



**Biomass-Fired District Energy  
For  
Santa Fe, New Mexico**

**Final Feasibility Report**

**Including  
Technical and Economic Optimization  
Of the Piping Network and Heating Plant**

**Prepared for:**

Natural Resources Conservation Service  
United States Department of Agriculture

**Prepared by:**

Local Energy  
1442 S. Saint Francis, Suite B  
Santa Fe, NM 87505  
Tel: (505) 982-9800

**In collaboration with:**

BIOS BIOENERGYSYSTEME GmbH  
Inffeldgasse 21b A-8010 Graz, Austria  
Tel: (+43) 316-481300

**February 2005**

## Acknowledgements

This study was made possible by a grant from the United States Department of Agriculture under the Biomass Research and Development Initiative, a program that it co-manages with the United States Department of Energy.

The authors would like to acknowledge a number of people who helped make this study possible. First, for their joint resolution in support of our effort, we would like to thank Santa Fe City Councilors Patti Bushee, Miguel Chavez, David Coss, Karen Heldmeyer, Matthew Ortiz, David Pfeffer, Carol Robertson-Lopez, and Rebecca Wurzburger, and Santa Fe County Commissioners Mike Anaya, Paul Campos, Paul Duran, Harry Montoya, and Jack Sullivan. Additional thanks goes to Bill DeGrande, Richard Fiedler, Craig Fiels, Robert Gallegos, Mike Lujan, and Lawrence Ortiz from the City of Santa Fe; Rudy Garcia, Ish Lovato, Vincent Ojinaga, and Shawn Thornton of Santa Fe County; Jill Holbert and Justin Stockdale from the Santa Fe Solid Waste Management Agency. For their time and patience providing detailed biomass data to us, we are indebted to New Mexico State Forestry Fuels Specialist James T. Johnston, USDA NRCS Soil Scientist Aaron J. Miller, USDA Forest Service Regional Measurement Specialist Steve Marsh, Regional Mensurationist Jeff Hog, Forest Fuel Specialist Chris Nap, Biomass Specialist Jerry Payne, and a number of Fire Management Officers.

Bill Belzner from Santa Fe Public Schools, Henry Kavanaugh, Larry Miller, and Manuel Sanchez from the New Mexico General Services Division, and Dave Paul from the U.S. General Services Administration were especially helpful in gathering the heat demand data for Santa Fe. We furthermore express our gratitude to Lleta Scoggins from the Santa Fe Railyard Community Corporation, and Jim McLaughlin from Santa Fe Community College for their assistance and enthusiastic support for this project. For help with gathering building data, we are indebted to David Barker from Barker Realty, Jim Cutropia from The Archdiocese of Santa Fe, and the many other building managers and owners who graciously gave us their time and support.

## Credits

<b>Program Officer:</b>	Dr. Mark Peters – NRCS
<b>Bioenergy Specialist:</b>	Jerry Payne – USDA Forest Service
<b>Project Director:</b>	Mark Sardella, PE – Local Energy
<b>Technical Specialist:</b>	Dr. Ingwald Obernberger – BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH
<b>Project Managers:</b>	Boaz Soifer, Charles Lamson – Local Energy
<b>Senior Engineer:</b>	Alfred Hammerschmid – BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH
<b>Senior Engineer:</b>	Klaus Supancic – BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH
<b>Junior Engineer:</b>	Thomas Baerthaler – BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH
<b>Report Authors:</b>	Thomas Baerthaler, Alfred Hammerschmid, Charles Lamson, Ingwald Obernberger, Mark Sardella, Boaz Soifer, Klaus Supancic.

**Copyright © 2005 by Local Energy - All Rights Reserved**

## Disclaimer

This report was prepared as an account of work sponsored in part by an agency of the United States Government. Neither the United States Government nor any agency thereof, nor any of their employees, nor Local Energy, makes any warranty, express or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness, or usefulness of any information, apparatus, product, or process disclosed, or represents that its use would not infringe privately owned rights. Reference herein to any specific commercial product, process, or service by trade name, trademark, manufacturer, or otherwise, does not constitute or imply its endorsement, recommendation, or favoring by the United States Government or any agency thereof, or by Local Energy. The views and opinions expressed herein do not necessarily state or reflect those of the United States Government or any agency thereof.

## Cover Photo

Saint Francis Cathedral, as seen from the Plaza in Santa Fe, New Mexico. Photo by Klaus Supancic.

## Abstract

This report documents the methodology, results, and conclusions of Phase I of the “Biomass-Fired District Energy for Santa Fe” project funded through the U.S. Department of Agriculture, which focused on an assessment of the feasibility of biomass district energy in downtown Santa Fe. It gives an overview of the work carried out by our heat-demand inquiry, fuel study, preliminary design of the heating plant and network of pipes, and technical optimization possibilities, as well as our studies of the economic performance ecological impact of biomass-fired district heating systems in Santa Fe. Regarding the areas that would be served, the project focused on the evaluation of two options for a main district heating system for downtown Santa Fe, four nearby prospective sites for decentralized biomass micro-grids, and one smaller section of the main grid that could possibly serve as a pilot project for the main district heating system. Moreover, both heat-only and combined heat and power (CHP) solutions have been investigated for main grid options.

The heat-demand inquiry focused on identifying potential customers and gathering detailed information regarding the size, type, and condition of many of the existing heating systems within the target areas. The study further reveals a relatively short heating season and shows that many heating systems in Santa Fe are oversized, resulting in lower-than-normal full-load operating hours. Nevertheless, the results show good potential for installing biomass-fired district heating systems to serve downtown Santa Fe and the micro-grid sites investigated.

The investigation of fuel availability revealed three main categories of biomass sources: wood residues from forest-thinning projects, municipal green waste from landfills and waste transfer stations, and commercial green waste from wood processing companies. The results of the fuel study indicate sufficient fuel availability for the purpose of providing district energy in downtown Santa Fe. Furthermore, costs of biomass fuel from commercial and municipal green waste sources are low enough to accommodate a cost-effective system. The collaboration of forest agencies and fuel buyers will be necessary to achieve competitive fuel prices of biomass from forest thinnings. Significant improvements of fuel quality, in particular with regard to ash content, could most likely be made through improved fuel handling and storage methods that avoid biomass contamination with inorganic matter. The use of ash as a fertilizer on farmland and in forests appears to be a promising way to close the mineral cycle for natural biomass fuels.

The data collected and calculations performed during the preceding heat-demand inquiry provided the basis for the preliminary design of the pipe networks of all main and micro-grid options investigated, using a specially developed software program. The results of the preliminary pipe network design served as the basis for the preliminary design of the heating plant. Since the high heat-demand potential within the target area of the Santa Fe main grid offers a good opportunity for the installation of a CHP plant, both heat-only and CHP options were considered for the main district heating system. The type and capacity of all relevant components were chosen to maximize efficiency and utilization of the heating plant, and considering the qualities of the available fuel. In addition, several measures for improving system performance have been identified, including optimization of the pipe network by identifying and excluding sections with a low network heat utilization ratio, increasing the temperature differential in the network of pipes, and integrating heat storage tanks within the micro-grids.

The preliminary designs of the pipe networks for all options investigated were optimized for best economic performance using the measures identified in the preliminary design study. The results

of this network optimization reveal that following optimization, all proposed pipe networks can be classified as highly efficient. The optimized designs result in more than 4,000 full-load operating hours per year, and annual utilization rates of about 90 percent.

The economic evaluation of the district heating options investigated was performed by calculating the heat and electricity production costs, the dynamic payback period, and the capital value of every option, considering local constraints and the large knowledge base accumulated from experience in more than 500 biomass district heating systems in Austria.

The main grid options investigated do not show positive cash-flow using current conditions of local natural-gas price, heat price, and feed-in tariffs for green electricity. A positive economic performance of a heat-only option would require investment subsidies for the network of pipes, a connection rate of 80 percent, and an increase in the market price for natural gas to at least US\$ 9.00 per MMBTU. Considering the constant increase in natural gas price within the last few years, however, an economically favorable realization of the main district heating system in Santa Fe seems to be possible in the near future. Regarding the CHP options investigated, the feed-in tariff for green electricity would have to be additionally raised to about US \$0.096 per kWh in order to achieve a positive economic performance.

The economic evaluation of the potential micro-grid sites investigated reveals some promising options. The Community College shows a good economic performance with a dynamic payback period of approximately 14 years. The micro-grid option at the South Capital Complex can also be considered a promising option, if about 53 percent of the investment costs are covered by subsidies or the market price for natural gas increases to US\$ 10.00 per MMBTU.

Moreover, an emission estimate comparing current emissions with the emissions expected after implementation of a biomass-fired district heating system in Santa Fe was performed to evaluate the environmental impact of the different systems investigated. The study showed that the main environmental advantage of biomass-fired district heating systems is the significant reduction in greenhouse gases like CO<sub>2</sub> and hydrocarbons. In addition, the reduction of CO<sub>2</sub> emissions can also improve economic system performance, if tradable CO<sub>2</sub> certificates will be generated. Furthermore, the utilization of a sustainable and locally available fuel, whose production and transport causes considerably lower emissions in comparison to natural gas, substantially contributes to a positive environmental impact of biomass-fired energy systems and strengthens the local economy as well as the security of energy supply.

The results of the preliminary design study clearly reveal that district energy from biomass is a sustainable and technically feasible option for the City of Santa Fe. As a recommendation for further procedure, potential micro-grid sites which already show economic feasibility should be implemented as first demonstration projects (e.g. the Community College system). These demonstration sites would strengthen the confidence of the public in such systems, improve their acceptance and prove their reliability and technical maturity. Furthermore, these systems would act as important starting points for the subsequent realization of a main district heating system.

## Kurzfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Methodik, Ergebnisse und Schlussfolgerungen von Phase I des vom U.S. Department of Agriculture geförderten Projekts “Biomass-Fired District Energy for Santa Fe”, das die Erstellung einer Machbarkeitsstudie für ein Biomassefernheizwerk in Santa Fe zum Ziel hatte. Er fasst die im Zuge der Wärmebedarfserhebung, Brennstoffevaluierung und Vorauslegung des Fernwärmenetzes und Heizwerks durchgeführten Arbeiten zusammen und beschäftigt sich mit den technischen Optimierungsmöglichkeiten der geplanten Fernwärmesysteme in Santa Fe sowie mit deren wirtschaftlicher und ökologischer Bewertung. Die Systemevaluierung konzentrierte sich auf zwei Optionen für die zentrale Fernwärmeversorgung der Innenstadt von Santa Fe, einen kleineren Abschnitt des städtischen Fernwärmenetzes, das als Startpunkt für dessen Ausbau fungieren könnte, sowie vier vielversprechende Standorte für dezentrale Biomasse-Mikronetze außerhalb des zentralen Versorgungsgebiets. Für die beiden zentralen Fernwärmeversorgungsvarianten wurden sowohl reine Wärmevarianten als auch Kraft-Wärme-Kopplungsvarianten (KWK) untersucht.

Die Wärmebedarfserhebung beschäftigte sich mit der Erhebung potentieller Wärmeabnehmer sowie der Sammlung detaillierter Informationen hinsichtlich Größe, Art, Zustand und Brennstoffverbrauch der bestehenden Heizungssysteme innerhalb der festgelegten Versorgungsgebiete. Die relativ kurze Heizsaison sowie die gängige Überdimensionierung vieler Heizungssysteme in Santa Fe führen zu niedrigeren Volllaststunden als normal. Die Ergebnisse der Wärmebedarfserhebung zeigen dennoch gute Voraussetzungen für die Errichtung eines Biomassefernwärmenetzes für die Innenstadt von Santa Fe sowie für die betrachteten Mikronetze.

Die Erhebung von potenziellen Brennstoffressourcen ergab im wesentlichen drei verschiedene Kategorien: Waldhackgut aus Durchforstungsprojekten, unbehandelte Holzabfälle von öffentlichen Deponien und Nebenprodukte aus der Holzverarbeitenden Industrie. Die im Rahmen der Studie ermittelte, nachhaltig verfügbare Menge an Biomasse ist für die Brennstoffversorgung eines Fernwärmesystems in Santa Fe mehr als ausreichend. Die Brennstoffkosten für Biomasse von Holzverarbeitenden Betrieben und öffentlichen Deponien liegen auf niedrigem Niveau, so dass eine wirtschaftliche Nutzung dieser Ressourcen möglich ist. Die enge Zusammenarbeit von Forstbehörden und Brennstofflieferanten wird notwendig sein, um die Kosten für Waldhackgut zu reduzieren und wettbewerbsfähige Preise zu erreichen. Eine deutliche Verbesserung der Brennstoffqualität, insbesondere eine Reduzierung des Aschegehalts durch die Vermeidung von Verunreinigungen durch anorganisches Material, erscheint durch die Verbesserung der Brennstoffaufbereitung und -lagerung möglich. Die Verwendung von Asche als Dünger für landwirtschaftliche Flächen und Wälder erscheint als vielversprechendste Möglichkeit, den Nährstoffkreislauf so weit wie möglich zu schließen, solange unbehandelte Biomassebrennstoffe verwendet werden.

Die Ergebnisse der vorangegangenen Wärmebedarfserhebung wurden als Eingabeparameter für die Berechnung aller relevanten Daten der verschiedenen Fernwärmenetzvarianten durch ein speziell entwickeltes Computer Programm verwendet. Die Ergebnisse der vorläufigen Auslegung

des Fernwärmenetzes dienten als Grundlage für die Auslegung des Heizwerks. Aufgrund des hohen Wärmebedarfs innerhalb des Versorgungsgebiets der beiden zentralen Fernwärmenetzvarianten, wurden neben den reinen Wärmevarianten auch jeweils KWK-Varianten untersucht. Bauweise und Größe aller relevanten Komponenten des Heizwerks wurden mit besonderem Augenmerk auf maximale Anlageneffizienz und –auslastung sowie unter Berücksichtigung der lokal vorhandenen Biomassebrennstoffe ausgewählt. Darüber hinaus wurden verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung der Fernwärmesysteme erarbeitet, wie die Netzoptimierung durch Erhebung und Ausschluss von unwirtschaftlichen Netzsträngen, die Erhöhung der Temperaturspreizung im Fernwärmenetz sowie die Installation von Pufferspeichern in Mikronetzen.

Im Zuge der technischen Optimierung wurden die vordimensionierten Fernwärmenetze mit den im Rahmen der Vorauslegung festgelegten Maßnahmen weiter verbessert. Das Ergebnis der durchgeführten Optimierungsmaßnahmen sind hocheffiziente Fernwärmenetze. Basierend auf den Ergebnissen der Netzoptimierung und der Vorauslegung wurden auch Optimierungsmaßnahmen für die Heizwerkskomponenten evaluiert und durchgeführt. Die gewissenhafte Auslegung unter Berücksichtigung aller Optimierungsmöglichkeiten ermöglicht einen Betrieb der Biomasseheizwerke bei mehr als 4.000 Volllaststunden im Jahr und bei Jahresnutzungsgraden um die 90 %.

Die wirtschaftliche Betrachtung der untersuchten Fernwärmevarianten umfasste eine Berechnung der Wärme- und Stromgestehungskosten, der dynamischen Amortisationszeit und des Kapitalwerts für jede Variante unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen und der weitreichenden Erfahrungen aus mehr als 500 Biomasseheizwerken in Österreich.

Unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen (Erdgaspreis, Wärmepreis, Stromeinspeisetarife) kann die Realisierung eines zentralen Fernwärmesystems für die Innenstadt von Santa Fe derzeit nicht empfohlen werden. Investitionsförderungen für das Fernwärmenetz, eine Anschlussdichte von mindestens 80 Prozent sowie ein Anstieg des Marktpreises für Erdgas auf etwa US\$ 9,00 pro MMBTU sind die notwendigen Voraussetzungen für eine positive wirtschaftliche Entwicklung der reinen Wärmeversorgungsvariante. Beobachtet man den ständig ansteigenden Erdgaspreis in den vergangenen Jahren, so erscheint eine Realisierung eines zentralen Fernwärmesystems für Santa Fe in naher Zukunft durchaus realistisch. Um einen wirtschaftlich sinnvollen Betrieb der KWK-Varianten zu gewährleisten, ist darüber hinaus noch eine Steigerung der Stromeinspeisetarife auf etwa 9,60 US-Cents pro kWh notwendig.

Die wirtschaftliche Evaluierung der untersuchten Mikronetzstandorte ergab einige vielversprechende Varianten. Das Mikronetz am Community College zeigt eine gute Wirtschaftlichkeit mit einer dynamischen Amortisationszeit von etwa 14 Jahren und kann daher für eine Realisierung empfohlen werden. Die Mikronetzvariante beim South Capitol Complex kann bei einer etwa 53%-igen Investitionsförderung bzw. einem Anstieg des Marktpreises für Erdgas auf etwa 10.00 US\$/MMBTU ebenfalls realisiert werden.

Die ökologische Bewertung der unterschiedlichen Varianten erfolgte anhand einer Emissionsprognose, bei der die derzeitigen Emissionen mit den erwarteten Emissionen nach Errichtung eines Biomassefernwärmesystems verglichen wurden. Die deutliche Reduktion von Treibhausgasen wie CO<sub>2</sub> und Kohlenwasserstoffen stellt den wichtigsten ökologischen Vorteil der

untersuchten Biomassefernwärmsysteme dar. Die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen kann auch zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Fernwärmsysteme beitragen, wenn handelbare CO<sub>2</sub>-Zertifikate generiert werden können. Die Nutzung eines lokal und nachhaltig verfügbaren Brennstoffs, dessen Erzeugung und Transport deutlich weniger Emissionen im Vergleich zu Erdgas verursacht, trägt wesentlich zu einem positiven ökologischen Einfluss von Biomassefernheizsystemen bei und stärkt die lokale Wirtschaft und die Versorgungssicherheit für Energie.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie zeigen deutlich, dass eine Fernwärmeversorgung auf Biomassebasis eine nachhaltige und technisch machbare Option für die Stadt Santa Fe darstellt. Als eine Empfehlung für die weitere Vorgangsweise sollten Mikronetze, die bereits unter den gegebenen Bedingungen wirtschaftlich sinnvoll sind (z.B. das System am Community College), als erste Demonstrationsprojekte realisiert werden. Diese ersten Demonstrationsprojekte stärken das Vertrauen der Bevölkerung in solche Systeme, verbessern ihre Akzeptanz und zeigen, dass Biomasseheizsysteme verlässlich und technisch ausgereift sind. Darüber hinaus fungieren diese Systeme als wichtige erste Meilensteine in der angestrebten Errichtung eines zentralen Fernwärmesystems für Santa Fe.