

**Es werde Luft!**  
Zum Bedarf an Luftschaltern im Wohnungsbau

Veröffentlichung in:  
db – deutsche bauzeitung  
voraussichtlich Dezember 2003  
Konradin-Medien GmbH, Leinefelden-Echterdingen

Hausladen + Meyer GbR

Sickingenstraße 10  
D-34117 Kassel

Fon: (0561) 310 968 40

Fax: (0561) 310 968 39

Mail [info@ib-bauklimatik.de](mailto:info@ib-bauklimatik.de)

## **Es werde Luft!**

Zum Bedarf an Luftschaltern im Wohnungsbau

Christoph Meyer<sup>1)</sup>, Jan Kaiser<sup>2)</sup>, Jens Oppermann<sup>1)</sup>, Andreas Wimmer<sup>2)</sup>

Licht und Luft sind Elemente, die der Mensch unbestreitbar in seinen Wohnräumen braucht. Genau so wenig umstritten ist die Notwendigkeit, diese Elemente mit möglichst geringem technischem und energetischem Aufwand zur Verfügung zu stellen. Aber hat man je versucht, die Elektroinstallation in Wohnungen zu vereinfachen, indem man in jedem Wohnraum eine 15 W Birne installiert, auf raumweise Lichtschalter verzichtet und statt dessen einen einzigen Dimmer an zentraler Stelle vorsieht? Und würde man ernsthaft erwarten, damit bei gleichbleibender Nutzerakzeptanz Energie einzusparen? Wohl kaum. Tatsächlich kommt dieses Szenario dem Konzept der heute üblichen, zentralen Wohnungslüftungsanlagen aber sehr nahe. Nur dass dort eben nicht Licht, sondern Luft zur Verfügung gestellt werden soll.

Im Falle der reduzierten Elektroinstallation könnte eine Energieeinsparung vielleicht sogar erreicht werden. Schließlich braucht man elektrisches Licht weder tagsüber noch nachts, nachdem auch der letzte Bewohner zu Bett gegangen ist. Über die zu erwartende Nutzerakzeptanz darf man sich aber sicher keinen Illusionen hingeben.

Luft dagegen braucht man rund um die Uhr. Allerdings nutzt sie in dem Raum, in dem man sich gerade aufhält, nur wenig, wenn sie über die gesamte Wohnung verteilt zugeführt wird. Genau so wenig, wie ein beleuchtetes Schlafzimmer hilft, wenn man im Wohnzimmer Zeitung lesen möchte. Daher ist die Notwendigkeit von raumweisen Lichtschaltern allgemein anerkannt. Einen entsprechenden „Luftschalter“ sucht man bei zentralen Wohnungslüftungsanlagen heutiger Bauart aber vergeblich.

### Hygienische Notwendigkeit und energetischer Nutzen von Wohnungslüftungsanlagen

Nachdem es gelungen war, die Transmissionswärmeverluste energieeffizienter Wohngebäude so weit zu reduzieren, dass weitere Verbesserungen mit vertretbarem Aufwand kaum noch erreichbar schienen, mussten für eine weitere Verringerung des Heizwärmebedarfs auch die Lüftungswärmeverluste angegangen werden. Dazu sollte der Luftwechsel auf das hygienisch notwendige Maß beschränkt werden, was mit dem nicht kontrollierbaren Luftaustausch durch Gebäudefugen und der schwer dosierbaren Fensterlüftung nicht möglich schien. Also wurden die Gebäude dichter, während die aus hygienischen Gründen und zur Vermeidung von Feuchteschäden notwendige Frischluftzufuhr durch Lüftungsanlagen sichergestellt werden sollte. Zusätzlich eröffnete sich damit die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung aus der Abluft, womit weitere Energieeinsparpotentiale nutzbar wurden.

### Theorie und Praxis

Rechnerisch lässt sich die Wirksamkeit dieser Maßnahmen leicht nachweisen, die mit der WSchV '95 erstmalig den Sprung in die deutsche Baugesetzgebung schafften. In der Praxis sind die Resultate leider weniger eindeutig. Energetische Vorteile von Wohnungslüftungsanlagen - mit oder ohne Wärmerückgewinnung - gegenüber reiner Fensterlüftung, ließen sich bisher in Feldmessungen selten zweifelsfrei belegen (s. *Tabelle 1*).

---

<sup>1)</sup> Ingenieurbüro für Bauklimatik Hausladen + Meyer, Kassel

<sup>2)</sup> Fachgebiet Technische Gebäudeausrüstung, Universität Kassel

## Ursachenforschung

In der anfänglichen Ratlosigkeit schienen die Schuldigen für die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis schnell gefunden: Die Gebäudenutzer kommen mit der neuen Technik in ihren Häusern nicht zurecht, sie bedienen die Anlagen nicht korrekt und passen ihr Fensterlüftungsverhalten den geänderten Randbedingungen nicht an, wurde vermutet.

Ganz falsch ist dieser Schluss nicht, wie verschiedene Untersuchungen zeigen. So ergab eine Umfrage in mehr als 10.000 französischen Haushalten, dass sich die Fensterlüftungsgewohnheiten in Wohnungen mit und ohne Lüftungsanlage praktisch nicht unterscheiden [1]. Von beiden Gruppen gaben je ca. 72% an, regelmäßig über Fenster zu lüften.

Wie die Auswertung von Messungen in 67 Niedrigenergiewohneinheiten [2] zeigte, unterscheidet sich auch die jeweilige Lüftungsdauer nicht so deutlich, wie für eine gravierende Senkung der Wärmeverluste wünschenswert wäre. Die mittlere Fensteröffnungsdauer ist in Wohnungen mit Lüftungsanlage während der Heizperiode um nur sechs Minuten pro Stunde kürzer, als ohne Lüftungsanlage. Nach der gleichen Untersuchung verkürzt sich die mittlere Fensterlüftungsdauer bei Außentemperaturen unter 0°C durch die Lüftungsanlage um lediglich ca. 20% (s. *Abbildung 1*).

Aber ist es wirklich möglich, dass sich jemand für erhebliche Kosten eine Wohnungslüftungsanlage installieren lässt, und sich dann nicht mit dieser Technik auseinandersetzt und sie zu bedienen lernt? Das scheint wenig plausibel, auch wenn es im Mietwohnungsbau Ausnahmen geben mag. Ist es statt dessen nicht wahrscheinlicher, dass die Anlagen berechnete Bedürfnisse der Nutzer nicht befriedigen, und deshalb mehr über Fenster gelüftet werden muss, als ursprünglich erwartet?

## Eine Fehleinschätzung und ihre Folgen

Nehmen wir an, eine vierköpfige Familie bewohnt eine 120 m<sup>2</sup> große 4 ZKB-Wohnung mit einem Luftvolumen von 300 m<sup>3</sup>. Pro Kopf werden zur Erhaltung hygienisch einwandfreier Luftqualität ca. 30 m<sup>3</sup> Frischluft pro Stunde benötigt, insgesamt also 120 m<sup>3</sup>/h.

Die zentrale Wohnungslüftungsanlage fördert mit 150 m<sup>3</sup>/h sogar mehr, als die Bewohner insgesamt brauchen. Bezogen auf den gesamten Luftraum der Wohnung entspricht das einem Luftwechsel von 0,5 h<sup>-1</sup>, was eine deutliche Reduzierung gegenüber des bisher bei reiner Fensterlüftung angenommenen Mittelwertes von 0,8 h<sup>-1</sup> (nach WSchV '95) bedeuten würde.

Das ist in groben Zügen die Rechnung, mit der die Effizienz der mechanischen Wohnungslüftung üblicherweise belegt werden soll. Dabei ist zunächst fraglich, ob der mittlere Luftwechsel für fenstergelüftete Wohnungen bei der heute üblichen Belegungsdichte nicht grundsätzlich zu hoch angesetzt ist. Laut Statistischem Bundesamt stehen jedem Bundesbürger 39,3 m<sup>2</sup> Wohnfläche (gesamtdeutscher Mittelwert, Stand 1998), und damit rund 100 m<sup>3</sup> Luftvolumen zur Verfügung. Rechnerisch wäre ein Luftwechsel von ca. 0,3 h<sup>-1</sup>, und das nur während der Anwesenheit in der Wohnung, also ausreichend.

Aber auch sonst liegt dieser Rechnung eine einfache, aber folgenschwere Fehleinschätzung zugrunde: Unsere Beispielfamilie verteilt ihre Anwesenheit nicht so auf die einzelnen Räume, wie das die zugeteilten Luftmengen vorgeben wollen. Der Einfluss auf das Lüftungsverhalten scheint wesentlich größer als erwartet. Nachvollziehbar wird das bei einer raumweisen Betrachtung, statt des pauschalen Ansatzes, der das gesamte Luftvolumen der Wohnung als Ganzes betrachtet.

Unsere Beispielwohnung hat vier typische Zulufräume, nämlich Wohnzimmer, Elternschlafzimmer und zwei Kinderzimmer. Dem Wohnzimmer, als gemeinschaftlich genutztem Raum, werden 60 m<sup>3</sup>/h zugeführt, den Schlaf- und Kinderzimmern je 30 m<sup>3</sup>/h. Die Luftzufuhr im Wohnzimmer reicht also für zwei Personen, in allen übrigen Zulufräumen für je eine.

Halten sich mehr Personen in einem Raum auf, zum Beispiel wenn sich die ganze Familie im Wohnzimmer versammelt, wird sich die Luftqualität dort zunehmend verschlechtern. Die Lüftungsanlage verzögert das zwar, kann es aber nicht verhindern. Die Folge ist, dass, wenn auch in geringerem Maß, nach wie vor über Fenster gelüftet werden muss.

Selbst wenn sich die Fensterlüftung im Wohnzimmer genau auf die momentan dort fehlenden  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  dosieren ließe, würden in der gesamten Wohnung jetzt  $210 \text{ m}^3/\text{h}$  ausgetauscht (Luftwechsel insgesamt:  $0,7 \text{ h}^{-1}$ ), da sich mechanische und Fensterlüftung addieren. Damit schrumpft die rechnerische Einsparung gegenüber reiner Fensterlüftung bereits erheblich. In der Regel ist der zusätzliche Luftaustausch durch offene Fenster aber wesentlich größer. In der geschilderten Situation ist daher nicht mit einer Einsparung, sondern mit einem momentanen Mehrverbrauch zu rechnen, der durch eine Wärmerückgewinnung allerdings teilweise wieder ausgeglichen werden kann.

Dieses eine geöffnete Fenster alleine reicht also schon, um die energetische Effizienz der Lüftungsanlage in Frage zu stellen. Bei Anlagen mit dezentraler Zuluft ist das unter Umständen aber erst der Anfang einer Kettenreaktion. Da Luft bevorzugt auf dem Weg des geringsten Widerstandes ins Gebäude strömt, wird jetzt der Löwenanteil der Zuluft durch das Wohnzimmer angesaugt. Während dort ein viel zu großer Luftwechsel entsteht, werden die anderen Räume von der Frischluftzufuhr nahezu abgeschnitten. Zieht sich dann eines der Familienmitglieder aus dem Wohnzimmer in sein eigenes Zimmer zurück, ist es hier früher oder später also auch auf Fensterlüftung angewiesen.

Die beschriebene Situation ist kein Extremfall. Wie *Abbildung 2* zeigt, entstehen ähnliche Verhältnisse nachweislich regelmäßig nachts, wenn das Elternschlafzimmer mit zwei Personen belegt ist, die Zuluftmenge dort aber nur für eine ausreicht. Dementsprechend hoch ist dort der Fensterlüftungsanteil (*Abbildung 3*).

Die Folgen werden in der Realität entschärft, wenn beispielsweise Zimmertüren offen stehen, und dadurch in angrenzende Räume gelüftet wird. Trotzdem hilft unser Beispiel, die Kernaussagen der zuvor genannten Umfrage- und Forschungsergebnisse grundsätzlich nachzuvollziehen: In den beiden genutzten Räumen unserer Beispielwohnung wird, wenn auch zeitverzögert, genau so über Fenster gelüftet, wie man es ohne Lüftungsanlage tun würde. Die Lüftungsanlage selbst läuft dabei kontinuierlich weiter, und verursacht einen zusätzlichen Luftwechsel, der sich zur Fensterlüftung addiert. Durch eine Wärmerückgewinnung lässt sich der energetische Schaden begrenzen, aber nicht vermeiden.

### Lösungsansätze

Es weist also alles darauf hin, dass die nicht nutzungsgerechte Verteilung der Zuluft ein Grund dafür ist, dass zentrale Wohnungslüftungsanlagen ihr theoretisches Potenzial nicht ausschöpfen können. Eine Änderung des Nutzerverhaltens darf aber frühestens dann erwartet werden, wenn die Technik in der Lage ist, objektive und berechnete Lüftungsbedürfnisse zu befriedigen. Und das ist bei den derzeit üblichen Systemen nicht der Fall.

Gangbare Lösungswege werden also zwangsläufig in Richtung einer raumweisen und bedarfsorientierten regelbaren Lüftung gehen müssen. Theoretische Untersuchungen zu dem Thema ergeben, dass die so erreichbare Reduzierung der Lüftungswärmeverluste ähnlich der durch gängige Wärmerückgewinnungssysteme ist [5, 6]. Und das bei reduziertem Hilfsenergieaufwand. Die Frage, ob die bedarfsgerechte Regelung eine Wärmerückgewinnung ersetzen oder ergänzen wird, wird sich mittelfristig von ganz alleine über das Kosten / Nutzen-Verhältnis entscheiden. Dringlicher scheint es im Moment aber, die Luftführung in der Wohnung den tatsächlichen Bedürfnissen anzupassen.

Es gibt bereits Systeme, die eine raumweise Regelung ermöglichen. Da sind zunächst dezentrale Geräte, die raumweise Zu- und Abluft fördern, und optional mit integriertem Wärmetauscher angeboten werden. Sie scheinen für Nachrüstungen im Gebäudebestand gut geeignet, sind zentralen Anlagen im Neubau hinsichtlich Geräteaufwand, Hilfsenergiebedarf und Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung aber unterlegen.

Zentrale Abluftanlagen mit feuchtegeregelten Zu- und Abluftventilen sorgen ansatzweise für eine bedarfsgerechte Lüftung. Trotz fehlender Wärmerückgewinnung haben sie sich in Feldmessungen als die effizientesten zentralen Lüftungssysteme hervorgetan [7] (s. *Abbildung 4*). Die Luftfeuchte ist aber nicht in allen Räumen die geeignete Führungsgröße, zumal Wohnungsluft in der Heizperiode tendenziell eher zu trocken als zu feucht ist. Feuchtegeregelte Anlagen eliminieren also nicht die Notwendigkeit der Fensterlüftung. Ihre energetischen Vorteile beruhen vielmehr darauf, dass der zusätzlich zur ohnehin betriebenen Fensterlüftung erzeugte Luftwechsel auf das Maß minimiert wird, das zur Vermeidung von Feuchteschäden absolut notwendig ist.

Zentrale, raumweise und bedarfsgerecht geregelte Anlagen mit dem Potenzial, die Notwendigkeit zur Fensterlüftung objektiv zu vermeiden, sucht man am Markt derzeit vergeblich. Häufig werden in dem Zusammenhang Regelungen mit einer Kombination aus Feuchte-, Mischgas- und CO<sub>2</sub>-Sensoren vorgeschlagen, die auf die einzelnen Zu- und Abluftventile wirken. Das scheint in Bezug auf die Luftqualität die Ideallösung, ist aber natürlich mit erheblichem Aufwand verbunden.

Denkbar sind auch wesentlich einfachere Konzepte. Eine Alternative wären vom Nutzer schaltbare Ventile mit deutlicher Sichtkontrolle des momentanen Schaltzustands, evtl. mit zeitgesteuerter Rücksetzung in eine Grundlüftungsposition. Aber selbst eine tageszeitabhängige Umschaltung des Hauptluftstroms zwischen Wohn- und Schlafräumen, ähnlich einer Heizungsnachtabsenkung, wäre aus heutiger Sicht schon eine deutliche Verbesserung der Anlagenregelbarkeit. Fertige Lösungen können hier nicht angeboten werden, dazu fehlen bisher sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Erfahrungen.

## Fazit

Die bisher in Feldversuchen nicht eindeutig nachweisbaren energetischen Vorteile von Wohnungslüftungsanlagen gegenüber der reinen Fensterlüftung verursachen verständlicherweise Unsicherheiten. Das Resultat ist ein Trend zu Einfach-Lüftungssystemen, deren Aufgabe lediglich ist, Feuchteschäden durch zu geringen Luftwechsel in Folge zunehmender Gebäudedichtheit zu vermeiden. Es wird also unter Einsatz von Technik ein Mindestluftwechsel erzeugt, statt zu hohe Luftwechsel durch vermeintlich unvernünftige Fensterlüftungsgewohnheiten zu vermeiden. Damit ist auch die Sinnhaftigkeit der Wärmerückgewinnung in Frage gestellt.

Es mag in der Praxis auch subjektive oder psychologische Gründe geben, aus denen Fenster geöffnet werden. Das lässt sich mit Sicherheit aber erst feststellen, nachdem die objektiv messbaren Gründe beseitigt sind. Tatsache ist, dass das Fenster momentan den Lüftungsanlagen noch einiges voraus hat.

Offensichtlich gehören zu einer kontrollierten Wohnungslüftung - dieser Begriff wird gelegentlich in Abgrenzung zur Fensterlüftung verwendet - drei Dinge: Es muss das „Wie viel“, das „Wann“ und das „Wo“ kontrolliert werden. Das „Wie viel“ beherrschen Lüftungsanlagen zweifelsfrei besser als das Fenster bzw. der Nutzer selbst. Beim „Wo“ und „Wann“ ist nach wie vor das Fenster im Vorteil. Also 2:1 für die konventionelle Technik? Es scheint momentan fast so.

Zur Resignation ist es aber zu früh. Die Technik der zentralen Wohnungslüftung steckt nicht zwangsläufig in einer Sackgasse. Sie scheint eher auf einer zu frühen Entwicklungsstufe stehen geblieben zu sein. Eine geeignete Regelung - elementare Komponente eines jeden technischen Systems - ist bisher nur rudimentär vorhanden.

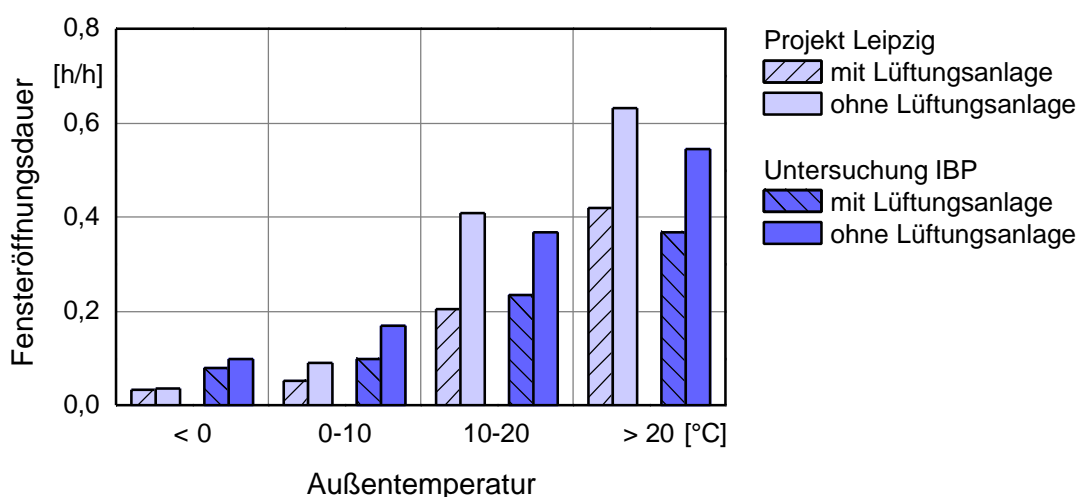
Gleichzeitig sollte aber auch darüber nachgedacht werden, wie man Fensterbeschläge gestalten kann, damit sie eine besser dosierte Lüftung über Fenster zulassen. Erst dann hätte man ebenbürtige und vergleichbare Gegenspieler, und evtl. sogar eine ernst zu nehmende Alternative zur wesentlich aufwändigeren mechanischen Wohnungslüftung.

Die Frage, ob der zusätzliche Aufwand einer geeigneten Regelung für die Lüftungsanlagen überhaupt bezahlbar ist, sollte man dabei zunächst vergessen. Wesentlich konstruktiver wäre es, darüber nachzudenken, wie man die notwendige Funktionalität mit vertretbarem Aufwand erreicht.

Damit hätte man aus heutiger Sicht zwar noch keine Garantie für ideale Nutzerakzeptanz, aber zumindest wären die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen. Gelingt das nicht, wird man sich langfristig ernsthafte Sorgen um die zentralen Wohnungslüftungsanlagen samt Wärmerückgewinnung im Speziellen, und um die deutliche Senkung der Lüftungswärmeverluste in Wohnungen im Allgemeinen machen müssen.

*Tabelle 1 Gemessene oder aus Messungen berechnete Heizwärmeverbrauchswerte von Niedrigenergiehäusern (Quelle: [http://www.impulsprogramm.de/neh/e\\_neh5.html](http://www.impulsprogramm.de/neh/e_neh5.html)). Die Objekte sind nach ihren Betriebsergebnissen geordnet. Eine primärenergetische Bewertung würde sich tendenziell zu Gunsten der Fensterlüftung auswirken.*

Gebäude/Siedlung	Baujahr	Durchschnittlicher Heizwärmeverbrauch in kWh/m <sup>2</sup> und Jahr <small>Wohnfläche nach DIN 277</small>	Lüftungssystem
MFH Rheinstetten 34 WE	1994	40	Fenster
11 Niedrigenergie-Reihenhäuser Ingolstadt	1987	50	Abluft
Siedlung Heidenheim 12 WE in ZFH	1990	51	WRG, Abluft
51 Reihenhäuser in Skive, Dänemark	1984	54	Abluft
10 WE Reihenhäuser Darmstadt Carsonweg	1989	55	Fenster
Siedlung Schopfheim 300 WE	1991	59	Fenster
Mehrfamilienhaus Wiesbaden	1990	60	Fenster
Mehrfamilienhaus Quickborn, 1583 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/1993	62	Abluft
MFH Kiel I (Sch.-Holst.), 1491 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/1993	63	Abluft
Niedrigenergiesiedlung Niedernhausen, 41 Reihenhäuser	1989-1991	66	Abluft
27 Einfamilienhäuser in NEH-Standard, Förderung: Land Hessen	1990-1993	72	Abluft + WRG
MFH Kiel II (Sch.-Holst.), 858 m <sup>2</sup> Wohnfläche	1992/1993	74	WRG



*Abbildung 1 Vergleich der mittleren Fensteröffnungsdauer in Niedrigenergiehäusern bzw. -wohnungen mit und ohne Lüftungsanlage (Untersuchung IBP: [2]; Projekt Leipzig: [3, 4]).*

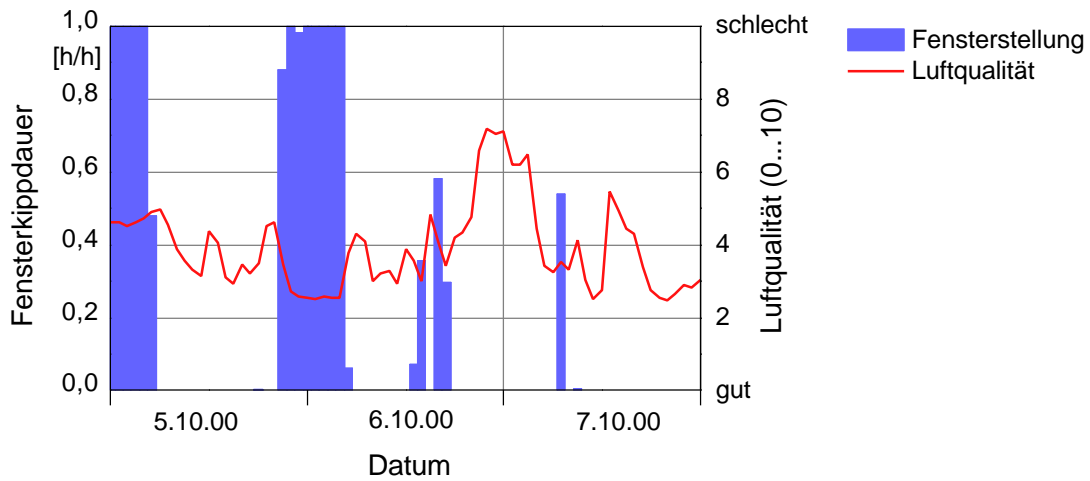


Abbildung 2 Fensterstellung und Verlauf der VOC-Konzentration („Mischgas“) als Maß für die Luftqualität, gemessen im Elternschlafzimmer eines NEH-Reihenhauses mit Lüftungsanlage [3, 4].

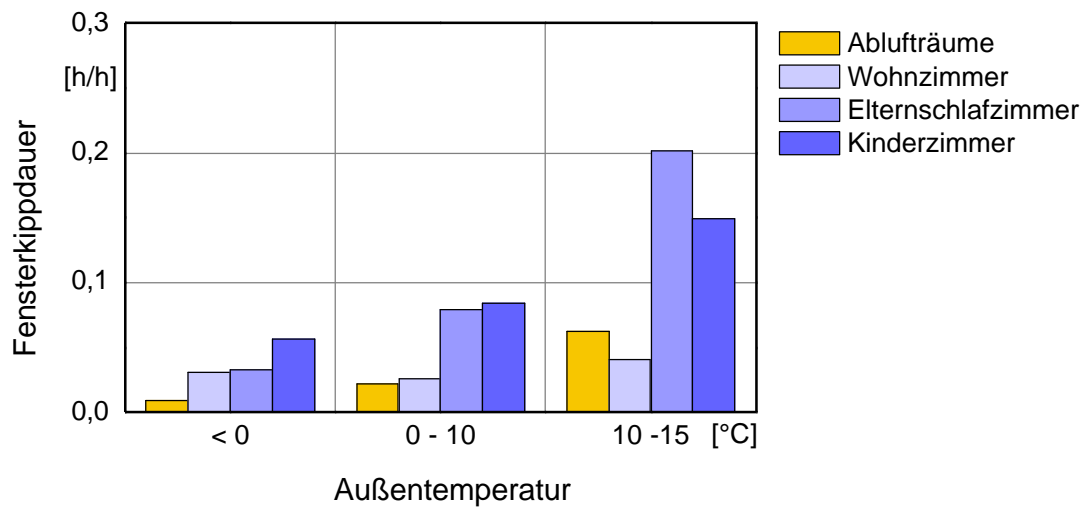


Abbildung 3 Mittlere Fensteröffnungszeiten, nach Raumnutzung unterschieden, gemessen in 21 NEH-Reihenhäusern mit Lüftungsanlage [3, 4].

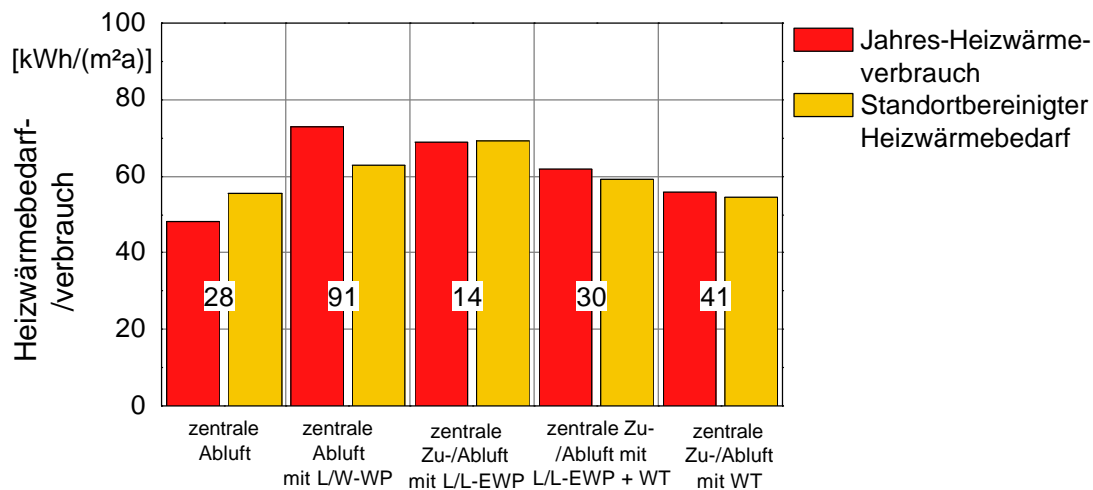


Abbildung 4 Heizwärmebedarf und gemessener Verbrauch in 204 Wohneinheiten mit unterschiedlichen Lüftungs- und Wärmerückgewinnungssystemen [7]. Die Bedarfsberechnung erfolgte nach WSchV '95 mit während der Messungen festgestellten, lokalen Gradtagszahlen. Die Anzahl der jeweils berücksichtigten Wohneinheiten ist in der Grafik vermerkt.

- [1] Lemaire, M.-C., Trotignon, R.: *Ventilation in the french homes: Survey of the attitudes and behaviour of private citizens*, 21st AIVC Annual Conference, Innovations in Ventilation Technology (2000), AIVC
- [2] Reiß, J., Erhorn, H., Ohl, J.: *Klassifizierung des Nutzerverhaltens bei Fensterlüftung*, HLH - Heizung Lüftung/Klima Haustechnik Nr. 8 (2001), S. 22–26
- [3] Hausladen, G., Wimmer, A., Kaiser, J.: *Technikakzeptanz im Niedrigenergiehaus - Abschlussbericht*, Universität Kassel (Kassel 2002)
- [4] Hausladen, G., Wimmer, A., Kaiser, J.: *Technikakzeptanz im Niedrigenergiehaus – Teil 1*, HLH - Heizung Lüftung/Klima Haustechnik Nr. 7 (2003), S. 22–26
- [5] Richter, W., Hartmann, T., Gritzki, R., Bolsius, J. u. a.: *Bedarfslüftung im Wohnungsbau – Abschlussbericht*, TU Dresden (Dresden 2001)
- [6] Hartmann, T.: *Bedarfsgeregelte Wohnungslüftung*, HLH - Heizung Lüftung/Klima Haustechnik Nr. 7 (2002), S. 41-42
- [7] Kaiser, J., Maas, A., Oppermann, J.: *Energetische Analyse und Bewertung von Synergiehäusern - Abschlussbericht*, Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart 2000)