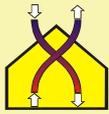




Universität
Siegen



FG Bauphysik & Solarenergie
Ltg.: Prof. Dr.-Ing. F.D. Heidt

Abschlussbericht

(Kurzfassung)

Messungen zum Lüftungs- und wärmetechnischen Verhalten an Raumlüftungsgeräten und in Räumen (Phase I)

Projekt-Nr.: 262 109 99

Antragsteller / Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. F.D. Heidt

Förderzeitraum: 01.01.2000 bis 31.12.2002

Förderquote: 87 %

Dipl.-Phys. S. Höptner, Dipl.-Phys.-Ing. V. Kalender,
Prof. Dr.-Ing. F.D. Heidt

Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie
(Leitung: Prof. Dr.-Ing. F.D. Heidt)

Universität Siegen

D-57068 Siegen

T: +49-271-740-3817

F: +49-271-740-3820

E: heidt@physik.uni-siegen.de

W: <http://nesa1.uni-siegen.de/>

Gefördert durch:

AG SOLAR
NORDRHEIN-WESTFALEN



Inhaltsverzeichnis

Abstract	2
1. F&E-Aufgabe und Zielsetzung	3
Bedarf	3
Partner	3
Zielsetzung	4
2. Vor Projektbeginn durchgeführte Arbeiten	5
3. Arbeitsprogramm.....	5
4. Ergebnisse	6
4.1 Gerätevermessung	6
4.2 Raumluftrömungen	8
4.3 Fazit.....	9
5. Eigene Veröffentlichungen	100
6. Internationale Kontakte	11
7. Quellenangaben	11

Abschlussbericht

Förderkennzeichen: 262 109 99

Thema: „Messungen zum Lüftungs- und wärmetechnischen Verhalten an Raumlüftungsgeräten und in Räumen“

Antragsteller: Prof. Dr.-Ing. F. D. Heidt

Förderquote: 87 %

Anschrift: Walter-Flex Str. 3,
57068 Siegen

Laufzeit: 01.01.2000-31.12.2002

Tel.: 0271-740-3817 (Siegen)

Fax: 0271-740-3820 (Siegen)

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. F. D. Heidt

E-Mail:

heidt@physik.uni-siegen.de

Abstract

Testing single-zone ventilation systems with regard to indoor air quality and energy performance.

With the improvement of thermal building insulation the percentage of energy losses due to air exchange becomes an increasingly important factor in building energy demand. In order to optimize infiltration and ventilation and to minimize the energy demand of the building stock, it is necessary to install an appropriate mechanical ventilation system. Because of the low costs and the modest installation effort single zone ventilation units are especially well suited for retrofitting purposes. In recent tests carried out at the University of Siegen it has been shown that severe malfunctions of the ventilation units were discovered, which significantly influence indoor air quality and building energy performance. This project intends to create an advisor including planning guidelines for the correct choice of equipment and operating conditions of ventilation units. The testings with regard to the indoor air quality are accompanied by simulations of air flow patterns with the CFD-program FLOVENT.

1. F&E-Aufgabe und Zielsetzung

Bedarf

Neue Energiestandards bei der Errichtung von Gebäuden führen zu immer geringeren Transmissionswärmeverlusten. Um gleichzeitig die prozentual immer größer werdenden Lüftungswärmeverluste zu reduzieren und dabei eine gute Raumluftqualität zu gewährleisten, ist der Einbau von mechanischen Lüftungssystemen mit Wärmerückgewinnung unverzichtbar. Allerdings kann der Einsatz von Lüftungssystemen bei der energetischen Sanierung von Altbauten aufwendig sein. In diesen Fällen bieten dezentrale Lüftungsgeräte eine kostengünstige Alternative. Sie werden direkt in die Fassade integriert und ermöglichen die gezielte und kontrollierte Belüftung eines einzelnen Raums. Darüber hinaus können diese Geräte in Problemzonen eingesetzt werden, in denen beispielsweise zu hohe Schadstoffkonzentrationen (Radon) oder Feuchtigkeit auftreten. Ein weiterer Vorteil ist die voneinander unabhängige Lüftung verschiedener Räume.

Zu Beginn des Projekts (01/2000) existierten allerdings noch keine qualifizierenden Prüfvorschriften für solche Geräte. Demnach waren auch noch keine Übersichten bezüglich der Leistungsmerkmale und wenig Erfahrungsberichte von Anwendern erhältlich. Erst im Laufe der Durchführung des Projekts wurden Methoden erarbeitet, die zum Vorschlag eines Prüfverfahrens beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt, Berlin) geführt haben.

Partner

- WeberHaus GmbH & Co.KG, 57482 Wenden,
- Siegenia Frank KG Lüftungstechnik, 57074 Siegen,
- LTM GmbH Lüftungstechnik Meinerzhagen, Heizungs- u. Lüftungsbau, 58540 Meinerzhagen,
- Siemens Heiztechnik, 95326 Kulmbach,
- Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V. (TZWL), 44141 Dortmund,
- Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), 10829 Berlin.

Die Firma Weberhaus GmbH & Co.KG fertigte die Klimakammer, in der die Messungen durchgeführt wurden. Die Siegenia Frank KG und LTM GmbH stellten entsprechende Lüftungsgeräte zur Verfügung, wobei die Geräte der Firma LTM erst in der zweiten Projektphase vermessen werden. Das Europäische Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e. V. (TZWL) lieferte ein dezentrales Lüftungsgerät der Firma Siemens Heiztechnik, 95326 Kulmbach. Außerdem fertigte die Universität Siegen ein Tracergas-Meßsystem zur Vermessung der wärmetechnischen Kenngrößen von Lüftungsgeräten für das TZWL. Das auf der von uns entwickelten Messtechnik beruhende Prüfverfahren wurde vom TZWL als Vorschlag zur Aufnahme in die Richtlinie des DIBt zur Vermessung von dezentralen Lüftungsgeräten empfohlen.

Zielsetzung

Im Rahmen dieses Projekts sollen verschiedene dezentrale Lüftungsgeräte hinsichtlich ihrer gerätespezifischen Kennzahlen und ihrer lüftungsspezifischen Eigenschaften in einem Testraum vermessen werden. Hierzu wurde von der Universität Siegen in Zusammenarbeit mit der Firma WeberHaus GmbH eine klimatisierte Messkammer mit variablem Grundriss und mehreren Einbauöffnungen errichtet.

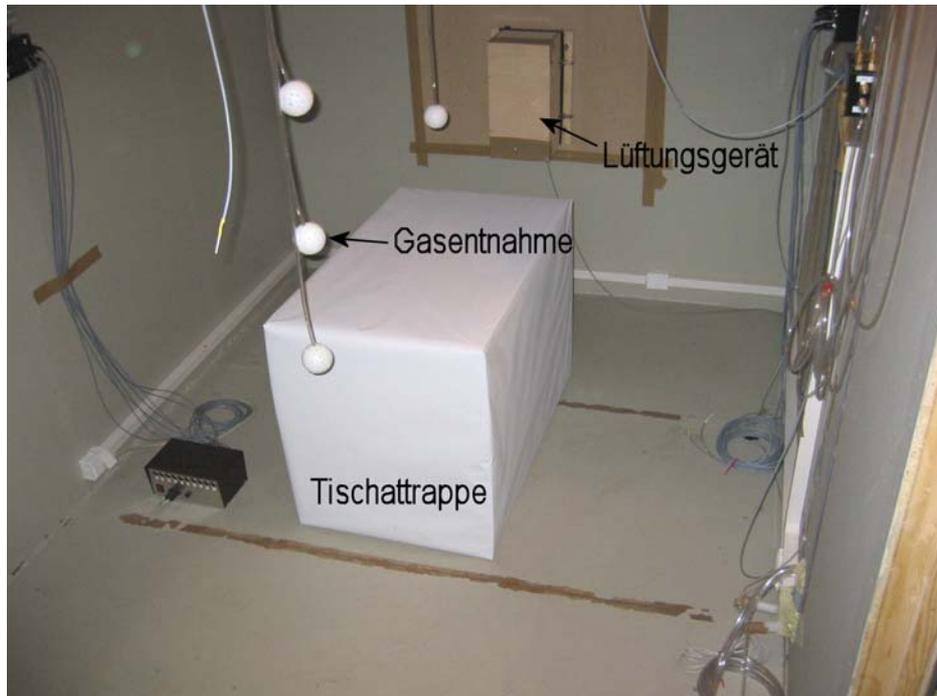


Abbildung 1: Teilansicht der Klimakammer, in der die Geräte vermessen wurden. Die perforierten Kugeln vermindern die Strömungsgeschwindigkeiten am Ende der Schläuche zur Gasentnahme. In der Kammer wurden Möbelatrasse platziert, um deren Einfluss auf die Raumluftströmungen zu untersuchen.

Auf der Grundlage bisheriger Arbeiten [1,2,3] sollen die Messtechniken und Kennzahlen zusammengefasst, weiterentwickelt und erprobt werden. Dazu werden u.a. Messungen mit einem Indikatorgassystem vorgenommen. Bei ersten, früheren Messungen hatte sich herausgestellt, dass die Geräte zum Teil eklatante Mängel bezüglich der Konstruktion und Verarbeitung aufweisen. Diese führen zu einer erheblichen negativen Beeinflussung der untersuchten Kennzahlen. Daher sollen die Ergebnisse der Messungen verschiedener Geräte miteinander und auch mit den Herstellerangaben verglichen werden, die z.B. Rückwärmezahlen von bis zu 70 % versprechen. Mit der Übergabe und Lieferung der Messtechnik an das TZWL und der Bereitstellung der notwendigen fachlichen Sachkenntnis soll der dauerhafte kommerzielle Prüfbetrieb sichergestellt werden.

In einem zweiten Projektteil werden CFD-Simulationen durchgeführt, die Vergleiche mit den Messergebnissen zur Luftalterverteilung und den Strömungsmustern im zu untersuchenden Raum ermöglichen. Außerdem werden Lüftungskonfigurationen mit verschiedenen Anbringungsorten des Geräts und unterschiedlichen Ausblas- und Absaugpositionen simuliert, die Auswirkungen auf die Raumluftströmungen und auf die Konzentrationsverteilungen im Raum haben.

Die Erkenntnisse aus den Gerätemessungen und diesen Simulationen sollen zur Erstellung von Planungsrichtlinien für den Einsatz von Raumlüftungsgeräten dienen.

Dieses Projekt befasst sich ausschließlich mit der Bestimmung der Lüftungskenngrößen unter isothermen Bedingungen und stellt nur die erste Phase der Vermessung dar. Daher sollen in einem nachfolgenden Projekt die Kenngrößen unter nicht isothermen Bedingungen untersucht werden (Phase 2).

2. Vor Projektbeginn durchgeführte Arbeiten

Bereits vor Beginn des Projekts wurden einzelne dezentrale und zentrale Lüftungsgeräte mit Hilfe der Tracergasmesstechnik untersucht. Zu diesem Zeitpunkt existierte lediglich ein Prüfverfahren für zentrale Geräte, bei dem das Gerät mit einem Prüfdruck beaufschlagt und daraus die Dichtheit beurteilt wird. Dieses Verfahren ist für die Vermessung von dezentralen Geräten nicht geeignet, da diese im Allgemeinen ohne Kanalnetz betrieben werden und der damit verbundene Druckabfall im Gerät nicht auftritt. Daher wurde mit Hilfe der Tracergasmesstechnik erfolgreich versucht, die verschiedenen Leckagen im realen Betriebszustand zu ermitteln. Die vor Projektbeginn durchgeführten Messungen an dezentralen Lüftungsgeräten zeigten, dass die überprüften Geräte erhebliche Mängel aufwiesen. Daher wurden im ersten Projektteil beispielhaft weitere dezentrale Lüftungsgeräte vermessen, und die zugehörigen Kennzahlen, wie z.B. die Rückwärmezahl ermittelt. Durch die Messungen wurde das Prüfkonzept bestätigt.

Für die Vermessung der Raumluchtströmungen und der Lüftungseffektivität von dezentralen Lüftungsgeräten in Räumen wurden ebenfalls Tracergasmethoden verwendet, die dazu bereits in früheren Arbeiten im Fachgebiet Bauphysik und Solarenergie [2] angewendet wurden und in der Literatur [4] beschrieben sind.

3. Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm gliedert sich in vier Arbeitsabschnitte:

Arbeitsabschnitt 1: Projektleitung

- Terminplanung/Besprechungen.
Besprechungen mit Partnerfirmen und Herstellern, etc. Gesamtkostenplanung und Koordination des Projekts.
- Reisen.
Reisen zu Projektpartnern, etc. Reisen zu Fachtagungen in Rahmen der Wohnungslüftung.
- Berichtswesen.
Endbericht über das Projekt, wissenschaftliche Veröffentlichungen, etc..

Arbeitsabschnitt 2: Aufbau der Messkammer und Erarbeitung des Messkonzepts

- Definition der Messgrößen (Geräte, Raumluchtströmungen).
- Entwurf und Aufbau der Messkammer.
- Sichten des Bestandes an Raumlüftergeräten und Klassifizierung in funktionelle Gruppen.
- Auswählen repräsentativer Geräte.
- Planen und Erstellen des Messkonzepts für die Geräte.

Arbeitsabschnitt 3: Vermessung von Testgeräten

- Vermessen der ausgewählten Geräte.
- Aufstellen von Auswertungsalgorithmen.
- Auswertung und Diskussion der Ergebnisse.
- Erstellen einer herstellernerutralen Übersicht.

Arbeitsabschnitt 4: Vermessung und Simulation (CFD) von Raumluchtströmungen

- Festlegen von praxisrelevanten Einbausituationen der Lüfter im Raum und von Störfaktoren.
- Durchführen von Indikatormessungen im Testraum.
- Durchführen von Simulationsrechnungen mit dem CFD-Programm FLOVENT.
- Vergleich von Messung und Simulation.
- Ableiten von Planungsrichtlinien für den Einsatz von Raumlüftergeräten.
- Verfassen einer Planungs-Checkliste.

4. Ergebnisse

Bevor die eigentliche Vermessung der Geräte beginnen konnte, mussten zunächst vielfältige und zum Teil aufwendige Vorarbeiten geleistet werden.

In Zusammenarbeit mit der Firma WeberHaus GmbH wurde die Klimakammer aufgebaut und mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, die teilweise aufwendig neu kalibriert werden mussten. Dies wird in der Langfassung des Abschlussberichts ausführlich beschrieben [5]. Um mit den verschiedenen Sensoren zeitaufgelöste Messungen durchführen zu können, wurden mehrere Programme zur Steuerung des experimentellen Betriebsablaufs und der Datenauswertung entwickelt. In der Kammer wurden sowohl die Vermessung und Bestimmung der Geräteparameter als auch die Ermittlung der Raumluchtströmungen und Lüftungseffektivitäten durchgeführt. Da sich die beiden Projektteile thematisch unterscheiden, werden deren Ergebnisse getrennt vorgestellt.

4.1 Gerätevermessung

Im Rahmen dieses Projekts wurde die Bestimmung wichtiger Kennzahlen von dezentralen Raumlüftergeräten durchgeführt, die in der Langfassung dieses Berichts ausführlich erläutert werden [5]. Zuerst wurde durch eine entsprechende Messung sichergestellt, dass die verwendete Klimakammer eine für die weiteren Messungen ausreichende Dichtheit besitzt.

Dann wurden beispielhaft die Volumenströme, die Leckagen, die Frischluftgrade, die Rückwärmezahlen, das Rückgewinnungs-Ventilator-Leistungsverhältnis (RVL) und die Größe Specific Net Energy Saving (SNES) für zwei Geräte (im folgenden Gerät A und Gerät B genannt) vermessen. Für die ausführliche Erläuterung der einzelnen Begriffe wird auf den vollständigen Abschlußbericht [5] verwiesen. Da die Geräte verschiedene Luftmengenstufen besitzen, wurden für Gerät A drei und für Gerät B zwei Luftmengenstufen vermessen. Dabei ergaben sich die folgenden Werte:

Luftmengenstufe	Gerät A			Gerät B	
	I	V	X	I	II
\dot{V}_e in m ³ /h	32,6±1,6	60,2±3,0	87,8±2,8	55,3±2,3	77,2±3,6
\dot{V}_{INT1} in m ³ /h	9,46±0,97	11,59±0,92	11,35±0,78	27,22±1,70	31,24±2,07
R_{INT1}	0,28±0,03	0,18±0,02	0,12±0,01	0,42±0,03	0,30±0,02
\dot{V}_{INT2} in m ³ /h	2,51±0,23	7,03±0,53	10,27±0,89	1,85±0,24	4,36±1,02
R_{INT2}	0,11±0,01	0,13±0,01	0,13±0,01	0,09±0,01	0,12±0,02
\dot{V}_{EXT7} in m ³ /h	2,75±0,21	5,35±0,71	16,06±0,63	0,08±0,02	1,47±0,43
R_{EXT7}	0,11±0,01	0,09±0,01	0,19±0,01	0	0,02±0,01
\dot{V}_{EXT8} in m ³ /h	0,40±0,22	0,33±0,60	2,59±0,77	14,02±1,58	10,06±0,39
R_{EXT8}	0,01±0,01	0,01±0,01	0,03±0,01	0,25±0,03	0,13±0,01
Frischluftgrad	0,64±0,01	0,74±0,01	0,71±0,01	0,51±0,01	0,59±0,01
ϵ_{WRG}	0,62±0,07	0,47±0,07	0,37±0,06	0,41±0,03	0,44±0,01
η_G	0,43±0,16	0,38±0,21	0,32±0,17	0,23±0,06	0,31±0,07
P_{Vent} in W	15,2±1,5	25,9±2,6	40,8±4,1	31,2±3,1	30,2±3,0
RVL	3,2±1,2	3,2±1,8	2,4±1,3	1,9±0,5	4,7±1,2
SNES in Wh/m ³	0,43±0,58	0,40±0,77	0,07±0,63	-0,21±0,25	0,74±0,36

Tabelle 1: Auflistung der Ergebnisse aus der Vermessung der Geräte A und B für die angegebenen Luftmengenstufen.

Die Ergebnisse in Tabelle 1 zeigen, dass bei der Verarbeitung großer Verbesserungsbedarf besteht. Die Abdichtung der Lufttrakte gegeneinander und gegen das Gehäuse sind bei beiden Geräten teilweise mangelhaft ausgeführt worden, wodurch die großen Leckagen entstehen. Beide Geräte sind bei einer Auslegung nach den Herstellerangaben nicht in der Lage, den Raum ausreichend mit Frischluft zu versorgen. Zwar sparen beide Geräte in allen Luftmengenstufen Endenergie ein ($RVL > 1$), aber der negative Wert der Größe SNES für Gerät B in der Luftmengenstufe I zeigt, dass der Einsatz des Geräts zu einem erhöhten Primärenergieverbrauch führt.

Die Ergebnisse bestätigen die Notwendigkeit, auch dezentrale Lüftungsgeräte messtechnisch zu qualifizieren. Die exemplarisch für zwei Geräte durchgeführten Messungen belegen, dass

das hier verwendete Messverfahren dazu geeignet ist. Dies führte dazu, dass ein weiteres Tracergas-Meßsystem – bestehend aus der notwendigen Hardware und entsprechender Steuer- und Auswertesoftware – an das TZWL in Dortmund geliefert wurde.

4.2 Raumluftrömungen

Im zweiten Teil des Projekts wurden die Lüftungs- und strömungsrelevanten Eigenschaften der Geräte in Verbindung mit dem Raum untersucht, in dem diese Geräte eingebaut waren.

Dazu wurden in der Messkammer Strömungssensoren angebracht, mit denen die Raumlufgeschwindigkeiten erfasst wurden. Das bereits im ersten Teil verwendete Tracergas-Meßsystem wurde zur Bestimmung des Luftalters eingesetzt, welches als Ausgangsgröße für die Lüftungseffektivität verwendet wurde.

Da die vorhandenen kommerziellen Lüftungsgeräte große Leckagen aufweisen, die sich negativ auf die Messung der Lüftungskenngrößen auswirken, wurde ein eigenes Testgerät entwickelt. Um möglichst viele verschiedene Strömungssituationen vermessen zu können, wurden auf beiden Seiten Aus- und Einblasöffnungen angebracht. Eine zusätzliche Zuluftöffnung befindet sich auf der Vorderseite und eine Abluftöffnung auf der Oberseite.

Um Lüftungskonfigurationen unter realen Betriebsbedingungen untersuchen zu können, wurden Möbelattrappen angefertigt und in der Klimakammer aufgestellt.

Mit Hilfe des CFD-Programms *Flovent* konnten analog zu den Messungen zeitliche und räumliche Konzentrationsverläufe erstellt werden, die eine Berechnung des Luftalters ermöglichten. Da im weiteren Projektverlauf die Messungen durch Simulationen ergänzt werden sollten, musste zunächst gezeigt werden, dass die Ergebnisse der Messungen und Simulationen übereinstimmen. Diese Übereinstimmung wurde durch Vergleichsfälle eindrucksvoll bestätigt.

Anschließend wurden zahlreiche Simulationen unter isothermen Bedingungen durchgeführt, bei denen der Anbringungsort des Lüftungsgeräts, die Zu- und Abluftöffnungen, der Zuluft-Volumenstrom, die Raumgröße und -geometrie und die Möblierungssituation variiert wurden. Die Simulationen und Messungen führten zu folgenden Ergebnissen:

- Mit dezentralen Lüftungsgeräten können durchaus gute Lüftungseffektivitäten für nahezu alle betrachteten Fälle erreicht werden.
- Die räumliche Einbauposition des dezentralen Lüftungsgeräts hat im allgemeinen einen nur geringen Einfluss auf das Luftalter und damit auf die Lüftungseffektivität an den verschiedenen Positionen im Raum. Deshalb kann die örtliche Anbringung des Geräts weitgehend unter innenarchitektonischen Gesichtspunkten oder aufgrund baulicher Aspekte erfolgen.
- In den durchgeführten Untersuchungen treten nur geringe Abhängigkeiten vom Anbringungsort der Abluftöffnungen auf.
- Werden die Auslassöffnungen des Lüftungsgeräts unmittelbar durch Möbel oder andere Gegenstände versperrt, so entstehen Kurzschlussströmungen, die die Lüftungseffektivität im Raum verringern. Etwas weiter entfernt stehende Möbel haben nur einen geringen Einfluss auf das Luftalter und damit die Lüftungseffektivität.
- Die Simulationen zeigen, dass der Einsatz von dezentralen Lüftungsgeräten in großen Räumen mit unvorteilhaften Raumgeometrien, wie beispielsweise Grundrisse von Eckkombinationen, zu verminderten Lüftungseffektivitäten führen. Dieser Effekt wird

dadurch verstärkt, dass das Gerät aus baulichen Gründen nicht an einer zentralen Raumposition eingebaut oder ein Teil des Raums noch durch Möblierung oder einen Raumteiler vom restlichen Raum abgetrennt wird.

Als Grund für die trotz sehr verschiedener Einbausituationen des Lüftungsgeräts homogene Auslüftung der Räume ist auch die Diffusion des Tracergases in der Luft zu nennen, durch die innerhalb der langen Mess- und Simulationszeit ein Konzentrationsausgleich zwischen den verschiedenen Raumbereichen stattfindet.

4.3 Fazit

Das Projekt „Messungen zum Lüftungs- und wärmetechnischen Verhalten an Raumlüftungsgeräten und in Räumen“ konnte in seiner ersten Phase erfolgreich abgeschlossen werden. Im ersten Teil wurden wärmetechnische Kenngrößen von dezentralen Lüftungsgeräten ermittelt. Im zweiten Projektteil wurden Lüftungstechnische Kenngrößen und Raumluftströmungen für diese Geräte untersucht.

Die wärmetechnischen Kenngrößen wurden beispielhaft für zwei kommerzielle Lüftungsgeräte bestimmt. Dabei konnte gezeigt werden, dass das verwendete Tracergas-Messverfahren zur Bestimmung dieser Kenngrößen geeignet ist. Daraufhin wurde ein entsprechendes Messsystem an der Universität Siegen aufgebaut und an das Europäische Testzentrum für Wohnungslüftung e.V. geliefert. Seit Mitte 2001 werden dort dezentrale Lüftungsgeräte kommerziell vermessen. Das TZWL hat daraufhin ein „Prüfreglement für die Prüfung von dezentralen Wohnungslüftungsgeräten“ erstellt. Dieses auf der von uns entwickelten Meßtechnik beruhende Reglement wurde vom TZWL als Vorschlag zur Aufnahme in die Richtlinien des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) zur Vermessung von dezentralen Lüftungsgeräten empfohlen. Eine entsprechende offizielle Verlautbarung soll demnächst erscheinen.

Dass solche Prüfungen notwendig sind, zeigen die Ergebnisse für die beiden untersuchten Geräte. Sie dokumentieren außerdem, dass hinsichtlich der Konstruktion der eingesetzten Geräte erheblicher Verbesserungsbedarf besteht. Diese Rückkopplung mit den Herstellern wird gegenwärtig betrieben.

Die Lüftungstechnischen Kenngrößen wurden sowohl gemessen als auch mit Hilfe von Simulationen ermittelt. Dazu konnte gezeigt werden, dass die Ergebnisse beider Methoden bei sorgfältiger Wahl der rechnerischen Randbedingungen übereinstimmen. Mit Hilfe der Simulationen konnte gezeigt werden, dass die dezentralen Lüftungsgeräte unter isothermen Bedingungen in den meisten der untersuchten Konfigurationen gute Lüftungseffektivitäten erzielen. Jedoch kann unter definierten, ungünstigen Einbaubedingungen eine deutliche Verschlechterung der Lüftungseffektivität auftreten.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen beider Projektteile wurden Planungsempfehlungen und Richtlinien für die Auswahl, den Einbau und Betrieb dezentraler Lüftungsgeräte abgeleitet. Die Planungshinweise werden in der Langfassung des Endberichts, Kapitel 5 anhand der folgenden Fragestellungen diskutiert:

- Welches sind die relevanten technischen Größen?
- Wann ist ein dezentrales Lüftungsgerät sinnvoll bzw. erforderlich?
- Kann man mit dezentralen Lüftungsgeräten Energie einsparen?
- Welcher Gerätetyp ist für welche Lüftungsaufgabe geeignet?

- Wie muss das Gerät dimensioniert werden?
- Welche Ausstattung sollte das Gerät besitzen?
- Wie und wo sollte das Gerät eingebaut werden?
- Was sollte beim Betrieb eines dezentralen Lüftungsgeräts beachtet werden?

Allerdings muss beachtet werden, dass die Richtlinien nur für den Einsatz der Geräte unter isothermen Bedingungen gelten. Daher besteht die Notwendigkeit, in einer zweiten Phase die begonnenen Untersuchungen auf nichtisotherme Konfigurationen auszudehnen, da sich durch heizungsbedingte Temperaturdifferenzen die Raumluchtströmungen vollständig verändern.

Ein vollständiger und realitätsnaher Ratgeber für dezentrale Lüftungsgeräte kann erst unter Einbeziehung von Ergebnissen im Zusammenhang mit Heizsystemem erstellt werden.

5. Eigene Veröffentlichungen

Vor der Bewilligung des Projekts:

Fischer, T. and Heidt, F.D.: Testing the ventilation efficiency of ventilation units with tracer gas methods. Proceedings Second International Conference 'Buildings and the Environment', June 9-12, 1997, Paris, France, Vol. 1, pp. 405-413.

Heidt, F.D. und Fischer, T.: Untersuchung lüftungstechnischer Eigenschaften von Raumlüftungsgeräten mit Indikatorgasverfahren. Heizung-Lüftung/Klima-Haustechnik, Bd. 49, Nr. 10, 1998 Springer - VDI - Verlag, Düsseldorf, S. 64 – 69.

F.D. Heidt, Fischer, T. und A. Thiemann: Energetische Beurteilung dezentraler Raumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung – Methoden und Beispiele. Heizung-Lüftung/Klima-Haustechnik, Bd. 49, Nr. 11, 1998 Springer - VDI - Verlag, Düsseldorf, S. 52 - 62.

F.D. Heidt: How useful are Room Ventilation Units with Heat Recovery? Proceedings of CISBAT'99 Sept. 22 – 23, 1999, Lausanne, Schweiz, pp. 241 – 246. Laboratoire d'Énergie Solaire et de Physique du Bâtiment, EPFL, CH – 1015 Lausanne.

Seit Beginn des Projekts:

Roulet, C.A., Heidt, F.D., Foradini, F. and Pibiri, M.C.: Real heat recovery with air handling units. Energy and Buildings, 33 (2001), pp. 495 – 502, Elsevier Science B. V.

Roulet, C.A., Heidt, F.D., Foradini, F. and Pibiri, M.C.: Is heat recovery in air handling units efficient? Tagungsband zum 11. Statusseminar "Energie- und Umweltforschung im Hochbau", 14./15. September 2000, Zürich, Schweiz, S. 325-330. Bezug bei EMPA, Zentrum für Energie und Nachhaltigkeit im Bauwesen (ZEN), 8600 Dübendorf, Schweiz.

Heidt, F.D., Höptner, S. and Kalender, V.: Façade-Integrated Ventilation Units With Heat Recovery - Energy Efficiency And Indoor Air Quality. Proceedings "09th

International Conference on Indoor Air Quality and Climate", pp. 295 - 300. June 30 - July 05, 2002 Monterey, California, USA.

Diplomarbeiten

Höptner, Swen: Messungen zum lüftungs- und wärmetechnischen Verhalten an Raumlüftungsgeräten und in Räumen – Vergleich mit Simulationen, Diplomarbeit, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, Universität Siegen, Dezember 2001, Siegen.

6. Internationale Kontakte

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Prof. Dr. J. L. Scarlezzini, Dr. C. A. Roulet und Mitarbeiter, Lausanne, Schweiz.

Centre Technique des Industries Aéroliques et Thermiques (CETIAT), Mme. A. M. Bernard, Villeurbanne, Frankreich.

7. Quellenangaben

- [1]: Roulet C.-A., Heidt F.D., Foradini F., Pibiri M.-C.: Real Heat Recovery with Air Handling Units. *Energy and Buildings*, 33 (2001), pp. 495 – 502, Elsevier Science B. V.
- [2]: Rabenstein, R.: Weiterentwicklung und Erprobung von Methoden der Luftwechselformung in Räumen und Gebäuden. Abschlussbericht zum gleichnamigen Forschungsvorhaben, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, Universität Siegen, Februar 1990.
- [3]: Heidt, F.D., Fischer, T., Thiemann, A.: Energetische Beurteilung dezentraler Raumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung – Methoden und Beispiele. *Heizung-Lüftung/Klima-Haustechnik*, Band 49, Nr. 11, 1998, Seiten 52-62.
- [4]: W. Raatschen: Was ist Lüftungseffektivität? Teil 1 bis 3, *Ki Klima-Kälte-Heizung*, Heft 5/ 6/ 7, C. F. Müller Verlag, Heidelberg, 1988.
- [5]: Heidt, F.D., Höptner, S. and Kalender, V.: Messungen zum lüftungs- und wärmetechnischen Verhalten an Raumlüftungsgeräten und in Räumen (Phase I). Abschlussbericht zum gleichnamigen Forschungsvorhaben, Projektnummer: 262 109 99, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, Universität Siegen, Januar 2003.