

23 (1995) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

J. Reiß, H. Erhorn

## Effizienz verschiedener Lüftungs- und Heizsysteme im Mietwohnungsbau

### 1. Aufgabenstellung

Die Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau (GAG), Ludwigshafen, erstellte einen Wohnkomplex mit 34 Wohnungen, in dem unterschiedliche Heiz- und Lüftungssysteme zur Ausführung kamen. Mit einem Langzeitmeßprogramm wurde an den ausgeführten Systemen untersucht, wieviel Heizenergie durch eine mechanische Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bei warm-luftbeheizten und bei radiatorbeheizten Wohnungen gegenüber natürlich belüfteten, radiatorbeheizten Wohnungen eingespart werden kann [1].

### 2. Anlagen- und Gebäudebeschreibung

Vier Wohnungen sind mit einer Warmluftheizung mit integriertem mechanischem Wohnungslüftungssystem mit dezentraler Wärmerückgewinnung ausgestattet. Im Bild 1, in dem alle Anlagen schematisch dargestellt werden, ist diese Anlage mit System I bezeichnet. Die Außenluft wird zentral durch einen in der Dachzentrale installierten Ventilator dem Umluftstrom der Wohnung zugeleitet. Die Abluft, die in Küche und Bad abgesaugt wird, gibt einen Teil der Energie

im Wärmetauscher an die zugeführte Außenluft ab. Das Anlagensystem II, mit dem weitere acht Wohnungen ausgestattet sind, unterscheidet sich von System I dadurch, daß die Außenluft optional über einen auf dem Dach installierten Luftkollektor geleitet werden kann. Dies erfolgt, wenn die Lufttemperatur im Kollektor 5 K über der Außenlufttemperatur liegt. Zwölf Wohnungen werden über zentrale mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung belüftet und mit Radiatoren beheizt (System III). An drei zentralen Anlagen sind jeweils vier Wohnungen angeschlossen. Die Beheizung und Belüftung der restlichen Wohnungen, im folgenden als System IV bezeichnet, erfolgt über Radiatoren und Fensterbelüftung. Das in drei- und viergeschossiger Bauweise erstellte Gebäude hat eine Gesamtwohnfläche von 5630 m<sup>2</sup>. Das Verhältnis der wärmetauschenden Hüllflächen zum eingeschlossenen Volumen (A/V-Verhältnis) beträgt 0,47 m<sup>-1</sup>.

### 3. Meßumfang

Für den energetischen Vergleich der vier unterschiedlichen Heiz- und Lüftungssysteme sind kontinuierliche Langzeitmessungen über drei Heizperioden durchgeführt worden. Das Meßprogramm umfaßte 16 Wohnungen. Jeweils vier gleiche Wohnungen waren mit dem gleichen Anlagentyp ausgestattet.

### 4. Ergebnisse

Von den drei untersuchten Heizperioden wird nur die letzte näher betrachtet, da die Tendenz während der gesamten Meßzeit sich nicht veränderte. Im Bild 2 sind jeweils in der linken Säule die mittleren Heizwärmeverbräuche der vier mit dem gleichen System ausgerüsteten Wohnungen angegeben. Die zugehörigen mittleren Raumlufttemperaturen betragen 21,3 °C bei System I, 22,2 °C bei System II, 20,0 °C bei System III und 20,4 °C bei System IV. Den höchsten Verbrauch mit 80,3 kWh/m<sup>2</sup>a als auch die höchsten Raumlufttemperaturen weisen die Wohnungen mit Anlagensystem II auf. Der kleinste Verbrauch ist in den Wohnungen ohne mechanische Lüftungsanlage zu verzeichnen. Da die verschiedenen Anlagentypen auch in unterschiedlichen Wohnungstypen ausgeführt sind, können die Verbräuche nicht direkt miteinander verglichen werden. In Bild 2 sind aus diesem Grund die mit den gemessenen Raumluft- und Außen-

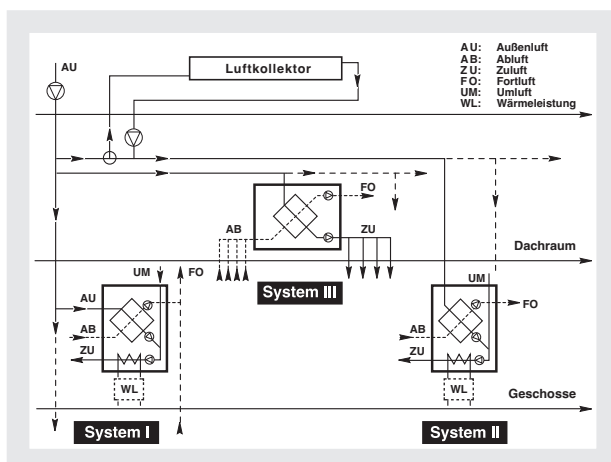


Bild 1: Schematische Darstellung der Heiz- und Lüftungssysteme I, II und III mit Angabe der Meßstellen für die Energieverbrauchsdatenerfassung.

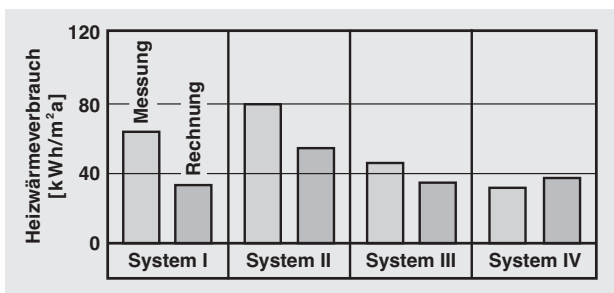


Bild 2: Gemessener und berechneter Heizwärmeverbrauch der Wohnungen, die mit dem Heiz- und Lüftungssystem I, II, III und IV ausgestattet sind in der Heizperiode 1989/90.

lufttemperaturen mit [2] berechneten Heizwärmeverbräuche den gemessenen gegenübergestellt. Den Berechnungen liegen überall die gleichen Luftwechsel von  $0,6 \text{ h}^{-1}$  in den Wintermonaten, bis  $1,0 \text{ h}^{-1}$  in den Übergangsmonaten zugrunde. Dem Bild ist zu entnehmen, daß die Meßwerte bei den Wohnungen mit Lüftungsanlage (System I bis III) über den berechneten und bei den Wohnungen ohne Lüftungsanlage unter den berechneten Werten liegen. Die Ursache hierfür ist auf den unterschiedlichen Luftwechsel und die daraus resultierenden unterschiedlichen Lüftungswärmeverluste zurückzuführen. In Bild 3 sind die aus der Energiebilanz erhaltenen Lüftungswärmeverluste für alle Systeme angegeben. Die

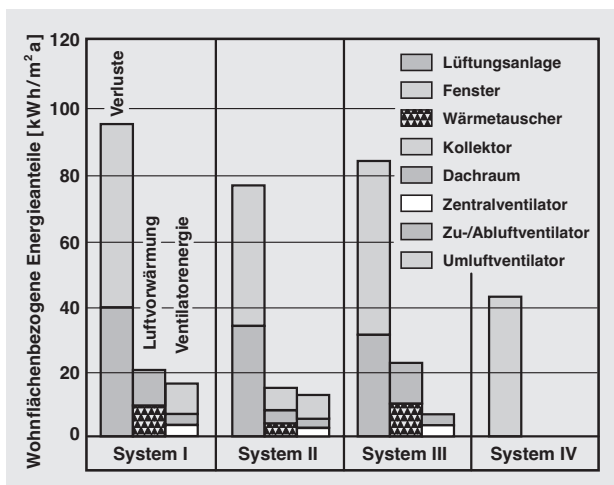


Bild 3: Gegenüberstellung von Lüftungswärmeverlusten, Gewinnanteilen durch Zuluftvorwärmung und elektrischen Energieeinsätzen für die Wohnungen, die mit dem Heiz- und Lüftungssystem I, II, III und IV ausgestattet sind, für die Heizperiode 1989/90.

über die Fenster verursachten Lüftungswärmeverluste bewegen sich etwa zwischen  $40$  und  $60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Bei den Systemen I bis III kommen jedoch noch Lüftungswärmeverluste zwischen etwa  $30$  und  $40 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  hinzu, die über die Lüftungsanlage bewirkt werden. Ein Teil dieser Verluste wird abgedeckt über die Zuluftvorwärmung, die bei System I und

III ca.  $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  beträgt und sich je zur Hälfte aus Zuluftvorwärmung in den langen ungedämmten Zuluftleitungen im Dachbereich und Zuluftvorwärmung aus der Abluft über Wärmetauscher zusammensetzt. Beim System II ist der Beitrag aus Dachraum und Abluft deutlich kleiner als bei den anderen beiden Systemen, da die Zuluft im Luftkollektor bereits vorgewärmt wird und dadurch aus dem Dachbereich und der Abluft der Wohnungen weniger Energie aufnehmen kann. Werden bei den Systemen I bis III von den Gesamtlüftungsverlusten die Energieanteile aus Zuluftvorwärmung abgezogen, so sind die verbleibenden Lüftungswärmeverluste noch deutlich höher als bei den Wohnungen ohne Lüftungsanlage (System IV). Die aufgewendeten Stromverbräuche für die Zuluftvorwärmung und den Umluftbetrieb, in Bild 3 durch die dritte Säule dargestellt, betragen ca.  $30$  bis  $70 \%$  des gewonnenen Energieanteils. Bei System III ist der Stromanteil geringer, da diese Wohnungen radiatorbeheizt sind und dadurch kein Umluftventilator notwendig ist.

### 5. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen zeigen, daß eine Technik, die in theoretischen Untersuchungen Erfolge verspricht, im praktischen Betrieb nicht automatisch zur Energieeinsparung beiträgt. Wenn, wie in diesem Wohnkomplex, Bewohner in mechanisch belüfteten Wohnungen mit Wärmerückgewinnung die Fenster in gleicher Weise öffnen wie in Wohnungen ohne Lüftungsanlage, kann durch eine Wärmerückgewinnung keine Energie gespart werden; die erforderliche Ventilatorenergie erhöht nur die Energiekosten. Bei der Konzeption von mechanischen Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung muß bereits in der Planungsphase das Verhältnis von rückgewinnbarer Heizwärme zu benötigter Ventilatorantriebsenergie *praxisgerecht* abgeschätzt werden. Denn nur im Planungsstadium können bei einem ungünstigen Verhältnis z.B. die Rohrleitungswiderstände durch andere Rohrleitungsführungen reduziert werden. Die Außenluftwechselrate, mit denen die Wohnungslüftungsanlagen ausgelegt werden, muß künftig kleiner gewählt werden, da ein gewisser natürlicher Grundluftwechsel - selbst bei geschlossenen Fenstern - immer vorhanden ist. Dadurch verringern sich auch die Stromverbräuche der Ventilatoren. Daneben muß dringend eine „Verriegelung“ der Lüftungsanlage mit den Fenstern in der Art erfolgen, daß die Lüftungsanlage automatisch abgeschaltet wird, wenn die Fenster geöffnet sind. Ansonsten wird immer ein deutlich höherer Luftumsatz in Wohnungen mit Lüftungssystemen vorherrschen als in fenstergelüfteten Wohnungen.

### 6. Literatur

- [1] Reiß, J.; Erhorn, H.: Effizienz von Solar-, Lüftungs- und Heizsystemen im Mietwohnungsbau. Bericht WB 66/1994 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, Stuttgart (1994).
- [2] Palmer, L.; Wheeling, T.: SUNCODE - A Programm User's Manual. Ecotope Group (1981).

### Danksagung

Die Untersuchungen konnten mit Unterstützung der Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und Städtebau (GAG), Ludwigshafen, durchgeführt werden.



**Fraunhofer**  
Institut  
Bauphysik

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)**

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis  
 D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
 D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0