-128

Zunächst muss ermittelt werden, welche Energieträger zum Einsatz gekommen wären, hätte es die Stadtwärme Lienz nicht gegeben, und in welchen Mengen. Papsch geht bei dieser Ermittlung davon aus, dass die 2003 an die Endverbraucher verkaufte Wärmemenge in individuellen Heizanlagen erzeugt worden wäre. Im Jahr 2003 wurden insgesamt 43.998 MWh Wärme an Endverbraucher verkauft. Nach der Auswertung verschiedener Quellen¹⁴⁵ geht Papsch weiter davon aus, dass in den Gebäuden, die an die Fernwärmeversorgung angeschlossen wurden, v.a. mit Zentralheizungen, Etagenheizungen und Einzelöfen geheizt wurde. Die einzelnen Anlagentypen wurden dabei jeweils mit den vier Energieträgern Heizöl, Holz, Kohle und Strom betrieben. Andere Anlagentypen und Brennstoffe können laut Papsch aufgrund des geringen Vorkommens vernachlässigt werden. Es wird folgende Verteilung der Anlagentypen ermittelt:¹⁴⁶

Zentralheizung	69,63%
Etagenheizung	19,18%
Einzelöfen	11,20%

Tabelle 6: Verteilung der substituierten Heizanlagen

Quelle: Papsch (2005)

Über die ISIS Datenbank der Statistik Austria fragt Papsch die Verteilung der Energieträger ab, mit denen die einzelnen Anlagen in Lienz betrieben wurden. Dabei ergeben sich folgende Werte:¹⁴⁷

¹⁴⁴ vgl. Papsch (2005), S. 68

¹⁴⁵ u.a. handelt es sich dabei um die Bestandsdaten von ausrangierten Heizkesseln, die von der Stadtwärme Lienz und der Gebrüder Eder GmbH im Zuge der Errichtung von Fernwärmeanschlüssen erstellt wurden.

¹⁴⁶ vgl. Papsch (2005), S. 71

¹⁴⁷ vgl. Papsch(2005), S. 118

Energieträger	Zentralheizung	Etagenheizung	Einzelofen
Heizöl	93,45%	24,59%	17,64%
Holz	3,27%	10,71%	59,81%
Koks/Kohle	2,08%	4,12%	8,02%
Elektrischer Strom	1,19%	60,59%	14,52%
Summe	100,00%	100,00%	100,00%

Tabelle 7: Brennstoffeinsatzstruktur der substituierten Heizanlagen

Quelle: Papsch (2005)

Papsch geht im Weiteren davon aus, dass die Verteilung der Heizanlagen und Energieträger auch der Verteilung der in den einzelnen Anlagen erzeugten Wärmemengen entspricht. Er räumt ein, dass diese Annahme mit Unsicherheiten behaftet ist, allerdings lässt sich anhand von Daten der Statistik Austria zeigen, dass österreichweit die prozentuale Verteilung der Heizanlagen und deren Energieträger bezogen auf die Anzahl der einzelnen Heizanlagen eng mit der prozentualen Verteilung der Heizanlagen und Energieträger bezogen auf die damit beheizte Wohnfläche übereinstimmt.¹⁴⁸ Verzerrungen sollten sich also in einem engen Rahmen halten.

Auf Basis der oben dargestellten Werte lässt sich folgende Matrix ermitteln, die angibt welche Wärmemengen 2003 vermutlich in den einzelnen Heizanlagen mit den verschiedenen Brennstoffen erzeugt worden wären:¹⁴⁹

¹⁴⁸ vgl. Papsch (2005), S. 72 u. 118

¹⁴⁹ vgl. Papsch (2005), S. 118

Energieträger	Zentralheizung	Etagenheizung	Einzelofen	Summe
Heizöl	28.629	1.211	1.488	31.329 MWh
Holz	1.003	527	5.046	6.577 MWh
Koks/Kohle	638	203	677	1.518 MWh
Elektrischer Strom	365	2.985	1.225	4.575 MWh
Summe	30.635	4.926	8.437	43.998 MWh

Tabelle 8: Erzeugte Energiemengen in den einzelnen Heizanlagen 2003

Quelle: Papsch (2005)

Als nächstes müssen durchschnittliche Jahresnutzungsgrade für die einzelnen Heizanlagen geschätzt werden. Durch Division der erzeugten Wärmemenge durch den Jahresnutzungsgrad erhält man den geschätzten Primärenergiebedarf. Dabei ist anzumerken, dass die Nutzungsgrade der einzelnen Anlagen stark abhängig von ihrem Baujahr sind. Man kann also nicht die Werte für Neuanlagen heranziehen. Papsch verwendet für seine Berechnungen jene Durchschnittswerte die in Stanzl et al. (1995)¹⁵⁰ veröffentlicht wurden. Sie beziehen sich auf den durchschnittlichen Anlagenbestand in Österreich von 1994. Die Werte dürften aus diesem Grunde leider etwas veraltet sein. Dem kann man aber entgegenhalten, dass wahrscheinlich eher jene Gebäude an die Fernwärmeversorgung angeschlossen werden, deren Heizanlagen veraltet sind, als jene Gebäude, die ihre Heizanlagen gerade erst erneuert haben.

Die Jahresnutzungsgrade im Einzelnen sind:¹⁵¹

¹⁵⁰ Stanzl W., Jungmeier G., Spitzer J.: „Emissionsfaktoren und energietechnische Parameter für die Erstellung von Energie- und Emissionsbilanzen im Bereich Raumwärmeversorgung“, Joanneum Research Report, Graz 1995

¹⁵¹ vgl. Papsch (2005), S. 119

Heizungsart	Zentralheizung	Etagenheizung	Einzelofen
Ölheizung	71%	72%	60%
Holzheizung	52%	54%	51%
Koks-/Kohleheizung	49%	53%	49%
Widerstandsheizung	96%	96%	96%

Tabelle 9: Jahresnutzungsgrade der substituierten Heizanlagen

Quelle: Papsch (2005)

Unter Verwendung der oben angegebenen Jahresnutzungsgrade lassen sich folgende Summen für den benötigten Primärenergiebedarf in den einzelnen Heizanlagen ermitteln:¹⁵²

Energieträger	Zentralheizung	Etagenheizung	Einzelofen	Summe
Heizöl	40.323	1.682	2.480	44.485 MWh
Holz	1.929	977	9.895	12.800 MWh
Koks/Kohle	1.303	383	1.382	3.067 MWh
Elektrischer Strom	380	3.109	1.276	4.765 MWh
Summe	43.934	6.151	15.033	65.118 MWh

Tabelle 10: Primärenergiebedarf in den substituierten Heizanlagen 2003

Quelle: Papsch (2005)

Dem jeweiligen Primärenergiebedarf muss nun ein Brennstoffbedarf zugeordnet werden. Dazu muss man Heizwert pro Mengeneinheit für die einzelnen Energieträger ermitteln. Dividiert man den Primärenergiebedarf durch den Heizwert, so erhält man die benötigte Menge des jeweiligen Energieträgers. Papsch kommt zu folgenden Ergebnissen:¹⁵³

¹⁵² vgl. Papsch (2005), S. 119

¹⁵³ Papsch (2005), S. 120

Energieträger	Heizwert	Benötigte Menge
Heizöl extra leicht	10,08 kWh/l	4.413.241 l
Holz	1.891 kWh/fm	6.769 fm
Koks/Kohle	6.847 kWh/t	448 t
Strom	1 MWh	4.765 MWh

Tabelle 11: Eingesetzte Brennstoffmengen in den substituierten Heizanlagen 2003

Quelle: Papsch (2005)

Die Heizwerte für Holz und Kohle sind Durchschnittswerte für den Mix an Holz- und Kohlesorten, die voraussichtlich in Lienz zum Einsatz gekommen sind.

Den errechneten Energieträgermengen werden nun Emissionsmengen zugeordnet. Die Vorgehensweise ist dabei analog zu jener, die schon für die Stadtwärme Lienz gewählt wurde. Es wird nicht nur die Energiegewinnung in der Heizanlage berücksichtigt, sondern auch die Brennstoffbeschaffung sowie die Entsorgung von Rückstandsprodukten. Die Sektoren im Einzelnen sind:

- 1. Holzernte und Holzbringung:** Die Erfassung der Emissionen in diesem Bereich erfolgt analog zum selben Sektor bei der Emissionsanalyse für Stadtwärme Lienz. Man geht dabei davon aus, dass in den individuellen Heizanlagen Scheitholz zum Einsatz kommt.¹⁵⁴ Dieses ist kein Abfallprodukt der holzverarbeitenden Industrie. Die Emissionen der Holzbeschaffung müssen also voll der Energiegewinnung zugerechnet werden.
- 2. Aufbereitung der Biomasse zu Brennholz:** Wie gesagt, wird davon ausgegangen, dass im Bereich der Individualheizungen Scheitholz zum Einsatz gekommen ist. Dies wurde mittels eines strombetriebenen Kliebers erzeugt. Nach Rücksprache mit einem örtlichen Brennholzlieferanten schätzt Papsch, dass für die 2003 benötigte Menge Scheitholz ein Energieaufwand von ca. 10,6 MWh elektrischer Strom erforderlich war.¹⁵⁵ Allerdings setzt Papsch die Emissionen aus der Nutzung von elektrischem Strom mit Null an.
- 3. Transport der Energieträger:** Es wurden nur die Transportwege innerhalb Österreichs berücksichtigt. Der Transportweg für Heizöl wurde analog zum vorangegangenen Kapitel

¹⁵⁴ vgl. Papsch (2005), S. 76

ermittelt. Für Koks und Kohle nimmt Papsch nach Auskunft der ÖBB an, dass diese Energieträger aus der Tschechischen Republik sowie aus Polen stammen und über die Grenzbahnhöfe Summerau und Bernharztal nach Österreich eingeführt und nach Lienz transportiert werden. Papsch gibt die einfache Transportdistanz mit 479,5 km an. In Lienz werden die Kohlen dann auf LKWs verladen. Für die Holztransporte wurden jene Lieferverhältnisse angenommen, die für Rundholzlieferungen aus Osttirol an die Stadtwärme Lienz zutreffend waren.

- 4. Energiegewinnung in individuellen Heizanlagen:** Papsch verwendet für jeden Energieträger in jeder Heizanlage eigene Emissionsfaktoren, deren vollständige Auflistung an dieser Stelle zu weit führen würde. Der interessierte Leser sei an die Originalquelle verwiesen.
- 5. Transport und Entsorgung von Rückstandsprodukten:** Papsch schätzt, dass im Jahr 2003 28 t Holzasche und 30 t Kohleasche angefallen sind. Er geht davon aus, dass für die Entsorgung in der Deponie Lavant insgesamt 360 Transportkilometer mit 108 l Dieseleinsatz nötig waren.¹⁵⁶

Über die Verwendung von spezifischen Emissionsfaktoren für die einzelnen aufgelisteten Prozesse erhält man folgende Summe für die Schadstoffemissionen der individuellen Heizanlagen (vgl. auch Tabelle 48 im Anhang):¹⁵⁷

¹⁵⁵ vgl. Papsch (2005), S. 76

¹⁵⁶ vgl. Papsch (2005), S. 76 u. 127

¹⁵⁷ vgl. Papsch (2005), S. 128

Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Heizöl	11.851.799	7.253	10.135	8.008	481
Holz	36.639	211.241	5.119	517	6.044
Koks/Kohle	1.037.475	45.152	1.193	5.144	1.327
Strom	0	0	0	0	0
Ascheentsorgung	255	1	3	1	1
Summe	12.926.168	263.645	16.451	13.668	7.851

**Tabelle 12: Gesamtemissionen der Wärmeversorgung aus individuellen Heizanlagen
2003**

Quelle: Papsch (2005)

Auf Basis der oben genannten Werte sowie der 2005 verkauften Wärmemenge lassen sich nun die geschätzten Emissionen für das Jahr 2005 ermitteln. Im Jahr 2005 wurden 55.440 MWh Wärme an die Kunden der Stadtwärme Lienz verkauft. Für die Berechnung der Brennstoffmengen, die erforderlich gewesen wären, um diese Wärmeversorgung in individuellen Heizanlagen bereitzustellen, wurden die Jahresnutzungsgrade aus Papsch (2005) übernommen. Des Weiteren wurden die Heizwerte pro Mengeneinheit, mit Ausnahme von Heizöl extra leicht, übernommen. Für Heizöl extra leicht wurde nach Rücksprache mit Herrn Dipl. Ing. Lach von der Energie Steiermark ein etwas niedrigerer Heizwert von 9,97 kWh/l Heizöl angenommen, der zutreffender erschien.¹⁵⁸ Es wird weiters angenommen, dass die Verteilung der substituierten Heizanlagen und Energieträger dieselbe geblieben ist, wie Papsch sie für das Jahr 2003 ermittelt hat. Mit Hilfe des Papsch Berechnungsschemas lassen sich nun, ausgehend vom Wärmeverkauf 2005, folgende Energieträgermengen ermitteln, die notwendig gewesen wären, um den Wärmebedarf mit individuellen Heizanlagen zu decken:

¹⁵⁸ Auskunft vom 12.7.2006

Energieträger	Benötigte Menge
Heizöl extra leicht	5.749.942 l
Holz	8.724 fm
Koks/Kohle	577 t
Strom	6.141 MWh

Tabelle 13: Eingesetzte Brennstoffmengen in den substituierten Heizanlagen 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Auf Basis der Holz- und Kohlemenge kann man den Ascheanfall berechnen. Dieser ergibt sich mit 75 t, wovon 36 t auf Holzasche und 39 t auf Kohleasche entfallen. Auf Basis der Mengen an Energieträgern und Rückstandsprodukten lässt sich nun von den Emissionswerten 2003 auf das Jahr 2005 hochrechnen. Darüber hinaus werden aber noch einige Ergänzungen am Berechnungsschema aus Papsch (2005) vorgenommen, welche im Einzelnen sind:

- Dem Stromverbrauch für die Brennholzaufbereitung werden CO₂-Emissionen in Höhe des weiter oben eingeführten Wertes von 170 kg/MWh zugerechnet.
- Dem Brennstofftransport per Bahn werden CO₂-Emissionen nach dem im vorigen Kapitel vorgestellten Muster zugerechnet.
- Dem Stromverbrauch in Widerstandsheizungen werden ebenfalls CO₂-Emissionen in Höhe von 170 kg/MWh zugerechnet.
- Papsch berücksichtigt die Ökostromproduktion in der Stadtwärme Lienz nicht. Er rechnet den gesamten Brennstoffeinsatz der Wärmeversorgung zu. De facto wird aber ein Teil der erzeugten Energie für die Stromproduktion verwendet. Daher sollte nach Ansicht des Autors dieser Arbeit die Ökostromproduktion in der Stadtwärme ebenfalls Berücksichtigung finden. Aus Daten, die von der Stadtwärme zur Verfügung gestellt wurden, ergibt sich eine Nettoproduktion (Gesamtproduktion minus Eigenverbrauch) von Ökostrom von 3.643 MWh.¹⁵⁹ Es wird im Weiteren davon ausgegangen, dass ohne die Stadtwärme Lienz 170 kg CO₂ pro MWh für die Erzeugung dieser Strommenge angefallen wären.

¹⁵⁹ vgl. Dokument „Jahresauswertung der Betriebsdaten“

Rechnet man die Emissionen auf das Jahr 2005 hoch und nimmt die angeführten Ergänzungen vor, so ergeben sich für das Jahr 2005 folgende Emissionswerte für die Heizanlagen und die konventionelle Stromerzeugung, die von der Stadtwärme Lienz substituiert wurden (vgl. auch Tabelle 49 im Anhang):

Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Heizöl	15.473.274	9.450	13.205	10.433	627
Holz	49.629	272.239	6.597	666	7.789
Koks/Kohle	1.340.305	58.173	1.537	6.627	1.710
Strom	1.044.044	-	-	-	-
Ascheentsorgung	329	1	4	1	1
Konventionelle Stromerzeugung	619.290	-	-	-	-
Summe	18.526.870	339.863	21.343	17.728	10.127

Tabelle 14: Gesamtemissionen der substituierten Energiegewinnung 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Analog zur Emissionsanalyse für die Stadtwärme lässt sich auch an dieser Stelle eine Prognose für das Jahr 2006 erstellen. Der geschätzte Wärmeverkauf 2006 beträgt 66.100 MWh.¹⁶⁰ Die gesamte Ökostromproduktion soll 2006 auf 10.225 MWh anwachsen.¹⁶¹ Im Jahr 2005 betrug die Nettoproduktion ca. 52% der gesamten Stromproduktion. Im Rahmen dieser Arbeit wird angenommen, dass dieses Verhältnis auch für 2006 zutreffend ist. Daraus ergibt sich eine geschätzte Nettoproduktion an Ökostrom von 5.306 MWh. Setzt man diese Werte in das oben vorgestellte Berechnungsschema ein, so erhält man folgende Emissionsmengen für das Jahr 2006 (vgl. auch Tabelle 50 im Anhang):

¹⁶⁰ vgl. Dokument „Ausbaupläne Fernwärme“

¹⁶¹ vgl. Dokument „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“

Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Heizöl	18.448.474	11.267	15.744	12.440	747
Holz	59.172	324.586	7.866	794	9.287
Koks/Kohle	1.598.019	69.358	1.833	7.902	2.038
Strom	1.244.793	-	-	-	-
Ascheentsorgung	392	2	5	2	2
Konventionelle Stromerzeugung	901.947	-	-	-	-
Summe	22.252.796	405.212	25.447	21.137	12.074

Tabelle 15: Gesamtemissionen der substituierten Energiegewinnung 2006

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Damit ist die Emissionsanalyse für die Stadtwärme Lienz und für die substituierte Energiegewinnung abgeschlossen. Im nächsten Kapitel werden die Ergebnisse einander gegenübergestellt.

2.2.1.4. Veränderungen der Emissionsmengen

Wie hat sich nun der Schadstoffausstoß durch die Umstellung der Energiegewinnung verändert? Durch den Vergleich der Emissionswerte, die in den vergangenen Kapiteln errechnet wurden, kann gezeigt werden, welchen Beitrag die Stadtwärme Lienz zur ökologischen Nachhaltigkeit in der Region Osttirol leistet. Es lässt sich weiters ersehen, ob die Verbesserung der Luftgüte, die von der Immissionsüberwachung der Tiroler Landesregierung gemessen wurden, ursächlich im Zusammenhang mit der Umstellung der Wärmeversorgung stehen kann. Zur Erinnerung sei noch einmal erwähnt, dass vor allem bei der gemessenen Konzentration von Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid seit Errichtung der Stadtwärme Lienz ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen ist, bei Staub immerhin ein leichter Rückgang. Bei Stickstoffdioxid ergibt sich dagegen ein uneinheitliches Bild mit einer leichten Zunahme in den letzten Jahren.

a) Fernwärme aus Biomasse und konventionelle Energiegewinnung im Vergleich

Stellt man die errechneten Emissionswerte für die Stadtwärme Lienz und die substituierte Energiegewinnung einander gegenüber, so erhält man folgendes Ergebnis für das Jahr 2005:

Bereich:	CO ₂ [kg]	CO [kg]	NO _x [kg]	SO ₂ [kg]	Staub [kg]
Stadtwärme Lienz	2.229.960	20.534	32.055	7.553	1.671
Substituierte Energiegewinnung	18.526.870	339.863	21.343	17.728	10.127
Veränderung	-16.296.911	-319.329	10.713	-10.175	-8.456

Tabelle 16: Veränderung der Emissionen 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

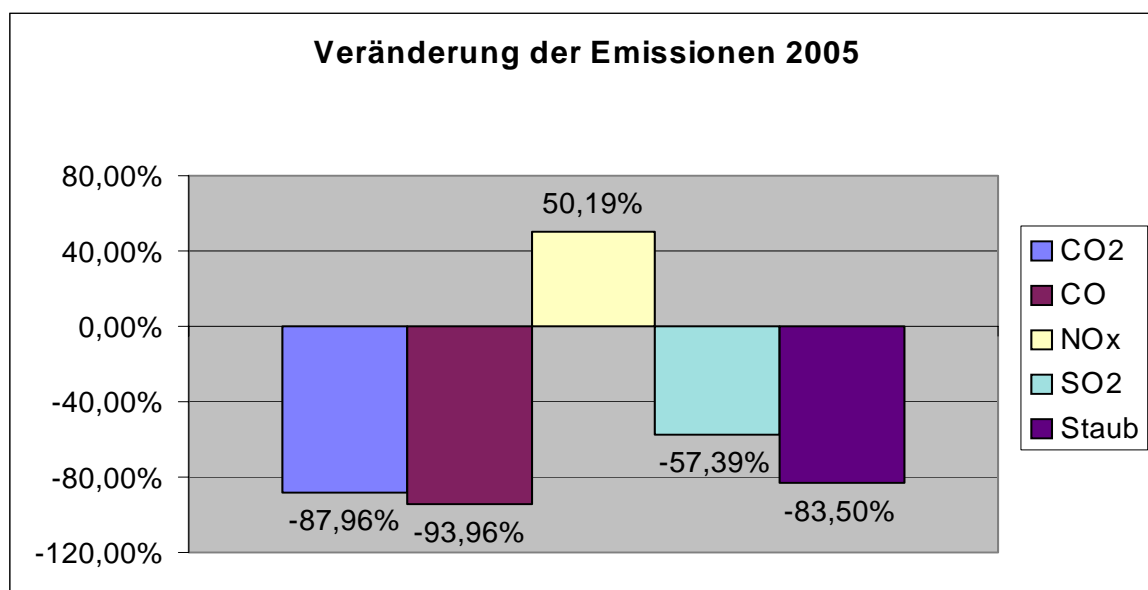


Abbildung 6: Veränderung der Emissionen 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie man leicht sieht, verzeichnet die Stadtwärme Lienz drastisch niedrigere Emissionswerte für CO₂, CO, SO₂ sowie Feinstaub. Für NO_x sind die Werte dagegen leicht höher, was bei Biomasseheizanlagen allerdings üblich ist.¹⁶² Prozentual lassen sich die Veränderungen

¹⁶² vgl. Papsch (2005), S. 81

folgendermaßen darstellen, wobei jeweils die Emissionen der substituierten Energiegewinnung die 100%-Basis bilden:

Diese Ergebnisse stehen eindeutig im Einklang mit den Messwerten der Tiroler Immissionsüberwachung. Wie schon erwähnt, ist die Umstellung der Wärmeversorgung zwar sicherlich nicht die einzige Ursache für den Rückgang der Kohlenmonoxid-, Schwefeldioxid- und Feinstaubkonzentration. Die Ergebnisse dieser Emissionsanalyse sprechen allerdings dafür, dass die Errichtung der Fernwärmeversorgung für Lienz einen nennenswerten Anteil daran hat.

Zum Anstieg der NO_x -Emissionen ist zu sagen, dass der Biomasseverbrauch 2005, wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits erwähnt, wahrscheinlich mit einem etwas überhöhten Wert angenommen wurde. Dadurch werden natürlich auch die Stickoxid-Emissionen überschätzt. Des Weiteren sind für den Brennstofftransport per Bahn lediglich die CO_2 -Emissionen erfasst worden. Sowohl die Stromerzeugung als auch der Einsatz von Dieselmotoren in Lokomotiven dürften aber ebenfalls mit NO_x -Emissionen verbunden sein. Dadurch wird die Emissionsanalyse etwas zu Gunsten der substituierten Heizanlagen verzerrt, da für diese wesentlich mehr Transportkilometer per Bahn notwendig sind. Darüber hinaus wurden die Förderung und der Transport von Rohöl sowie die Raffinerieprozesse nicht berücksichtigt. Beides dürfte ebenfalls zu Ausstoß von Stickoxiden führen. Die Beschaffung von Biomasse wurde in der Emissionsanalyse dagegen praktisch vollständig erfasst. Aus diesen Gründen kann man davon ausgehen, dass der Anstieg der NO_x -Emissionen mit ca. 50% zu hoch geschätzt ist. Vollständig wegfallen dürfte der Anstieg allerdings auch bei Korrektur aller Ungenauigkeiten nicht, da es, wie oben erwähnt, bereits bekannt ist, dass die energetische Nutzung von Biomasse i.d.R. mit einem höheren Ausstoß von Stickoxiden verbunden ist, als beispielsweise der Einsatz von Heizöl extra leicht.

Weiters wurden Emissionswerte für 2006 ermittelt. Für die zukünftige Entwicklung ist das Jahr 2006 repräsentativer als 2005, da die Inbetriebnahme der Pufferspeichers die Brennstoffeinsatzstruktur im Heizkraftwerk dauerhaft verändern wird. Stellt man die prognostizierten Werte für 2006 einander gegenüber, so ergibt sich folgendes Bild:

Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Stadtwärme Lienz	1.083.310	21.193	32.454	7.053	1.679
Substituierte Energiegewinnung	22.252.796	405.212	25.447	21.137	12.074
Veränderung	-21.169.486	-384.019	7.007	-14.085	-10.395

Tabelle 17: Veränderung der Emissionen 2006

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Prozentual dargestellt ergeben sich folgende Veränderungen:

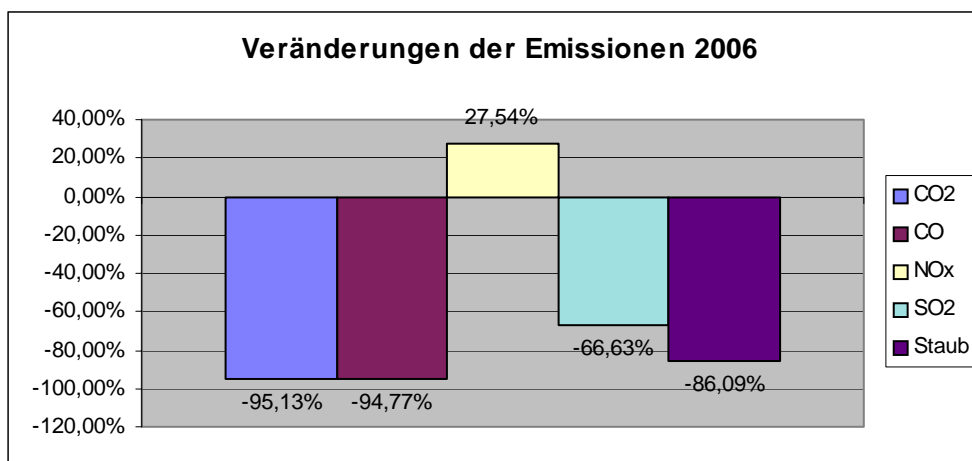


Abbildung 7: Veränderung der Emissionen 2006

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Sämtliche Prozentwerte haben sich gegenüber 2005 noch einmal zu Gunsten der Fernwärmeversorgung verändert. Die größten Unterschiede zeigen sich im Bereich der CO₂- und NO_x-Emissionen. Die CO₂-Emissionen gehen nun um deutlich über 90% zurück, der Anstieg des Stickoxid-Ausstosses fällt wesentlich geringer aus. Die Verbesserung der CO₂-Werte ist in erster Linie eine Folge des gesunkenen Heizölbedarfs, die Verbesserung der NO_x-Werte, dagegen in erster Linie eine Folge der Verwendung eines vermutlich realistischeren Wertes für den Biomassebedarf im Heizkraft.

Wie soll man diese Ergebnisse nun vor dem Hintergrund der Fragestellung dieser Diplomarbeit interpretieren. Sieht man von der Zunahme der NO_x-Emissionen ab, so ist der ökologische Nachhaltigkeitsbeitrag der Stadtwärme Lienz offensichtlich enorm und das sowohl für das Jahr 2005 wie für 2006. Allerdings muss man auch den NO_x-Ausstoß in der Bewertung berücksichtigen. Nach Ansicht des Autors dieser Arbeit ist der Anstieg der NO_x-Emissionen aber in jedem Fall zu gering, um den drastischen Rückgang der Emissionswerte für alle anderen Luftschadstoffe zu egalisieren. Außerdem wurden zwei Probleme, zu denen Stickoxide beitragen können, nämlich die Feinstaubbelastung sowie die Bildung von bodennahem Ozon¹⁶³, an anderer Stelle durch die Umstellung der Wärmeversorgung eindeutig abgemildert: der Ausstoß von Feinstaub ist durch die Fernwärmeversorgung drastisch zurückgegangen, genauso wie der Ausstoß von Kohlenmonoxid, welches ebenfalls zur Ozonbelastung beitragen kann. Aus all diesen Gründen kann man sicherlich vorbehaltlos von einem signifikanten Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit sprechen. Dies nicht zuletzt auch deswegen, da die Nutzung regenerativer Energiequellen ein Schlüssel zu Lösung eines der dringendsten Umweltprobleme überhaupt ist, nämlich des Treibhauseffektes. Wie man anhand der oben gezeigten Grafik ersehen kann, werden die CO₂-Emissionen 2006 um ca. 95% gegenüber der konventionellen Energiegewinnung reduziert werden. Dadurch leistet die Stadtwärme Lienz auch einen enormen Beitrag zur Erfüllung der Verpflichtungen, die Österreich im Kyoto-Protokoll eingegangen ist. Wie groß dieser Beitrag letztlich ist, wird im nächsten Abschnitt noch einmal genauer dargestellt.

b) Der Beitrag der Stadtwärme Lienz zur Erfüllung der Kyoto-Verpflichtungen

Um der Gefahr eines drastischen Klimawandels entgegen zu wirken, hat sich eine Vielzahl von Nationen im sog. Kyoto-Abkommen (auch Kyoto-Protokoll) zu einer Senkung ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtet. Im Mittel soll der Ausstoß von Treibhausgasen dadurch bis spätestens 2012 um 5,2% bezogen auf das Jahr 1990 gesenkt werden.¹⁶⁴ Die EU und ihre Mitgliedsstaaten haben sich zu einer Senkung um 8% verpflichtet, Österreich sogar zu einer Senkung um 13% bis zum Jahr 2010.¹⁶⁵ Die bisherige Entwicklung in Österreich ist allerdings

¹⁶³ vgl. Kapitel 2.2.1.1.

¹⁶⁴ vgl. Dokument: „Das Österreichische Joint-Implementation- and Clean-Development-Mechanism (JI/CDM)-Programm“, S.3

¹⁶⁵ vgl. Dokument: „Klimaschutz in Österreich“

wenig erfreulich. Der aktuelle Kyoto-Fortschrittsbericht¹⁶⁶ stammt aus dem Jahr 2004 und bezieht sich auf das Jahr 2002. Die darin veröffentlichten Werte weisen keine Reduktion sondern vielmehr einen Anstieg der Treibhausgas-Emissionen um 8,5% seit 1990 aus.¹⁶⁷

Im Kyoto-Protokoll ist nicht nur Kohlendioxid als Treibhausgas definiert, sondern auch fünf weitere Gase. Kohlendioxid ist nach Gugele et al. (2004) allerdings das Wichtigste mit einem Anteil von 82% an den Gesamtemissionen 2002 in Österreich. Die übrigen Gase werden bei ihrer mengenmäßigen Erfassung in Kohlendioxid-Einheiten umgerechnet. Das zweitwichtigste Treibhausgas in Österreich ist Methan (CH₄) mit einem Anteil von 9%. Danach kommt Lachgas (N₂O) mit knapp 7%. Die übrigen drei Gase werden oft als sog. F-Gase in eine Gruppe zusammengefasst. „Sie umfassen teilfluorierte (HFKW) und vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) sowie Schwefelhexafluorid (SF₆).“¹⁶⁸ Ihr Anteil an den Gesamtemissionen betrug 2% im Jahr 2002:

¹⁶⁶ Gugele et al. (2004)

¹⁶⁷ Gugele et al. (2004), S. 7

¹⁶⁸ Gugele et al. (2004), S. 8

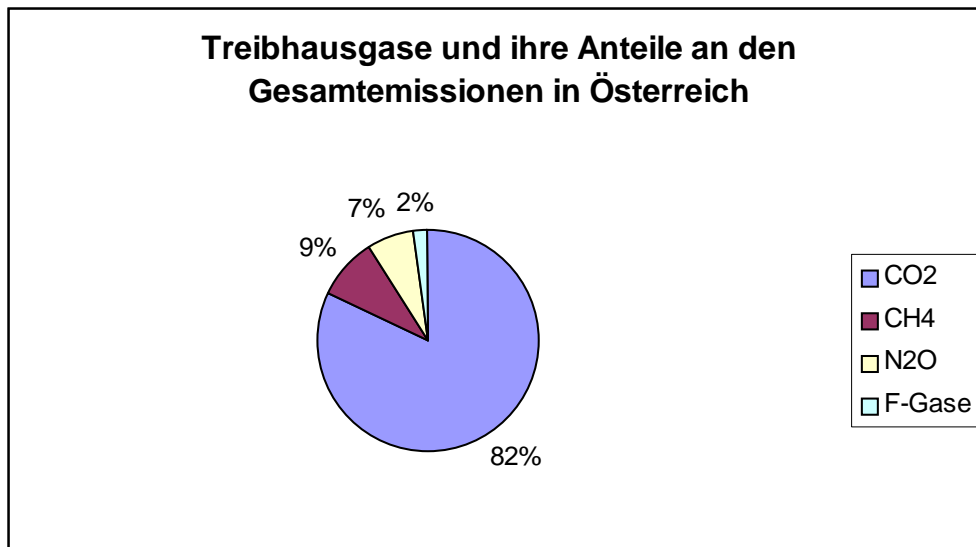


Abbildung 8: Treibhausgase in Österreich

Quelle: Gugele et al. (2004) und Eigendarstellung

Wie erwähnt, lagen die Treibhausgasemissionen in Österreich 2002 um 8,5% über jenen von 1990. Um bis zum Jahr 2010 die versprochene Senkung um 13% bezogen auf 1990 zu erreichen müssten die Emissionen in Österreich also um 19,82% bezogen auf das Jahr 2002 gesenkt werden. Der Anteil von CO₂ an den Gesamtemissionen liegt, wie gesagt, bei 82%. Betrachtet man also nur den CO₂-Ausstoß und geht bei den übrigen Treibhausgasen von der Konstanz der Emissionen aus, so müssten die CO₂-Emissionen um

$$19,82\% / 82\% = 24,17\%$$

gesenkt werden, um das Kyoto-Ziel zu erreichen. Ein durchschnittlicher Österreicher emittierte im Jahr 2002 ca. 8,68 t Kohlendioxid.¹⁶⁹ Pro Kopf müssten die Emissionen also um ca. 2,10 t CO₂ sinken. Die folgende Tabelle zeigt nun, welchen Beitrag die Umstellung der Energieversorgung in Lienz und den Nachbargemeinden leistet, dieses Ziel zu erreichen. Die gesamte CO₂-Einsparung für die Jahre 2005 und 2006 wird dabei durch die *gesamte*

¹⁶⁹ vgl. Papsch (2005), S. 105 und Gugele et al. (2004), S. 7; von Pasch wurde ein pro Kopfwert von 8,60 t veröffentlicht, der sich auf das Jahr 2001 bezieht. Gugele et al. Sprechen von einer Steigerung der CO₂-Emissionen von 2001 auf 2002 von 0,9%. Multipliziert man 8,60 mit 1,09, so kommt man auf ca. 8,68 t für das Jahr 2002.

Einwohnerzahl der angeschlossenen Gemeinden¹⁷⁰ dividiert. Dabei handelt es sich um die Stadt Lienz sowie die Gemeinde Nussdorf/Debant.

	2005	2006
CO₂-Emissionen in t pro Österreicher (2002)	8,68*	8,68*
Notwendige Senkung der CO₂-Emissionen pro Kopf zur Erreichung des Kyoto-Ziels	2,10	2,10
Notwendige Senkung in Prozent	24,17%**	24,17%**
Gesamte Minderung der CO₂-Emissionen durch die Stadtwärme Lienz in t	16.297	21.169
Geschätzte Einwohnerzahl der angeschlossenen Gemeinden	15.237	15.237
CO₂-Einsparung in t pro Kopf	1,07	1,39
Pro-Kopf-Einsparung in Prozent	12,33%	16,01%
Pro-Kopf-Einsparung in Prozent der notwendigen 2,10 t	51,01%	66,26%

Tabelle 18: Beitrag der Stadtwärme Lienz zur Erreichung des Kyoto-Zieles

*Quelle: *Eigenberechnung auf Basis von Daten aus Papsch (2005) und Gugele et al. (2004); ** Eigenberechnung auf Basis von Daten aus Gugele et al. (2004); Eigenberechnung und Eigendarstellung*

Zwar sind auch diese Werte nur als Richtwerte anzusehen, da sie, genauso wie die gesamte Emissionsanalyse, mit gewissen Unsicherheiten verbunden sind. Dennoch verdeutlichen sie in beeindruckender Weise, welches Potential in der Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung steckt. Man muss sich dabei vor Augen führen, dass in der Emissionsanalyse nur die Substitution von konventioneller Raumwärme- und Stromerzeugung berücksichtigt wurde. Die beiden größten Verursacher von Treihausgas-Emissionen in Österreich sind aber nicht Raumwärme- und Stromerzeugung sondern Industrie und Verkehr. Des Weiteren wurde der errechnete Wert für die Reduktion der CO₂-Emissionen durch die *gesamte* Einwohnerzahl der angeschlossenen Gemeinden dividiert. Es sind aber noch längst nicht alle Bürger von Lienz und Nussdorf/Debant an die Fernwärmeversorgung angeschlossen. Und dennoch erhält man schon für das Jahr 2006 eine Pro-Kopf-Einsparung

¹⁷⁰ www.statistik-austria.at, 9.9.2006; die Bevölkerungszahl bezieht sich auf den 31.12.2004

von ca. 2/3 des notwendigen Wertes um das Kyoto-Ziel zu erreichen. Die Stadtwärme Lienz leistet also nicht nur einen Beitrag zur Verbesserung der Luftgüte im Lienzer Talboden, sondern auch einen Beitrag zur Bekämpfung des weltweiten Klimawandels. Man kann daher auf jeden Fall von einem gewaltigen ökologischen Nachhaltigkeitsbeitrag der Energiegewinnung aus Biomasse sprechen.

2.2.1.5. Weitere ökologische Auswirkungen der Energiegewinnung aus Biomasse

Der Schwerpunkt der ökologischen Analyse liegt auf der emissionstechnischen Seite, da hier zweifellos die größten Veränderungen zu erwarten sind. Die Begutachtung der ökologischen Auswirkungen soll aber nicht nur auf die Luftschadstoffemissionen beschränkt bleiben. Zwei weitere potentiell bedeutsame Folgen der Nutzung von Biomasse sind zum einen der Anfall von Rückstandsprodukten in der Stadtwärme Lienz, zum anderen die intensivere Waldbewirtschaftung als Reaktion auf die gestiegenen Holznachfrage.

a) Der Anfall von Rückstandsprodukten

Als Rückstandsprodukte fallen in der Stadtwärme Lienz sowohl Asche als auch Kondensatschlamm an. Die anfallende Asche kann kompostiert werden. Sie besitzt sogar die notwendigen Zertifikate um zu Blumenerde, der höchsten Güteklasse von Komposterden, beigemischt zu werden.¹⁷¹ Daher kann man davon ausgehen, dass durch den Ascheanfall keine negativen ökologischen Folgen zu erwarten sind. Der Kondensatschlamm dagegen muss in einer Sondermüllverbrennungsanlage entsorgt werden. Die emissionstechnischen Auswirkungen dieser Entsorgung wurden in der Emissionsanalyse berücksichtigt. Über die Entsorgung der Rückstandsprodukte der Müllverbrennung liegen dem Autor dieser Arbeit keine Informationen vor. Der Autor geht aber davon aus, dass die Entsorgung in jedem Fall fachgerecht erfolgt und dadurch negative ökologische Folgen ausgeschaltet oder zumindest minimiert werden. Daher wird im Rahmen dieser Diplomarbeit vermutet, dass der Anfall von Rückstandsprodukten in der Stadtwärme Lienz jenseits der bereits berücksichtigten Emissionen keine oder nur sehr geringe negative Umweltfolgen nach sich zieht.

¹⁷¹ Auskunft, Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, 28.4.2006

b) Die Auswirkungen der gestiegenen Holznachfrage

Von 2001 bis 2005 ist die jährliche Holzernte in Osttirol um 21% auf 210.300 m³ gestiegen.¹⁷² Ein guter Teil dieser Steigerung geht auf die gestiegene Nachfrage nach Brennholz zurück. Die geerntete Brennholzmenge ist im gleichen Zeitraum um 53% angestiegen.¹⁷³ In einem Interview mit Herrn Ing. Erich Golmitzer von der Bezirksforstinspektion Osttirol konnte erörtert werden, dass einer der Hauptgründe für diese Entwicklung der Trend zur Energiegewinnung aus Biomasse ist.¹⁷⁴ Dieser Trend hat Osttirol in den letzten Jahren stark erfasst und geht längst über die Stadtwärme Lienz hinaus. Die Stadtwärme Lienz hat aber eine gewisse Vorreiterarbeit geleistet. Noch im Jahr 2000 war Brennholz teilweise unverkäuflich gewesen und blieb daher im Wald liegen. Nach dem erfolgreichen Start der Stadtwärme Lienz sind aber noch eine Vielzahl kleinerer Anlagen zur Energiegewinnung aus Biomasse entstanden. Mittlerweile hat der Holzeinschlag in Osttirol sogar die Nachhaltigkeitsgrenze erreicht. Das heißt, es wird praktisch der gesamte jährliche Zuwachs geschlagen. Aus diesem Grunde ist Brennholz in Osttirol tatsächlich zu einer Mangelware geworden. Daher wird die Stadtwärme laut Herrn Ing. Golmitzer von den Betreibern kleinerer Anlagen mittlerweile sogar als Konkurrent auf dem Nachfragemarkt für Energieholz gesehen. Auf diesen Punkt wird im ökonomischen Analyseteil noch weiter eingegangen werden. An dieser Stelle sind die ökologischen Auswirkungen der intensiveren Waldbewirtschaftung entscheidend. Herr Ing. Golmitzer bewertet den gestiegenen Holzeinschlag grundsätzlich positiv. Allerdings darf die jährliche Erntemenge die Nachhaltigkeitsgrenze nicht übersteigen. Solange der Einschlag aber unter dieser Grenze bleibt, hat die gestiegene Erntemenge sehr positive Auswirkungen auf die Waldhygiene. Dies nicht zuletzt deswegen, da der Borkenkäfer wenig Chancen hat sich zu vermehren, wenn im Wald kaum mehr Holz liegen bleibt. Aus diesem Grund kann man davon ausgehen, dass die intensivere Waldbewirtschaftung in Folge der gestiegenen Holznachfrage den Gesundheitszustand des Waldes positiv beeinflusst. Die Energiegewinnung aus Biomasse leistet also auch an dieser Stelle einen ökologischen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Region.

¹⁷² vgl. „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Herrn Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“

¹⁷³ vgl. „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Herrn Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“

¹⁷⁴ Interview von 21.4.2006

2.2.2. Die ökonomische Dimension

Im vorangegangenen Abschnitt wurde gezeigt, wie groß der ökologische Nachhaltigkeitsbeitrag der Energiegewinnung aus Biomasse ist. Nachhaltigkeit bedeutet allerdings mehr als nur Umweltschutz, wie einführend festgestellt wurde. Erst wenn die Symbiose von ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielsetzungen gelingt, kann von einem echten Nachhaltigkeitsbeitrag die Rede sein. In den nun folgenden Kapiteln soll analysiert werden, in wie weit es gelungen ist auch regionalökonomische Ziele zu erreichen. Zunächst sollen die Auswirkungen auf makroökonomischer Ebene untersucht werden. Danach folgt eine Begutachtung der betriebswirtschaftlichen Rentabilität der Stadtwärme Lienz. Beide Bereiche, der makroökonomische wie der mikroökonomische, sind eng miteinander verzahnt und müssen als hoch relevant für die Analyse eines möglichen Nachhaltigkeitsbeitrages angesehen werden. Makroökonomisches Wachstum wird in mehreren Quellen als Ziel einer nachhaltigen Politik bezeichnet.¹⁷⁵ Die Fähigkeit von Betrieben, Gewinne zu erwirtschaften, lässt sich indirekt als Voraussetzung für wirtschaftliches Wachstum definieren. Zum einen, weil all jene Wirtschaftssysteme, die dezidiert nicht auf Gewinnstreben gerichtet waren, als gescheitert anzusehen sind – damit sind vor allem die sozialistisch-kommunistischen Systeme des ehemaligen Ostblocks gemeint – zum anderen, weil in einem System funktionierender Märkte davon ausgegangen werden kann, dass dauerhafte Verluste Ausdruck einer suboptimalen Ressourcenallokation sind, die man als Wachstumsbremse ansehen muss. Wichtig ist dabei allerdings der Zusatz *funktionierende* Märkte. Damit ist u.a. gemeint, dass der Preis eines Gutes oder Produktionsfaktors auch tatsächlich sämtliche Kosten beinhaltet, die durch die Bereitstellung und Nutzung des Gutes bzw. Faktors anfallen. Gerade aber im Bereich der fossilen Energieträger, mit denen die Biomasse schließlich in Konkurrenz steht, kann man nicht davon ausgehen, dass die Preise diesem Anspruch gerecht werden. So spiegeln sie bspw. die Kosten der Umweltzerstörung in Folge der Emission von Treibhausgasen nicht wider. Man spricht in solchen Fällen von verzerrten Märkten, da fossile Energieträger zu billig sind, gemessen an den gesamtwirtschaftlichen Kosten, die sie verursachen. Es wird zwar in letzter Zeit versucht, v.a. die Umwelt-Kosten von CO₂-Emissionen in die Kostenrechnung von Industrieunternehmen zu internalisieren. Als Beispiel wäre der Handel mit CO₂-Zertifikaten in der EU zu nennen. Dass dadurch aber eine vollständige Internalisierung aller Kosten, die aus der Nutzung von fossilen Energieträgern resultieren, erreicht wird, muss nach Ansicht des

¹⁷⁵ vgl. bspw. Promberger et al. (2006), S. 66; Di Giulio (2004), S. 42; Pfanner (2000), S. 13

Autors dieser Arbeit bezweifelt werden. Um so interessanter ist es daher, zu untersuchen, ob es dennoch möglich ist ein biomassegestütztes Fernheizkraftwerk rentabel zu führen.

2.2.2.1. Makroökonomische Auswirkungen

In diesem Kapitel werden zwei makroökonomische Größen begutachtet. Zunächst soll die Veränderung der Wertschöpfung in den drei Sektoren „Region Osttirol“, „übriges Österreich“ und „Ausland“ untersucht werden. Danach wird versucht die Veränderung der realen Kaufkraft in den drei Sektoren abzuschätzen. Dabei werden jeweils nur die laufende Wertschöpfung sowie die laufenden Einkommensströme untersucht. Auswirkungen, die aus Investitionstätigkeiten resultieren, wurden aus der Betrachtung ausgeschlossen. Sie lösen lediglich Einmaleffekte aus, die im folgenden Jahr nicht zwangsläufig wiederkehren und daher nach Ansicht des Autors dieser Arbeit auch keine Signalwirkung für kommende Jahre haben.

Bevor mit der Wertschöpfungsanalyse begonnen wird, soll aber noch ein kurzes Einführungsbeispiel zeigen, wie bei der folgenden Berechnung der Wertschöpfung¹⁷⁶ bzw. des Kaufkraftzuflusses vorgegangen wird:

Gehen wir von einer höchst einfachen Volkswirtschaft aus, in der nur Getreide, Mehl und Semmeln produziert werden. Das gesamte Getreide habe einen Wert von 1€, das Mehl, das daraus gemahlen wird einen Wert von 2€ und die Semmeln die schließlich aus dem Mehl gebacken werden einen Wert von 3€. Der Bruttoproduktionswert der Semmeln beträgt also immer 3€. Weiters sei angenommen, dass man zur Herstellung von Semmeln nur Mehl braucht und sonst nichts. Zur Herstellung von Mehl wird nur Getreide und zum Anbau von Getreide überhaupt kein anderes Gut benötigt. Um das Bruttoinlandsprodukt, auch Nettoproduktionswert genannt, zu ermitteln, muss man vom Bruttoproduktionswert der Waren, die in einer bestimmten Region erzeugt werden, den Wert der importierten Vorleistungen abziehen. Angenommen der Bauer, der Müller und der Bäcker sind in Osttirol ansässig, und es wird nichts importiert, so ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Osttirol gleich dem Bruttoproduktionswert der Semmeln, nämlich 3€. Stammen Getreide und Mehl

¹⁷⁶ Wertschöpfung und Bruttoinlandsprodukt werden im folgenden als Synonyme verwendet.

aber aus Kärnten, so bemißt sich das BIP für Osttirol nur mit 1€, im Sektor Österreich beträgt es dagegen 2€. Wird das Getreide allerdings aus dem Ausland importiert, so findet in den einzelnen Sektoren folgende Wertschöpfung statt: Osttirol 1€, Österreich 1€, Ausland 1€.

Wie kommt man nun von der Wertschöpfung auf die Kaufkraft bzw. den Einkommenszufluß einer Region? Angenommen Getreide, Mehl und Semmeln werden in Osttirol erzeugt, der Müller – die einzige Arbeitskraft in der Mühle – sei aber Südtiroler, der zwar in Lienz arbeitet, aber in Toblach wohnt. Sein Einkommen von 1€ (2€ Mehl – 1€ Getreide) überweist er auf sein Konto in Toblach. In diesem Fall beträgt der Einkommenszufluß in Osttirol 2€, im Ausland 1€. Andererseits ist vorstellbar, dass zwar der Bauer, der Müller und der Bäcker Osttiroler sind, aber der Finanzminister in Wien eine Umsatzsteuer (USt.) von 20% einhebt. Der Preis des Getreides und des Mehls von 1€ bzw. 2€ seien die Nettopreise, da der Müller bzw. der Bäcker die USt., die sie für Getreide bzw. Mehl bezahlt haben, ja wieder zurückbekommen. Der Semmelpreis sei dagegen der Bruttopreis. Die USt. beträgt 1/6 des Bruttopreises, also 0,5€. Die Kaufkraft in Osttirol beläuft sich nun auf 2,5€, die im übrigen Österreich auf 0,5€. Die Tatsache, dass ein Teil aller Steuern und Abgaben wieder zurück in die Region fließt wird aus Gründen der Vereinfachung vernachlässigt.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die Werte, die im Rahmen der Wertschöpfungs- bzw. Kaufkraftanalyse in dieser Diplomarbeit errechnet werden, niemals der Exaktheit entsprechen können, mit der bspw. die Statistik Austria derartige Kennzahlen ermitteln würde. Erstens werden Effekte aus der Investitionstätigkeit mit der weiter oben genannten Begründung außer Acht gelassen. Zweitens kann die Analyse aus Gründen der Durchführbarkeit jeweils nur die erste Ebene der Vorleistungen berücksichtigen. Damit ist Folgendes gemeint: führt bspw. ein Lienzener Installationsbetrieb jährliche Wartungsarbeiten aus, so wird angenommen, dass die gesamte daraus resultierende Wertschöpfung dem Sektor Osttirol zuzurechnen ist. In Wirklichkeit benötigt er für diese Tätigkeit mit großer Wahrscheinlichkeit aber auch Güter, die nicht in Osttirol hergestellt wurden. Der Wert dieser Güter müsste dann eigentlich von der Osttiroler Wertschöpfung abgezogen werden. Kommen die Mitarbeiter des Installationsbetriebes darüber hinaus noch aus Kärnten, verändern sich auch die Einkommensströme. Eine vollständige Erfassung aller Importe und Einkommensströme ist aber im beschränkten Rahmen einer Diplomarbeit kaum durchführbar. Lediglich im Bereich der Energieträger, die sowohl bei der Stadtwärme Lienz wie auch bei den

Individualheizungen die größte Aufwandsposition darstellen, wurde versucht auch Vorleistungen auf nachgelagerter Ebene mit einzubeziehen. Darüber hinaus kann man davon ausgehen, dass sich die verbleibenden Verzerrungen beim Vergleich zwischen der Stadtwärme und den Individualheizungen aufheben, da in beiden Fällen Vorleistungen auf nachgelagerter Ebene nicht berücksichtigt werden. Weiters wurden Steuern und Abgaben aus Gründen der Vereinfachung pauschal als Einkommen des Bundes und damit des Sektors „übriges Österreich“ gewertet.

a) Die Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz

Im ersten Schritt muss Bruttonutzungswert der Waren und Dienstleistungen, die von der Stadtwärme Lienz 2005 erstellt wurden, bestimmt werden. Davon wird dann der Nutzungswert der Vorleistungen, die aus dem übrigen Österreich bzw. dem Ausland importiert wurden, in Abzug gebracht um auf den Nettounutzungswert (=BIP) zu kommen. Die Bewertung des Bruttonutzungswertes sowie der Vorleistungen erfolgt zu Bruttonutzen, d.h. inkl. USt..

- **Bruttonutzungswert:** Der Bruttonutzungswert ist aus der Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz zu ermitteln. Dazu musste zu den Umsatzerlöse jeweils noch die Umsatzsteuer addiert werden. Es ist anzumerken, dass der Ökostrom, der von der Stadtwärme Lienz produziert und verkauft wird, über einen erhöhten Tarif abgerechnet wird. Dies könnte man als Subvention werten, welche nicht Teil der Wertschöpfung wäre. Die Umsatzerlöse aus Strom müssten dann eigentlich etwas verringert werden. Darauf wurde an dieser Stelle verzichtet. Aus Sicht des Autors könnte man argumentieren, dass Ökostrom, bei dessen Produktion die negativen Umweltfolgen minimiert wurden, ein anderes Produkt ist, als konventioneller Strom, für das es eben auch einen anderen Marktpreis gibt. Der Bruttonutzungswert ermittelt sich wie folgt:

Wärmeumsatzerlöse	3.347.596,58 €
Stromumsatzerlöse	1.054.346,59 €
Sonstige Umsatzerlöse	139.732,34 €
Aktivierete Eigenleistungen	1.227,78 €
Bruttoproduktionswert	4.542.903,29 €

Tabelle 19: Bruttoproduktionswert der Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2005“ sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

Von diesem Bruttoproduktionswert werden nun die importierten Vorleistungen abgezogen. Man kann sich dabei an den Aufwandspositionen der G&V der Stadtwärme Lienz orientieren. Die berücksichtigten Vorleistungen sind:

- **Biomasse:** Von der Stadtwärme Lienz wurden im Jahr 2005 insgesamt 60.160 srm Industriebhackgut aus Osttirol zu einem Gesamtpreis von 613.720,80 € und 12.422,00 srm Industriebhackgut aus Kärnten im Wert von 133.579,02 € eingekauft.¹⁷⁷ Weiters wurden 6.429 fm Rundholz im Hochpreiskontingent „bäuerliches Rundholz“ bezogen. Dieses stammte zur Gänze aus Osttirol und hatte einen Gesamtpreis von 180.019,56 €¹⁷⁸ Außerdem wurden 11.186,80 fm Rundholz im Normalpreiskontingent „Rundholz aus der Region“ eingekauft. Dieses hatte einen Gesamtwert von 268.483,20 € und stammte schätzungsweise zu 40% aus Osttirol und zu 60% aus Kärnten.¹⁷⁹ Das Hochpreiskontingent „bäuerliches Rundholz“ wurde geschaffen, um bäuerliche Familienbetriebe speziell zu fördern, indem man ihnen eine begrenzte Menge Rundholz zu einem besonders hohen Preis, aktuell 28 €/fm, abkauft.

Geht man davon aus, dass ein Festmeter Rundholz als Hackgut 2,5 Schüttraummetern entspricht, so wurden von der Stadtwärme Lienz im Jahr 2005 nur 116.622 srm Biomasse eingekauft. Laut Verbrauchsmessung wurden aber 135.421 srm eingesetzt. Wie im ökologischen Analyseteil bereits erläutert, sind die 135.421 srm Biomasseinsatz zwar wahrscheinlich etwas zu hoch geschätzt. Da sie aber auch Grundlage der Emissionsanalyse waren, sollen sie konsequenterweise auch im Rahmen der Wertschöpfungsanalyse zum Einsatz gelangen. Um eine möglichst periodengerechte

¹⁷⁷ vgl. Dokumente: „Industriebhackgutlieferung Osttirol“ u. „Industriebhackgutlieferung Kärnten“

¹⁷⁸ vgl. Dokument: „Rundholzanlieferung“

Kennzahl zu erhalten, wird davon ausgegangen, dass die Stadtwärme Lienz im Jahr 2005 genau so viel Biomasse eingekauft hätte, wie verfeuert wurde. Dazu muss man den Holzeinkauf 2005 fiktiv um ca. 16% erhöhen. Es wird daher angenommen, die Stadtwärme Lienz hätte in allen drei Kontingenten („Industriehackgut“, „Rundholz aus der Region“ und „bäuerliches Rundholz“) um 16% mehr eingekauft. Dadurch ergeben sich folgende Gesamtwerte für den Biomasseeinkauf:

Kontingent	Wertschöpfung in Osttirol	Vorleistung aus dem übrigen Österreich
Industriehackgut	855.178,88	186.133,43
Bäuerliches Rundholz	250.845,22	0,00
Rundholz aus der Region	149.645,35	224.468,03
Summe	1.255.669,45*	410.601,46**

Tabelle 20: Biomasseaufwand in der Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Dokumente: „Industriehackgutlieferung Osttirol“, „Industriehackgutlieferung Kärnten“ und „Rundholzanlieferung, sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

*Anmerkungen: *ist der Wertschöpfung in Osttirol zuzurechnen, und muss daher nicht vom Bruttoproduktionswert der Stadtwärme Lienz abgezogen werden; ** ist als Import nach Osttirol zu werten und der Wertschöpfungsbilanz im übrigen Österreich zuzuführen*

Es wurde ebenfalls ermittelt woher das Holz, das in Holzbetrieben verarbeitet wurde, stammte.¹⁷⁹ Allerdings werden diese Informationen in der Wertschöpfungsanalyse nicht berücksichtigt, und zwar aus dem gleichen Grund, der bereits im ökologischen Analyseteil genannt wurde: da die Biomasse aus holzverarbeitenden Betrieben zum aller größten Teil ein Nebenprodukt der Holzverarbeitung ist, kann man davon ausgehen, dass der Holzeinkauf durch die holzverarbeitenden Betriebe auch ohne die Abnahme der Abfallprodukte durch die Stadtwärme Lienz erfolgen würde. Der Holzimport ist in diesem Fall nicht den wirtschaftlichen Aktivitäten der Stadtwärme Lienz zuzurechnen. Für den interessierten Leser seien die Werte dennoch veröffentlicht:

¹⁷⁹ vgl. Dokument: „Rundholzanlieferung“

¹⁸⁰ Schätzungen Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal, 21.4.2006 und 31.7.2006

Herkunft des Holzes:	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Osttiroler Betriebe	60%	35%	5%
Betriebe im übrigen Österreich	0%	100%	0%

Tabelle 21: Holzbezug der holzverarbeitenden Betriebe

Quelle: Auskunft Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal, 21.4. u. 31.7.2006 sowie Eigendarstellung

- **Heizöl:** Ein in Lienz ansässiger Brennstoffgroßhändler gab Auskunft über den durchschnittlichen Heizölpreis 2005. Dieser betrug 0,62 €/l inkl. USt.¹⁸¹. Im Folgenden werden alle Heizölmengen mit diesem Preis bewertet. Man kann zwar annehmen, dass in Realität Mengenrabatte für Großkunden gewährt werden. Diese Tatsache wurde aber bewußt außer Acht gelassen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Ansonsten würde die Höhe der Wertschöpfung in starkem Maße davon abhängen, an wen das Heizöl verkauft wurde. Das erscheint unlogisch.

Es sei weiters angenommen, dass die Stadtwärme Lienz im Jahr 2005 genau die Menge Heizöl einkaufte, die auch verbraucht wurde. Dies waren 725.409 l. Bewertet man diese Menge mit dem obigen Durchschnittspreis so erhält man einen Gesamtwert von 449.753,58 €. Allerdings ist nicht die ganze Summe als Import zu werten, da ein Teil davon auf die Marge des regionalen Händlers entfällt und daher Osttiroler Wertschöpfung darstellt. Die Frage, wie hoch diese Marge ist, ist nicht ganz einfach zu beantworten, da sie erstens schwankt, und zweitens nicht alle Brennstoffhändler gerne Auskunft über solche Details geben. Es konnten dennoch folgende Wert ermittelt werden:

¹⁸¹ Auskunft Herr Pirker, Rossbacher GmbH, 16.6.2006

Kostenfaktoren je Liter 2005	Heizöl	Sektoriale Zurechnung der Wertschöpfung
Bruttopreis*	0,62 €	-
Umsatzsteuer	0,103 €	Osttirol
Marge des regionalen Händlers**	0,045 €	Osttirol
Mineralölsteuer***	0,098 €	Übriges Österreich
Raffinerie, Transport im übrigen Österreichs, etc.**	0,075 €	Übriges Österreich
Wert des importierten Rohöls****	0,299 €	Ausland

Tabelle 22: Entstehung des Heizölpreises

*Quelle: *Auskunft Herr Pirker, Rossbacher GmbH, 16.6.2006; **Schätzung: Herr Edlinger, MHG Heger-Mineralöle St. Pölten, 21.6.2005; *** www.iwo-austria.at, 13.6.2006; ****Restgröße, allerdings finden sich auch Quellen, die den Auslandsanteil direkt mit ziemlich genau diesem Wert angeben, z.B. www.carmen-ev.de, 21.6.2006. Dort wird von einem Auslandsanteil von ca. 0,30 €/je Liter gesprochen. Dies kann man als indirekte Bestätigung der Richtigkeit der oben angestellten Berechnungen ansehen.*

- **Kraftstoffverbrauch:** Wie bereits gesagt, wird im Bereich der Energieträger versucht, auch auf nachgelagerter Ebene Vorleistungen zu erfassen. Dabei werden nur Vorleistungen berücksichtigt, die in die jeweilige Region importiert wurden. Alle anderen sind irrelevant, da sie die Wertschöpfungsbilanz in der jeweiligen Region nicht verändern. Als wesentliche Vorleistungen, in denen Importanteile stecken, wurden die Kraftstoffe identifiziert, welche für die Bereitstellung der Brennstoffe sowie die Entsorgung der Rückstandsprodukte aufgewendet wurden. Die Kraftstoffmengen ließen sich auf Basis der von Papsch ermittelten Mengen¹⁸² hochrechnen, die Berechnung des Dieserverbrauchs für den Bahntransport erfolgte analog zu dem Schema, das im ökologischen Analyseteil

¹⁸² vgl. Papsch (2005), S. 125

vorgestellt wurde. Weiters wurden folgende Annahmen getroffen: die Kraftstoffe für die Holzernte und den Holztransport wurden am Ursprungsort des Holzes eingekauft. Es wurde pauschal angenommen, dass die Transportdistanz für Holz aus Kärnten durchschnittlich doppelt so lang ist, wie die für Holz aus Osttirol. Weiters wird davon ausgegangen, dass der Diesel für den Transport von Heizöl mit der Bahn zur Gänze im übrigen Österreich eingekauft wurde. Der entsorgte Kondensatschlamm wurde zwar nach Kärnten verfrachtet, analog zur Ursprungsorthypothese beim Holz, wurde aber angenommen, dass der benötigte Kraftstoff in Osttirol gekauft wurde. Alle übrigen Kraftstoffe wurde ebenfalls in Osttirol gekauft, da die zugrundeliegenden Prozesse (z.B. Aufbereitung von Rundholz zu Hackgut) auch zur Gänze in Osttirol stattfanden. Auf diese Weise ließen sich folgende Summen für die Kraftstoffmengen, die in Osttirol und im übrigen Österreich eingekauft wurden, ermitteln (vgl. auch Tabelle 52 im Anhang):

Sektor:	Osttirol	Übriges Österreich
Diesel	68.064 Liter	16.800 Liter
Benzingemisch	2.411 Liter	1.484 Liter

Tabelle 23: Kraftstoffverbrauch für die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Die Kraftstoffmengen müssen nun bewertet werden, v.a. muss ermittelt werden, welche Teile des Gesamtwertes als Importe nach Osttirol bzw. nach Österreich zu werten sind. Mit Hilfe von Daten, die von ÖAMTC zur Verfügung gestellt wurden¹⁸³, ließen sich folgende Durchschnittspreise für Diesel und Benzin (Super)¹⁸⁴ im Jahr 2005 ermitteln:

	Diesel	Super
Preis (inkl. USt.) 2005	0,970 €	1,035 €

Tabelle 24: Kraftstoffpreise 2005

Quelle: Dokumente: „Dieselpreise in Österreich seit 1998“ und „Superpreise in Österreich seit 1998“ sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

Es ist anzumerken, dass bei der Holzernte nicht Benzin (Super) zum Einsatz gekommen ist, sondern Benzingemisch. Da aber keine Daten über die Entstehung des Preises für

¹⁸³ vgl. Dokumente: „Dieselpreise in Österreich seit 1998“ und „Superpreise in Österreich seit 1998“

Benzingemisch zu beschaffen waren, werden die folgenden Berechnungen auf Basis des Super-Preises durchgeführt. Mögliche Verzerrungen die daraus resultieren könnten, sollten sehr gering sein. Über die Entstehung der jeweiligen Preise für Diesel und Benzin (Super) konnten folgende Informationen mit Hilfe unterschiedlicher Quellen beschafft werden. Der Rohölanteil wurde in einer Eigenberechnung ermittelt, das Rechenschema ist in „Rechenschemata 1“ im Anhang dargestellt:

Kostenfaktoren je Liter 2005	Diesel	Super	Sektoriale Zurechnung der Wertschöpfung
Bruttopreis	0,970 €	1,035 €	
Umsatzsteuer	0,162 €	0,173 €	Osttirol bzw. übriges Österreich, wenn nicht in Osttirol gekauft
Tankstellenbetreiber*	0,054 €	0,064 €	Osttirol bzw. übriges Österreich
Tankstellenpächter*	0,027 €	0,032 €	Osttirol bzw. übriges Österreich
Mineralölsteuer	0,301 €**	0,417 €* [*]	Übriges Österreich
Raffinerie, Transport innerhalb Österreichs, etc.****	0,217 €	0,141 €	Übriges Österreich
Rohöl***	0,209 €	0,209 €	Ausland

Tabelle 25: Entstehung der Kraftstoffpreise

*Quellen: * ÖAMTC sowie www.autotouring.at, 21.6.2006; ** berechnet als Durchschnitt, da sich die Höhe der Mineralölsteuer während des Jahres änderte; *** www.autotouring.at, 21.6.2006, www.avd.de, 20.6.2006, www.brennstoffhandel.de, 21.6.2006 sowie www.dihk.de, 19.06.2006 und Eigenberechnung; **** berechnet als Restposten; Eigendarstellung*

Die Kraftstoffmengen, die in Osttirol eingekauft wurden, sind nun mit den jeweiligen Kostenfaktoren zu multiplizieren. Die Anteile für „Mineralölsteuer“ und „Raffinerie [...]“ sind als Importe nach Osttirol zu werten und der Wertschöpfung im übrigen Österreich zuzurechnen. Der Rohölanteil ist ebenfalls als Import zu bewerten, aber der ausländischen Wertschöpfung zuzuführen. Die Kraftstoffe, die außerhalb Osttirols gekauft wurden,

¹⁸⁴ da keine Informationen über die Zusammensetzung des Preises für Normalbenzin zu beschaffen waren, wurde

müssen für die Berechnung des osttiroler BIPs nicht mehr berücksichtigt werden, sie sind ja bereits im Wert des importierte Holzes bzw. im Kostenanteil für den Transport im übrigen Österreich von Heizöl enthalten. Will man allerdings auch für den Sektor übriges Österreich die Wertschöpfung korrekt berechnen, so muss man bei diesen Kraftstoffen noch den Rohölanteil vom Bruttoproduktionswert im übrigen Österreich abziehen und der ausländischen Wertschöpfung zurechnen.¹⁸⁵ Es lassen sich auf diese Weise folgende Werte für die Vorleistungen, die vom Bruttoproduktionswert der Stadtwärme Lienz abzusetzen sind, ermitteln (vgl. auch Tabelle 52 im Anhang):

Aufwand für Kraftstoffverbrauch in Osttirol	Wertschöpfung in Osttirol	Vorleistung aus dem übrigen Österreich	Vorleistung aus dem Ausland
Diesel	16.514,62	35.254,16	14.240,07
Super	647,61	1.344,70	504,48
Summe	17.162,23 €*	36.598,85 €**	14.744,55 €***
Aufwand für Kraftstoffverbrauch im übrigen Österreich	Wertschöpfung in Osttirol	Vorleistung aus dem übrigen Österreich	Vorleistung aus dem Ausland
Diesel	0,00	12.777,82	3.514,81
Super	0,00	1.226,39	310,54
Summe	0,00 €*	14.004,21 €*	3.825,34 €****

Tabelle 26: Kraftstoffaufwand für die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

*Anmerkungen: * nicht vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abzuziehen; ** abzuziehen und der Wertschöpfung im übrigen Österreich zuzurechnen; *** abzuziehen und der Wertschöpfung im Ausland zuzurechnen; **** nicht vom Bruttoproduktionswert in Osttirol, sehr wohl aber vom Produktionswert im übrigen Österreich abzuziehen und der Wertschöpfung im Ausland zuzurechnen*

der Preis für Super als Grundlage der Berechnungen herangezogen.

¹⁸⁵ Zum Verständnis vgl. die Situation im Einführungsbeispiel wenn das Mehl für die Semmeln im übrigen Österreich hergestellt wurde, das benötigte Getreide aber aus dem Ausland importiert wurde.

Natürlich stecken auch im Strom, der v.a. für den Heizöltransport per Bahn verbraucht wurde, ähnlich wie bei den flüssigen Kraftstoffen Importanteile, selbst wenn die gesamte Strommenge in Österreich produziert wurde. Zwar stammt Strom in Österreich zum überwiegenden Teil aus der Wasserkraft, für die keine Importe notwendig sind, ein Teil wird aber unter Einsatz fossiler Energieträger erzeugt. Diese Importanteile im Strom werden in der Wertschöpfungsrechnung aber aus Gründen der Durchführbarkeit nicht berücksichtigt. Darauf sei hingewiesen. Aufgrund des hohen Wasserkraftanteils an der österreichischen Stromproduktion kann man allerdings auch davon ausgehen, dass dadurch die Ergebnisse nicht nennenswert verfälscht werden.

Die Ermittlung und Bewertung aller weiteren Vorleistungen gestaltet sich wesentlich einfacher. Es wird angenommen, dass die Vorleistungen mit dem Aufwand, der in der entsprechenden Position der G&V der Stadtwärme Lienz verbucht ist, korrekt bewertet sind. Der Personalaufwand wurde nicht berücksichtigt, da man davon ausgehen kann, dass die Mitarbeiter ihre Leistung i.d.R. auch vor Ort erbringen und die Arbeitsleistung daher der Wertschöpfung in Osttirol zuzurechnen ist. Die berücksichtigten Aufwandspositionen sind:

- **Sonstige bezogene Leistungen:** Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Strom, der von der TIWAG zugekauft wurde.¹⁸⁶ Aufgrund des hohen Einspeisetarifs für Ökostrom liefert die Stadtwärme Lienz den von ihr produzierten Strom zur Gänze an die TIWAG und kauft den von ihr benötigten Strom zum handelsüblichen Preis zurück.¹⁸⁷ Die sonstigen bezogenen Leistungen betragen laut G&V 210.013,17 € Sie werden zur Gänze als Import gewertet und der Wertschöpfung im übrigen Österreich zugerechnet. Aufgrund des österreichischen Verbundnetzes bei der Stromversorgung erscheint diese Vorgehensweise am plausibelsten.
- **Sonstige betriebliche Aufwendungen:** Die sonstigen betrieblichen Aufwendungen umfassen eine Reihe von Positionen, die nicht alle für die Analyse der laufenden Wertschöpfung relevant sind. So betreffen bspw. Steuern und Abgaben nicht die Wertschöpfung sondern lediglich die Verteilung des daraus entstehenden Einkommens. Berücksichtigt wurden die Positionen „Rechts-, Prüf- und Beratungskosten“, „Werbeaufwand“, „Versicherungen“ sowie „Fremdleistungen“. Bei den juristischen

¹⁸⁶ Auskunft Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, 3.8.2006

¹⁸⁷ Auskunft Reinhard Wilhelmer, Stadtwärme Lienz, 20.4.2006

Aufwendungen sowie beim Werbeaufwand wurde vom Autor dieser Arbeit angenommen, dass die entsprechenden Dienstleistungen von ortsansässigen Dienstleistern erbracht wurden. Der Versicherungsaufwand wurde dagegen als Dienstleistungsimport aus dem übrigen Österreich gewertet. Die Sammelposition „Fremdleistungen“ wurde mit Hilfe von Herrn Dipl. Ing. Lach von der Energie Steiermark aufgesplittet.¹⁸⁸ Die folgende Tabelle zeigt die regionale Zurechnung der einzelnen Position, die in den sonstigen betrieblichen Aufwendungen enthalten sind:

Sonstige betriebliche Aufwendungen:	Wertschöpfung in Osttirol	Vorleistung aus dem übrigen Österreich	Vorleistung aus dem Ausland
Rechts-, Prüf-, und Beratungskosten	52.886,11	0,00	0,00
Werbeaufwand	5.932,62	0,00	0,00
Versicherungen	0,00	80.658,16	0,00
Fremdleistungen	35.025,97	212.400,00	0,00
Summe	93.844,70 €	293.058,16 €	0,00 €

Tabelle 27: Sonstige betrieblichen Aufwendungen der Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH“; Auskunft Herr Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, sowie Eigendarstellung

Mit Hilfe der dargestellten Werte für den Bruttoproduktionswert und die Vorleistungen, läßt sich nun der Nettoproduktionswert, d.h. die Wertschöpfung in den drei Sektoren „Region Osttirol“, „Übriges Österreich“ sowie „Ausland“ ermitteln. Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle dargestellt (eine genauere Aufschlüsselung der einzelnen Positionen ist der Tabelle 53 im Anhang zu entnehmen):

¹⁸⁸ Auskunft vom 3.8.2006

	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Bruttoproduktionswert der Waren und Dienstleistungen der Stadtwärme Lienz	4.542.903,30 €		
Vorleistungen aus dem übrigen Österreich*		1.113.944,69 €	
Vorleistungen aus dem Ausland**			235.225,38 €
Wertschöpfung ausgehend von der Stadtwärme Lienz	3.193.733,23 €	1.113.944,69 €	235.225,38 €

Tabelle 28: Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

*Anmerkung: * muss vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abgezogen und der Wertschöpfung im übrigen Österreich zugerechnet werden. Der Wert ist bereits vermindert um den Rohölanteil, der in den Kraftstoffen steckt, die für die Ernte und den Transport des Holzes aus Kärnten sowie für den Heizöltransport per Bahn aufgewendet wurden; ** muss vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abgezogen und der Wertschöpfung im Ausland zugerechnet werden. Der Wert ist bereits erhöht um den eben genannten Rohölanteil*

Wie man sieht findet der überwiegende Teil der Wertschöpfung, die vom laufenden Betrieb der Stadtwärme Lienz ausgeht, in Osttirol statt. Von den Vorleistungen stammt wiederum der überwiegende Teil aus dem übrigen Österreich. Importe aus dem Ausland waren lediglich in geringem Umfang notwendig. Folgende Grafik zeigt die prozentuale Verteilung der gesamten Wertschöpfung auf die drei Sektoren.

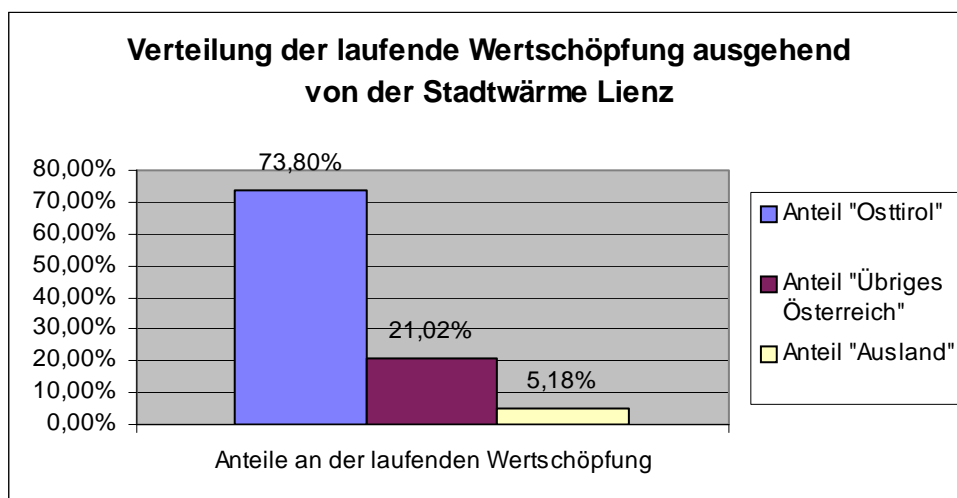


Abbildung 9: Wertschöpfung der Stadtwärme Lienz

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Richtig interpretieren lassen sich diese Ergebnisse aber erst, wenn man ihnen jene Wertschöpfung gegenüberstellt, die durch die Stadtwärme Lienz substituiert wurde. Dies ist Aufgabe des folgenden Abschnitts.

b) Die Wertschöpfung der individuellen Heizanlagen

Zunächst muss festgestellt werden, welche Wertschöpfungsprozesse von der Stadtwärme Lienz verdrängt wurden. Dazu zählt in jedem Fall die laufende Wertschöpfung, die vom Betrieb individueller Heizanlagen ausgeht. Dem produzierten Ökostrom wird dagegen keine substituierte Wertschöpfung gegenübergestellt, weder im Sektor „Osttirol“ noch im Sektor „übriges Österreich“. Die Begründung liegt darin, dass Strom mittlerweile europaweit gehandelt wird, man also nicht zwingend annehmen kann, dass eine gesteigerte Stromproduktion in einem österreichischen Kraftwerk die Produktion in einem anderen österreichischen Kraftwerk verdrängt. Des Weiteren steigt der Stromverbrauch europaweit stetig an, wodurch ohnehin die Vergrößerung der Kapazitäten zur Stromproduktion erforderlich ist. Ein anderer Wertschöpfungsprozess, der sehr wohl von der Stadtwärme Lienz substituiert wurde, ist der Verkauf jener Biomasse, die jetzt an die Stadtwärme geliefert wird, ohne die Stadtwärme Lienz aber an einen anderen Abnehmer verkauft worden wäre.

Im ersten Schritt muss wieder ein Bruttoproduktionswert ermittelt werden, von welchem man dann die importierten Vorleistungen abziehen kann. Da die Wärme, die in individuellen Heizanlagen erzeugt wird, keinen Marktpreis hat, muss die Bewertung indirekt erfolgen. Sie erfolgt über die Aufwendungen, die für ihre Erzeugung notwendig sind. Dies sind die Aufwendungen für die Energieträger sowie die Nebenkosten, worin z.B. der Kaminkehrer aber auch Wartungsarbeiten enthalten sind. Effekte aus Investitionstätigkeiten werden auch hier nicht berücksichtigt.

Die Energieträgermengen, die 2005 in individuellen Heizanlagen voraussichtlich benötigt worden wären, wurden im ökologischen Analyseteil bereits ermittelt. Der Preis für Heizöl wurde mit 0,62 € pro Liter ebenfalls bereits genannt. Der Kohlepreis lag 2005 durchschnittlich bei 0,48 €/kg.¹⁸⁹ Der Preis für verbrauchsfertiges Brennholz betrug 42 €/pro Festmeter.¹⁹⁰ Für eine kWh Strom mussten Privatkunden der TIWAG durchschnittlich 0,1376 € bezahlen.¹⁹¹ Alle Preise sind inkl. Umsatzsteuer. Herr Wilhelmer von der Firma Techno Term in Lienz, gab Auskunft über Möglichkeiten zur Ermittlung der Nebenkosten. So kann man in einer groben Schätzung für Ölheizungen 7% Nebenkosten bezogen auf den Brennstoffaufwand annehmen, für Holz- und Kohleheizungen 8% und für Stromheizungen 2%.¹⁹² Der Bruttoproduktionswert, der vom Betrieb individueller Heizanlagen ausgegangen wäre, ermittelt sich demnach wie folgt:

¹⁸⁹ Auskunft Herr Pirker, Rossbacher GmbH, 16.6.2006

¹⁹⁰ Auskunft Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal, 23.6.2006

¹⁹¹ Auskunft Energieberatung TIWAG, 23.6.2006

¹⁹² Auskunft vom 11.7.2006

Heizungsart	Energiekosten	Nebenkosten	Summe
Ölheizungen	3.564.964,17	249.547,49	3.814.511,66 €
Kohleheizungen	366.392,61	29.311,41	395.704,02 €
Holzheizungen	277.051,97	22.164,16	299.216,13 €
Stromheizungen	845.061,71	16.901,23	861.962,94 €
Bruttoproduktionswert ausgehend von den Individualheizungen			5.371.394,76 €

Tabelle 29: Bruttoproduktionswert der Individualheizungen 2005

Quelle: Auskunft Herr Pirker, Rossbacher GmbH, 16.6.2006; Auskunft Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal, 23.6.2006; Auskunft Energieberatung TIWAG, 23.6.2006; Auskunft Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term Lienz, 11.7.2006; sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

Weiters ist zu ermitteln, in welchem Umfang der Verkauf von Biomasse auch ohne die Stadtwärme Lienz stattgefunden hätte. Der Verkauf von Brennholz an die Betreiber von individuellen Heizanlagen ist im Brennstoffaufwand für die Holzheizungen bereits berücksichtigt. Da nach Auskunft von Ing. Golmitzer von der Bezirksforstinspektion Lienz¹⁹³ zum Zeitpunkt der Errichtung der Fernwärmeversorgung noch ein Großteil des Osttiroler Brennholzanfalls im Wald liegen blieb, kann man davon ausgehen, dass kein weiterer Verkauf von Brennholz stattgefunden hätte, wenn weiterhin so geheizt worden wäre, wie es vor der Stadtwärme Lienz getan wurde. Diese Annahme liegt der Wertschöpfungsanalyse zu Grunde. Die heutige Nachfragesituation nach Brennholz sieht hingegen anders aus. Darauf sei ausdrücklich hingewiesen. So wurde im ökologischen Analyseteil bereits erwähnt, dass in Osttirol mittlerweile ein Boom bei der Energiegewinnung aus Biomasse eingesetzt hat, mit der Folge, dass inzwischen der gesamte jährliche Brennholzanfall in Osttirol auch ohne die Abnahme durch die Stadtwärme Lienz verkauft werden könnte. Dennoch erscheint es gerechtfertigt, die Wertschöpfung der Stadtwärme mit jener Situation zu vergleichen, die vor dem Biomasseboom in Osttirol vorlag. Einerseits dürfte die Errichtung und erfolgreiche Inbetriebnahme der Stadtwärme einen wesentlichen Anteil an dem späterem Biomasseboom

¹⁹³ Auskunft vom 21.4.2006

haben. Andererseits geht es ja darum, zu untersuchen, welchen Effekt die verstärkte Nutzung heimischer Energieträger auf die regionale Wertschöpfung hat. Und zu diesem Zweck muss man selbstverständlich die Wertschöpfung aus der Nutzung von Biomasse mit jener Situation vergleichen, die vorlag, als heimische Energieträger kaum genutzt wurden.

Die angefallenen Abfallprodukte in holzverarbeitenden Betrieben wären allerdings sehr wohl auch ohne die Stadtwärme verkauft worden. Sie wurden in erster Linie an die Südtiroler Biomasseheizkraftwerke (z.B. in Bruneck oder Toblach) exportiert. Allerdings war der Preis dabei im Durchschnitt um 10-20% niedriger.¹⁹⁴ Im Weiteren wurde der Mittelwert von 15% verwendet. Die Bewertung erfolgt exkl. Umsatzsteuer, da für exportierte Waren keine Umsatzsteuer eingehoben wird. Es lassen sich also folgende Bruttoproduktionswerte darstellen:

	Osttirol	Übriges Österreich
Bruttoproduktionswert ausgehend von den Individualheizungen	5.371.394,76 €	
Bruttoproduktionswert der alternativ verkauften Holzabfälle	605.751,71 €	131.844,51 €* ¹⁹⁴
Bruttoproduktionswert gesamt	5.977.146,47 €	131.844,51 €

Tabelle 30: Bruttoproduktionswert gesamt

Quelle: Auskunft Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal, 21.4. u. 5.9.2006; sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

*Anmerkung: * Holzabfälle aus holzverarbeitenden Betrieben in Kärnten*

Vom Bruttoproduktionswert müssen nun die Vorleistungen abgezogen werden. Diese sind:

- **Importanteile im Heizölpreis:** Die Ermittlung erfolgt analog zum vorherigen Abschnitt a). Daher wird sie hier nicht weiter erläutert.
- **Importanteile im Kohlepreis:** Bei der entsprechenden Schätzung wurde wie folgt vorgegangen: der durchschnittliche Gesamtpreis lag bei ca. 480 €/je Tonne. Darin sind 80 € Umsatzsteuer enthalten. Nach Auskunft eines ortsansässigen Brennstofflieferanten ist

¹⁹⁴ Auskunft Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal, 21.4.2006 und 5.9.2006

die Spanne für den regionalen Händler aufgrund des größeren Manipulationsaufwandes bei Kohle etwas größer als bei Heizöl.¹⁹⁵ Bei Heizöl lag die geschätzte Spanne bei 0,045 € je Liter. Da ein Liter Heizöl ca. 0,86 kg wiegt, lag die Spanne also bei 0,052 € je kg. Der Autor dieser Arbeit geht pauschal davon aus, dass die Handelspanne für Kohle je kg um ca. 20% höher ist. Diese Schätzung ist willkürlich. Die Unsicherheiten, die daraus resultieren sind allerdings vertretbar, da die Handelspanne des regionalen Kohlelieferanten das Gesamtergebnis der Wertschöpfungsanalyse nur sehr unwesentlich beeinflusst. Es ergibt sich also eine Spanne von 62,79 € pro Tonne. Die Kohleabgabe betrug 50 €t.¹⁹⁶ Der Kohleweltmarktpreis frei Seehafen schwankte zwischen 64,79 € pro Tonne am Jahresanfang und 42,17 € pro Tonne am Jahresende.¹⁹⁷ Als Mittelwert ergibt sich daraus 53,48 € / t. Die restlichen 233,73 € entfallen auf Transport, Lagerung, Versicherung u.ä. im übrigen Österreich bzw. im Ausland. Da keine Informationen zu beschaffen waren, wie sich diese 233,73 € auf Österreich und das Ausland aufteilen, wird im weiteren angenommen, dass die Hälfte davon auf das Ausland entfällt. Die Entstehung des Kohlepreises lässt sich wie folgt darstellen:

¹⁹⁵ Auskunft Herr Pirker, Rossbacher GmbH, 16.6.2006

¹⁹⁶ www.ris.at, 13.6.2006

¹⁹⁷ Weltmarktpreis in \$: Geschäftsbericht der Heidelberger Zement AG, veröffentlicht auf: www.hzag.de, 19.6.2006; Wechselkurse \$ zu € www.dihk.de, 19.6.2006

Kostenfaktoren je Tonne 2005	Kohle	Sektoriale Zurechnung der Wertschöpfung
Bruttopreis	480,00 €	-
Umsatzsteuer	80,00 €	Osttirol
Spanne des regionalen Händlers	62,79 €	Osttirol
Kohleabgabe	50,00 €	Übriges Österreich
Lagerung, Transport etc. im übrigen Österreich	116,86 €	Übriges Österreich
Lagerung, Transport etc. im Ausland	116,86 €	Ausland
Weltmarktpreis frei Seehafen	53,48 €	Ausland

Tabelle 31: Entstehung des Kohlepreises

Quelle: Auskunft Herr Pirker, Rossbacher GmbH, 16.6.2006; www.ris.at, 13.6.2006; www.hzag.de, 19.6.2006; www.dihk.de, 19.6.2006; sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung

- **Brennholz:** Man kann annehmen, dass das Brennholz für Individualheizungen praktisch vollständig aus Osttirol stammte, da zum Zeitpunkt vor der Errichtung der Stadtwärme Lienz in Osttirol wesentlich mehr Brennholz anfiel, als überhaupt verkauft wurde.
- **Strom:** Der Strom, der für Stromheizungen verbraucht worden wäre, wird, analog zum Stromaufwand der Stadtwärme Lienz, zur Gänze der Wertschöpfung in Österreich zugerechnet.
- **Kraftstoffaufwand für Brennstoffbeschaffung und Ascheentsorgung:** Die Importanteile in den flüssigen Kraftstoffen, die für die Holzernte, den Brennstofftransport in Osttirol sowie für die Ascheentsorgung anfallen, müssen vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abgezogen werden. Vom Bruttoproduktionswert im übrigen Österreich muss darüber hinaus noch der Rohölanteil im Dieselmotorkraftstoff, der für den Bahntransit aufgewendet wurde, abgezogen und der ausländischen Wertschöpfung zugerechnet werden. Der Dieserverbrauch im Bahntransit wurde nach dem Schema, das im ökologischen Analyseteil vorgestellt wurde, selbst berechnet. Die übrigen

Kraftstoffmengen ließen sich von den Werten, die in Papsch (2005) veröffentlicht sind, hochrechnen. Insgesamt wurden folgende Mengen für den Verbrauch flüssiger Kraftstoffe ermittelt (für eine genauere Darstellung vgl. Tabelle 54 im Anhang):

	Osttirol	Übriges Österreich (Dieselverbrauch im Bahntransit)
Diesel	12.845 Liter	3.397 Liter
Benzin	4.466 Liter	

Tabelle 32: Kraftstoffverbrauch für die Individualheizungen 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Die Entstehung der Kraftstoffpreise inkl. ihrer Importanteile wurde in Abschnitt a) bereits vorgestellt.

Weiters wurde angenommen, dass alle übrigen notwendigen Vorleistungen zur Gänze der Osttiroler Wertschöpfung zuzurechnen sind. Es lassen sich nun folgende Ergebnisse für die Wertschöpfung, die von der Stadtwärme Lienz verdrängt wurde, ableiten (für eine genauere Aufschlüsselung der Positionen vgl. Tabelle 55 im Anhang):

	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Bruttoproduktionswert ohne die Stadtwärme Lienz	5.977.146,47 €	131.844,51 €	
Vorleistungen aus dem übrigen Österreich*		1.944.683,79 €	
Vorleistungen aus dem Ausland**			1.820.024,21 €
Wertschöpfung ohne die Stadtwärme Lienz	2.212.438,47 €	2.076.528,30 €	1.820.024,21 €

Tabelle 33: Wertschöpfung ohne Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

*Anmerkung: * muss vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abgezogen und der Wertschöpfung im übrigen Österreich zugerechnet werden. Der Wert ist bereits vermindert um den Rohölanteil für den Dieserverbrauch im Bahntransit; ** muss vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abgezogen und der Wertschöpfung im Ausland zugerechnet werden. Der Wert ist bereits erhöht um den eben genannten Rohölanteil*

Wie man auf den ersten Blick sieht, sind v.a. die notwendigen Exporte aus dem Ausland um ein vielfaches höher als bei der Stadtwärme. Dies spiegelt sich auch in der prozentualen Verteilung der Wertschöpfung auf die drei Sektoren „Osttirol“, „Übriges Österreich“ und „Ausland“ wieder:

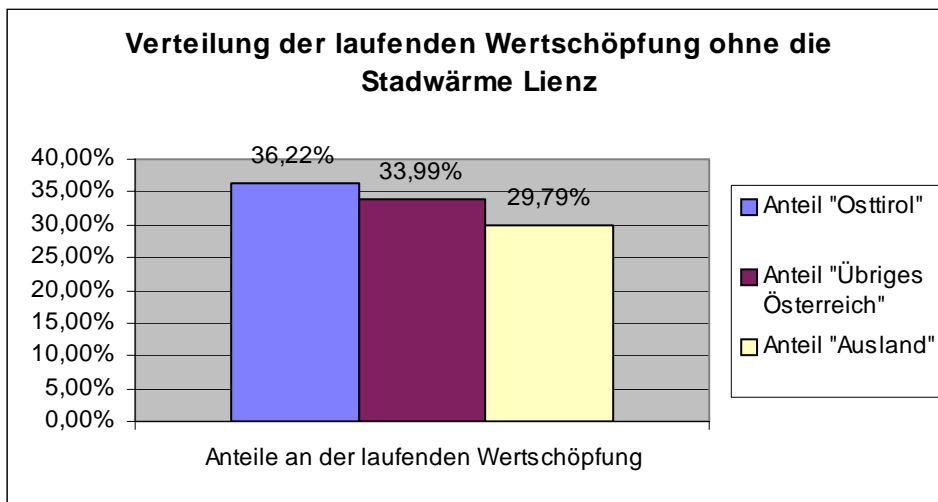


Abbildung 10: Wertschöpfung ohne die Stadtwärme Lienz

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

c) Veränderung der Wertschöpfung

Wie hat sich nun die Wertschöpfung in den drei untersuchten Sektoren verändert? Die größten Veränderungen verzeichnen zweifellos die Sektoren „Osttirol“ und „Ausland“. Fanden ohne die Stadtwärme Lienz noch knapp ein Drittel der Wertschöpfungsprozesse im Ausland statt, so sind es nach der Umstellung der Energieversorgung nur noch ca. 5%. Der Anteil, den die Region Osttirol an den gesamten Wertschöpfungsprozessen hält, hat sich hingegen ungefähr verdoppelt. Es ist also gelungen regionale Wirtschaftskreisläufe so zu schließen. Die Hauptursache dafür liegt in der Substitution ausländischer fossiler Energieträger durch heimische Biomasse.

In absoluten Zahlen ausgedrückt stellt sich die Veränderung der laufenden Wertschöpfung folgendermaßen dar:

	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Wertschöpfung ohne die Stadtwärme Lienz	2.212.438,47 €	2.076.528,30 €	1.820.024,21 €
Wertschöpfung ausgehend von der Stadtwärme Lienz	3.193.733,23 €	1.113.944,69 €	235.225,38 €
Veränderung	981.294,76 €	-962.583,61 €	-1.584.798,83 €
Veränderung im gesamten Österreich	18.711,15 €		

Tabelle 34: Veränderung der Wertschöpfung 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie erwartet, ist die Wertschöpfung im Ausland deutlich gesunken, die in der Region dagegen stark angestiegen. Sehr überraschend ist dagegen das Ergebnis im gesamten Österreich. Wie man sieht, ist die Wertschöpfung im übrigen Österreich gesunken, so dass österreichweit nur ein minimal positiver Saldo verbleibt. Wie kann das aber sein, wo doch auf der anderen Seite Importe entfallen sind und ein wesentlich größerer Prozentsatz der Wertschöpfung in Österreich stattfindet? Weiters könnte man sich fragen, ob die Umstellung der Energiegewinnung weltweit nicht sogar zu einer Verschlechterung der Einkommenssituation geführt hat, da nach den vorgestellten Ergebnissen das weltweit erwirtschaftete Einkommen sogar zurückgegangen ist.

Beide Fragen sind eigentlich nicht gerechtfertigt und der Grund dafür liegt in einem fundamentalen Bewertungsproblem, wie sich leicht zeigen lässt. Dazu muss man sich vergegenwärtigen, wie der jeweilige Bruttoproduktionswert definiert wurde. Im Fall der Stadtwärme Lienz setzte er sich aus den Wärme- und Stromerlösen, den sonstigen Umsatzerlösen sowie den aktivierten Eigenleistungen zusammen. Zieht man von dieser Summe die Stromerlöse inkl. USt. und die aktivierten Eigenleistungen ab, erhält man den Wert, der auf die Versorgung mit Raumwärme und den dazugehörigen Service entfällt. Dies sind 3.487.328,93 €. Die Raumwärmeversorgung mittels Individualheizungen wurde dagegen mit ihren Selbstkosten bewertet, da ihr kein Marktpreis zurechenbar war. Die Summe wurde bereits ermittelt und betrug 5.371.394,76 €. Man muss sich vor Augen führen, dass es sich in

beiden Fällen um die selbe Dienstleistung handelt, die Versorgung mit Raumwärme!¹⁹⁸ Wie läßt sich dieses Ergebnis interpretieren? Es ist Ausdruck dessen, dass ganz offensichtlich für den laufenden Betrieb von Individualheizungen mehr Ressourcen aufgewendet werden müssen, als für die Bereitstellung von Wärme durch die Stadtwärme Lienz. Dies ist besonders erstaunlich, angesichts der Tatsache, dass im Wärmeverkaufspreis der Stadtwärme die Amortisation der getätigten Investitionen zumindest teilweise enthalten sein sollte. Die Selbstkosten der Individualheizungen beziehen sich dagegen ausschließlich auf den laufenden Betrieb. Da aber für den Betrieb von Individualheizungen offensichtlich mehr Ressourcen aufgewendet werden müssen, sind die Wertschöpfungsprozesse, die damit direkt im Zusammenhang stehen auch größer. Ist es aber sinnvoll die selbe Ware bzw. Dienstleistung unterschiedlich zu bewerten? Natürlich nicht! In realen Größen wurde nämlich Einkommen in gleicher Höhe generiert, und zwar die Versorgung mit Raumwärme. Dieser Wärmeversorgung sollte man, nach Ansicht des Autors dieser Arbeit, auch in beiden Fällen den gleichen Wert beimessen. Man müsste also entweder den Bruttoproduktionswert für die Stadtwärme um knapp 2 Millionen € erhöhen oder den für die Individualheizungen um den gleichen Betrag senken. In beiden Fällen würde sich dann eine drastische Zunahme der Wertschöpfung im gesamten Österreich und auch eine Erhöhung der Wertschöpfung im weltweiten Saldo ergeben.

Außerdem muss man sich folgende Tatsache vor Augen führen: in der obigen Rechnung wurde davon ausgegangen, dass jene Wertschöpfung, die von der Stadtwärme Lienz verdrängt wurde, dauerhaft wegfallen würde. Diese Annahme ist nur bei kurzfristiger Betrachtung gerechtfertigt. Jenes Human- und Geldkapital, das nun für die Bereitstellung von Raumwärme nicht mehr benötigt wird, wird nämlich nicht dauerhaft brach liegen. Langfristig wird es für die Produktion von Waren und Dienstleistungen eingesetzt werden, für die vorher keine Ressourcen mehr zur Verfügung standen. Dadurch wird sich, in realen Größen gemessen, auf Dauer das weltweit erwirtschaftete Einkommen sogar erhöhen.

Wie man gesehen hat, ist die laufende Bereitstellung von Raumwärme durch die Stadtwärme Lienz offenbar billiger als der Betrieb von Individualheizungen. Das heißt aber auch, dass das Realeinkommen jener Personen, die sich an die Fernwärmeversorgung angeschlossen haben,

¹⁹⁸ Möglicherweise ergeben sich geringfügige Unterschiede dadurch, dass in den sonstigen Umsatzerlösen Dinge enthalten sind, die in den Nebenkosten der Individualheizungen nicht enthalten sind, bzw. umgekehrt. Die potentiellen Unterschiede dürften aber hinlänglich gering sein, dass man sie vernachlässigen kann.

im Durchschnitt gestiegen ist. Diese Tatsache soll in der folgenden Kaufkraftanalyse berücksichtigt werden.

d) Veränderung der Kaufkraft

In den vergangenen Abschnitten wurde gezeigt wo und in welcher Höhe Einkommen erwirtschaftet wurde. Der Ort, an dem Einkommen generiert wird, ist aber nicht zwangsläufig auch der Ort, dem dieses Einkommen zufließt. Unterschiede können sich bspw. daraus ergeben, dass Arbeitnehmer oder Kapitaleigner aus einer anderen Region stammen. Genauso können Steuern die Verteilung von Einkommen verändern. Einkommen wird im Folgenden mit Kaufkraft gleichgesetzt. Dabei ist es egal, wem das Einkommen zufließt, ob Privathaushalten, Unternehmen oder dem Staat. Entscheidend ist nur, in welche Region es fließt. Im Rahmen dieser Analyse werden zunächst, als Basisszenario, die Einkommensströme dargestellt, die sich ohne die Stadtwärme Lienz ergeben hätten.

Wie kommt man nun von der Wertschöpfung auf den Kaufkraftzufluss in den einzelnen Sektoren? Im Bereich der Individualheizungen und des Exportes von Holzabfällen resultieren die einzigen Verschiebungen aus Steuern. Dahinter steht die Annahme, dass sowohl Arbeitnehmer als auch Kapitaleigner jeweils auch aus jener Region stammen, der auch die Wertschöpfung zugerechnet wurde. Weiters werden nur indirekte Steuern (in diesem Fall v.a. die Umsatzsteuer) berücksichtigt. Direkte Steuern, z.B. Lohn- und Einkommenssteuern, können aufgrund der Durchführbarkeit keine Berücksichtigung finden. Dafür wären u.a. Informationen über die Progressionsstufen jedes einzelnen Steuerzahlers notwendig. Weiters werden Steuern pauschal als Einkommen des Sektors „Übriges Österreich“ angesehen, obwohl in Wirklichkeit natürlich ein Teil des Steueraufkommens in der Region verbleibt. Darauf sei hingewiesen. Eine vollständige Aufsplitterung des Steueraufkommens würde aber den Rahmen dieser Diplomarbeit sprengen.

Die Umsatzsteuer für Heizöl, Kohle, Brennholz sowie für die Kraftstoffe, die in Osttirol verbraucht wurden, wurde der Osttiroler Wertschöpfung zugerechnet. Sie muss nun herausgenommen und dem Einkommen des übrigen Österreichs zugeführt werden. Auf der anderen Seite, war die Umsatzsteuer in den Vorleistungen, die nach Osttirol importiert wurden, der Wertschöpfung im übrigen Österreich zugerechnet worden. Über die

Rückerstattung der Umsatzsteuer fließt sie aber als Einkommen dem Sektor „Osttirol“ zu. Das Einkommen des Sektors „Ausland“ entspricht der dortigen Wertschöpfung, da die indirekten Steuern lediglich zu Verschiebungen innerhalb Österreichs führen. Im Saldo ergeben sich folgende Korrekturen (für eine genauere Darstellung vgl. Tabelle 56 im Anhang):

	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Wertschöpfung	2.212.438,47 €	2.076.528,30 €	1.820.024,21 €
Saldo der Korrekturen	-754.388,84 €	754.388,84 €	0,00 €
Kaufkraftzufluss	1.458.049,63 €	2.830.917,14 €	1.820.024,21 €

Tabelle 35: Kaufkraftzufluss ohne Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Im Bereich der Stadtwärme Lienz sind mehr Korrekturen erforderlich. Veränderungen durch die Umsatzsteuer sind auf die oben dargestellte Weise zu erfassen. Darüber hinaus muss man aber auch die Reduktion der laufenden Heizkosten berücksichtigen. Die Senkung von Heizkosten, führt dazu, dass sich die Menschen mehr leisten können. Die Heizkostenreduktion ist also gleichbedeutend mit einem Kaufkraftanstieg.

Weiters sind Korrekturschritte im Bereich der sonstigen betrieblichen Aufwendungen vorzunehmen. Die darin enthaltenen Steuern sowie die Energieabgabe werden ebenfalls als indirekte Steuern aufgefasst, da sie wie die Umsatzsteuer beim Produzenten eingehoben werden. Sie werden dem übrigen Österreich zugeordnet. Arbeitseinkommen wurde dagegen auch hier pauschal als Osttiroler Einkommen gewertet. Dies kann im Einzelfall problematisch sein. Da aber sowohl bei der Stadtwärme Lienz als auch bei den Zulieferern der Individualheizung ein Teil der Belegschaft möglicherweise nicht aus Osttirol stammt, sollten sich daraus resultierende Verzerrungen in etwa die Waage halten und gegenseitig aufheben. Darüber hinaus müsste man eigentlich auch Einkommensströme aus Kapitaleinkommen berücksichtigen. Dies sind Gewinnanteile aber auch Fremdkapitalzinsen. Diese Positionen wurden bei den Einkommensströmen ohne Stadtwärme allerdings nicht berücksichtigt, da es unmöglich gewesen wäre Informationen über die Herkunft des Eigen- und Fremdkapitals für sämtliche Brennstofflieferanten und alle sonstigen beteiligten Betriebe zu erlangen. Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten wurde diese Positionen daher bei der Stadtwärme Lienz ebenfalls nicht berücksichtigt. Auch hier kann man davon ausgehen, dass sich möglich

Verzerrungen gegenseitig aufheben sollten. Man erhält folgende Ergebnisse für die Einkommensströme, die vom laufenden Betrieb der Stadtwärme Lienz ausgehen (für eine genauere Darstellung vgl. Tabelle 57 im Anhang):

	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Wertschöpfung	3.193.733,23 €	1.113.944,69 €	235.225,38 €
Steigerung des Realeinkommens durch Heizkostenminderung	1.884.065,83 €		
Saldo der Korrekturen aus indirekten Steuern	-667.335,10 €	667.335,10 €	0,00 €
Kaufkraftzufluss	4.410.463,96 €	1.781.279,79 €	235.225,38 €

Tabelle 36: Kaufkraftzufluss durch Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie hat sich nun die Kaufkraft in den einzelnen Sektoren durch die Nutzung von Biomasse verändert? Folgende Tabelle und die dazugehörige Grafik zeigen die Ergebnisse:

	Osttirol	Übriges Österreich	Ausland
Kaufkraftzufluss ohne Stadtwärme	1.458.049,63 €	2.830.917,14 €	1.820.024,21 €
Kaufkraftzufluss mit Stadtwärme	4.410.463,96 €	1.781.279,79 €	235.225,38 €
Veränderung	2.952.414,33 €	-1.049.637,35 €	-1.584.798,83 €
Veränderung im gesamten Österreich	1.902.776,98 €		
Veränderung weltweit	317.978,15 €		

Tabelle 37: Veränderung der Kaufkraft

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

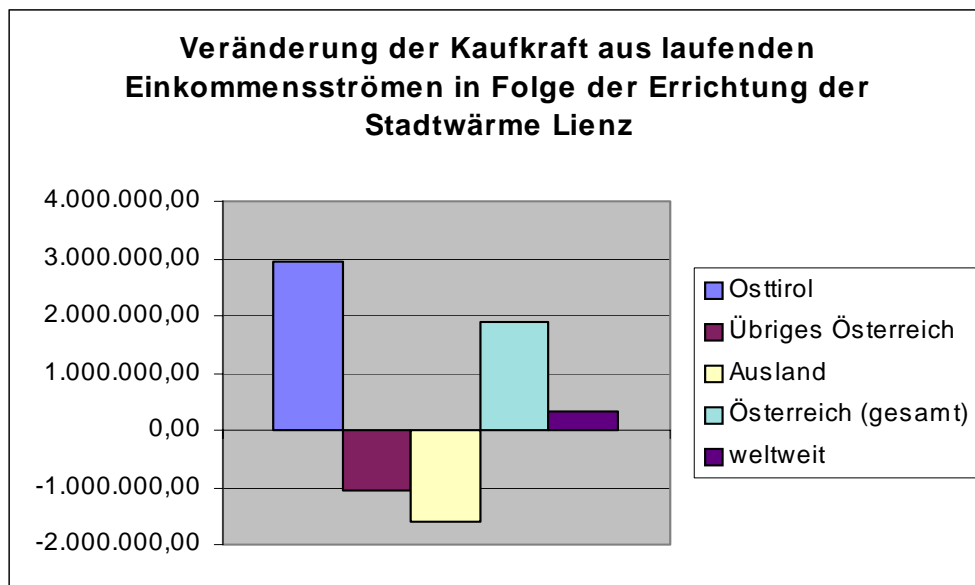


Abbildung 11: Veränderung der Kaufkraft

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie man sieht, konnte die Kaufkraft in Osttirol stark gesteigert werden. Auch im österreichischen Saldo ergibt sich eine deutliche Steigerung der Kaufkraft. Dies ist Folge der Berücksichtigung der Senkung der laufenden Heizkosten. Auch im weltweiten Saldo ist die Kaufkraft gestiegen. Außerdem ist zu beachten, dass die Rückgänge der Kaufkraft außerhalb von Osttirol auf der Annahme beruhen, dass all jenes Human- und Geldkapital, das nach der Umstellung der Wärmeversorgung nicht mehr benötigt wird, brach liegt und keinerlei Einkommen mehr generiert. Diese Annahme ist bei langfristiger Betrachtung aber sehr unrealistisch, wie weiter oben bereits gesagt wurde. Viel wahrscheinlicher ist es, dass das frei gewordene Kapital für die Produktion neuer Waren und Dienstleistungen eingesetzt wird, wodurch sich die Wertschöpfung und die Kaufkraft weltweit weiter erhöhen wird.

e) Zusammenfassung der Ergebnisse der makroökonomischen Analyse

Wie gezeigt wurde, ist es gelungen durch die Nutzung regional verfügbarer Energiequellen regionale Wirtschaftskreisläufe zu schließen und die Wertschöpfung in Osttirol deutlich zu steigern. Die notwendigen Importe aus dem Ausland, v.a. die Rohölimporte, wurden im Ausmaß von über 1.500.000 € verringert. Dadurch wurde Österreich energiepolitisch

unabhängiger, ein nicht zu unterschätzender Vorteil angesichts immer wieder auftretender globaler Krisen, die häufig gerade die erdölexportierenden Ländern heimsuchen. Über die Reduktion des Ressourcenbedarfs für die Bereitstellung von Raumwärme wurden gleichzeitig weltweit langfristige Wachstumspotentiale eröffnet.

Weiters konnten Einkommensströme regionalisiert und die Kaufkraft in Osttirol drastisch gesteigert werden. Der Abfluß von Kaufkraft an das Ausland wurde hingegen im selben Umfang wie die Importe verringert. Folgende Grafiken sollen dies noch einmal verdeutlichen:

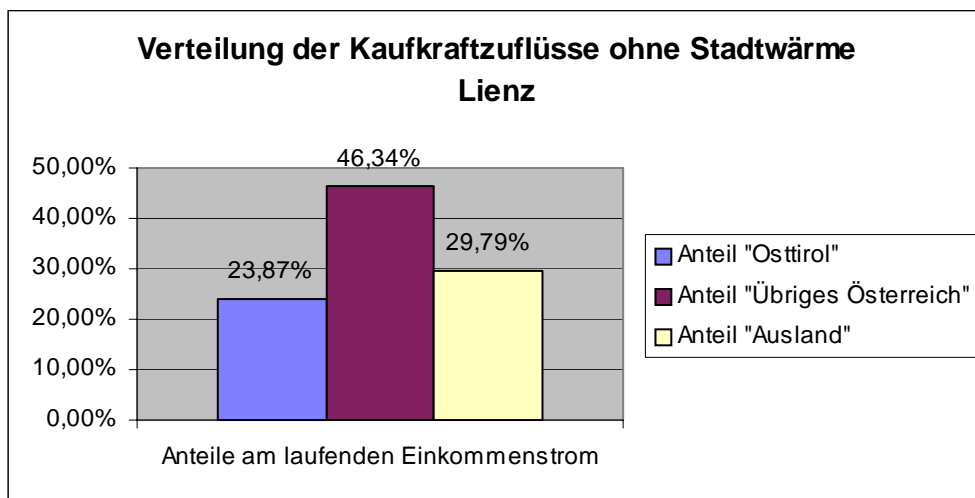


Abbildung 12: Kaufkraftzuflüsse ohne die Stadtwärme Lienz

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

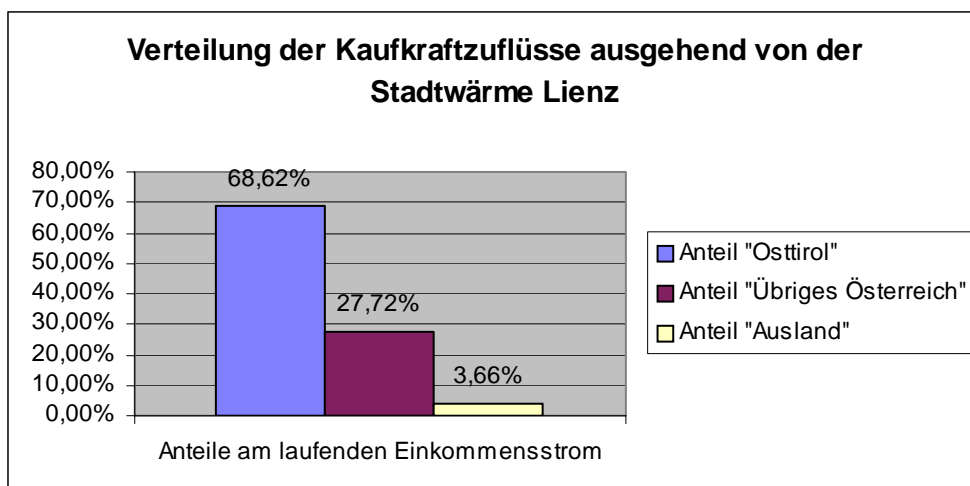


Abbildung 13: Kaufkraftzuflüsse ausgehend von der Stadtwärme Lienz

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Man kann also festhalten, dass es durch den Einsatz von regionaler Biomasse zur Energiegewinnung im Lienzer Talboden gelungen ist, einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung ökonomischer Ziele einer nachhaltigen Entwicklung in der Region zu leisten. Der Nachhaltigkeitsbeitrag beschränkt sich aber auch im ökonomischen Bereich nicht nur auf die Region. Da sich selbst bei kurzfristiger Betrachtung im österreichischen Saldo ein Anstieg der Kaufkraft ergibt, kann man auch auf österreichischer Ebene von der Verwirklichung wirtschaftlicher und sozialer Zielsetzungen sprechen. Langfristig ist eine weitere Verbesserung der Einkommenslage zu erwarten. Über die Eröffnung langfristiger Wachstumspotentiale wird schließlich sogar ein weltweit wirksamer Nachhaltigkeitsbeitrag geleistet. Und das alles geschieht bei einer gleichzeitigen Reduktion der negativen Umweltfolgen aus dem Wirtschaftsprozess.

Zum Abschluß der makroökonomischen Analyse soll noch kurz auf die Problematik der Konkurrenzkampfes, der laut Bezirksforstinspektor Gollmitzer mittlerweile um den Biomasseeinkauf in Osttirol herrscht, eingegangen werden. Wie Herr Ing. Gollmitzer mitteilte, wird dabei der Vorwurf erhoben, die Stadtwärme Lienz würde durch ihren enormen Verbrauch an Biomasse kleineren Biomasseanlagen die Lebensgrundlage entziehen. Vom ökonomischen Standpunkt aus ist dazu Folgendes zu sagen: solange Energieholz über einen Konkurrenzmarkt ohne Marktverzerrung gehandelt wird, stellt der Konkurrenzkampf keinerlei Problem dar. Sollte die Stadtwärme Lienz tatsächlich kleinere Abnehmer durch Zahlung höherer Biomassepreise aus dem Markt drängen, so wäre dies nur Ausdruck dessen, dass die Biomasse in der Stadtwärme offenbar produktiver eingesetzt werden kann bzw. die Energiegewinnung aus Biomasse dort zu geringeren Gesamtkosten erfolgen kann. Wäre es umgekehrt, dann könnten nämlich die Betreiber kleinerer Anlagen den besseren Biomassepreis bezahlen und würden die Stadtwärme verdrängen. Aus ökonomischer Sicht ist es sinnvoll, dass eine knappe Ressource stets dort eingesetzt wird, wo sie die größte Produktivität hat, egal ob dies in mehreren kleineren Anlagen oder einer Großen der Fall ist.¹⁹⁹ Das einzige Problem könnte sich aufgrund von Marktverzerrungen durch unterschiedliche Subventionen ergeben. Sollte die Stadtwärme Lienz höhere Förderungen in Anspruch nehmen können, als es kleineren Anlagen, natürlich gemessen an der jeweiligen Investitionssumme, möglich ist, könnte es zu Marktverzerrungen kommen. Die Situation könnte eintreten, dass die Stadtwärme einen besseren Biomassepreis bezahlen kann, obwohl die gesamtwirtschaftlichen Produktionskosten bei ihr höher sind. Im Rahmen dieser

Diplomarbeit kann aber nicht ermittelt werden, wie sich die Möglichkeiten zur Inanspruchnahme öffentlicher Förderungen für kleinere Anlagen im Vergleich zur Stadtwärme Lienz darstellen. Dies würde einer eigenen sehr interessanten Untersuchung bedürfen. Es sei aber noch erwähnt, dass österreichweit die Nachhaltigkeitsgrenze beim jährlichen Holzeinschlag noch längst nicht erreicht ist. Die Osttiroler Situation ist sozusagen ein Spezialfall. Österreichweit werden nach Informationen des Bundesumweltministeriums nur ca. 2/3 der jährlich nachwachsenden Menge eingeschlagen.²⁰⁰ In Deutschland ist die Situation ähnlich.²⁰¹ Insgesamt ist der Biomasseeinsatz also noch steigerungsfähig.

In den vergangenen Abschnitten wurde gezeigt, dass die Nutzung heimischer Biomasse zur Energiegewinnung sowohl ökologische als auch makroökonomische Vorteile nach sich zieht. Die Frage allerdings, ob das Bekenntnis zur Biomasse auch auf betriebswirtschaftlicher Ebene rentabel ist, wurde noch nicht beantwortet. Da ein weiterer Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse nur zu erwarten ist, wenn diese auch auf individueller Ebene eine vorteilhafte Entscheidung darstellt, ist diese Frage allerdings sehr wichtig.

2.2.2.2. Die betriebswirtschaftliche Rentabilität

In diesem Kapitel soll untersucht werden, ob es unter den herrschenden Rahmenbedingungen generell möglich erscheint die Energiegewinnung aus Biomasse gewinnbringend zu realisieren. Aber auch die Frage, inwieweit das Fallbeispiel Lienz ein Vorbild für andere Städte und Gemeinden sein kann, ist an dieser Stelle relevant.

a) Die Kapitalwertmethode

Mit der Kapitalwertmethode ist es möglich Zahlungsströme bei einem gegebenen Marktzinnsniveau auf ihre finanzwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit hin zu bewerten. Die Kapitalwertmethode lässt sich sowohl bei Investitionen und Finanzierungen als auch bei gemischte Zahlungsströmen gleichermaßen verwenden.²⁰² Die Bewertung der Zahlungsströme erfolgt nach folgender Formel:

¹⁹⁹ vgl. dazu u.a. Fritsch et al. (2003), Kap. 2

²⁰⁰ forst.lebensministerium.at, 3.8.2006

²⁰¹ vgl. Nachrichtenmagazin „Focus“, 19/2006, S. 192

²⁰² Als klassische Investition gilt ein Zahlungsstrom dessen erster Cash Flow negativ ist, also eine Auszahlung für die Anschaffung des Investitionsgutes stattfindet, während alle weiteren Cash Flows positiv sind, also

$$\text{Kapitalwert} = \sum C_t / (1+r)^t$$

Dabei steht C_t für den Cash Flow, also den Zu- oder Abfluß liquider Mittel, der in der Periode t anfällt, während r der Zinssatz ist, mit dem kalkuliert wird. Erhält man einen positiven Kapitalwert, so handelt es sich um eine Investitions- oder Finanzierungsmöglichkeit die man wahrnehmen sollte. Bei einem Kapitalwert von Null, entspricht der untersuchte Zahlungsstrom genau der marktüblichen Verzinsung. Bei einem negativen Kapitalwert sollte man hingegen von der jeweiligen Investitions- oder Finanzierungsmöglichkeit Abstand nehmen.²⁰³

b) Der Kapitalwert einer Investition wie der Stadtwärme Lienz

Um die Stadtwärme Lienz mittels der Kapitalwertmethode bewerten zu können müssen zunächst die Cash Flows ermittelt werden, die von den wirtschaftlichen Aktivitäten der Stadtwärme ausgehen. Dabei werden einige Abstraktionen vorgenommen, da es nicht darum geht, ex post die Rentabilität einer Investition zu prüfen, die ohnehin bereits getätigt und nicht wieder rückgängig zu machen ist. Wie bereits erwähnt, steht vielmehr die Frage im Mittelpunkt, ob andere Investoren, die unter ähnlichen Rahmenbedingungen wie in Lienz eine Energiegewinnung aus Biomasse verwirklichen wollen, mit einer angemessenen Rentabilität rechnen können oder nicht. Deshalb soll möglichst von jenen Größen abstrahiert werden, die zwar den Kapitalwert des konkreten Projektes in Lienz beeinflussen können, aber eher einen Lienz Spezialfall darstellen oder einer zufälligen Entwicklung entspringen. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Abstraktionen:

- Die Umsatzerlöse aus Wärme, Strom und Serviceverträgen werden im Jahr ihres Anfalls auch als Zufluss liquider Mittel angesehen. In der Realität entstehen zwar gewisse Unterschiede durch den Auf- und Abbau von Forderungen. Die Diskrepanz sollte sich zum einen aber in einem relativ engen Rahmen halten und sich zum anderen langfristig ausgleichen, da Forderungen nicht bis ins Unendliche auf- oder abgebaut werden können. Drittens ist eine Prognose über die zukünftige Entwicklung des Forderungsbestandes kaum möglich. Und viertens kann die Entwicklung des Forderungsbestandes bis zu einem gewissen Grad dem Zufall entspringen.

Einzahlungen aus den Erträgen, die das Investitionsgut abwirft, stattfinden. Bei einer klassischen Finanzierung ist es genau umgekehrt. Gemischte Zahlungsströme können nicht eindeutig zugeordnet werden, da es mehrere Vorzeichenwechsel gibt.

²⁰³ Für eine genauere Darstellung der Kapitalwertmethode vgl. bspw. Schredelseker (2002), S. 37-79

- Die Materialaufwendungen sowie die sonstigen betrieblichen Aufwendungen werden, analog zu den Umsatzerlösen, im Jahr ihres Anfalls als Cash Flow verbucht. Diese Abstraktion ist ähnlich zu begründen wie im Falle der Umsatzerlöse.
- Cash Flows aus der Körperschaftsteuer werden nicht berücksichtigt. Einerseits hängt die Steuerlast nämlich stark von der Rechtsform einer Unternehmung ab, andererseits unterscheidet sich die Steuerlast von Land zu Land sehr stark. Wie gesagt, wird im Rahmen dieser Analyse aber versucht, möglichst allgemeingültige Aussagen zu treffen.
- Fremdkapitalzinsen werden, zumindest in der ersten Stufe der Untersuchung, nicht berücksichtigt. Es werden also jene Cash Flows ermittelt, die insgesamt an die Kapitalseite verteilt werden können bzw. von dieser beigesteuert werden müssen. D.h. es wird der Frage nach der Gesamtkapital- anstatt der Eigenkapital-Rentabilität nachgegangen. Diese Vorgehensweise wurde aus folgendem Grunde gewählt: die Finanzierung verschiedener Investitionsprojekte (Eigenkapitalquote, Zusammensetzung des Fremdkapitals, etc.) kann sehr unterschiedlich ausfallen, selbst wenn die Projekte an sich relativ ähnlich sind. Die Art der Finanzierung beeinflusst aber nicht nur die Erwartungsrendite auf das Eigenkapital, sondern auch das Renditerisiko. Ein Vergleich verschiedener Investitionsobjekte nur über die Eigenkapitalrendite greift daher zu kurz, man muss Rendite immer in Relation zum Risiko bewerten. Konzentriert man sich auf die Gesamtkapitalrentabilität, spart man es sich, Rendite und Risiko aus der Finanzierung parallel bewerten zu müssen.

Darüber hinaus sei auf das Theorem von Modigliani und Miller über die Irrelevanz der Kapitalstruktur verwiesen.²⁰⁴ Danach hat das Verhältnis von Eigen- zu Fremdkapital keine Auswirkung auf die Gesamtkapitalkosten und damit auf den Kapitalwert des Investitionsobjektes. Zwar lässt sich die Eigenkapitalrendite u.U. durch die Erhöhung des Verschuldungsgrades steigern (sog. Leverage-Effekt), gleichzeitig steigt das Renditerisiko aber ebenfalls an. Mit dem Risiko steigt dann auch die geforderte Eigenkapitalrendite. Die erwarteten Ausschüttungen an das Eigenkapital erhöhen sich also genau so wie der Zinssatz, mit dem diese Ausschüttungen diskontiert werden müssen. Im Saldo sollten sich beide Effekte genau aufheben. Das Theorem von Modigliani und Miller ist aber nicht ganz unumstritten. Deshalb werden im zweiten Teil der folgenden Analyse die Möglichkeiten des Leverage-Effektes aufgezeigt.

²⁰⁴ für eine einführende Darstellung des Theorems von Modigliani und Miller vgl. Schredelseker (2002), S. 347-360

Als nächstes müssen die einzelnen Positionen, die in der Cash Flow Rechnung Berücksichtigung finden, ermittelt werden. Für die Jahre 2000 bis 2005 konnten die entsprechenden Daten aus den Bilanzen der Stadtwärme Lienz GmbH entnommen werden. Für die zukünftige Entwicklung lagen teilweise Schätzungen seitens der Stadtwärme Lienz bzw. der Planungsfirma des Fernheizkraftwerkes vor. Teilweise mussten eigene Schätzungen vorgenommen werden. Da in den Erlös- und Aufwandsgrößen aus den vergangenen Jahren natürlich die Inflation enthalten ist, muss diese auch in den Zukunftsprognosen berücksichtigt werden. Vom Autor dieser Arbeit wird sie pauschal mit 3% für alle Preise ab 2006 angenommen. Diese Schätzung folgt Annahmen, die in der Wirtschaftlichkeitsrechnung für die Altanlage vorgenommen wurden.²⁰⁵ Die kalkulierte Nutzungsdauer der Gesamtanlagen beträgt jeweils 19 Jahre, d.h. bis 2020 für die Altanlage bzw. 2024 für die Neuanlage.²⁰⁶ Diese Nutzungsdauer ist vorsichtig geschätzt. Es ist selbstverständlich davon auszugehen, dass am Ende der Nutzungsdauer Ersatzinvestitionen getätigt werden und die Stadtwärme Lienz nicht etwa stillgelegt wird. Im Rahmen dieser Wirtschaftlichkeitsrechnung wird aber die Veräußerung des Anlagevermögens zu einem bestimmten Wiederverkaufswert angenommen. Im folgenden wird die Ermittlung der einzelnen Größen in der Cash Flow Rechnung erläutert:

- **Wärmeumsätze:** Über die Entwicklung der verkauften Wärmemenge liegen Schätzungen der Stadtwärme Lienz vor. So soll der Wärmeabsatz bis 2010 schrittweise auf 73,9 GWh gesteigert werden.²⁰⁷ Nach Ablauf der Nutzungsdauer der Altanlage wird im Rahmen der folgenden Berechnung davon ausgegangen, dass der Wärmeverkauf auf die Hälfte sinkt. Dies entspricht in etwa dem Anteil der thermischen Nennleistung der Altanlage an der thermischen Nennleistung der Gesamtanlage. Für die Ermittlung des geschätzten Wärmeverkaufspreises wurden die Wärmeumsätze 2005 durch die verkaufte Wärmemenge 2005 dividiert. Der so erhaltene Durchschnittspreis wird unter Berücksichtigung von 3% Steigerung p.A. für die Zukunft fortgeschrieben. Es ist anzumerken, dass in den Wärmeumsätzen nicht nur Umsätze aus dem Verkauf von Wärme, sondern auch sogenannte Leistungsbereitstellungsgebühren enthalten sind, die der Kunde unabhängig von seiner Wärmeabnahme pro Jahr bezahlen muss. Die Preisentwicklung dieser Gebühr

²⁰⁵ Lt. Auskunft von Reinhard Wilhelmer, Stadtwärme Lienz, wird dort von einer mittleren Steigerung des Wärmeverkaufspreises von jährlich 3% ausgegangen. Da man aber nicht vorhersehen kann, wie sich Preise relativ zueinander entwickeln werden, erscheint es dem Autor dieser Arbeit gerechtfertigt, davon auszugehen, dass auch die Steigerung der übrigen Preise im Mittel 3% im Jahr beträgt.

²⁰⁶ vgl. Wärme und Strom für die Stadt Lienz, 1. Auflage 2001 sowie Dokument: „Cash Flow Plan zur dynamischen Amortisationsrechnung für die Neuanlage“

²⁰⁷ Dokument: „Ausbaupläne Fernwärme“

erfolgt jedoch stets im Gleichschritt mit dem Wärmeverkaufspreis.²⁰⁸ Daher ist es angemessen, im Rahmen dieser Arbeit nur von einem einzigen Wärmepreis auszugehen.

- **Stromumsätze:** Über die Entwicklung der Stromproduktion liegen folgende Informationen vor: für 2006 wird mit einer Stromproduktion von 10,225 GWh gerechnet.²⁰⁹ Letztlich soll die Produktion aber auf ca. 11,05 GWh p.a. gesteigert werden.²¹⁰ Für den Ökostrom aus der Altanlage beträgt der garantierte Abnahmepreis durch die TIWAG 0,11 €/kWh für die Neuanlage 0,16 €/kWh.²¹¹ Dieser Preis ist zwar nur auf 13 Jahre eingefroren, da aber keinerlei Aussage darüber möglich ist, in welche Richtung sich der Abnahmepreis nach dieser Zeit entwickeln wird, wird im Rahmen dieser Arbeit davon ausgegangen, dass der jeweilige Preis bis zum Ende der Nutzungsdauer bezahlt wird. Die elektrische Nennleistung der Altanlage beträgt 1 MW, die der Neuanlage 1,5 MW.²¹² Der durchschnittliche Stromverkaufspreis wird also mit

$$(0,11 * 1 + 0,16 * 1,5) / 2,5 \text{ €/kWh}$$

angenommen. Dies entspricht dem Verhältnis der Nennleistungen von Alt- und Neuanlage. Der Autor dieser Arbeit schätzt weiter, dass die Stromproduktion nach Ende der Nutzungsdauer der Altanlage um 1/2,5 auf ca. 6,63 GWh p.A. sinkt, und der Abnahmepreis dann 0,16 €/kWh beträgt.

- **Sonstige Umsatzerlöse:** Die Entwicklung der sonstigen Umsatzerlöse musste geschätzt werden. Da es sich dabei im Wesentlichen um die Erlöse aus Serviceverträgen handelt, hängen diese stark von der Entwicklung der Kundenzahl ab, welche im sog. Verrechnungsanschlusswert (VAW) zum Ausdruck kommt.²¹³ Ende 2005 betrug der gesamte VAW 40,7 MW, bis zum Endausbau der Wärmeversorgung im Jahr 2010 soll er auf 46,2 MW ansteigen.²¹⁴ Im Rahmen dieser Arbeit wird angenommen, dass er linear bis 2010 ansteigt. Um die zukünftige Entwicklung der sonstigen Umsätze prognostizieren zu können, wurden die entsprechenden Umsätze der vergangenen Jahre auf die VAWs in den jeweiligen Jahren regressiert.²¹⁵ Daraus ergibt sich, dass sich die sonstigen Umsatzerlöse

²⁰⁸ Willi Ploner, Stadtwärme Lienz, 7.8.2006

²⁰⁹ vgl. Dokument: „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“

²¹⁰ vgl. Dokument: „Biomasseheizkraftwerk Lienz II: Förderansuchen an die Kommunalkredit Public Consulting GmbH“

²¹¹ Auskunft Reinhard Wilhelmer, Stadtwärme Lienz, 20.4.2006

²¹² vgl. Infobroschüren „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“, 1. und 2. Auflage, 2001 bzw. 2006

²¹³ beim VAW handelt es sich um die Nennleistung der Wärmeabnahmestationen, die bei Kunden installiert sind.

²¹⁴ vgl. Dokument: „Handelbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2005“

²¹⁵ lediglich das Jahr 2003 wurde aus der Regression ausgenommen, da es sich dabei offensichtlich um einen statistischen Ausreißer handelt.

in der Vergangenheit im Durchschnitt um 4,97 € erhöht haben, wenn der VAW um ein KW gestiegen ist. Diese Entwicklung wurde unter Berücksichtigung von einer geschätzten 3% Inflation p.A. für die Zukunft fortgeschrieben.

- **Baukostenzuschüsse:** Wenn sich ein Kunde an die Fernwärmeversorgung anschließen lässt, so muss er dafür einen einmaligen Preis, abhängig von der Dimensionierung seines Anschlusses (VAW des einzelnen Anschlusses), bezahlen. Da der Preis nicht linear, sondern degressiv mit der Größe des Anschlusses ansteigt, musste für die Prognose der zukünftigen Baukostenzuschüsse ebenfalls eine Regression verwendet werden. Es zeigt sich, dass in der Vergangenheit im Durchschnitt 119,90 €/KW VAW bezahlt wurden. Diese Entwicklung wurde unter Berücksichtigung der Inflation fortgeschrieben.
- **Materialaufwand:** Die Prognose des zukünftigen Aufwandes für Biomasse und Heizöl ist relativ umfangreich und wird daher nicht an dieser Stelle, sondern im entsprechenden Rechenschema im Anhang dargestellt. Bei den „Sonstigen bezogenen Leistungen“, die ebenfalls zum Materialaufwand gehören, handelt es sich im Wesentlichen um Strom, der von der TIWAG gekauft wurde. Diese Größe hängt also eng mit dem Energiebedarf in der Stadtwärme zusammen. Für die Zukunftsprognose erscheint es daher plausibel die sonstigen bezogenen Leistungen auf den Brennstoffaufwand der jeweiligen Periode zu regressieren. In den vergangenen Jahren ist der Aufwand für sonstige bezogene Leistungen dabei im Durchschnitt um 0,1277 € gestiegen, wenn sich der Brennstoffaufwand um 1 € erhöht hat. Dieser Trend wird in die Zukunft fortgeschrieben.²¹⁶
- **Personalaufwand:** Für die Neuanlage wird seitens der Planungsfirma (der Bios GmbH) mit einem zusätzlichen Personalaufwand von 48.106,80 € p.A. gerechnet.²¹⁷ Da die Neuanlage die letzten drei Monate des Jahres 2005 bereits in Betrieb war, ist davon auszugehen, dass dieser Wert zu 3/12 bereits im Personalaufwand inkl. Leihpersonal für 2005 enthalten ist. Für 2006 muss der Personalaufwand daher um 9/12 von 48,106,80 € erhöht werden. Außerdem wird im Rahmen dieser Arbeit auch bei den Personalkosten von einer Steigerung von 3 % p.A. ausgegangen.
- Die Vorgehensweise für die Prognose der einzelnen Positionen, die in den **sonstigen betrieblichen Aufwendungen** stecken und im Rahmen dieser Analyse Berücksichtigung finden, ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

²¹⁶ Inflation muss hier nicht mehr berücksichtigt werden muss, da sie ja bereits im Brennstoffaufwand enthalten ist.

²¹⁷ vgl. Dokument: „Liquiditätsplan zur dynamischen Amortisationsrechnung für die Neuanlage“

a) Steuern und Abgaben	Regression auf die Erlöse aus dem Wärmeverkauf in der Vergangenheit
b) Rechts-, Prüf-, Beratungskosten	Durchschnitt aus den Jahren 2001-2005 erhöht um 3 % Inflation p.A.
c) Miete und Pacht	Wert von 2005 erhöht um $9/12 \cdot 10.200 \text{ €}^{218}$ sowie 3 % Inflation p.A.
d) Werbeaufwand	Wert von 2005 erhöht um 3 % Inflation p.A. Der Werbeaufwand war in den ersten Jahren nach der Gesellschaftsgründung deutlich höher. Da die Stadtwärme mittlerweile aber einen gewissen Bekanntheitsgrad erreicht hat, ist davon auszugehen, dass der niedrigere Wert von 2005 für die Zukunft eher repräsentativ ist.
e) Leihpersonal	Ist bereits im Personalaufwand berücksichtigt
f) Fremdleistungen	Durchschnitt aus den Jahren 2002-2005 erhöht um die geschätzten Instandhaltungskosten für die Neuanlage lt. Wirtschaftlichkeitsrechnung der Planungsfirma sowie unter Berücksichtigung der Inflation. ²¹⁹
g) übrige (ohne Buchwertabgang)	Durchschnitt der Jahre 2001-2005 und 3% Inflation p.A.

Tabelle 38: Prognose der sonstigen betrieblichen Aufwendungen

- **Investitionstätigkeit:** Die Cash Flows aus der Investitionstätigkeit lassen sich für die vergangenen Jahre aus den Jahresabschlüssen ermitteln, für die Zukunft liegen Prognosen seitens der Stadtwärme Lienz vor.²²⁰
- **Investitionszuschüsse:** Im Rahmen der staatlichen Förderung bekommt die Stadtwärme Lienz Zuschüsse zu ihren Investitionskosten. Die Auszahlung dieser Förderung erfolgt aber nicht parallel zur Investitionstätigkeit sondern zeitversetzt. Die erhaltenen Cash Flows der Vergangenheit lassen sich aus den Jahresabschlüssen ermitteln, für die Zukunft

²¹⁸ zusätzlicher Mietaufwand lt. Dokument: „Liquiditätsplan zur dynamischen Amortisationsrechnung für die Neuanlage“

²¹⁹ lt. Dokument: „Liquiditätsplan zur dynamischen Amortisationsrechnung für die Neuanlage“ liegt der Instandhaltungsaufwand in den ersten Jahren bei fast Null und steigt ab dem dritten Jahr deutlich an.

²²⁰ vgl. Dokument: „Ausbaupläne Fernwärme“

wird in der Wirtschaftlichkeitsrechnung für die Neuanlage mit einer einmaligen Einzahlung von 2.905.064,94 € kalkuliert. Diese Annahme wurde übernommen.

- **Wiederverkaufswert:** Wie bereits gesagt, wird im Rahmen dieser Berechnung davon ausgegangen, dass das Anlagevermögen der Stadtwärme Lienz am Ende der jeweiligen Laufzeit der einzelnen Anlagen veräußert wird. Im Förderansuchen für die Neuanlage sind sowohl Nutzungsdauer wie auch Investitionskosten für die Komponenten der Neuanlage aufgeschlüsselt.²²¹ Es zeigt sich, dass die Nutzungsdauer wesentlicher Anlagekomponenten deutlich länger als nur 20 Jahre ist. Geht man für die einzelnen Komponenten von einer linearen Abschreibung über ihre Nutzungsdauer aus, so hat das Anlagevermögen am Ende der Laufzeit noch einen buchhalterischen Restwert von ca. 26% bezogen auf die Anschaffungskosten. Es wird angenommen, dass ein ähnlicher Prozentsatz auch für die Altanlage zutreffend ist. Die Veräußerung erfolgt zu jeweils diesem Restwert erhöht um 3% Inflation p.A. ab Anschaffung.

Mit Hilfe der vorgestellten Annahmen und Berechnungsschematas lassen sich die Ein- bzw. Auszahlungsüberschüsse bis zum Jahr 2024 prognostizieren. Die Kapitalwertmethode würde nun vorsehen, dass man die Cash Flows mit einem bestimmten Zinssatz abzinst. Dieser Zinssatz sollte so gewählt sein, dass er genau der marktüblichen Erwartungsrendite eines Investments mit exakt dem gleichen Risiko entspricht.²²² In der Praxis gestaltet sich die Ermittlung dieses Zinssatzes allerdings äußerst schwierig. Letztlich bleibt es eine subjektive Entscheidung jedes einzelnen Investors, welche Verzinsung er mindestens fordert. Daher wurde im Rahmen dieser Analyse ein etwas anderer Weg beschritten: es wurde der Kapitalwert abhängig von Zinssätzen im Intervall von 0% bis 10% ermittelt. Folgende Grafik zeigt die Ergebnisse:

²²¹ vgl. Dokument: „Biomasseheizkraftwerk Lienz II: Förderansuchen an die Kommunalkredit Public Consulting GmbH“, S. 32 sowie Dokument: „Eingabe Wirtschaftlichkeitsberechnung Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen“; es wurden mehrere alternative Nutzungsfristen angegeben, im Rahmen dieser Arbeit wurden die Fristen nach VDI 2067 verwendet.

²²² wenn es bspw. einen Aktienindex für Fernwärmeversorger gäbe, könnte man zwar die durchschnittliche Jahresrendite der letzten 10 oder 20 Jahre berechnen, aber selbst damit wäre noch keine hinreichende Aussage über die zu erwartende Durchschnittsrendite der Zukunft getroffen, da diese von der realisierten Rendite in der Vergangenheit durchaus abweichen kann.

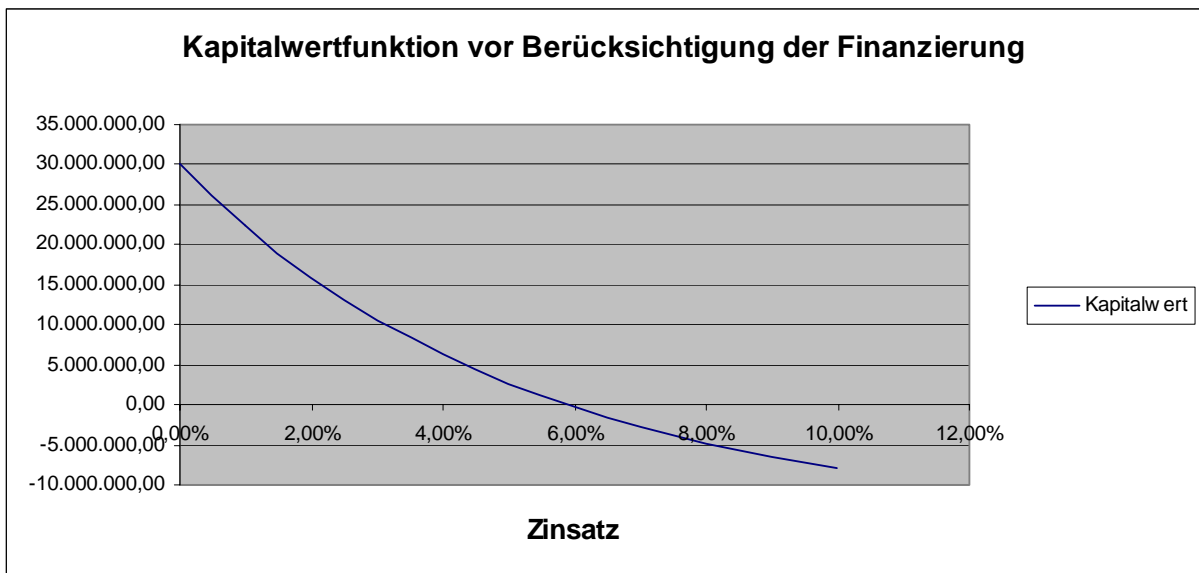


Abbildung 14 : Kapitalwert vor Berücksichtigung der Finanzierung

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Der interne Zinsfuß, jener Zinssatz bei dem der Kapitalwert gerade Null beträgt, liegt bei 5,89%. D.h. solange ein Investor mit Kapitalkosten von 5,89% oder weniger kalkuliert ist die Energiegewinnung aus Biomasse nach dem Lienzer Vorbild ein interessantes Investment für ihn. Bei diesen Kapitalkosten handelt es sich entweder um die geforderte Eigenkapitalrendite bei 100% Eigenfinanzierung oder um den Mischzinssatz aus Eigen- und Fremdkapital, wenn ein Teil des Investments aus Fremdmitteln finanziert wird. Wie angemessen sind aber 5,89% als maximaler Kalkulationszinssatz für ein Investment wie die Stadtwärme Lienz? Im Jahresdurchschnitt 2005 lag bspw. der EURIBOR-Satz²²³, der als Näherungswert für den risikolosen Zinssatz angesehen werden kann, bei 2,33%.²²⁴ Eine gewisse Risikoprämie wäre also vorhanden. Fraglich ist allerdings, ob diese Risikoprämie auch dem Risiko angemessen ist. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Neuanlage, die der Entscheidung zur Errichtung selbiger vorangegangen ist, wurde seitens der Planungsfirma eine dynamische Amortisationsrechnung angefertigt. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, dass der Kapitalwertmethode ähnlich ist und ebenfalls einen Diskontierungszinssatz benötigt, der in gleicher Weise gewählt werden sollte, wie bei der Kapitalwertmethode.²²⁵ Da die Amortisationsrechnung ebenfalls ohne Berücksichtigung der Finanzierung angefertigt wurde, bezieht sich der gewählte Zinssatz also auch auf die Gesamtkapitalrendite, wie in der obigen

²²³ Beim EURIBOR handelt es sich um den durchschnittlichen Zinssatz im Kapitalverkehr zwischen den Banken in der EU

²²⁴ www.oenb.at, 5.9.2006

²²⁵ vgl. „Dokument: „Biomasseheizkraftwerk Lienz II: Förderansuchen an die Kommunalkredit Public Consulting GmbH“, S. 28f.

Kapitalwertrechnung. Es wurde ein Zinssatz von 2,9% gewählt. Dabei handelt es sich allerdings um einen Realzinssatz, d.h. also ohne Inflation, da in der gesamten Rechnung die Inflation vernachlässigt wurde.²²⁶ Es erscheint angemessen davon auszugehen, dass die Autoren der Amortisationsrechnung diesen Zinssatz nicht einfach aus der Luft gegriffen haben, sondern sich darin die Verhältnisse am Kapitalmarkt und die Renditeerwartungen der Investoren, für die sie die Rechnung angefertigt haben, widerspiegeln. Geht man von einer Preissteigerung von 3% aus, wie es im Rahmen der oben vorgestellten Annahmen getan wurde, so würde der entsprechende Nominalzinssatz 5,9% betragen. Ein solcher Kalkulationszinssatz würde hauchdünn über dem oben errechneten internen Zinssatz von 5,89% liegen. Der Kapitalwert wäre leicht negativ. Der Unterschied zwischen beiden Zinssätzen ist aber doch so gering, dass man ihn vernachlässigen kann. Schließlich ist die Prognose der zukünftigen Entwicklung in der Stadtwärme Lienz ohnehin mit gewissen Unsicherheiten verbunden. Man könnte also sagen, dass es sich um ein Investment handelt, das gerade noch im Rahmen einer interessanten Geldanlage liegt. Allerdings ist das Eis dabei sprichwörtlich sehr dünn. Bereits relativ geringe Veränderung der getroffenen Annahmen könnten den Kapitalwert deutlich negativ werden lassen.

Aufgrund des knappen Ergebnisses erscheint es angemessen, zu untersuchen, ob es in der Stadtwärme Lienz möglicherweise unrentable Komponenten gibt, ohne die die Gesamtkapitalrentabilität höher wäre. Dabei erscheint besonders die Investition in das Sonnensegel zweifelhaft. Die Einbindung von Sonnenenergie in das Gesamtkonzept war eine Forderung seitens der Stadt Lienz an die Investoren.²²⁷ Im Jahr 2005 wurden aber nur ca. 33,6 MWh Wärmeenergie über das Sonnensegel erzeugt. Auch in den Jahren davor war die erzeugte Energiemenge ähnlich gering.²²⁸ Die Anschaffungskosten inkl. Stahlkonstruktion und Einbindung in die übrige Anlage betragen aber ca. 400.000 €²²⁹ Geht man von durchschnittlichen Biomassekosten von 15 €/MWh aus, wie es in der Wirtschaftlichkeitsrechnung für die Neuanlage getan wurde²³⁰, so hätte man die 2005 erzeugte Solarwärme leicht aus Biomasse im Wert von nur knapp über 500 € gewinnen

²²⁶ Man geht üblicherweise davon aus, dass der nominale Zinssatz, also jener Zinssatz, den man bspw. für seine Spareinlagen bei der Bank erhält, die Summe aus Realzinssatz und erwarteter Inflation ist. Vgl. dazu Mankiw (2000), S.66

²²⁷ vgl. Pflichtenheft der Stadt Lienz, das für die Errichtung der Altanlage die maßgeblichen Rahmenbedingungen vorgab; veröffentlicht in Dokument: „Reihungsvorschlag der Angebote“

²²⁸ vgl. Dokument: „Betriebsdaten detailliert 1“ sowie Papsch (2005), S.43

²²⁹ Auskunft Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, 8.8.2006

²³⁰ vgl. „Dokument: „Biomasseheizkraftwerk Lienz II: Förderansuchen an die Kommunalkredit Public Consulting GmbH“, S. 35

können. Hier liegt offensichtlich ein krasses Missverhältnis vor. Um zu verdeutlichen inwieweit sich die Kapitalwertfunktion verändert, wenn auf die Errichtung des Sonnensegels verzichtet worden wäre, wird folgende Rechnung durchgeführt:

- Die Investitionskosten im ersten Jahr werden um 400.000 € gesenkt
- Die Brennstoffkosten werden für die Jahre 2001 bis 2005 um 504,59 € p.A. erhöht. Für die darauffolgenden Jahre muss keine Veränderung vorgenommen werden, da die Solarenergie aufgrund ihrer geringen Bedeutung für die Energiegewinnung bei der Prognose der zukünftigen Brennstoffkosten sowieso vernachlässigt wurde.²³¹
- Bei der Ermittlung des Restwertes am Ende der Laufzeit wurde analog zur Gesamtanlage vorgegangen. Die kalkulierte Nutzungsdauer der Solaranlage beträgt 25 Jahre. Der kalkulatorische Wiederverkaufswert der Altanlage im Jahr 2020 wurde entsprechend reduziert.

Nimmt man die beschriebenen Veränderungen vor (vgl. auch Tabelle 62 im Anhang), so verschiebt sich die Kapitalwertfunktion nach rechts, der interne Zinsfuß liegt jetzt bei 6,02%:

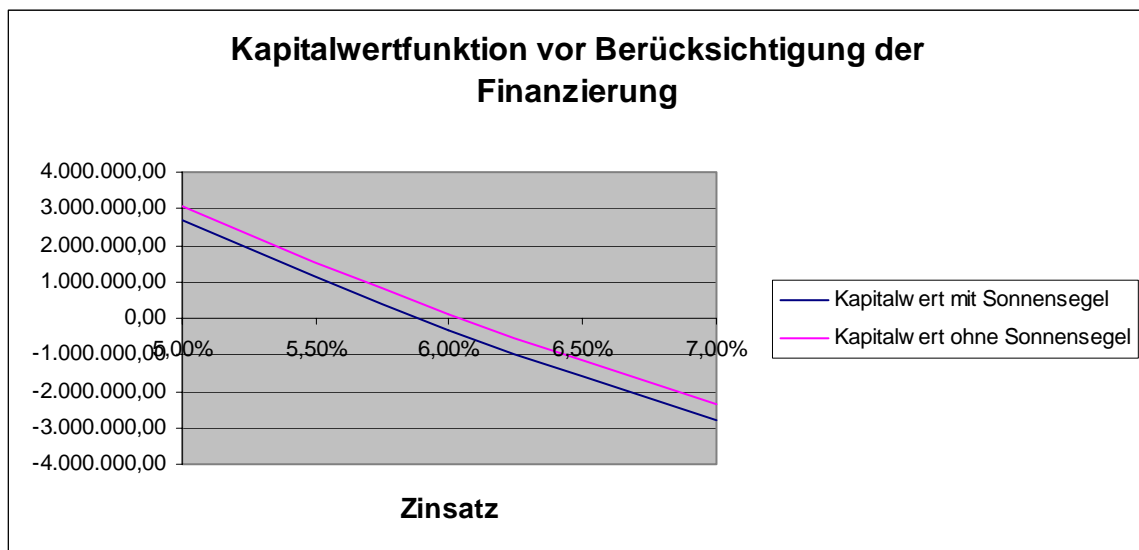


Abbildung 15: Kapitalwerte mit und ohne Sonnensegel

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Die Nutzung von Solarenergie im Rahmen eines Fernheizkraftwerkes scheint also selbst in einer sonnenreichen Stadt wie Lienz nicht rentabel zu sein.

²³¹ vgl. auch das entsprechende Rechenschema im Anhang

c) Die Möglichkeiten des Leverage-Effektes

In den bisherigen Kapitalwertrechnungen wurde die Finanzierung nicht berücksichtigt. Bei den verwendeten Diskontierungszinssätzen handelte es sich also um Mischzinssätze aus Eigen- und Fremdkapitalverzinsung. Hat ein Investor die Möglichkeit sich zu einem Zinssatz unterhalb der internen Verzinsung des Investments zu verschulden, lässt sich die Eigenkapitalrendite „hebeln“. Man spricht dabei vom sog. Leverage-Effekt. Es ist allerdings zu beachten, dass neben der Eigenkapitalrendite auch das Risiko des Investments steigt.²³² Um die Möglichkeiten des Leverage-Effektes zu verdeutlichen, werden folgende Annahmen getroffen:

- Als Basisgröße werden die errechneten Cash Flows ohne Sonnensegel verwendet, da ein rationaler Investor auf das Sonnensegel verzichten sollte.
- Die Investitionen für die Alt- und die Neuanlage sollen jeweils zur Hälfte über ein Annuitätendarlehen bestritten werden. Das erste Darlehen wird im Jahr 2000 aufgenommen, das zweite im Jahr 2005. Die Höhe des ersten Darlehens beträgt die Hälfte aller Investitionskosten, die bis einschließlich 2004 anfallen, das zweite die Hälfte aller danach anfallenden Investitionskosten (die letzte Investition ist für das Jahr 2009 geplant).²³³
- Die Laufzeit des Darlehens soll gleich der Nutzungsdauer der finanzierten Anlage sein, also 20 Jahre
- Der Zinssatz für das Darlehen soll bei 4% liegen. Auf den ersten Blick ist dieser Wert relativ gering. Man kann aber aus den Bilanzen der Stadtwärme Lienz mit Hilfe einer Faustformel der Bilanzanalyse die durchschnittliche Verzinsung der Bankverbindlichkeiten errechnen.²³⁴

$$\text{Zinsaufwand des Geschäftsjahres} / ((\text{Bankverbindlichkeiten zu Jahresbeginn} + \text{Bankverbindlichkeiten zu Jahresende}) / 2)$$

Die so errechneten Verzinsungen der Bankverbindlichkeiten liegen für die Jahre 2001 bis 2005 sogar stets unter 4%. Herr Dipl. Ing. Lach von der Energie Steiermark bestätigte, dass die Stadtwärme Lienz tatsächlich die Möglichkeit habe sich sehr günstig zu

²³² vgl. Schredelseker (2002), S. 336ff.

²³³ vgl. Dokument: „Ausbaupläne Fernwärme“

²³⁴ vgl. Egger et al. (2002), S. 599

verschulden. Dabei handele es sich *nicht* um zinsvergünstigte Darlehen von Förderbanken.²³⁵

Es lässt sich nun folgende Kapitalwertfunktion unter Ausnutzung des Leverage-Effektes ermitteln:

Die interne Verzinsung unter Ausnutzung des Leverage-Effektes beträgt 8,61%. Sie ist als Eigenkapitalrendite, nicht mehr als Mischzinssatz zu interpretieren. Eine Rendite von über 8% befindet sich durchaus in jenem Bereich, den man auch mit konservativen Aktien im langfristigen Durchschnitt erzielt. Allerdings ist zu bedenken, dass es sich bei der Aktienrendite um Renditen nach Körperschaftssteuer handelt. In der obigen Kapitalwertfunktion ist dagegen noch keine Körperschaftssteuer berücksichtigt. Diesem Einwand lässt sich entgegenhalten, dass die Fremdkapitalquote börsennotierter Unternehmen dafür häufig deutlich über 50% liegt. Es wäre also noch Spielraum für eine weitere Hebelung der Rendite vorhanden. Würde man bspw. in der obigen Rechnung nicht nur 50% sondern bspw. 60% der Investitionen über ein Annuitätendarlehen finanzieren läge die interne Verzinsung des Eigenkapitals schon bei 10,70%.

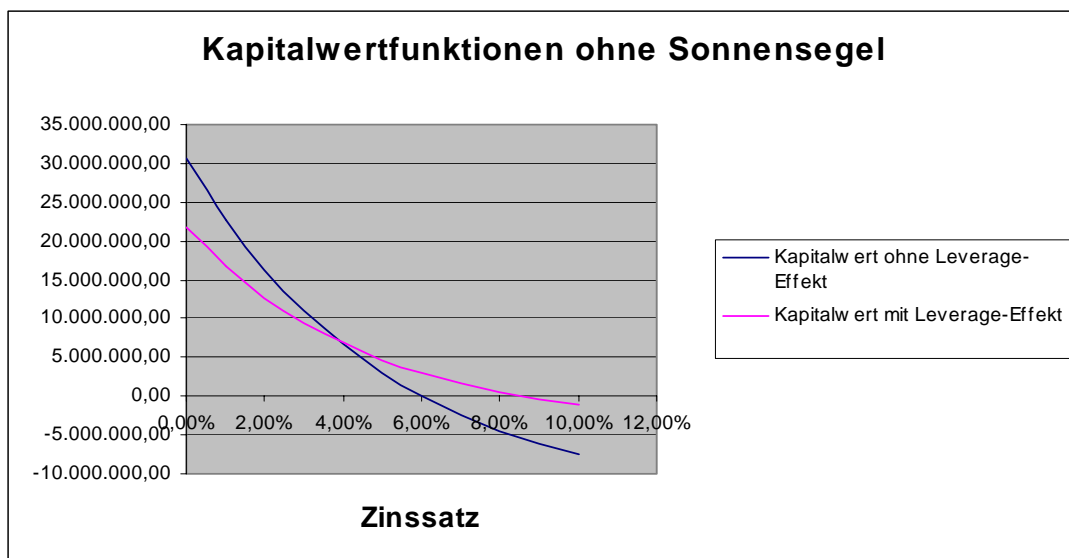


Abbildung 16: Kapitalwertfunktion ohne Sonnensegel

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

²³⁵ Auskunft vom 21.9.2006

Berücksichtigt man also die Möglichkeit, sich zu verschulden, erscheint das Investment in eine Anlage wie die Stadtwärme Lienz durchaus wieder sehr interessant. Der Grund dafür ist, dass es der Stadtwärme Lienz GmbH offenkundig möglich ist, relativ günstige Darlehen in Anspruch zu nehmen. Zu klären wäre allerdings, warum dies möglich ist. Sollten die Banken den Betrieb eines Fernheizkraftwerkes generell als relativ risikoarmes Geschäft einstufen, wäre damit zu rechnen, dass auch andere Investoren die Möglichkeit haben sollten, zu ähnlichen Zinssätzen an Fremdkapital zu gelangen. Wenn die Gesellschafter der Stadtwärme allerdings Haftungserklärungen unterschrieben haben sollten, so stünde die Möglichkeit der günstigen Kreditaufnahme wahrscheinlich nicht jedem Investor offen. Diese Frage kann im

Berücksichtigt man also die Möglichkeit, sich zu verschulden, erscheint das Investment in eine Anlage wie die Stadtwärme Lienz durchaus wieder sehr interessant. Der Grund dafür ist, dass es der Stadtwärme Lienz GmbH offenkundig möglich ist, relativ günstige Darlehen in Anspruch zu nehmen. Zu klären wäre allerdings, warum dies möglich ist. Sollten die Banken den Betrieb eines Fernheizkraftwerkes generell als relativ risikoarmes Geschäft einstufen, wäre damit zu rechnen, dass auch andere Investoren die Möglichkeit haben sollten, zu ähnlichen Zinssätzen an Fremdkapital zu gelangen. Wenn die Gesellschafter der Stadtwärme allerdings Haftungserklärungen unterschrieben haben sollten, so stünde die Möglichkeit der günstigen Kreditaufnahme wahrscheinlich nicht jedem Investor offen. Diese Frage kann im Rahmen dieser Arbeit aber nicht mehr geklärt werden. Die Frage der Risikobeurteilung durch die Banken wäre eigener Untersuchungsgegenstand.

Aus den bisherigen Ergebnissen lässt sich folgendes Fazit ziehen: die Energiegewinnung aus Biomasse nach dem Vorbild Lienz kann auch im finanzwirtschaftlichen Sinne durchaus lohnend sein. Aufgrund der teilweise sehr knappen Ergebnisse, die die obige Untersuchung liefert, sollte die Rentabilität des Investment aber im Einzelfall genau geprüft werden. Vor allem die Einbindung von Solarenergie will sehr gut überlegt sein. Im Fall Lienz scheint es sich dabei um ein sehr zweifelhaftes Investment zu handeln. Außerdem muss geprüft werden, zu welchen Zinssätzen es möglich ist, Fremdkapital aufzunehmen. Denn die Höhe der Fremdkapitalzinsen kann aufgrund der knappen Ergebnisse entscheidend dafür sein, ob es sich um ein lohnendes Investment handelt oder nicht. Auf welche weiteren Einflußgrößen besonderes Augenmerk gelegt werden sollte, die ebenfalls den Kapitalwert maßgeblich beeinflussen, wird in der folgenden Sensitivitätsanalyse untersucht:

d) Sensitivitätsanalyse

Welche Einflußgrößen außer dem Diskontierungszinssatz sind noch besonders kritisch für die Rentabilität eines Investments wie die Stadtwärme Lienz? Um dieser Frage nachzugehen wurde vom Autor dieser Arbeit eine spezielle Excel-Tabelle programmiert, mit Hilfe derer es möglich ist, einzelne Einflußgrößen um einen bestimmten Prozentsatz zu vergrößern bzw. zu verringern und die Veränderung des Kapitalwertes unter Gleichheit aller übrigen Faktoren ersichtlich zu machen. Die zu untersuchenden Einflußgrößen sind:

- die verkaufte Wärmemenge
- der Wärmeverkaufspreis
- verkaufte Strommenge
- Stromverkaufspreis
- Sonstige Umsatzerlöse
- Biomassekosten
- Heizölkosten
- Personalaufwand
- Investitionskosten
- Investitionszuschüsse²³⁶

Die Basis für die Sensitivitätsanalyse bildet die erste der oben dargestellten Kapitalwertfunktionen, also inkl. der Investition in das Solarsegel und ohne Berücksichtigung von Verschuldung. Die genannten Einflußgrößen sollen um jeweils 10% erhöht und gesenkt werden. Von der Exceltabelle werden dann die Ein- und Auszahlungen für alle Jahre automatisch angepaßt. Bei der Veränderung der verkauften Wärme- und Strommengen wird der Materialaufwand der Periode ebenfalls angepaßt. Für die Variierung der Brennstoffkosten wurde die Annahme gesetzt, dass bis 2005 ca. 80% des Materialaufwandes auf Biomasse

²³⁶ damit ist die staatlich Förderung gemeint, nicht die einmalige Anschlußgebühr, die ein Neukunde des Fernwärmenetzes bezahlen muss. Die Anschlußgebühr, die vom Kunden bezahlt werden muss, wurde als eigene Einflußgröße nicht untersucht

entfallen sind.²³⁷ Die restlichen 20% entfallen auf das Heizöl. Diese Annahme ist notwendig, da Biomasse- und Heizölaufwand in den Bilanzen der Stadtwärme Lienz nicht getrennt dargestellt sind.

Als Diskontierungszins wurde der interne Zinssatz von 5,89% gewählt. Auf diese Weise ist der Kapitalwert Null. Die Bedeutung der einzelnen Einflußgrößen lässt sich dann besonders anschaulich darstellen:

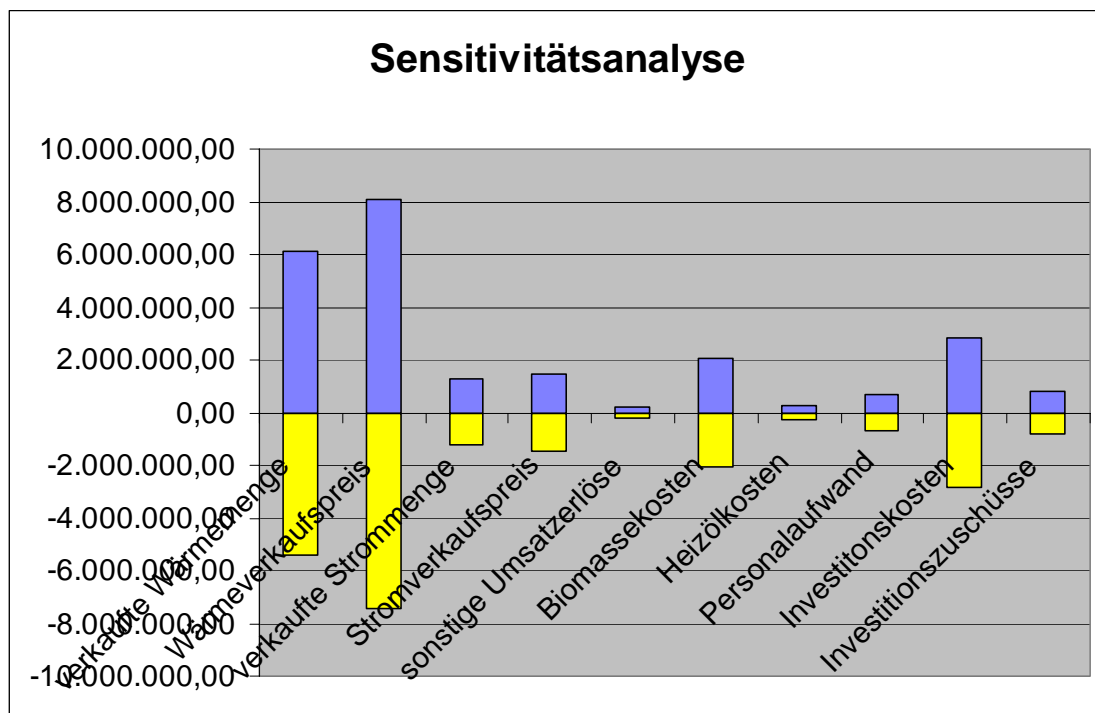


Abbildung 17: Sensitivität der Kapitalwertfunktion

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie man sieht, reagiert der Kapitalwert mit Abstand am stärksten auf den Wärmeverkaufspreis und die verkaufte Wärmemenge. Ebenfalls noch relativ wichtig sind die Biomassekosten, die Investitionskosten sowie die verkaufte Strommenge und deren Preis. Besonders interessant ist, dass die staatliche Förderung in Form der Investitionszuschüsse nur einen relativ geringen Einfluß auf die Rentabilität des Gesamtprojektes hat. Wäre also damit zu rechnen, dass Projekte wie die Stadtwärme Lienz auch ohne staatliche Förderung zustande kommen würden? Ein solches Ergebnis wäre höchst brisant! Werden doch derartige

²³⁷ dies entspricht in etwa der Verteilung in den Jahren 2003 bis 2005; vgl. Dokumente: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2001-2005“ sowie „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“

Förderungen regelmäßig damit begründet, dass die zugrundeliegenden Projekte ohne Förderung nicht realisierbar wären.

Man sollte allerdings zurückhaltend damit sein, die staatlich Förderung für irrelevant zu halten. Ihre Bedeutung für die Gesamtrentabilität ist zwar offenkundig geringer als die anderer Einflußgrößen, aufgrund der knappen Ergebnisse der oben durchgeführten Rentabilitätsanalyse könnte aber gerade die Höhe der staatlichen Förderung entscheidend dafür sein, ob sich ein Investor für die Investition entscheidet oder nicht. Im folgenden Abschnitt wird nun versucht zu klären, ob die staatliche Förderung tatsächlich essentiell ist oder nicht.

e) Die Bedeutung der staatlichen Förderung

Ein erster Schritt zu untersuchen, was passieren würde, wenn die staatliche Förderung ganz wegfallen würde, ist es, die Veränderung der Kapitalwertfunktion zu betrachten. Würden keinerlei Investitionszuschüsse gewährt, würde der interne Zinsfuß des Projektes auf 3,33% sinken. Dass ein vermögensmaximierender Investor eine Investition von der Größenordnung der Stadtwärme Lienz lediglich mit einem nominalen Kalkulationszinssatz (also inkl. Inflation!) von maximal 3,33% bewertet, erscheint relativ unwahrscheinlich. Als Investor käme wohl nur jemand in Frage, für den andere Ziele im Vordergrund stehen, z.B. ein Beitrag zum Umweltschutz, Prestige oder ähnliches. Dafür müsste er bereit sein, sich mit relativ geringen Renditeerwartungen zu begnügen.

Würde sich ein solcher Investor finden, wäre damit aber immer noch nicht gesagt, dass die Realisierung eines derartigen Projektes auch ganz ohne staatliche Förderung möglich wäre. Ein zweiter wichtiger Aspekt der Investitionszuschüsse ist nämlich noch nicht betrachtet worden: die Investitionszuschüsse fallen am Anfang der Laufzeit des Projektes an. Und gerade junge Unternehmen haben häufig Finanzierungsprobleme. Gerade in dieser Phase stellen die Investitionszuschüsse eine wichtige Geldquelle dar. Und es nützt schließlich nichts, dass ein Unternehmen vielleicht nach 20 Jahren eine angemessene Rendite erwirtschaftet hätte, wenn es in der Startphase bereits zahlungsunfähig wird und in Konkurs gehen muss. Welche enorme Bedeutung die staatliche Förderung für ein Unternehmen wie die Stadtwärme gerade in dessen Anfangsphase hat, soll im Folgenden mit Hilfe eines fiktiven Liquiditätsplanes verdeutlicht werden.

Dazu muss zunächst ein fiktives Konto „Bankguthaben“ eingeführt werden. Alle Cash Flows gehen auf diesem ein bzw. von diesem ab. Dazu gehören die Cash Flows aus der

Geschäftstätigkeit und aus der Investitionstätigkeit. Weiters sollen darauf auch die Eigenkapitaleinlagen, die von den Gesellschaftern der Stadtwärme Lienz geleistet wurden, eingehen. Diese lassen sich aus den Bilanzen der Stadtwärme ableiten. Soll- und Habenzinsen betragen auf dem Konto jeweils 4%. Es ist zwar etwas unrealistisch, dass ein Unternehmen wie die Stadtwärme Lienz zum gleichen Zinssatz Geld aufnehmen und anlegen kann. Der Einfachheit halber kann man diese Annahme aber treffen, da für den Untersuchungsgegenstand dieses Modell v.a. die ersten Jahre interessant sind, und in dieser Zeit ohnehin nur Sollzinsen anfallen. Es lassen sich nun zwei Verläufe für den Kontostand prognostizieren. Im einen Fall werden die Investitionszuschüsse voll ausbezahlt, im anderen Fall gibt es keine Förderung:

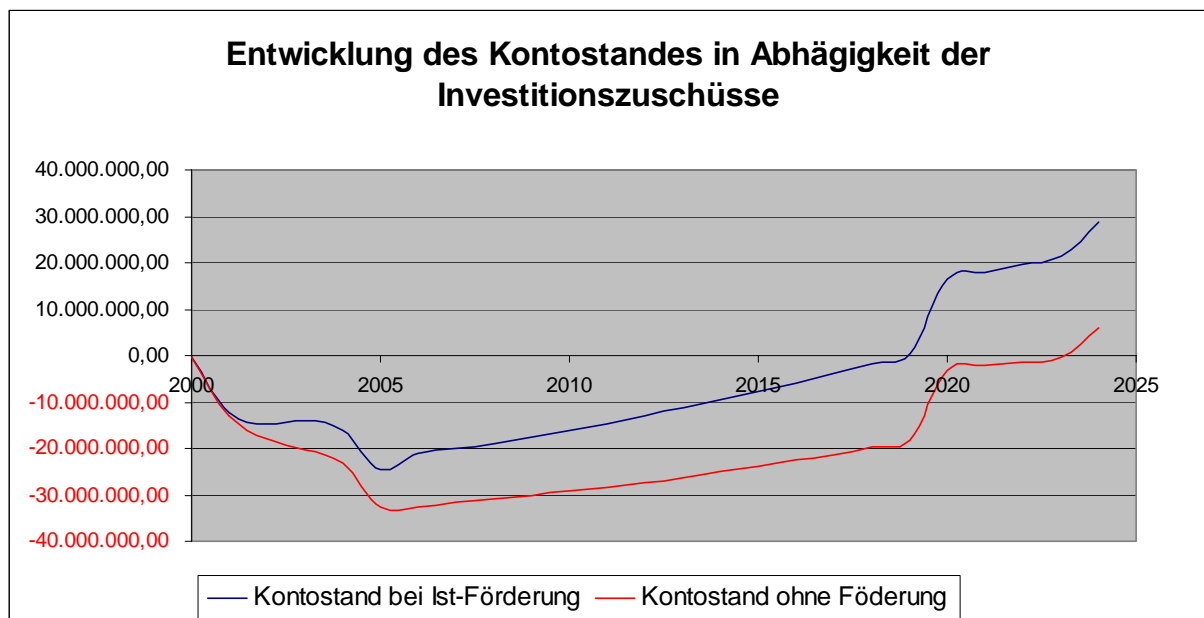


Abbildung 18: Liquiditätsverlauf mit und ohne Investitionszuschüsse

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Wie man sieht, prognostiziert das Modell in beiden Fällen für das Jahr 2005 den größten Schuldenstand. Der Unterschied zwischen beiden Kontoständen in diesem Jahr ist jedoch enorm: beim Erhalt von staatlicher Förderung beträgt die prognostizierte Verschuldung 2005 ca. 24.500.000 €²³⁸, ohne Förderung würde sie dagegen 32.500.000 € betragen. Die Differenz

²³⁸ Der tatsächliche Stand der Verbindlichkeiten lt. Bilanz 2005 beträgt ca. 25.400.000 €. Der Unterschied kommt v.a. dadurch zustande, dass im obigen Modell der Auf- und Abbau von Lagerbeständen, Forderungen, Lieferverbindlichkeiten, etc. nicht berücksichtigt werden und obendrein ein starrer Fremdkapitalzinssatz von 4%

von 8.000.000 € müsste entweder durch zusätzliche Einlagen der Gesellschafter ausgeglichen werden oder aber durch eine Erhöhung des Kreditrahmens. Für die Gesellschafter würde dies eine Steigerung ihrer Einlagen um über 150% bezogen auf die tatsächlich geleisteten Einlagen bedeuten. Würde man dagegen das Liquiditätsdefizit durch zusätzliche Kredite ausgleichen, wäre dafür immerhin eine Erhöhung des Kreditrahmens um über 30% gegenüber dem Niveau bei erhaltener Förderung notwendig. Daran sieht man, welche enorme Bedeutung die staatlichen Investitionszuschüsse gerade am Anfang der Laufzeit einer Investition auf die Liquidität eines Unternehmens wie das der Stadtwärme Lienz haben. Abgesehen davon käme der Kontostand ohne Förderung erst im aller letzten Jahr der kalkulierten Laufzeit aus den roten Zahlen heraus, und dass auch nur aufgrund des fiktiven Verkaufs der Sachanlagen zu ihrem kalkulierten Wiederverkaufswert. Dieser geschätzte Wiederverkaufswert gehört aber zweifellos zu den unsichersten Größen im obigen Modell.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich folgende Schlüsse ziehen: es gibt zwar Einflußfaktoren, die einen wesentlich größeren Einfluß auf die Rentabilität haben als die Investitionszuschüsse. Dennoch ist sie aus mehreren Gründen ein wichtiger Baustein zur Realisierung eines Projektes wie das der Stadtwärme Lienz. Ersten besteht Grund zur Annahme, dass der Wegfall der Förderung die Projektrendite unter ein kritisches Niveau fallen lässt. Zweitens hat die Förderung gerade in den Anfangsjahren einen enormen Einfluß auf die finanzielle Situation eines derartigen Investments. Über Zinseszins-Effekte setzt sich dieser Einfluß bis zum Ende der Laufzeit fort. Es besteht also ebenfalls Grund zur Annahme, dass die Realisierung ohne Förderung an Liquiditätsdefiziten scheitern würde, selbst wenn sich ein Investor fände, der mit einer geringen Projektrendite befriedigt wäre.

2.2.3. Die soziale Dimension

In den vorangegangenen Kapiteln wurde gezeigt, dass mit der Errichtung der Stadtwärme Lienz sowohl ein ökologischer wie ökonomischer Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Stadt Lienz, in der Region Osttirol sowie darüber hinaus geleistet wurde. Die Beurteilung des Nachhaltigkeitsbeitrages der Lienzer Fernwärmeversorgung kann aber erst Anspruch auf Vollständigkeit erheben, wenn auch die soziale Dimension mit einbezogen wurde. Welche Auswirkungen auf sozialer Ebene lassen sich aber erwarten? Teile dieser Fragestellung wurde

Verwendung findet. Dass dennoch der reale Schuldenstand mit dem prognostizierten um nur ca. 3,5% divergiert

bereits in den vorangegangenen Analyseteilen beantwortet. Den Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität, den die Stadtwärme Lienz alles in allem leistet, kann man bspw. auch vor einem sozialen Hintergrund interpretieren. Handelt es sich dabei doch schließlich auch um einen Beitrag zur Volksgesundheit. Andererseits kann man die Steigerung der Wertschöpfung und der Kaufkraft in der Region als sozialen Nachhaltigkeitsbeitrag ansehen. Denn letztlich profitieren davon auch die Privathaushalte. In besonderer Weise profitieren die Waldbesitzer in der Region. Da es sich dabei zu einem beträchtlichen Anteil um bäuerliche Familienbetriebe handelt, wird auch ein aktiver Beitrag gegen den Niedergang der traditionellen Landwirtschaft geleistet. Damit ist der Erhalt von Arbeitsplätzen im ländlich Raum verbunden, was wiederum der Landflucht entgegenwirkt. Und die Eindämmung von Landflucht wird in der Literatur ebenfalls als soziales Ziel einer nachhaltigen Politik betrachtet.²³⁹ Die Förderung landwirtschaftlicher Betriebe durch die Stadtwärme Lienz ist in besonderer Weise garantiert, da mindestens 10% der verfeuerten Biomasse von bäuerlichen Lieferanten stammen muss.²⁴⁰ Für diese Menge ist obendrein ein besonderer Mindestpreis vorgeschrieben, der 2005 um ca. 16% über dem Normalpreis für Rundholz lag. Der direkte Einfluß, den die Stadtwärme Lienz auf den regionalen Arbeitsmarkt hat scheint dagegen nicht allzu groß zu sein, da das Fernheizkraftwerk nur 6 Angestellte hat.²⁴¹

Was bisher noch nicht untersucht wurde, ist die Frage, inwieweit sich die Heizkosten auf Vollkostenbasis verändert haben. Zwar lässt sich aus der makroökonomischen Analyse einige Evidenz dafür ableiten, dass die laufenden Heizkosten für die Kunden der Stadtwärme geringer sind, als bei konventionellen Heizanlagen. Einmalige Investitionskosten, die sowohl für den Anschluß an das Fernwärmenetz als auch für Individualheizungen anfallen, wurden dabei aber nicht berücksichtigt. Wie sich die Kosten der Wärmeversorgung nach Berücksichtigung von Investitionskosten darstellen, soll im folgenden umfangreichen Heizkostenvergleich untersucht werden. Der Heizkostenvergleich wird für mehrere Kundengruppen, vom Privathaushalt bis zum öffentlichen Gebäude, erstellt. Er ist im sozialen Analyseteil angesiedelt, da er direkt die Frage der finanziellen Situation von Privathaushalten betrifft. Und Privathaushalte stellen in jeder Beziehung die bedeutendste Kundengruppe der Stadtwärme Lienz dar. Es sind aber auch die Heizkostenvergleiche für Gewerbebetriebe und öffentliche Gebäude in diesem Kapitel angesiedelt um die Übersichtlichkeit zu wahren.

zeigt, wie effektiv das Modell trotz der vorgenommenen Abstraktionen arbeitet.

²³⁹ Vgl. Di Giulio (2004), S.118

²⁴⁰ Pflichtenheft der Stadt Lienz

²⁴¹ Stand Juli 2006, Auskunft Herr Willi Ploner, Stadtwärme Lienz, 31.7.2006

2.2.3.1. Heizkostenvergleich für die Kunden der Stadtwärme Lienz

Zunächst müssen Daten über die Kundenstruktur der Stadtwärme Lienz erhoben werden. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht:²⁴²

Gebäudeart	Zahl der Objekte	Zahl der Wohn- und Geschäftseinheiten	VAW (in KW)
Ein- und Zweifamilienhäuser	413	560	6.742
Mehrfamilienhäuser	237	2.773	15.485
Gewerbebetriebe	112	194	11.570
Öffentliche Gebäude	38	46	8.198
Gesamt	800	3.573	41.995

Tabelle 39: Kundenstruktur der Stadtwärme Lienz 2006

Quelle: Dokument: „Aktuelle Daten der abgeschlossenen Verträge“; sowie Eigendarstellung

Bei dem Verrechnungsanschlusswert (VAW) handelt es sich um die Dimensionierung des Fernwärmeanschlusses. Die entsprechende Spalte in der obigen Tabelle gibt die Summe der VAWs in der jeweiligen Gebäudekategorie wieder. Wie man sieht, sind die Ein- und Mehrfamilienhäuser zusammen nach der Zahl der Objekte, nach der Zahl der Wohn- und Geschäftseinheiten und nach dem VAW die wichtigste Kundengruppe. Vgl. dazu auch die folgenden Grafiken:

²⁴² repräsentiert den Stand von Mai 2006; Auskunft Willi Ploner, Stadtwärme Lienz, 29.5.2006

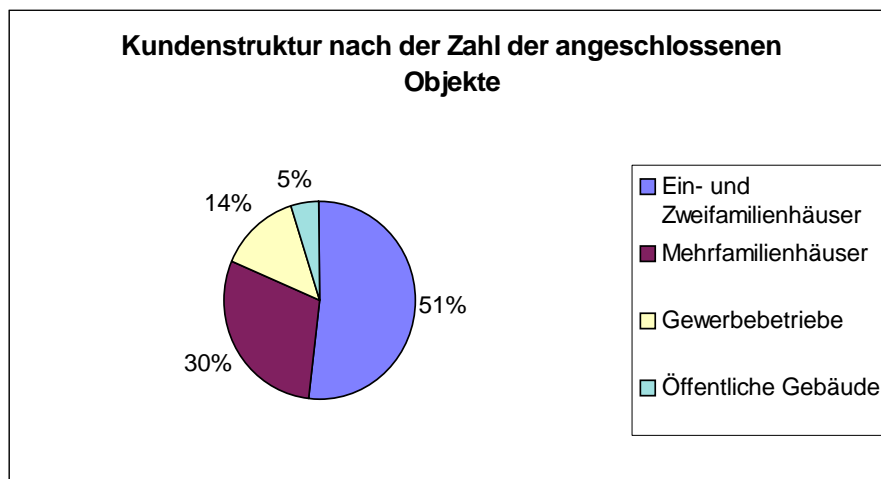


Abbildung 19: Angeschlossene Objekte

Quelle: Dokument: „Aktuelle Daten der abgeschlossenen Verträge, Stand 24.5.2006“; sowie Eigendarstellung

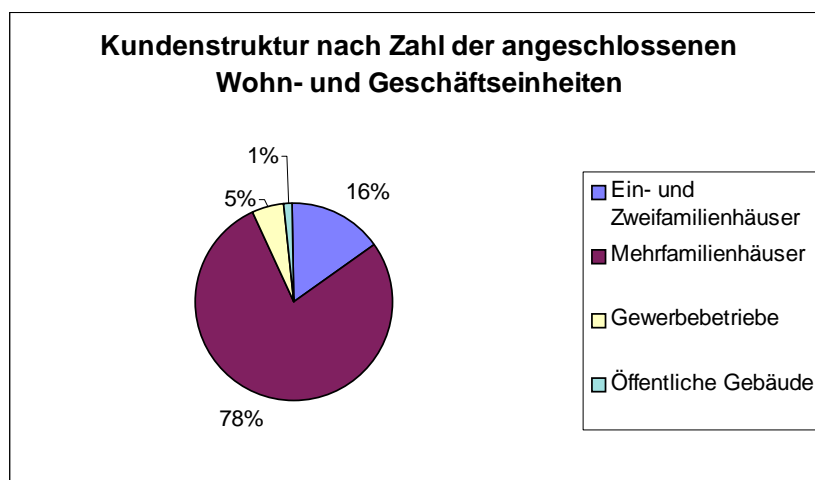


Abbildung 20: Angeschlossene Wohn- und Geschäftseinheiten

Quelle: Dokument: „Aktuelle Daten der abgeschlossenen Verträge, Stand 24.5.2006“; sowie Eigendarstellung

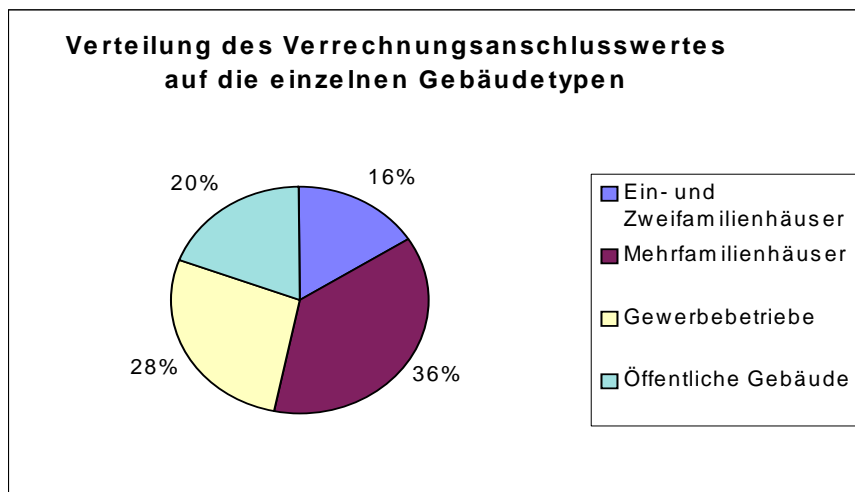


Abbildung 21: Verrechnungsanschlusswerte

Quelle: Dokument: „Aktuelle Daten der abgeschlossenen Verträge, Stand 24.5.2006; sowie Eigendarstellung

Im folgenden Heizkostenvergleich sollen die Vollkosten der Wärmeversorgung für jeweils ein durchschnittliches Objekt aus den vier Gebäudekategorien ermittelt werden. Für die Individualheizungen werden dabei jeweils die Investitionskosten und die Wirkungsgrade moderner Anlagen herangezogen. Daher unterscheiden sich die hier verwendeten Wirkungsgrade von jenen, die für die Emissionsanalyse verwendet wurden. Diese sollten ja möglichst den Durchschnitt der *bestehenden* Anlagen repräsentieren. Der Heizkostenvergleich geht also von der Situation aus, jemand stünde vor der Entscheidung, sich entweder an die Fernwärme anschließen zu lassen oder seine Heizanlage komplett zu erneuern bzw. im Neubaufall in eine solche zu investieren.

Die Vollkosten der Wärmeversorgung setzen sich sowohl für die Fernwärme als auch für die individuellen Heizanlagen aus drei Komponenten zusammen:

- **Investitionskosten:** Für die Fernwärme handelt es sich dabei um die einmalige Anschlußgebühr, bei den Individualheizungen um die Kosten für die Anschaffung und Installation der jeweiligen Heizanlage. Die Höhe der Anschlußgebühren ist abhängig von der Dimensionierung des Anschlusses. Sie konnte dem Tarifblatt der Stadtwärme Lienz

entnommen werden.²⁴³ Die Höhe der Investitionskosten für konventionelle Heizanlagen, die in Frage kämen, ein Objekt ähnlicher Größenordnung zu beheizen, wurden mit Hilfe von Herrn Wilhelmer von der Firma Techno Term in Lienz abgeschätzt (vgl. auch Tabelle 64 im Anhang).²⁴⁴ Die Investitionskosten wurden jeweils auf 20 Annuitäten bei 6% Verzinsung aufgeteilt.²⁴⁵

- **Energiekosten:** Hierunter fallen die Kosten für die abgenommene Wärmemenge bzw. für die eingesetzten Primärenergieträger (z.B. Heizöl oder Brennholz). Die Fernwärmepreise sind aus dem Tarifblatt der Stadtwärme ersichtlich²⁴⁶, die Preise für die übrigen Energieträger entstammen Auskünften von regionalen Brennstoffhändlern sowie von der Kundenberatung der TIWAG. Es handelt sich dabei um dieselben Durchschnittswerte, die auch schon im makroökonomischen Analyseteil verwendet wurden. Die genaue Vorgehensweise bei der Berechnung ist in „Rechenschema 2“ im Anhang erläutert.
- **Nebenkosten:** Die Nebenkosten der Fernwärmeversorgung bildet der sog. Leistungsbereitstellungspreis der Stadtwärme. Dabei handelt es sich um eine jährliche Gebühr, die von der Dimensionierung des Fernwärmeanschlusses abhängt, und die unabhängig von der abgenommenen Wärmemenge anfällt. Die Nebenkosten der individuellen Heizanlagen sind v.a. Strom für den Anlagenbetrieb, Kaminkehrertätigkeiten und Wartungsarbeiten. Die Leistungsbereitstellungspreise konnten dem entsprechenden Tarifblatt der Stadtwärme entnommen werden²⁴⁷, für die individuellen Heizanlagen wurden pauschale Prozentsätze bezogen auf die Energiekosten der jeweiligen Anlage angenommen: 7% für Ölheizungen, 8% für Holzheizungen und 2% für Stromheizungen.²⁴⁸

Nicht berücksichtigt werden folgende Faktoren:

- Anschaffung, Installation und Wartung der gebäudeinternen Wärmeverteilung. Diese Kosten sollten sich für die Fernwärme sowie für alle Formen der Zentralheizung in etwa die Waage halten. Für Einzelöfen sind solche Aufwendungen in der Regel nicht nötig, dafür ist mit ihnen aber auch häufig ein Komfortdefizit verbunden.

²⁴³ vgl. Dokument: „Anschlusspreise der Stadtwärme Lienz, gültig ab 1.1.2004“

²⁴⁴ Auskunft vom 11.7.2006

²⁴⁵ die Laufzeit entspricht der kalkulierten Nutzungsdauer des Fernheizwerkes, der verwendete Zinsfuß entstammt einer Auskunft durch Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, bzgl. der Frage welcher Zinssatz bei der Energie Steiermark für langfristige Heizkostenvergleiche verwendet würde.

²⁴⁶ vgl. Dokument: „Preis- und Tarifblatt der Stadtwärme Lienz, gültig ab 15.12.2005“

²⁴⁷ vgl. Dokument: „Preis- und Tarifblatt der Stadtwärme Lienz, gültig ab 15.12.2005“

²⁴⁸ Schätzung Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term, 11.7.2006

- Kosten für die Räumlichkeiten, in denen die Heizanlagen stehen und in denen die Brennstoffe aufbewahrt werden. Im Falle von Neubauten kann auf den Bau entsprechender Räumlichkeiten verzichtet werden, bei bestehenden Gebäuden wären für diese Räume Opportunitätskosten der entgangenen anderweitigen Nutzung zu veranschlagen. Bei Neubauten kann im Falle des Anschlusses an die Fernwärme weiters auf die Errichtung eines Kamins verzichtet werden. Durch die Nichtberücksichtigung all dieser Kostenfaktoren wird das Ergebnis des Heizkostenvergleichs in gewissem Umfang zu Ungunsten der Stadtwärme Lienz und der Stromheizungen verzerrt. Darauf sei ausdrücklich hingewiesen.
- Zuschüsse, die man für den Anschluß an die Fernwärme oder die Erneuerung seiner Heizanlage in Anspruch nehmen könnte.

Zunächst müssen die Dimensionierungen für den Fernwärmeanschluss sowie die jährlich benötigte Wärmemenge für jeweils ein durchschnittliches Objekt aus jeder Gebäudekategorie ermittelt werden. Darauf aufbauend lassen sich die jährlichen Vollkosten sowohl der Fernwärmeversorgung als auch der individuellen Heizanlagen errechnen.

a) Ein- und Zweifamilienhäuser

Dividiert man den gesamten VAW, der in allen Ein- und Zweifamilienhäusern installiert ist, durch die Anzahl der angeschlossenen Wohneinheiten, erhält man einen durchschnittlichen VAW von ca. 12 KW pro Wohneinheit. Da keine Informationen darüber vorliegen, wie groß Wohneinheiten in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern sind, wird an dieser Stelle die Annahme getroffen, dass alle Wohneinheiten gleich groß seien. Dann ist der VAW für ein repräsentatives Einfamilienhaus gleich dem einer durchschnittlichen Wohneinheit, sprich 12 KW. Wie hoch ist nun der Energiebedarf für dieses Haus? Üblicherweise errechnet man den Primärenergiebedarf mit Hilfe von sog. Volllaststunden. Die Zahl der Volllaststunden gibt an, wie viele Stunden im Jahr die Heizanlage bei voller Last fahren müsste um die benötigte Wärmemenge bereitzustellen. Im langfristigen Schnitt kann man mit ca. 1400 Volllaststunden für einen Fernwärmeanschluss an einem Wohngebäude kalkulieren.²⁴⁹ Dadurch ergibt sich eine geschätzte jährliche Wärmeabnahme aus dem Fernwärmenetz von 16.855 kWh.²⁵⁰ Auf

²⁴⁹ Auskunft Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term, 22.9.2006

²⁵⁰ 12 KW * 1400 h würde nur 16.800 kWh ergeben, bei den 12 KW handelt es sich aber um einen gerundeten Wert.

diesen Daten aufbauend lassen sich folgende jährliche Vollkosten für verschiedene Heizsysteme ermitteln. Es handelt sich dabei um Kosten inkl. USt.:

Heizsystem	Investitions- kostenannuität	Energiekosten	Nebenkosten	Summe
Fernwärme	380,12	1.061,87	257,04	1.699,03 €
Zentralheizung (Öl)	610,29	1.233,12	86,32	1.929,73 €
Zentralheizung (Holz)	784,66	451,03	36,08	1.271,78 €
Zentralheizung (Strom)	435,92	2.415,88	48,32	2.900,12 €
Etagenheizung (Öl)	697,48	1.191,08	83,38	1.971,94 €
Etagenheizung (Holz)	697,48	440,42	35,23	1.173,13 €
Einzelofen (Öl)	697,48	1.191,08	83,38	1.971,94 €
Einzelofen (Strom)	191,81	2.415,88	48,32	2.656,01 €

Tabelle 40: Heizkostenvergleich für ein Einfamilienhaus

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

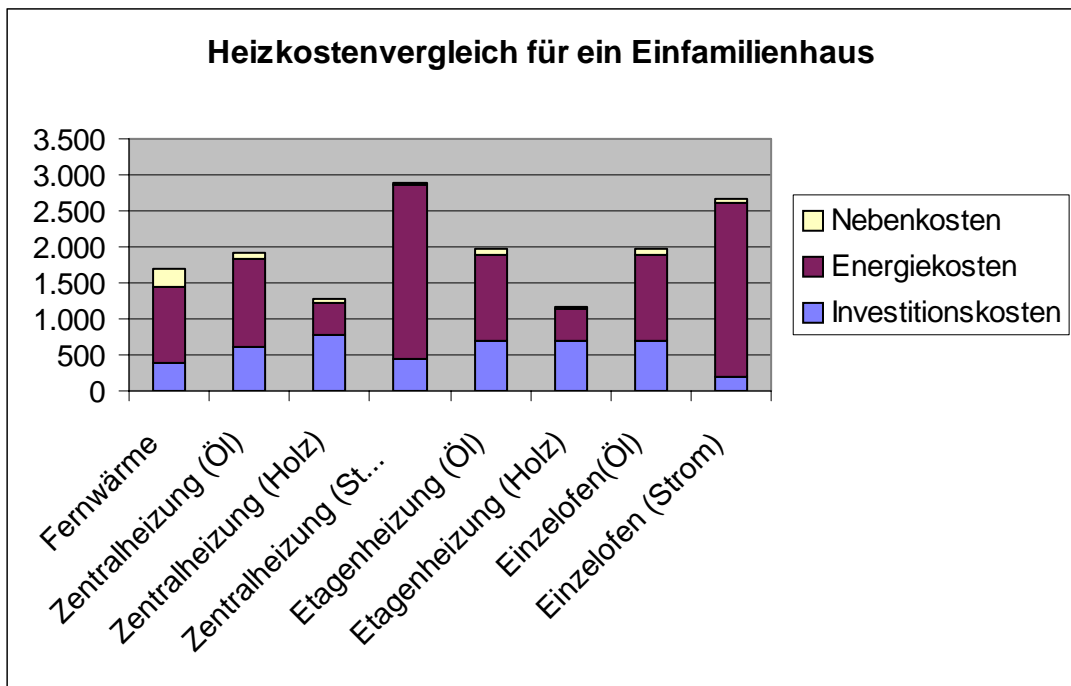


Abbildung 22: Heizkosten eines Einfamilienhauses

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Kohleheizungen wurden nicht in der Betrachtung berücksichtigt, da sie so gut wie nicht mehr gebaut werden.²⁵¹ Zu den Nebenkosten ist folgendes zu sagen: sie werden mit Hilfe der selben pauschalen Prozentsätze geschätzt, die auch schon im makroökonomischen Analyseteil verwendet wurden. Sie entsprechen Erfahrungswerten aus der Vergangenheit. Die Verwendung solcher Prozentsätze bezogen auf die Energiekosten ist aber allenfalls für eine grobe Abschätzung ausreichend. Die Koppelung der Nebenkosten an die Energiekosten führt bspw. dazu, dass die geschätzten Nebenkosten sinken, wenn sich der Wirkungsgrad der Heizanlagen erhöht, also weniger Brennstoff benötigt wird. Gleichzeitig steigen und fallen die Nebenkosten mit dem Preis für den verwendeten Energieträger. Besonders offensichtlich wird dieses Problem im Vergleich der Nebenkosten für Holz- und Stromheizungen: aufgrund des hohen Strompreises werden für Stromheizungen höhere Nebenkosten geschätzt als für Holzheizungen obwohl der verwendete Prozentsatz viel niedriger ist (2% zu 8%). Dies ist ein sicherlich unrealistisches Ergebnis. Besonders die Nebenkosten für Holzheizungen erscheinen etwas niedrig geschätzt. Dies ist eine Folge der drastisch verbesserten Wirkungsgrade von modernen Holzheizanlagen.²⁵² Für den Untersuchungszweck im Rahmen dieser Diplomarbeit ist aber nicht so sehr die exakte Höhe der Gesamtkosten von Bedeutung, da diese sowieso für jedes Gebäude individuell ermittelt werden muss. Vielmehr ist die Reihung der einzelnen

²⁵¹ Auskunft Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term, 11.7.2006

²⁵² Vgl. dazu die Wirkungsgrade moderner Heizanlagen, welche im entsprechenden Rechenschema im Anhang dargestellt sind mit den geschätzten Wirkungsgraden der in Lienz früher verwendeten Anlagen aus Papsch (2005), S. 119

Heizsysteme entscheidend. Wie man leicht sieht, ist dabei der Unterschied der Gesamtkosten der einzelnen Systeme so groß, dass die Reihenfolge selbst bei einer drastischen Veränderung der Nebenkosten erhalten bleiben würde. Die bestimmende Größe sind in aller erster Linie die Energiekosten. Daher wurde auf eine exaktere Ermittlung der Nebenkosten verzichtet.

Es fallen v.a. drei Ergebnisse des obigen Heizkostenvergleichs auf:

- Die Stromheizungen sind deutlich teurer als alle anderen Heizsysteme. Der Grund sind die hohen Energiekosten. Allein die Energiekosten sind höher als die Vollkosten aller anderen Heizanlagen. Diese Ergebnis würde auch dann erhalten bleiben, wenn man mit dem niedrigeren Nachtstromtarif der TIWAG von 0,1016 €/kWh rechnen würde.
- Fernwärme aus Biomasse ist deutlich billiger als Ölheizungen in jeder Form. Dabei ist der Abstand so groß, dass diese Ergebnis auch gegen alle Unsicherheiten, die immer mit einem solchen Heizkostenvergleich verbunden sind, valide ist. Um die Ölheizung wieder konkurrenzfähig zu machen, müsste der Heizölpreis dauerhaft um ca. 20% sinken. Ob dies geschieht, kann bezweifelt werden, da Rohöl nun mal ein begrenzter Rohstoff ist, der täglich weniger wird.
- Individuelle Holzheizungen scheinen noch billiger zu sein, als die Fernwärme. Dieses Ergebnis ist aber mit etwas Vorsicht zu genießen. Zum Einen wurden sicherlich die Nebenkosten unterschätzt. Wesentlich wichtiger sind aber noch zwei weitere Gründe: einerseits wurden, wie bereits erwähnt, nur die Investitionskosten für die Heizanlage selbst berücksichtigt. Die Kosten für die benötigten Räumlichkeiten aber auch für den Kaminbau bei Neubauten wurden außer acht gelassen, obwohl sie keinesfalls unerheblich sind. Gerade für Holz wird viel Lagerplatz benötigt, in Gebieten mit dichter Verbauung kann dies ein besonders Problem werden. Des weiteren sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei allen Holzheizungen um Heizsysteme *ohne* automatische Beschickung handelt. D.h. der Brennstoff muss stets manuell beschickt werden. Besonders problematisch ist dies, wenn man längere Zeit außer Haus ist. Daraus resultiert ein gewaltiges Komfortdefizit gegenüber der vollautomatischen Fernwärme, was der obige Heizkostenvergleich nicht einberechnet. Will oder kann man diesen Komfortunterschied nicht in Kauf nehmen (z.B. weil alle Personen im Haushalt berufstätig sind), müsste man einen Dienstleister beauftragen, der die Beschickung vornimmt. Dies würde aber wiederum Zusatzkosten nach sich ziehen. Welches System letztlich nach Berücksichtigung aller Kostenfaktoren und aller Komfortunterschiede

vorteilhafter ist, lässt sich auch kaum zahlenmäßig darstellen. Gerade die Beurteilung von Komfortunterschieden ist eine höchst subjektive Angelegenheit. Man kann aber vermuten, dass die Fernwärme im Endeffekt mindestens konkurrenzfähig ist. Der Grund dafür liegt in der anhaltend hohen Zahl von Neukunden der Stadtwärme. Der Anschluß an die Stadtwärme erfolgt *ausschließlich freiwillig*. Seit nunmehr sechs Jahren vergrößert sich der Kundenstock jedes Jahr. Der Zuwachs war so enorm, dass sogar die Errichtung eines zweiten Heizhauses notwendig wurde. Wäre der Betrieb individueller Holzheizungen letztlich doch vorteilhafter für den Verbraucher, so hätte sich diese Erkenntnis höchstwahrscheinlich über die Jahre herumgesprochen, da sich viele Verbraucher vor ihrem Anschluß an die Fernwärme umfangreich beraten lassen.

Ökologisch, dies sei hier am Rande erwähnt, erscheint die Fernwärmelösung dem Autor dieser Arbeit jedenfalls vorteilhafter, da man in kleinen Individualanlagen nie jenen Aufwand hinsichtlich der Abgasreinigung betreiben könnte, wie es in der Stadtwärme Lienz getan wird.

b) Mehrfamilienhäuser

Der Heizkostenvergleich für ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus erfolgt analog zur Vorgehensweise beim Einfamilienhaus. Der durchschnittliche VAW eines Mehrfamilienhauses beträgt ca. 65 kW. Auch an dieser Stelle kann man mit 1400 Vollaststunden kalkulieren. D.h. die geschätzte Wärmeabnahme beträgt 91.437 kWh. Darauf aufbauend lassen sich die Vollkosten verschiedener Systeme prognostizieren. Die Werte beziehen sich dabei auf die Heizkosten pro Objekt, nicht pro Wohneinheit. Analog zum Einfamilienhaus handelt es sich um Kosten inkl. USt.:

Heizsystem	Investitions- kostenannuität	Energiekosten	Nebenkosten	Summe
Fernwärme	494,34	5.372,18	1.255,79	7.122,31 €
Zentralheizung (Öl)	1.046,21	6.692,19	468,45	8.206,86 €
Zentralheizung (Holz)	1.394,95	2.447,77	195,82	4.038,54 €
Zentralheizung (Strom)	697,48	13.111,07	262,22	14.070,77 €

Tabelle 41: Heizkostenvergleich für ein Mehrfamilienhaus

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

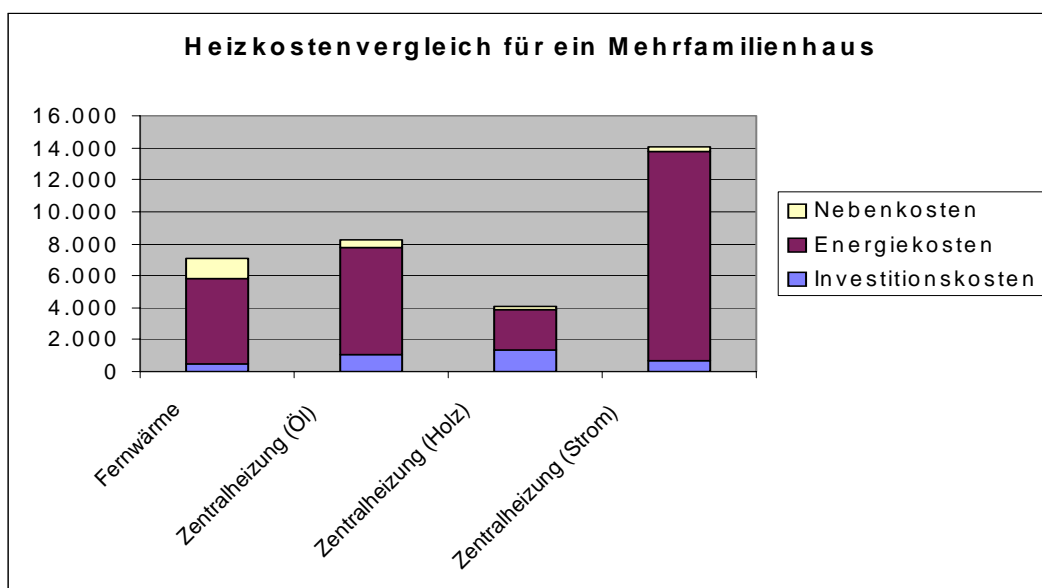


Abbildung 23: Heizkosten eines Mehrfamilienhauses

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Es wurden nur Zentralheizungen mit der Fernwärme verglichen, da der Einbau von Einzelanlagen für jede Wohneinheit im Verhältnis zu höheren Investitionskosten führt, und diese dadurch sowieso kaum konkurrenzfähig wären. Zur Ermittlung der Nebenkosten ist das selbe einzuwenden wie im Bereich des Einfamilienhauses. Das Ergebnis des Heizkostenvergleichs ist demjenigen für das Einfamilienhaus sehr ähnlich: Elektroheizungen sind die teuerste Heizform, gefolgt von der Ölzentralheizung. Am billigsten ist die Nutzung von Biomasse. Bezüglich des Vergleichs zwischen der Stadtwärme Lienz und der individuellen Holzheizung gilt das gleiche, was bereits im Falle des Einfamilienhauses gesagt wurde.

c) Gewerbetriebe

Ein durchschnittliches Gewerbeobjekt hat einen VAW von ca. 103 kW. Man kann dabei mit 1200 Vollaststunden im Jahr kalkulieren.²⁵³ Daraus ergibt sich eine geschätzte Wärmeabnahme von 123.964 kWh. Es lassen sich folgende Gesamtkosten für die Fernwärme und die alternativen Heizsysteme ermitteln. Da Gewerbetriebe in der Regel vorsteuerabzugsberichtig sind, wurden Nettopreise ohne USt. verwendet:

Heizsystem	Investitions- kostenannuität	Energiekosten	Nebenkosten	Summe
Fernwärme	570,33	5.735,83	1.286,13	7.592,29 €
Zentralheizung (Öl)	944,50	7.557,76	529,04	9.031,30 €
Zentralheizung (Holz)	1.598,38	2.764,36	221,15	4.583,90 €
Zentralheizung (Strom)	871,85	14.806,85	296,14	15.974,83 €

Tabelle 42: Heizkostenvergleich für einen Gewerbebetrieb

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

²⁵³ Auskunft Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term, 22.9.2006

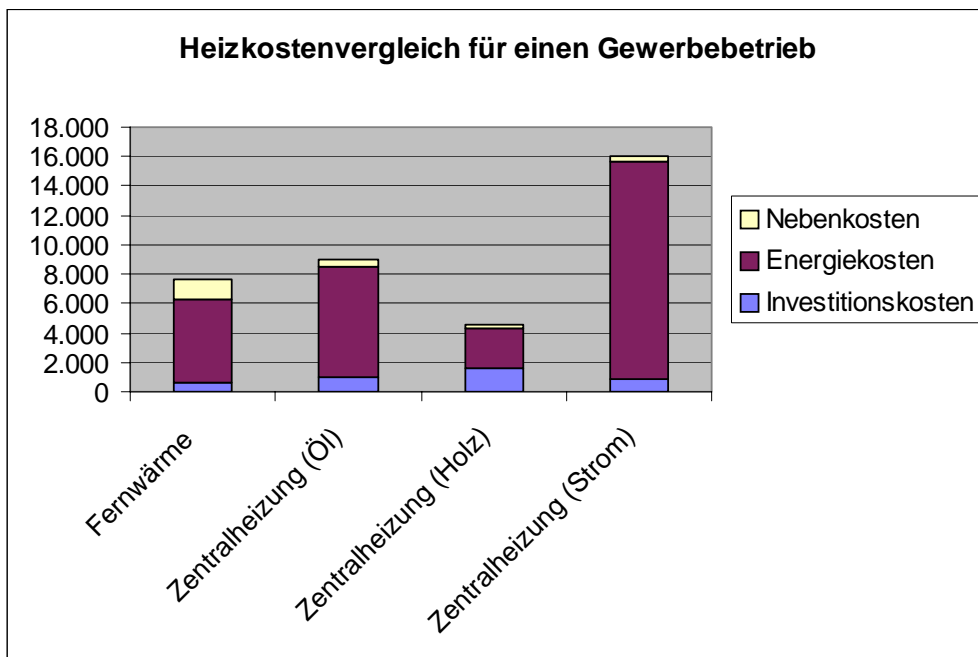


Abbildung 24: Heizkosten eines Gewerbebetriebs

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Auch für einen durchschnittlichen Gewerbebetrieb ergibt sich die gleiche Reihung der Heizsysteme. Auch die Abstände zwischen den Vollkosten sind ähnlich groß. Bezüglich der Holz-Zentralheizung sei gesagt, dass es sich auch hier um eine Anlage *ohne* automatische Beschickung handelt. D.h. die Beschickung würde in diesem Fall höchstwahrscheinlich von einem Angestellten des Betriebes vorgenommen werden müssen, dessen Arbeitszeit man eigentlich als Kostenfaktor veranschlagen müsste. Da die Heizung v.a. im Winter auch an Wochenden und Feiertagen beschickt werden müsste, würde der Betrieb wahrscheinlich sogar einen eigenen Hausmeister brauchen, der ansonsten vielleicht nicht nötig wäre. Außerdem ist zu beachten, dass der jährliche Brennholzbedarf bereits bei ca. 79 fm Scheitholz im Jahr liegt. Dafür wäre eine nicht unwesentliche Lagerfläche nötig, wie folgende Rechnung zeigt: ein Festmeter entspricht ca. 1,4 Raummetern.²⁵⁴ D.h. aufgeschichtet hat ein Festmeter Scheitholz aufgrund von Zwischenräumen ein Gesamtvolumen von 1,4 m³. Würde man die 79 fm Holz 1,5 m hoch aufstapeln bräuchte man eine Lagerfläche von über 73 m². Auch dieser Platzbedarf müsste berücksichtigt werden. Daher sind die ausgesprochen niedrigen Heizkosten für die Holzheizung mit Vorsicht zu genießen.

²⁵⁴ Papsch (2005), S. XVII

d) Öffentliche Gebäude

Der durchschnittliche VAW für öffentliche Gebäude beläuft sich auf ungefähr 216 kW. Dabei kann man analog zum Gewerbebetrieb mit 1200 Vollaststunden rechnen. Die erwartete Wärmeabnahme beträgt demnach 258.884 kWh. Die Gesamtkosten der Wärmeversorgung stellen sich wie folgt dar (Kosten exkl. USt.):

Heizsystem	Investitions- kostenannuität	Energiekosten	Nebenkosten	Summe
Fernwärme	951,04	10.365,72	2.498,23	13.814,99 €
Zentralheizung (Öl)	1.307,77	15.783,45	1.104,84	18.196,06 €
Zentralheizung (Hackschnitzel)	2.034,31	4.991,27	399,30	7.424,88 €

Tabelle 43: Heizkostenvergleich für ein öffentliches Gebäude

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

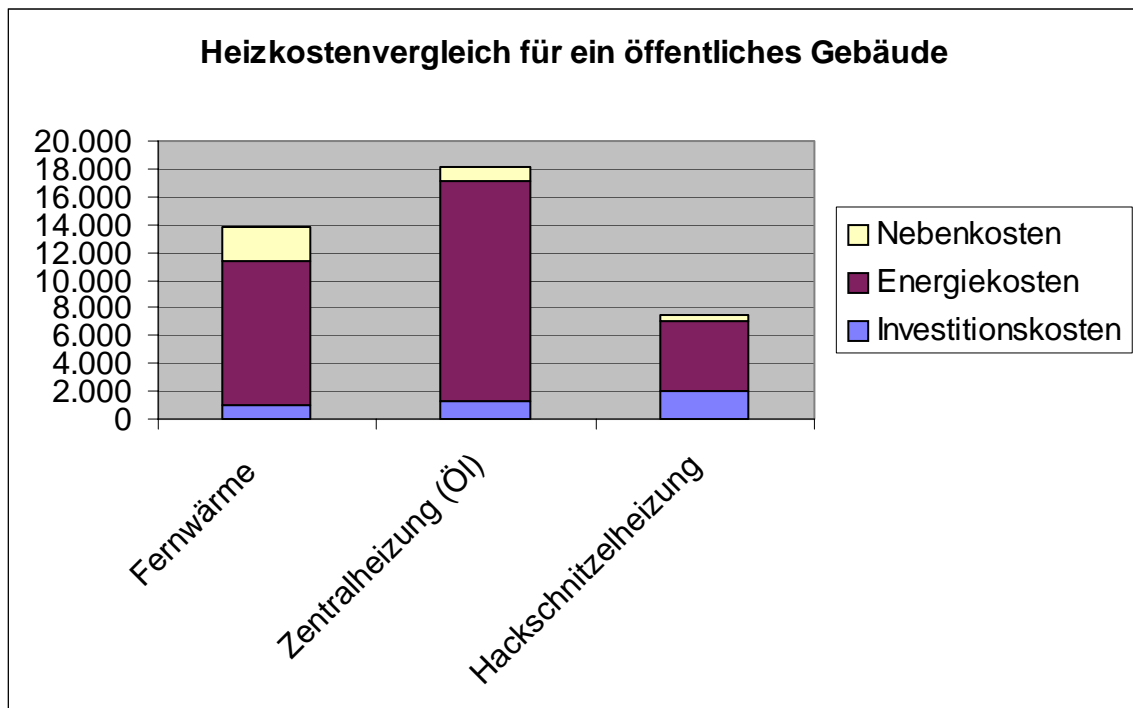


Abbildung 25: Heizkosten eines öffentlichen Gebäudes

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Die Stromheizung wurde nicht berücksichtigt, da i.d.R. keine Stromheizungen in dieser Größenordnung gebaut werden.²⁵⁵ Es ist zu beachten, dass als Holzheizung in der erforderlichen Dimension nur eine Hackschnitzelanlage in Frage kommt. Diese unterscheidet sich von den vorherigen Anlage u.a. dahingehend, dass sie über eine automatische Beschickung verfügt. Dennoch muss man mit dem Anfall von Personalkosten rechnen. Auch eine automatische Hackschnitzelanlage kommt nicht ohne manuelle Betreuung aus. So arbeiten bspw. in Stadtwärme Lienz vier Vollzeitbeschäftigte nur an der technischen Betreuung der Anlage, inkl. Brennstofflogistik und Entsorgung der Rückstandsprodukte. Auch wenn man davon ausgeht, dass eine kleinere Anlage mit weniger Personal auskommt, so wird man trotzdem immer noch mit einem nicht unerheblichen Personalaufwand kalkulieren müssen, der in der obigen Rechnung noch nicht enthalten ist. Der Platzbedarf dürfte darüber hinaus ebenfalls enorm sein. Daher ist auch an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass bei der Betrachtung der Heizkosten für die Hackschnitzelanlage etwas Vorsicht geboten ist.

e) Abschließende Zusammenfassung

Wie man sieht, ist die Nutzung von Biomasse für Wärmezwecke offenkundig in jedem Fall deutlich günstiger als der Einsatz von Heizöl oder Strom, und zwar unabhängig von der Größe des zu heizenden Objekts. Kohleheizungen wurde nicht begutachtet, da diese kaum noch gebaut werden. Es ist allerdings kaum zu erwarten, dass diese billiger wären als Ölheizungen. Zum einen dürften sie in der Anschaffung mindestens so teuer sein wie Ölheizungen, da sie allenfalls noch in geringer Stückzahl gebaut werden. Zum anderen ist Primärenergie aus Kohle noch teurer als jene aus Heizöl extra leicht, wie folgende Grafik zeigt:

²⁵⁵ Auskunft Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term, 11.7.2006

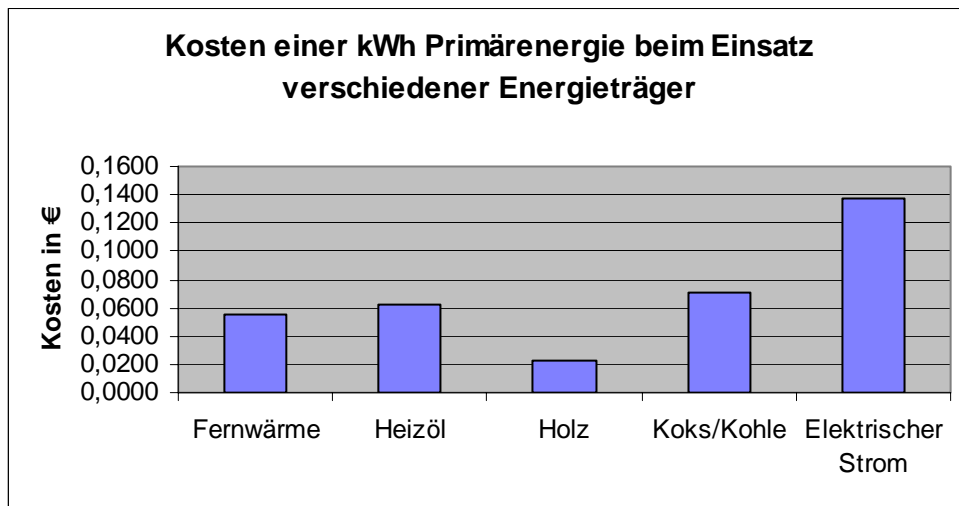


Abbildung 26: Primärenergiekosten

*Quellen: Papsch (2005); Herr Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark;
Auskünfte lokaler Brenstofflieferanten sowie Eigenberechnung und
Eigendarstellung*

Der Kostenvorteil der Fernwärme aus Biomasse gegenüber Heizöl und Kohle würde sich noch weiter vergrößern, würde man die Kosten für die benötigten Räumlichkeiten mit in die Rechnung einbeziehen. Unter den aktuellen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wäre, vom Standpunkt dieses Heizkostenvergleichs aus, also jedem Verbraucher anzuraten ein Heizsystem auf Basis von Biomasse zu wählen. Was den Vergleich zwischen der Fernwärme und individuellen Holzheizungen betrifft, sind dagegen keine generellen Aussagen möglich. Die Entscheidung muss auf Basis einer individuellen Kosten-Nutzen-Kalkulation erfolgen.

Aufgrund der Ergebnisse des obigen Vollkostenvergleichs sowie der Ergebnisse im makroökonomischen Analyseteil kann man davon ausgehen, dass die Heizkosten für die angeschlossenen Objekte heute insgesamt niedriger sind als sie ohne die Stadtwärme Lienz wären. Die dominierende Heizform vor der Errichtung der Stadtwärme war nämlich die Ölheizung, v.a. die Öl-Zentralheizung,²⁵⁶ Diese scheint in jedem Fall teurer zu sein, sowohl was die Vollkosten einer Neuanlage betrifft als auch was den laufenden Betrieb der Altanlagen angeht (vgl. dazu den makroökonomischen Analyseteil). Wie kann man dieses Ergebnis nun vor dem Hintergrund des Nachhaltigkeitskonzeptes beurteilen? Offensichtlich trägt die Nutzung von Biomasse für Raumwärmezwecke einerseits zur Entlastung der

²⁵⁶ vgl. Papsch (2005), S. 117f.

öffentlichen Hand und zur Kostensenkung für Gewerbebetriebe bei. Dadurch wird sie zu einem Baustein bei der Senkung der Abgabenlast und der Sicherung von Arbeitsplätzen in der Region. Andererseits entlastet die Umstellung der Wärmeversorgung die Privathaushalte auch direkt. Daher kann man in jedem Fall sagen, die Fernwärmeversorgung Lienz leistet auch einen sozialen Nachhaltigkeitsbeitrag in der Region.

Es ergibt sich übrigens auch eine mögliche Erklärung für ein scheinbares Paradoxon, das der finanzwirtschaftliche Analyseteil aufgeworfen hat. Zur Erinnerung: die Rentabilitätsanalyse der Energiegewinnung aus Biomasse hatte relativ knappe Ergebnisse geliefert. Daher konnte man nicht vorbehaltlos von der Rentabilität ausgehen. Andererseits verzeichnet Osttirol in den letzten Jahren einen regelrechten Boom bei der Energiegewinnung aus Biomasse, die teilweise auch von Privatpersonen betrieben wird.²⁵⁷ Dies erweckt aber eher den Eindruck, dass Energiegewinnung aus Biomasse höchst profitabel wäre. Wie lässt sich dies erklären? Wie man im Heizkostenvergleich sieht, bietet die Stadtwärme Lienz die Wärmeversorgung derzeit zu Vollkosten an, die deutlich unter jenen einer neuen Ölheizung liegen, und Ölheizungen waren bisher das dominierende Heizsystem. Eine Privatperson, die vor der Frage steht, ob sie sich eine neue Ölheizung oder eine Holzheizung anschafft, wird aber schon dann auf Holz umsteigen, wenn die Holzheizung wenigstens etwas billiger ist. Die Messlatte für die Rentabilität sind in diesem Fall also die Gesamtkosten einer konventionellen Heizanlage. Die Vollkosten einer individuellen Holzheizung erhöhen sich zwar sicher noch einmal deutlich, wenn man wirklich alle Kostenfaktoren berücksichtigt. Der Kostenvorteil gegenüber der Ölheizung war aber so groß, dass man davon ausgehen kann, dass die Gesamtkosten auf jeden Fall niedriger sein werden. Damit lässt sich auch der Boom bei kleineren Anlagen zur Wärmegewinnung aus Biomasse erklären. Würde die Stadtwärme Lienz ihre Preise soweit erhöhen, dass die Kosten der Fernwärme nur mehr knapp unter jenen einer Ölheizung lägen, dann würde auch die Rentabilität der Stadtwärme in die Höhe schießen, denn, wie in Kapitel 2.2.2.2.d) gezeigt wurde, reagiert die Kapitalwertfunktion auf nichts so sensibel wie auf eine Erhöhung des Wärmeverkaufspreises! Dennoch wäre die Stadtwärme gut damit beraten, mit Preiserhöhungen vorsichtig zu sein. Erstens könnte sie dadurch Vertrauen verspielen. Zweitens wäre die Fernwärme dann nur noch für jemanden interessant, der ohnehin sein bestehende Heizung ersetzen muss. In der Praxis hat sich aber gezeigt, dass auch viele Objekte mit noch relativ jungen Heizanlagen an die Fernwärme angeschlossen wurden.²⁵⁸ Bei

²⁵⁷ Interview Herr Golmitzer, Bezirksforstinspektion Osttirol, 21.4.2006

²⁵⁸ vgl. Papsch (2005), S. 49

deutlich höheren Preisen hätten diese sich aber wahrscheinlich nicht an die Fernwärme anschließen lassen. Und drittens würde die Stadtwärme bei kräftigen Preiserhöhungen Gefahr laufen, die Konkurrenzfähigkeit gegenüber den individuellen Holzheizungen zu verlieren. Dann könnte es passieren, dass sich auch im Anschlußgebiet der Stadtwärme viele Personen für eine eigene Biomassefeuerung entscheiden würden.

2.2.4. Innovative Konzepte bei Umsetzung des kommunalen Energieprojektes

In den vergangenen Abschnitten wurde gezeigt, welche Auswirkungen die Errichtung der Stadtwärme Lienz auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene hatte. Aber nicht nur wegen der positiven Folgewirkungen kann man von einem Vorbildcharakter der Lienzener Fernwärmeversorgung sprechen. Bereits in der Phase der Planung und Umsetzung hat sich die Stadt Lienz interessanter Konzepte bedient. Aufgrund ihres innovativen Charakters soll diesen Konzepten ein eigener Abschnitt, der letzte der Fallstudie, gewidmet werden. Im Wesentlichen handelt es sich um zwei Konzepte, die voneinander unabhängig eine entscheidende Rolle gespielt haben:

- **Umfassende Bürgerbeteiligung:** Im Rahmen des kommunalen Energieprojektes in Lienz wurde versucht, die betroffene Bevölkerung stets mit in den Entscheidungsprozess einzubinden. Durch bestimmte organisatorische Elemente wurde dieses Ziel erreicht.
- **Public Private Partnership:** Damit wird die besondere Zusammenarbeit von öffentlicher Hand und privaten Investoren bezeichnet. Diese Zusammenarbeit muss zwar nicht zwingend auf kommunaler Ebene stattfinden, von seinen Wurzeln her bezieht sich der Begriff aber gerade auf die Behandlung *städtischer* Problemzonen.²⁵⁹

Im folgenden wird nun die Bedeutung des jeweiligen Konzeptes im Umsetzungsprozess für die Lienzener Fernwärmeversorgung genauer dargestellt:

²⁵⁹ vgl. dazu Gabler Wirtschaftslexikon (2000), Stichwörter „Public Private Partnership“

a) Bürgerbeteiligung

In Januschke (2004) wurde sehr ausführlich dargestellt welche Rolle die Bürgerbeteiligung während der gesamten Entstehungsgeschichte der Stadtwärme Lienz spielte. Es wurde bereits erwähnt (vgl. Kapitel 2.1.1. „Die Entstehungsgeschichte der Stadtwärme Lienz“), dass am Anfang die Veröffentlichung höchst unbefriedigender Daten bezüglich der Luftgüte im Lienzener Talboden stand. Die Politik reagierte auf den Handlungsdruck, mit dem sie sich konfrontiert sah, durch die Initialisierung des „Kommunalen Energieprojektes Lienz“. Dieses Projekt verfolgte das Ziel, durch die Reduktion des Energieverbrauchs in Lienz und die Errichtung umweltfreundlicherer Formen der Energieversorgung die Luftqualität zu verbessern.²⁶⁰ Um dieses Energieprojekt nicht zu einer bloßen Worthülse verkommen zu lassen, wurde ihm von Anfang an ein ausgeklügelter institutioneller Rahmen gegeben. Im Mittelpunkt stand dabei das Ziel, die betroffene Bevölkerung möglichst weitgehend in den Entscheidungsprozess einzubinden.²⁶¹ Mit der Leitung des Projektes wurde die „Energie Tirol“, eine Non Profit Organisation des Landes Tirol für die kommunale Energieberatung, beauftragt. Zum leitenden Gremium innerhalb des Energieprojektes wurde der sog. „Energierat“, welcher von der Energie Tirol beraten wurde. Der Energierat war ein „freiwilliger Ausschuss mit beratender Funktion für den Gemeinderat“, im Sinne der Tiroler-Gemeindeordnung von 2001.²⁶² Der Energierat bestand aus 15 stimmberechtigten Personen. Die fünf im Gemeinderat vertretenen Parteien durften dabei jeweils ein Mitglied stellen. Bei den übrigen 10 Personen handelte es sich um Vertreter von Umwelt- und Berufsgruppen sowie von der Verwaltung, aber auch um einfache interessierte Bürger. Letztlich war also eine Vielzahl von Anspruchsgruppen, sog. „Stakeholdern“, vertreten.²⁶³ Dadurch sollte einerseits eine möglichst enge Zusammenarbeit von Politik, Administration und Bürgern erreicht werden, andererseits die Legitimation des Energierates und seiner Entscheidungen gegenüber der Bevölkerung gefördert werden. Dieses Vorgehen steht im Einklang mit der Nachhaltigkeitskonzeption. So wird in der Nachhaltigkeitsliteratur immer wieder eine möglichst weitreichende Einbeziehung von Stakeholderinteressen in den Entscheidungsprozess gefordert.²⁶⁴

²⁶⁰ vgl. Januschke (2004), S. 116ff.

²⁶¹ vgl. Januschke (2004), S. 114

²⁶² Januschke (2004), S. 121

²⁶³ Stakeholder meint in diesem Zusammenhang all jene Personengruppen, die von den Entscheidungen innerhalb des Energieprojektes in Zukunft oder Gegenwart direkt oder indirekt betroffen sind.

²⁶⁴ Vgl. dazu bspw. das „EFQM-Modell“ zur Nachhaltigen Unternehmensführung in Promberger et al. (2006), 104 ff.

Da politische Vertreter nur eine Minderheit bildeten, wurde die Arbeit des Energierates auch nicht durch politische Auseinandersetzungen beeinflusst.²⁶⁵ Neben der Betreuung und Beratung durch die Energie Tirol wurden auch immer wieder externe Berater bei verschiedenen Fragestellungen herangezogen. Die Aufgaben des Energierates waren folgende:

<i>Bereich:</i>	<i>Aufgabe:</i>
Planung	Formulierung von Prioritäten, Zielen und Maßnahmen
	Ideelle, fachliche, organisatorische Begleitung des „Kommunalen Energieprojektes Lienz“
	Auswahl der zu bearbeitenden Projekte
Vorberatung	Erarbeitung von konkreten Umsetzungsvorschlägen für die Beschlussfassung in den Gemeindeorganen (GR/STR)
Tätigkeiten	Regelmäßige Berichterstattung an den Gemeinderat
	Umfassende Dokumentation des Projektes
	Fachliche Beratung der Gemeindeorgane
	Aufnahme von Impulsen und Anregungen aus der Bevölkerung, Verwaltung etc.
Beteiligung	Ankoppelung an andere Gremien, Interessensgemeinschaften, Stakeholder, interessierte Organisationen etc.
	Einbeziehung örtlicher Fachkompetenz
	Einbeziehung interessierter und betroffener Bürger
	Aktivierende Motivation möglichst vieler Bürger

Tabelle 44: Aufgaben des Energierates

Quelle: Januschke (2004)

Des Weiteren installierte die Stadt Lienz innerhalb ihrer Verwaltung eine eigene Umweltabteilung, die besonders eng mit dem Energierat zusammenarbeitete. Im Rahmen des Abreibsbudgets der Umweltabteilung und des Entscheidungsspielraumes, den die öffentlichen Verwaltungsvorschriften lassen, konnten viele Entscheidungen des Energierates schnell und unbürokratisch von der Umweltabteilung umgesetzt werden. Daher ging die Funktion des Energierates faktisch über den rein beratenden Charakter hinaus. Dies war allerdings auch von Anfang an so beabsichtigt worden.²⁶⁶

²⁶⁵ vgl. Januschke (2004), S. 122-125

²⁶⁶ vgl. Januschke (2004), S. 115

Zunächst organisierte der Energierat eine Vielzahl von Informationsveranstaltungen, die v.a. der Bewußtseinsbildung in der Bevölkerung dienen sollten. In der darauffolgenden Phase wurden dann konkrete Lösungsvorschläge ausgearbeitet. Die Bevölkerung war in allen Phasen dazu aufgerufen, sich aktiv am Energieprojekt zu beteiligen, z.B. durch eigene Vorschläge. Neben der Errichtung der Stadtwärme Lienz erscheinen v.a. folgende Maßnahmen, die auf die Arbeit des Energierates zurückzuführen sind, besonders erwähnenswert:

- **Aktivierende Datenerhebung:** dabei wurden energierelevante Daten von 2.500 Lienzer Haushalten erhoben. Dadurch sollte einerseits ein „entscheidungsfähiges Datenmaterial“ gewonnen und andererseits die Bevölkerung verstärkt zur Mitarbeit am Energieprojekt motiviert werden.²⁶⁷
- **500 Dächer-Programm:** Jene Hauseigentümer, deren Objekte eine schlechte Wärmedämmung der Dächer aufwiesen, wurden dazu animiert die Wärmedämmung nachzurüsten. Die Nachfrage nach den Dämmstoffen wurde dabei innerhalb des Programms gebündelt, wodurch Preisnachlässe von bis zu 30% erzielt werden konnten. Daneben gab es Direktzuschüsse der Stadt.²⁶⁸

Als Herzstück des Energieprojektes ist aber zweifellos die Errichtung des Biomasse-Fernheizkraftwerkes zu sehen. Die wirtschaftliche Umsetzung dieses Projektes wird im Abschnitt „Public Private Partnership“ dargestellt. An dieser Stelle soll aber noch erwähnt werden, dass die Bevölkerung auch in die Entscheidung zur Errichtung des FHKW in besonderer Weise mit eingebunden war. Die Entscheidung zur Errichtung der Stadtwärme wurde letztlich im Rahmen einer offenen Entscheidung der Bürger gefällt. Zu diesem Zwecke wurde die endgültige Beschlussfassung über die Errichtung an die Auflage gebunden, dass es bis zum 13. September 2000 gelingt, mindestens 56% der thermischen Endleistung des Fernheizkraftwerkes über Wärmeabnahmeerklärungen zu verkaufen.²⁶⁹ Da keinerlei Anschlusszwang bestand kann man also von einer offenen Entscheidung der Bürger für oder gegen das Fernheizkraftwerk sprechen. Der erforderliche Anschlussgrad wurde von der Stadtwärme dabei bereits deutlich vor dem Stichtag erreicht.

²⁶⁷ Januschke (2004), S. 144f

²⁶⁸ Januschke (2004), S. 145f.

²⁶⁹ Januschke (2004), S. 153f.

Wie man sieht, war die Bevölkerung auf mehreren Ebenen in die kommunalpolitischen Entscheidungen eingebunden. Weiters wurde auf freiwillige Partizipation der betroffenen Gruppen Wert gelegt. Daher kann man das Kommunale Energieprojekt Lienz zweifelsohne als ein Beispiel für ein bürgernahes Management kommunaler bzw. regionaler Problemfelder ansehen. Außerdem entspricht diese Vorgehensweise, wie bereits erwähnt, dem Nachhaltigkeitsgedanken, bei dem auf Freiwilligkeit und Partizipation großen Wert gelegt wird.²⁷⁰

b) Public Private Partnership

Auf deutsch meint dieser Ausdruck soviel wie Partnerschaft zwischen öffentlicher Hand und privater Seite. Der dahinterstehende Grundgedanke wurde in den 40iger Jahren in der US-Stadt Pittsburgh entwickelt. Private und öffentliche Partner sollten sich dabei zusammenschließen um die „Entwicklung und Erneuerung städtischer Problemzonen zu betreiben“.²⁷¹ Mittlerweile ist i.w.S. aber bereits von Public Private Partnership die Rede, wenn private und öffentliche Seite irgendwie auf formeller oder informeller Ebene zusammenzuarbeiten um gemeinsame Ziele zu erreichen. Im Fall der Stadtwärme Lienz handelt es sich aber um ein klassisches Beispiel: die Stadt Lienz wollte etwas gegen die schlechte Luftqualität im Lienzer Talboden tun. Im folgenden soll die spezifische Art der Zusammenarbeit und ihre Bedeutung bei der Realisierung der Lienzer Fernwärmeversorgung dargestellt werden.

Vom Start des Energieprojektes Lienz an hatte es Pläne gegeben eine biomassegestützte Fernwärmeversorgung zu errichten. Als die Entscheidung dafür endgültig gefallen war, entschloss man sich aber zu einem grundlegend anderen Vorgehen, als es in ähnlichen Fällen von anderen Städten und Gemeinden gewählt wurde: weder die Stadtwerke noch eine örtliche Genossenschaft sollte/n Träger/in der neuen Anlage sein. Vielmehr wollte man private Investoren, die bereits in der Fernwärmebranche etabliert waren, gewinnen. Zu diesem Zwecke wurde im Energierat eine Untergruppe „Fernwärme“ gegründet, die zusammen mit einem technischen Berater der Energie Tirol das sog. „Pflichtenheft“ ausarbeitete. Dabei handelte es sich um eine Sammlung von Anforderungen, die die Rahmenbedingungen für die

²⁷⁰ vgl. bspw. auch Di Giulio (2004), S. 64

²⁷¹ Gabler Wirtschaftslexikon (2000), Stichwort „Public Private Partnership“

Realisierung einer Fernwärmeversorgung festlegten. U.a. waren im Pflichtenheft folgende Dinge geregelt:²⁷²

- Mögliche Standorte für das Fernheizwerk bzw. Fernheizkraftwerk.
- Zu erreichender Mindestanschlussgrad.
- Solarenergie war in das Konzept zu integrieren.
- Anteil des Gesamtenergiebedarfs, der mindestens aus Biomasse und Solarenergie zu decken ist (80%).
- 10% der jährlich eingesetzten Biomasse muss von bäuerlichen Lieferanten stammen. Dabei war ein Mindestpreis von 250 S zu bezahlen, der sich jährlich der Veränderung des Wärmeverkaufspreises anzupassen hatte.
- Ein technisches sowie wirtschaftliches Unternehmenskonzept war beizubringen.
- Umweltstandards, die einzuhalten waren, wurden festgelegt.

Die Entscheidung für einen bestimmten Investor sollte in einem Wettbewerb gefällt werden.²⁷³ Dazu wurde dieser Wettbewerb öffentlich bekannt gemacht (1.9.1998). Allen interessierten Firmen wurde dann die Möglichkeit gegeben in einem Teilnehmerhearing Fragen bzgl. des Wettbewerbsablaufs zu besprechen (25.9.1998). Da Firmen aus der Fernwärmebranche schon längere Zeit ernsthaftes Interesse an Lienz hegten, konnte eine Reihe potentieller Investoren gewonnen werden. Der Grund für diese Interesse lag v.a. in der Bebauungsdichte, die Lienz für eine Fernwärmeversorgung sehr geeignet erscheinen ließ.²⁷⁴ Aber auch die Abwesenheit eines konkurrierenden leitungsgebundenen Systems (z.B. Erdgas) dürfte eine Rolle gespielt haben. Bis zum 9.11.1998 mussten die interessierten Unternehmen ihre Grobkonzepte eingereicht haben. Zur Beurteilung der eingereichten Vorschläge wurde eine dreiköpfige Fachjury, die aus zwei Dozenten der TU Graz und einem Betriebswirt bestand, zu Rate gezogen.²⁷⁵ Die Projektvorschläge waren von den teilnehmenden Firmen auf eigene Kosten zu erstellen, Verpflichtungen für die Stadt Lienz entstanden in keiner Weise. Im Februar 1999 hatten alle Teilnehmer die Gelegenheit ihre Projektvorschläge im Rahmen einer Firmenpräsentation noch einmal dem Energierat, der Fachjury sowie dem Gemeinderat der Stadt Lienz vorzustellen. Bis Mai 1999 bewerteten die Mitglieder der Fachjury die

²⁷² vgl. Pflichtenheft der Stadt Lienz; veröffentlicht in: Dokument: „Reihungsvorschlag der Angebote“

²⁷³ Januschke (2004), S. 151

²⁷⁴ Papsch (2005), S. 36

eingereichten Projektvarianten.²⁷⁶ Danach wurden die drei Unternehmen, die die interessantesten Vorschläge unterbreitet hatten, dazu eingeladen detailliertere Planungen zu erstellen. Bis spätestens 15.9.1999 mussten diese eingereicht werden. Anschließend wurden sie von der Fachjury bewertet, wobei das Konzept der STEFFE (Steirische Fernwärme, heute: Energie Steiermark) am interessantesten erschien.²⁷⁷ Im weiteren Verlauf sicherte sich die Steirische Fernwärme die Kooperation des Tiroler Stromversorgers TIWAG. Im November 1999 trat die Stadt Lienz in Detailverhandlungen mit der Anbietergemeinschaft STEFFE / TIWAG. Am 15.12.1999 erfolgte der Grundsatzbeschluss über die Realisierung des Fernwärmeprojektes durch den Gemeinderat der Stadt Lienz. Man hatte sich auf folgende Aufteilung der Gesellschaftsanteile geeinigt: 48% STEFFE, 48% TIWAG, 4% Stadt Lienz.²⁷⁸ Die 4% der Stadt Lienz entsprachen dem Wert des Grundstücks welches von der Stadt zur Verfügung gestellt wurde. Ein weiteres finanzielles Engagement der Stadt gab es nicht. Im März 2000 wurde die Stadtwärme Lienz GmbH formell gegründet, im Oktober erfolgte der Baubeschluss für das Heizkraftwerk. Am 1.10.2001 konnte das Werk schließlich in Betrieb genommen werden.²⁷⁹

Im wesentlichen sind zwei Vorteile zu nennen, die dieses innovative Vorgehen für die Stadt Lienz hatte:

- Zum einen konnte auf diese Weise das finanzielle Risiko für die Stadt minimiert werden.
- Zum anderen konnte das Vorhandene Know-how erfahrener Unternehmen genutzt werden. Vorteile birgt dies v.a. bei der technischen Ausgestaltung der Anlage. Wäre die Stadt Lienz alleiniger Träger der Anlage gewesen, hätte sie sich zur Gänze auf den Rat externer Berater verlassen müssen, da sie über keinerlei Vorwissen aus diesem Bereich verfügte.

Das Public Private Partnership Modell bietet also offensichtlich gewisse Vorteile, die durchaus bestechend erscheinen. Sicherlich wird es nicht immer möglich sein, einen solchen Weg auch in anderen Städten und Gemeinden zu beschreiten. Die Stadt Lienz war zweifellos besonders prädestiniert, da sie bereits seit längerem im Blickfeld der Fernwärmebranche

²⁷⁵ vgl. Januschke (2004), S.151

²⁷⁶ Januschke (2004), S. 152

²⁷⁷ vgl. Dokument: „Reihungsvorschlag der Angebote“

²⁷⁸ Januschke (2004), S. 153

²⁷⁹ Januschke (2004), S. 158

stand. Dennoch erscheint es empfehlenswert die Möglichkeit einer Kooperation zwischen öffentlicher und privater Seite nach dem Lienzener Vorbild zu prüfen, wenn eine Kommune die Errichtung einer Fernwärmeversorgung plant. Man kann also auch in diesem Bereich durchaus von einer gewissen Vorbildwirkung der Stadt Lienz sprechen.

3. Zusammenfassung der Ergebnisse

In den vorigen Kapiteln wurde eine Vielzahl von Indikatoren ermittelt, die Aufschluß über den Nachhaltigkeitsbeitrag der Stadtwärme Lienz geben können. Teilweise wurde bereits kurz erläutert, wie die einzelnen Indikatoren vor dem Hintergrund des Nachhaltigkeitskonzeptes zu interpretieren sind. Die Betrachtung der Themenfelder „Ökologie“, „Ökonomie“ und „Soziales“ erfolgte bisher aber weitgehend isoliert von einander. Daher sollen die einzelnen Ergebnisse in dieser Stelle zu einem Gesamtbild aggregiert werden.

Am Beginn dieser Diplomarbeit standen bekanntlich zwei Fragen. Zum einem sollte untersucht werden, was die Energiegewinnung aus Biomasse zur Nachhaltigkeit in der Region beitragen kann. Zum anderen war von Interesse, inwieweit der Stadt Lienz eine gewisse Vorbildfunktion zukommen kann.

Zunächst zum Nachhaltigkeitsbeitrag: dieser kann ohne weiteres als enorm bezeichnet werden. Es ist in allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit gelungen wesentliche Verbesserungen für Stadt Lienz und die gesamte Region Osttirol zu erreichen. Besonders groß sind die Auswirkungen im ökologischen und ökonomischen Bereich. So konnte die Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft zu einem großen Teil verwirklicht werden. Eine solche Umstellung wird immer wieder als Baustein einer nachhaltigen Entwicklung genannt.²⁸⁰ Besonders deutlich wird die Abkehr vom früheren System der Durchflusswirtschaft am Beispiel der CO₂-Emissionen. Diese konnten gegenüber der konventionellen Energiegewinnung im Jahr 2005 um über 80% gesenkt werden. Ab 2006 wird die Senkung aufgrund technischer Veränderungen im Heizkraftwerk schätzungsweise sogar über 90% betragen. Die CO₂-Bilanz ist zwar noch nicht ganz ausgeglichen, d.h. das Kreislaufprinzip ist noch nicht vollständig verwirklicht, aber zumindest ein sehr großer Teil der Energiegewinnung erfolgt nun mittels geschlossener Stoffkreisläufe. Aber auch im ökonomischen Bereich konnten Kreisläufe geschlossen werden, wie die Wertschöpfungs- und die Einkommensstromanalyse belegen.

Des weiteren kann man von einem Nachhaltigkeitsbeitrag sowohl im Sinne der Effizienzstrategie, als auch der Konsistenzstrategie sprechen. Beide Strategien wurden im Theorieteil vorgestellt. Die Effizienzstrategie fordert eine Verbesserung des Input-Output-

Verhältnisses. Dies wurde über die Senkung des Primärenergiebedarfs für Raumwärmezwecke erreicht. Ursache dafür sind die verbesserten Wirkungsgrade der Fernwärmeversorgung gegenüber den alten Heizanlagen. Die Konsistenzstrategie geht noch einen Schritt weiter und fordert eine generelle Umweltverträglichkeit anthropogener Stoffströme. Diese Umweltverträglichkeit ist im Falle der Stadtwärme Lienz zwar sicherlich nicht 100%ig verwirklicht. Ersten ist die CO₂-Bilanz immer noch nicht ganz ausgeglichen, und zweitens werden darüber hinaus auch andere Luftschadstoffen emittiert. Dennoch zeigt der Vergleich mit der konventionellen Energiegewinnung, dass auch hier wesentliche Verbesserungen erzielt werden konnten. Der einzige Wertmühtropfen ist der Anstieg der NO_x-Emissionen. Hier wäre zu prüfen, ob nicht eine weitere Verbesserung für die Zukunft möglich wäre.

Es wird immer wieder betont, dass es einer Veränderung der Qualität des Wirtschaftswachstums bedarf.²⁸¹ Wirtschaftswachstum und Umweltschutz dürfen keine Gegensätze mehr bilden, um von einer nachhaltigen Entwicklung sprechen können. Wie die Ergebnisse des ökonomischen Analyseteils zeigen, ist auch dies in Lienz gelungen. Die regionale Wertschöpfung und Kaufkraft konnten deutlich gesteigert werden, um bis zu 2.900.000 € Außerhalb der Region dürfte die Wertschöpfung bei kurzfristiger Betrachtung zwar zurückgehen, da ein Teil des dortigen Produktionskapitals nicht mehr benötigt wird. Dies gilt aber nur für einen Übergangszeitraum. Langfristig dürfte das Produktionskapital kaum brach liegen bleiben. Es ist vielmehr zu erwarten, dass damit in Zukunft andere Güter produziert werden, für deren Herstellung in der Vergangenheit kein Kapital zur Verfügung stand. Bei langfristiger Betrachtung ergeben sich daher weltweite Wachstumspotentiale. Und diese Wachstumspotentiale konnten, wohlgerneht, bei gleichzeitiger Reduktion der negativen Umweltfolgen aus dem Wirtschaftsprozess eröffnet werden.

Neben den ökologischen und ökonomischen Auswirkungen finden sich aber auch Anknüpfungspunkte für einen sozialen Nachhaltigkeitsbeitrag. Zum einen ist die Förderung der Volksgesundheit über die Verbesserung der Luftqualität zu nennen. Weiters konnten die Heizkosten offenbar deutlich gesenkt werden. Diese Senkung bezieht sich sowohl auf die Kosten für den laufenden Betrieb der alten Individualheizungen, als auch auf die Vollkosten

²⁸⁰ vgl. u.a. Promberger et al. (2006), S. 83

²⁸¹ vgl. Di Giulio (2004), S. 42

neuer Heizanlagen. Allerdings ist zu erwähnen, dass sich die Senkung nur im Saldo quer über alle Gebäude und Heizanlagen ergibt. Im Einzelfall kann ein Anstieg der Heizkosten durch die Umstellung auf Fernwärme nicht ausgeschlossen werden.

Im Falle der Fernwärmeversorgung der Stadt Lienz ist es also offensichtlich gelungen sowohl ökologische, ökonomische wie auch soziale Zielsetzungen in beispielhafter Weise zu kombinieren. Daher erscheint es absolut berechtigt, von einem enormen Nachhaltigkeitsbeitrag zu sprechen. Darüber hinaus kann auch die Einbindung der Bevölkerung in den Entscheidungsprozess, der der Errichtung des Fernheizkraftwerkes voranging, als nachhaltig angesehen werden. Steht sie doch im Einklang mit Forderungen, die sich auch in der Nachhaltigkeitsliteratur finden.

Die zweite zentrale Fragestellung war jene nach der Vorbildfunktion der Stadt Lienz. Kann man anderen Städten und Gemeinden die Umsetzung von Energiegewinnung aus Biomasse nach dem Lienzer Vorbild empfehlen? Nach Ansicht des Autors dieser Diplomarbeit auf jeden Fall ja! Der Hauptgrund für diese Empfehlung ist der offensichtlich enorme Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Region. Aber auch in der Zusammenarbeit mit privaten Investoren (Private Public Partnership) hat die Stadt Lienz einen innovativen Weg beschritten, der ebenfalls Vorbildwirkung haben kann. Einzig die Einbindung der Sonnenenergie in die Energiegewinnung erscheint fragwürdig. Potentielle Investoren sollten die Anschaffung eines Solarsegels genau prüfen, wenn sie die Realisierung einer ähnlichen Anlage planen. Ansonsten aber kann man die Übernahme der technischen und wirtschaftlichen Ausgestaltung der Lienzer Anlage nur empfehlen.

Zu guter letzt seien noch ein paar Worte zur öffentlichen Förderung derartiger Projekte gesagt. In Kapitel 2.2.2.2. wurde gezeigt, dass eine Verwirklichung ohne öffentliche Förderung wohl nicht möglich wäre. Sogar mit staatlicher Förderung sind die Ergebnisse der Rentabilitätsanalyse noch knapp. Daher ist potentiellen Investoren in jedem Fall eine genaue Überprüfung der Projektrentabilität zu empfehlen. Soll der Einsatz von Biomasse zur Energiegewinnung auch in Zukunft ausgeweitet werden, so erscheint es unbedingt erforderlich das bisherige Niveau der Förderung aufrecht zu erhalten, zumindest so lange sich nicht die übrigen Rahmenbedingungen weiter zu Gunsten der Biomasse verändert haben. Die Förderung sollte dabei aus fiskalpolitischer Sicht aber nicht als Belastung für den Haushalt

sondern vielmehr als Investition verstanden werden. So wird sich die Ankurbelung des Wirtschaftswachstums durch die Nutzung heimischer Energieträger langfristig auch auf den Staatshaushalt positiv auswirken. Des weiteren dürfte die Verbesserung der Luftqualität zu einer Verminderung von Erkrankungen und damit zu einer Senkung der Kosten im Gesundheitssystem führen. Ob allerdings eine Ausweitung der staatlichen Förderung über das derzeitige Niveau hinaus nötig ist, erscheint ebenfalls fraglich. In Osttirol jedenfalls hat der Holzeinschlag bereits die Nachhaltigkeitsgrenze erreicht, was nicht zuletzt auf den enormen Anstieg der Nachfrage nach Energieholz zurückzuführen ist. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Biomasse als Energieträger unter den gegebenen Rahmenbedingungen bereits konkurrenzfähig ist. Dies gilt zumindest für Biomasse in Form von Holz. Es gibt also Grund zur Annahme, dass auch im übrigen Österreich die Nutzung von Energieholz in den nächsten Jahren sukzessive gesteigert werden wird. Österreichweit ist der Holzeinschlag nämlich noch stark steigerungsfähig. Bisher werden nur ca. 2/3 der jährlich nachwachsenden Menge eingeschlagen. Es wäre wünschenswert, wenn dieses Potential in Zukunft genutzt werden würde. Die nachhaltige Entwicklung in Österreich würde dadurch auf jeden Fall sehr gefördert werden. Dies kann als zentrale Botschaft dieser Diplomarbeit verstanden werden.

Literaturverzeichnis

Bücher

- „Brockhaus Enzyklopädie“, Brockhaus GmbH, Mannheim 1998
- Böhnisch H.: „Nahwärmefibel“, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart 2004
- Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): „Innovative Verfahren zur Wärme- und Stromerzeugung aus Biomasse“, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster 2002
- Di Giulio A.: „Die Idee der Nachhaltigkeit im Verständnis der Vereinten Nationen“, Lit Verlag, Münster 2004
- Dybe G., Rogall H. (Hrsg.): „Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit“, Ed. Sigma, Berlin 2000
- Egger A., Samer H., Bertl R.: „Der Jahresabschluß nach dem Handelsgesetzbuch; Band 1: der Einzelabschluß“, Linde Verlag, 2002
- Fritsch M., Wein T., Ewers H-J.: „Marktversagen und Wirtschaftspolitik“, Verlag Vahlen, München 2003
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.): „Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft-Wärme-Kopplung: Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum“, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow 2000
- „Gabler Wirtschaftslexikon“, Gabler, Wiesbaden 2000
- Gerken L., Renner A.: „Nachhaltigkeit durch Wettbewerb“, J.C.B. Mohr, Tübingen 1996
- Greif M.: „Von der lokalen zur regionalen Nachhaltigkeit“, Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg, Oldenburg 2000
- Gugele B., Huttunen K., Ritter M.: „Kyoto-Fortschrittsbericht Österreich 2004“, Umweltbundesamt GmbH, Wien 2004
- Januschke O.: „Umfassende Bürgerbeteiligung. Untersuchung am Beispiel des kommunalen Energieprojektes der Stadt Lienz“, Diplomarbeit an der Fachhochschule „Technikum Kärnten“, 2004
- Lun G.: „Der Einsatz regenerierbarer Energiequelle aus ökonomischer Sicht, untersucht am Beispiel des Fernheizwerkes Toblach“, Diplomarbeit an der Universität Innsbruck, 1998
- Mankiw N. G.: „Makroökonomik“, Schäffer Poeschel Verlag, Stuttgart 2000

- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Hessisches Ministerium für Umwelt Landwirtschaft und Forsten, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft Naturschutz und Umwelt (Hrsg.): „Leitfaden. Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21“, Eigenverlag, Druck: Druckhaus Darmstadt GmbH, Darmstadt 2000
- Nussbaumer T.: „Energie aus Holz. Vergleich der Verfahren zur Produktion von Wärme, Strom und Treibstoff aus Holz“, Bundesamt für Energiewirtschaft (Schweiz) 1997
- Papsch F.: „Klimaschutz und bessere Luftgüte durch erneuerbare Energien: Fallbeispiel Fernwärme der Stadt Lienz“, Wegener Zentrum der Karl-Franzens-Universität Graz, Graz 2005
- Pfanner C.: „Das Konzept der Nachhaltigkeit und seine Reize“, Diplomarbeit an der Universität Innsbruck, 2000
- Promberger K., Spiess H., Kössler W.: „Unternehmen und Nachhaltigkeit“, Linde Verlag, Wien 2006
- Schredelseker K.: „Grundlagen der Finanzwirtschaft“, Oldenbourg Verlag, München 2002
- Starik, W.: „Fernwärme als Baustein im Umweltschutz“, Fachverband Gas&Wärme, Wien 1993
- Tietenberg T.: „Environmental and natural resource economics“, Addison-Wesley, Boston 2003
- Van Dieren W. (Hrsg.): „Mit der Natur rechnen: Der neue Club-of-Rome-Bericht“, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin 1995
- Voss A.: „Nachhaltigkeit in der Energieversorgung und das Problem der externen Kosten“, Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn 2004
- „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“, herausgegeben von der Stadtwärme Lienz GmbH, 2001
- „Wärme und Strom für die Stadt Lienz“, herausgegeben von der Stadtwärme Lienz GmbH, 2006
- Wissenschaftlicher Rat der Dudenredaktion (Hrsg.): „Duden Band 5, Das Fremdwörterbuch“, Dudenverlag, Mannheim, Wien, Zürich 1990

Zeitungs- / Zeitschriftenartikel

- Nachrichtenmagazin „Focus“: „Brennende Nachfrage“, Heft 19/2006, S.192
- Tiroler Tageszeitung, Osttirol Lokal: „Junger Physiker bricht eine Lanze für das Fernheizwerk“, 10.6.2005

Dokumentenverzeichnis

- Dokument: „Aktuelle Daten der abgeschlossenen Verträge, Stand 24.5.2006“, zur Verfügung gestellt von Herrn Ploner, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Anschlusspreise der Stadtwärme Lienz, gültig ab 1.1.2004“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Ausbaupläne Fernwärme“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Betriebsdaten detailliert 1“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Betriebsdaten detailliert 2“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Biomasseheizkraftwerk Lienz II: Förderansuchen an die Kommunalkredit Public Consulting GmbH“, erstellt von der Bios GmbH im Jahr 2004, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Cash Flow Plan zur dynamischen Amortisationsrechnung für die Neuanlage“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Das Österreichische Joint-Implementation und Clean-Development-Mechanism (JI/CDM)-Programm“, veröffentlicht auf www.lebensministerium.at am 19.5.2006
- Dokument: „Dieselpreise in Österreich seit 1998“, zur Verfügung gestellt von Frau Arnusch, ÖAMTC
- Dokument: „Eingabe Wirtschaftlichkeitsberechnung Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2000“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2001“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz

- Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2002“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2003“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2004“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2005“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Heizkostenvergleich für Hypobank Tirol Zweigstelle Lienz“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Industriehackgutanolieferung Kärnten“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Industriehackgutanolieferung Osttirol“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Infobroschüre Klimaschutz“, veröffentlicht auf www.lebensministerium.at am 19.5.2006
- Dokument: „Jahresauswertung der Betriebsdaten“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Klimaschutz in Österreich“, veröffentlicht auf www.lebensministerium.at am 19.5.2006
- Dokument: „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Herrn Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“, zur Verfügung gestellt von Herrn Mag. Januschke
- Dokument: „Preis- und Tarifblatt der Stadtwärme Lienz, gültig ab 15.12.2005“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz
- Dokument: „Reihungsvorschlag der Angebote“, erstellt von der Energie Tirol im November 1999, zur Verfügung gestellt von Herrn Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz
- Dokument: „Rundholzanlieferung“, zur Verfügung gestellt von Herrn Wilhelmer, Stadtwärme Lienz

- Dokument: „Superpreise in Österreich seit 1998“, zur Verfügung gestellt von Frau Arnusch, ÖAMTC
- Dokument: Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI-2067 für die Neuanlage“, zur Verfügung gestellt von Frau Mag. Hemmer, Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz

Internetquellen

- auto.pege.org
- bios.bionenergy.at
- de.wikipedia.org
- forst.lebensministerium.at
- www.autotouring.at
- www.avd.de
- www.brennstoffhandel.de
- www.campa-biodiesel.de
- www.carmen-ev.de
- www.deutschebp.de
- www.dihk.de
- www.hzag.de
- www.iwo-austria.at
- www.lebensministerium.at
- www.lwk-hannover.de
- www.oenb.at
- www.ris.at
- www.umwelt-oberwallis.ch
- www.wegcenter.at

Persönliche Auskünfte

- Arnusch, Frau, ÖAMTC, 2006
- Edlinger, Herr, MHG Heger-Mineralöle St. Pölten, 2006
- Glomitzer, Herr Ing., Bezirksforstinspektion Osttirol, 2006
- Hemmer, Frau Mag., Geschäftsführerin der Stadtwärme Lienz, 2006
- Januschke, Herr Mag., Umweltabteilung der Stadt Lienz, 2006

- Lach, Herr Dipl. Ing., Energie Steiermark, 2006
- Pirker, Herr, Fa. Rossbacher Brennstoffe, 2006
- Ploner, Herr, Stadtwärme Lienz, 2006
- Sinn, Herr, Waldgenossenschaft Iseltal, 2006
- Tauschek, Frau Dipl. Ing., Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs, 2006
- Wilhelmer, Herr, Stadtwärme Lienz, 2006
- Wilhelmer, Herr, Fa. Techno Term Lienz, 2006

Anhang

Tabellen

Eingesetzte Mengen an Energieträgern 2003:					
Biomasse [fm]	35.021	Durchschnittlicher Umrechnungsfaktor: 1fm=2,71srm; ergibt sich aus der differenzierten Betrachtung von Hackgut, Rinde und Sägespänen mit Umrechnungsfaktoren zwischen 2,5 und 3			
Biomasse [srm]	94.834				
Heizöl extra leicht [l]	452.000				
Angefallene Rückstandsprodukte, zur Gänze der Biomasse zuzurechnen, 2003:					
Kondensatschlamm [t]	32				
Asche [t]	233				
Emittierte Schadstoffmengen durch den Einsatz des jeweiligen Energieträgers:					
Biomasse:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung	0	12.500	19.700	4.380	980
Transport der Biomasse	79.101	178	981	21	30
Aufbereitung der Biomasse	16.831	77	239	5	23
Beschickung der Feuerung	26.084	113	362	7	33
Holzernte	29.470	1.468	373	8	47
Summe	151.486	14.336	21.655	4.421	1.113
Rückstandsprodukte:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Aschetransport	214	>1	2	>1	>1
Kondensatschlammtransport	550	1	6	>1	>1
Kondensatschlammverbrennung	15.523	4	5	2	2
Summe	16.073	5	11	3	3
Heizöl extra leicht:					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung	1.243.777	36	699	771	49
Heizöltransport (ohne Bahn)	95	>1	1	>1	>1
Summe	1.243.872	37	700	772	50
Gesamtemissionen 2003	1.411.644	14.379	22.370	5.193	1.163

Tabelle 45: Gesamtemissionen der Fernwärmeversorgung durch die Stadtwärme Lienz 2003

Quelle: Papsch (2005) und Eigendarstellung

Kommentar: Es ist anzumerken, dass in der Originalquelle Papsch (2005), gewisse Werte mit >1 angegeben sind. Es geht aus den Summen der Emissionen hervor, dass es sich um Werte kleiner 1 handelt. Da die exakten Werte aus den Tabellen nicht ersichtlich waren, wurden diese in den Berechnungen im Rahmen dieser Arbeit mit 0,5 angenommen. Nennenswerte Veränderungen der Gesamtemissionen sind dadurch aber keinesfalls zu erwarten. Abweichungen der Summen von den ausgewiesenen Einzelwerten in der Tabelle können durch Rundungsfehler entstehen.

Biomasse [srm]*	135.421				
Heizöl extra leicht [l]*	725.409				
Kondensatschlamm [t]*	126				
Asche [t]*	27				
Emittierte Schadstoffmengen durch den Einsatz des jeweiligen Energieträgers:					
Biomasse:					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	0	17.850	28.131	6.255	1.399
Transport der Biomasse**	112.955	254	1.401	30	43
Aufbereitung der Biomasse**	24.034	110	341	7	33
Beschickung der Feuerung**	37.247	161	517	10	47
Holzernte**	42.083	2.096	533	11	67
Summe	216.319	20.472	30.923	6.313	1.589
Rückstandsprodukte:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Aschetransport**	115	0,3	1	0,3	0,3
Kondensatschlammtransport**	457	1	1	0,4	0,4
Kondensatschlammverbrennung**	12.903	3	4	1	1
Summe	13.361	4	9	2	2
Heizöl extra leicht:					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	1.996.122	58	1.122	1.237	79
Heizöltransport (LKW) **	152	1	1	1	1
Heizöltransport (Bahn, Strom)***	2.819	-	-	-	-
Heizöltransport (Bahn, Diesel)***	1.187	-	-	-	-
Summe	2.000.280	59	1.123	1.238	79
Gesamtemissionen 2005	2.229.960	20.534	32.055	7.553	1.671

Tabelle 46: Gesamtemissionen der Fernwärmeversorgung durch die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: * Dokument: „Jahresauswertung der Betriebsdaten“; ** Hochrechnung auf Basis der Werte von 2003, *** Eigenberechnung; Eigendarstellung

Kommentar: Bei den Werten handelt es sich aus Gründen der Übersicht um gerundete Werte. In der Regel wurde dabei auf ganze Stellen gerundet, lediglich bei Werten kleiner 0,5 wurde auf eine Dezimalstelle gerundet, da die Größe ansonsten fälschlicherweise mit 0 ausgewiesen würde.

Biomasse [srm]*	140.000				
Heizöl extra leicht [l]***	306.713				
Kondensatschlamm [t]**	27	Hochrechnung auf Basis des Biomasseeinsatzes 2005, dürfte			
Asche [t]**	130	Aufgrund technischer Veränderungen allerdings v.a. den Schlammanfall überschätzen			
Emittierte Schadstoffmengen durch den Einsatz des jeweiligen Energieträgers:					
Biomasse:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	0	18.453	29.082	6.466	1.447
Transport der Biomasse**	116.774	263	1.448	31	44
Aufbereitung der Biomasse**	24.847	114	353	7	34
Beschickung der Feuerung**	38.507	167	534	10	49
Holzernte**	43.505	2.167	551	12	69
Summe	223.633	21.164	31.968	6.527	1.643
Rückstandsprodukte:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Aschetransport**	119	0,3	1	0,3	0,3
Kondensatschlammtransport**	473	1	5	0,4	0,4
Kondensatschlammverbrennung**	13.340	3	4	2	2
Summe	13.812	4	9	2	2
Heizöl extra leicht:					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	843.987	24	474	523	33
Heizöltransport (ohne Bahn)**	64	0,3	1	0,3	0,3
Heizöltransport (Bahn, Strom)**	1.192	-	-	-	-
Heizöltransport (Bahn, Diesel)**	502	-	-	-	-
Summe	845.745	25	475	524	34
Gesamtemissionen 2006	1.083.310	21.193	32.454	7.053	1.679

Tabelle 47: Gesamtemissionen der Fernwärmeversorgung durch die Stadtwärme Lienz 2006

Quelle: * Dokument: „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006; **Hochrechnung auf Basis der Emissionswerte von 2005; *** Eigenberechnung; Eigendarstellung

Heizöl [l]	4.413.241				
Holz [fm]	6.769				
Koks/Kohle [t]	448				
Strom [MWh]	4.765				
Emittierte Schadstoffmengen durch den Einsatz des jeweiligen Energieträgers 2003:					
Heizöl					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung	11.850.929	7.251	10.126	8.007	480
Heizöltransport (LKW)	870	2	9	1	1
Heizöltransport (Bahn, Strom)	0	0	0	0	0
Heizöltransport (Bahn, Diesel)	0	0	0	0	0
Summe	11.851.799	7.253	10.135	8.008	481
Holz					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung	0	209.953	4.659	507	6.002
Holztransport	11.167	19	137	3	2
Holzernte	25.472	1.269	323	7	40
Holzaufbereitung (Klieber, Strom)	0	0	0	0	0
Summe	36.639	211.241	5.119	517	6.044
Koks/Kohle					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung	1.037.397	45.151	1.192	5.143	1.326
Kohletransport (LKW)	78	1	1	1	1
Kohletransport (Bahn, Strom)	0	0	0	0	0
Kohletransport (Bahn, Diesel)	0	0	0	0	0
Summe	1.037.475	45.152	1.193	5.144	1.327
Strom					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung	0	0	0	0	0
Summe	0	0	0	0	0
Asche					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Aschetransport	255	1	3	1	1
Summe	255	1	3	1	1
Gesamtemissionen 2003					
	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
	12.926.168	263.645	16.451	13.668	7.851

Tabelle 48: Gesamtemissionen der individuellen Heizanlagen 2003

Quelle: Papsch (2005) und Eigendarstellung

Verkaufte Wärmemenge 2005 [MWh]*	55.440				
Nettoproduktion an Ökostrom [MWh]*	3.643				
Nettoproduktion in % der Gesamtproduktion*	51,89%				
Heizöl [l]***	5.749.942				
Holz [fm]**	8.724				
Koks/Kohle [t]**	577				
Strom [MWh]**	6.141				
Angefallene Holzasche [t]**	36				
Angefallene Kohleasche [t]**	39				
Summe angefallene Asche**	75				
Heizöl					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	15.440.389	9.447	13.193	10.432	625
Heizöltransport (LKW)**	1.134	3	12	1	1
Heizöltransport (Bahn, Strom)***	22.343	-	-	-	-
Heizöltransport (Bahn, Diesel)***	9.409	-	-	-	-
Summe	15.473.274	9.450	13.205	10.433	627
Holz					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	0	270.580	6.004	653	7.735
Holztransport**	14.392	24	177	4	3
Holzernte**	32.827	1.635	416	9	52
Holzaufbereitung (Klieber, Strom)***	2.410	-	-	-	-
Summe	49.629	272.239	6.597	666	7.789
Koks/Kohle					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung**	1.336.555	58.171	1.536	6.626	1.708
Kohletransport (LKW)**	100	1	1	1	1
Kohletransport (Bahn, Strom)***	2.568	-	-	-	-
Kohletransport (Bahn, Diesel)***	1.081	-	-	-	-
Summe	1.340.305	58.173	1.537	6.627	1.710
Strom					
Bereich:	CO₂ [kg]				
Energiegewinnung**	1.044.044				
Summe	1.044.044				
Asche					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Aschetransport**	329	1	4	1	1
Summe	329	1	4	1	1
Konventionelle Stromerzeugung					
Bereich:	CO₂ [kg]				
Energiegewinnung***	619.290				
Summe	619.290				
	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Emissionen 2005	18.526.870	339.863	21.343	17.728	10.127

Tabelle 49: Gesamtemissionen der individuellen Heizanlagen und konventionellen Stromproduktion 2005

Quelle: * Dokument: „Jahresauswertung der Betriebsdaten“; **Eigenberechnung auf Basis des Schemas aus Papsch (2005); *** vollständige Eigenberechnung; Eigendarstellung

Progn. Wärmeverkaufsmenge 2006 [MWh]*	66.100				
Progn. Gesamte Ökostromproduktion 2006**	10.225				
Nettoproduktion 2005****	51,89%				
Geschätzte Nettoproduktion [MWh] 2006*****	5.306				
Heizöl [l]***	6.855.541				
Holz [fm]***	10.401				
Koks/Kohle [t]***	688				
Strom [MWh]***	7.322				
Angefallene Holzasche [t]***	43				
Angefallene Kohleasche [t]***	46				
Summe angefallene Asche***	89				
Heizöl					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung***	18.409.266	11.264	15.730	12.438	746
Heizöltransport (LKW) ***	1.351	3	14	2	2
Heizöltransport (Bahn, Strom) ***	26.639	-	-	-	-
Heizöltransport (Bahn, Diesel) ***	11.218	-	-	-	-
Summe	18.448.474	11.267	15.744	12.440	747
Holz					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung***	0	322.607	7.159	779	9.222
Holztransport***	17.159	29	211	5	3
Holzernte***	39.139	1.950	496	11	61
Holzaufbereitung (Klieber, Strom) ***	2.873	-	-	-	-
Summe	59.172	324.586	7.866	794	9.287
Koks/Kohle [t]					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Energiegewinnung***	1.593.548	69.357	1.831	7.900	2.037
Kohletransport (LKW) ***	120	2	2	2	2
Kohletransport (Bahn, Strom) ***	3.061	-	-	-	-
Kohletransport (Bahn, Diesel) ***	1.289	-	-	-	-
Summe	1.598.019	69.358	1.833	7.902	2.038
Strom [MWh]					
Bereich:	CO₂ [kg]				
Energiegewinnung***	1.244.793				
Summe	1.244.793				
Asche					
Bereich:	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Aschetransport***	392	2	5	2	2
Summe	392	2	5	2	2
Konventionelle Stromerzeugung					
Bereich:	CO₂ [kg]				
Energiegewinnung***	901.947				
Summe	901.947				
	CO₂ [kg]	CO [kg]	NO_x [kg]	SO₂ [kg]	Staub [kg]
Emissionen substit. Energiegewinnung 2006	22.252.796	405.212	25.447	21.137	12.074

Tabelle 50: erwartete Gesamtemissionen der individuellen Heizanlagen und konventionellen Stromproduktion 2006

Quelle: * Dokument: „Ausbaupläne Fernwärme“, ** Dokument: „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umwelta Abteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“; *** Hochrechnung auf Basis der Emissionswerte von 2005; **** Dokument: „Jahresauswertung der Betriebsdaten“; ***** Eigenberechnung; Eigendarstellung

Bereich	Sägespäne [srm]	Rinde [srm]	Hackschnitzel [srm]	Rundholz [fm]	Gesamtmenge [srm]
Industriehackgut Kärnten	1.318,00	572,00	10.532,00	0,00	12.422,00
Industriehackgut Osttirol	6.476,00	7.390,00	46.294,00	0,00	60.160,00
bäuerliches Rundholz	0,00	0,00	0,00	6.429,27	16.073,18
Rundholz aus der Region	0,00	0,00	0,00	11.186,80	27.967,00
Summe	7.794,00	7.962,00	56.826,00	17.616,07	116.622,18
Anteile	6,68%	6,83%	48,73%	37,76%	
Anteil bäuerl. Rundholz				13,78%	
Biomasseverbrauch 2005					135.421,00
			Verhältnis Biomasseverbrauch / Biomasseeinkauf:		1,16

Tabelle 51: Biomasseeinkauf durch die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Dokumente: „Industriehackgutlieferung Osttirol“, „Industriehackgutlieferung Kärnten“ und „Rundholzanlieferung“; sowie Eigenberechnung und Eigendarstellung. Als Umrechnungsfaktor von Festmetern auf Schüttraummeter wurde für Rundholz der Faktor 2,5 verwendet

Bereich	Kraftstoffverbrauch 2003	Mengen 2003	Mengen 2005	Kraftstoffverbrauch 2005	Anteil Osttirol	Anteil übriges Österreich	Kraftstoffverbrauch Osttirol	Kraftstoffverbrauch übriges Österreich	Kraftstoffart
Transport von Holzbetrieben	19.146 Liter*	27.189 fm*	32.835 fm***	23.122 Liter****	70,77%*****	29,23%*****	16.364 Liter	6.758 Liter	Diesel
Transport bäuerliches Rundholz	1.585 Liter*	2.910 fm*	7.466 fm***	4.066 Liter****	100,00%	0,00%	4.066 Liter	0	Diesel
Transport Rundholz aus der Region	2.547 Liter*	4.922 fm*	12.990 fm***	6.722 Liter****	25,00%*****	75,00%*****	1.680 Liter	5.041 Liter	Diesel
Transporte aus dem Lager Lavant	1.967 Liter*	7.832 fm*	20.456 fm***	5.137 Liter****	100,00%	0,00%	5.137 Liter	0	Diesel
Heizöltransport	30 Liter*	452.000 Liter*	725.409 Liter**	48 Liter****	100,00%	0,00%	48 Liter	0	Diesel
Heizöltransport per Bahn	-	-	725.409 Liter**	384 Liter****	0,00%	100,00%	0 Liter	384 Liter	Diesel
Aschetransport	90 Liter*	233 Tonnen*	126 Tonnen**	49 Liter****	100,00%	0,00%	49 Liter	0	Diesel
Schlammtransport	233 Liter*	32 Tonnen*	27 Tonnen**	194 Liter****	100,00%	0,00%	194 Liter	0	Diesel
Beschickung	8.446 Liter*	94.834 srm*	135.421 srm**	12.061 Liter****	100,00%	0,00%	12.061 Liter	0	Diesel
Aufbereitung	8.027 Liter*	7.832 fm*	20.456 fm**	20.965 Liter****	100,00%	0,00%	20.965 Liter	0	Diesel
Holzernte (Diesel)	8.484 Liter*	94.834 srm*	135.421 srm**	12.115 Liter****	61,90%*****	38,10%*****	2.411 Liter	1.484 Liter	Diesel
Holzernte (Bezingemisch)	2.728 Liter*	94.834 srm*	135.421 srm**	3.896 Liter****	61,90%*****	38,10%*****	7.499 Liter	4.616 Liter	Benzingemisch

Tabelle 52: Kraftstoffmengen, die 2005 für die Bereitstellung der von der Stadtwärme Lienz benötigten Energieträger in den jeweiligen Regionen eingekauft wurden.

Quellen: * Pasch (2005); ** Dokument: „Jahresauswertung der Betriebsdaten“; *** Eigenberechnung unter der Annahme, dass genau so viel Biomasse eingekauft wurde, wie 2005 auch verbraucht wurde. Als Umrechnungsfaktor zwischen Festmeter und Schüttraummetern wurde der Faktor 3 für Sägespäne, 2,7 für Rinde und 2,5 für Hackschnitzel verwendet; **** Hochrechnung auf Basis des Kraftstoffverbrauchs 2003 nach Papsch (2005); ***** Berechnung auf Basis der Annahme, dass der Transportweg für Holz aus dem übrigen Österreich (Kärnten) im Durchschnitt doppelt so lang ist; ***** Zurechnung auf Basis der Herkunft des Rundholzes; der Kraftstoffverbrauch für die Ernte von Biomasse aus holzverarbeitenden Betrieben wurde nicht berücksichtigt; Eigendarstellung

	Region	Österreich (ohne Region)	Ausland
Gesamtleistung der Stadtwärme:	€	€	€
Bruttoproduktionswert	4.542.903,30		
Relevante Vorleistungen:			
Materialaufwand:			
Holzbezug 2005:			
Industriehackgut Kärnten	0,00	186.133,43	0,00
Industriehackgut Osttirol	855.178,88	0,00	0,00
Bäuerliches Rundholz	250.845,22	0,00	0,00
Rundholz aus der Region	149.645,35	224.468,03	0,00
Zwischensumme	1.255.669,45	410.601,46	0,00
Anteil	75,36%	24,64%	0,00%
Heizöl	107.602,34	125.495,76	216.655,49
Summe Materialaufwand	1.363.271,79	536.097,21*	216.655,49*
Kraftstoffaufwand für Brennstoffbeschaffung in Osttirol:			
Diesel	16.514,62	35.254,16	14.240,07
Benzin (Super)	647,61	1.344,70	504,48
Summe	17.162,23	36.598,85*	14.744,55*
Kraftstoffaufwand im übrigen Österreich:			
Diesel		12.777,82	3.514,81
Benzin (Super)		1.226,39	310,54
Summe		14.004,21	3.825,34**
Sonstige bezogene Leistungen	0,00	252.015,80*	0,00*
Sonstige betriebliche Aufwendungen:			
Juristisches	52.886,11	0,00	0,00
Werbeaufwand	5.932,62	0,00	0,00
Versicherung	0,00	80.658,16	0,00
Fremdleistungen	35.025,97	212.400,00	0,00
Summe sonstige betriebliche Aufwendungen	93.844,70	293.058,16*	0,00*
Wertschöpfung durch Stadtwärme Lienz	3.193.733,23	1.113.944,69	235.225,38

Tabelle 53: Die Wertschöpfung ausgehend von der Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Anmerkung: Die schwarzen mit einem * markierten Summen sind als importierte Vorleistungen vom Bruttoproduktionswert der Waren und Dienstleistungen der Stadtwärme Lienz abzuziehen. Die graumelierten Summen sind für die Osttiroler Wertschöpfung nicht zu berücksichtigen, da sie bereits in den Importen nach Osttirol enthalten sind. Die Wertschöpfung im übrigen Österreich erhält man, wenn man die schwarzen markierten Summen in der Spalte „Übriges Österreich“ addiert und davon die graumelierte Summe, die mit ** markiert ist abzieht. Die Wertschöpfung im Ausland erhält man, wenn man die mit * und ** markierten Summen in der vierten Spalte addiert.

Bereich	flüssiger Kraftstoffverbrauch [l] 2003	Transportierte Mengen [fm,l,t] 2003	Transportierte Mengen [fm,l,t] 2005	Flüssiger Kraftstoffverbrauch [l] 2005	Kraftstoffart
Heizöl (Osttirol)	368	4.413.241	5.560.813	464	Diesel
Heizöl (Bahn)	-	-	5.560.813	3.047	Diesel
Kohle (Osttirol)	25	448	564	31	Diesel
Kohle (Bahn)	-	-	564	350	Diesel
Holztransport	9.690	6.769	8.530	12.211	Diesel
Holzernte	3.544	6.769	8.530	4.466	Benzingemisch
Ascheentsorgung	108	58	75	140	Diesel

Tabelle 54: Kraftstoffverbrauch für den Betrieb individueller Heizanlagen 2005

Quelle: Pasch (2005), Eigenberechnung und Eigendarstellung

	Region	Österreich (ohne Region)	Ausland
	€	€	€
Bruttoproduktionswert ausgehend von den Individualheizungen	5.371.394,76	0,00	0,00
Bruttoproduktionswert der alternativ verkauften Holzabfälle	605.751,71	131.844,51	0,00
Bruttoproduktionswert gesamt	5.977.146,47	131.844,51	0,00
Relevante Vorleistungen:			
Heizöl:			
Heizölmenge [l]	5.749.942	Liter	
Heizölaufwand	852.908,10	994.740,00*	1.717.316,07*
Kraftstoffaufwand für Heizöltransport in Osttirol:			
Diesel (Osttirol)	116,33	248,34*	100,31*
Diesel (Bahntransport)		2.317,24	637,40**
Koks/Kohle:			
Kohlemenge [t]	577	Tonnen	
Kohleaufwand	82.417,59	96.312,26*	98.322,12*
Kraftstoffaufwand für Kohletransport in Osttirol:			
Diesel (Osttirol)	7,82	16,68*	6,74*
Diesel (Bahntransport)		266,31	73,25**
Holz:			
Holzmenge [fm]	8.724	Festmeter	
Holzaufwand	366.392,61	0,00*	0,00*
Kraftstoffaufwand für Holzbeschaffung:			
Diesel	3.030,06	6.468,34	2.612,73
Benzin (Super)	1.226,70	2.547,12	955,57
Summe	4.256,76	9.015,45*	3.568,30*
Strom:			
Strommenge [MWh]	6.141	MWh	
Stromaufwand	0,00	845.061,71*	0,00*
Nebenkosten	317.924,29	0,00*	0,00*
Gesamte Wertschöpfung ohne Stadtwärme Lienz	2.212.438,47	2.076.528,30	1.820.024,21

Tabelle 55: Die Wertschöpfung ohne die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Anmerkung: Die schwarzen mit einem * markierten Summen sind als importierte Vorleistungen vom Bruttoproduktionswert in Osttirol abzuziehen. Die graumelierten Summen sind für die Berechnung der Osttiroler Wertschöpfung nicht zu berücksichtigen, da sie bereits in den Importen nach Osttirol enthalten sind. Die Wertschöpfung im übrigen Österreich erhält man, wenn man die schwarzen Summen in der Spalte „Übriges Österreich“ addiert und davon die graumelierte Summe, die mit ** markiert ist abzieht. Die Wertschöpfung im Ausland erhält man, wenn man die mit * und ** markierten Summen in der vierten Spalte addiert.

	Region	Österreich (ohne Region)	Ausland
	€	€	€
Einkommenszuflüsse ohne Stadtwärme:			
Einkommenszuflüsse aus dem Holzexport	605.751,71	131.844,51	0,00
Einkommenszuflüsse aus dem laufenden Betrieb von Individualheizungen:			
Heizöl:			
Heizölmenge [l]	5.749.942	Liter	
Heizölaufwand	258.747,40	1.588.900,70	1.717.316,07
Kraftstoffaufwand für Heizöltransport:			
Diesel (Osttirol)	38,84	248,34	100,31
Diesel (Bahntransport)		1.824,80	637,40
Koks/Kohle:			
Kohlemenge [t]	577	Tonnen	
Kohleaufwand	36.242,26	142.487,59	98.322,12
Kraftstoffaufwand für Kohletransport in Osttirol:			
Diesel (Osttirol)	2,61	16,68	6,74
Diesel (Bahntransport)		209,72	73,25
Holz:			
Holzmenge [fm]	8.724	Festmeter	
Holzaufwand	305.327,18	61.065,44	0,00
<i>Anteil</i>	<i>83,33%</i>	<i>16,67%</i>	<i>0,00%</i>
Kraftstoffaufwand für Holzbeschaffung:			
Diesel	1.011,54	6.468,34	2.612,73
Benzin (Super)	438,47	2.547,12	955,57
Summe	1.450,00	9.015,45	3.568,30
Strom:			
Strommenge [MWh]	6.141	MWh	
Stromaufwand	0,00	845.061,71	0,00
Nebenkosten	264.936,91	52.987,38	0,00
Einkommens-/ Kaufkraftzuflüsse ohne Stadtwärme Lienz	1.458.049,63	2.830.917,14	1.820.024,21

Tabelle 56: Kaufkraftzufluss ohne die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Anmerkungen: Die Benzin und Dieselmengen, die für die Brennstoffbeschaffung eingesetzt wurden, sind ohne Umsatzsteuer bewertet, da USt. zwar erst bezahlt dann aber üblicherweise wieder rückerstattet wurde. Die Einkommenszuflüsse nach Osttirol erhält man, indem man die schwarzen Summen in der entsprechenden Spalte addiert. Für die Einkommenszuflüsse ins übrige Österreich muss man die schwarzen Summen addieren und davon die graumelierten Summen in der letzten Spalte abziehen. Das Einkommen, dass dem Ausland zugeflossen ist, erhält man, indem man die schwarzen und die graumelierten Summen in der letzten Spalte addiert.

	Region	Österreich (ohne Region)	Ausland
Gesamtleistung der Stadtwärme:	€	€	€
Bruttoproduktionswert ohne USt.	3.785.957,38		
Umsatzsteuer		756.945,92	
Reduktion der laufenden Heizkosten	1.884.065,83		
Summe der Einkommenszuflüsse vor Berücksichtigung der Vorleistungen	5.670.023,21	756.945,92	0,00
Relevante Vorleistungen:			
Materialaufwand:			
Holzbezug 2005:			
Industriehackgut Kärnten	0,00	155.111,19	0,00
Industriehackgut Osttirol	712.649,07	0,00	0,00
Bäuerliches Rundholz	209.037,68	0,00	0,00
Rundholz aus der Region	124.704,46	187.056,69	0,00
Zwischensumme	1.046.391,21	342.167,88	0,00
Heizöl	32.643,41	125.495,76	216.655,49
Summe Materialaufwand	1.079.034,61	467.663,64	216.655,49
Kraftstoffaufwand für Brennstoffbeschaffung aus Osttirol und Entsorgung:			
Diesel	5.513,14	35.254,16	14.240,07
Benzin (Super)	231,48	1.344,70	504,48
Summe	5.744,63	36.598,85	14.744,55
Kraftstoffaufwand für Brennstoffbeschaffung im Rest von Österreich:			
Diesel	0,00	10.062,39	3.514,81
Benzin (Super)	0,00	970,24	310,54
Summe	0,00	11.032,62	3.825,34
Sonstige bezogene Leistungen	0,00	210.013,17	0,00
Personalaufwand (inkl. Leihpersonal)	397.979,48	0,00	0,00
Sonstige betriebliche Aufwendungen:			
Energieabgabe	0,00	47.178,93	0,00
Sonstige Steuern	0,00	22.489,49	0,00
Juristisches	44.071,76	0,00	0,00
Werbeaufwand	4.943,85	0,00	0,00
Versicherung	0,00	67.215,13	0,00
Fremdleistungen	29.188,31	177.000,00	0,00
Summe sonstige betriebliche Aufwendungen	78.203,92	313.883,55	0,00
Einkommens- /Kaufkraftzuflüsse durch die Stadtwärme Lienz	4.410.463,96	1.781.279,79	235.225,38

Tabelle 57: Kaufkraftzufluss durch die Stadtwärme Lienz 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Anmerkung: Die Vorleistungen sind zu Preisen exkl. Umsatzsteuer bewertet. Zur Vorgehensweise um die Einkommenszuflüsse in die einzelnen Sektoren zu erhalten, vgl. Tabelle 53: Die Wertschöpfung ausgehend von der Stadtwärme Lienz 2005.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Verkaufte Wärmemenge [GWh]						56,70
Verkaufte Strommenge [GWh]			2,52	4,80	4,87	7,02
Verrechnungsanschlusswert (KW)		20.000	31.500	35.600	39.400	40.700
Steigerung in der Periode		20.000	11.500	4.100	3.800	1.300
Cashflows (nach Bereich)	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Wärmeverkauf	2.803	280.915,44	1.215.647,16	1.728.848,62	2.258.576,06	2.789.663,82
Stromverkauf	0,00	0,00	209.712,95	483.688,97	684.639,85	878.622,16
Baukostenzuschüsse	0,00	1.299.558,15	1.139.006,09	510.025,28	464.128,60	260.858,65
Teilrechnungen Anschlusspreise	0,00	100.470,20	80.939,84	36.854,76	59.629,90	49.229,19
Sonstige Umsatzerlöse (z.B. Serviceverträge)	0,00	14.527,76	48.711,76	123.712,53	107.108,00	116.443,62
Summe Einzahlungen	2.803,00	1.695.471,55	2.694.017,80	2.883.130,16	3.574.082,41	4.094.817,44
<i>Geschätzter Biomasse-Aufwand</i>						
<i>Geschätzter Heizöl-Aufwand</i>						
Materialaufwand (Summe)	-4.207,00	-271.789,35	-657.000,00	-1.108.506,03	-1.356.736,10	-1.651.715,47
Aufwendungen für bezogene Leistungen	0,00	-11.891,69	-81.000,00	-122.555,06	-156.474,60	-210.013,17
Personalaufwand (inkl. Leihpersonal, außer 2000)	0,00	-459.606,09	-733.361,28	-786.880,10	-497.816,39	-397.979,48
Sonstige betriebliche Aufwendungen:						
<i>a) Steuern und Abgaben</i>		-35.081,06	-35.000,00	-44.588,25	-59.000,00	-69.668,42
<i>b) Rechts-, Prüf-, Beratungskosten</i>		-67.564,59	-12.978,00	-30.969,34	-19.850,88	-44.071,76
<i>c) Miete und Pacht</i>		-41.915,85	-34.992,77	-31.149,50	-29.853,08	-33.899,03
<i>d) Werbeaufwand</i>		-56.820,87	-56.248,70	-17.901,29	-4.943,85	-6.737,19
<i>e) Fremdleistungen</i>			-243.946,24	-136.693,68	-171.387,58	-206.188,31
<i>f) übrige (ohne Leihpersonal und Buchwertabgang)</i>	-662.396,00	-230.151,48	-146.257,39	-155.318,05	-445.100,27	-228.851,64
Summe sonstiger betriebl. Aufwand	-662.396,00	-431.533,85	-529.423,10	-416.620,11	-730.135,66	-589.416,35
Cash-Flow aus der Geschäftstätigkeit	-663.800,00	520.650,57	693.233,42	448.568,86	832.919,66	1.245.692,97
Auszahlungen für Investitionen	-515.460,00	-15.969.463,84	-6.331.698,95	-2.234.320,64	-2.949.947,48	-10.044.015,83
Einzahlungen aus Anlagenabgang	0,00	0,00	178.403,96	45.741,89	5.047,95	650,29
Erhaltene Investitionszuschüsse	0,00	703.101,85	2.449.552,02	3.007.917,70	493.376,44	679.375,00
Prognostizierter Gesamt-Cash-Flow	-1.179.260,00	-14.745.711,42	-3.010.509,55	1.267.907,81	-1.618.603,43	-8.118.297,57

Tabelle 58: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2000-2005

Quelle: Dokumente: „Handelsbilanz der Stadtwärme Lienz Produktions- und Vertriebs-GmbH 2000-2005“; Eigenberechnung und Eigendarstellung

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Verkaufte Wärmemenge [GWh]	66,10	70,90	72,20	73,40	73,90	73,90
Verkaufte Strommenge [GWh]	10,23	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05
Verrechnungsanschlusswert (KW)	41.995	43.046	44.098	45.149	46.200	46.200
Steigerung in der Periode	1.295	1.051	1.051	1.051	1.051	0
Cashflows (nach Bereich)	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Wärmeverkauf	3.349.712,20	3.700.747,85	3.881.661,70	4.064.562,16	4.215.017,41	4.341.467,93
Stromverkauf	1.431.500,00	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00
Baukostenzuschüsse	109.329,26	133.810,23	137.824,54	141.959,27	146.218,05	0,00
Teilrechnungen Anschlusspreise						
Sonstige Umsatzerlöse (z.B. Serviceverträge)	126.564,70	135.903,31	145.688,33	155.938,14	166.671,81	171.671,97
Summe Einzahlungen	5.017.106,16	5.517.461,39	5.712.174,57	5.909.459,57	6.074.907,28	6.060.139,90
<i>Geschätzter Biomasse-Aufwand</i>	<i>-1.527.586,02</i>	<i>-1.689.168,57</i>	<i>-1.767.955,06</i>	<i>-1.847.721,20</i>	<i>-1.914.623,38</i>	<i>-1.972.062,08</i>
<i>Geschätzter Heizöl-Aufwand</i>	<i>-163.222,20</i>	<i>-180.487,25</i>	<i>-188.905,57</i>	<i>-197.428,56</i>	<i>-204.577,05</i>	<i>-210.714,36</i>
Materialaufwand (Summe)	-1.690.808,22	-1.869.655,82	-1.956.860,63	-2.045.149,76	-2.119.200,43	-2.182.776,44
Aufwendungen für bezogene Leistungen	-215.005,31	-237.844,15	-248.980,21	-260.254,73	-269.711,00	-277.829,66
Personalaufwand (inkl. Leihpersonal, außer 2000)	-447.081,37	-460.493,81	-474.308,62	-488.537,88	-503.194,02	-518.289,84
Sonstige betriebliche Aufwendungen:						
<i>a) Steuern und Abgaben</i>	<i>-82.325,51</i>	<i>-90.258,92</i>	<i>-94.347,57</i>	<i>-98.481,12</i>	<i>-101.881,41</i>	<i>-104.739,19</i>
<i>b) Rechts-, Prüf-, Beratungskosten</i>	<i>-36.139,52</i>	<i>-37.223,71</i>	<i>-38.340,42</i>	<i>-39.490,63</i>	<i>-40.675,35</i>	<i>-41.895,61</i>
<i>c) Miete und Pacht</i>	<i>-42.795,50</i>	<i>-44.079,37</i>	<i>-45.401,75</i>	<i>-46.763,80</i>	<i>-48.166,71</i>	<i>-49.611,71</i>
<i>d) Werbeaufwand</i>	<i>-6.939,31</i>	<i>-7.147,48</i>	<i>-7.361,91</i>	<i>-7.582,77</i>	<i>-7.810,25</i>	<i>0,00</i>
<i>e) Fremdleistungen</i>	<i>-196.270,57</i>	<i>-202.158,69</i>	<i>-339.809,63</i>	<i>-443.254,58</i>	<i>-456.552,22</i>	<i>-470.248,78</i>
<i>f) übrige (ohne Leihpersonal und Buchwertabgang)</i>	<i>-248.369,84</i>	<i>-255.820,93</i>	<i>-263.495,56</i>	<i>-271.400,43</i>	<i>-279.542,44</i>	<i>-287.928,72</i>
Summe sonstiger betriebl. Aufwand	-612.840,25	-636.689,10	-788.756,84	-906.973,33	-934.628,38	-954.424,02
Cash-Flow aus der Geschäftstätigkeit	2.051.371,00	2.312.778,50	2.243.268,26	2.208.543,87	2.248.173,45	2.126.819,95
Auszahlungen für Investitionen	-674.300,00	-270.300,00	-275.800,00	-200.400,00	0,00	0,00
Einzahlungen aus Anlagenabgang						
Erhaltene Investitionszuschüsse	2.905.064,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prognostizierter Gesamt-Cash-Flow	4.282.135,94	2.042.478,50	1.967.468,26	2.008.143,87	2.248.173,45	2.126.819,95

Tabelle 59: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2006-2011

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Verkaufte Wärmemenge [GWh]	73,90	73,90	73,90	73,90	73,90	73,90
Verkaufte Strommenge [GWh]	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05	11,05
Verrechnungsanschlusswert (KW)	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200
Steigerung in der Periode	0	0	0	0	0	0
Cashflows (nach Bereich)	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Wärmeverkauf	4.471.711,97	4.605.863,33	4.744.039,23	4.886.360,41	5.032.951,22	5.183.939,76
Stromverkauf	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00	1.547.000,00
Baukostenzuschüsse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teilrechnungen Anschlusspreise						
Sonstige Umsatzerlöse (z.B. Serviceverträge)	176.822,13	182.126,79	187.590,59	193.218,31	199.014,86	204.985,31
Summe Einzahlungen	6.195.534,10	6.334.990,12	6.478.629,83	6.626.578,72	6.778.966,08	6.935.925,06
<i>Geschätzter Biomasse-Aufwand</i>	<i>-2.031.223,94</i>	<i>-2.092.160,66</i>	<i>-2.154.925,48</i>	<i>-2.219.573,24</i>	<i>-2.286.160,44</i>	<i>-2.354.745,26</i>
<i>Geschätzter Heizöl-Aufwand</i>	<i>-217.035,79</i>	<i>-223.546,86</i>	<i>-230.253,27</i>	<i>-237.160,87</i>	<i>-244.275,69</i>	<i>-251.603,96</i>
Materialaufwand (Summe)	-2.248.259,73	-2.315.707,52	-2.385.178,75	-2.456.734,11	-2.530.436,13	-2.606.349,22
Aufwendungen für bezogene Leistungen	-286.191,87	-294.804,96	-303.676,43	-312.814,05	-322.225,80	-331.919,90
Personalaufwand (inkl. Leihpersonal, außer 2000)	-533.838,53	-549.853,69	-566.349,30	-583.339,78	-600.839,97	-618.865,17
Sonstige betriebliche Aufwendungen:						
<i>a) Steuern und Abgaben</i>	<i>-107.682,71</i>	<i>-110.714,53</i>	<i>-113.837,30</i>	<i>-117.053,76</i>	<i>-120.366,72</i>	<i>-123.779,06</i>
<i>b) Rechts-, Prüf-, Beratungskosten</i>	<i>-43.152,48</i>	<i>-44.447,05</i>	<i>-45.780,46</i>	<i>-47.153,88</i>	<i>-48.568,49</i>	<i>-50.025,55</i>
<i>c) Miete und Pacht</i>	<i>-51.100,07</i>	<i>-52.633,07</i>	<i>-54.212,06</i>	<i>-55.838,42</i>	<i>-57.513,57</i>	<i>-59.238,98</i>
<i>d) Werbeaufwand</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<i>e) Fremdleistungen</i>	<i>-484.356,25</i>	<i>-498.886,93</i>	<i>-513.853,54</i>	<i>-529.269,15</i>	<i>-545.147,22</i>	<i>-561.501,64</i>
<i>f) übrige (ohne Leihpersonal und Buchwertabgang)</i>	<i>-296.566,58</i>	<i>-305.463,57</i>	<i>-314.627,48</i>	<i>-324.066,31</i>	<i>-333.788,29</i>	<i>-343.801,94</i>
Summe sonstiger betriebl. Aufwand	-982.858,08	-1.012.145,16	-1.042.310,85	-1.073.381,52	-1.105.384,30	-1.138.347,17
Cash-Flow aus der Geschäftstätigkeit	2.144.385,89	2.162.478,80	2.181.114,49	2.200.309,26	2.220.079,87	2.240.443,60
Auszahlungen für Investitionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Einzahlungen aus Anlagenabgang						
Erhaltene Investitionszuschüsse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prognostizierter Gesamt-Cash-Flow	2.144.385,89	2.162.478,80	2.181.114,49	2.200.309,26	2.220.079,87	2.240.443,60

Tabelle 60: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2012-2017

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Verkaufte Wärmemenge [GWh]	73,90	73,90	73,90	36,95	36,95	36,95	36,95
Verkaufte Strommenge [GWh]	11,05	11,05	11,05	6,63	6,63	6,63	6,63
Verrechnungsanschlusswert (KW)	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200	46.200
Steigerung in der Periode	0	0	0	0	0	0	0
Cashflows (nach Bereich)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wärmeverkauf	5.339.457,95	5.499.641,69	5.664.630,94	2.917.284,93	3.004.803,48	3.094.947,59	3.187.796,01
Stromverkauf	1.547.000,00	1.547.000,00	1.768.000,00	1.060.800,00	1.060.800,00	1.060.800,00	1.060.800,00
Baukostenzuschüsse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Teilrechnungen Anschlusspreise							
Sonstige Umsatzerlöse (z.B. Serviceverträge)	211.134,87	217.468,91	223.992,98	230.712,77	237.634,15	244.763,18	252.106,07
Summe Einzahlungen	7.097.592,82	7.264.110,60	7.656.623,92	4.208.797,70	4.303.237,63	4.400.510,76	4.500.702,09
<i>Geschätzter Biomasse-Aufwand</i>	<i>-2.425.387,61</i>	<i>-2.498.149,24</i>	<i>-2.573.093,72</i>	<i>-1.355.496,29</i>	<i>-1.396.161,18</i>	<i>-1.438.046,01</i>	<i>-1.481.187,39</i>
<i>Geschätzter Heizöl-Aufwand</i>	<i>-259.152,08</i>	<i>-266.926,64</i>	<i>-274.934,44</i>	<i>-144.834,45</i>	<i>-149.179,49</i>	<i>-153.654,87</i>	<i>-158.264,52</i>
Materialaufwand (Summe)	-2.684.539,69	-2.765.075,89	-2.848.028,16	-1.500.330,74	-1.545.340,66	-1.591.700,88	-1.639.451,91
Aufwendungen für bezogene Leistungen	-341.904,82	-352.189,30	-362.782,30	-190.681,34	-196.429,11	-202.349,31	-208.447,11
Personalaufwand (inkl. Leihpersonal, außer 2000)	-637.431,13	-656.554,06	-338.125,34	-348.269,10	-358.717,17	-369.478,69	-380.563,05
Sonstige betriebliche Aufwendungen:							
<i>a) Steuern und Abgaben</i>	<i>-127.293,77</i>	<i>-130.913,92</i>	<i>-134.642,68</i>	<i>-72.552,66</i>	<i>-74.530,58</i>	<i>-76.567,83</i>	<i>-78.666,21</i>
<i>b) Rechts-, Prüf-, Beratungskosten</i>	<i>-51.526,32</i>	<i>-53.072,11</i>	<i>-54.664,27</i>	<i>-56.304,20</i>	<i>-57.993,32</i>	<i>-59.733,12</i>	<i>-61.525,12</i>
<i>c) Miete und Pacht</i>	<i>-61.016,15</i>	<i>-62.846,64</i>	<i>-64.732,03</i>	<i>-66.674,00</i>	<i>-68.674,22</i>	<i>-70.734,44</i>	<i>-72.856,48</i>
<i>d) Werbeaufwand</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
<i>e) Fremdleistungen</i>	<i>-578.346,69</i>	<i>-595.697,09</i>	<i>-613.568,00</i>	<i>-631.975,04</i>	<i>-650.934,29</i>	<i>-670.462,32</i>	<i>-690.576,19</i>
<i>f) übrige (ohne Leihpersonal und Buchwertabgang)</i>	<i>-354.116,00</i>	<i>-364.739,48</i>	<i>-375.681,67</i>	<i>-386.952,12</i>	<i>-398.560,68</i>	<i>-410.517,50</i>	<i>-422.833,03</i>
Summe sonstiger betriebl. Aufwand	-1.172.298,93	-1.207.269,23	-1.243.288,65	-1.214.458,01	-1.250.693,09	-1.288.015,22	-1.326.457,02
Cash-Flow aus der Geschäftstätigkeit	2.261.418,25	2.283.022,13	2.864.399,47	955.058,51	952.057,60	948.966,66	945.783,00
Auszahlungen für Investitionen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Einzahlungen aus Anlagenabgang			13.124.508,49				5.417.801,35
Erhaltene Investitionszuschüsse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prognostizierter Gesamt-Cash-Flow	2.261.418,25	2.283.022,13	15.988.907,96	955.058,51	952.057,60	948.966,66	6.363.584,34

Tabelle 61: Cash Flow aus Geschäfts- und Investitionstätigkeit (inkl. Sonnensegel) der Jahre 2018-2024

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	[...]	2020
Gesamt Cash Flows ohne Sonnensegel	-779.260,00	-14.745.206,84	-3.010.004,97	1.268.412,40	-1.618.098,85	-8.117.792,99	[...]	15.844.419,06

Tabelle 62: Cash Flows ohne Sonnensegel in den Jahren bis einschließlich 2005

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Anmerkung: Es wurden nur die Cash Flows bis 2005 sowie im Jahr 2020, wenn der kalkulatorische Verkauf des Sonnensegels stattfindet, dargestellt. In den dazwischen liegenden Jahren ändert sich nichts gegenüber der Situation mit Sonnensegel, weil das Sonnensegel aufgrund seiner relativ geringen Bedeutung für die Energieerzeugung bei der Prognose des zukünftigen Brennstoffaufwandes nicht berücksichtigt wurde.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Gesamt Cash Flow ohne Sonnensegel vor Finanzierung	-779.260,00	-14.745.206,84	-3.010.004,97	1.268.412,40	-1.618.098,85	-8.117.792,99
Cash Flow aus der Finanzierung	13.800.445,46	-1.015.460,93	-1.015.460,93	-1.015.460,93	-1.015.460,93	4.716.946,98
Cash Flow nach Finanzierung	13.021.185,46	-15.760.667,77	-4.025.465,90	252.951,46	-2.633.559,78	-3.400.846,00
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Gesamt Cash Flow ohne Sonnensegel vor Finanzierung	4.282.135,94	2.042.478,50	1.967.468,26	2.008.143,87	2.248.173,45	2.126.819,95
Cash Flow aus der Finanzierung	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54
Cash Flow nach Finanzierung	2.844.874,40	605.216,96	530.206,72	570.882,33	810.911,91	689.558,41
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gesamt Cash Flow ohne Sonnensegel vor Finanzierung	2.144.385,89	2.162.478,80	2.181.114,49	2.200.309,26	2.220.079,87	2.240.443,60
Cash Flow aus der Finanzierung	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54
Cash Flow nach Finanzierung	707.124,35	725.217,26	743.852,95	763.047,72	782.818,33	803.182,06
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Gesamt Cash Flow ohne Sonnensegel vor Finanzierung	2.261.418,25	2.283.022,13	15.988.907,96	955.058,51	952.057,60	948.966,66
Cash Flow aus der Finanzierung	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-1.437.261,54	-421.800,61	-421.800,61	-421.800,61
Cash Flow nach Finanzierung	824.156,71	845.760,59	14.551.646,42	533.257,91	530.256,99	527.166,06
	2024					
Gesamt Cash Flow ohne Sonnensegel vor Finanzierung	6.363.584,34					
Cash Flow aus der Finanzierung	-421.800,61					
Cash Flow nach Finanzierung	5.941.783,74					

Tabelle 63: Cash Flows unter Berücksichtigung der Finanzierung

Quelle: Eigenberechnung und Eigendarstellung

Anmerkung: Es wird davon ausgegangen, dass zwei Annuitätendarlehen mit je 4% Verzinsung und 20 Jahren Laufzeit aufgenommen werden. Das erste wird im Jahr 2000 in der Höhe von 50% aller Investitionskosten bis einschließlich 2004. Das zweite wird im Jahr 2005 in der Höhe von 50% aller Investitionskosten, die ab 2005 anfallen, aufgenommen.

	Fernwärme 12 kW	Fernwärme 65 kW	Fernwärme 103 kW	Fernwärme 216 kW
Öl-Zentralheizung	7.000	12.000	13.000	18.000
Holz-Zentralheizung	9.000	16.000	22.000	28.000
Strom-Zentralheizung	5.000	8.000	12.000	-
Öl-Etagenheizung	8.000	-	-	-
Holz-Etagenheizung	8.000	-	-	-
Öl-Einzelofen	8.000	-	-	-
Strom-Einzelofen (Einzelradiator)	2.200	-	-	-

Tabelle 64: Investitionskosten individueller Heizanlagen in Abhängigkeit der Dimensionierung des Fernwärmeanschlusses (Preise inkl. USt.)

Quelle: Schätzung Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term Lienz

Rechenschematas

Rechenschema 1: Die Berechnung des Rohölanteils im Benzin- bzw. Dieselpreis

Auf der Internetseite www.avd.de (20.6.2006) ist eine Aufschlüsselung des Benzinpreises in Deutschland veröffentlicht. Diese spricht von einem Rohölanteil pro Liter Benzin von 0,118 € bei einem Preis von 25\$ pro Barrel Rohöl und der Parität des Euros zum Dollar. D.h. der Preis pro Barrel Rohöl beträgt 25 €. Auf der Internetseite www.brennstoffhandel.de (19.6.2006) sind die durchschnittlichen Weltmarktpreise für einen Barrel Rohöl in den Monaten Januar bis Dezember 2005 veröffentlicht. Der Internetseite www.dihk.de (19.6.2006) sind die durchschnittlichen Euro-DollarWechselkurse pro Monat zu entnehmen. Es lässt sich folgende Tabelle entwickeln:

Mittlerer Rohölpreis für die Sorte	\$/Barrel	Umrechnungskurs \$/€	€/Barrel
Brent 2005			
Januar	42,92	1,3119	32,72
Februar	45,15	1,3014	34,69
März	53,61	1,3201	40,61
April	53,20	1,2938	41,12
Mai	49,85	1,2694	39,27
Juni	55,74	1,2165	45,82
Juli	58,06	1,2037	48,23
August	64,19	1,2292	52,22
September	63,29	1,2256	51,64
Oktober	59,99	1,2015	49,93
November	56,03	1,1786	47,54
Dezember	57,05*	1,1856	48,11
Durchschnitt 2005	54,92		44,33

*Anmerkung: * als durchschnitt der Kalenderwochen 48 bis 51 selbst berechnet.*

Der durchschnittliche Rohölpreis lag demnach 2005 bei 44,33 €/Barrel. Es lässt sich also folgendermaßen hochrechnen:

$$\text{Aktueller Rohölanteil im Benzinpreis} = 0,118 \text{ €} * 44,35 \text{ €} / 25 \text{ €} = 0,209 \text{ €}$$

Den Informationen, die vom ÖAMTC zur Verfügung gestellt wurden und auf der Internetseite www.autotouring.at (26.6.2006) veröffentlicht sind, ist zu entnehmen, dass der Rohölanteil im Preis für Benzin (Super) sowie Diesel jeweils der gleiche ist.

Rechenschema 2: Die Berechnung des zukünftigen Brennstoffaufwandes in der Stadtwärme Lienz

Die Ermittlung des zukünftigen Brennstoffaufwandes baut auf der Faustformel, die mit Herrn Dipl. Ing. Lach von der Energie Steiermark entwickelt und im ökologischen Analyseteil bereits vorgestellt wurde, auf:²⁸²

$$\text{Gesamter Primärenergiebedarf} = ((\text{verkaufte Wärmemenge} / 0,865^{283}) + \text{Ökostrom}) / 0,85^{284}$$

Es wird geschätzt, dass der gesamte Primärenergiebedarf in Zukunft zu 97% über Biomasse und zu 3% über Heizöl extra leicht gedeckt wird. Dies entspricht der geschätzten Verteilung für 2006.²⁸⁵ Sonnenenergie kann aufgrund der geringen Bedeutung vernachlässigt werden. Im Förderansuchen für die Neuanlage wird der Biomasseaufwand mit 15 €/MWh geschätzt.²⁸⁶ Der Biomasseaufwand errechnet sich also als

$$\text{Primärenergiebedarf (in MWh)} * 0,97 * 15 \text{ €}$$

Des weiteren steigt dieser Wert mit der jährlichen Inflation von 3%. Der Berechnung des Heizölaufwandes legt man folgende Werte zugrunde: ein Liter Heizöl hat einen Energiegehalt von 9,97 kWh/l²⁸⁷; ein Liter Heizöl soll 2006 exkl. USt. 0,517 € kosten.²⁸⁸ Der Heizölaufwand errechnet sich also als

$$(\text{Primärenergiebedarf (in kWh)} * 0,03) / 9,97 * 0,517 \text{ €}$$

Außerdem werden auch hier 3% Inflation p.A. berücksichtigt.

²⁸² Auskunft vom 12.7.2006

²⁸³ Jahresnutzungsgrad des Fernwärmenetzes

²⁸⁴ Jahresnutzungsgrad des Heizkraftwerkes

²⁸⁵ vgl. Dokument: „Power Point Foliensatz zur Pressekonferenz von Mag. Januschke, Umweltabteilung der Stadt Lienz, am 31.1.2006“

²⁸⁶ Dokument: „Biomasseheizkraftwerk Lienz II: Förderansuchen an die Kommunalkredit Public Consulting GmbH“, S. 34

²⁸⁷ Auskunft Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark, 12.7.2006

²⁸⁸ dies ist der Preis, der auch schon in der makroökonomischen Wertschöpfungsrechnung verwendet wurde

Rechenschema 3: Die Berechnung der Energiekosten von individuellen Heizanlagen

Ausgangspunkt ist jene Wärmemenge, die von der Stadtwärme Lienz abgenommen wurde. Dividiert man diese durch den Wirkungsgrad der jeweiligen Kesselanlage (z.B. der Öl-Zentralheizung) so erhält man die benötigte Primärenergie für die Individualheizung:

$$\text{Wärmeverkauf durch Stadtwärme} / \text{Nutzungsgrad der Kesselanlage} = \text{Primärenergiebedarf}$$

Diese Berechnungsmethode geht implizit davon aus, dass in der Übergabestation zwischen dem Fernwärmenetz und dem gebäudeinternen Verteilernetz keine Abwärmeverluste anfallen, die vom Kunden zu tragen sind. Diese Vereinfachung ist aber durchaus berechtigt, da die Verluste minimal sind, d.h. die Übergabestation einen Wirkungsgrad von fast 100% hat. Auch in Papsch (2005) wurden bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs von Individualheizungen offensichtlich keine Verluste innerhalb der Wärmeübergabestation berücksichtigt.

Die verwendeten Nutzungsgrade der einzelnen Kesselanlagen sind:

Heizungsart	Zentralheizung	Etagenheizung	Einzelofen
Ölheizung	85%	88%	88%
Holzheizung	83%	85%	55%
Koks-/Kohleheizung	80%	-	-
Widerstandsheizung	96%	96%	96%

Quelle: Schätzungen Herr Wilhelmer, Fa. Techno Term, Lienz

Der geschätzte Nutzungsgrad einer neuen Kohleheizung wurde hier nur der Vollständigkeit halber angegeben. Im Heizkostenvergleich wurden keine Kohleheizungen berücksichtigt, da sie nach Auskunft von Herrn Wilhelmer, Fa. Techno Term Lienz, so gut wie nicht mehr neu gebaut werden.

Vom errechneten Primärenergiebedarf kann man auf die benötigte Menge des jeweiligen Energieträgers zurückschließen:

$$\text{Primärenergiebedarf} / \text{Heizwert des Energieträgers} = \text{benötigte Menge}$$

Dabei wurden folgende Heizwerte verwendet:

Energieträger	Heizwert
Heizöl	9,97 kWh / l**
Holz	1.891 kWh / fm*
Koks/Kohle	6.847 kWh / t*
Strom	1 kWh / kWh*

*Quelle: * Papsch (2005); ** Auskunft Herr Dipl. Ing. Lach, Energie Steiermark*

Multipliziert man die benötigte Menge mit dem Preis pro Mengeneinheit, so erhält man die Energiekosten. Die verwendeten Preise entstammen den Auskünften regionaler Brennstofflieferanten und sollten den Durchschnittswerten für 2005 entsprechen:

Energieträger	Preis inkl. USt.	Preis exkl. USt.
Heizöl	0,62 €/ l*	0,517 €/ l
Holz	42 €/ fm**	35 €/ fm
Koks/Kohle	480 €/ t*	400 €/ t
Strom	0,1376 €/ kWh***	0,1147 €/ kWh

*Quelle: * Auskunft Herr Pirker, Fa. Rossbacher Brennstoffe; ** Auskunft Herr Sinn, Waldgenossenschaft Iseltal; *** Kundenberatung der TIWAG*