

1) Entwicklung einer Dampfturbine kleiner Leistung mit mechatronischer Kopplung an das elektrische Netz

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Jens Hampel

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: TU Dresden, Elektrotechnisches Institut, Professur Leistungselektronik, AG Kühnle, Kopp und Kausch, Frankenthal, Piller Power Systems GmbH, Osterode, DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH

Finanzierung: DBU; DREWAG Innovationsfond

Laufzeit: 12/01 – 06/05

Beschreibung/Ergebnisse:

Gegenstand des Projektes war die Entwicklung, Konstruktion, Bau und Erprobung eines getriebelosen Dampfturbogenerators mit 500kW_{el} Leistung und Anbindung an das Netz über einen Frequenzumrichter.

Hierzu wurde ein entsprechender Turbogenerator konzipiert und gebaut. Die Anbindung ans Netz erfolgte über einen modifizierten Frequenzumrichter. Aufgrund der direkten Kopplung von Turbine und Generator musste ein neues Regelungskonzept entworfen werden. Hierbei stand eine Reihe von Varianten zur Auswahl, aus denen eine umgesetzt wurde. Theoretische Untersuchungen zum Wirkungsgrad in Abhängigkeit von der Leistung und der Drehzahl sowie den Dampfzuständen wurden parallel durchgeführt. Sie bildeten die Grundlage für die praktische Ermittlung der lastabhängigen optimalen Drehzahlen am Versuchstand.

Für die praktischen Untersuchungen wurde am Standort Reick in Dresden in einem bestehenden Heizwerk eine Versuchsanlage errichtet. Die praktischen Versuche an der neuen Anlage haben deren Funktionalität bestätigt. Typisch für eine derartige Neuentwicklung, sind eine Reihe von technischen Schwierigkeiten aufgetreten, die größtenteils im Laufe des Projektes untersucht und beseitigt wurden. In weiterführenden Entwicklungsarbeiten muss die Serienreife der Anlage erreicht werden.

2) Erweiterte Modellierung der Verluste in Wärmespeichern und Entwicklung einer Berechnungsmethode für eine optimierte Speicherkonstruktion

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Robert Huhn

Finanzierung: AiF

Laufzeit: 08/03 – 01/06

Beschreibung/Ergebnisse:

Das Projekt beinhaltet die Untersuchung der Auswirkungen der Konstruktion und Betriebsführung auf die Effizienz von Wasser-Wärmespeichern. Anhand detaillierter numerischer Simulationen verlustbehafteter strömungstechnischer und thermodynamischer Vorgänge im Speicherinneren, welche mit gemessenen Daten vom Acrylglas-Modellspeicher der TUD validiert wurden, konnten mehrere Verlustursachen identifiziert und quantifiziert werden. Hierzu zählen:

- Beitrag der Behälterwand zu Temperatenausgleichsvorgängen im Speicher
- Mischung bei Einströmung in den Speicher
- Wärmeverluste und Mischeffekte durch Mikrozirkulation in Anschlussleitungen

Im Rahmen der Simulation wurden diese Effekte auch für veränderte Speichergeometrien und -größen berechnet und daraus halbempirische Beziehungen für die Beschreibung der Verluste abgeleitet. Dabei handelt es sich um Beziehungen, in denen die konstruktiven Speichermerkmale und die Betriebsparameter in Form von Ähnlichkeitskennzahlen eingehen. Damit lassen sich auch die konstruktionsbedingten inneren Verluste in Speichern quantifizieren sowie für neu zu entwickelnde Speicher bereits im Entwicklungsstadium vorhersagen.

An der beteiligten Forschungsstelle FFI in Hannover e.V. wurden Testmessungen sowie Infrarotaufnahmen an liegenden Wärmespeichern als Vergleich zu stehenden Speicher durchgeführt, welche im vorangegangenen Forschungsprojekt untersucht wurden.

3) Optimierung der Auslegung und Betriebsführung von Absorptions-Kältemaschinen im Systemverbund

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Lutz Dittmann

Finanzierung: BMWA

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH,
Stadtwerke Leipzig GmbH,
Energieversorgung Halle GmbH

Laufzeit: 01/03 – 08/05

Beschreibung/ Ergebnisse:

Im Verlauf des Jahres konnte die Bearbeitung aller Arbeitspunkte in Angriff genommen und im Rahmen des Projektes zu einem Abschluss gebracht werden. Zur Fundierung der Untersuchungen wurde basierend auf einer kritischen Analyse der Literaturquellen und eigener Berechnungen eine konsistente **Stoffdatenbasis** der Stoffpaarung Lithiumbromid/Wasser für wichtige Parameter erstellt. Darauf aufbauend konnten Simulationsmodelle zur Analyse der Vorgänge in einer LiBr/H₂O-Kältemaschine erstellt werden, die eine Optimierung der Randbedingungen des Betriebsverhaltens erlauben und Planern bzw. Nutzern eine Entscheidungsfindung hinsichtlich ökonomischer Fahrweise erleichtern können.

Die Wichtigkeit der Nutzung von Spitzenlastanlagen konnte dargelegt werden, wobei besonderes Augenmerk auf die Gestaltung von Kaltwasserspeichern gelegt wurde. Die Untersuchung eines **liegenden Kaltwasserspeichers** zur Verbesserung der Einsatzbedingungen von Kältemaschinen, die im innerstädtischen Bereich auf die Nutzung vertikaler Bauformen verzichten müssen war dabei das zentrale Thema. Durch Variation der Behälterneigung und Ein- bzw. Ausflusskonstruktion konnte mit experimentellen Untersuchungen eine effiziente Speicherkonstruktion gefunden und das zyklische Verhalten visuell und durch Kennzahlen belegt werden.

Diese Ergebnisse konnten in die Teilprojekte für die kofinanzierenden Unternehmen einfließen und dabei zum besseren Verständnis und zur Optimierung des Einsatzes von Kälteanlagen beitragen. Anwendungsfälle waren die Optimierung der Kälteversorgung eines Klinikums, welche die Erzeugung eines **Prognosemodells** einer Jahresscheibe für eine Verbundschaltung von Absorptions- und Kompressionskältemaschinen, freier Kühlung und einer Speicheranlage beinhaltete und die Ermittlung der optimalen **Zulufttemperatur von Gasturbinen** zum Gegenstand hatten.

Im Anschluss an das Forschungsprojekt wird es zur Nutzung der Erkenntnisse bei weiteren Untersuchungen zur Betriebsoptimierung von Kältemaschinen kommen, auch die Versuche am Kältespeicher werden fortgesetzt.

4) Untersuchungen zur Optimierung des Zusammenwirkens von Technologien zur dezentralen Energieerzeugung mit Brenngasen aus Erneuerbaren Energieträgern

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschemig

Mitarbeiter: Dr.-Ing. Karin Rühling

Finanzierung: BMBF

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: DBI

Laufzeit: 11/03 – 04/06

Beschreibung/ Ergebnisse:

Die Anforderungen der grundsätzlich für die Verstromung aller im Projekt untersuchten Brenngase aus erneuerbaren Energien geeigneten KWK-Erzeugertechnologien Brennstoffzelle des Phosphorsäure-Typs (PAFC), motorische BHKW-Module sowie Gasturbinen an die Gasqualität wurden fortgeschrieben. Im Folgenden sollen nur die Veränderungen bzw. neue Erkenntnisse dargestellt werden. *PAFC* für alternative Brenngase liefert neben dem amerikanischen Hersteller UTC (ehemals ONSI, 200 kW_{el}) auch die japanische Fa. Fuji Electric (100 kW_{el}). Zugänglich sind für letztere die Daten des Einsatzes im „Yamagata City Purification Center“ (Biogas/Klärgas mit 60 % Methan) geworden. Die Effizienzdaten sind mit denen der UTC-Anlagen vergleichbar.

Durch Einführung des EEG ergibt sich für motorische BHKW, dass die bislang vorwiegend eingesetzten Zündstrahl-Motoren durch Gasmotoren verdrängt werden, da stabile Motortechnik mit Rapsöl-Zündstrahl am Markt fehlt. Die installierte Leistung je Anlage steigt. Gasmotoren ab 500 kW sind Industriemotoren mit integrierter Steuerung mit denen bislang

positive Erfahrungen gemacht werden konnten. Die Wärmenutzung erfolgt in Biogasanlagen hauptsächlich prozessintern. Große Probleme gibt es mit erheblichen Differenzen zwischen herstellerseitig angegebener und tatsächlicher thermischer Leistung bei Zündstrahlmotoren (bis zu 50 % Minderleistung).

5) Thermische Desinfektion in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen

Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschemig
Mitarbeiter:	Dr.- Ing. Bernd Müller
Finanzierung:	BMWA/ AiF – ProInno
Wissenschaftl. Zusammenarbeit:	STS Energietechnik GmbH, TUD- Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene
Laufzeit:	05/04 – 03/06

Beschreibung/ Ergebnisse:

Bei der Bearbeitung des Themas kam es aus nachfolgend kurz genannten Gründen zu einer Verzögerung im Arbeitsplan, so dass im Dezember 2005 bei AiF der Antrag auf eine kostenneutrale Laufzeitverlängerung gestellt wurde.

- Der 3fach umgelenkte Plattenwärmeübertrager (AP 5,6) wurde vom Hersteller ohne Entlüftungen der Kanäle geliefert. Der nachträgliche Einbau von Entlüftungen durch STS nach Herstellerangaben ergab eine Leckstelle bei der Schweißung. Durch die verzögerte Lieferung eines weiteren Wärmeübertragers, der wieder ohne Entlüftungen geliefert wurde, ergab sich durch zusätzliche Nachrüst- und Umbauarbeiten ein weiterer Zeitverzug. An der Anlage konnten in dieser Zeit keine weiteren Versuche durchgeführt werden.
- Für die Verweilzeitmessungen (AP 5,6) wurde wesentlich mehr Zeit benötigt, als eingeplant war. Sowohl der Leitfähigkeitssensor als auch die Messwerterfassung lieferten keine verlässlichen und reproduzierbaren Werte, so dass nach Falschmessungen die Geräte getauscht werden mussten.
- Bei der Durchführung der Messungen und der Auswertungen zur Verweilzeit mussten konstruktive und bauliche Änderungen an der Versuchsanlage in Abstimmung zwischen STS und TUD durchgeführt werden.
- Durch einen Brand beim Kooperationspartner STS Energietechnik GmbH verzögerten sich die notwendigen Arbeiten.
- Der mit der Messtechnik und der zu bearbeitenden Problematik bestens vertraute Hard- und Softwarespezialist stand und steht krankheitsbedingt für das Thema nicht

mehr zur Verfügung. Ein neuer Kollege musste sich deshalb in die Thematik einarbeiten.

Die Recherche **Kalkablagerungen** (AP 1) wurde abgeschlossen.

Druckverlustberechnungen und teilweise auch Messungen wurden an der Anlage durchgeführt. Das erfolgte auch, um die entsprechenden Volumenströme durch die Umwälzpumpe sicher zu stellen. Umfangreiche Versuche wurden durchgeführt und Umbauten an der Anlage vorgenommen, um Stellen mit hohem Druckverlust zu beseitigen.

Konzipierung Wärmepumpe (AP 3)

Zur Reduzierung der benötigten Heizenergie für die Erwärmung des **Zirkulationsvolumenstromes im Reaktionsbehälter** wurden bezüglich Wärmepumpenentwicklung umfangreiche Recherchen und Untersuchungen durchgeführt.

Die Aktivitäten erfolgten in zwei Richtungen:

Wärmepumpe auf der Basis von Peltierelementen und **Kompressionswärmepumpe**

Peltier-Wärmepumpe

Auf der Grundlage von Literaturstudien und Herstellerrecherchen konnten geeignete Peltierelemente für entsprechende Testzwecke angeschafft werden. Um die grundsätzliche Eignung prüfen zu können, wurde ein Kalorimeterprüfstand aufgebaut, in dem eine Peltierwärmepumpe als Funktionsmuster geprüft wird. Daran werden Messungen mit dem Ziel durchgeführt, ob die hohen Wärmesenktemperaturen, die zur Legionellen-Desinfektion notwendig sind, ohne Schaden von den Peltierelementen überstanden werden. Zur Zeit werden noch Betriebskennfelder dieser Peltierwärmepumpe erstellt, um das Betriebsverhalten und die energetische Effizienz zu ermitteln.

Kompressionswärmepumpe

- Recherche umweltverträgliches Hochtemperaturkältemittel
- Kein Einsatz von FCKW, HFCKW
- Möglichst (kein) Einsatz von HFKW (chlorfreie Kältemittel, langfristige Alternativen als Einstoff- oder Gemisch-Kältemittel)
- Möglichst Einsatz halogenfreier Kältemittel

Damit bleiben die **natürlichen Kältemittel**, von denen (vorerst) die brennbaren wie R600a (Isobutan) nicht in die engere Wahl gezogen werden.

Wasser als Kältemittel erfüllt die Anforderungen u. a. an Umweltverträglichkeit, Verfügbarkeit, Ungiftigkeit, es ist einfach handhabbar und billig. Es besitzt allerdings eine geringe volumetrische Kälteleistung, hohe Druckverhältnisse und erfordert große Volumenströme. Der gesamte Prozess findet unter Vakuum statt. Die Verfügbarkeit von kältetechnischen Komponenten ist nicht gewährleistet, es gibt Einzelentwicklungen großer Anlagen.

Für die hier angestrebte **Wärmepumpenentwicklung** ist **CO₂ (R744)** das aussichtsreichste natürliche Kältemittel. Der Prozess verläuft transkritisch. Die Wärmequelle muss sehr sorgfältig abgestimmt werden, da die kritische Temperatur bei 31°C liegt. Es gibt umfangreiche Komponentenentwicklungen für die CO₂-Anwendung, da besonders im Autoklimabereich mit dem baldigen Einsatz von CO₂ zu rechnen ist. Für die Wärmepumpenentwicklung und

dort speziell zur Altbausanierung (höhere Heizungsvorlauftemperaturen) wurde in der jüngsten Zeit CO₂ als Kältemittel erfolgreich eingesetzt. Für die Entwicklung einer zur thermischen Desinfektion geeigneten CO₂ Anlage stehen kältetechnische Komponenten, die allerdings zum großen Teil noch in der Entwicklungsphase sind, zur Verfügung. Kontaktaufnahme mit Komponentenherstellern ist erfolgt.

Strömungs- und wärmetechnische Simulation, Prototyp, Test des Prototyp im vorhandenen Versuchsaufbau, Dynamik und Verweilzeit (AP 4, 5, 6)

Die **Verweilzeitmessung** wurde mit den NaCl- Lösungen im Versuchsfeld abgeschlossen. Die Leitfähigkeit des umlaufenden Wassers wurde mit einer **Leitfähigkeitssonde (SWAN-Sensor)** kontinuierlich erfasst. Die Veränderung der Leitfähigkeit korreliert mit der Konzentrationsänderung des gelösten Salzes. Die Untersuchungen wurden für Volumenströme zwischen 0,8 und 1,8 m³/h und im Temperaturbereich von 20 bis 60°C durchgeführt.

Zur Nachbildung der Strömungs- und Temperaturverhältnisse im **Reaktionsbehälter** wurden Simulationsrechnungen durchgeführt, deren Auswertungen noch nicht abgeschlossen sind.

Für die Probenahme im Institut für Mikrobiologie und Hygiene wird z. Z. eine **Probenahmeeinrichtung** konzipiert, bestehend aus Entnahmestrecke mit Magnetventilen, um zeitlich genau und definiert Wasserproben entnehmen zu können. Die Zeitsteuerung wird durch eine programmierbare **Steuerung LOGO von Siemens** realisiert. Im Januar 2006 soll die Anlage im Institut für Mikrobiologie und Hygiene aufgebaut werden.

6) Entwicklung einer Baureihe zur Trinkwassererwärmung

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.- Ing. Norbert Wünsche
Dipl.-Ing. Knut Gietzelt
Dipl.-Inf. Regina Rothmann

Finanzierung: BMWA/ AiF – ProInno

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: TGA Energietechnik Wittenberg GmbH

Laufzeit: 12/03 – 04/05

Beschreibung/ Ergebnisse:

Im Rahmen dieser Arbeit wurden theoretische und praktische Grundlagen zur Realisierung einer neuen Baureihe zur Trinkwarmwasserbereitung im Durchflussprinzip erarbeitet. Auf der Basis von serienmäßig verfügbaren Bauteilen verschiedener Hersteller wurde eine Labor-Lösung erprobt. Die gefundene Lösung beruht auf einer Regelpumpe im Wärmeübertrage-Speicher-Entladekreis. Bei Verwendung ausreichend schneller Temperaturegeber wird eine sehr hohe Temperaturkonstanz bei allen Belastungsprofilen erreicht. In einem Feldtest konnten zwei weitere Ausstattungsversionen unter realen Lastbedingungen untersucht werden. Sowohl die einstufige wie auch die zweistufige Version überzeugten mit einer hohen Stabilität der Warmwassertemperatur. Ein Prototyp eines Speicherberechnungsprogramms, das das notwendige Pufferspeichervolumen in Abhängigkeit von Ausführung und Parametern bestimmt, wurde erstellt.

7) Senkung der Zirkulationsverluste in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.- Ing. Robert Huhn

Finanzierung: AiF

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: ILK Dresden

Laufzeit: 06/05 – 08/07

Beschreibung/ Ergebnisse:

Das Projekt wurde zeitverzögert am 1.10.2005 gestartet.

Seit Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV) reicht es nicht mehr aus, nur den Primärenergieaufwand für die Raumheizung weiter zu senken, sondern erstmals wird auch der Primärenergieaufwand für die Bereitung von erwärmtem Trinkwasser in die gesetzlichen Regelungen einbezogen. Dabei rückt der Zirkulationswärmebedarf in den Mittelpunkt des Interesses. Objektkonkrete Auswertungen zeigen immer wieder, dass der Zirkulationswärmebedarf durchaus 25 bis 50 % des Endenergiebedarfs für die Bereitstellung von erwärmtem Trinkwasser ausmacht.

Es fehlen bisher komplexe Analysen verschiedener Zirkulationssysteme und deren Vergleich anhand objektiver Bewertungsmaßstäbe. Neue Ideen, die den Primärenergiebedarf für die Zirkulation erwärmten Trinkwassers bei Einhaltung der DVGW-Richtlinien deutlich senken, sind zu finden und deren Umsetzbarkeit ist anhand technischer, ökologischer und betriebswirtschaftlicher Kriterien zu bewerten.

Die Bewertung soll sowohl die Spezifika von Objekten mit Anbindung an ein Fern- oder Nahwärmenetz als auch die solcher mit eigener Erzeugeranlage (Heizkessel, Wärmepumpe, KWK-Anlage, Solaranlage) berücksichtigen. Der Einsatz von Elektroenergie wird ebenfalls in den Vergleich einbezogen.

An drei ausgewählten Objekten werden derzeit die thermischen, hydraulischen und energetischen Daten der Zirkulationssysteme kontinuierlich aufgezeichnet, um daraus Spezifikationen für ein verändertes Zirkulationssystem sowie die Betriebsweise abzuleiten. Parallel dazu wird der Versuchsstand an der TU Dresden konzipiert und aufgebaut.

8) Entwicklung, Bau und Erprobung eines Messgerätes zur Bestimmung der Dampfnaesse und damit der Nassdampfenthalpie

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.- Ing. Jens Hampel
Dipl.- Ing. Matthias Mischke

Finanzierung: BMWA/ AiF – Proinno II

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: Ingenieurbüro Hoffmann
PCE GmbH

Laufzeit: 03/05 – 08/06

Beschreibung/ Ergebnisse:

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Betriebsmessgerätes, mit dem eine fortlaufende Messung der Dampffuchte und damit der Nassdampfenthalpie ermöglicht wird. Das Messgerät soll kompakte Abmessungen haben, eine möglichst hohe Genauigkeit bieten und weitestgehend unempfindlich gegen Schwankungen der Betriebsparameter sein. Das fertig entwickelte Messgerät soll anschließend in umfangreichen Messversuchen an verschiedenen Versuchsständen untersucht und optimiert werden.

9) Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage mit alternativer Wärmequelle bei niedrigen Außenlufttemperaturen; Theoretische Untersuchung von Spitzenlastwärmequellen

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.- Ing. Klaus Ramming

Finanzierung: BMWA/ AiF – Proinno II

Wissenschaftl. Zusammenarbeit: Lattermann Haustechnik GmbH

Laufzeit: 09/05 – 08/07

Beschreibung/ Ergebnisse:

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Spitzenlastwärmequelle, eines Simulationsprogramms für horizontale Erdkollektoren und einer Richtlinie zur optimierten Auswahl der geometrischen Verhältnisse von Erdkollektoren (Rohrabstände, Durchmesser, Stranglänge etc.). Die Spitzenlastwärmequelle soll in Kombination zur Außenluft einen monovalenten Wärmepumpenbetrieb über das ganze Jahr ermöglichen, wobei Luft als Hauptwärmequelle genutzt werden soll. Bei monoenergetischen Luft/Wasser-Wärmepumpensystemen werden die Lastspitzen derzeit mit einem elektrischen Heizstab gedeckt, der durch den Einsatz einer Spitzenlastwärmequelle ersetzt werden soll. Sie ist dabei so zu optimieren, dass sie eine große Leistung bei einer minimal erschlossenen Fläche in kurzer Zeit aufnehmen kann, ohne dass das Erdreich so weit ausgekühlt wird, dass die Vegetation oder umliegende Gebäude zu Schaden kommen können.

Zur Maximierung der spezifischen Entzugsleistung wird zusätzlich das Potential von kurzen Wärmerohren untersucht. Sie sollen ohne zusätzlichen Energiebedarf die gespeicherte Wärme tieferer Erdschichten zum Erdkollektor hin befördern.

Die theoretischen Modelle zur Simulation der instationären Wärmeleitung und des instationären Feuchtetransportes wurden entwickelt und in ein kombiniertes Simulationsprogramm umgesetzt. Derzeit werden die thermischen und hydraulischen Erdreichparameter sowie die Parameter der Wärmeübergabe an der Erdoberfläche an Messreihen des Deutschen Wetterdienstes angeglichen. Parallel dazu wird ein Versuchsstand, angelehnt an die ersten Simulationsergebnisse, geplant und realisiert.

Anhand der Versuchsergebnisse soll das Simulationsprogramm verifiziert und die optimale Geometrie bestimmt werden.

10) EDUAR&D Multidimensionale Technikbewertung

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.- Ing. Lutz Dittmann

Finanzierung: BMWA; AGFW

Wissenschaftl. Zusammenarbeit:

Laufzeit: 07/05 – 12/06

Beschreibung/ Ergebnisse:

Das Forschungsprojekt EduarR&D des BMWA zielt auf die Schaffung effizienter Werkzeuge zur Einschätzung von Maßnahmen staatlicher Technologieförderung ab. Dabei sind im Rahmen des Bausteins „Multidimensionale Technikbewertung“ die Richtung der Technikentwicklung auf dem Gebiet der Elektroenergie- und Wärmeerzeugung und die Entscheidungsprozesse maßgeblicher Führungspersonen dieser Branche darzustellen.

Aufgrund einer Verzögerung der Mittelfreigabe konnte die Bearbeitung erst im dritten Viertel des Jahres in Angriff genommen werden. Der Anteil der TU Dresden an der Bearbeitung betrifft die Schaffung der Basis der Untersuchungen in technischer Richtung, was Technologiebeschreibung, Kennzahlen im Voll- und Teillastbereich und Hilfsenergiebedarf betrifft. Des Weiteren ist ein Bewertungsmodell zu erstellen, das es ermöglicht, verschiedene Technologien zu vergleichen.

Die Arbeit an diesen Teilgebieten konnte begonnen werden, eine Datenbasis für die relevanten Technologien wurde zusammengetragen und ein Bewertungsmodell auf thermodynamischer Basis zur Diskussion gestellt, so dass der Grundstein für eine erfolgreiche Bearbeitung gelegt ist.

11) DemoCell – Felderprobung kleiner Brennstoffzellen

Projektleiter: Prof. Dr.- Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dr.- Ing. Karin Rühling, Dipl.-Ing. Thomas Pfeifer

Finanzierung: DBI

Laufzeit: 12/01 – 12/06

Beschreibung/ Ergebnisse:

Im Auftrag eines überregionalen Gasversorgers werden an verschiedenen Standorten bis zu 30 Kleinbrennstoffzellen mit einer elektrischen Leistung bis max. 4,6 kW beim Einsatz in der Hausenergieversorgung getestet. Über einen Zeitraum von 3 Jahren wird das Verhalten jeder installierten Brennstoffzelle messtechnisch erfasst, so dass eine genaue Bilanzierung der Stoff- und Energieströme der Anlage möglich ist. Des Weiteren werden von dem Projekt Aussagen zur Anlagenverfügbarkeit von Kleinbrennstoffzellen und deren Potential zur Einsparung von Primärenergie in der Gebäudeenergieversorgung erwartet.

Im Jahr 2005 erfolgte das kontinuierliche Monitoring für 8 **Feldtestanlagen**. Bei sechs dieser Anlagen handelte es sich um **SOFC-Brennstoffzellen** der Fa. Sulzer HEXIS, die unter Nennlast ca. 1 kW Elektroenergie und ca. 2,5 kW thermische Energiebereitstellen aus dem Brennstoffzellenprozess liefern. An einem weiteren Standort des Feldversuches wird seit September 2004 ein **PEMFC-System** der Firma Vaillant betrieben. Ende Juni 2005 wurde zusätzlich eine PEMFC-Anlage in Betrieb genommen, die von einem Konsortium aus mehreren Firmen und Forschungsinstituten in Sachsen und Berlin entwickelt wurde. Nach ca. dreijähriger Monitoringphase wurden die Feldversuche an drei Projektstandorten zum Ende des Jahres 2005 planmäßig beendet.

12) Zertifizierung des 70%-Kriteriums entspr. EnEV sowie der Primärenergiefaktoren nach DIN 4701-10 für Fernwärmeversorgungssysteme

Projektleiter: Prof. Dr.- Ing. habil. Joachim Zschernig

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Lutz Dittmann

Finanzierung: Stadtwerke deutschlandweit

Laufzeit: 01/05 – 12/05

Beschreibung/Ergebnisse:

Nach Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (**EnEV**) sind Bauherren verpflichtet, Gebäude so zu errichten, dass Grenzwerte für den Primärenergiebedarf nicht überschritten werden.

Zu dessen Berechnung ist die Ermittlung des **Primärenergiefaktors** der spezifischen Versorgungsart **nach DIN 4701-10** vonnöten. Heiznetzbetreiber sind danach in der Lage, ihre Attraktivität zu erhöhen, wenn sie einen vergleichsweise niedrigen Primärenergiefaktor für ihr Versorgungsgebiet ausweisen können. Zudem fällt die Begrenzung der Jahres-Primärenergie gänzlich weg, wenn eine Versorgung **mit mindestens 70 vom Hundert Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung oder regenerativer Energie** nachgewiesen werden kann.

Für die zahlreiche Unternehmen wurden diese Zertifizierungen durchgeführt. Es konnten vergleichsweise niedrige und wettbewerbsfähige Werte bescheinigt werden.

Nach deutschlandweiter Versendung eines entsprechenden Angebots konnten weitere Interessenten akquiriert werden.

Diplomarbeiten:

1) Deckungsbeitragsrechnung Fernwärme unter Berücksichtigung des Abnahmeverhaltens von Kunden

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Ronny Dittrich

Betreuer: Dr.-Ing. Thomas Sander

Abstract:

Im Blickpunkt dieser Arbeit standen die Ermittlung der Fernwärme-Einzelkosten und zurechenbaren Gemeinkosten eines Querverbundunternehmens. Es wurden Kriterien herausgearbeitet, die eine Aufschlüsselung auf die unterschiedlichen Verbraucher zulässt. Das Ziel der Arbeit bestand darin, die Grundlage einer kundenindividuellen Preisfindung zu erstellen bzw. auf Basis dieser Daten Aussagen entsprechend der Wirtschaftlichkeit von bestehenden Fernwärmekunden zu treffen. Dazu wurden aktuelle Energierichtlinien des Stromsektors hinsichtlich der Anwendung zur Kostenermittlung besonders im Netzbereich verwendet.

Im Kalkulationsmodell werden einzelne Faktoren diskutiert, die in der Praxis umstritten sind, wie z. B. die Substanzerhaltungsmethoden, die Höhe des Eigenkapitalzinssatzes oder die Besteuerung. Das Modell hat den ersten Einsatz in der Praxis absolviert. Hauptsächlich soll das Modell für die Preiskalkulation neuer Kunden angewendet werden, um eine bessere Grundlage zur Kalkulation zu besitzen.

2) Auswirkungen der Wasserinjektion am Verdichtereintritt auf das Betriebsverhalten einer Gasturbinenanlage

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Christian Hesse

Betreuer: Dr.-Ing. M. Raddatz, Dr.-Ing. Thomas Sander

Abstract:

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Verhalten des Verdichters einer Gasturbine bei Nasskompression untersucht, durch die sich eine signifikante Steigerung der Gasturbinenleistung erzielen lässt. Im ersten Teil werden die Auswirkungen von Nasskompression auf den Verdichterbetrieb abgeschätzt. Dabei werden Aussagen zur Verschiebung des Arbeitspunktes bei Nennlast und zu möglichen Auswirkungen auf den Pumpgrenzabstand getroffen. Durch die Nachrechnung des Verdichters mit Hilfe eines thermodynamischen Modells werden Verdunstungsverlauf, Temperatur- und Druckaufbau im Verdichter bestimmt. Im zweiten Teil werden die Auswirkungen der Nasskompression auf die Beanspruchung der Heißgasbauteile betrachtet. Dazu wird die thermische Beanspruchung am Beispiel der ersten Turbinenleitreihe berechnet. Der Einfluss geänderter Temperaturen und Spannungen im Bauteil auf die Lebensdauer wird erläutert. Zuletzt wird auf die Regelung der Gasturbine unter den besonderen Bedingungen der Nasskompression eingegangen.

Große Belege:

1) Ausbauplanung von Fernwärmenetzen

Bearbeiter: Jie Zhang

Betreuer: Dr.-Ing. Stefan Gnüchtel

2) Entwicklungspotenzial der Steam Cell im Vergleich zu gasmotorischen Mini-BHKW

Bearbeiter: Julia Zähr

Betreuer: Dr.-Ing. Karin Rühling

Abstract:

Der Erfolg der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung ist abhängig von der Verfügbarkeit entsprechender Technologien, von deren Preis sowie den erreichbaren Nutzungsgraden und Betriebskosten. Bislang gibt es neben Mini-BHKW nur die Brennstoffzelle als Option für eine dezentrale Energieversorgung auf Basis der KWK. Seit einiger Zeit wird eine neue Technik entwickelt – die SteamCell. Dabei handelt es sich um eine miniaturisierte Kombination aus einem Dampferzeuger mit besonders schadstoffarmem Brenner und einer Kolben-Dampfmaschine (Expander). Für den energetisch- wirtschaftlichen Vergleich der SteamCell mit einem gasmotorischen BHKW war ein typisches Lastprofil für den Jahresgang des Strom- und Wärmebedarfs in einem 2-Familien-Haus zu ermitteln und als Basis umfangreicher energetischer, wirtschaftlicher Vergleichsuntersuchungen heranzuziehen.

3) Technische und kommerzielle Analyse und Optimierung der dynamischen Schlecht-punktregelung für Energiewassersysteme der AMD Fab 36

Bearbeiter: Steffen Robbi

Betreuer: Dr.-Ing. Stefan Gnüchtel

Interdisziplinäre Belege:

1) Statistische Analyse und Untersuchungen zur numerischen Simulation von Strom-lastgängen in Niederspannungsnetzen

Bearbeiter: Lü-Ming Wu

Betreuer: Dipl.-Ing. Thomas Pfeifer

Wissenschaftliche Veröffentlichungen in Zeitschriften:

Veröffentlichungen 2005:

Hampel, J.:

Biomasse-Dampfturbine aus Dresden

Sonne Wind Wärme 4/2005, Seite 96

Müller, B.:

Zweikreiswärmepumpe für Heizung und Warmwasserbereitung (polnisch)

EEC (Polnische Zeitschrift) 1/2 2005, Seite 14

Hampel, J.; Zschernig, J:

Dampfturbinen auch für kleinere Leistungsklassen

Holz-Zentralblatt Nr. 70

Rühling, K:

Spitzentechnologie intelligent vernetzt

HLH (VDI/TGA), 2/2005, Seite 39

Weitere Wissenschaftliche Veröffentlichungen:

Veröffentlichungen 2005:

Huhn, R. als Mitautor von Kapitel 7 in:

Kauffeld, M.; Kawaij, M.; Egolf, P. W. [Hrsg]: Handbook on Ice Slurries – Fundamentals and Engineering. International Institute of Refrigeration, Paris, 2005.