

# Raumklima und Luftwechsel: Lüftung von Wohngebäuden

Thomas Strobl  
Hochschule Rosenheim  
Rosenheim, Deutschland





# Raumklima und Luftwechsel: Lüftung von Wohngebäuden

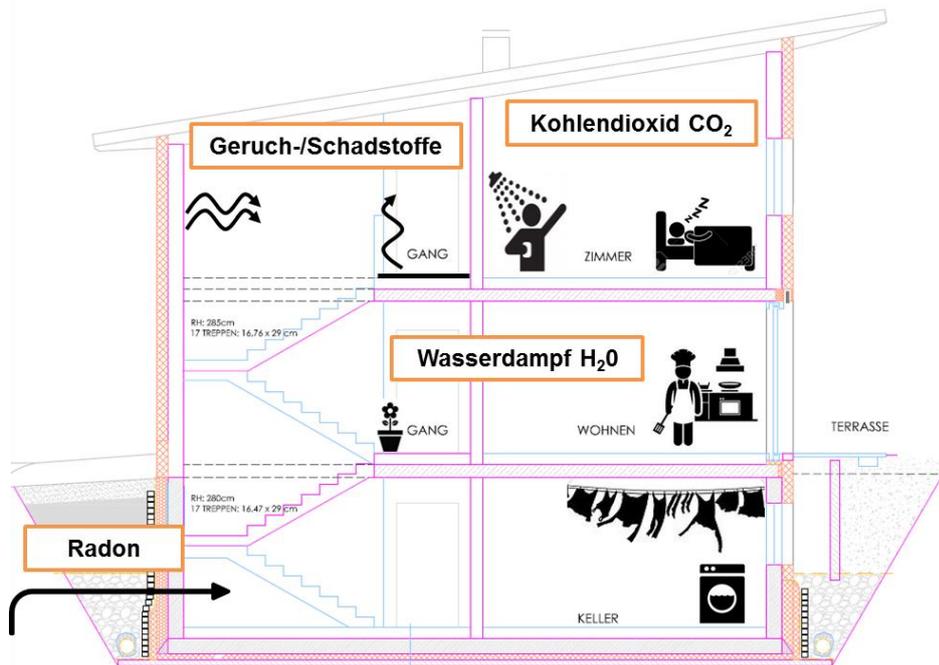


Abbildung 1: Oft spielt Energieeinsparung und Heizlastreduzierung durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eine entscheidende Rolle. Dennoch soll bei einer Planung immer die Hauptaufgabe, nämlich die Erneuerung der Raumluft, im Vordergrund stehen.

## 1. Einführung

### 1.1. Allgemein

Das Thema Wohnungslüftung ist vor allem im deutschsprachigen Raum noch verhältnismäßig jung. Für den Großteil der Planer, Architekten, Energieberater, Bauausführenden und natürlich auch für den Nutzer ist das Medium Luft und dessen Umgang alles andere als intuitiv. Vielfach bestehen diesbezüglich falsche Annahmen und werden dementsprechend, vor allem in Hinblick auf einer korrekten und nachvollziehbaren Beratung der Bauherren, grundlegend fehlerhaft wiedergegeben.

Die steigenden (gesetzlichen) Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden machen es jedoch unumgänglich sich nicht mehr nur ausschließlich mit der thermischen Optimierung der Gebäudehülle zu beschäftigen, sondern auch die nutzerunabhängige Belüftung der Wohnräume sicherzustellen. *Die Herausforderung ist, den Aspekt der einerseits notwendigen dichten Gebäudehülle mit der geforderten Sicherstellung eines hygienischen Mindestluftwechsels in Einklang zu bringen.* Planerisch kommt es vor allem bei Bestandsgebäuden immer wieder zu Problemen und großen Fragestellungen.

### 1.2. Luftwechsel

Konstruktionen für den Wohnbau müssen heute möglichst luftdicht ausgeführt werden. Die Abbildung 2 zeigt Luftdichtigkeitsmesswerte ( $n_{50}$ -Messwerte) aus Alt- und Neubauten. Die Anforderung an den  $n_{50}$ -Messwert liegen bei  $0,6 \text{ h}^{-1}$  für das Passivhaus,  $1,5 \text{ h}^{-1}$  für (EnEV-) Gebäude mit RLT-Anlagen und bei  $3,0 \text{ h}^{-1}$  für Gebäude ohne RLT-Anlagen. Der Hauptgrund für eine ausreichende Luftdichtheit der Gebäudehülle ist die Vermeidung von Bauschäden die durch Luftleckströmungen von innen nach außen entstehen. In den kalten Teilen der Konstruktion kommt es dadurch unweigerlich zur Wasserdampfkondensation, es fällt Tauwasser aus. Zur Verdeutlichung, bereits durch eine Fuge von 1 mm Breite und 1 m Länge kann pro Tag mehr als 0,3 Liter Wasser ins Bauteil eingebracht werden [1]. Weitere Gründe für eine luftdichte Bauweise sind der erhöhte Schallschutz,

die Vermeidung von Zuglufterscheinungen und die Heizenergieeinsparung durch unkontrollierten Luftaustausch über Fugen und Ritze.

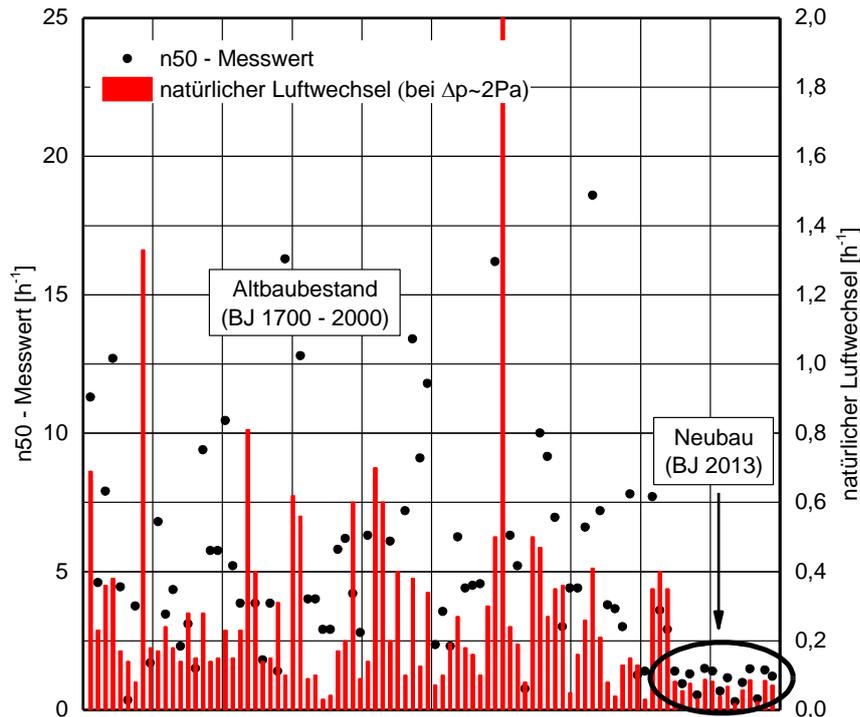


Abbildung 2: Ergebnisse der n50-Messung (Luftdichtigkeitsmessung) im Altbau [2] und im Neubau. Der Großteil der Messwerte im Altbau liegt dabei weit über 3 pro Stunde ( $\text{h}^{-1}$ ), wohingegen sich die Messwerte im Neubau im Bereich zwischen 1,0 und 1,5  $\text{h}^{-1}$  bewegen.

Dementsprechend existiert auch ein großer Unterschied bei den natürlichen Luftwechselraten (Balken).

Luftwechselraten von 0,25  $\text{h}^{-1}$  (welche für die Lüftung zum Feuchteschutz meist ausreichend sind) werden im Altbau vielfach erreicht bzw. sogar deutlich überschritten. Durch die «Selbstlüftung» des Gebäudes im Bestand und Altbau ist dort das aktive Lüften (Fenster) weit weniger akut.

Im Neubau werden durch die dichte Bauweise natürliche Luftwechselraten nur mehr knapp von 0,1  $\text{h}^{-1}$  erreicht. Grundsätzlich lässt sich damit keine Lüftung zum Feuchteschutz mehr realisieren.

Diesbezüglich wird immer wieder vom Planer und Bauherr das Argument der «Atmenden Wand» benutzt. Die Theorie «die Wand muss atmen können» und darf nicht in «Folie» verpackt werden hält sich bisweilen hartnäckig.

Jede in der Fläche verputzte Wand ist heute (und war es auch früher) praktisch luftdicht. Ein Feuchtetransport mittels Luftströmung durch die Außenwand hindurch findet nicht statt, auch dann nicht, wenn die Konstruktion ausschließlich aus sehr diffusionsoffenen Materialien besteht. Ebenso ist die Wasserdampfdiffusion (Wanderung von Wasserdampfmolekülen) vernachlässigbar. Eine effiziente Feuchteabfuhr kann nur über einen hohen Luftaustausch durch Fensteröffnen (theoretisch) oder mittels technischen Anlagen erfolgen. Richtig ist hingegen, dass die Wand ein bestimmtes Potential der Feuchteregulation aufweisen sollte. Dieses Zwischenspeichern von Raumluftfeuchtigkeit geschieht jedoch ausschließlich in den ersten 8 – 13 mm der Wand. Nahezu alle Putze werden auch deshalb traditionell in einer Schichtdicke von 10 – 15 mm aufgetragen und sind in der Lage die Feuchte aufzunehmen und wieder abzugeben. Besonders gut eignet sich dazu Gipsputz, da er in hohem Maße feuchteausgleichend (hygroskopisch) wirkt. Jede nicht luftdichte Außenwand ist heute nicht nur ein Baumangel, sondern ein potentieller Bauschaden.

Durch die vorgegebenen Energiestandards und die normativ geforderte und bautechnisch sinnvolle luftdichte Ausführung von Neubauten und Sanierungen ergeben sich natürliche Luftwechselzahlen (Gebäudeinfiltrationen durch verbliebene Fugen und Ritzen) von teilweise weit unter 0,1  $\text{h}^{-1}$ . Dies bedeutet, dass das gesamte Raumluftvolumen innerhalb 10 Stunden einmal vollständig ausgetauscht wird. Für einen hygienischen Mindestluftwechsel (Begrenzung der Feuchte und der Kohlendioxid-Konzentration) sind jedoch Luftwechselraten von 0,4 – 0,7  $\text{h}^{-1}$  notwendig. Im Mittel muss die Raumluft somit ca. alle 2 Stunden

vollständig ausgetauscht werden. Der Planer muss also dafür Sorge tragen, dass ein Luftaustausch anders als über die verbliebenen Gebäudeleckagen erreicht wird. Vielfach kommt deshalb die Empfehlung, dass der Benutzer bzw. der Bewohner einfach mehr über die Fenster lüften müsse. Doch wie realistisch ist eine nutzerabhängige Fensterlüftung wirklich um eine einwandfreie Raumlufthygiene herzustellen?

## 2. Fensterlüftung (k)eine Lösung?

Wissenschaftliche Messungen [3] zeigen, dass bereits die Kipplüftung des Fensters (bei einer Außentemperatur von  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) mindestens 6-10-mal pro Tag für je 24 Minuten durchgeführt werden müsste um einen annähernd hygienischen Mindestluftwechsel sicherzustellen. Auch das Stoßlüften bringt keine wesentliche Entschärfung, 4 - 7 Lüftungsvorgänge pro Tag für jeweils 5 Minuten sind hierbei das Minimum. Diese Anzahl an Fensteröffnungen ist keinem Bewohner (sei es Eigentümer oder Mieter) zumutbar, zumal auch nachts mehrfach gelüftet werden müsste und der Großteil der Bevölkerung tagsüber außer Haus ist.

In diesem Sinne ist es zudem beinahe unmöglich eine Lüftungsstrategie durch Fensteröffnen vorzugeben, da die ausgetauschten Luftmengen im Wesentlichen von der Außentemperatur und vom Winddruck abhängigen, jene Parameter die nicht beeinflussbar sind.

Aus obengenannten Punkten lässt sich erkennen, dass eine manuelle Fensterlüftung theoretisch zwar möglich ist, praktisch ist sie jedoch in den aller meisten Fällen schwer durchführbar.

Grundsätzlich, die einzige und auch wesentliche Hauptaufgabe einer jeden Lüftung ist die Bereitstellung einer guten Luftqualität. Andere Aufgaben können zwar von der Lüftung übernommen werden, sind jedoch immer zweitrangig gegenüber dem genannten Hauptziel eines gesunden Raumluftklimas. Demzufolge muss die Lüftung folgende Punkte erfüllen (siehe Abbildung 1): Filterung von gesundheitsgefährdenden Stoffen, Verdünnung von Gerüchen, Luftverunreinigungen und belastenden Stoffkonzentrationen (z.B. Radon, Kohlendioxid, Formaldehyd) und die gezielte Abführung von Feuchtelasten (Bauwerkserhaltung). Eine gute Luftqualität ist somit nicht nur eine reine Komfortfrage, sondern unerlässlich für eine sinnvolle Gesundheitsvorsorge.

Alle diese Punkte können in modernen Gebäuden und unter dem Aspekt des aktuellen demographischen Wandels weder über die Fensterlüftung, noch über andere, sogenannte freie Lüftungssysteme (z.B. Schachtlüftung), dauerhaft und nutzerunabhängig gewährleistet werden.

## 3. Ventilatorgestützte Lüftung

Abhilfe schaffen hierbei ventilatorgestützte Systeme, die in der Lage sind die geforderten Luftwechselzahlen witterungsunabhängig und dauernd sicherzustellen. Voraussetzung ist jedoch immer eine korrekte Planung, um das Leitungsnetz so kurz wie möglich zu halten, um schallsensible Räume besonders einzubinden, um den Wohnungsgrundriss und die Raumaufteilung für eine effiziente Kaskadenströmung einzusetzen und um die Druckverluste in den Rohrabschnitten gering zu halten. Vor allem letztere Punkt ist ein entscheidendes Kriterium um die Anlagentechnik (im Speziellen die Ventilatoren) und somit auch die Investitionskosten, so klein wie möglich zu halten. Bei den allermeisten Bauvorhaben, bei denen heute eine Lüftungsanlage realisiert wird, findet keine bzw. nur eine unzureichende Lüftungsplanung statt. Diesbezüglich verwundert es nicht, dass es in der Nutzungszeit öfters zu Problemen kommt.

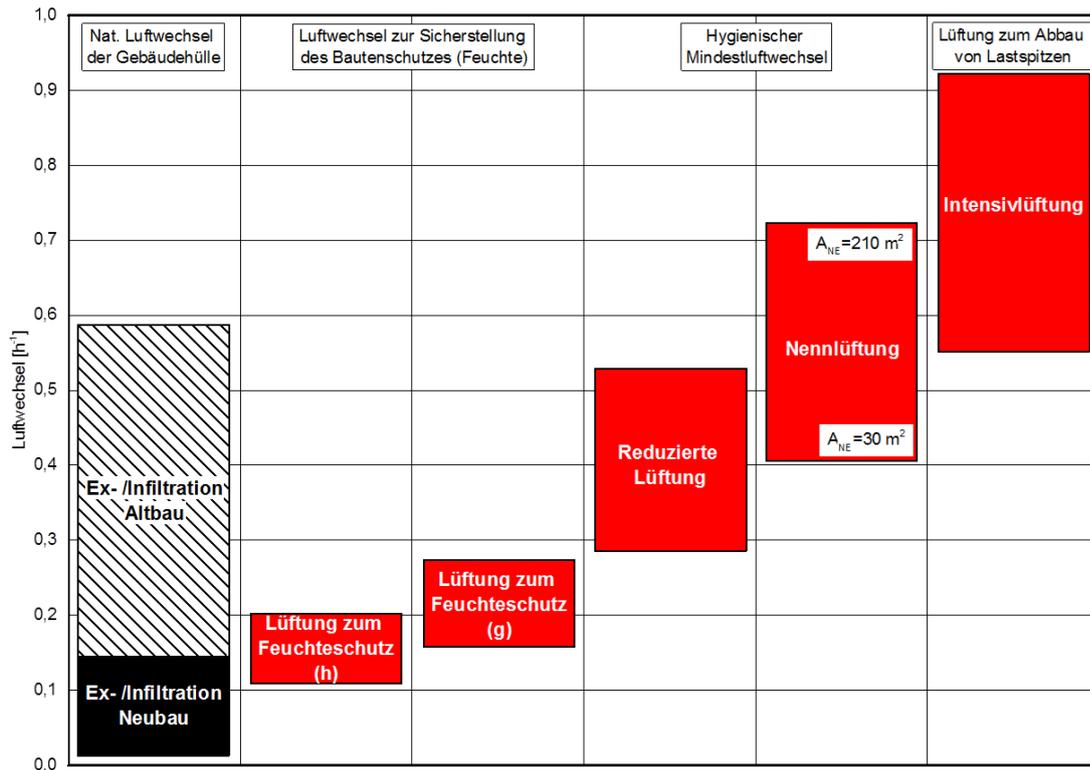


Abbildung 3: Gesamt-Außenluftwechsel (Luftwechselrate) nach DIN 1946-6 [4] für die vier Lüftungsstufen, abhängig von der Nutzungsfläche (Höhe der Balken). Der nach EnEV bzw. DIN 4108 (Wärmeschutz im Hochbau) vorgegebene Mindestluftwechsel zum Zwecke der Gesundheit, Hygiene und des Feuchteschutzes von  $0,5 \text{ h}^{-1}$  (vollständiger Luftwechsel alle 2 Stunden) wird durch die Nennlüftung erfüllt.

Ein ventilatorgestütztes System muss heute jedoch nicht zwingend eine konventionelle Zu-/und Abluftanlage (Komfortlüftungsanlage) sein. Systeme wie reine Abluftanlagen [5], Einzelraumlüftungsgeräte, Pendellüfter oder hybride Anlagenkonfigurationen sind ebenso möglich um den Feuchteschutz bzw. den hygienischen Mindestluftwechsel sicherzustellen. Vielfach fehlen jedoch vor allem in der Planung von Lüftungskonzepten mit Einzelraum- und Mischsystemen die praktische Erfahrung. So gibt es beispielsweise die weitverbreitete Meinung, dass ein einziges Einzelraumlüftungsgerät die gesamte Wohneinheit bzw. das gesamte Gebäude mit Luft versorgen könnte. Mit den konventionellen Systemen die heute in die Außenwand verbaut werden ist dies jedoch anlagentechnisch (förderbarer Volumenstrom) in den meisten Fällen ausgeschlossen. Abbildung 3 zeigt dazu die Luftwechselraten bei unterschiedlichen Lüftungsstufen.

Ebenso werden Abluftanlagen in den Nassräumen wie Bad oder WC verbaut, eine ausreichende Zuluft-Nachströmung, die bei dichten Gebäuden zwingend erforderlich ist, wird nicht geplant.

Die angesprochenen Punkte sind keine Einzelfälle, sondern spiegeln vielmehr die gängige Baupraxis wieder.

In diesem Zusammenhang wird vielfach versucht die Wohnungslüftung als «Energiespar-technik» am Markt zu positionieren und zu etablieren. Dies ist jedoch der falsche Weg bzw. muss hiervon abgeraten werden.

## 4. Nutzen und Nebennutzen

Lüftungsanlagen lassen sich über den direkten Nutzen (eingesparte Heizenergiekosten) nur sehr schwer amortisieren. Deshalb, und dies muss sich in der Vermittlung von Wohnraumlüftungen ändern, bestehen die weitaus größeren Vorteile in den bereits angesprochenen Nebennutzen, wie gute Raumluftqualität, Bauschadensfreiheit, Gesundheit (Allergiker), gute thermische Behaglichkeit, bedarfsgerechte Steuerung sowie Schall- und Einbruchschutz. Auch aus der Sicht von Wohnbauträgern, Eigentümer, Investoren, Städte und Gemeinden ergeben sich deutlich positive Nebennutzen vor allem in Bezug auf besserer Vermietbarkeit, stabiler Werterhaltung und Vermeidung von Feuchtigkeitsschäden und deren Beseitigungskosten.

Die einzelnen Nebennutzen sind heute nicht eindeutig bzw. recht schlecht finanziell zu quantifizieren. Mehrere Umfragen [6] haben jedoch gezeigt, dass die Zahlungsbereitschaft von Mieter für Wohnungen mit kontrollierten Lüftungsanlagen wesentlich höher liegt als für Objekte ohne Lüftung. Erwähnenswert ist, dass die potentielle Zahlungsbereitschaft die monatlichen Mehrkosten deutlich übersteigen. Folglich ist eine Wohnraumlüftung auch für Investoren eine durchaus lohnende Investition.

## 5. Literatur

- [1] H. Künzel: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten – Dissertation. Universität Stuttgart – 1994
- [2] T. Weithaas: Bestimmung des natürlichen Luftwechsels im Altbaubestand anhand von Blower-Door Messungen. Korrelation zwischen Blower-Door- und Tracergasmessungen erhaltenen natürlichen Luftwechsel. Technische Universität Freiberg – 2003
- [3] U. Münzberg et al.: Luftwechsel im Gebäudebestand. 7. Pilztagung des VDB – Stuttgart - 2003
- [4] DIN 1946-6 Raumluftechnik: Lüftung von Wohnungen: Allgemeine Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe und Instandhaltung. Beuth Verlag – Berlin 2009
- [5] I. Heusler, H. Sinnesbichler, T. Strobl,: Energieeffizienz unterschiedlicher Haustechnikkonzepte, vergleichende messtechnische Untersuchungen; Neue Forschungsergebnisse – IBP Mitteilung 40-2013
- [6] H. Huber; R. Mosbacher: Wohnungslüftung – frei und ventilatorgestützt. Beuth Verlag GmbH Berlin – 2. Auflage 2011