



Lüftung in sanierten Mehrfamilienhäusern

Vergleichende Untersuchung mit Messungen zur Akzeptanz und zur Wirkungsweise von Fenster- und Komfortlüftungen in acht Siedlungen mit 616 Wohnungen

Lüftung in Mehrfamilienhäusern: die Resultate

Messresultate bestätigen Umfragen

Grosse Unterschiede in der Luftqualität zeigen CO₂-Messungen in Bauten mit und ohne Komfortlüftung. Die Grafik 1 dokumentiert die Mittelwerte über 24 Stunden von 19 Wohnungen. Der Verlauf des CO₂-Gehaltes der Luft ist in Räumen mit Komfortlüftung weitgehend unabhängig von der Belegung und damit innerhalb der von den Empfehlungen und Richtlinien definierten Werten. (Die EN-Normen empfehlen 1000 ppm.) Just dies ist in Schlafzimmern ohne Komfortlüftung und mit geschlossenem Fenster absolut nicht gegeben.

Besonders ausgeprägt ist der hohe CO₂-Gehalt der Luft in den frühmorgendlichen Stunden. Noch drastischer sind die Unterschiede in einer Häufigkeitsverteilung aller gemessenen CO₂-Pegel (Grafik 2). In Wohnungen mit Komfortlüftungen liegen zwischen 22 Uhr und 6 Uhr lediglich 1 % der CO₂-Messwerte über 1500 ppm. In Wohnungen ohne Lüftung und geschlossenen Fenstern liegen 25 % der Werte über dieser Limite. In diesen Räumen lag der maximale Messwert des CO₂-Gehaltes bei 3180 ppm. Unter 1500 ppm liegen erwartungsgemäss die CO₂-Messwerte in Räumen mit offenem Fenster.

Einschätzung von Bewohnern

Erfahrungen zeigen: Die Bewohner der untersuchten Siedlungen sind mit der Qualität der Raumluft in ihren Wohnungen zufrieden. Auf den ersten Blick überraschend ist dabei, dass diese positive Einschätzung weitgehend unabhängig von der Lüftungsart erfolgt. Unterschiedlich bewerten die Bewohner aber die Feuchte der Raumluft. Bewohner von Wohnungen mit Komfortlüftung beurteilen die Feuchte tiefer als jene in Wohnungen mit (reiner) Fensterlüftung. Diese Umfrageergebnisse stehen im Widerspruch zu den effektiven Messwerten. Signifikante Unterschiede aufgrund des Lüftungsregimes sind beim Feuchtegehalt der Luft nämlich nicht auszumachen. Fazit: Der physikalisch-messtechnische Befund ist das eine, die subjektive Einschätzung durch Bewohner ist das andere!

Stichwort: CO₂-Messung

CO₂ gilt als Leitgrösse zur Bestimmung der Luftqualität in Innenräumen. Dieses Gas ist ein Stoffwechselprodukt, das Menschen und Tiere ständig ausatmen. Es ist geruchlos und nicht giftig – sein MAK-Wert liegt bei 5000 ppm. Der europäische Normenentwurf prEN 14788 definiert als oberen Wert 800 ppm bis 1000 ppm, ein CO₂-Gehalt von 1200 ppm bis 1500 ppm führt erfahrungsgemäss zu Reklamationen.

Gründe für die Komfortlüftung

Subjektivität in der Bewertung von Komfortlüftungen ist auch in den Antworten auf die Frage nach der Motivation für die Komfortlüftung erkennbar. Während die beiden erst genannten Punkte – Luftqualität und Energieeinsparung – durch Messergebnisse bestätigt werden, ist der (ebenfalls genannte) Kühleffekt kaum relevant und durch Bewohner jedenfalls nicht feststellbar.

Lüftungswärmeverluste

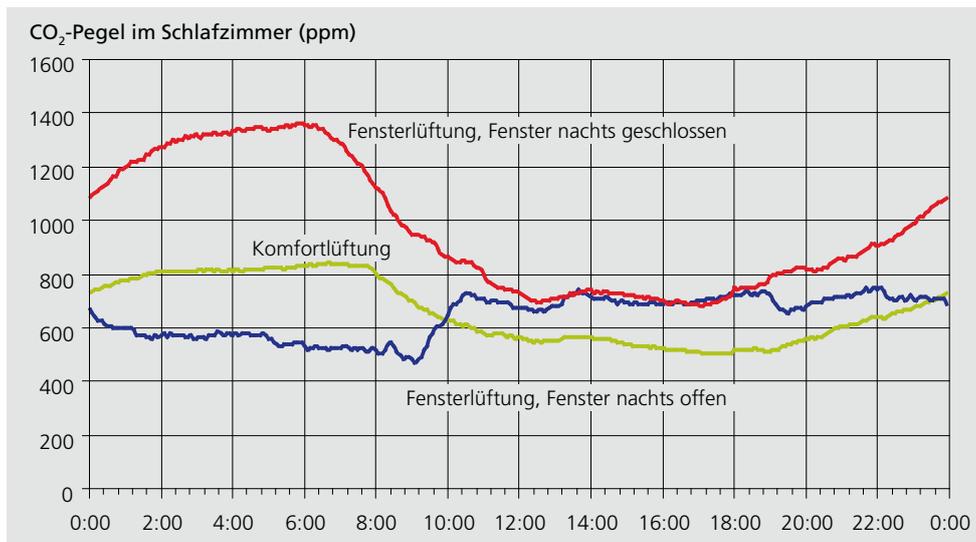
Bei Abwägung zwischen Fenster- oder Komfortlüftung liefern die CO₂-Messwerte das stärkste Argument. Denn die an sich gute Luftqualität in Räumen mit nachts ständig offenem Fenster wird mit einem unverhältnismässig hohen Wärmeverlust erkaufte. Der Lüftungswärmeverlust ist in fensterbelüfteten Räumen bis zu einem Faktor 15 grösser als in Schlafzimmern mit Komfortlüftung.

Offene Fenster – Umfrage und Realität

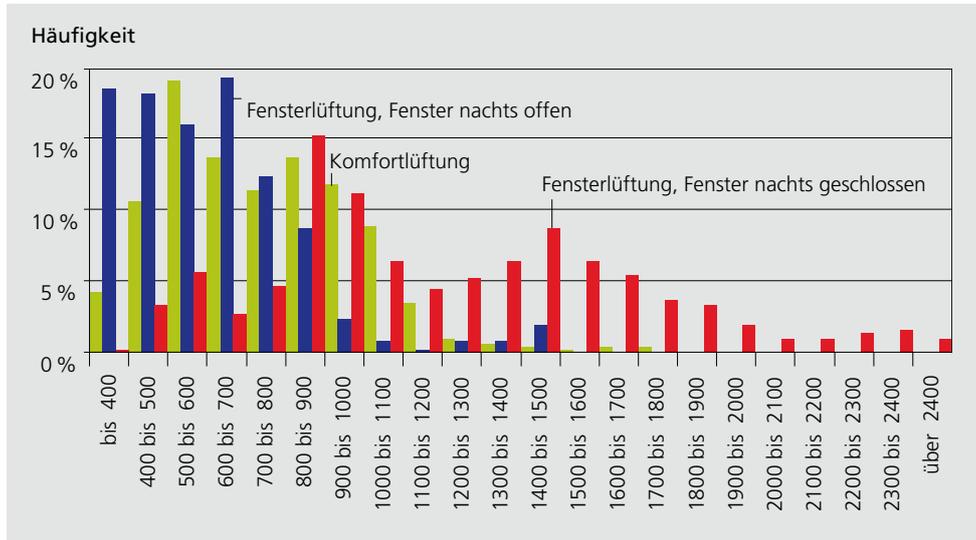
Rund 40 % der Bewohner schlafen nach eigenen Aussagen mit nachts offenem Fenster. In der Umfrage gibt es zwischen Wohnungen mit und ohne Komfortlüftung keine signifikanten Unterschiede im Anteil der offenen Fenster. Ein anderes Bild zeigen Infrarot-Aufnahmen (Grafik 3), die zur Plausibilisierung der Untersuchungsergebnisse 12 Monate nach der Umfrage die Fenster-

Zum Fenster hinaus

Viele Messwerte in Schlafzimmern mit nachts offenem Fenster liegen um 20 °C. Wirklich kühle Schlafzimmer sind kaum dokumentiert. Die überraschend hohen Raumlufttemperaturen sind auf die – zumeist unter dem Fenster platzierten – Radiatoren zurückzuführen. Aufgrund Kaltluftabfalls öffnen die Thermostatventile vollständig. Die Heizungen verfügen offensichtlich über Leistungsreserven!



Grafik 1: Tagesverlauf der CO₂-Pegel für Komfort- und für Fensterlüftung mit unterschiedlichem Lüftungsregime; Mittelwerte über die Messdauer und über die Objekte. (12 Objekte mit Komfortlüftung; 2 Objekte mit Fensterlüftung – Fenster in der Nacht offen; 5 Objekte mit Fensterlüftung – Fenster in der Nacht geschlossen.)



Grafik 2: Häufigkeitsverteilung der gemessenen CO₂-Pegel (Stundenwerte) während der Messperiode, jeweils zwischen 22 Uhr und 6 Uhr in den Schlafzimmern (ppm).

Die Umfrage und die Infrarot-Aufnahmen sind zwei völlig verschiedene Untersuchungsmethoden, deren Ergebnisse sind naturgemäss auch nur bedingt vergleichbar. Immerhin zeigen die Aufnahmen, dass die Umfragen ein subjektives Bild der effektiven Situation vermitteln.

position visualisieren. (Jeweils bei vergleichbaren winterlichen Klimaverhältnissen.) Nur noch 20 % der Fenster sind nachts offen, in der Umfrage waren es 40 %. Signifikant ist auch die Abhängigkeit des Anteils geöffneter Fenster vom Lüftungsregime: In Bauten mit Komfortlüftung sind 9 % bis 24 % der Fenster nachts geöffnet, in Häusern ohne diese Installationen sind 25 % bis 40 % der Fenster nachts offen.

Fensterlüftung vom Standort abhängig

Im Lüftungsregime der Bewohner ist Systematik nur teilweise erkennbar. Dazu passt das Umfrageergebnis, dass Wohnungen mit reiner Fensterlüftung zweimal täglich, jene mit Komfortlüftung einmal pro Tag gelü-

tet werden. Eine Komfortlüftung garantiert – ohne jede zusätzliche Fensterlüftung – sehr gute Luftqualität, wie die Messwerte belegen. Offene Fenster sollten allenfalls dem Aussenkontakt und nicht der Lüfterneuerung dienen. Plausibel ist dagegen das Umfrageergebnis, dass Art und Häufigkeit der Lüfterneuerung vom Standort abhängig sind. Je tiefer die Schallpegel und die Schadstoffbelastung im Aussenraum sind, desto häufiger wird über Fenster belüftet, und zwar unabhängig davon, ob eine mechanische Lüftung installiert ist oder nicht.

Geräusche – von aussen und von innen

Die Bewohner fühlen sich durch Geräusche der Komfortlüftungen nicht gestört. Eine Ausnahme bildet die Siedlung Wasserschöpi, ein Umfrageergebnis, das mit den Messungen übereinstimmt. In der gleichen Siedlung stören die Bewohner auch Geräusche aus den Nachbarwohnungen sowie des Verkehrs. Die immer wieder gehörte Einschätzung, wonach in Wohnungen mit Komfortlüftungen und geschlossenen Fenstern – aufgrund des Schallschutzes nach aussen – die internen Geräusche von Bewohnern subjektiv stärker gewichtet werden, lässt sich mit der Umfrage nicht bestätigen.

Mängel in der Planung und in der Ausführung

In Wohn- und Schlafzimmern geben die Schallpegel zu keinerlei Beanstandungen Anlass. Leider lässt sich der Befund nicht auf alle Qualitätskriterien für Komfortlüftungen übertragen. Es sind vor allem drei Arten von Mängeln feststellbar:

- Der Schallpegel in den Nasszellen ist in einigen Wohnungen zu hoch – er liegt um 40 dB (A), in einigen Fällen gar um 50 dB (A). Der im Vergleich zu einer Zuluftöffnung wesentlich höhere Luftdurchsatz in Abluftauslässen im Bad und in der

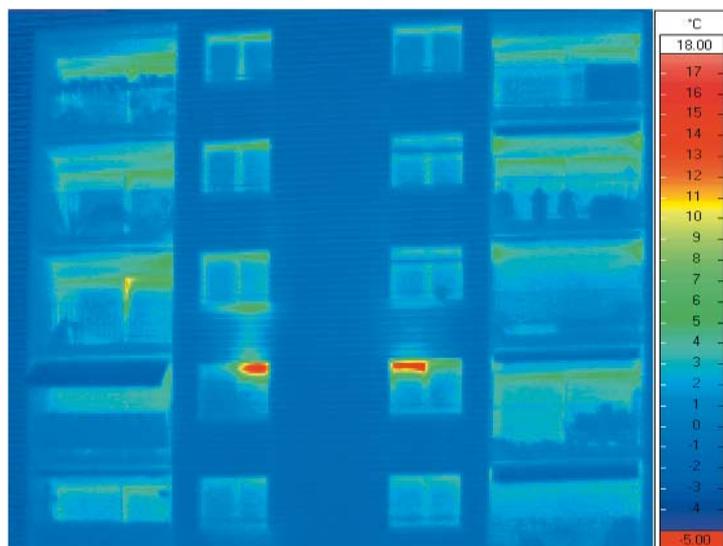
(fallweise) offenen Küche erzeugt einen Trompeten-Effekt und damit Störungen.

- Einige Wohnungen weisen eine zu grosse Differenz zwischen Zu- und Abluftvolumenstrom aus. In einer Wohnung lag der Zuluftvolumenstrom mit 180 m³/h um 56 % über dem Abluftvolumenstrom von 115 m³/h. Ganz offenkundig ist der unverzichtbare Abgleich der Volumenströme nicht in allen Anlagen erfolgt.

- Die Standorte der Aussenluftfassung und des Fortluftauslasses ist in einigen Siedlungen nicht optimal. Je nach Wetterlage und Windverhältnissen kann es zu Kurzschlüssen und damit zu Geruchsübertragungen zwischen den beiden Öffnungen kommen.

Abluftsystem als Alternative?

Reine Abluftsysteme sind kein gleichwertiger Ersatz von Komfortlüftungen, wie die Untersuchung zeigt. Teilweise führen die Druckunterschiede zu einer Geruchsbelästigung und damit zu einer inakzeptablen Beeinträchtigung der Wohnqualität. Zudem lässt sich mit einer Abluftanlage keine Wärme zurückgewinnen. Insofern lässt sich die Forderung einer von Fenstern unabhängigen und komfortablen Lüfterneuerung nur mit einer Komfortlüftung erfüllen.



Grafik 3: Zur Plausibilisierung der Untersuchungsergebnisse dienten Infrarot-Aufnahmen: Tatsächlich waren zum Zeitpunkt der Aufnahmen deutlich weniger Fenster offen, als dies die Umfrage ergab.

Das Wichtigste in Kürze

- Die Siedlungen wurden zwischen 2000 und 2004 umfassend saniert, bei einem Objekt erfolgte die Erneuerung 1991.
- 29 % der gesamten Wohnfläche von 46 000 m² werden über Komfortlüftungen versorgt. 71 % werden nur über Fenster belüftet.
- Messresultate belegen eine sehr gute Luftqualität in Wohnungen mit Komfortlüftungen. Gleich gut ist die Qualität in Wohnungen ohne Komfortlüftung und nachts ständig offenem Fenster. Deutlich höhere CO₂-Werte – bis 3180 ppm – wurden in Wohnungen mit geschlossenem Fenster und ohne Komfortlüftung konstatiert.
- Die Bewohner sind mit der Raumluftqualität zufrieden, unabhängig von der Art der Lüftung.
- Die gute Luftqualität in Wohnungen mit nachts ständig offenem Fenster wird durch einen um den Faktor 15 höheren Lüftungswärmeverlust – im Vergleich zu Räumen mit Komfortlüftung – erkauft.
- Geräusche von Komfortlüftungen bewerten die Bewohner nicht als störend. Dies belegen auch Messungen. Zu hohe Schallpegel sind dagegen in Bädern und in Küchen festzustellen.
- Weitere rapportierte Mängel weisen zudem auf Fehler in der Planung und in der Ausführung von Komfortlüftungen hin. Dazu gehört der fehlende Abgleich der Luftvolumenströme von Zu- und Abluft.



Die Bewohner und Bewohnerinnen zeigen sich mit der Komfortlüftung ebenso zufrieden wie mit der (reinen) Fensterlüftung. Der wesentliche Unterschied liegt in der Energieeffizienz: Räume mit Fensterlüftung haben um den Faktor 15 höhere Lüftungswärmeverluste als jene mit Komfortlüftung.

Quelle

Untersuchung zur Lüftung von sanierten Mehrfamilienhäusern. Dezember, 2005. Basler + Hofmann Ingenieure und Planer, 8032 Zürich, und Hochschule für Technik + Architektur Luzern (HTA), 6048 Horw. In der Begleitgruppe der Untersuchung waren ausserdem der Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich, die Bundesämter für Gesundheitswesen, für Wohnungswesen und für Energie sowie Hersteller von Komfortlüftungen vertreten.

Herausgeber dieser Broschüre

AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Amt für Hochbauten der Stadt Zürich
Infrarot-Aufnahme: QC-Expert AG, Hans Bertschinger, 8600 Dübendorf
Juni 2006

Bezug von Studie und Broschüre

www.energie.zh.ch
www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen

Die untersuchten Siedlungen



Glaubten II
Heiligfeld III
Wasserschöpfli
Unteraffoltern II
«Kopfteil»

Siedlung	Anzahl Wohnungen	Gesamte Wohnfläche	in %	Lüftungsart	Wohnungsstandard
Glaubten II	38	3548 m ²	7,7 %		hoch
Heiligfeld III	56	4399 m ²	9,6 %	Komfort-	einfach
Wasserschöpfli	11	1130 m ²	2,5 %	lüftung zentral	hoch
Unteraffoltern II «Kopfteil»	38	3240 m ²	7,0 %	26,7 %	einfach
Seefeld	8	820 m ²	1,8 %	KL dezentral	mittel
Unteraffoltern II «Körperteil»	200	11620 m ²	25,2 %	Fensterlüftung	einfach
Heumatt	84	6432 m ²	14,0 %	und Abluft Bad	mittel
Furttal	181	14875 m ²	32,3 %	71,5 %	hoch
Total	616	46064 m²	100 %		

KL: Komfortlüftung



Seefeld
Unteraffoltern II
«Körperteil»
Heumatt
Furttal

Die Untersuchung «Lüftung in sanierten Mehrfamilienhäusern» ermöglicht mit über 600 Wohnungen eine für die Schweiz seltene Breite an verfügbarem Daten- und Umfragematerial. Erstmals konnten acht, in den Jahren 1991 sowie 2000 bis 2004 umfassend sanierte Siedlungen untersucht werden. Im Zentrum standen die Meinungen der Bewohner über den Komfort, das Lüftungsregime in den Wohnungen sowie Messungen der Luftqualität. Im Zuge der Arbeit konnten auch Unzulänglichkeiten in der Planung und Ausführung der Lüftungsanlagen erkannt und dokumentiert werden.

28,5 % der bewohnten Fläche sind mit einer Komfortlüftung ausgerüstet. Das sind 13128 m² Wohnfläche. Ähnlich ist das Verhältnis bei der Bewohnerschaft: Knapp zwei Drittel der Befragten wohnen in Bauten mit reiner Fensterlüftung, also ohne Installationen zur Komfortlüftung. In diesen Wohnungen sind aber Abluftanlagen installiert.

Richtlinien des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich zur Planung und zur Installation von Lüftungsanlagen dienen der Qualitätssicherung. Sie sind unter www.stadt-zuerich.ch/internet/hbd/home/beraten/fachstellen/energie_gebaeudetechnik.htm verfügbar.

Die Siedlungen decken ein breites Spektrum bezüglich Grösse und Lage, Lärm- und Schadstoffbelastung sowie Wohnungsstandard ab. Beispiel: Das Mehrfamilienhaus im relativ lauten Seefeld umfasst acht Wohnungen, der «Körperteil» der Siedlung Unteraffoltern im gleichnamigen, ruhigen Quartier hat 200 Wohnungen.

Umfrage: Von den 616 versandten Fragebogen kamen 321 oder 51 % zurück. Über alle Siedlungen gemittelt sind 30 % der Bewohner fremdsprachig.

Für die Stadt Zürich als Eigentümerin der Siedlungen waren die üblichen Vorteile von Komfortlüftungen Grund für die Installation derartiger Anlagen. Dazu gehören Schallschutz, Energieeinsparung und Verhinderung von Bauschäden (vor allem bei Bauten mit ungenügender Wärmedämmung). Andere Lüftungseinrichtungen kommen jeweils zum Einsatz, um einen minimalen Luftwechsel zu gewährleisten. Zwar wurden über die realisierten Anlagen immer wieder Mängel gemeldet, aber eine systematische Bewertung fehlte. Als Entscheidungsgrundlage sind diese Informationen deshalb besonders wertvoll.