

Meine Damen und Herren,

regelmäßig sind auch für uns eher die Ausnahmen: aus naheliegenden Gründen weichen wir dieses Mal mit der Mitgliederversammlung des Vereins der Förderer - und damit auch mit dem Erscheinungstermin des fälligen HLKBRIEFes - vom gewohnten Sommertermin ab. Nachdem vor gut einem Jahr der Ministerrat der baden-württembergischen Landesregierung die Einrichtung des Stiftungslehrstuhls für unser Fachgebiet beschlossen hatte, begannen allmählich auch die Mühlen der universitären Selbstverwaltung zu mahlen: Fakultätsrat, Einrichtung einer Berufungskommission, öffentliche Ausschreibung der Stelle - was in der Fachpresse zu gewissen Irritationen und in der Branche zu allerlei Gerüchten führte -, Einladungen zu Probevorträgen (wovon es schließlich nur einen gab), Empfehlung der Berufungskommission - und einige Schritte stehen noch aus: wieder Fakultätsrat, Universitätssenat, Verhandlungen mit dem Ministerium, Beschluß des Verwaltungsrats - und dann endlich die Berufung!

Für Außenstehende mutet es schon etwas eigenartig an, daß eine Vielzahl von Gremien - und damit auch Personen - Einfluß nehmen können, nur die Sponsoren nicht: in keinem Gremium sind Vertreter der Industrie beteiligt, und sie stellt ja schließlich für 10 Jahre die Mittel für den Lehrstuhl zur Verfügung.

Nun - die wesentlichen Vorentscheidungen sind gefallen, daß Professor Bach der erste Inhaber dieses Lehrstuhls sein wird - ihm und seinen Mitarbeitern wäre es zu gönnen, daß es noch deutlich vor seiner Emeritierung dazu kommt.

Für den Verein der Förderer ist jetzt wohl der richtige Zeitpunkt als Träger dieser Stiftungsprofessur die notwendigen formalen und juristischen Schritte abzuschließen. Dies soll auf der Mitgliederversammlung am 10. Oktober 1995 geschehen.

Fortsetzung Seite 6

## RATEG - Integration des RHKVS in ein Gebäude

Bernd Klein

Im Forschungsvorhaben RATEG wird das am IKE Abt. HLK entwickelte kombinierte Regel- und Heizkostenverteilsystem (RHKVS) /1/ im Gebäude „Betreutes Altenwohnen“ der GBG Mannheim integriert. Das System ermittelt ein Maß für die vom Heizkörper abgegebene Wärmemenge durch Messen der Vor- und Rücklauf-temperatur und durch Simulation der Massenstromverteilung im Heiznetz. Das System arbeitet unabhängig von Auslegungstemperaturen und Heizflächenbauart /4//5/.

### Grundlagen

Kern des neuen Heizkostenverteilsystems ist ein Verfahren zur Simulation der Massenstromverteilung in Heiznetzen. Die Eingangsgrößen für die Simulation sind die Ventilstellung aller Heizkörper /3/. Diese muß gleichzeitig auf einem zentralen Simulationsrechner verfügbar sein. Aus diesem Grund ist auch die Kombination des Systems mit der Regelung naheliegend. Für die Heizkostenverteilung werden ferner die aktuellen Vor- und Rücklauf-temperaturen der Heizkörper benötigt. Das Gebäude ist mit 240 Heizkörpern ausgestattet. Die Handhabung dieser Datenmengen ist nur dann sinnvoll realisierbar, wenn das RHKVS in eine Gebäudeleittechnik mit digitalem Datenaustausch (Gebäudebus) integriert wird.

### Konzept GLT

Da eine Integration des RHKVS in eine Standard-Gebäudeleittechnik nicht ohne Modifikationen möglich war, erwies es sich als sinnvoll, für diesen Feldversuch eine speziell auf die Anforderungen des RHKVS zugeschnittene Leittechnik zu entwickeln /2/. Das Prinzip ist in Bild 1 dargestellt. Ein elektronisches Interface übernimmt dabei die Funktionen einer Leittechnik-Unterstation vor Ort: es erfaßt die Temperaturen, steuert die Stellmotoren der Heizkörperventile und informiert den Nutzer gezielt über ein Display.

Das Interface kann bis zu vier Heizkörper ansteuern. Sämtliche Interfaces sind über einen Gebäudebus mit dem Zentralrechner vernetzt. Das Interface ist zusammen mit den Heizkörperventilen

## INHALT

<b>RATEG - Integration des RHKVS in ein Gebäude</b>	<b>1</b>
<b>Normgeprüfte Kühldeckensysteme</b>	<b>3</b>
<b>Personalia</b>	<b>4</b>
<b>Gütesiegel für die Gebäude- und Anlagensimulation</b>	<b>5</b>
<b>Studien- und Diplomarbeiten 1994/95</b>	<b>6</b>
<b>Wärmetechnische Prüfung von Fußbodenheizungs-Sonderkonstruktionen</b>	<b>7</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 Stuttgart e.V. berichtet.

und den Temperaturfühler in einem Wohnungsverteilerkasten untergebracht, so daß eine aufwendige Verkabelung an den Heizkörpern entfällt. Außerdem entfallen dadurch die Regelventile an den Heizkörpern, wodurch die Optik deutlich verbessert wird. Der Nutzer hat die Möglichkeit über einen Standard-Sollwertgeber die gewünschte Raumtemperatur vorzugeben, so daß bei der Entwicklung des Interface keinerlei Designanforderungen berücksichtigt werden mußten.

## Aktuelle Arbeiten

Die Entwicklung der Hardware ist abgeschlossen. Zur Zeit wird die Leittechnik im Labor an einem Acht-Heizkörper-Netz aufgebaut. An diesem Labornetz wird auch die Software des Leitrechners fertiggestellt und verifiziert, so daß ein rascher Einbau in das Gebäude\* möglich ist. Zur Kontrolle der Heizkostenverteilung ist hierbei jeder Heizkörper mit einem Wärmehähler als Referenz ausgestattet.

\* Gegen Ende des Jahres.

Bild 1: Konzept der Gebäudeleittechnik mit selbst entwickeltem Interface als Leittechnik-Unterstation vor Ort.

## Ziele/Ausblick

Mit diesem Vorhaben soll die im Labor bereits gezeigte Funktionsfähigkeit /1/ des Systems für ein Gebäude unter realen Umgebungsbedingungen nachgewiesen werden.

Durch die mit dem System verbundene Vernetzung sämtlicher Datenpunkte werden weitere Möglichkeiten des rationalen Umgangs mit Energie genutzt.

Mit Hilfe einer gezielten über das übliche Maß hinausgehenden Information des Nutzers auf dem Display in der Wohnung soll ein energiebewußtes Nutzerverhalten erreicht werden. So soll z.B. der vergleichbare Durchschnittsverbrauch der gesamten Liegenschaft als Anreiz zum Energiesparen abrufbar sein.

Ein weiteres Energieeinsparpotential ergibt sich durch die Modellierung der Hydraulik auf dem zentralen Leit- und Simulationsrechner. Dadurch kann die Pumpe immer im günstigsten Betriebspunkt gefahren werden.

Durch die genaue Kenntnis des tatsächlichen Bedarfs ist ferner eine bedarfsgeführte Vorlauftemperaturregelung denkbar, die sich am „schwächsten Glied“, d.h. dem Heizkörper mit dem größten Bedarf orientiert.

## Literatur

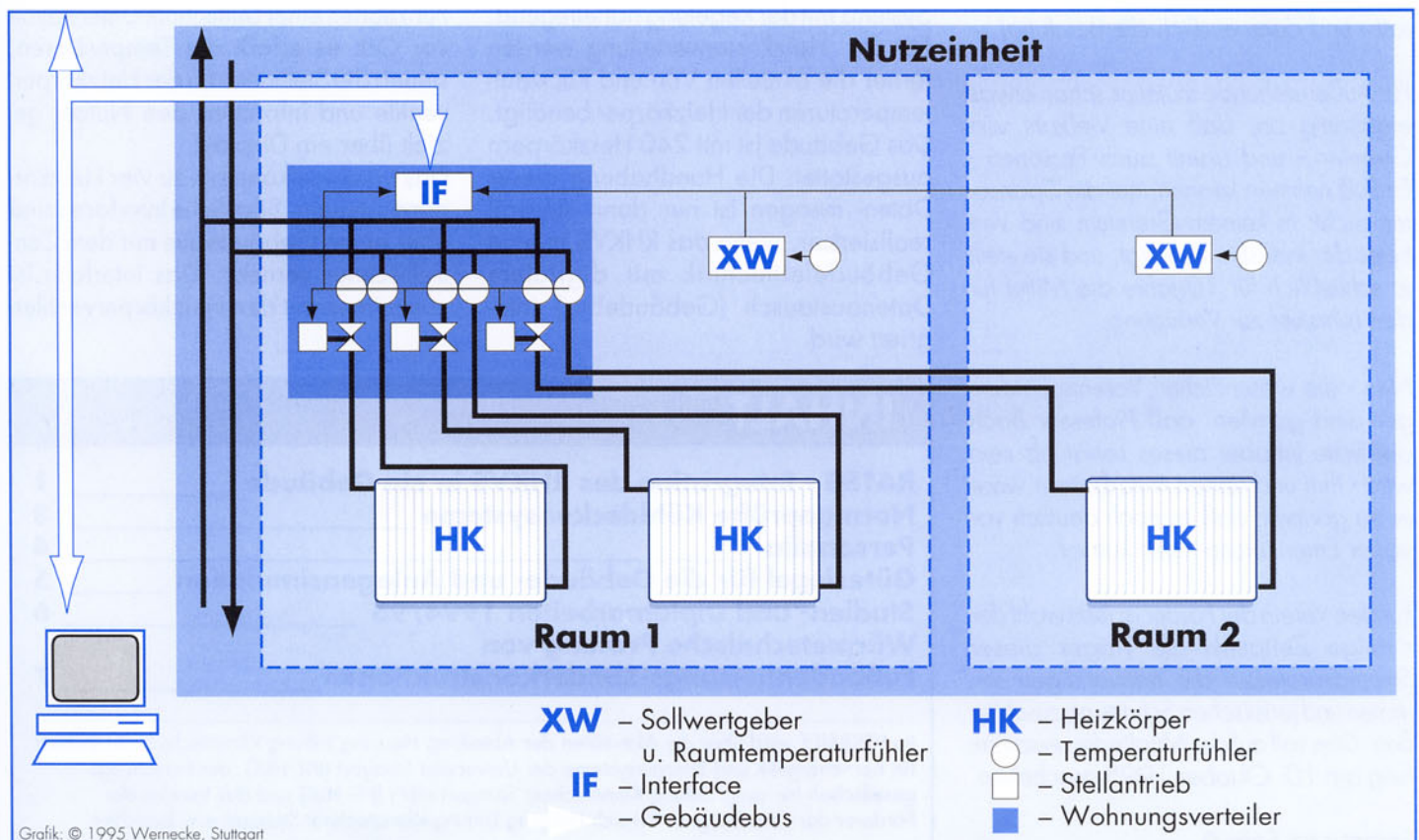
/1/ Bach, H.; Striebel, D.; Tritschler, M.: *Rechnergestützte Analyse und hydraulischer Abgleich von Rohrnetzen angewandt auf: II. Entwicklung eines kombinierten Regelungs- und Heizkostenverteilsystems.* BMFT, Bericht zum Forschungsvorhaben Nr. 0338163 B, Universität Stuttgart, IKE Abt. HLK, Oktober 1991.

/2/ Klein, B.: *Beitrag zur Umsetzung und Integration des RHKVS (HYDRA) in eine Gebäudeleittechnik* Diplomarbeit Universität Stuttgart, IKE Abt. HLK, Oktober 1994.

/3/ Tritschler, M.: *Volumenstrom im Heiznetz simuliert.* HLH 41 (1990) Nr.8, S. 677-679.

/4/ Tritschler, M.: *Entwicklung eines kombinierten Regelungs- und Heizkostenverteilsystems (RHKVS).* HLK-Brief Ausgabe 3, Juni 91.

/5/ Tritschler, M.: *Kombination von Regelung und Heizkostenverteilung.* HLH 45 (1994) Nr.10, S.516-519.



# Normgeprüfte Kühldeckensysteme

Christoph Kochendörfer

Kühldecken sind in - oder besser gesagt wieder in ! Nach einer Umfrage des Autors /1/ bieten ca. 25 Hersteller über 70 verschiedene Produkte an. Je nach Quellen werden als jährlich installierte Flächen Zahlen zwischen 500.000 und 800.000 m<sup>2</sup> genannt. Die Vergleichbarkeit der verschiedenen Produkte wurde erst mit der Entwicklung einheitlicher Prüfverfahren möglich. Im Juli 1994 wurde die Prüfnorm DIN 4715 Teil 1 Leistungsmessung bei freier Strömung, Prüfregeln /2/ veröffentlicht. Im folgenden wird ein Überblick über die bisher bei der Prüfstelle Heizung - Lüftung - Klimatechnik der Universität Stuttgart durchgeführten Prüfungen gegeben.

## Leistungsmessung nach DIN 4715-1

Die Leistungsmessungen nach Norm werden in einem geschlossenen Prüfraum durchgeführt. Die Abmessungen sind 4,0 m x 4,0 m x 3,0 m. Die Begrenzungsflächen des Raumes werden temperiert. Üblicherweise ist der Prüfraum aus wasserdurchströmten Metallplatten aufgebaut. Diese werden mit großem Massenstrom, d.h. geringer Temperaturspreizung betrieben.

Bei Raumkühlflächen, für die konstruktionsbedingt eine vollflächige Anordnung vorgesehen ist, müssen mindestens 70% der Fläche mit aktiven Elementen belegt werden. Ansonsten wird der Prüfling nach Herstellerangaben im Prüfraum angeordnet. Die Kühllast wird dem Raum über 12 elektrisch beheizte Simulatoren (Dummies) zugeführt. Die Innenseite der Raumbegrenzungsflächen wird 10cm dick wärmedämmend. Die Flächen hinter der Wärmedämmung werden adiabatisch, d.h. auf Bezugstemperatur gehalten. Die Bezugstemperatur des Raumes wird im Grundriß-Diagonalschnittpunkt in einer Höhe von 1,1m über dem Boden gemessen. Diese Temperatur wird vereinbarungsgemäß mit einem Globe-thermometer (d=150mm) bestimmt. Die aufgenommene Wärmemenge (Kühlleistung) des Prüflings wird als Produkt aus Massenstrom und Enthalpiedifferenz des Kühlmediums bestimmt.

Die Leistung wird jeweils für verschiedene Temperaturdifferenzen zwischen Raum und mittlerer Fluidtemperatur gemessen und in einer Kennlinie zusammengefaßt.

## Konstruktionsmerkmale der untersuchten Kühldeckensysteme

Kühldecken lassen sich aufgrund ihres Aufbaus und der Wirkungsweise in Strahlungsdecken und Konvektionsdecken aufteilen. Konvektiv wirkende Kühldecken haben Lamellen oder andere Vorrichtungen mit denen zum einen die Oberfläche vergrößert und zum anderen die freie Konvektion erhöht werden soll. Strahlungsdecken hingegen sind ebene - teilweise perforierte - Module aus Metall oder mineralischen Stoffen (z.B. Gips). Ebene Decken können sowohl geschlossen als auch hinterlüftet, d.h. mit Spalten zwischen den Modulen ausgeführt sein. Der Übergang zwischen diesen Systemen und überwiegend konvektiv wirkenden Systemen ist somit fließend. Bisher wurden 55 Systeme nach DIN 4715 geprüft. Davon waren 42 Systeme geschlossene Strahlungsdecken, 7 gehörten zu den offenen, d.h. hinterlüfteten Kühldecken und 4 Systeme waren als kleinere Kühlsegel ausgeführt.

Der Wärmetransport an und durch die Kühldecke ist abhängig von den Oberflächeneigenschaften, der Oberflächentemperatur sowie den Stoffeigenschaften der eingesetzten Materialien (Stahlblech, Aluminium, Gips, Gipskarton, Glasfaser und andere). Den Bereich zwischen den Rohren des Kühlregisters kann man näherungsweise mit Hilfe des Rippenwirkungsgrades und der Stabkennzahl beschreiben /3,4/.

Die Anbindung der Rohre des Kühlregisters an die tragenden Deckenmodule ist neben den eingesetzten Materialien und Abständen maßgeblich für die Kühlleistung eines Systems und ebenfalls sehr unterschiedlich ausgeführt. Diese Eigenschaft läßt sich auch mit dem Rippenwirkungsgrad nicht erfassen. Bei der Berechnung von Kühldeckensystemen geht man zunächst immer von idealen Anbindungen aus. Die Prüfung zeigt dann, in wieweit dies für das ausgeführte Produkt zutrifft. Es gibt Systeme, bei denen die Register lediglich aufgelegt sind. Unebenheiten und somit Luftspalte machen sich bei diesen Systemen besonders deutlich in einer Leistungsminderung bemerkbar. Weitere Varianten sind aufgeklebte Register, mit Niederhaltern angepreßte Register, über aufliegende Wärmedämmung und rückseitige Bleche angepreßte Register, magnetisch verbundene Systeme, Clipverbindungen usw.

Teilweise werden zur Verbesserung der Wärmeleitung bzw. des Wärmeübergangs vom Kühlregister an die kühlende Decke Wärmeleitprofile aus Aluminium oder anderen Materialien eingesetzt. Diese haben die Aufgabe, das zumeist runde Kühlrohr aufzunehmen und auf einer möglichst großen ebenen Fläche aufzuliegen.

## 3 Ergebnisse der Leistungsmessung nach DIN 4715-1

Die Ergebnisse der bisher erfolgten Leistungsmessungen nach DIN 4715 Teil 1 sind im Bild unten zusammengefaßt. Es sind die Normkühlleistungen ( $\Delta t = 10 \text{ K}$ ) aller Systeme in Ergebnisgruppen dargestellt. Der rechnerische Mittelwert aller Prüfungen - unabhängig von Typ und Materialien des Systems - liegt bei ca.  $76,5 \text{ W/m}^2$ . Im Bereich  $70$  bis  $80 \text{ W/m}^2$  liegen auch die meisten der untersuchten Systeme. Hierbei ist festzustellen, daß sowohl Metall- als auch Gipsdecken in dieser Gruppe vorkommen. Bei den Systemen mit höheren Kühlleistungen sind dagegen ausschließlich Systeme mit Metalldecken vertreten. Als Kühlregister werden sowohl Kunststoff- als auch Metallrohre verwendet. Die Maximalwerte der Kühlleistung werden wiederum nur noch mit Systemen aus Metallrohren und Wärmeleitprofilen erreicht.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß die Leistungen unterschiedlicher Systeme erheblich voneinander abweichen können, die Unterschiede zwischen Kühldeckenelementen mit ähnlichen Konstruktionsmerkmalen hingegen erwartungsgemäß gering sind.

### Literatur:

/1/ Kochendörfer, C.:  
Normierte Leistungsermittlung von Kühldecken und deren Übertragung auf die Anlagenplanung.  
DKV-Jahrestagung, 1994.

/2/ DIN 4715 Teil 1:  
Raumkühlflächen, Leistungsmessung bei freier Strömung.  
Prüfregeln, Juli/94.

/3/ Cousin, R.:  
Raumklimatisierung aus der Wand.  
HLH 41 (1990), Nr. 4, Seite 340 ff.

/4/ Fraaß, M.:  
Untersuchungen zu Kapillarrohr-Deckenkühlsystemen.  
HLH 44 (1993), Nr. 10, Seite 603 ff.

## PERSONALIA

Seit dem letzten **HLKBRIEF** Nr. 6 von 1994 sind folgende personelle Veränderungen zu verzeichnen:

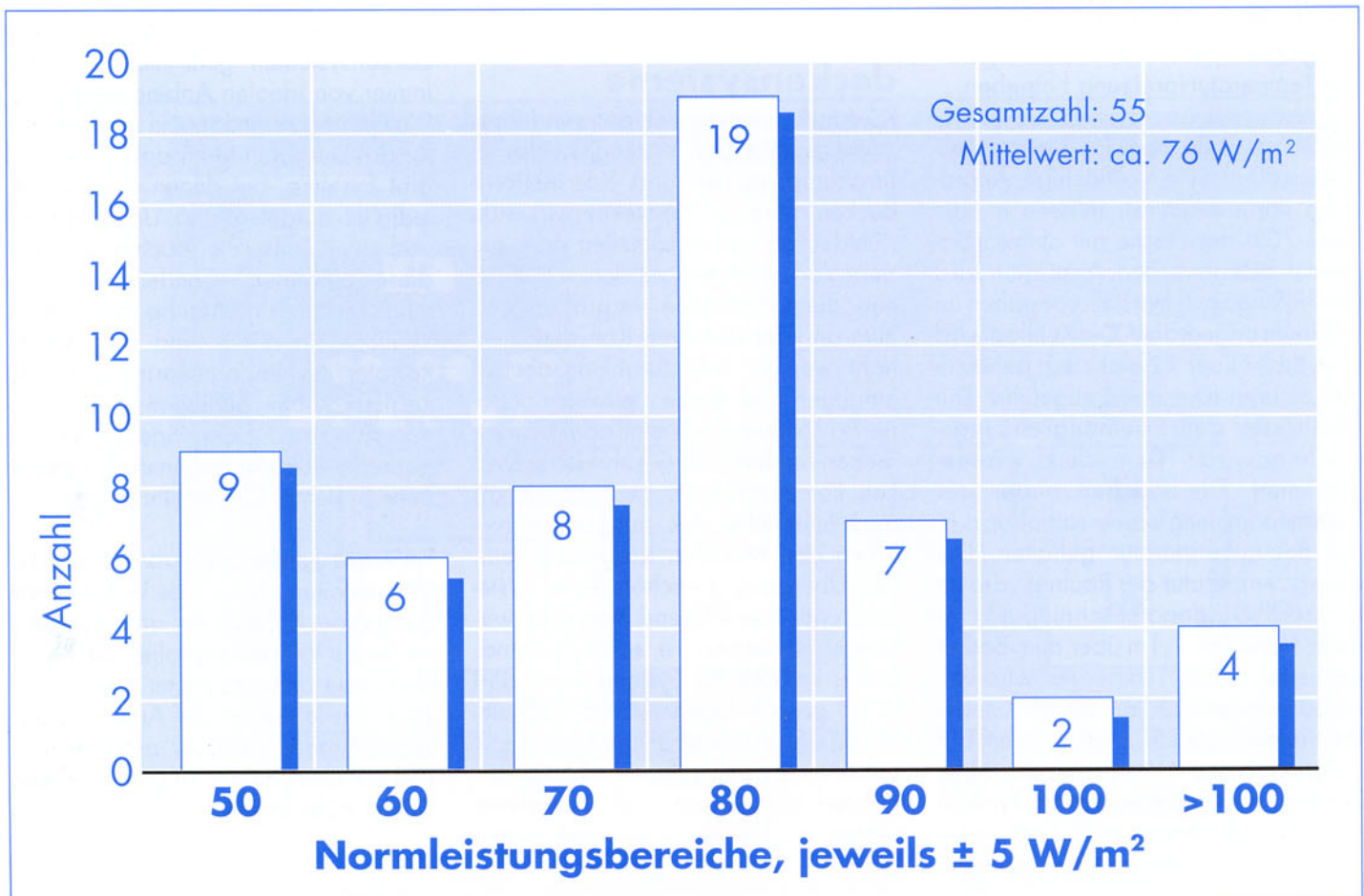
**Dipl.-Ing. S. Simsek** mußte uns im Herbst 1994 verlassen, weil ihm die Behörden eine weitere Aufenthaltserlaubnis verweigert hatten.

**Dipl.-Ing. K. Neuscheler** verließ uns im Frühjahr 1995, um sich in der Heimat seiner Frau, in Australien, niederzulassen.

**Dipl.-Ing. W. Scholer** geht im Herbst 1995 nach Norddeutschland, wo er neue Aufgaben in der Industrie übernehmen wird.

Als neue Mitarbeiter traten ein: Im Herbst 1994 **Dipl.-Ing. B. Klein**, der sich an der Grundlagen-Entwicklung für neue Regelsysteme beteiligt.

Ende 1994 kam **M. Sc. Kai Zou**, ein Stipendiat aus der VR China zu uns; er befaßt sich mit Systemsimulation und Planung.



# Gütesiegel für die Gebäude- und Anlagensimulation

Madjid Madjidi

Im Bereich der Forschung und Entwicklung sind die Handhabung der Gebäude- und Anlagensimulation im Planungsstadium sowie die Weiterentwicklung der Methoden in Richtung CAD-Anbindung, Softwareintegration und Benutzerfreundlichkeit zur Zeit heiß diskutierte Themen. Dabei zeigen Marktstudien, daß die schon jetzt verfügbaren aber noch unhandlichen Simulationsinstrumentarien bereits einen (zu) großen Anwenderkreis in den Ingenieurbüros gefunden haben.

Bisher nicht bedacht ist die wichtige Tatsache, daß aufgrund des Fehlens einheitlicher Randbedingungen sowie bis heute nicht festgelegte Mindestanforderungen an einzubringenden Rechenverfahren die Qualität der Simulationsergebnisse stark schwanken kann. Außerdem hängt die Güte einer Simulationsrechnung maßgeblich von der Ausbildung und Erfahrung des Programmierers ab. Simulationsrechnungen sollten nur von hochqualifizierten Fachexperten ausgeführt werden, die imstande sind, ihre Ergebnisse auf Plausibilität zu überprüfen und die auch die Einsatzgrenzen der Simulationsprogramme kennen. Gegenwärtig wird das Problem teilweise unelegant gelöst, in dem Gegengutachten und Drittgutachten erstellt werden müssen.

Unter Mitbeteiligung der Abteilung HLK des IKE erstellt deshalb der Arbeitsausschuß VDI 6020 zur Zeit eine Richtlinie, die die Anforderungen an Rechenverfahren zur thermischen und energetischen Bewertung von Gebäuden und ihren heiz- und raumlufttechnischen Anlagen festlegt. Es sollen die Vielzahl von Randbedingungen und Bewertungskriterien vereinheitlicht und eine grundlegende Überprüfung von Ergebnissen ermöglicht werden.

Die Richtlinie wird in zwei Blätter aufgeteilt: Blatt 1 Gebäudesimulation und Blatt 2 Anlagensimulation.



Fortsetzung von Seite 1

Der Umfang dieses HLKBRIEFes ist wieder deutlich geringer als vor einem Jahr - damals hatten wir eine umfassende Übersicht über die laufenden Projekte gegeben. Dies bedeutet aber nicht, daß wir weniger aktiv sind, nur werden im Augenblick viele neue Vorhaben begonnen, und es ist noch zu früh, um über Zwischenergebnisse zu berichten. Dies betrifft u.a. die Bereiche Modellbasierte Betriebsüberwachung und Testverfahren für Building Energy Management Systeme. Aus der Zahl und den Themen der Studien- und Diplomarbeiten mögen Sie die Vielfalt unserer Aktivitäten erkennen. Bereits jetzt ist aber erkennbar, daß die Zahl der Absolventen in den nächsten Jahren drastisch zurückgehen wird: die Zahl der Studienanfänger in allen technischen Fächern nimmt zur Zeit dramatisch ab. Wir wollen gerne das Unsere dazu tun, um die Attraktivität unseres Faches hochzuhalten, wenn die Industrie auch dazu beiträgt, wird es uns gelingen, auch in diesen Zeiten den erforderlichen Nachwuchs heranzubilden.

Zum Schluß sei mir noch ein persönliches Wort gestattet: zum Redaktionsschluß dieses HLKBRIEFes weilt Professor Bach noch im wohlverdienten Urlaub, daher war es notwendig (und im Zusammenhang mit „seiner Angelegenheit“ auch naheliegend), daß das Vorwort dieses Mal nicht aus seiner Feder stammt.

Mit freundlichen Grüßen

Gunther Claus

## Studien- und Diplomarbeiten 94/95

Dipper, J.: Entwicklung einer Regelungsstrategie zur optimalen Betriebsführung der heiz- und raumlufttechnischen Anlagen eines Verwaltungsgebäudes.

Egle, B.: Umrechnung gemessener Energieverbrauchswerte bei unterschiedlichen Heizsystemen auf ein einheitliches Nutzerverhalten.

Flad, M.: Überwachung und Optimierung der Betriebsführung der heiz- und raumlufttechnischen Anlagen eines Verwaltungsgebäudes.

Gauß, J.: Energetische Bewertung verschiedener Systeme zur mechanischen Wohnungslüftung mit Hilfe rechnerischer Betriebssimulation.

Haller, R.: Trinkwassererwärmung für Niedrigenergiehäuser - Stellenwert der Solarenergienutzung.

Kaifßling, R.: Überarbeitung eines Programms zur wärmetechnischen Prüfung von Warmwasserfußbodenheizungen nach DIN 4725 Teil 2.

Kaifßling, R.: Untersuchung von Hydraulik-schaltungen und Pumpen kleiner Dimensionierung mit dem Simulationsprogramm TRNSYS.

Keßler, J.: Strukturierte Dokumentation einer RLT/GLT-Anlage.

Klein, B.: Beitrag zur Untersuchung und Integration des RHKVS (Hydra) in eine Gebäudeleittechnik.

Krohmer, C.: Wiederverwertbarkeit von Thermostatventilen.

Langer, L.: Übertragung des Hauptfachversuchs „Simulation von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung“ für den Einsatz in einem CIP-Pool.

Liepelt, B.: Auslegung und Erprobung einer RLT-Anlage zur Umluftreinigung.

Mangelsdorf, P.: Untersuchung des Einflusses von Queranströmungen auf die Auftriebsströmung an einer vertikalen beheizten Platte mit Hilfe der Strömungssichtbarmachung.

Mutschler, A.: Energetische Beurteilung der Tageslichtnutzung bei einem Bürogebäude mit Hilfe der Systemsimulation.

Noé, C.: Prüfraum für Raumkühlflächen und Deckenstrahlplatten.

Noé, C.: Aufbau und Wiederinbetriebnahme des Plattenprüfstandes zur Fußbodenheizungsprüfung.

Obieglo, M.: Konzeption der Regelstrategie für einen Prüfstand zur Leistungsmessung von Kühl- und Strahlungsdecken.

Planck, C.: Simulation des thermisch-dynamischen Verhaltens von verschiedenen Raumtypen bei der Beheizung mit unterschiedlichen Fußbodenheizsystemen.

Riek, S.: Ermittlung von Meßunsicherheiten bei Komponenten der HLK-Technik.

Schaedler, F.: Ermittlung von Meßunsicherheiten bei der Prüfung von Heizkörpern.

Schmucker, U.: Rechnerische Betriebssimulation eines Kälteerzeugersystems.

Steck, B.: Konzeption und Aufbau eines Prüfstandes zur Bestimmung der charakteristischen Gerätekennlinien von mechanischen Wohnungslüftungsanlagen.

Stergiaropoulos, K.: Entwicklung eines Berechnungsprogramms für den Druckverlust von Deckenstrahlplatten.

Stergiaropoulos, K.: Leistungsmessung nach DIN 7415 an einer Kappilar-Kühldecke - Messungen in einem Modellraum mit kombinierter Lüftung.

Stitzelberger G.: Bestimmung des äußeren Wärmeübergangs an einem Rohrwendel-Wärmetauscher.

Thumm, K.: Entwicklung eines Brennerkonzeptes für Wärmeeerzeuger kleiner Leistung.

Treiber, M.: Gegenüberstellung traditioneller und wissenschaftlicher Methoden zur Planung von Heizanlagen.

Wallstein, M.: Die Wärmeübergabe bei der Heizkörperheizung und ihr Einfluß auf den Energiebedarf.

Winkler, K.: Der Einfluß veränderter Wandtemperaturen auf die Leistung von ebenen Kühldecken.

Wojcik, L.: Konzeption eines Heizkörper-Prüfstandes.

Zuckschwerdt, K.: Optimierung der Abmessungen der Konvektionsbleche von Plattenheizkörpern.

# Wärmetechnische Prüfung von Fußbodenheizungs- Sonderkonstruktionen nach DIN 4725

Erik Reichert, Wolfgang Scholer:

Mit der Neufassung der DIN 4725 vom Mai 1992 wurde nach über 10-jähriger Normungsarbeit endlich ein Konsens über eine einheitliche Bewertung und Berechnung von Warmwasser - Fußbodenheizungen gefunden. Im Teil 2 dieser Norm ist das Verfahren für die wärmetechnische Prüfung von Fußbodenheizungen beschrieben.

Danach läßt sich die Wärmeleistung für die meisten heute üblichen Fußbodenheizungssysteme für den Wohnbereich nach folgendem Potenzansatz rein rechnerisch bestimmen /1/,/2/:

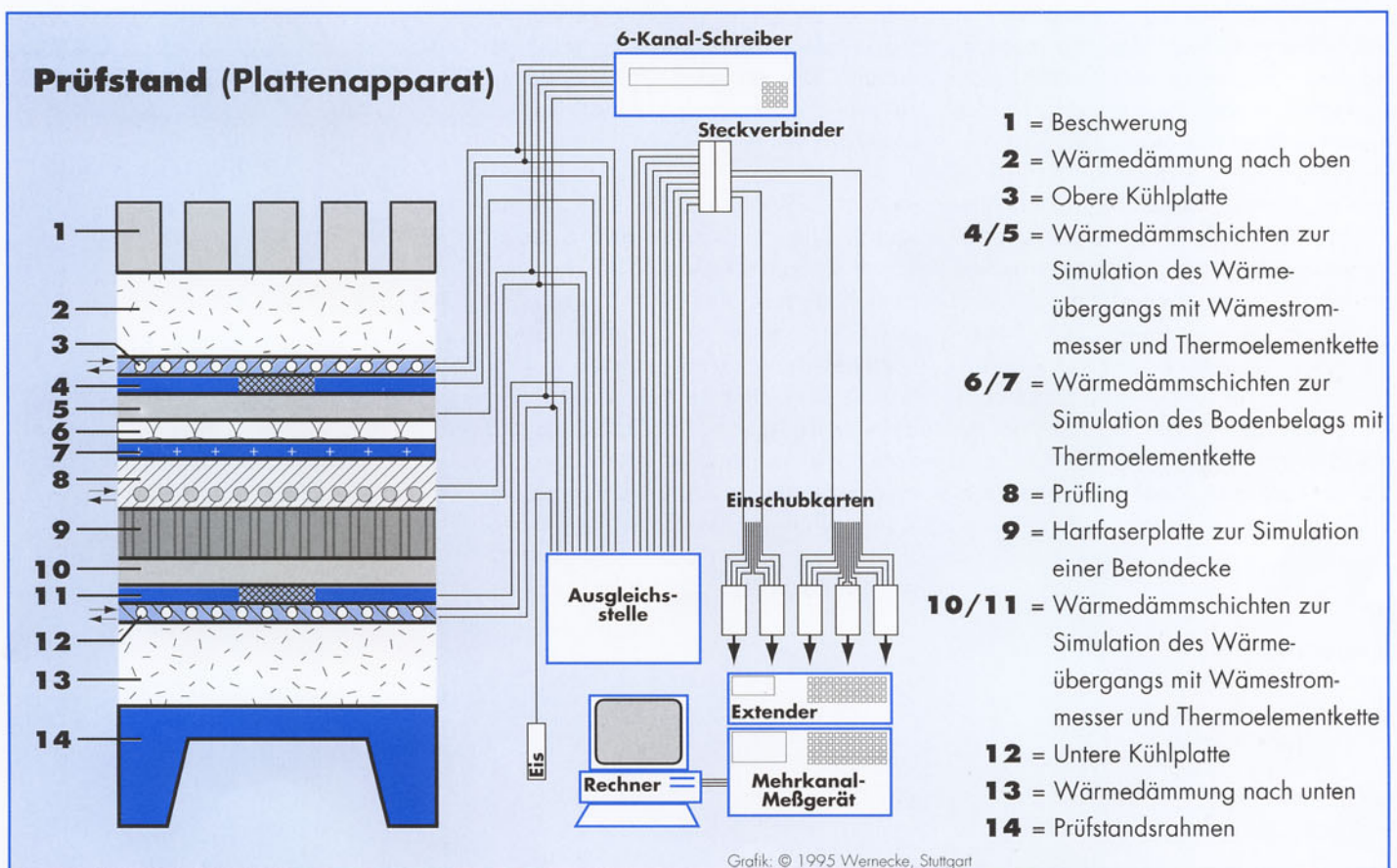
$$\dot{q} = B \cdot \prod \cdot (a_i^{m_i}) \cdot \Delta \vartheta_H$$

Einige der verwendeten Faktoren  $a_i$  und  $m_i$  werden nach Gleichungen berechnet, andere aus Tabellen der Norm entnommen. Tabellen-Zwischenwerte sind nach dem natürlichen kubischen Spline-Verfahren zu interpolieren.

Einige Tabellen und Gleichungen der Norm sind dabei nur für einen bestimmten Wertebereich definiert. Liegen systembeschreibende Parameter einer Fußbodenheizung wie z.B. Teilung, Rohraußendurchmesser oder Überdeckungshöhe außerhalb dieses Norm-Bereichs, wird eine experimentelle Prüfung zur Bestimmung eines Korrekturfaktors  $a_z$  notwendig, der in Gleichung einzuführen ist. Damit lassen sich die Systemkenngrößen der zu prüfenden Sonderkonstruktion über das Modell eines der Normrechnung zugänglichen Vergleichssystems berechnen.

Grundsätzlich müssen zur fachgerechten und ökonomischen Auslegung einer Warmwasser-Fußbodenheizung (der Berechnungsgang ist in DIN 4725 Teil 3 beschrieben) die Leistungskennlinien des jeweiligen Fußbodenaufbaus sowie die entsprechenden Grenzwärme-strömdichten eines Systems für Aufenthalts- und Randzonen bekannt sein. Diese wärmetechnischen Kennwerte werden nach DIN 4725 Teil 2 bestimmt. Zudem vermeidet der Systemanbieter durch die DIN-Prüfung Reklamationen und schafft eine belastbare Basis für eventuelle gerichtliche Auseinandersetzungen. Sind die tatsächlichen Leistungswerte

Bild 1: Schema des Prüfstandsbaus und der Meßanordnung



eines Fußbodenheizungssystems nicht bekannt, wird oft nach „Erfahrungswerten der Anbieter“ ausgelegt. Unmittelbare Folgen sind entweder ein zu hoher Materialaufwand (*unnötig viel Rohr wird verlegt*) und damit verbunden zu hohe Investitionskosten oder die Überschreitung der maximal zulässigen Fußbodenoberflächentemperaturen, da einem zu geringen Wärmeeintrag der Fußbodenheizung im Betrieb in der Regel durch Erhöhen der Heizmitteltemperatur entgegengewirkt wird. Mit einer Auslegung, die sich auf geprüfte und damit zuverlässige Leistungswerte stützt, können demnach Investitionskosten gespart und unbehagliche Oberflächentemperaturen vermieden werden.

Zunehmend gewinnen Systeme zur Beheizung von Industrie- und Sporthallen an Bedeutung. Genau wie im Wohnbereich, wo die wärmetechnischen Größen einer Vielzahl von Systemen schon geprüft sind, ist die Kenntnis über die möglichen Wärmeleistungen und erreichbaren Grenz-wärmestromdichten zur korrekten Auslegung der Systeme sowie zur Kosteneinsparung aufgrund der großen Verlegeflächen unerlässlich. Da die Parameter von Systemen zur Beheizung von Industrie- und Sporthallen aufgrund des besonderen Aufbaus meist außerhalb der in der Norm festgelegten Grenzen liegen, werden für diese Sonderkonstruktionen experimentelle Prüfschritte notwendig.

#### Literatur:

/1/ Kast, W.:  
Zum Erscheinen der DIN 4725 -  
Warmwasser-Fußbodenheizung.  
HLH Bd.44 (1993), Nr.1, S.25-27.

Anfang dieses Jahres wurde der für die experimentelle Prüfung vorgeschriebene Plattenprüfstand reaktiviert und modernisiert. Der Prüfling ist zwischen zwei Kühlflächen mit Dämmschichten angeordnet (Bild 1). In den Dämmschichten, die den Bodenbelagswiderstand und die Wärmeübergangswiderstände an der Fußboden- und Deckenfläche ersetzen, sind Wärmestrommeßplatten formschlüssig eingebettet. Im Bereich der oberen Wärmestrommeßplatte werden mit Hilfe von zwei Thermoelementketten die Temperaturen quer zu den Heizrohren auf der Boden- und Prüflingsoberfläche im Abstand von jeweils 2cm gemessen. Die Heizmitteltemperaturen und die Kühlwassertemperaturen werden am Ein- und am Austritt sowohl des Prüflings als auch der beiden Kühlflächen mit Thermoelementen in Meßstellen nach DIN 4704 gemessen. Alle verwendeten Temperaturmeßgeräte sind mit geeichten Geräten überprüft. Die Wärmestrommesser sind von einer amtlich anerkannten Prüfstelle kalibriert.

Im Mai 1995 wurde die erste wärmetechnische Prüfung einer Sonderkonstruktion nach DIN 4725 Teil 2 mit dem Plattenapparat durchgeführt. Das geprüfte System ist die erste Sportbodenheizung mit registrierten wärmetechnischen Kennwerten. Mit der Modernisierung und Erprobung des Plattenprüfstandes sind damit die Voraussetzungen für schnelle und problemlose Prüfungen weiterer Sonderkonstruktionen, wie z.B. Industriefußbodenheizungen, geschaffen.

/2/ Kast, W.; u.a.:  
Wärmeleistung von Fußbodenheizungen.  
HLH Bd.37 (1986), Nr.4, S.175-182.

#### IMPRESSUM

Autoren:

Dipl.-Ing. Madjid Madjidi  
IKE/HLK

Dipl.-Ing. Bernd Klein  
Dipl.-Ing. Chr. Kochendörfer  
Dipl.-Ing. Erik Reichert  
Dipl.-Ing. Wolfgang Scholer  
FGHLK

Herausgeber:

Verein der Förderer der  
Forschung im Bereich  
Heizung-Lüftung-Klimatechnik  
Stuttgart e.V.

Pfaffenwaldring 6a  
70550 Stuttgart - Vaihingen  
Tel. 0711 / 685 - 2085/90  
Fax 0711 / 687 - 6056

Redaktion:

Gunther Claus  
Sabina Fischer-Hampel

Grafik u. Herstellung :

CommunicationVisuell  
Rolf Wernecke, Stuttgart

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