

## 25 Jahre HLK-Prüfstelle an der Universität Stuttgart

Meine Damen und Herren,

vor 25 Jahren, am 07.02.1967, konstituierten wir uns anlässlich einer Vorbereitungssitzung zur DIN 4703 in Stuttgart als Prüfstelle (Auszüge aus der damaligen Aktennotiz siehe Bild 1). Aus diesem Anlaß trafen sich am 3. April alle ehemaligen Mitarbeiter einschließlich der Edelhiwis (siehe Bild 3) und feierten den gemeinsamen Erfolg und das Wiedersehen bis in den frühen Morgen. Neben Prof. Schöll, der am 12. März 80 Jahre alt wurde, fehlten nur ganz wenige; einer der Gründer der ersten Kernmannschaft, A. Glistras, rief nachts um halb Zwei aus Saloniki an.

Gefeiert wurde vor allem der Erfolg einer Idee: aus den Erträgen der Komponentenprüfungen die Grundaufwendungen für die Forschung zu finanzieren und damit die Existenz der Heiz- und Raumluftechnik als Wissenschaftsdisziplin an der Universität zu sichern. Mitarbeiterengagement ersetzt hier die eigentlich erwartbare Initiative staatlicher Stellen. So haben wir

uns 25 Jahre lang die Basis für die erfolgreiche Bearbeitung der Forschungsaufträge vom BMFT oder BMWi aus eigener Kraft geschaffen; sichtbar hiervon sind z.B. unsere Versuchshalle und das Raumlufströmungslabor.

Gefeiert haben wir aber auch eine andere Seite unserer Idee: die Universität als Prüfstelle zu behalten und damit nicht nur alle Erträge sondern auch das mit der Prüfung gewonnene Wissen dem letztlich öffentlichen Forschungsbetrieb zukommen zu lassen. Auf diese Weise verkommt der Prüfbetrieb auch nicht in professionellem Eigenzweck, und die Auftraggeber für die Prüfungen profitieren von dem wachsenden und ständig kritisch überprüften

Wissen. Sehr hilfreich sind auch hier die fachliche Breite unseres Instituts, des IKE, und die zunehmende Kooperation mit anderen Instituten z.B. bei der gemeinsamen Nutzung des Großrechners unserer Universität.

Ich hoffe, daß es uns gelingt, unsere Idee gegen alle Anfechtungen weitere 25 Jahre so erfolgreich am Leben zu halten.

Mit herzlichen Grüßen



Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach

### INHALT

<b>Optimierung von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung</b>	<b>3</b>
<b>Konzepte zur Kraft-Wärme-Kopplung</b>	<b>4</b>
<b>Studien- und Diplomarbeiten 91/92</b>	<b>7</b>
<b>Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>8</b>

Im HLKBRIEF wird über die Aktivitäten der Abteilung Heizung Lüftung Klimatechnik des Instituts für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart (IKE HLK), der Forschungsgesellschaft Heizung Lüftung Klimatechnik Stuttgart mbH (FG HLK), und des Vereins der Förderer der Forschung im Bereich Heizung Lüftung Klimatechnik berichtet.

## AKTENNOTIZ

Bericht über die Besprechung am 7. 2. 67 beim Maschinenlaboratorium der TH Stuttgart, Abt. Heizung und Lüftung.

### Anwesende:

Herren Weimann, Buderus Becker, Strebel Zwecker, Strebel Dittrich, Rhein Stahl Trauner, Baufa, Menden	)	zugleich FKR
Prof. Schöll Dr. Bach Glistrus Seng	)	zugleich Arbeitsgen. Stahlradiatoren-Verband
	)	TH Stuttgart

Die Besprechung wurde von Herrn Weimann einberufen, um über den Entwurf der Prüfregeln für Raumheizkörper zu beraten und über den Prüfstand in Stuttgart im Zusammenhang mit den Prüfregeln im Hinblick auf die Anerkennung als offizielles Prüfinstitut zu sprechen.

Einleitend gibt Prof. Schöll bekannt, daß Dr. Bach bei der Abteilung, Heizung und Lüftung für alle Arbeiten im Zusammenhang mit der Prüfung von Raumheizkörpern zuständig ist und erteilt ihm den Vorsitz.

Im einzelnen wurde folgendes besprochen:

**Benennung der Prüfstelle:**  
Auf Vorschlag von Prof. Schöll und mit Zustimmung der Anwesenden soll der zukünftige Name der Prüfstelle "Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule Stuttgart, Abteilung Heizung und Lüftung;" ohne weitere Zusätze wie staatl. anerkannt oder autorisiert o.ä. übernommen werden, da es sich bereits um ein Hochschulinstitut handelt.



Bild 2: **HLK**ler der ersten Generation: v.l.n.r.: Prof. Seng, T. Meulmann, K. Kalmbach, Dr. Detzer, Prof. Preußker, K. Hoyer.

Bild 1:  
Das "Gründungsprotokoll"



Bild 3: Mehr als 70 **HLK**ler trafen sich am 3.4.1992 zur Feier des 25-jährigen Bestehens der Prüfstelle HLK Stuttgart.

# Optimierung von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung

## Integration von Planung, Computersimulation und Betrieb

Madjid Madjidi

Die verbesserte Kopplung der Gebäudeplanung mit der Planung der technischen Gebäudeausrüstung ist sowohl aus wirtschaftlichen wie auch aus ökonomischen Gründen dringend erforderlich. Dabei machen die Fortschritte in der Computertechnologie Mut zu innovativen Ansätzen.

Im Auftrag des Landes Baden-Württemberg ist in diesem Zusammenhang am IKE, aus der Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen Heizung-Lüftung-Klimatechnik (HLK) und Wissensverarbeitung und Numerik (WN), eine Machbarkeitsstudie entstanden /1/, deren Ergebnisse hier kurz vorgestellt werden:

Die wichtigste Voraussetzung erscheint die Entwicklung eines rechnerbasierten Produktmodells, mit dem das Gebäude und alle technischen Anlagen von der Planung bis zum Abriß des Gebäudes beschrieben werden können. Komponenten solch eines Produktmodells werden im Rahmen der deutschen Bund-Länder-Arbeitsgruppe ISYBAU entwickelt. Funktionalitäten eines integrierenden Systems müssen in separaten Modulen und mit einer einfach zu bedienenden Benutzeroberfläche angeboten werden. Vom IKE werden zusätzliche Funktionalitäten vorgeschlagen (siehe Bild). Es wird dabei angestrebt, den Planungsprozeß durch ein heterogenes, dem aktuellen Stand der Bauplanung angepaßtes, Simulationsmodell zu unterstützen und aus dem Planungsprozeß ein Produktmodell für die technische Gebäudeausrüstung abzuleiten, das wegen seiner Validierung am entstehenden Gebäude auch zur Betriebsoptimierung verwendet werden kann.

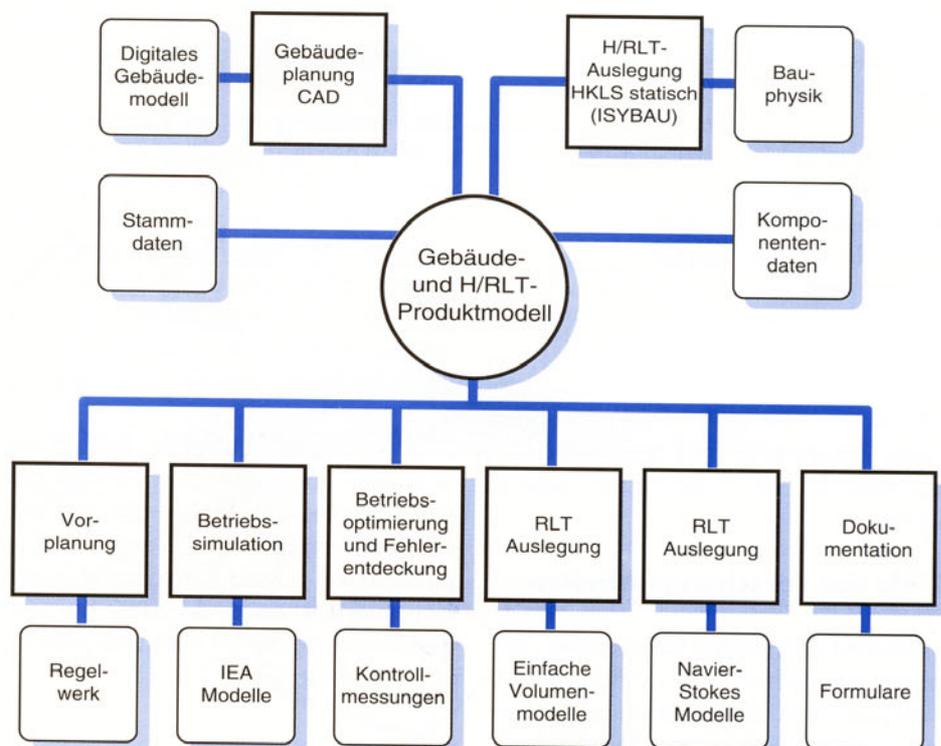
Die neu zu erarbeitenden Funktionalitäten sind:

- Unterstützung der Planung durch ein regelbasiertes System zur Vorplanung von Heiz- und RLT-Anlagen;
- Verbindung des Produktmodells mit einem Simulationsmodell, das auf gewöhnlichen Differentialgleichungen basiert und zur dynamischen Simulation des Anlagenbetriebs und des Gebäudes eingesetzt werden kann;
- Integration des Simulationsmodells in das Betriebsüberwachungssystem zur Betriebsoptimierung und Fehlerentdeckung;
- Erweiterung des Produktmodells zur Durchführung von Strömungsuntersuchungen auf der Basis von vereinfachten Volumenmodellen oder auf der Basis von komplexen Strömungsberechnungen, unter Anwendung von partiellen Differentialgleichungen.

Es wird nun das Ziel verfolgt, das aus der Machbarkeitsstudie gewonnene Konzept prototypisch zu realisieren. Hierfür ist das IKE bemüht, eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe aufzubauen, die sich aus mehreren Instituten der Universität Stuttgart zusammensetzt.

### Literatur

/1/ Bach, H., M. Hinkelmann, M. Madjidi, F. Schmidt.:  
*Optimierung von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung durch Integration von Planung, Computersimulation und Betrieb.*  
IKE-Bericht, (Juni 1992)



# Konzepte zur Kraft-Wärme-Kopplung

## Computergestützte Optimierung von kombinierten Wärmeerzeugern

Jörg Schmid

Nicht nur niedrige Gaspreise sorgen für einen Aufschwung beim Einsatz von Systemen der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung. Auch die CO<sub>2</sub>-Diskussion fördert das Interesse an solchen Systemen. Die vergleichsweise hohen Investitionskosten bei Blockheizkraftwerken lassen den Einsatz moderner Methoden für die Konzeptentwicklung und Vorplanung besonders sinnvoll erscheinen.

Auf Basis von computergestützter Betriebssimulation werden verschiedene Konzepte zunächst hinsichtlich ihres Betriebsverhaltens und Energieverbrauchs untersucht. Anschließend werden sie unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt. Miteinbezogen in diese Untersuchungen werden auch Heizwerke mit verbrennungsmotorisch betriebenen Wärmepumpen, wenngleich oder gerade weil das Interesse des Marktes an diesen Systemen z.Zt. nicht gerade sehr groß ist.

Die in der Abteilung Heizung-Lüftung-Klimatechnik des IKE der Universität Stuttgart durchgeführten Untersuchungen<sup>1)</sup> bauen auf Arbeiten auf, die im wesentlichen in den Jahren 1984/85 im Rahmen eines BMFT-Unterauftrags<sup>2)</sup> der damaligen Motorenwerke Mannheim AG (heute: MWM Diesel- und Gastechnik GmbH) durchgeführt worden waren. Die für die Konzipierung wichtigen Fragen nach der

- hydraulischen Schaltung der Komponenten,
- Betriebsführungsstrategie,
- Wahl der Auslegungstemperaturen,
- Dimensionierung der Komponenten

wurden für ein sog. Kompletmodul eines Heizwerks mit gasmotorisch betriebenen Wärmepumpen beantwortet.

### Ziele der Forschungsarbeiten

Während zahlreicher Diskussionen mit potentiellen Betreibern, mit Planern und Komponentenlieferanten wurde großes Interesse deutlich an der Möglichkeit,

den Entscheidungsprozeß bei der Konzipierung mit den modernen Methoden der rechnerischen Betriebssimulation zu unterstützen. Es wurde aber auch deutlich, daß nur wenige der an solchen Projekten beteiligten Parteien bereit wären, in eine rechnergestützte Vorplanung zu investieren. Daraus folgte als eines der Ziele der Untersuchungen, Konzepte für typische Anwendungsfälle zu optimieren.

Die Beurteilung solcher Konzepte hinsichtlich Betriebsverhalten und Energieverbrauch allein ist für die Praxis nicht ausreichend. Zumindest beispielhaft müssen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen - abgestützt durch Sensitivitätsanalysen - durchgeführt werden, um insbesondere potentiellen Betreibern echte Entscheidungshilfen zu geben.

BHKW-Anlagen bestehen häufig aus mehreren KWK-Modulen, kombiniert mit Mehrkesselanlagen als Spitzenwärmeerzeuger. Im Vergleich zu einfachen 1-1-Modul-Anlagen ergeben sich hieraus neue Aspekte bei der Beantwortung der für die Konzipierung wichtigen Fragen.

Der Verlagerung des Marktinteresses weg vom Wärmepumpenheizwerk hin zum Blockheizkraftwerk tragen die Untersuchungen ebenfalls Rechnung, ohne jedoch die speziellen Problemstellungen bei Wärmepumpenheizwerken aus den Augen zu verlieren.

### Vorgehensweise

Das Vorgehen stützt sich im wesentlichen ab auf die Betriebssimulation der thermischen und hydraulischen Vorgänge im gesamten Wärmeversorgungsnetz. Für die Simulation werden konzeptbestimmende Parameter wie Auslegungstemperaturen, Leistungsanteil der Grundwärmeerzeuger etc. systematisch variiert. Ergebnisse dieser Rechnungen sind Betriebsabläufe (z.B. Verläufe charakteristischer Temperaturen) und Energiebilanzen (Brennstoffverbrauch; Hilfsenergieverbrauch) einzelner Tage. Für die Untersuchung einzelner hydraulischer Schaltungen und verschiedener Betriebsführungsstrategien ist es dabei sinnvoll, gezielt Tage mit fiktiven Randbedingungen (Lastverlauf, Witterung) zu wählen. Demgegenüber sind für Jahreshochrechnungen typische, realistische Randbedingungen zugrunde zu legen (Typtag-Methode).

1) AIF-Forschungsvorhaben Nr. 7537: *Entwicklung optimierter Anlagenkonzepte und Auslegungsgrößen für kombinierte Wärmeerzeugersysteme durch Betriebssimulation (CAE). Gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft*

2) *Entwicklung eines modularen Nahwärmesystems auf Basis verbrennungsmotorangetriebener Großwärmepumpen.*

Typische Anwendungsfälle für Systeme der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung sind Wohnsiedlungen mit hoher Bebauungsdichte, Hallenbäder, Schulzentren, Verwaltungsgebäude, bestimmte Industrie- und Gewerbebetriebe etc. (Nahwärmeversorgung). Um die Zahl der zu untersuchenden Fälle überschaubar zu halten, ist es sinnvoll, diese Verbrauchertypen systematisch einzuordnen. Als Matrix hierfür bietet sich z.B. die Unterscheidung verschiedener Verbraucher-Lastprofile nach den tages- und jahreszeitlichen Schwankungen der Last und der Vorlauftemperaturen an. Aufgrund dieser Überlegungen werden folgende Verbrauchertypen bzw. Anwendungsfälle definiert:

	tageszeitl. Schwankungen	jahreszeitl. Schwankungen
Typ 1	gering	hoch
Typ 2	hoch	hoch
Typ 3	gering	hoch
Typ 4	hoch	hoch
Typ 5	gering	gering
Typ 6	hoch	gering

Zu 1): Typisches Praxisbeispiel für diesen Verbrauchertyp sind Wohngebäude ohne zentrale Warmwasserversorgung bei denen Auslegung und Betrieb der Heizanlage so gewählt sind, daß es praktisch keine Nachtabsenkung gibt.

Zu 2): Wohngebäude mit zentraler Nachtabsenkung und ggf. morgentlicher Schnellaufheizung sind Beispiele für diesen Verbrauchertyp.

Zu 3): Dieser Anwendungsfall entspricht im Prinzip dem Typ 1; jedoch ist unterstellt, daß wegen zentraler Warmwasserbereitung die Vorlauftemperatur nach unten begrenzt ist.

Zu 4): Wie Typ 2; wegen zentraler Warmwasserbereitung werden die Temperaturen nach unten begrenzt.

Zu 5): Typisches Praxisbeispiel hierfür sind Hallenbäder mit ihrem nur wenig außentemperaturabhängigen Lastprofil und ihrem Bedarf an konstant hohen Vorlauftemperaturen.

Zu 6): Dieses Lastprofil vervollständigt die begonnene Systematik möglicher Anwendungsfälle. Praxisbeispiel hierfür könnte ein Gewerbebetrieb sein.

Bild 1 zeigt beispielhaft den tages- und jahreszeitlichen Verlauf der Heizlast für den Verbraucher-Typ 2.

Da beim Einsatz von Wärmepumpen die Systemtemperaturen großen Einfluß

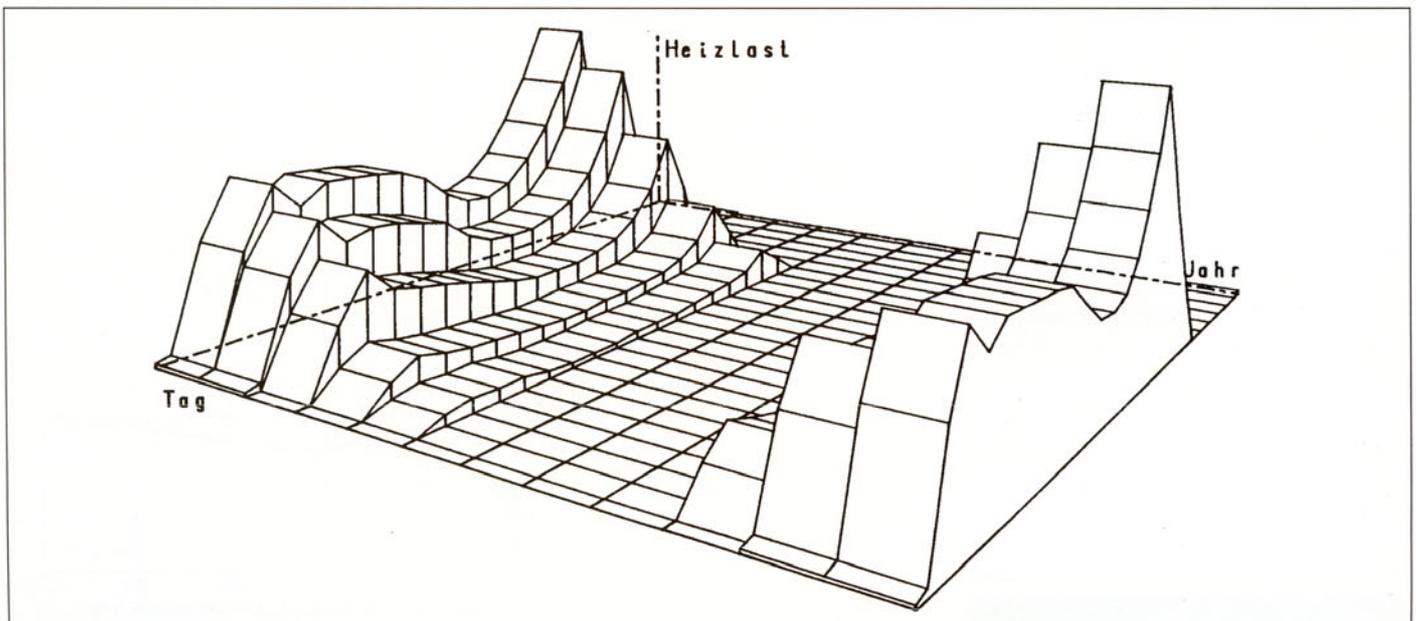
auf die Heizzahlen und damit auf die Energiebilanzen haben, erscheint es sinnvoll, neben den Verbrauchertypen 1 und 2 mit voll gleitender Vorlauftemperatur auch noch den Betrieb mit nach unten begrenzten Temperaturen zu untersuchen (Typen 3 und 4). Bei Blockheizkraftwerken hingegen ist der Einfluß der Vorlauftemperatur auf die Energiebilanzen gering, so daß hier nur die Fälle 1/2 und 5/6 zu untersuchen sind.

Bei Blockheizkraftwerken sind - über die Fallunterscheidungen nach Heizlast und Temperatur hinaus - im Hinblick auf die elektrische Seite zwei weitere Fälle zu unterscheiden:

1) Der erzeugte Strom kann in jedem Fall selbst genutzt und dementsprechend bewertet werden;

2) Der erzeugte Strom kann zeitweise nicht selbst genutzt werden; d.h. elektrische Energie wird zurückgespeist oder die Stromerzeugung wird reduziert, wobei die dann fehlende Abwärme vom Spitzenwärmeerzeuger ersetzt werden muß.

Bild 1:  
Verbraucher-Typ 2: starke tages- und jahreszeitliche Lastschwankungen.



## Hydraulische Schaltung der Komponenten und Strategien der Betriebsführung

Die hydraulische Schaltung der Komponenten eines Nahwärmeverorgungssystems und die dazu gehörende Betriebsführungsstrategie sind eng miteinander verknüpft und müssen im wesentlichen folgende Anforderungen erfüllen:

- Der Deckungsanteil der Grundwärmerezeuger an der Jahresheizarbeit muß im Hinblick auf optimale Anlagen-Nutzungsgrade (besser: Heizzahlen) möglichst hoch sein.
- Strom und Wärmeerzeugung bzw. -bedarf sollten zumindest bis zu einem gewissen Grad entkoppelt werden können.
- Insbesondere bei den verbrennungsmotorisch betriebenen Grundwärmerezeugermodulen müssen möglichst lange Lauf- und Stillstandszeiten erzielt werden.
- Grund- und Spitzenwärmerezeuger müssen parallel betrieben werden können.
- In Betrieb befindliche Wärmeerzeugermodule sollen - unabhängig von den jeweiligen Heizmittelströmen im Netz - möglichst gleichbleibend durchströmt werden.
- Die Austrittstemperaturen der Grund- und der Spitzenwärmerezeuger-Module müssen regelbar sein.
- Auch die Moduleintrittstemperaturen müssen beeinflußt werden können.

Für die hydraulische Schaltung lassen sich hieraus folgende Regeln ableiten:

- Sowohl die Module des Grund- als auch des Spitzenwärmerezeugers sind jeweils für sich parallel zu schalten.
- Grund- und Spitzenwärmerezeuger sind in Reihe zu schalten.
- Parallel zu den Modulen des Grundwärmerezeugers sind Warmwasser-Schichtspeicher einzubinden.

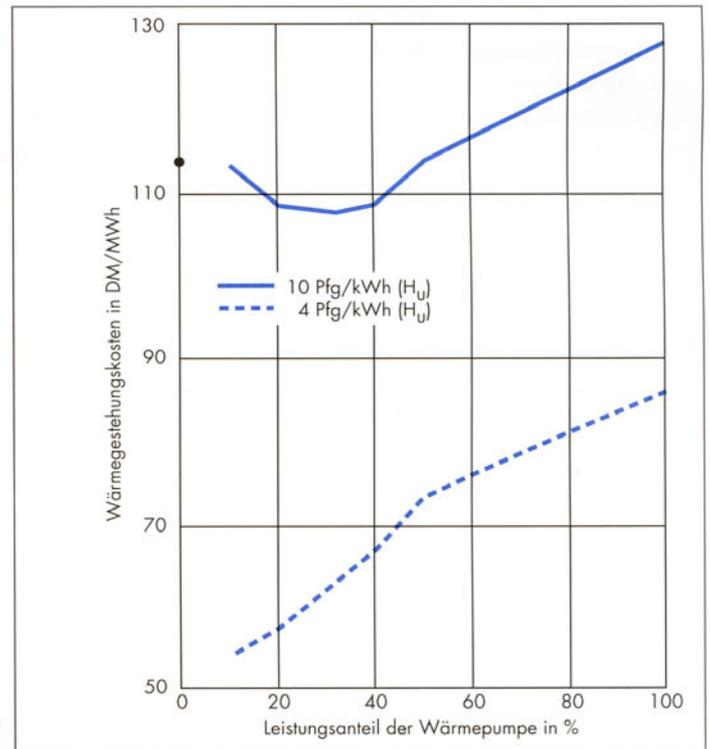


Bild 2: Wärmegestehungskosten eines GWPWH

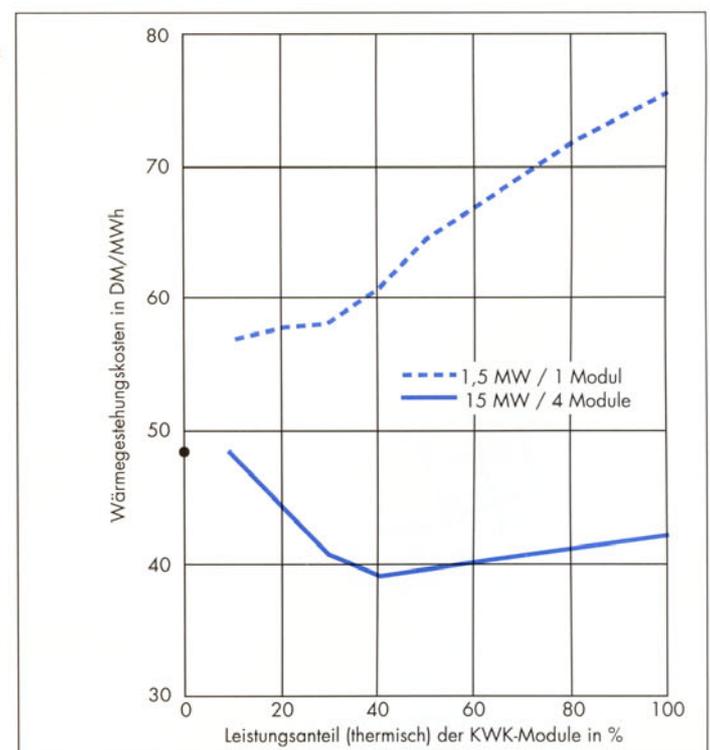


Bild 3: Wärmegestehungskosten eines BHKW (Gaspreis: 0,04 DM/kWh<sub>H<sub>u</sub></sub>)

- Die Module des Spitzenwärmeerzeugers sind mit einer sog. hydraulischen Weiche zu versehen; im Hinblick auf Verbesserung der Kesselnutzungsgrade sowie Reduktion des Schadstoffausstoßes sollte jedoch auch hier der Einsatz von Pufferspeichern diskutiert werden.

Als wichtige Regeln für die Betriebsführung ergeben sich:

- Die Leistungsstufen des Grund- und des Spitzenwärmeerzeugers werden in der Regel lastorientiert zugeschaltet bzw. abgeschaltet; dies bedeutet u.a., daß die Module des Spitzenwärmeerzeugers erst angefordert werden, wenn die verbraucherseitige Last die Leistung des Grundwärmeerzeugers übersteigt. Selbstverständlich sind Module des Spitzenwärmeerzeugers dann unabhängig vom Verhältnis zwischen Last und Leistung anzufordern, wenn die Netzspannung die maximal zulässigen Austrittstemperaturen des Grundwärmeerzeugers überschreiten.
- Wärmespeicher sind parallel zum Betrieb einer entsprechenden Anzahl von Modulen des Grundwärmeerzeugers zu beladen bzw. zu entladen.

### Beispielhafte Ergebnisse betriebswirtschaftlicher Untersuchungen

Mit die wichtigste Frage bei der Konzipierung solcher Anlagen ist diejenige nach dem betriebswirtschaftlich günstigsten Anteil des Grundwärmeerzeugers an der insgesamt zu installierenden Leistung.

Für ein Gaswärmepumpen-Heizwerk und ein Blockheizkraftwerk, die beide jeweils einen Verbraucher vom Typ 1 versorgen mögen, werden beispielhaft die Ergebnisse der abschließenden, betriebswirtschaftlichen Untersuchungen aufgezeigt. Die wichtigsten Randbedingungen hierfür sind (z.T. in Anlehnung an /1/).

reale Diskontrate:	4 %
Lebensdauer der Motoraggregate:	60.000 h
Gas-Leistungspreis:	10,- DM/kWh <sub>tu</sub>
Gas-Arbeitspreis:	0,04 (0,10) DM/kWh <sub>tu</sub>
Strom-Leistungspreis:	235,- DM/kW <sub>el</sub>
Strom-Reserve:	70,- DM/kW <sub>el</sub>
Strom-Bezugspreis NT:	0,08 DM/kWh <sub>el</sub>
Strom-Bezugspreis HT:	0,14 DM/kWh <sub>el</sub>
Strom-Erlöspreis NT:	0,068 DM/kWh <sub>el</sub>
Strom-Erlöspreis HT:	0,091 DM/kWh <sub>el</sub>

Bild 2 zeigt die Abhängigkeit der sog. Wärmegestehungskosten vom Leistungsanteil für das untersuchte Gaswärmepumpen-Heizwerk. Die untere Kurve im Bild macht deutlich, daß bei den derzeit niedrigen Gaspreisen die konventionelle Wärmeversorgung mit Gaskesseln (also Leistungsanteil der Gaswärmepumpe 0 %) die betriebswirtschaftlich günstigste Lösung darstellt.

Legt man den Berechnungen dagegen Gaspreise von 0,10 DM/kWh<sub>tu</sub> zugrunde, so läßt ein Gaswärmepumpen-Heizwerk bei einem Leistungsanteil von ca. 30% ein schwach ausgeprägtes Minimum der Wärmegestehungskosten erkennen.

Bild 3 zeigt wiederum die Wärmegestehungskosten als Funktion des Leistungsanteils für ein Blockheizkraftwerk. Den Berechnungen liegt die für BHKWs eher ungünstige Annahme zugrunde, daß ein Teil des bei wärme orientiertem Betrieb erzeugten Stroms in das EVU-Netz zurückgespeist werden muß.

Progressiv zunehmende leistungsbezogene Investitions-, Instandhaltungs- und Bedienkosten sind Ursachen dafür, daß sich für ein 1,5-MW-Klein-BHKW (obere Kurve) keine wirtschaftlichen Vorteile gegenüber konventioneller Strom- und Wärmeversorgung ergeben. Dagegen erweist sich im vorliegenden Beispiel für die Wärmeversorgung eines 15-MW-Verbrauchers (untere Kurve) das BHKW mit einem Leistungsanteil von ca. 40% als betriebswirtschaftlich günstigste Lösung.

### Literatur

/1/ VDI 2067: Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen, Blatt 7: Blockheizkraftwerke; Dezember 1988.

## Studien- und Diplomarbeiten 91/92

Becher, K.: Berechnung der Konvektionsströme an Maschinen und Wänden.

Eisele, G.: Überprüfung und Weiterentwicklung der Kalibrierung für thermische Anemometer.

Fuchs, A.: Simulation einer turbulenten isothermen Absaugströmung mit dem Finite-Elemente-Programmpaket FIDAP.

Koban, M.: Konstruktion einer Versuchsbrennkammer.

Kochendörfer, C.: Wirkung von Querströmungen auf den Wärme- und Stoffaustausch an beheizten Körpern.

Kochendörfer, C.: Konzeption eines belüfteten geschlossenen Prüfraumes.

Krieger, G.-D.: Konzeption und Auslegung von Erfassungseinrichtungen für eine Eisengießerei.

Kronmüller, M.: Entwicklung eines Programms zur wärmetechnischen Prüfung von Warmwasser-Fußbodenheizungen nach DIN 4725, Teil 2.

Maag, P.: Wärme- und Stoffaustauschvorgänge bei thermisch geprägten Raumluftrömungen in Industriehallen-Konstruktion der Versuchseinrichtungen, Messungen.

Maag, P.: Thermik-Modell von Produktionseinrichtungen.

Mair, U.: Planung von Heiz- und RLT-Anlagen für Hallenbäder.

Theiss, A.: Rechnerische Betriebs-simulation verschiedener Kühldeckensysteme in einem Modellraum.

Wojcik, L.: Erfassungseinrichtungen für Schadstofffreisetzungsvorgänge mit Thermikeinfluß.

Ziegler, U.: Grundlagen zur verbesserten Konstruktion einer Schadstofferefassungseinrichtung.

# Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen

## Maßnahmen an Heizanlagen und Gebäuden

Gisela Eisenmann

In der Diskussion um den Treibhauseffekt wurde die Forderung nach einer massiven Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeworfen. Da CO<sub>2</sub>-Emissionen proportional zur verbrauchten Energie sind, kann dies nur durch verschiedene Energieeinsparmaßnahmen erfüllt werden.

Ein nicht geringes Einsparpotential liegt im Sektor *Private Haushalte*. Bei der Raumwärmeerzeugung werden hier pro Jahr in den alten Bundesländern 130 Mio.t CO<sub>2</sub>, in den neuen Bundesländern 53 Mio.t CO<sub>2</sub> und zur Trinkwassererwärmung in den alten Bundesländern 20 Mio.t CO<sub>2</sub> emittiert. Um den Beschluß der Bundesregierung realisieren zu können, 25 % der Emissionen des Jahres 1987 bis zum Jahr 2005 im Bereich *Private Haushalte* einzusparen, müssen Anstrengungen in den verschiedensten Bereichen der *Privaten Haushalte* unternommen werden. Folgende in der Reihenfolge ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung aufgeführten Maßnahmen sollten angepeilt werden:

- Information des Nutzers über sparsamen Energieverbrauch.
- Ersatz qualitativ schlechter durch hochwertige Wärmeerzeugungsanlagen mit höheren Nutzungsgraden.
- Reduzierung der Gebäudewärmeverluste durch Wärmedämmung und Einbau besserer Fenster.

Eine detaillierte Untersuchung des Einsparpotentials der beiden letztgenannten Strategien an einer Vielzahl realer Gebäude erbrachte die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse.

- Durch Sanierung von Heizkesseln bis Baujahr 1978 können je nach Art des zugrundegelegten neuen Kessels 7-10 Mio.t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden. Hierfür wäre eine Investitionssumme von ca. 20 Mio.DM notwendig. Heizkesselerneuerungen bringen aufgrund modernster Brenner- und Kesseltechnologien auch umfangreiche Reduzierungen anderer Schadstoffemissionen (z.B. Stickoxide, Kohlenmonoxide, Kohlenwasserstoffe) mit sich.
- Es zeigte sich auch, daß der Stromverbrauch einzelner Heizanlagenaggregate nicht außer acht gelassen werden sollte. So kann z.B. durch richtige Wahl der Förderleistung der Heizungs-umwälzpumpe, sei es durch richtige Einstellung der Leistungsstufe, durch Einbau einer neuen Pumpe oder durch Einbau einer stufenlos geregelten Pumpe bei relativ niedrigen Kosten viel Strom eingespart werden. Bundesweit lassen sich dadurch CO<sub>2</sub>-Emissionen von etwa 1 Mio.t pro Jahr einsparen.
- Bei der Wärmedämmung von Gebäuden, d.h. der Dämmung von Außenwand, Dach, Kellerdecke und der Erneuerung der Fenster, von Gebäuden mit älteren Kesseln (bis Baujahr 1978) lassen sich 14 Mio.t CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen. Die Kosten hierfür sind mit 187 bis 263 Mrd.DM allerdings beträchtlich.

Vergleicht man nun die insgesamt erreichbare CO<sub>2</sub>-Minderung mit der eingangs geforderten, so zeigt sich, daß auch theoretisch nur etwa 70-75 % der angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduzierung bei der Raumheizung in den westlichen Bundesländern erreichbar sind.

Die ausführlichen Studien zu Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparmaßnahmen bei der Raumheizung und Trinkwassererwärmung werden im Sommer '92 veröffentlicht. Sie werden über die Herausgeber erhältlich sein.

#### Autoren:

Dipl. Ing. Madjid Madjidi  
IKE/HLK  
Dipl. Ing. Gisela Eisenmann  
Dipl. Ing. Jörg Schmid  
FGHLK

#### Herausgeber:

Verein der Förderer der  
Forschung im Bereich  
Heizung-Lüftung-Klimatechnik  
Stuttgart e.V.  
Pfaffenwaldring 6a  
7000 Stuttgart 80  
Tel. 0711 / 685 - 2085/90  
Fax 0711 / 687 - 6056

Redaktion: G. Claus  
Photos: HLK  
Grafik u. Herstellung: R. Wernecke

Die Verantwortung für den Inhalt der Beiträge liegt bei den Autoren. Veröffentlichung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.