

KURZFASSUNG

V. Nikolic, L. Rouvel: Lüftung im Wohnungsbau. In diesem Forschungsvorhaben waren Messungen hinsichtlich des Heizwärmeverbrauchs und Lüftungsverhaltens in einzelnen Wohnungen durchzuführen. Die Auswertungen wurden auf die Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Lüftungsverhalten und Heizwärmeverbräuchen abgestellt. Messobjekte waren 9 Wohnungen in einem Wohngebäude in Berlin, in denen verschiedene Lüftungsvarianten realisiert wurden. Zwei Wohnungen waren zusätzlich mit einer elektrisch beheizten Zuluftanlage ausgerüstet. Zwei Wohnungen blieben als Vergleichswohnungen unbewohnt. Die Fensterlüftungsdauern einzelner Räume reichten im Mittel über die gesamte Heizperiode bis zu 15 Stunden pro Tag. Die eigenen Einschätzungen der Lüftungsdauern durch die Mieter wichen von den Messergebnissen erheblich ab. Der spezifische Heizwärmeverbrauch in kWh/m² Wohnfläche war bei den unbewohnten Vergleichswohnungen, in denen die Fenster nicht geöffnet wurden, am niedrigsten. Der höchste Wert lag um 200% über dem Wert der Vergleichswohnung. In dieser Wohnung wurde bei einer mittleren Raumtemperatur von 21,6°C die Temperaturhaltung durch Fensteröffnen bewerkstelligt, während die Heizkörper infolge höchster Einstellung der Thermostatventile voll in Betrieb waren.

SUMMARY

V. Nikolic, L. Rouvel: Ventilation in Dwelling Houses. The aim of this research project was to carry out measurements concerning the use of heating and air ventilation in several flats. The resulting data were to find out the connection between habits of airing and use of heating temperature. The objects of the measurements were 9 flats in a building with 6 floors in Berlin, in which different variations of ventilation were realized. Two of the flats were additionally provided with an electrically heated air construction. Two flats remained uninhabited to serve as comparison. The duration of the opening of windows of the individual rooms lasted on average up to 15 hours per day during the whole heating period. The tenants' own evaluation of the duration of airing differed immensely from this result. The specific use of heating temperature in kWh/m² dwelling space was naturally lowest in the uninhabited flats. The highest result was about 200% above the measurements of these flats, in which - at a medium room temperature of 21,6°C - the temperature was kept at the same level by opening the windows while the radiators were in full action due to highest setting of the thermostat valves.

RESUME

V. Nikolic, L. Rouvel: L'aération des maisons d'habitation. Dans ce cadre de recherches il s'agissait de mesurer la consommation de chaleur et l'aération dans des appartements spécifiés. Les résultats nous indiquent les corrélatons entre cette consommation de chaleur l'aération. Quant aux objets de recherches, il s'agissait de 9 appartements dans un habitat berlinois, où des systèmes différents d'aération étaient installés. Deux appartements étaient en plus pourvus d'un système électrique d'aération. Comme points de repère, deux appartements sont restés inhabités. L'aération des chambres particulières, pendant toute la période de chauffage, durait en moyenne jusqu'à 15 heures par jour. La cotisation des durées d'aération faite par les locataires eux-mêmes divergeait largement des résultats des recherches. La consommation de chaleur spécifique en kWh/m² était minimum dans les appartements inhabités, où les fenêtres restaient fermées tout le temps. La valeur maximum était à 200% au-dessus de cette moyenne. Dans ce dernier cas la température moyenne de 21,6°C était maintenue par l'ouverture des fenêtres, les radiateurs étant tout le temps au maximum grâce au réglage par thermostats.

MESSTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN IN NEUEN WOHNUMGEN

Vergleich des Wärmebedarfs bei unterschiedlicher Lüftung

Vladimir Nikolic
Gesamthochschule Kassel

Lothar Rouvel
Technische Universität, München



In diesem Forschungsvorhaben waren Messungen hinsichtlich des Heizwärmeverbrauchs und Lüftungsverhaltens in einzelnen Wohnungen durchzuführen. Die Auswertungen wurden auf die Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Lüftungsverhalten und Heizwärmeverbräuchen abgestellt.

Messobjekte waren 9 Wohnungen in einem Gebäude der Neuen Heimat Berlin, in denen verschiedene Lüftungsvarianten realisiert wurden. Zwei Wohnungen waren zusätzlich mit einer elektrisch beheizten Zuluftanlage ausgerüstet. Zwei Wohnungen blieben als Vergleichswohnungen unbewohnt.

Die Wohnungen wurden mit insgesamt 340 Meßstellen ausgestattet. In den einzelnen Räumen wurden im wesentlichen die Heizwärmeverbräuche, Raumtemperaturen, Öffnungsdauern und -arten der Fenster und Türen, Betriebszeiten der Entlüftungsanlage von Küchen, Bädern und WCs, die Haushaltsstromverbräuche und die Gasverbräuche zum Kochen erfaßt. Daneben wurden die Heizwärmeverbräuche des gesamten Gebäudes und die meteorologischen Daten gemessen.

Bei der Gebäudeheizung zeigte sich, daß bei höheren Außentemperaturen durch zu hohe Vorlauftemperaturen zu viel Heizwärme angeboten wurde. Trotz Ausstattung der Heizkörper mit Thermostatventilen wurde das zu hohe Wärmeangebot abgenommen. Dies ist einerseits auf eine falsche Betätigung der Thermostatventile und andererseits auf unkontrollierte Wärmeabgabe über die in den Wohnungen nicht gedämmt auf Putz verlegten Heizrohre zurückzuführen. Die Wärmeabgabe durch Rohrleitungen wurde bei der Heizkörperdimensionierung nicht berücksichtigt.

Die Wohnungen sind mit Schallschutzfenstern ausgestattet, die besonders dicht schließen. Dadurch kann eine ausreichende Frischluftzufuhr nur durch Öffnen der Fenster sichergestellt werden. Die Fensterlüftungsdauern einzelner Räume reichten im Mittel über die gesamte Heizperiode bis zu 15 Stunden pro Tag. Die eigenen Einschätzungen der Lüftungsdauern durch die Mieter wichen von den Meßergebnissen erheblich ab.

Die Wohnungen haben unterschiedliche Temperaturniveaus. Die gemessenen Wohnungsmitteltemperaturen der gesamten Heizperiode reichten von 20,6° bis 23,4°C. Der spezifische Heizwärmeverbrauch in kWh/m² Wohnfläche war bei den unbewohnten Vergleichswohnungen, in denen die Fenster nicht geöffnet wurden, naturgemäß am niedrigsten. Der nächsthöhere Wert (40% über dem Wert der Vergleichswohnung) wurde in einer Wohnung erreicht, in der bewußt mit den Heizkörperthermostaten geregelt wurde.

ATC 1512
2127

Der höchste Wert lag um 200% über dem Wert der Vergleichswohnung. In dieser Wohnung wurde bei einer mittleren Raumtemperatur von 21,6°C die Temperaturhaltung durch Fensteröffnen bewerkstelligt, während die Heizkörper infolge höchster Einstellung der Thermostatventile voll in Betrieb waren.

Eine der beiden Wohnungen, wurde zusätzlich mit Zuluft versorgt. Bei Berücksichtigung des Stromverbrauchs der Zuluftanlage lag der gesamte Heizwärmeverbrauch sogar 250% über dem Verbrauch der Vergleichswohnung.

Untersuchung der Lüftungsarten

Fensterlüftung

Dabei wurde eine heute übliche Lüftung von Wohnungen untersucht. Es sollte ermittelt werden, ob durch diese traditionelle Lüftungsart im Wohnungsbau energetische Nachteile entstehen.

Lüftungstyp: Abluftanlagen

In Mehrgeschoßbauweise sind Abluftanlagen häufig notwendig bei innenliegenden Bädern und WCs. Da diese Anlage meist konstant betrieben werden, verursachen sie einen unnötigen Luftwechsel. Diese Maßnahme kann auch positive Auswirkung haben, da selbst bei geschlossenen Fenstern durch erzeugten Unterdruck noch eine ausreichende Durchlüftung der Wohnung vorhanden ist. Aus diesem Grunde kann bei dichten Fenstern ein zu langes Öffnen der Fenstern vermieden werden.

Nachteil der Abluftanlage ist, daß die warme Abluft ungenutzt ins Freie entweicht. Durch eine Wärmerückgewinnung zur Warmwasserbereitung und Sommerheizung können die Lüftungswärmeverluste gemindert werden.

Lüftungstyp: Zu- und Abluftanlagen

Bei einer solchen Anlage ist die Wärmerückgewinnung möglich, jedoch entsteht ein erheblicher Bau- und Kostenaufwand. Im Mehrfamilienhaus bietet sich eine zentrale oder dezentrale Anlage, die sinnvollerweise als Luftheizsystem vorgesehen werden sollte, an. Durch Undichtigkeiten der Außenhaut des Gebäudes oder durch unnötige Fensterlüftung kann der Nutzeffekt der Wärmerückgewinnung gemindert werden.

Die Akzeptanz von Lüftungsanlagen im Wohnungsbau durch die Bewohner muß noch untersucht werden. Da der Luftaustausch in den Wohnungen im bewohnten Zustand bei langfristigen Messungen nicht direkt bestimmt werden kann, müssen andere Meßgrößen und das Verhalten der Bewohner in Betracht gezogen werden.

Befragung der Bewohner über ihre Lüftungsgewohnheiten

Als Ergänzung zu den Messungen über die Lüftungsgewohnheiten wurde im Dezember 1982 eine Befragung der Bewohner durch Socialdata durchgeführt. Dabei sollten die Bewohner unter anderem ihr Lüftungsverhalten qualitativ und quantitativ beschreiben. Interessant ist, daß die meisten Bewohner ihre Lüftungsgewohnheit völlig falsch einschätzen. Nur in zwei Wohnungen ist tendenzmäßig eine Übereinstimmung zwischen den Angaben der Bewohner und den Meßergebnissen gegeben.

Eine statistische Auswertung war jedoch wegen der geringen Fallzahl nicht möglich. Beim Vergleich der Selbsteinschätzung und der gemessenen Lüftungsdauer drängt sich die Vermutung auf, daß die befragten Mieter unter Fensterlüften nur ein kurzzeitiges bewußtes Öffnen eines Fensters oder einer Loggiatür verstehen. Langzeitiges Kippen der Fenster wird dagegen nicht als Lüftungsmaßnahme empfunden.

Lüftungsmessungen

Zusammenfassend ist festzuhalten:

- o Bei geschlossenen Fenstern ging ein wesentlicher Luftstrom vom Treppenhaus durch die Diele zum Badezimmer, und nur kleinere Anteile wurden aus den Zimmern abgezogen. Die Wohnräume hatten Luftwechselraten von 0,08 bis 0,28 1/h.
- o Nur in der Diele wurde ein Luftwechsel von 1,13 bis 1,2 1/h erreicht. Da der gesamte Luftaustausch durch das Bad führt, ist hier der Luftwechsel mit 4,0 bzw. 5,65 1/h entsprechend hoch (entspricht den einschlägigen Vorschriften).
- o Die mit den zentralen Abluftventilatoren abgesaugte Luft kommt im wesentlichen nicht aus den Wohn- und Schlafräumen sondern aus dem Treppenhaus, obwohl die Eingangstüren bei den Vergleichswohnungen im Vergleich zu den anderen Wohnungen noch relativ dicht waren.
- o In Wohn- und Schlafzimmern ist bei geschlossenen Fenstern keine ausreichende Belüftung vorhanden, da die Fenster sehr dicht sind.
- o Eine ausreichende Frischluftzufuhr kann nur durch Öffnen der Fenster sichergestellt werden.
- o Wird ein Fenster gekippt, so erhöht sich die Luftwechselrate in dem Wohnraum auf etwa 1 bis 2 1/h, in den kleineren Zimmern werden auch höhere Werte erreicht.

Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Wohnungen mit Querlüftungsmöglichkeiten

Wohnung 2L:

Sehr sparsames Heizen durch bewußtes Reduzieren der Raumtemperaturen, d.h. durch gezieltes Benutzen der Thermostatventile. Sinnvolles Lüften, meistens nur Ankippen des Küchenfensters, wodurch indirekt auch der Wohnraum mitbelüftet wurde. Keine Querlüftung, da Fenster in den Schlafräumen weitgehend geschlossen blieben. Bedarfsgesteuerter Fortluftautomat in Bad/WC sicherte geringe Grundlüftung über Abluftanlage. Sehr geringer Heizwärmeverbrauch, der nur geringfügig über dem Verbrauch der entsprechenden Vergleichswohnung liegt.

Wohnung 4L:

Langes Lüften im Wohnzimmer trotz Verkehrslärmes, während auf der relativ ruhigen Hofseite die Fenster nur sehr selten geöffnet wurden, sehr hoher Heizwärmeverbrauch. Wahrscheinlich findet eine Querlüftung über die undichten Fenster an der Hofseite (Fugendichtungen herausgenommen) statt. In der zweiten Heizperiode soll überprüft werden, ob diese Vermutung richtig ist. Zu diesem Zweck wurden die Dichtungen im Oktober 1983 wieder eingebaut.

Wohnung 5L:

Betrieb der Heizkörper meistens mit Höchststufe des Thermostatventils. Langes Querlüften wurde auch bei Betrieb der Zuluftanlage (Luftwechselrate 0,8 l/h) beibehalten. Fenster blieben auch geöffnet wenn die Räume nicht genutzt wurden. Sehr hohe Raumtemperaturen, die nur dann absanken, wenn durch extreme Querlüftung die eigentlich zu hohe Heizleistung nicht mehr ausreichte. Trotz hoher Raumtemperaturen Klagen über eine "zu kalte Wohnung". Der Betrieb der Zuluftanlage hat das Lüftungsverhalten der Bewohner nicht geändert.

Wohnung 6L:

Die Heizkörperventile dienen hauptsächlich zum Ein-/Ausschalten der Heizkörper, was zu einem relativ sparsamen Heizen führte. Lüften hauptsächlich im Wohnzimmer mit wenig Querlüftung. In Zimmer 1 bleibt die Heizung langfristig abgeschaltet, obwohl das Fenster in diesem Raum gekippt war. Wenig Grundluftumsatz durch Entlüftung, da die Wohnung eine Bedarfsentlüftung in Bad und WC (über Lichtschalter gesteuert) hat.

Wohnungen ohne Querlüftungsmöglichkeiten

Wohnung 4M:

Sehr starkes und intensives Lüften durch Öffnen der Glastüren in Wohn- und Schlafzimmer (durchschnittlich fast vier Stunden pro Tag). Daher hoher Heizwärmeverbrauch. Nur bei sehr tiefen Außentemperaturen blieben die Glastüren geschlossen.

Wohnung 5M:

Sehr langes Lüften. Ein Fenster war fast immer angekippt, auch wenn der Raum nicht benutzt wurde. Nur während der Nutzungszeiten der Räume (Wohnzimmer abends, Schlafzimmer nachts) werden die Kippfenster geschlossen. Daraus resultiert, daß im Schlafräum nachts trotz Nachtabsenkung der Heizung höhere Temperaturen herrschten als tagsüber. Relativ hoher Heizwärmeverbrauch.

Wohnung 6M:

Sehr sparsames Heizen durch gezieltes Reduzieren der Raumtemperaturen über Heizkörperthermostatventile. Sehr sparsames Lüften auch in Zeitbereichen, in denen die Lüftungsanlage nicht in Betrieb war. Niedriger Heizwärmeverbrauch. Die Zuluftanlage hat das Lüftungsverhalten der Bewohner nicht signifikant geändert.

Aus diesen Kurzcharakteristiken läßt sich folgende Tendenz ableiten:

- o Für den Heizwärmeverbrauch ist nicht von ausschlaggebender Bedeutung, wie lange die Fenster angekippt bzw. geöffnet sind. Vielmehr schlägt die Länge der Querlüftungszeiten durch entsprechend geöffnete Fenster an beiden Gebäudefronten bzw. undichte Fensterfugen zu Buche.
- o Eine ähnliche Wirkung kann aber auch ohne Querlüftung bei entsprechend großflächigen Öffnungen z.B. über die Glastüren nach außen erreicht werden.
- o Zusätzlich ist von Bedeutung, wieviel und wie lange Luft über eine Entlüftungsanlage für Bad und WC aus der Wohnung abgesaugt wird.
- o Durch ungünstiges Lüften hat sich in den davon betroffenen Wohnungen der Heizwärmeverbrauch gegenüber den Wohnungen in denen sinnvoll gelüftet wurde verdoppelt.

Einfluß der Lüftungsanlage

In den Wohnungen, die an die Zuluftanlage angeschlossen wurden (5L und 6M), wirkte sich deren Betrieb nicht auf die Lüftungsgewohnheiten der Mieter aus. In der Wohnung 6M wurde ohne Lüftungsanlage bereits sehr wenig gelüftet, während in der Wohnung 5L das relativ lange Querlüften auch nach Inbetriebnahme der Zuluftanlage beibehalten wurde. Die Mieter waren über die Inbetriebnahme informiert.

Die Zuluftanlage wurde von den Mietern der Wohnung 5L zunächst als negativ empfunden und nach kurzer Betriebszeit durch Verstopfen der Ventile blockiert. Erst nach eingehender Erläuterung und dem meßtechnischen Nachweis, daß die Zuluft nicht unter Raumtemperatur eingeblasen wird, wurde die Anlage geduldet.

Um einen Überblick über die tageszeitlichen Veränderungen des Fensterlüftens in den untersuchten Räumen zu bekommen sind die mittleren stündlichen Fensteröffnungszeiten über den Tag für alle untersuchten Räume aufgezeichnet worden. Dabei wurde weiterhin unterschieden nach Jahreszeiten, da sich hierbei erwartungsgemäß zum Teil erhebliche Veränderungen ergeben. Zusätzlich zu den Mittelwerten der stündlichen Öffnungszeiten ist auch die Standardabweichung um den Mittelwert mit angegeben, um aufzuzeigen, inwieweit die Einzelwerte streuen.