

Wohnungslüftung unter dem Gesichtspunkt des Schallschutzes gegen Fluglärm

Aufgaben der Lüftung

Die Lüftung in Gebäuden ist hauptsächlich aus zwei unterschiedlichen Gründen notwendig:

1. Hygienische Anforderungen

Durch Ausdünstungen aus Baustoffen und Einrichtungsgegenständen (VOC) und durch die Anwesenheit und Tätigkeit von Personen werden Schad- und Geruchsstoffe freigesetzt, die abgeführt werden müssen. Als einfacher Index für die Belastung kann der Kohlendioxid-Maßstab nach Pettenkofer¹⁾ herangezogen werden. Kohlendioxid entsteht bei Stoffwechselprozessen.

2. Feuchterelevante Anforderungen

Durch die Anwesenheit von Personen und durch sie ausgelöste Prozesse (Baden, Duschen, Kochen usw.) wird Feuchtigkeit freigesetzt, die von der Umgebungsluft als Wasserdampf aufgenommen wird. Die Feuchtelast in einer Wohnung kann je nach Nutzungsbedingungen und Personenanzahl 6 bis 12 Liter pro Tag betragen.

An kälteren Oberflächen von Außenbauteilen kann dieser Wasserdampf bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur²⁾ kondensieren und *Schimmelpilzwachstum* auslösen, der gesundheitliche Beeinträchtigungen und bauliche Schäden verursacht.

Schutz gegen Tauwasser in der Umfassungskonstruktion

Um zu verhindern, dass feuchte Luft in die Umfassungskonstruktion eindringt und dort Tauwasser freisetzt, werden Dampfsperren (Kunststofffolien) in die Außenbauteile eingebaut.

Die Dampfsperre, die eine unzulässig hohe Durchfeuchtung der Dämmschicht verhindern soll, wird an der warmen Innenseite der Dämmung aufgebracht und muss luftdicht ausgeführt sein. Die ordnungsgemäße Dichtheit einer Dampfsperre kann mit einem Blower-Door-Test³⁾ nachgewiesen werden.

Lüftungsarten

Zur Realisierung von Lüftungsaufgaben in Wohnbereichen werden nach DIN 1946-6:2009-05 vier unterschiedliche Systemlösungen angewendet:

1. Einrichtungen der freien Lüftung

Bei der freien Lüftung wird der Luftwechsel durch den thermischen Auftrieb infolge Dichteunterschiede zwischen Innen- und Außenluft erreicht. Hierzu gehören die Fenster- und Schachtentlüftung. Die freie Lüftung ist stark von meteorologischen Bedingungen und vom Nutzerverhalten abhängig. Es werden keine Druckunterschiede aufgebaut.

2. Einrichtungen mit Abluftanlage

Beim Einsatz einer Abluftanlage wird durch einen Ventilator ein Unterdruck in den Räumen aufgebaut. Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion der Abluftanlage ist ein hinreichendes Nachströmen von Außenluft über Außen- und Überström-Luftdurchlässe (ALD und ÜLD). Kann durch die dichte Gebäudehülle nicht ausreichend Luft nachströmen, wird der erforderliche Abluft-Volumenstrom nicht erreicht. Eine Wärmerückgewinnung ist nur bedingt möglich.

3. Einrichtungen mit Zuluftanlage

Durch einen Zuluftventilator wird in den Räumen ein Überdruck aufgebaut. Um beim Betrieb der Anlage schädigende Wirkungen auf die Umhüllungskonstruktion zu vermeiden, sind geeignete Abluftvorrichtungen (ALD und ÜLD) einzusetzen. Kann durch die dichte Gebäudehülle nicht ausreichend Luft abströmen, wird der erforderliche Zuluft-Volumenstrom nicht erreicht. Eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft ist nicht möglich.

4. Einrichtungen mit Zu- und Abluftanlage

Diese Lüftungsart wird allen Lüftungstechnischen und energetischen Anforderungen gerecht und gestattet eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft über einfache Plattenwärmetauscher. Es werden keine Druckunterschiede zur Außenluft aufgebaut.

Schallschutz

Mit dem Schallschutzprogramm des BBI sind die Gebäude in den verschiedenen Lärmschutzgebieten so zu sanieren, dass bei Fluglärmereignissen der Schallpegel in den Aufenthalts- und Schlafräumen 55 dB(A) nicht übersteigt. In den sechs verkehrsreichsten Monaten sind allerdings 1079 Maximalpegel über 55 dB(A) zugelassen. Weiterhin sind maximale Dauerschallpegel (über die Messzeit gemittelter Schalldruckpegel) festgelegt, die am Tag 45 dB(A) und in der Nacht 35 dB(A) nicht überschritten werden dürfen.

Bei der schallschutztechnischen Beurteilung des Gebäudes kommt den Fenstern als Schwachstelle eine besondere Bedeutung zu. Fenster sind multifunktionale Bauteile, die lichttechnische (Tageslichtfaktor), wärmeschutztechnische (Wärmedämmung und passive Wärmegewinne), schallschutztechnische (Schalldämmmaß) und Lüftungstechnische (hygienischer und feuchterelevanter Luftwechsel) Funktionen zu erfüllen haben. Zur Einhaltung des passiven Lärmschutzes gegen Fluglärm muss das Fenster im geschlossenen Zustand sehr dicht sein und darf zu Lüftungszwecken nicht mehr geöffnet werden. Das heißt, das Fenster hat im Rahmen des Schallschutzes keine Lüftungsfunktion mehr.

¹⁾ Max Pettenkofer, 1818 bis 1901. Ab 1865 leitete er das Institut für medizinische Chemie an der Universität München und schuf die Grundlagen der modernen Hygiene. Pettenkofer erkannte, dass die CO₂-Konzentration stark mit der Geruchsbelästigung durch menschliche Geruchsstoffe korreliert. Mit der Einhaltung der CO₂-Grenzkonzentration von 1000 ppm (0,1 Vol. %) ist die Qualität der Raumluft auch für die Belastung durch andere Stoffe gewährleistet.

²⁾ Die Taupunkttemperatur kennzeichnet die Temperatur, bei der die Luft zu 100 % gesättigt ist und keine weitere Feuchte mehr aufnehmen kann (siehe auch hx-Diagramm).

³⁾ Der Blower-Door-Test ist ein Differenzdruck-Messverfahren nach DIN EN 13829, mit dem die Luftdichtheit eines Gebäudes ermittelt und Leckagen in der Gebäudehülle aufgespürt werden können. Bei dem Messverfahren wird über einen Ventilator ein Differenzdruck von 50 Pa (etwa Windstärke 5) erzeugt und über den dabei gemessenen Volumenstrom und das lichte Volumen des Gebäudes die normierte Luftwechselrate n_{50} errechnet.

Lüftungstechnische Maßnahmen des BBI

Im Schallschutzprogramm des BBI werden zur Lüftung der Räume Zuluft-Einzellüfter eingesetzt, ohne die Abluftsituation zu klären. Es erhebt sich die Frage, kann dieses Lüftungskonzept die Lüftungseigenschaften der Fenster ersetzen und mit welchen negativen Auswirkungen auf Personen und das Bauwerk ist zu rechnen?

Aufgrund der Abhängigkeit des Luftwechsels von Außenklima und Nutzerverhalten sind zwei unterschiedliche Betriebsarten für die Lüftung zu unterscheiden.

1. Winterbetrieb

Solange der Wasserdampfgehalt⁴⁾ der Außenluft kleiner als der der Raumluft ist, kann die im Raum entstehende Feuchtelast durch Lüftung abgeführt werden. Das ist in der Regel in der Heizperiode der Fall. Dabei ist wichtig, dass die Abluft kontrolliert abgeführt wird und nicht an kälteren Bauteilen (Außenwände) kondensieren kann.

Sobald Luft unter ihre Taupunkttemperatur abgekühlt wird, tritt Tauwasser aus. Das geschieht immer dann, wenn die Taupunkttemperatur der Luft größer als die Oberflächentemperatur eines Körpers ist.

Werden nun wie im Lüftungskonzept des BBI durch die Schalldämmlüfter die Räume in Überdruck gebracht und die Abluft nicht kontrolliert abgeführt, wird die feuchte Abluft **in** die Umfassungskonstruktion gedrückt und kondensiert dort. Dieser Vorgang ist noch gravierender als die Tauwasserbildung an der Oberfläche der Bauteile, die durch unzureichende Lüftung verursacht werden kann.

Durch Tauwasserabscheidung im Bereich der Wärmedämmung wird der Wärmedämmwert herabgesetzt und höhere Wärmeverluste des Gebäudes verursacht. Noch schlimmer ist die Gefahr der Schimmelpilzbildung **innerhalb** der Umfassungskonstruktion mit allen gesundheitlichen und baulichen Folgen, die abhängig von der Konstruktion bis zur Unbewohnbarkeit des Gebäudes führen kann.

Um diese Gefahren zu minimieren wird in der DIN 1946-6 gefordert, den Überdruck auf maximal 4 Pa zu begrenzen. Das ist nur über geeignete Abluftdurchlässe oder -ventilatoren zu errei-

chen, die aber im Lüftungskonzept des BBI nicht eingesetzt werden.

Eine Beispielrechnung soll die Größenordnung der Tauwassermengen im Winter demonstrieren:

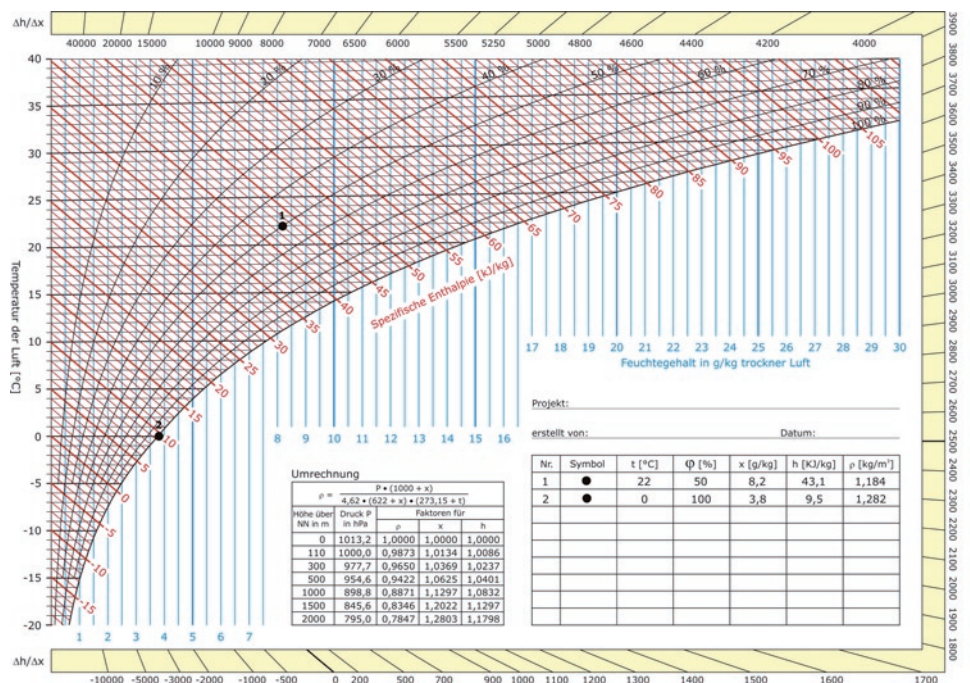
Angenommen wird ein Einfamilienhaus, in dem ein Schlafzimmer und zwei Kinderzimmer mit Schalldämmlüftern ausgerüstet sind. Entsprechend DIN 1946-6 wird eine Lüftungsrate von 30 m³/h pro Person festgelegt. Bei einer Belegung von jeweils zwei Personen ergibt sich ein Luftvolumenstrom von 180 m³/h für das Gebäude. Das entspricht 213 kg/h. Weiterhin wird von einer Temperatur von 22 °C und einer relativen Feuchte von 50 % (Punkt 1) im Raum ausgegangen. Die Temperatur im Bauteil soll 0 °C (Punkt 2) betragen.

Aus dem Mollier-Diagramm⁵⁾ wird für den Feuchtegehalt der Raumluft 8,2 g/kg und eine Taupunkttemperatur von 11,1 °C ermittelt. Der Feuchtegehalt bei 0 °C beträgt 3,8 g/kg. Folglich muss 8,2 - 3,8 = 4,4 g/kg Wasser ausgeschieden werden. Bei 213 kg/h sind das 4,4 • 213 = 937,2 g/h und bei 8-stündigem Betrieb rund

7,5 Liter Tauwasser am Tag.

Noch kritischer wird die Situation, wenn die Dampfsperre an einigen Stellen undicht ist und dadurch diese Tauwassermenge punktuell freigesetzt wird.

Im Gegensatz zum Zuluftbetrieb des BBI-Lüftungskonzepts sind bei der Fensterlüftung diese Gefahren nicht gegeben, da am Fenster nicht nur frische Luft zu-, sondern auch die verbrauchte Luft abgeführt wird und keine Druckunterschiede im Raum auftreten.



hx-Diagramm für feuchte Luft

⁴⁾ Der Wasserdampfgehalt der Luft wird in g/(kg trockene Luft) angegeben und auch als absolute Feuchte bezeichnet. Die absolute Feuchte ist nicht mit der üblich gemessenen relativen Feuchte zu verwechseln. Die relative Feuchte gibt lediglich an, wie groß der Anteil (in %) des Feuchtegehalts gegenüber der maximal aufnehmbaren Feuchtemenge bei einer bestimmten Lufttemperatur ist (siehe auch hx-Diagramm).

⁵⁾ Richard Mollier, 1863-1935, von 1897 bis 1931 Professor für angewandte Physik und technische Thermodynamik an der Technischen Universität in Dresden. Zu seinen Ehren beschloss der Thermodynamik-Kongress in Los Angeles (1923) alle Diagramme, die den Wärmehalt darstellen nach seinem Namen zu benennen. Das hx-Diagramm ist noch heute eines der wichtigsten Arbeitsmittel des HLK-Ingenieurs, in dem alle Zustandsänderungen quantifizierbar dargestellt werden können.

2. Sommerbetrieb

In den Sommermonaten treten tagsüber in den Räumen sehr oft große Wärmelasten auf, die in den Nachtstunden bei niedrigeren Außentemperaturen über die Fenster (Querlüftung) weggelüftet werden können. Aufgrund des Schallschutzes kann diese Lüftungsart aber nicht angewendet werden.

Für die ventilatorgestützte Lüftung fordert die DIN 1946-6 hierfür die Möglichkeit einer **Intensivlüftung**. In den Datenblättern der vom Schallschutzprogramm des BBI ausgewählten zwei Schalldämmlüftern („AEROPAC“ von der Firma Siegenia-Aubi KG und „Sonair F“ von der Firma Brink-Innosource GmbH) werden hierzu nur unvollständige Angaben gemacht. Bei der maximalen Luftleistung werden keine Werte für Schallemission und Leistungsaufnahme angegeben. Es ist praktisch ausgeschlossen, dass diese Luftvolumenströme zum sommerlichen Wärmeschutz über die natürliche Fugendurchlässigkeit des Gebäudes erreicht werden können. In jedem Fall aber dürfte die Schallemission der Lüfter bei maximaler Luftleistung weit über dem zulässigen Dauerschallpegel im Innenraum liegen.

Taupunktunterschreitungen treten in der Regel im Sommer aufgrund der hohen Bauteiltemperaturen nicht auf.

3. Objektbeurteilung und Abnahme der Leistungen

Die Objektbeurteilung durch das zugewiesene Ingenieurbüro bezieht sich ausschließlich auf die passive Schalldämmung. Eine Untersuchung des Gebäudes auf seine Lüftungstechnischen Eigenschaften findet nicht statt. Ein Lüftungskonzept wird nicht erstellt. Es werden auch keine technischen Regeln und Normen zur Lüftung in der Objektbeurteilung zitiert. Deshalb sind die Objektbeurteilungen durch die Ingenieurbüros äußerst fragwürdig.

Da jedes Gebäude andere Lüftungstechnische Eigenschaften besitzt (Art der Umfassungskonstruktion Dichtheit, Dampfsperre, Abluftgeräte oder -öffnungen), ist es unumgänglich, nach dem Einbau der Lüftungseinrichtungen Messungen des geförderten nominalen Luftvolumenstroms, der dabei aufgenommenen elektrischen Leistung und des Schallpegels der Lüfter vorzunehmen. Nur so ist es möglich, eine Aussage über die Größe des erforderlichen Luftwech-

sels und den Verbrauch an Elektroenergie zu machen. Wenn keine Angabe zum erforderlichen Überdruck im Raum gemacht werden, haben auch die technischen Daten für Leistungsaufnahme und Schallemission der Lüfter keine Aussagekraft. Die verbale Erklärung, die Schalldämmlüfter verbrauchen wenig Energie, sind sehr leise und wartungsarm, reicht nicht aus.

Ebenso ist die Aussage falsch, dass man auf Messungen verzichten könne, weil es sich bei den Lüftern um zugelassene Geräte im Rahmen des Schallschutzes handelt. Eine Bauartzulassung eines Lüftungsgerätes sagt noch nichts über die korrekte Funktion des gesamten Lüftungssystems aus. Der Betrieb eines Schalldämmlüfters ist aus den vorgenannten Gründen also nicht mit der Lüftungsfunktion eines Fensters vergleichbar.

Weiterhin sind bei den angebotenen Schalldämmlüftern keine Schnittstellen vorhanden, um sie über zusätzliche Sensorik (Luftqualitäts- und Feuchtesensoren) steuern zu können. Damit fehlen die Voraussetzungen für einen optimierten Betrieb der Lüftungseinrichtung.

Da durch die Änderung des Lüftungssystems stark in die Energiebilanz eingegriffen wird (immerhin sind bei gedämmten Gebäuden mehr als 50 % der Wärmeverluste durch die Lüftung verursacht), sind bei der Objektbegutachtung auch die Festlegungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) zu berücksichtigen.

Fazit:

Die Lüftungstechnischen Maßnahmen, die im Rahmen des Schallschutzprogramms des BBI vorgesehen werden, sind ungeeignet und entsprechen nicht den Regeln der Technik. Ihr Betrieb würde eine Schädigung der Bausubstanz und eine Gefährdung der Gesundheit der Bewohner bedeuten. Bei der Objektbeurteilung ist es zwingend erforderlich, die Gebäude auch auf ihre Lüftungstechnischen Eigenschaften zu untersuchen.

Eine Ausrüstung der im Rahmen des Schallschutzprogramms eingesetzten Zuluftanlagen mit schalldämmten und einstellbaren Außenluftdurchlässen oder die Verwendung von Lüftungseinrichtungen mit Zu- und Abluftventilator und Wärmerückgewinnung (Stand der Technik) ist geboten.

Ing. W. Sellnau