

## Abstract

This report documents the methodology, results, and conclusions of Phase II of the “Biomass-Fired District Energy for Santa Fe” project funded through the U.S. Department of Agriculture, which focused on the detailed design of the biomass heating plant at Santa Fe Community College (SFCC). It gives an overview of the work performed covering an update of the gas consumption data of the College, the evaluation of additional biomass fuel sources, computer simulations of the year-round performance of the two existing and the new combined heat distribution system, the detailed design of all relevant plant components of the biomass heating plant, including furnace, boiler, hydronic system and controls, and the financial evaluation of the project. The project focused on the heat supply for the three largest buildings on the campus, the Main Building, the Witter Fitness Center and the Visual Arts Center, which will be supplied by a new combined heat distribution system.

The gas consumption data of SFCC were updated in order to consider the reopening of the three swimming pools in the Witter Fitness Center in Fall 2004 and non-substitutable gas consumers like kitchen appliances, gas-fired domestic hot water boilers and gas kilns.

In addition to the comprehensive fuel study performed in Phase I of the project, additional potential fuel sources in and around Santa Fe were visited and analyzed. The results revealed that the water content of all samples analyzed was below 50 percent (w/w, w.b.), which will cause no problems in an underfeed stoker, the biomass combustion technology used in this project. The ash content of two thirds of the samples, however, is above the 2 percent ash content (w/w, d.b.) desired for underfeed stokers. Removing the fines from the biomass by using a fine screen (mesh size 0.4 inches / 10 mm) is therefore recommended to improve fuel quality by reducing mineral contamination and thus also the ash content.

The program RDesign © was used to simulate the year-round performance of the two existing heat distribution systems at Santa Fe Community College, using the updated gas consumption data and the actual operating parameters. This helped to determine the actual heat demand of the heat consumers, which was applied for the simulation of the new combined heat distribution system.

The new combined heat distribution system will be realized by connecting the two heat distribution systems of the Main Building (which also supplies the Witter Fitness Center with heat) and the Visual Arts Center. The two heat distribution systems will be connected by two 6 inch pipes (supply and return) via the southwestern alley between the Main Building and the Visual Arts Center. Moreover, several gas-fired domestic hot water and pool boilers will be replaced by heat transfer stations, which will be connected to the new combined heat distribution system. By increasing the temperature differential from 20°F (11°C) to 40°F (22°C), the hot water flow required to supply the new combined system could be reduced significantly and enables the further use of the existing heat distribution pumps.

The simulation results for the year-round performance of the new combined system were used for the detailed specification of the biomass heating plant with all relevant components. A 3.4 MMBTU/hr (1,000 kW) biomass-fired boiler with underfeed stoker technology was specified for the plant. The economizer defined improves the annual utilization rate of the system to 88.5

percent, whereas the addition of heat storage tanks increases the utilization of the biomass boiler to over 5,100 full-load operating hours. The implementation of a multi-cyclone enables low-emission plant operation. As a result of the high ash content of the fuel samples analyzed, the biomass heating plant was specified to burn fuel with a maximum ash content of 5 percent (w/w, d.b.). The detailed specifications developed during the detailed design of the biomass heating plant were used to prepare the Request for Proposals (RFP) for the delivery, installation, start-up and commissioning of the biomass heating plant, which will be published soon, after the non-technical part of the RFP has been prepared by SFCC.

A sophisticated measurement, control, and data-storage system combined with process visualization was specified for the biomass heating plant. This process control and visualization system will be implemented in the process control of the SFCC heating system and will help in the education of students of renewable energy courses at the College.

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

In respect to the rapid increase of the gas price (44 percent up from last year), the project features an excellent economic performance. Depending on the gas price and its annual increase rate used for the calculations, the dynamic payback period varies between 8 (at 6 percent p.a. and the anticipated gas price for the 2005/2006 heating season) and 13 years (at 4 percent p.a. and the average gas price of the last heating season).

The RFP and the detailed specifications of all other relevant components of the heating plant which will be included in the bid book for the mechanical and electrical installations are the basis for the implementation of a first biomass energy demonstration project at Santa Fe Community College. This demonstration project will strengthen the confidence of the public in such systems, improve their acceptance and prove their reliability and technical maturity. Furthermore, this system will act as an important starting point for the subsequent realization of a biomass district heating system for downtown Santa Fe. The implementation of the main district heating system in Santa Fe based on sustainable energy sources is an ecologically and economically reasonable long-term solution particularly in view of the rapid recent increase of fossil fuel prices due to depleting resources.

## Kurzfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Methodik, Ergebnisse und Schlussfolgerungen von Phase II des vom U.S. Department of Agriculture geförderten Projekts “Biomass-Fired District Energy for Santa Fe”, das die Detailplanung für ein Biomasseheizwerk am Santa Fe Community College (SFCC) zum Ziel hatte. Er fasst die im Zuge der Aktualisierung der Erdgasverbrauchsdaten des Colleges, der Evaluierung zusätzlicher Brennstoffressourcen, der Computersimulationen des ganzjährigen Betriebes der beiden bestehenden und des geplanten zusammenschlossenen Wärmeversorgungsnetzes, sowie der Detailplanung von allen relevanten Komponenten des Biomasseheizwerks wie Feuerung, Kessel, Hydraulik und Regelung durchgeführten Arbeiten zusammen und beschäftigt sich mit der wirtschaftlicher Bewertung des Projektes. Das Projekt konzentrierte sich auf die Wärmeversorgung der drei größten Gebäude auf dem Campus, dem Hauptgebäude, dem Witter Fitness Center sowie dem Visual Arts Center, die mit dem geplanten zusammenschlossenen Wärmeversorgungsnetz versorgt werden.

Die Erdgasverbrauchsdaten des SFCC wurden aktualisiert, um die Wiedereröffnung von drei Schwimmbecken im Witter Fitness Center im Herbst 2004 sowie den Gasverbrauch von gasbetriebenen Küchengeräten, Warmwasserspeichern und Öfen, die nicht an das gemeinsame Wärmeversorgungsnetz angeschlossen werden können, zu berücksichtigen.

Zusätzlich zur umfangreichen Brennstoffstudie, die im Rahmen der Phase I des Projektes durchgeführt wurde, wurden weitere potenzielle Brennstoffressourcen in und rund um Santa Fe untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass der Wassergehalt der Frischsubstanz aller untersuchten Proben unter 50 Massenprozent liegt und somit keine Probleme bei einem Einsatz in einer Unterschubfeuerung, die für diese Projekt gewählte Feuerungstechnologie, zu erwarten sind. Der Aschengehalt der Trockensubstanz liegt allerdings bei zwei Drittel der untersuchten Proben über den für Unterschubfeuerungen angestrebten 2 Massenprozent. Die Abscheidung der Feianteile mit einer Korngröße unter 10 mm durch Siebung wird empfohlen, um die Brennstoffqualität durch Verringerung der anorganischen Anteile und damit des Aschegehalts zu verbessern.

Das Programm RDesign© wurde verwendet, um unter Verwendung der aktualisierten Erdgasverbrauchsdaten und derzeitigen Betriebsparameter den ganzjährigen Betriebes der beiden bestehenden Wärmeversorgungsnetze auf dem SFCC zu simulieren. So konnte der tatsächliche Wärmebedarf der Wärmeverbraucher ermittelt und die Ergebnisse für die Simulation des geplanten Wärmeversorgungsnetzes verwendet werden.

Das geplante zusammenschlossene Wärmeversorgungsnetz wird durch die Verbindung der beiden Wärmeversorgungsnetze des Hauptgebäudes (welches auch das Witter Fitness Center mit Wärme versorgt) und des Visual Arts Centers realisiert werden. Die Verbindung der beiden Wärmeversorgungsnetze erfolgt durch zwei DN 150 (6 inch) Rohre (Vorlauf und Rücklauf) über den südwestlichen Verbindungsgang zwischen dem Hauptgebäude und dem Visual Arts Center. Darüber hinaus werden mehrere gasbetriebene Warmwasserspeicher und Kessel zur Beheizung der Schwimmbecken durch Wärmeübergabestationen ersetzt, die an das geplante zusammenschlossene Wärmeversorgungsnetz angeschlossen werden. Durch eine Erhöhung der Temperaturspreizung im Netz von 11 (20°F) auf 22°C (40°F) konnten die notwendigen

Durchflussmengen des Warmwassers für die Versorgung des geplanten Systems entscheidend reduziert werden, wodurch die bestehenden Netzpumpen weiterhin verwendet werden können.

Die Ergebnisse der Simulation des ganzjährigen Betriebs des geplanten zusammenschlossenen Wärmeversorgungsnetzes wurden für die detaillierte Spezifikation aller relevanter Komponenten des Biomasseheizwerks herangezogen. Ein 1.000 kW (3,4 MMBTU/hr) Biomassekessel mit Unterschubfeuerungstechnologie wurde für das Heizwerk spezifiziert. Der geplante Economiser verbessert den Jahresnutzungsgrad der Anlage auf 88,5%, die Installation eines Pufferspeichers erhöht die Jahresvolllaststunden des Biomassekessels auf über 5.100 Stunden pro Jahr. Der Einsatz eines Multizyklons ermöglicht einen Betrieb mit geringen Emissionen. Aufgrund des hohen Aschengehalts der untersuchten Brennstoffproben wurde der Biomassekessel für die Verbrennung von Brennstoff mit einem maximalen Aschengehalt der Trockensubstanz von 5 Massenprozent spezifiziert. Die genauen Spezifikationen, die im Zuge der Detailplanung des Biomasseheizwerks erarbeitet worden sind, wurden für die Erstellung des „Request for Proposals (RFP) for the delivery, installation, start-up and commissioning of the biomass heating plant“ (Biomassefeuerungs Ausschreibung), das in Kürze nach Fertigstellung der nicht-technischen Rahmenbedingungen durch das SFCC veröffentlicht wird, verwendet.

Ein durchdachtes Mess-, Regel und Datenaufzeichnungssystem mit Prozessvisualisierung wurde für das Biomasseheizwerk spezifiziert. Dieses Prozessleit- und Visualisierungssystem wird in das bestehende Prozessleitsystem des Heizungssystems des SFCC eingebunden und dient auch der Unterstützung der Studenten der Kurse über erneuerbare Energien auf dem College.

Die wirtschaftliche Evaluierung des geplanten Biomasseheizwerks umfasste eine Berechnung der Wärme- und Stromgestehungskosten, der dynamischen Amortisationszeit und des Kapitalwerts für das Projekt unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen und der weitreichenden Erfahrungen aus mehr als 500 Biomasseheizwerken in Österreich.

Im Hinblick auf den rasanten Anstieg des Erdgaspreises (der Erdgaspreis stieg innerhalb eines Jahres um 44%) zeigt das Projekt sehr positive wirtschaftliche Ergebnisse. Abhängig vom gewählten Gaspreis und der Gaspreissteigerungsrate variiert die dynamische Amortisationszeit des Projektes zwischen 8 (unter Berücksichtigung eines jährlichen Gaspreisanstiegs von 6% und des erwarteten Gaspreises für die Heizsaison 2005/2006) und 13 Jahren (bei Annahme einer 4%igen jährlichen Gaspreissteigerungsrate und des durchschnittlichen Gaspreises der letzten Heizsaison).

Das erstellte RFP (Ausschreibung) und die detaillierten Spezifikationen aller anderen notwendigen Komponenten des Biomasseheizwerks, die im Bidbook für die Hydraulik und die Elektroinstallationen enthalten sind, bilden die Basis für die Errichtung eines ersten Biomassedemonstrationsprojektes am Santa Fe Community College. Dieses Demonstrationsprojekt wird das Vertrauen der Bevölkerung in solche Systeme stärken, ihre Akzeptanz verbessern und zeigen, dass Biomasseheizsysteme verlässlich und technisch ausgereift sind. Darüber hinaus wird dieses System als wichtiger erster Meilenstein in der angestrebten Errichtung eines zentralen Fernwärmesystems auf Biomassebasis für Santa Fe fungieren. Besonders in Hinblick auf die rasch ansteigenden Preise fossiler Energieträger durch die Verknappung der Ressourcen stellt die Errichtung eines zentralen Fernwärmesystems für Santa Fe auf Basis erneuerbarer Energien eine langfristig sinnvolle ökologische und wirtschaftliche Lösung dar.