

Liebe Freunde,

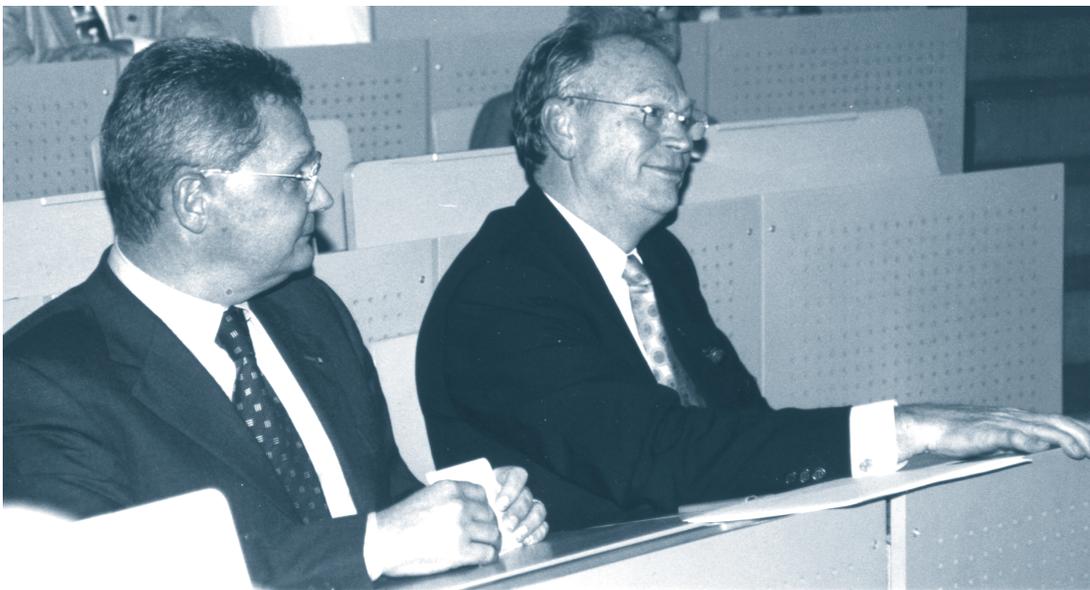
über vier Monate arbeitet HLK-Stuttgart nun bereits unter neuer Leitung. Bei der festlichen Übergabe mit der Abschiedsvorlesung am 27. Oktober 2000 - mehr als 250 Kollegen, Ehemalige und Freunde beehrten uns mit ihrer Aufmerksamkeit - wurde dieser Vorgang mit einem Bild aus dem Sport umschrieben, der Staffelnübergabe. So war die unvorhersehbare, etwas ärgerliche Ausdehnung der Wechselstrecke plastischer darzustellen.

plätze nutzten wir mehrere Hermann-Rietschel-Colloquien, die Disziplinen waren rechnerische Simulation des Wetters, der Lastgänge in Gebäuden und des Verhaltens von Anlagen, und unsere Trainer waren H. Esdorn und W. Kast. Gemeinsam in einer Mannschaft traten wir nach diesem Vortraining im VDI-Fachausschuss 2067, im VDI-TGA-Beirat und schließlich im VDI-TGA-Vorstand an. Natürlich waren wir nicht die

zu führen. Auf dieser Basis haben wir eine erste Perspektive für unsere zukünftigen Aktivitäten entwickelt.

Unsere Fachstudenten studieren Maschinenbau und spezialisieren sich für das Fach Heiz- und Klimatechnik. Diese fachliche Einbindung wollen wir in jedem Fall erhalten. An allen universitären Ausbildungsstätten unseres Fachgebietes wird seit Bestehen des Faches eine nie endende

Debatte über die richtige fachliche Einbindung der Heiz- und Klimatechnik geführt. Es wurde bereits praktisch jede denkbare Konstellation praktiziert, nämlich die Einbindung in das Bauingenieurwesen, in die Architektur, in den Maschinenbau, in die Umwelttechnik. Jede dieser Varianten hat Vor- und Nachteile gezeigt. Immer waren, jeweils unterschiedliche fachliche Defizite insbesondere bei den Grundlagen feststellbar. Im Hinblick auf die notwendigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen



Glücklicherweise hatten die beiden Läufer genügend Luft und Nerven, diese willkürliche Erschwernis der sportlichen Bedingungen durchzuhalten. Um im Bild zu bleiben: Der Stababgebende läuft nun mit erhobenen Armen locker aus, der Staffelnachfolger - den Stab fest im Griff - übernimmt kraftvoll beschleunigend das Rennen. Ohne langes gemeinsames Training wäre der Wechsel nicht so erfolgreich gelungen.

Vor 25 Jahren lernten wir uns bereits kennen, sozusagen bei einem Wettkampf. Der Jüngere als Aktiver, der Ältere als Kampfrichter - es war eine Vortragsveranstaltung über Wärmepumpen. Später trainierten wir zusammen. Als Sport

Einzig in den jeweiligen Mannschaften: Kollegen und junge Mitarbeiter trugen ganz wesentlich zu unserem gemeinsamen Erfolg bei.

Nachdem uns also im vergangenen Jahr vorrangig die vorstehend umschriebenen Probleme im Zusammenhang mit der „Stabübergabe“ beschäftigt haben, wollen und müssen wir uns nun mit aller Kraft den vor uns liegenden Aufgaben zuwenden. Dazu war es notwendig, unsere bisherigen Aktivitäten in Forschung und Lehre zu überdenken und Gespräche über notwendige Anpassungen und Aktualisierungen unseres Lehrangebotes sowie über vermeintlich „weiße Felder“ in der Wissenslandschaft unserer Branche

und das breite Spektrum der zukünftigen Einsatzfelder unserer Absolventen hat sich die Einbindung in den Maschinenbau oder noch spezieller in die thermische Verfahrenstechnik als die zweckmäßigste erwiesen. Das dabei oft beklagte Defizit hinsichtlich des Bezuges zum Gebäude wollen wir durch diesbezügliche Ergänzungen unseres Lehrangebotes beseitigen.

Unsere Forschungsaktivitäten der letzten Jahre können grob den Themenbereichen

- gebäudetechnische Komponenten
- Raumströmungen
- Jahresenergiebedarf
- rechnerische Simulation von Gebäuden und Anlagen

zugeordnet werden. Alle diese Themenbereiche werden wir weiterführen. Sie sind entweder nicht abgeschlossen bzw. erfordern eine unter Berücksichtigung des Fortschrittes nie endende Forschung.

Bei den Komponenten ist eine stetige Weiterentwicklung der Prüfverfahren, der Messeinrichtungen, der Auslegungsverfahren aber auch der Komponenten selbst notwendig.

Bei den Raumströmungen werden wir die experimentellen Arbeiten fortsetzen und dazu unser Raumströmungslabor einer gründlichen Sanierung der Mess- und Regelungstechnik unterziehen. Neben den Arbeiten zur Industrielüftung, die wir fortsetzen wollen, werden wir uns mit Aufwandszahlen unterschiedlicher Luftführungen befassen und insbesondere die dreidimensionale rechnerische Simulation von Raumströmungen vorantreiben. Hierbei haben wir immer noch das „Fernziel“ vor Augen, den immensen experimentellen Aufwand zu reduzieren.

Bei unseren Untersuchungen zum Jahresenergiebedarf stehen als nächste Schritte die hydraulischen Systeme, die Wärmeerzeuger, die Einzelheizgeräte sowie die Flächenheiz- und -kühlsysteme an.

Die rechnerische Simulation von Gebäuden und Anlagen ist ein „Dauerthema“. Im Zuge des technischen Fortschrittes sind immer neue Komponenten, Prozessführungen und Regelstrategien zu betrachten. Desweiteren werden in der Zukunft infolge von Leistungssteigerungen bei den Rechnern Vereinfachungen in der Modellbildung aus der Vergangenheit, wie z.B. die Konstanz von Stoffwerten u.ä. oder die Eindimensionalität von Wärmeleitungen, zumindest hinsichtlich ihres Einflusses oder ihrer weiteren Zulässigkeit, untersucht werden müssen.

Ein Schwerpunkt unserer Untersuchungen werden Anlagensysteme und -komponenten für die Heizung von hochgedämmten Gebäuden sein. Dieses bezieht sich auf die Systeme der Nutzenübergabe, der Verteilung und der Wärmeerzeugung, auf Strategien der Regelung und der Heizkostenabrechnung, auf das dynamische Verhalten der Systeme sowie auf mitzubetrachtende Systeme der Lüftung und der Trinkwassererwärmung.

Bei der Prüfung und Untersuchung von realen Komponenten im Experiment kann durch Emulation der Aufwand deutlich verringert werden. Dabei wird das bisher im Maßstab 1:1 versuchstechnisch vorzuhaltende Gesamtsystem in einen realen Teil - nämlich die zu betrachtende Komponente - und einen rechnerischen Teil - nämlich die Systemumgebung der Komponente - genannt „Emulator“ aufgeteilt. In einer Real-Time-Simulation wird die Systemumgebung der realen Komponente in ihrem gesamten dynamischen Verhalten abgebildet. Die Entwicklung und die Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Emulatoren, z.B. in der Abnahme von Anlagen, wird einen weiteren Schwerpunkt unserer Arbeiten bilden.

Seit einer Reihe von Jahren beschäftigen wir uns mit der Erforschung und Verbesserung von Planungsprozessen in der Heiz- und Raumluftechnik. Diese Arbeiten werden wir verstärkt fortführen und dabei die intensivere Zusammenarbeit insbesondere mit Architekten suchen. Schwerpunkte hierbei sind zum einen die Integration der Anlagen- und der Gebäudeplanung und zum anderen die Systematik der Planungsprozesse.

Mit herzlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. H. Bach

Prof. Dr.-Ing. M. Schmidt

INHALT

Das Bewertungsproblem in der Heiz- und Raumluftechnik 3

Projekt OPTIS Optimierung von Einrichtungen zur Stofffassung - Stoffausbreitung durch Thermik abgeschlossen _____ 8

INTESOL Integrale Planung solaroptimierter Bauten“ abgeschlossen _____ 9

Dissertationen und Forschungsberichte 1999 und 2000 _____ 9

Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz - Lufttechnische Maßnahmen _____ 10

Personalia _____ 10

Studien- und Diplomarbeiten 1999 und 2000 _____ 11

Projekt MERLAN Methode zur Berechnung des Energiebedarfs von raumluftechnischen Anlagen abgeschlossen _____ 12

ETA-BEMS - Entwicklung von Testprozeduren zur Abnahme von Building-Energy-Management-Systemen _____ 13

Erarbeitung und Realisierung eines modellhaften Sanierungskonzepts für eine Schule in Stuttgart-Plieningen (MOSES) 14

Handlungshilfen für die Praxis zur Konzipierung und Bewertung der Luftführung in stoff- und wärmebelasteten Produktionshallen (LUPRO) _____ 15

MELISSA - Methode zur Berechnung und Bewertung des Energieaufwandes von Einzelheizgeräten mit gekoppelter Betriebssimulation von Gebäude und Anlage _____ 16

Impressum _____ 16

Im HLKBRIEF wird über die Aktivitäten des Lehrstuhls für Heiz- und Raumluftechnik am IKE der Universität Stuttgart (IKE LHR), 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.

Das Bewertungsproblem in der Heiz- und Raumluftechnik

Heinz Bach

37 Jahre beschäftige ich mich nun mit der Heiz- und Raumluftechnik. Nachdem ich etwas ganz anderes studiert und mich die ersten Ingenieurjahre mit Schmelzanlagen, Dampfkesseln und Flugtriebwerken befasst hatte, traf ich damals zwar auch auf wärme- und strömungstechnische Probleme, daneben aber auf eine für mich neue, eigentümliche Irrationalität. Zum Beispiel fiel die Entscheidung für eine Warmwasser- oder Luftheizung mit der Wahl der ausführenden und damals immer auch planenden Firma: Hatte sie mehr Erfahrung im Rohrschweißen als in der Luftkanalfertigung, war schon alles klar, es wurde höchstens über die Auswahl der Komponenten diskutiert und dann meist auch nur über das Material, etwa so, ob einem Guss oder Stahl beim Kessel oder dem Heizkörper sympathischer ist.

Eine rationale Begründung, dass ein bestimmter Anlagentyp am besten zu einem bestimmten Zweck passt, war allein schon deshalb noch nicht einmal gefragt, weil vom Auftraggeber der Zweck der anvisierten Anlage nur sehr unscharf beschrieben wurde - erfahrene Ingenieure haben den Zweck selbst definiert und dann aus der Schublade die dazu passende Anlage eingesetzt. Um den Gewährleistungsumfang klein zu halten, blieb die Zweckdefinition weitgehend unausgesprochen; der Entscheidungsvorschlag des Fachmanns wurde gläubig angenommen. Nur gelegentlich musste argumentiert werden, meist wenn von der Konkurrenz geschürte Vorurteile vorgebracht wurden.

Geistesgeschichtlich gesehen war es sozusagen wie im Mittelalter, das vor 30 Jahren durch eine ökologische und energetische Aufklärung abgelöst wurde. Allerdings waren die Träger dieser Aufklärung keine klugen Humanisten, sondern ganz überwiegend

politische Marktschreier und Reklamespezialisten. Die Ungeübtheit der Fachleute im Argumentieren für die technisch vernünftigste Lösung erwies sich nun als eklatante Schwäche der Branche angesichts des Wildwuchses der Vorurteile.

Nun setzt das Argumentieren nicht allein Sprachfertigkeit voraus, sondern die Fähigkeit, einen Entscheidungsvorschlag rational zu begründen. Die Begründung kann nur auf einer reproduzierbaren, d.h. auch nachprüfbar bewerteten Bewertung von Anlagen und Anlagenkomponenten beruhen. Stand früher die Lösung zunächst fertigungstechnischer, dann wärme- und strömungstechnischer Probleme im Vordergrund, rückten diese auf den Rang einer zwar wichtigen, aber dennoch selbstverständlichen Ingenieuraufgabe, und das **Bewertungsproblem** stellte sich nun als ein Hauptthema heraus. Dabei darf nicht vergessen werden, dass es nicht nur um die Lösung des Bewertungsproblems an sich geht, sondern um die Entwicklung einer zuverlässigen Basis für eine möglichst breite und detaillierte Argumentation gegen Vorurteile und für rational aufgebaute Konzepte.

Es ist für jeden Ingenieur eine Selbstverständlichkeit, Bewertungsmaßstäbe an die von ihm entwickelten technischen Produkte anzulegen. Dabei konzentriert man sich auf das Wesentliche. Bei uns in der Heiztechnik ist dies prima vista der Kessel. Hier werden die größten Verluste und auch größten Unterschiede vermutet. Der übliche Bewertungsmaßstab ist der im Volllastbetrieb gemessene Wirkungsgrad η .

Er ist genaugenommen nur interessant für den **Konstrukteur**, der wissen muss, wie tief der Kessel die Rauchgase (trocken) abkühlt. Dem **Betreiber** genügt diese Information nicht. Er möchte wissen, wie gut der eingesetzte Brennstoff im ausschließlichen Teil-

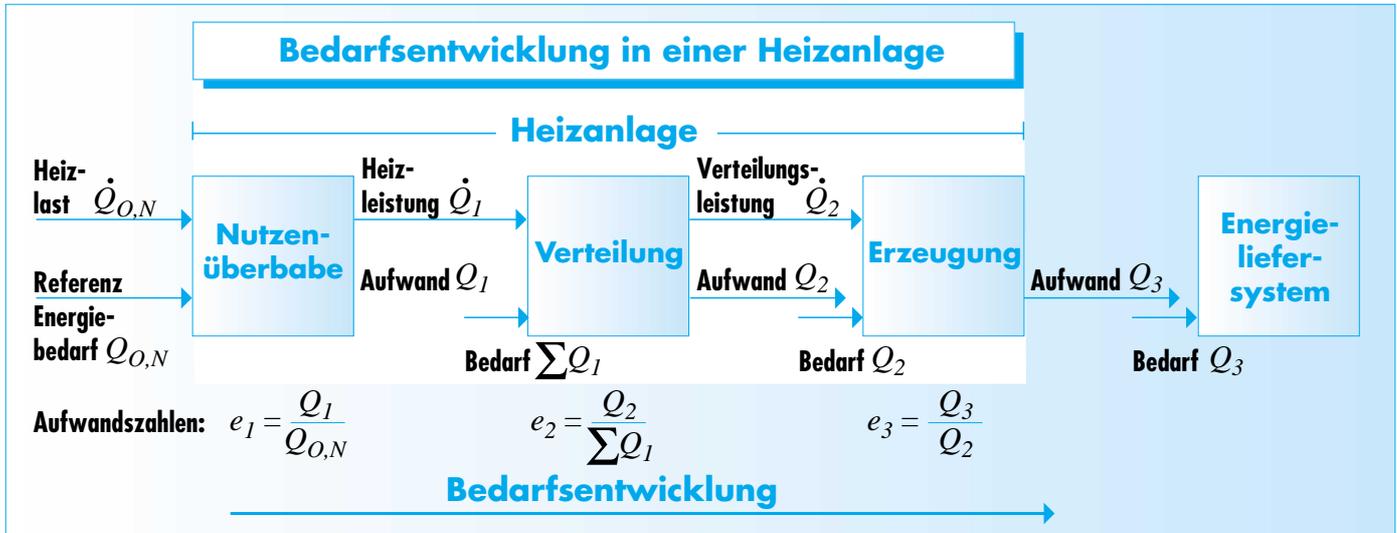
last- oder An/Aus-Betrieb ausgenutzt wird. Die Stillstandsverluste können hier den Abgasverlust weit überschreiten; maßgeblich für den eigentlichen Betrieb ist der sich vom Wirkungsgrad grundsätzlich und dem Betrag nach unterscheidende Nutzungsgrad v .

Es kommt demnach auf den jeweils Beurteilenden an, welche Bewertungsgröße maßgebend ist. Er gibt den Zweck der Bewertung vor. Bei einer energetischen Bewertung ist mit der Produkteigenschaft Wirkungsgrad η sozusagen das Thema verfehlt. Die hier maßgebende fallbezogene Bewertungsgröße v ist stark abhängig

- vom bei der Auslegung gewählten Leistungs/Last-Verhältnis,
- vom Lastverlauf, geprägt durch Gebäude- und Anlageneigenschaften sowie vor allem durch den Nutzerwillen, und
- von der Betriebsart und dem Betriebsverhalten des Wärmeerzeugers bei Teillast.

Die große und stark variable Diskrepanz zwischen dem Wirkungsgrad und dem Nutzungsgrad ist eine Besonderheit der Heiz- und Raumluftechnik.

Es sei am Rande vermerkt, dass es geschickter ist, statt mit dem Nutzungsgrad mit seinem Kehrwert zu rechnen, also den Aufwand auf den Nutzen zu beziehen. Die so gebildeten Aufwandszahlen sind nämlich addierbar. Produzieren zum Beispiel mehrere Prozesse in einem System nebeneinander gemeinsam einen Nutzen, können die Aufwände und damit die Aufwandszahlen der Prozesse addiert werden zu einer Aufwandszahl des ganzen Systems. Sie lassen sich auch subtrahieren, zum Beispiel bei einem Vergleich von Systemen, wenn als Bezugswert derselbe Nutzen verwendet wird. So erhält man zum Beispiel für die



Bewertung von Heizwärme Q_H aus Kraftwärmekopplung mit dem Mehraufwand an Brennstoffenergie ΔQ_B eine Aufwandszahl, die deutlich kleiner ist als 1.

$$e_{KWK} = \frac{\Delta Q_B}{Q_H} < 1$$

Der Aufwand kann also durchaus kleiner sein als der Nutzen, dies gilt übrigens auch für Wärmepumpen, meist ist er aber größer wie zum Beispiel bei Kesseln.

Aufwandszahlen können auch miteinander multipliziert werden wie Nutzungsgrade auch, immer dann, wenn Prozesse in Reihe geschaltet sind. Dies liegt zum Beispiel bei einer Heizanlage vor, die sich in die Teilprozesse Nutzenübergabe, Wärmeverteilung und Wärmeerzeugung gliedern lässt (Bild 1).

Bei jedem Teilprozess tritt als Eingangsgröße ein Bedarf und als Ausgangsgröße ein Aufwand auf, der für den nachfolgenden Prozess zu einem Bedarf wird: Bedarfsentwicklung. Der in diesem Zusammenhang ungewohnte Begriff Nutzen soll auf einen neuen Bewertungsansatz aufmerksam machen. Er wird einengend - etwa gegenüber den Begriffen Wärme oder Kälte - verwendet für das unmittelbar zu deckende Bedürfnis, zum Beispiel eine behagliche Umgebung zu erhalten oder Duschwasser zu liefern. Damit dient er

- als Überbegriff für die verschiedenen Formen des Nutzens: Wärme, Kälte, Stoffe (Abfuhr von Schadstoffen, Zufuhr erwärmten Trinkwassers) und

- zum Präzisieren der Bewertung, dass zum Beispiel nur der Anteil der zuzuführenden Heizwärme als Bedarf gezählt wird, der exakt für den vorgegebenen Nutzen erforderlich ist, und liefert damit die **Definition des Referenzbedarfes** für alle Bewertungen.

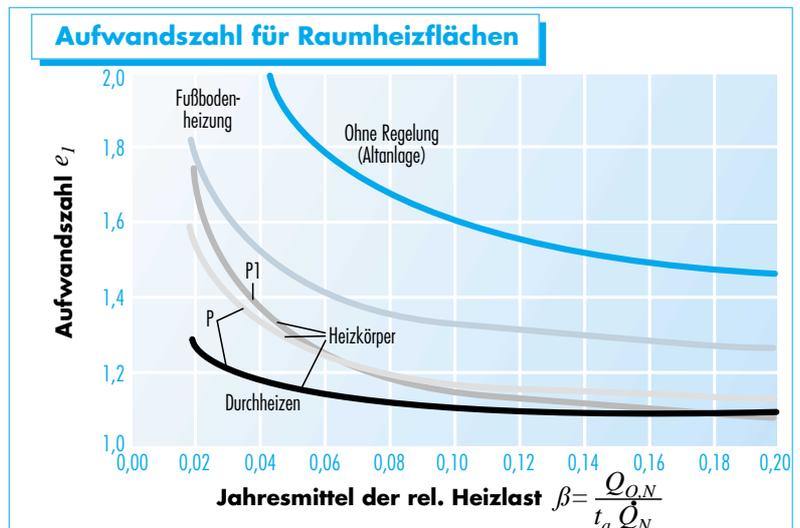
Der Heiznutzen ist räumlich, zeitlich und der Art nach (konvektiv oder radiativ) definiert. Ohne eine solche Präzisierung lässt sich zum Beispiel die unterschiedliche Wirkung von Regelsystemen nicht bewerten, worauf es heute aber besonders ankommt. Raumtemperaturtoleranzen, wie sie der Empfindungsspielraum der Nutzer (zum Beispiel festgestellt über eine PMV-Analyse) sehr wohl zulässt, würden energetisch bedeutsame Unterschiede verwischen und ein technisches Verbesserungspotential unerkannt lassen (Beispiel: Weitsprung mit dem hart definierten Absprungbalken).

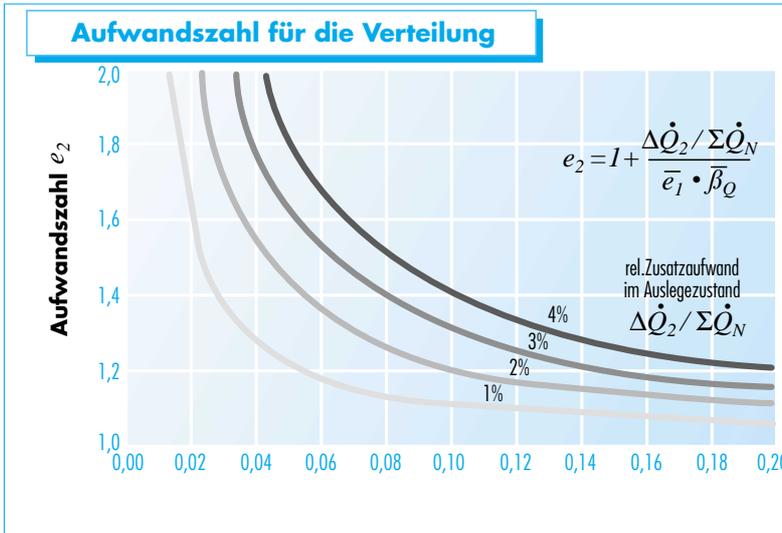
Der so verstandene Nutzenbegriff liefert nicht nur einen Referenzbedarf, zum Beispiel als Energiemenge Q_o (Bild 1), sondern auch den Lastgang Q_o für bestimmte Sollgrenztemperaturen im Raum als Regelgrößen für den Übergabeprozess. Der Aufwand hierfür tritt als Leistungsgang Q_1 auf und liefert aufintegriert die Energiemenge Q_1 .

Es wurde nun durch umfangreiche Betriebssimulationen nachgewiesen, dass die Aufwandszahlen e_i für bestimmte Übergabesysteme genügend genau allein von einer mittleren relativen Heizlast

$$\beta_Q = \frac{Q_{o,N} / t_a}{\dot{Q}_N}$$

abhängig sind. Man könnte hier auch von einem relativen Jahresmittel der Heizlast oder relativen Referenzbedarf sprechen (Normheizlast $\dot{Q}_N, t_a = 8760 \text{ h/a}$). Der Zusammenhang wird durch einfache





che Hyperbeln wiedergegeben (Bild 2). Sie unterscheiden sich nach Art der Heizfläche, ihrer Auslegungstemperatur und ihrer Regelung sowie der Betriebsführung. Die e_1, β_Q -Kurven sind allgemeingültig und tabelliert; es ist also nicht eine Betriebssimulation erforderlich, um im jeweiligen Anwendungsfall zu e_1 zu gelangen. Für die Verteilung (Bild 3) erhält man eine ähnliche Darstellung (allerdings mit nur einem Parameter, dem relativen Zusatzaufwand im Auslegezustand), aber bei der unabhängigen Variablen den zusätzlichen Einfluss einer mittleren Aufwandszahl \bar{e}_1 , der in der Bedarfsentwicklung davor liegenden Nutzenübergabe. Bei der Wärmeerzeugung (Bild 4) ist für einen Betrieb mit konstanten Temperaturen ebenfalls die Hyperbel-darstellung zu erhalten, stärker durchhängende Kurven können durch eine lastgeführte Steuerung zum Beispiel

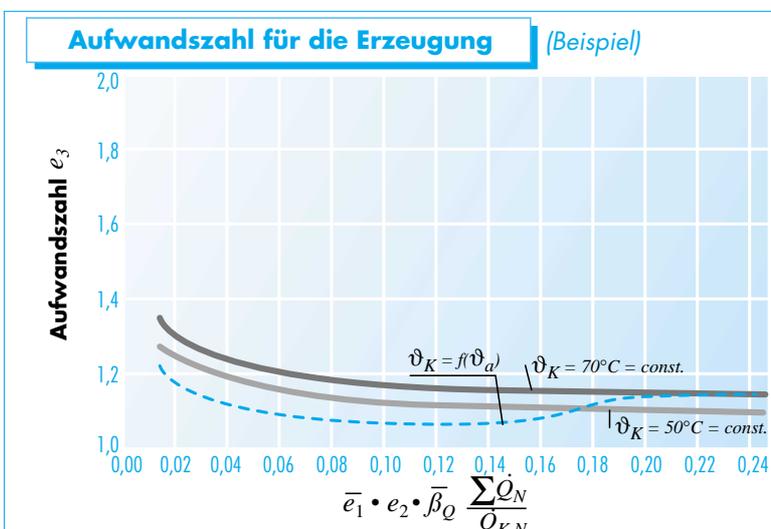
der Kesseltemperaturen auftreten. Zusätzlich wird die unabhängige Variable von der Aufwandszahl der Verteilung und vom Leistungslastverhältnis

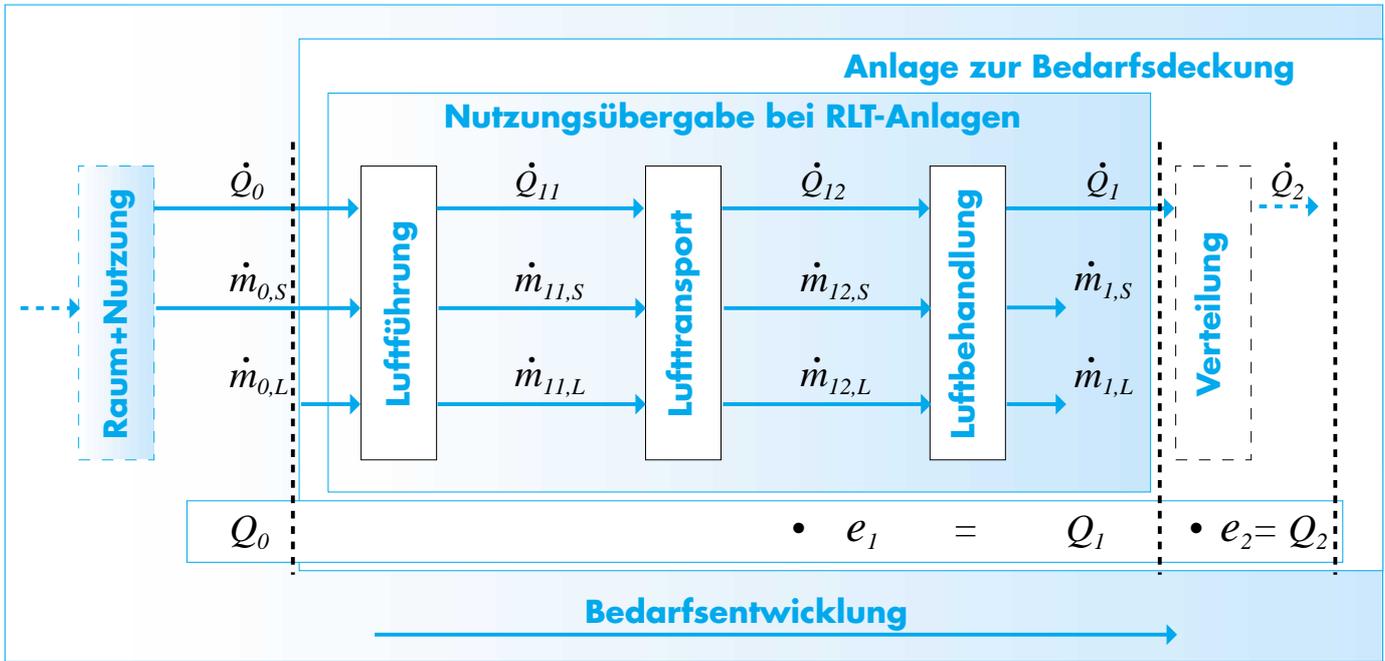
$$\frac{\sum \dot{Q}_N}{\dot{Q}_{K,N}}$$

beeinflusst. Die Betrachtung der Aufwandszahlen lehrt, dass diese nur für einen fallbezogenen Referenzbedarf (Gebäude, Betrieb, Anforderungsprofil) gelten, also für eine bestimmte relative Heizlast β_Q ; konsequenterweise hängen die Aufwandszahlen somit von den Aufwandszahlen aller vorgelagerten Prozesse ab. Keinesfalls können sie komponentenbezogen in einem Firmenkatalog oder in einer Verordnung als feste allgemein gültige Zahlenwerte angegeben werden. Es ist deshalb auch unseriös, allgemein zu behaupten, wenn diese oder jene Komponente in eine Altanlage eingebaut wird, wird

ein bestimmter Prozentsatz Energie gespart. Natürlich ist es nahezu immer vorteilhaft, zum Beispiel einen alten Kessel durch einen neuen zu ersetzen, nur allgemein gültige Einsparzahlen gibt es hierfür nicht. Allerdings lassen sie sich fallbezogen nach einer sorgfältigen Analyse von Gebäude, Gebäudebetrieb und Anlage berechnen.

Aus der Abhängigkeit der Aufwandszahlen vom fallbezogenen Referenzbedarf und ihrer mit der Bedarfsentwicklung wachsenden Abhängigkeit untereinander ist weiterhin zu erkennen, dass in sog. Feldmessungen festgestellte Energieverbrauchswerte weder zuverlässige Schlüsse auf die energetische Qualität der einzelnen Anlagenbereiche - geschweige der Komponenten - noch der ganzen Anlage zu ziehen erlauben. *Feldmessungen liefern Betriebserfahrungen, aber keine eine energetische Bewertung erst ermöglichenden Aufwandszahlen*, weil im Feldversuch sich die wesentliche Bezugsgröße, nämlich der Referenzbedarf, einer Messung entzieht. Während es, wie für die Warmwasserheizung gezeigt, zweckmäßig - sogar notwendig - ist, den Prozessbereich „Nutzenübergabe“ geschlossen zu betrachten - für den Heizkörper allein ohne Regelsystem lässt sich keine Teilaufwandszahl angeben - bietet sich in der **Raumluftechnik** die Möglichkeit, diesen Bereich weiter zu untergliedern (Bild 5). Diese Unterbereiche sind je für sich gestaltbar und damit bewertbar. Auf diese Weise lässt sich eine Anlage genauer auf den jeweiligen Bedarfsfall anpassen. Die Unterbereiche sind die *Luftführung*, der *Lufttransport* und die *Luftbehandlung*. Auch hier gibt es wieder eine Bedarfsentwicklung, aber mehrschienig für die verschiedenen Formen des Nutzens. Die Referenzbedarfswerte unterscheiden sich durch das Vorzeichen, je nachdem ob es sich um Wärme oder Kälte handelt, be- oder entfeuchtet werden muss oder Schadstoffe abzuführen sind. *Einen von jedermann erwarteten Referenzbedarf an Luft für einen Raum gibt es nicht*. Die Zuluft ist der Aufwand, mit dem die Stofflast abgetragen wird (Stofflasten bedingen die Raumluftechnik, Energielasten könnten auch mit anderen Techniken abgeführt werden).





Zur Bewertung der Raumluftechnik beschränke ich mich auf die Betrachtung des ersten Unterbereichs, **der Luftführung**. Der Zuluftaufwand hängt wesentlich davon ab, wie gut es gelingt, die Wirkung lufttechnischer Maßnahmen auf den Raumbereich zu konzentrieren, wo ihr Nutzen gefragt ist, die Anforderungszone; d.h. es wird angestrebt, den Schadstoffstrom hierhin $\dot{m}_{S,Anf}$ möglichst im Vergleich zu dem Restraum $\dot{m}_{S,Ra}$ zu halten. Dieser Belastungsgrad

$$\mu_S = \frac{\dot{m}_{S,Anf}}{\dot{m}_{S,Ra}}$$

beschreibt demnach die Wirkung der gewählten Lastabfuhr. Drei Prinzipien werden hierfür nach W. Dittes unterschieden:

- Verdrängen mit dem größten Luftaufwand, $\mu \rightarrow 0$
- Verdünnen mit mittlerem Luftaufwand, $\mu = 1$
- Eingrenzen mit reduziertem Luftaufwand, $\mu < 1$

Eine zusätzliche lufttechnische Entlastungsmaßnahme besteht darin, die Stoffströme unmittelbar am Entstehungsort zum Teil zu erfassen, zum Beispiel mit Absaugungen. Der Erfassungsgrad η ist hier das Qualitätsmaß; er ist neben Form und Anordnung der Erfassungseinrichtung vom Erfassungsluftstrom \dot{m}_{er} abhängig. Dieser muss durch Zuluft ersetzt werden. Wird nun

das Eingrenzprinzip verfolgt, müssen zusätzlich die Thermikströme \dot{m}_K aus der Anforderungszone durch Luftzufuhr in diese Zone ausgeglichen werden, um Mischströmung durch Rezirkulation zu vermeiden.

Wie lassen sich nun für einen bestimmten Anwendungsfall die verschiedenen Lüftungsmöglichkeiten bewerten? Wie groß sind die Unterschiede beim Aufwand an Zuluft und der hierfür erforderlichen Energie? Für eine Bewertung der Luftführung muss ein abgeleiteter Referenzaufwand an Zuluft $\dot{m}_{Zu,0}$ gegeben sein. Analog zum bisherigen Vorgehen muss dieser Referenzwert *eindeutig definiert* sein, ferner darf er *nicht durch technischen Aufwand belastet* und muss *möglichst einfach* zu bestimmen sein. Wie gesagt, nur für die Abfuhr von Stofflasten \dot{m}_S ist Zuluft erforderlich (sofern saubere Außenluft prinzipiell vorhanden ist). Dies kann nur der Luftstrom sein, der bei einfacher Fensterlüftung mit der dadurch hervorgerufenen Mischströmung eingelassen wird, bis die Grenzkonzentration c_{lim} erreicht ist:

$$\dot{m}_{Zu,0} = \frac{\dot{m}_S}{c_{lim}}$$

Nun lässt sich eine Aufwandszahl für die Luftführung angeben. Sie lautet:

$$e_{11} = \frac{\dot{m}_{Zu}}{\dot{m}_{Zu,0}} = \frac{(1 - \eta)\mu}{I}$$

Die Bewertungsziffer I beschränkt den Sicherheitsabstand zur Grenzkonzentration. Mit dieser einfachen linearen Funktion lässt sich nun ein Bewertungsdiagramm aufbauen (Bild 6). Die Aufwandszahl ist auf der Ordinate aufgetragen, die als Anforderung formulierte eine Anlagenfunktion $(1 - \eta) \cdot \mu$ auf der Abszisse und die zweite Anlagenfunktion als Bilanzbedingung auf der Hilfsordinate rechts. Der Bewertungsindex liefert die Steigung der Geraden-schar.

Mit zwei Beispielen möchte ich das Diagramm erläutern. Beim ersten soll das Verdünnungsprinzip, beim zweiten das Eingrenzprinzip diskutiert werden. In beiden Fällen sei der Bewertungsindex $I = 0,8$:

1. Bei der Luftführung mit Mischströmung (Verdünnungsprinzip) schafft die Lüftung nur einen Belastungsgrad $\mu = 1$; die Absaugung entlässt in die Anforderungszone $(1 - \eta) = 0,4$; der relative Mindestzuluftstrom (Bilanzluftstrom) ist dabei 0,2.

Durch die Wirkung der Absaugung erreichen wir $e_{11} = 0,5$; der erforderliche Bilanzluftstrom ist im Zuluftstrom enthalten.

2. Zur Verwirklichung des Eingrenzprinzips, bei dem ein Belastungsgrad von $\mu = 0,5$ eingehalten werden soll, müssen nun die Thermikluftströme mit beachtet werden, so dass der relative

Zuluftstrom auf 0,3 steigt. Die Absaugung soll die gleiche Wirkung wie im Beispiel 1 haben. Die Aufwandszahl in diesem Fall ist $e_{11} = 0,3$. Hier ist der Bilanzluftstrom bestimmend. Er könnte geringfügig unter Inkaufnahme eines etwas schlechteren Erfassungsgrades reduziert werden; damit verbesserte sich entsprechend die Aufwandszahl.

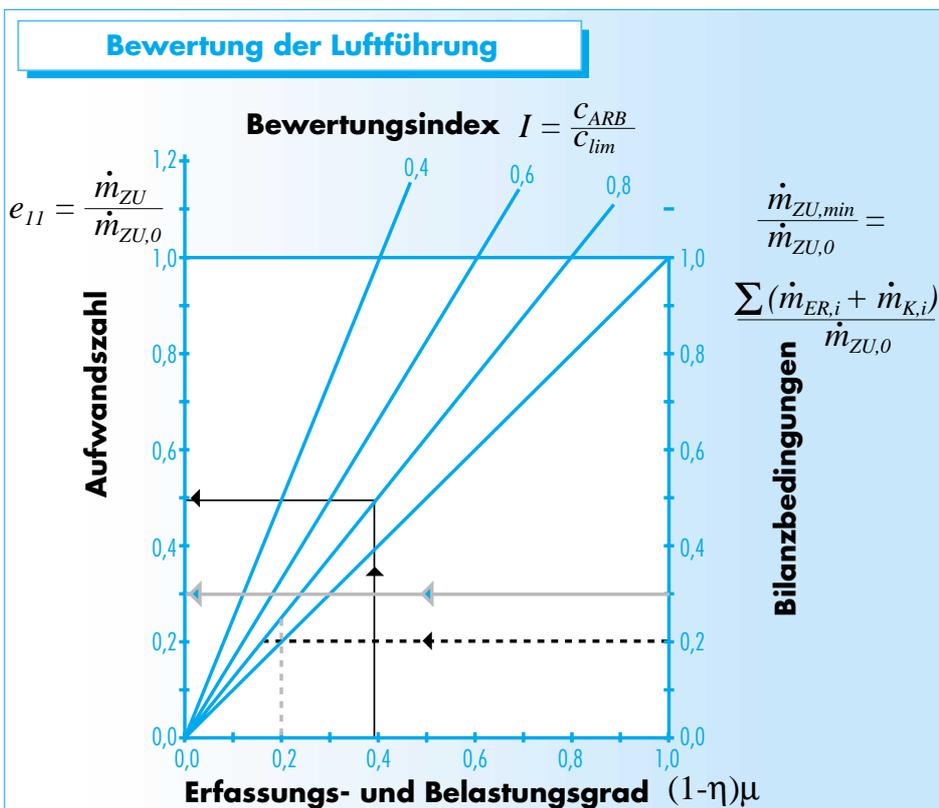
In beiden Fällen ist die Aufwandszahl deutlich < 1 oder mit anderen Worten: im Vergleich zur einfachen Fensterlüftung lässt sich mit der Raumlufttechnik der Zuluftaufwand deutlich reduzieren. Das Ergebnis ist so ähnlich wie bei der Kraft-Wärme-Kopplung. *Durch intelligenten Einsatz von Technik lässt sich - entgegen vielen Vorurteilen - der Aufwand deutlich senken.*

Aus den bei der Beschäftigung mit dem Bewertungsproblem gewonnenen Erkenntnissen können weitere Erkenntnisse auch für andere Ingenieuraufgaben in unserem Fach abgeleitet werden:

Für die **Anlagenplanung** bietet es sich an, dieselbe Anlagenuntergliederung - Nutzenübergabe, Verteilung, Erzeugung - zu verwenden und analog der Bewertung in derselben Richtung, nämlich der Bedarfsentwicklung, vorzugehen. Dies klingt fast selbstverständlich, ist aber für die Praxis geradezu revolutionär - wer denkt schon an die Raumheizflächen bei der Modernisierung seiner Heizung, für die der Einbau eines Brennwertkessels ihm empfohlen wird? Und wer würde sich in einem solchen Fall auch noch Gedanken über die Umwälzpumpe machen?

So wesentlich wie für die Bewertung der Nutzenübergabe die Definition eines Referenzbedarfs ist, so bestimmend ist für die **Gestaltung der Nutzenübergabe** die detaillierte Beschreibung der Vorgaben (aus diesen folgt übrigens der Referenzbedarf). Die auf die Vorgaben abgestimmten Anlagenfunktionen lassen sich nun im

einzelnen nachweisen und für die „maßgeschneiderte“ Besonderheit des Konzepts Argumente entwickeln. *Das so gefundene optimal an den Bedarf angepasste Konzept ist als das optimale überhaupt auch rational zu begründen.* Insgesamt sind wir mit dem Nachweis des Zusammenhanges zwischen Bedarf und Aufwand in der gegenüber früher sehr viel komfortableren Lage, uns nicht mehr für die mit unseren Anlagen produzierten Verluste zu entschuldigen. Wir können *mit nachprüfbaren Argumenten* nun aufzeigen, mit *wie wenig Aufwand und wie viel Komfort* wir den vom Nutzer definierten Bedarf decken. Vielleicht ist es uns dabei gelungen, unserem Fachgebiet etwas von seiner Irrationalität zu nehmen und die Marktchancen von technisch anspruchsvollen, optimal an den Bedarf angepassten Anlagen durch den schlüssigen Nachweis ihrer Überlegenheit gegenüber den billigen Schubladelösungen zu erhöhen.



1. Anforderungen: $I = 0,8$

Funktionen: $\mu = 1;$
 $(1 - \eta) = 0,4;$
 $\frac{\sum \dot{m}_{ER}}{\dot{m}_{ZU,0}} = 0,2;$

$e_{11} = 0,5$

2. Anforderungen: $I = 0,8$

Funktionen: $\mu = 0,5;$
 $(1 - \eta)\mu = 0,2;$
 $\frac{\sum (\dot{m}_{ER,i} + \dot{m}_{K,i})}{\dot{m}_{ZU,0}} = 0,3;$

$e_{11} = 0,3$

Projekt OPTIS

Optimierung von Einrichtungen zur Stofferrfassung - Stoffausbreitung durch Thermik abgeschlossen

Armin Walz

Im Rahmen des von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin initiierten und begleiteten Forschungsprojektes wurden die Einflussgrößen auf die Erfassungswirkung systematisch an einem Beispiel für thermisch geprägte Stoffausbreitungsvorgänge untersucht und neue anwenderfreundliche Handlungsanleitungen zur Auslegung von Erfassungseinrichtungen entwickelt /1/.

Über die anisotherme Strömung, die sich aus dem Zusammenwirken von Senkenströmungen an Erfassungseinrichtungen und Strömungsvorgängen bei der Stofffreisetzung und -ausbreitung ergibt, liegen bisher nur wenige Erkenntnisse vor. Zudem ist der Einfluss von Störströmungen, die z.B. durch geöffnete Fenster und Türen, Fallströmungen an kalten Außenflächen oder vorbeifahrenden Transporteinrichtungen entstehen, weitgehend unbekannt. Erfassungselemente werden deshalb bislang weitgehend nach Erfahrungswerten oder mit Hilfe von Näherungsverfahren ausgelegt, bei denen nur die Einzelströmungsvorgänge (Senkenströmung, Thermikströmung) betrachtet werden. Um andere Einflussgrößen (z.B. Störluftbewegungen, Größe der Produktionseinrichtung) bei der Dimensionierung des Erfassungsluftstroms zu berücksichtigen, bedarf es einer subjektiven Entscheidung des Planers.

Im Rahmen der Erarbeitung von Grundlagen für die Auslegung von Erfassungseinrichtungen, mit denen die Strömungsvorgänge vollständig und geschlossen berücksichtigt werden können, wurden die Einflussgrößen auf die Erfassungswirkung systematisch an einem Beispiel für thermisch geprägte Stoffausbreitungsvorgänge untersucht. Es wurde dazu die kontaminierte Thermikströmung ausgehend von einem zylindrischen, beheizten Körper kombiniert mit einer Erfassungseinrichtung

(offene Bauart) über der Wärme- und Stoffquelle betrachtet.

Die experimentellen Untersuchungen wurden auf einem in Anlehnung an die DIN EN 1093/Teil 4 gebauten Prüfstand für Erfassungseinrichtungen durchgeführt. Darüber hinaus wurde die Wirkung von Senkenströmungen auf thermisch geprägte Stoffausbreitungsvorgänge mittels der numerischen Strömungssimulation berechnet. Zur Berechnung der Strömung wurde das Finite-Volumen-Programm FLUENT eingesetzt. Um sicherzustellen, dass die Simulationsergebnisse gleich den Messergebnissen gewichtet werden können, wurden die beiden Untersuchungsmethoden für einen Beispielfall miteinander verglichen. Die in der Simulation vorzugebenden Randbedingungen wurden so angepasst, dass eine gute Übereinstimmung zwischen Experiment und Berechnung erzielt wird.

Basierend auf diesen experimentellen Untersuchungen und numerischen Simulationen wurden die Erfassungsgrad/Erfassungsluftstrom-Kennlinien von unterschiedlich geformten Erfassungselementen (Saugrohr mit Einströmdüse, Saugrohr mit Einströmdüse und Flansch groß/klein, Absaughaube) ermittelt. Als Parameter wurden die Geschwindigkeit der Störluftbewegung, der Abstand und Versatz zwischen Erfassungselement und Stoffquelle sowie die Quellstärke variiert.

Aus den gewonnenen Ergebnissen wurden neue, in der Praxis einfach zu handhabende Auslegungsverfahren für Erfassungseinrichtungen bei thermisch geprägten Stoffausbreitungsvorgängen entwickelt. Die Ergebnisse sind so aufbereitet und in Auslegungsdiagrammen dargestellt, dass sie für die Planung in der Praxis sofort genutzt werden können. Anhand eines Beispiels wird die Handhabung der Auslegungsdiagramme demonstriert.

Da im Rahmen des Projektes nur ein Beispiel einer Wärme- und Stoffquelle untersucht werden konnte, ist der Anwendungsbereich der Auslegungsgrundlagen noch verhältnismäßig begrenzt. Ziel des seit Oktober letzten Jahres laufenden Nachfolgeprojektes **OPTIS II** (Dauer 2 Jahre) ist es deshalb, die Anwendbarkeit derartiger Auslegungsgrundlagen auf andere Produktionseinrichtungen zu erweitern.

/1/ Walz, A.: Optimierung von Einrichtungen zur Stofferrfassung - Stoffausbreitung durch Thermik. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2000 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung Fb 836)

INTESOL Integrale Planung solaroptimierter Bauten abgeschlossen

Raphael Haller

Das Projekt INTESOL - Integrale Planung solaroptimierter Bauten – ist seit Sommer 2000 abgeschlossen. In den vergangenen 4 Jahren wurde gemeinsam mit den Projektpartnern des Instituts für industrielle Bauplanung der Universität Karlsruhe (ifib), den Ebert-Ingenieuren München sowie den Firmen ROM Hamburg und GTS Wiesbaden grundlegende Arbeiten im Bereich "Methoden zur Anlagenplanung" erarbeitet. Der Endbericht liegt in Kürze vor.

Der Schwerpunkt der Arbeiten am IKE umfasst die Aspekte der bedarfsorientierten und rechnergestützten Planung von Gebäuden und Anlagen. Mit dem Pflichtenheft können Anforderungen und Randbedingungen transparent dokumentiert werden, Anlagenkonzepte können daraus abgeleitet und als Grundlage eines Qualitätssicherungssystems für Planung, Ausführung und Betrieb verwendet werden. Wesentliche Ergebnisse sind im Bereich Datenaustausch zwischen CAD-Systemen und Gebäude- und Anlagensimulation erreicht worden. Die innerhalb von INTESOL entwickelte VDI-Richtlinie 6021 Blatt 1 „Datenaustausch für die thermische Lastberechnung von Gebäuden“ sowie die zukünftige VDI 6027 Blatt 2 „Anforderungen an den Datenaustausch von CAD-Systemen; Anlagentechnik“ sind in die von der weltweit einflussreichen International Alliance for Interoperability (IAI) in ihren Industry Foundation Classes (IFC) weitgehend übernommen worden. Hiermit ist die Grundlage geschaffen, dass Hersteller von CAD-Systemen das nunmehr international gültige Datenaustauschformat für Gebäude und Anlagenkomponenten anbieten. Hiermit werden in Zukunft verlustfrei Daten über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes ausgetauscht werden können.

Das gesamte Thema „Methoden zur Anlagenplanung“ wird fortgesetzt mit dem neuen Forschungsvorhaben **BEWAHREN** – „Bewertung anlagentechnischer Maßnahmen bei der energetischen Verbesserung der Bausubstanz“. Ziel dieses Vorhabens ist es, mit den Ergebnissen von INTESOL und auf Basis der neuen VDI 2067 eine Planungshilfe für die Zustandsdiagnose, die Bewertung eventueller Maßnahmen zur Sanierung und die Auswertung des tatsächlichen Verhaltens des Gebäudes und seiner Anlage zu entwickeln. Dieses Vorhaben, gefördert durch das BMWI, Förderzeichen 0329828C, erfolgt in enger Kooperation mit nationalen und internationalen Partnern des Projekts IEA-ECBS Annex 36: „Retrofitting of Educational Buildings – REDUCE – Energy Concept Adviser for Technical Retrofit Measures“. Hauptziel dieses auf vier Jahren angelegten Projekts ist es, Konzepte für die Sanierung von Bildungsgebäuden zu erstellen, die einen energieeffizienten Gebäudebetrieb gewährleisten. Schwerpunkt der Forschungsarbeiten ist die Entwicklung eines sogenannten „Energiekonzept-Ratgebers“, eines interaktiven Tools, das die Entscheidungsträger im Sanierungsprozess bereits in der frühen Planungsphase bei der Auswahl energetisch und wirtschaftlich sinnvoller Massnahmen unterstützen soll.

Dissertationen und Forschungsberichte 1999/2000

Michael Bauer schloss seine Doktorprüfung im Herbst 1999 ab. Seine Dissertation trägt den Titel: „*Methode zur Berechnung und Bewertung des Energieaufwandes für die Nutzenübergabe bei Warmwasserheizanlagen*“.

Im Herbst 1999 promovierte **Markus Tritschler**. Titel seiner Arbeit: „*Bewertung der Genauigkeit von Heizkostenverteilern*“.

Im Juni 2000 legte **Erik Reichert** seine Doktorprüfung ab. Seine Dissertation lautet: „*Ein Verfahren zur Bestimmung des Energie- und Stoffaufwands zur Luftbehandlung bei raumlufttechnischen Anlagen*“.

Im Herbst 2000 promovierte **Dietmar Krieg** als „*Externer*“ bei Professor Bach. Seine Arbeit befasst sich mit der „*Entwicklung einer Methode zur Auswahl raumlufttechnischer Systeme mit Hilfe neuronaler Netze*“.

H. Bach, B. Biegert, W. Dittes, Chr. Kochendörfer; H. Hasenfratz-Schreier und Industriepartner: „*Energieeinsparung in Laboratorien durch Reduzierung der Luftströme (RELAB)*“ April 1998 (HLK-2-98)

R.F.Grob: „*Entwicklung von Testprozeduren zur Abnahme von Building-Energy-Systemen (ETA-BEMS)*“. 2000 (HLK-2-00)

B. Biegert; W. Dittes: *Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz - Lufttechnische Maßnahmen. Band I: Konzeption, Auswahl und Auslegung von Einrichtungen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW (erscheint voraussichtl. 1/2001). (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 834)

B. Biegert: *Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz - Lufttechnische Maßnahmen. Band II: Dokumentation ausgeführter Anlagen*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW (erscheint voraussichtl. 2/2001). (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 835)

A. Walz: „*Optimierung von Einrichtungen zur Stofffassung - Stoffausbreitung durch Thermik*“. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 836. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2000

H. Bach, H.-H. Boiting, W. Dittes, F. Kolarik: „*Arbeitsplatzlüftung Entwicklung von Einrichtungen zur Arbeitsplatzluftreinhaltung bei Stoffemissionen ohne Eigenbewegung*“. Forschungsberichte FLT, L174. Hrsg.: Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik e.V., Frankfurt, 1999

Alle Dissertationen und eigene Forschungsberichte sind über die FGHLK Stuttgart mbH erhältlich.

Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz - Lufttechnische Maßnahmen

Bernhard Biegert

Zur Planung lufttechnischer Maßnahmen (Erfassen, Lüften) gibt es bislang neben den gesetzlichen Grundlagen lediglich Empfehlungen für das Vorgehen (VDI 2262 /1/, VDI 3802 /2/). Der nun fertiggestellte Katalog soll darüber hinaus die Planung lufttechnischer Einrichtungen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz unterstützen durch die Vorgabe einer systematischen Vorgehensweise, durch neue Planungswerkzeuge sowie durch Produktübersichten und durch die Dokumentation ausgeführter Anlagen.

Lufttechnische Maßnahmen mit hoher Wirksamkeit, die sowohl den Vorschriften der Gesetzgebung als auch den Anforderungen der Arbeitgeber gerecht werden, erfordern, daß sie nicht nach pauschalen Erfahrungswerten konzipiert und bemessen, sondern individuell abgestimmt werden. Gegenüber der heute noch vielfach üblichen Praxis sind hierzu allerdings aufwendigere Planungsabläufe erforderlich. Solche sind bereits in der VDI 3802 dargelegt. Ihre Anwendung in der Praxis soll durch diesen Katalog erleichtert werden.

Mit dem Band I /3/ wird dem Nutzer eine strukturierte Vorgehensweise in Form von Ablaufplänen sowie einfach gestaltete Planungswerkzeuge in Form von Arbeitsblättern, Auslegungsdigrammen und -verfahren vorgestellt und zur Anwendung empfohlen. Band I umfaßt die Erhebung der Ausgangsdaten, die Auswahl der lufttechnischen Maßnahmen sowie die Konzipierung und Ausführung von Erfassungseinrichtungen und Luftführungen. Damit soll es allen Beteiligten der „integrierten Planung“ (z. B. Sicherheitsfachkräften, Betriebsmittelplanern) ermöglicht werden, sich mit diesem Thema zu

beschäftigen und ggf. auch selbst bei der Planung mitzuwirken.

Mit dem Band II /4/ erhält der Nutzer des Katalogs Anregungen aus der Praxis in Form von Übersichten über handelsübliche Produkte für die industrielle Lüftungstechnik (Erfassungseinrichtungen, Luftdurchlässe) und in Form von Dokumentationen über individuell ausgeführte Erfassungseinrichtungen und RLT-Anlagen. Jedes Produkt wird dabei auf jeweils einer Seite mit den wichtigsten technischen Daten sowie einer Abbildung vorgestellt. Es werden Lösungen aus den unterschiedlichsten Branchen präsentiert. Dies soll auch dazu anregen, aus gewohnten Bahnen herauszutreten und einen Blick „über den Zaun“ zu wagen.

Literatur

/1/ VDI 2262/ Blatt 3: Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Lufttechnische Maßnahmen. Mai 1994

/2/ VDI 3802: Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten. Dezember 1998

/3/ Biegert, B.; Dittes, W.: Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz - Lufttechnische Maßnahmen. Band I: Konzeption, Auswahl und Auslegung von Einrichtungen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW (erscheint voraussichtl. 1/2001). (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 834)

/4/ Biegert, B.: Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz - Lufttechnische Maßnahmen. Band II: Dokumentation ausgeführter Anlagen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW (erscheint voraussichtl. 2/2001). (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 835)

PERSONALIA

Im Laufe der Jahre 1999 und 2000 ergaben sich zahlreiche personelle Veränderungen am Institut:

Im Mai 1999 verließ uns Dipl.-Ing. **Marc Birc**, der in den Bereich Anlagensimulation von Heiz- und Luftverteilnetzen einbezogen war, um in einer Forschungsaustauschgruppe bei Daimler-Chrysler anzufangen.

Erik Reichert, der im Bereich Wohnungslüftung und Niedrigenergiehäuser arbeitete, schloss seine Doktorprüfung im Juni 2000 ab. Seit Mai 1999 ist er als Entwicklungsingenieur beim Elektromotoren- und Ventilatorenhersteller EBM Werke GmbH in Mulfingen tätig.

Im September 1999 übernahm Dipl.-Ing. **Hans Messerschmid**, der Prüfbereichsleiter für Wärmeerzeuger und Speicher war, eine Stelle als Unternehmensbereichsleiter bei den Stadtwerken (Fair Energie GmbH) in Reutlingen. Er ist dort zuständig für die Bereiche „Wärme“ und „technische Dienstleistungen“.

Am 1. Dezember 1999 erhielt **Michael Bauer**, der in mehrere Projekte im Bereich Systemsimulation am Institut eingebunden war, für seine Dissertation den Preis des Verbandes der Metallindustrie Baden-Württemberg (VMI) zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Der Preis, den sich sechs Nachwuchswissenschaftler zu gleichen Teilen teilen, war mit insgesamt DM 60000 dotiert. Dr.-Ing. M. Bauer ist seit September 1999 als Consultant für Gebäudetechnik und Gebäudemanagement bei DS-Plan in Stuttgart beschäftigt.

Markus Tritschler, der den Prüfbereich Heizkostenverteilung organisierte, promovierte im Herbst 1999. Er arbeitet seit Januar 2000 als Consultant für Gebäudetechnik und Gebäudemanagement bei DS-Plan in Stuttgart.

Studien- und Diplomarbeiten 1999/2000

Albers, Peter:

Bestimmung der wärmetechnischen Kennwerte einer Sportbodenheizung auf einem Plattenprüfstand.

Aydemir, Gürsel:

Parameterstudie bei Emissionsmessungen an Gas-Zentralheizgeräten.

Beisler, Matthias:

FEM-Simulation der Wärmeübertragung in einem Warmwasserspeicher.

Binay, Orhan:

Erstellen eines Simulationsmodells auf der Basis von Kennlinienmodellen.

Dankha, David :

Alternative Klimatisierungsmethoden in der Praxis.

Dietrich, Martin:

Entwicklung von Werkzeugen zur Durchführung von Simulationsstudien mit TRNSYS 14.2.

Dogan, Ersin:

Katalytisches Cracken von Heizöl-El.

Ecker, Rainer:

Validierung der Sensorik einer bestehenden RLT-Anlage.

Encke, Dirk:

Ermittlung der Einsatzgrenzen von Induktionsklimaanlagen bei unterschiedlichen Raumluftströmungsformen.

Frey, Gudrun:

Der Einfluß der Regelung auf die Nutzenübergabe.

Ge, Runiu:

Entwurf eines komponentenbasierten Software-Systems zur Erkennung und Diagnose von Fehlern in RLT-Anlagen

Geisel, Tilo:

Erstellung eines Datenmodells für den Datenaustausch zwischen CAD-Systemen zur Planung von RLT-Anlagen und dem Simulationsprogramm TRNSYS

Hirsch, Stefan:

Erstellen des Simulationsmodells für ein Gebäude als Grundlage für die Abnahme und Betriebsüberwachung

Holzappel, Roland:

Kopplung und Kalibrierung des vereinfachten Gebäude- und Anlagensimulationsmodells des Bauteils 2 der Hauptschule Plieningen

Ibrahim, Ahmed:

Entwicklung eines Simulationsmodells für das NWZ 2 der Universität Stuttgart

Illenberger, Andreas:

Solarunterstützte Nahwärmesysteme - Vergleich unterschiedlicher Verteilsysteme und Regelkonzepte

Irsigler, Robert:

Normnutzungsgrad der Trinkwassererwärmung für wandhängende Kombithermen

Kempe, Stephan:

Der Einfluß der Regelung auf die Nutzenübergabe

Kessler, Jörg:

Analytische Untersuchung des thermischen Verhaltens von Raumheizflächen

Köstler, Robert:

Messen der Strömungsfelder von Schadstofffassungseinrichtungen mit mobiler Meßeinrichtung

Köstler, Robert:

Abschätzung des Energieeinsparpotentials durch bedarfsgerechte Regelung des Zuluftstroms bei der Belüftung von Industriehallen

Kothe, Dirk:

Regeln für den Datenaustausch zwischen CAD-System zur Planung von WW-Heizanlagen und dem Simulationsprogramm TRNSYS

Krauss, Ferdinand:

Automatisierte Meßdaten aus der GHS Plieningen

Krauss, Ferdinand:

Erstellung eines Rechenmodells zur Simulation von Elektro-speichergeräten

Kreuser, Matthias:

Einfluß der Kühlung auf den Motorbetrieb

Kunert, Thomas:

Untersuchung eines Differenzdruck-Regelventils (Mini Kombiventil MCV)

Lang, Matthias:

Das Luftübergabeverhalten von Luftheizungen

Limperich, Dirk:

Schutzgasatmosphäre und Schadstoff-erfassung in einem Reflow-Tunnel

Luo, Ying:

Ermittlung der Heiz-/Kühllast von Nutzkraftwagen

Malich, Bernd:

Grundlegende Untersuchungen zur Belüftung von Versammlungsräumen im Nahbereich der Stühle

Mantziaris, Dimitris:

Untersuchungen zur thermischen Behaglichkeit in einem Modellraum. Ermittlung der Leistung einer Heiz/Kühldecke für verschiedene Betriebszustände

Martin, Jörg:

Ausarbeitung des Energiekonzeptes der Gemeinde Hirschberg

Martin, Jörg:

Grundlagenermittlung einschließlich Datenaufnahme für ein Energiekonzept der Gemeinde Hirschberg

Nägele, Claus:

Energiebilanz der Grund- und Hauptschule Plieningen

Neunhäuser, Uwe:

Vereinfachung und Verbesserung des Simulationsmodell „Thermostatventil“

Neunhäuser, Uwe:

Untersuchung eines Algorithmus für einen elektronischen Heizkostenverteiler nach dem Zweifühlersystem

Riederer, Peter:

Modelling of a cooling coil in matlab/ simulink environment with experimental validation

Ruppert, Armin:

Normnutzungsgrad der Kombination von Heizkesseln und Trinkwassererwärmern

Russ, Jochen:

Vergleich verschiedener Varianten zur Kühlung von Laboratorien

Schellmann, Ulrich:

Erweiterung eines Rechenansatzes zur Ermittlung des Energieaufwands KV-Anlagen auf VV-Anlagen

Schwede, Dirk:

Integrale Planung der Gebäudetechnik für ein Bürogebäude abgestimmt auf Nutzungsanforderungen und gesamtenergetische Zielvorgaben

Staiger, Björn:

Konzeption und Auslegung eines Prüfstandes für Zulassungsprüfungen von Wohnungslüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung

Thum, Stephen:

Kalibrierung des Gebäude- und Anlagensimulationsmodells des Bauteils 2 der Hauptschule in Plieningen

Treiber, Markus:

Der Einfluß der relativen Heizlast auf die Nutzenübergabe von Fußbodenheizungen

Weiß, Patrick:

Entwicklung eines adaptiven Fuzzy-Reglers für die Einzelraumregelung

Windmüller, Dirk:

Einführung einer Leitstelle für die Überwachung und Optimierung von Gebäuden und Anlagen am Beispiel einer Kommune

Wustlich, Kai:

Entwicklung eines Simulationsmodells für das L3 der Universität Stuttgart

Dipl.-Ing. **Christian Haupt**, der sich maßgeblich an der Grundlagenentwicklung für neue Regel- und Abrechnungssysteme beteiligte, ist seit April 2000 als Product-Manager bei der METRIX SYSTEMS AG in der Schweiz beschäftigt.

Dipl.-Ing. **Frank Roskamp**, der für den Laborbereich „Wärmeerzeuger“ verantwortlich war, verließ uns zu Schulbeginn 2000, um eine pädagogische Laufbahn einzuschlagen.

Die Stipendiaten aus der VR China **Frau J. Ding, M.Sc** (Strömungssimulation) und **Kai Zou, M.Sc.** (Systemsimulation und Planung) schieden aus privaten und beruflichen Gründen im Laufe des Jahres 1999 aus.

Frau **Fatima Bakhouché**, Verwaltungsangestellte im Sekretariat, wechselte im April 2000 in ihre Heimatstadt.

Neu hinzugekommen sind im Januar **Dipl.-Ing. Uwe Neunhäuser** und im März 2000 Frau **Alice Drutu**, die beide nun den Bereich Heizkostenverteiler verstärken.

Projekt MERLAN

Methode zur Berechnung des Energiebedarfs von raumlufotechnischen Anlagen abgeschlossen

Erik Reichert, Armin Walz:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens MERLAN* wurde eine Methode entwickelt, die es dem Planer einer RLT-Anlage erlaubt, den Energie- und Stoffaufwand von RLT-Anlagen einfach und reproduzierbar zu berechnen /1/.

Das Verfahren ist auf beliebige Anlagentechniken und Betriebsweisen, Nutzenanforderungen und Gebäude anwendbar und kann als Modul einer alle Systembereiche umfassenden Methode zur Bestimmung des Gesamtenergie- und Stoffaufwands von RLT-Anlagen verwendet werden. Die Ergebnisse können je nach Zielsetzung der Planungsaufgabe weiterhin sowohl in Wirtschaftlichkeitsrechnungen als auch in Emissionsbetrachtungen Verwendung finden und so bereits in der frühen Planungsphase einen wesentlichen Beitrag zum Vergleich verschiedener Anlagenkonzepte leisten. Kern dieser Methode ist ein Verfahren zur Einteilung (Zonierung) des h,x-Diagramms /2/.

Zur Entwicklung des h,x-Zonen-Verfahrens wird die Theorie der Bedarfsentwicklung angewandt, nach der

Systeme entgegengesetzt zum Energiefluss, also entgegen der herkömmlichen Betrachtungsrichtung, untersucht werden: Ausgehend vom Bedarf des Raumes wird danach zunächst der Aufwand zur Nutzenübergabe bestimmt. Dieser ist erforderlich, um den Nutzen mit einer Anlage in den Raum einzubringen. Darauf baut der Aufwand zur Verteilung und schließlich der Aufwand zur Erzeugung auf. Bei RLT-Anlagen lässt sich die Nutzenübergabe zum Zweck ihrer Bewertung und Optimierung in die Untersysteme Luftführung, Lufttransport und Luftbehandlung untergliedern. Während für die Untersysteme Luftführung und Lufttransport auf bestehende Erkenntnisse zurückgegriffen werden kann, wird das h,x-Zonen-Verfahren nur auf das Untersystem Luftbehandlung angewandt (siehe Bild).

Das Verfahren basiert auf einer Einteilung des h,x-Diagramms in Zonen, innerhalb derer alle Zustandsverläufe der Luft ähnlich sind, d.h. in denen die gleichen Komponenten der untersuchten RLT-Anlage betrieben werden. Anzahl und Form der h,x-Zonen hängen dabei von den verwendeten Komponenten der RLT-Anlage und deren Anordnung, d.h. vom Anlagentyp, sowie von deren Betriebsweise ab. Lage und Größe der h,x-Zonen sind durch die Nutzenanforderungen im Raum und die Auslegungsgrößen der RLT-Anlage bestimmt. Nach einer Auswertung der Wetterdaten (z.B. mit einem Hilfsprogramm) lassen sich die Energie- und Stoffaufwandswerte jeder Anlagenkomponente zonenweise über Bilanzgleichungen berechnen.

Die Forschungsergebnisse des Projektes MERLAN konnten parallel zum Vorhaben in die Richtlinienarbeit der Neufassung der VDI 2067 eingebracht werden.

Literatur

/1/ Bach, H.; Reichert, E.; Walz, A.: MERLAN - Methode zur Berechnung des Energiebedarfs von raumlufotechnischen Anlagen. Verein der Förderer der Forschung im Bereich Heizung-Lüftung-Klimatechnik Stuttgart e.V. (Hrsg.). Forschungsbericht HLK-1-00. Stuttgart: 2000

/2/ Reichert, E.: Ein Verfahren zur Bestimmung des Energie- und Stoffaufwands zur Luftbehandlung bei raumlufotechnischen Anlagen. Diss. Univ. Stuttgart 2000

*Gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. AiF-Nr. 11235

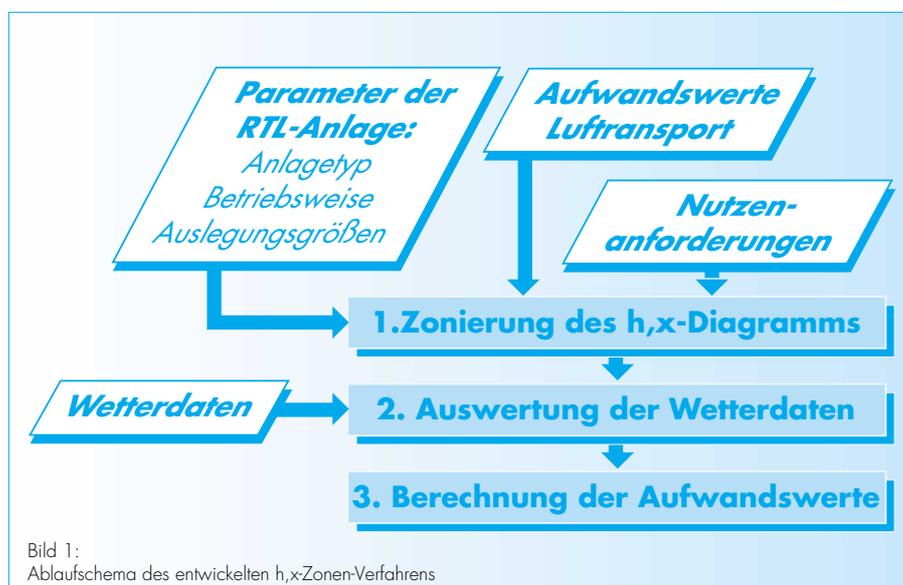


Bild 1:
Ablaufschema des entwickelten h,x-Zonen-Verfahrens

ETA-BEMS – Entwicklung von Testprozeduren zur Abnahme von Building-Energy-Management-Systemen

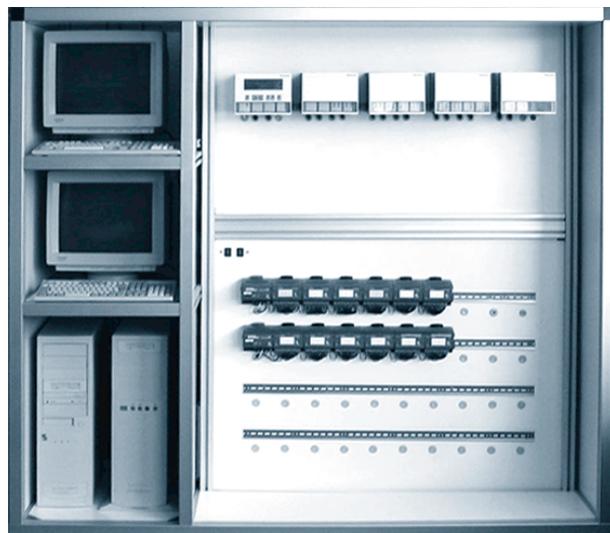
Robert F. Grob

Aufbauend auf dem Lebenszyklusan-satz für die Simulation und den Arbeiten zum Projekt VITE-BEMS /1/ werden Methoden und Werkzeuge entwickelt, mit denen die Inbetriebnahme und die Abnahme komplexer digitaler Regelsysteme im Bereich der Gebäude- und RLT-Technik computergestützt durchgeführt werden können. Basierend auf einer Analyse der derzeit in der Praxis gängigen Abnahmeprozesse werden im Projekt ETA-BEMS /2/ zunächst Testprozeduren entwickelt, mit denen die Inbetriebnahme und Abnahme digitaler Regelungssysteme über den gesamten Funktions- bzw. Leistungsbereich der jeweiligen RLT-Anlage ermöglicht wird. Die Prozeduren werden in einer virtuellen Testumgebung, in der die betreffenden Regelsysteme mit einem Simulationsmodell der realen Anlage verbunden sind, durchgeführt. Als virtuelle Testumgebung kommt dabei ein eigens neu entwickelter, flexibel konfigurierbarer Emulationsversuchsstand für DDC-Geräte zum Einsatz (siehe Bild). Die für die Emulation benötigten Simulationsmodelle werden so erweitert und verbessert, dass sie möglichst einfach in die Testumgebung eingebunden bzw. mit den realen Regelgeräten verbunden werden können.

Um die Regelsysteme systematisch überprüfen zu können, wird bei den Testprozeduren zwischen Open-Loop- und Closed-Loop-Tests unterschieden. Mit den Open-Loop-Tests werden Regel- bzw. Steuerfunktionen untersucht, bei denen keine direkte Rückkopplung zwischen Regelgerät und zu regelnder

Anlage besteht wie z.B. bei sicherheitsrelevanten Funktionen wie einem Frostschutzalarm oder beim Steuerverhalten im Fall von Betriebsstörungen. Bei den Closed-Loop-Tests steht das jeweilige Regelgerät mit der virtuellen heiz- und raumluftechnischen Anlage in Wechselwirkung. In diesem Fall wird das Regelverhalten der DDC-Systeme unter kritischen Lastbedingungen (z.B. extreme innere und äußere Lasten, kritische Betriebszustände) überprüft. Durch die unterschiedlichen Prozeduren können im Idealfall alle Regelfunktionen, die vom Anlagenplaner spezifiziert wurden, nachgeprüft werden.

Abschließend wird im Projekt ETA-BEMS der Nachweis der prinzipiellen Funktionsweise der virtuellen Testumgebung sowie der entwickelten Open-Loop- und Closed-Loop-Testprozeduren erbracht, indem die Testprozeduren auf eine bestehende Anlage angewendet werden. Diese erste Anwendung der entwickelten Vorgehensweise zeigt, dass mit Hilfe der Testumgebung und den entwickelten Testprozeduren DDC-Regelanlagen bzw. Building-Energy-Management Systeme unter den verschiedenartigsten Randbedingungen überprüft werden können. Da die Randbedingungen innerhalb der virtuellen Testumgebung stets reproduzierbar sind, ist somit erst-



mals auch die Möglichkeit einer Qualitätssicherung bei Regelsystemen gegeben. Unter der Voraussetzung, dass das verwendete Simulationsmodell das Verhalten der realen Anlage exakt nachbildet, können im Closed-Loop-Modus die Parameter eines instabilen Regelkreises in mehreren Emulationsläufen optimieren bzw. zumindest „voroptimiert“ werden.

Literatur

/1/ VITE-BEMS - Virtuelle Testumgebung für Building Energy Management Systeme, AiF-Forschungsvorhaben Nr. 9568, HLKBRIEF Nr. 6, Juni 1994

/2/ ETA-BEMS - Entwicklung von Testprozeduren zur Abnahme von Building Energy Management Systemen, Endbericht AiF-Forschungsvorhaben AiF-Nr. 11262 N Universität Stuttgart, IKE Lehrstuhl für Heiz- und Raumluftechnik, Juni 2000

Erarbeitung und Realisierung eines modellhaften Sanierungskonzepts für eine Schule in Stuttgart-Plieningen (MOSES)

Christoph Bacher, Gunther Claus

Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

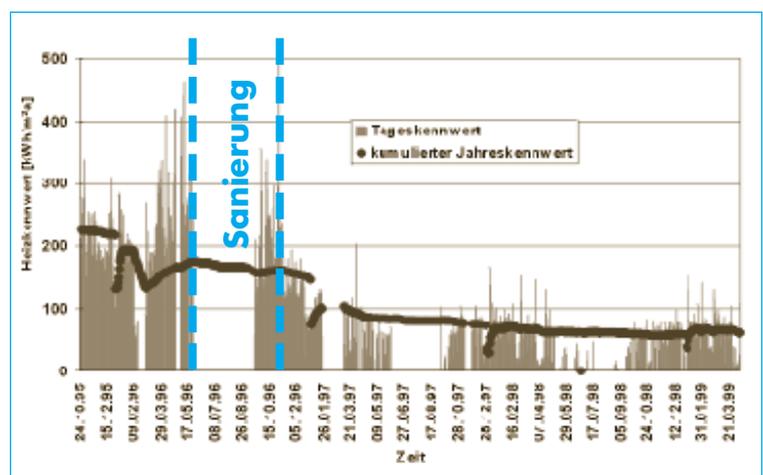
Neuartige Planungswerkzeuge und Auslegungsmethoden werden von den Beteiligten meist überkritisch betrachtet. Durch eine veränderte, übergreifende Betrachtungsweise werden traditionell getrennte Arbeitsbereiche teilweise überschritten bzw. zusammengefasst. Dies führt bei eher traditionell orientierten Planern und Technikern zu Reaktionen, die von starker Skepsis bis hin zu schroffer Ablehnung reichen. Eine wesentliche Aufgabe während der Konzeptfindungsphase ist daher eine umfassende, leicht verständliche Information. Diese Aufgabe kann nicht genügend betont werden. Erschwert eine mangelhafte Informationspolitik während der Konzeptfindungsphase die Akzeptanz, werden in der Planungs- und Ausführungsphase die Auswirkungen deutlich schwerwiegender. Eine fehlerhafte Anlagenauslegung kann hier die Folge sein. Ausgeklügelte Systemkonzepte werden dann ad absurdum geführt.

Zum energie- und behaglichkeitsoptimierten Betrieb von Gebäuden sind leistungsfähige Regelungs- und Steuerungseinrichtungen sowohl für die Heizung als auch für Beleuchtung, Jalousien etc. notwendig. Der Markt bietet hier eine Vielfalt. Bedauerlicherweise bestehen grosse Probleme bei der Kommunikation zwischen Systemen, die ihren Schwerpunkt in unterschiedlichen Bereichen haben (z.B. Heizungs- und Beleuchtungsregelung). Hier sind deutliche technische Verbesserungen oder die Öffnung eines vielleicht etwas zu engen Firmenweltbilds notwendig. Der Markt sollte eine Veränderung hin zu kommunikationsfreudigeren Systemen unterstützen.

Der Betreiber einer Heizanlage in einem Schulgebäude ist letztendlich der Hausmeister. Seine Rolle beim energieoptimierten Betrieb der Heizanlage darf nicht unterschätzt werden. Die Bedienung der Anlage sollte daher auf den Hausmeister zugeschnitten bzw. abgestimmt werden.

Werden energetische Sanierungen durchgeführt, so sollten diese mit anstehenden baulichen Sanierungen kombiniert werden. Dazu sollten die Sanierungszyklen für solche Gebäude kontinuierlich erfasst werden. Dies entbindet natürlich nicht von der umfangreichen Bauaufnahme. Dabei sollte die Einbindung der Verantwortlichen am Objekt in einem sehr frühen Planungsstadium erfolgen, um die Terminplanung eng aber praxistgerecht abstimmen zu können und auf eventuelle Anforderungen der Schule frühzeitig eingehen zu können. Die Planungsphase sollte ausreichend lang sein und die erforderliche Detailplanung bereits vor der Ausschreibung abgeschlossen sein, damit die Kosten für spezielle Ausführungen von den Anbietenden ausreichend kalkuliert werden können.

Das Bild zeigt den Jahresheizenergieverbrauch sowie Tageskennwerte von Oktober 95 bis April 99 für die GHS Plieningen. Durch die aufeinander abgestimmte Sanierung von Gebäudehülle und Anlagentechnik konnte der Jahresheizenergieverbrauch von ca. 220 kWh/m²a um über 70 % auf 61 kWh/m²a reduziert werden
/1/.



Die Terminplanung der Bauausführung muss auf den Schulbetrieb abgestimmt sein und falls erforderlich, entsprechende Räumlichkeiten für eine zeitweise Auslagerung des Schulbetriebs rechtzeitig zur Verfügung stehen.

Die grössten wirtschaftlichen Einsparpotentiale lagen bei allen drei Gebäuden in der Dämmung der Aussenwand. Bei den anderen Bauteilen waren die Potentiale stark vom Baujahr der Gebäude abhängig. Es sollte daher für jede energetische Sanierung ein Energiekonzept erstellt werden, das die Randbedingungen des zu sanierenden Objektes berücksichtigt. Die beschriebene Vorgehensweise hat sich grundsätzlich als sehr praktikabel herausgestellt.

Literatur

/1/ Bach, H. et al.: Erarbeitung und Realisierung eines modellhaften Sanierungskonzepts für eine Schule in Stuttgart-Plieningen (MOSES). BMBF-Forschungsvorhaben 0328622C. Entwurf Endbericht, Universität Stuttgart, Mai 2000.

Handlungshilfen für die Praxis zur Konzipierung und Bewertung der Luftführung in stoff- und wärmebelasteten Produktionshallen (LUPRO)

Bernhard Biegert

Die vielfach noch angewendeten, herkömmlichen Verfahren zur Luftstromermittlung greifen lediglich auf Erfahrungswerte und/oder - in der Fachliteratur noch häufig genannte - Luftwechselzahlen zurück. Diese stehen in Produktionshallen meist in keinem Bezug zu den real auftretenden und zu bewältigenden Stoff- und Wärmelasten. Bei allen „neuen“ Verfahren /1/; /2/ zur Konzipierung und Auslegung lufttechnischer Maßnahmen richtet sich der Auslegungsluftstrom dagegen nach der maximal abzuführenden Stoff- bzw. Wärmelast. Den „neuen“ Verfahren ist gemeinsam, daß es sich um statische Handrechenverfahren handelt, die von stationären Zuständen in den Produktionshallen ausgehen. Vorteilhaft dabei ist, daß eine Bestimmung der erforderlichen Luftströme jederzeit als Handrechnung ausgeführt werden kann, nachteilig ist der dazu erforderliche hohe Rechenaufwand, v. a. wenn bei der Auslegung ggf. Iterationsschritte erforderlich werden. Instationäre, d. h. zeitveränderliche Stoff- und Wärmeaustauschvorgänge, die in Produktionshallen häufig auftreten (Ein-Schicht-Betrieb, Anfahrvorgänge), können mit den genannten Verfahren nicht behandelt werden.

Werden die Auslegungsgrößen eines Systems (z. B. Zuluftstrom) nur unter Annahme stationärer Bedingungen bestimmt, kann es beim realen Betrieb mit veränderlichen Randbedingungen zu deutlichen Überschreitungen der Grenzwerte (im Fall einer Unterdimensionierung) bzw. zu unnötig überhöhten Luftströmen über längere Zeiträume (im Fall einer Überdimensionierung) kommen.

An diesem Punkt setzt die Handlungshilfe an, die in Form eines Computerprogramms für die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) entwickelt wurde /3/. Hier werden die „neuen“, jedoch statischen Verfahren zur Konzipierung und Auslegung von Luftführungen

kombiniert mit erweiterten Bewertungsmöglichkeiten, in die auch instationäre Vorgänge einbezogen sind. Zusammengefaßt wird dies alles in einem leicht zu bedienenden Anwendungsprogramm, mit dem die veränderlichen Zustände und Vorgänge im Raum bereits im Planungsstadium erkannt und berücksichtigt sowie die zu erwartenden Stoff- und Wärmelasten im Arbeitsbereich dargestellt, bewertet und verglichen werden können. Ziel ist es, dem in der Praxis mit der Planung und Bewertung von Lüftungsanlagen für Produktionsstätten befaßten Personenkreis ein wissenschaftlich fundiertes und gleichzeitig möglichst einfaches und gut anwendbares Werkzeug zur überschlägigen Konzipierung und Bewertung von Luftführungen in stoff- und wärmebelasteten Produktionshallen zur Verfügung zu stellen.

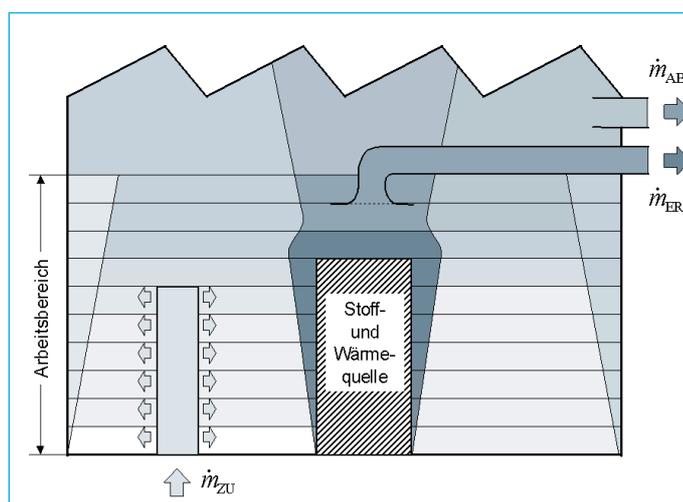


Bild: Berechnete Lufttemperaturen in einer Produktionshalle mit Schichtströmung

Literatur

- /1/ Bach, H. u.a.: Gezielte Belüftung der Arbeitsbereiche in Produktionshallen zum Abbau der Schadstoffbelastung. Forschungsbericht HLK-1-92, Hrsg.: Verein der Förderer der Forschung im Bereich Heizung, Lüftung, Klimatechnik Stuttgart e.V., 2. Auflage, September 1993
- /2/ VDI 3802: Raumluftechnische Anlagen für Fertigungsstätten. Dezember 1998
- /3/ Biegert, B.: Erarbeitung von Handlungshilfen für die Praxis zur Konzipierung und Bewertung der Luftführung in stoff- und wärmebelasteten Produktionshallen. Forschungsvorhaben F 1097 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Erscheint voraussichtl. Anfang 2001 in der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin im Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven

MELISSA - Methode zur Berechnung und Bewertung des Energieaufwandes von Einzelheizgeräten mit gekoppelter Betriebssimulation von Gebäude und Anlage

Jörg Dipper

Das Forschungsvorhaben MELISSA ist im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung¹⁾ ein Anschlussvorhaben an MEDUSA - Minimierung des Energiebedarfs von Gebäuden und Anlagen durch Simulation von Heizanlagen - gefördert. Innerhalb von MEDUSA wurden die Aufwandszahlen der Nutzenübergabe für Warmwasserheizsysteme erarbeitet. Damit ist ein Großteil der heute installierten Systeme abgedeckt.

Mit den Vorgaben, wie sie für die Energieeinsparverordnung 2000 als Nachfolge der Wärmeschutzverordnung /1/ zu erwarten sind, könnten aber vermehrt andere Systeme zum Einsatz kommen, die dann energetisch - und daraus abgeleitet auch wirtschaftlich und ökologisch - zu beurteilen sind. Dazu zählen Einzelheizgeräte wie Elektrospeichergeräte, Elektrodirektheizgeräte oder Einzelöfen, z.B. Kachelöfen. Speziell bei Elektrodirektheizgeräten ist die Wärmeabgabe bei den geringen Heizlasten in zukünftigen Gebäuden sehr fein regelbar. Die Beurteilung dieser Geräte reduziert sich bisher darauf, dass bestimmte Geräteeigenschaften nachgewiesen werden. Z.B. wird das Wärmerückhaltevermögen für Elektrospeichergeräte nach DIN44572 T5 /2/ geprüft oder es dürfen bestimmte Oberflächentemperaturen nicht überschritten werden. Die Geräte können sich aber unter realen Einsatzbedingungen sehr unterschiedlich verhalten. Eine Prüfung unter stationären Bedingungen kann daher nur sehr beschränkt für die Gerätequalität und zur Bewertung des späteren Betriebsverhaltens überhaupt nicht herangezogen werden.

Die seitherige Vorgehensweise der Vorausberechnung von Bedarfswerten, wie sie z.B. in der VDI-Richtlinie 2067 /3/ angewendet wird, eignet sich nicht

mehr, da sich die gesetzlichen Rahmenbedingungen gegenüber der Zeit, in der die Kennwerte ermittelt wurden verändert haben und mit der Einführung von Niedrigenergiehäusern noch weiter verändern werden. Im einzelnen soll mit der Beurteilungsmethode des Forschungsvorhabens MELISSA ermöglicht werden, die Übergabe- und Erzeugungsverluste von Einzelheizgeräten zu berechnen. Damit wird eine energetische Beurteilung dieser Systeme möglich, auch im Vergleich zu konkurrierenden Heizsystemen. Als Werkzeug wird die rechnerische Betriebssimulation mit gekoppelter Berechnung des Gebäude- und Anlagenverhaltens eingesetzt. Mit ihr kann der Aufwand des jeweiligen Heizsystems dem Bedarf eines idealen Heizungssystems gegenübergestellt werden. Im Gegensatz zu den Aufwandszahlen aus MEDUSA, die die energetische Güte der Nutzenübergabe beschreiben, wird für die Einzelheizsysteme eine Gesamtaufwandszahl ermittelt. Übergabe, Verteilung und Erzeugung lassen sich bei diesen Geräten nicht trennen und damit auch nicht sinnvoll getrennt bewerten. Das Vorhaben wird Ende 2001 abgeschlossen.

Literatur

/1/ Verordnung über einen energie-sparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV), 16.8.1994

/2/ DIN44572 T5 Speichergeräte mit steuerbarer Wärmeabgabe - Messverfahren zur Ermittlung des Wärmeinhalts (Kalorimeter), August 89

/3/ VDI 2067 Blatt 2: Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen - Raumheizung, Dezember 1993

¹⁾ Gefördert mit Mitteln des Ministeriums für Wirtschaft und Technologie über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen AiF.

AiF-Vorhaben Nr. 12233 N/1

IMPRESSUM

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach
Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
Dipl.-Ing. Christoph Bacher
Dipl.-Ing. Bernhard Biegert
Dipl.-Ing. Jörg Dipper
Dipl.-Ing. Robert F. Grob, M.Sc.
Dipl.-Ing. Raphael Haller
Dr.-Ing. Erik Reichert
Dipl.-Ing. Armin Walz
IKE/LHR

Dipl.-Ing. Gunther Claus
FGHLK

Herausgeber:

Verein der Förderer der
Forschung im Bereich
Heizung-Lüftung-Klimatechnik
Stuttgart e.V.
Pfaffenwaldring 6a
70550 Stuttgart - Vaihingen
Tel. 0711 / 685 - 2090
Fax 0711 / 687 - 6056

Redaktion:

Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach
Sabina Fischer-Hampel

Grafik u. DTP:

CommunicationVisuell
Rolf Wernecke, Stuttgart

Druck und Reproduktion:

Druckerei Jauch, Stuttgart

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