



Kanton Zürich
Baudirektion

ZUP

Zürcher Umweltpraxis

Schwerpunkt

Qualität in Innenräumen:
Gegen Schimmel und Lärm –
für Energieeffizienz



INHALTSVERZEICHNIS

Energie Komfortlüftung und Lärmschutz	3
Innenraumbelastung/Lärm Komfortlüftung – nur eine halbe Lösung für lärmige Wohnlagen	7
Innenraumbelastung/Luft Schimmelpilz in Wohnräumen vermeiden	11
Innenraumbelastung/Bauen Raumluftqualität und Lüftung	13

Zürcher Umweltpraxis und Raumentwicklung (ZUP)

Informations-Bulletin der Umweltschutz-
Fachverwaltung des Kantons Zürich

Inhalt

Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den am
Anfang jedes Beitrags genannten Personen
bzw. bei der Verwaltungsstelle.

Redaktion, Koordination und Produktion

Koordination Bau und Umwelt (KOBU)
Kanton Zürich, Baudirektion
8090 Zürich
Telefon 043 259 24 17, kofu@bd.zh.ch
Redaktorin:
Isabel Flynn, isabel.flynn@bd.zh.ch

Redaktionsteam

Daniel Aebli (Tiefbauamt / Lärm)
Daniela Brunner (AWEL / Betriebe)
Isabel Flynn (Redaktorin, KOBU)
Franziska Heinrich (ALN)
Thomas Hofer (Statistisches Amt)
Sarina Laustela (Stadt Uster)
Regula Müller Brunner (ARE)
Alex Nietlisbach (AWEL / Energie)
Isabelle Rüegg (BD / Kommunikation)
Nicole Schwendener-Perret (KOBU)
Fabio Wintsch (Gossweiler Ingenieure AG)

Erscheinungsweise

Dreimal jährlich. Gedruckt bei der Zürcher
Druckerei ROPRESS auf 100 % Recyclingpa-
pier Refutura mit dem blauen Engel, klima-
neutral und mit erneuerbarer Energie.
Jeder Artikel kann dank spezieller Leimung
einfach aus dem Heft gelöst und abgelegt
oder weitergegeben werden.

Abonnements

Die ZUP ist kostenfrei erhältlich (gedruckt
oder / und elektronisch) unter:
www.zh.ch/umweltpraxis, kofu@bd.zh.ch.

Nachdruck

Die in der ZUP erscheinenden Beiträge sind
unter Quellenangabe zur weiteren Veröffent-
lichung frei. Auf Anfrage (Tel. 043 259 24 18)
stehen auch die verwendeten Grafiken zur
Verfügung.

Titelbild

Innenraum
Quelle: [mairinha](http://mairinha.com), Pixabay, Pixabay Licence

**Sämtliche erschienenen ZUP-Beiträge
finden Sie über die Artikelsuche auf
www.zh.ch/umweltpraxis
Hier können Sie auch direkt auf
Themenhefte zugreifen.**

Stand 7/2014

Komfort- lüftung und Lärmschutz

Komfortlüftungen versorgen die Zimmer mit frischer Luft und reduzieren durch die Wärmerückgewinnung den Bedarf an Heizwärme. Sie schützen die Bewohner aber auch vor Aussenlärm – nicht nur bei Grenzwertüberschreitungen, sondern schon bei störenden Beeinträchtigungen. Selbstverständlich kann man auch mit einer Komfortlüftung jederzeit die Fenster öffnen – so man das (noch) will.

Dr. Ruedi Kriesi
Leiter Strategie
und Vizepräsident des Vereins MINERGIE
Telefon 044 680 31 50
ruedi.kriesi@kriesi-energie.ch
www.minergie.ch

Christoph Gmür
Leiter Technik
Abteilung Energie
AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Telefon 043 259 42 70
christoph.gmuer@bd.zh.ch
www.energie.zh.ch



Lüftung mit offenem, lärmabgewandtem Erker-Fenster, Lösung der LSV seit 1987. Der Lärmschutz bei Bahnlärm beträgt gegenüber der lärmexponierten Fassade -7 bis -10 dB.
Quelle: FALS

Komfortlüftungen haben durch die grosse Zahl von MINERGIE-Bauten eine weite Verbreitung erreicht und vereinen heute eine Vielzahl zufriedener Benutzer. Die Lüftungen schützen die Bewohner nämlich nicht nur wirksam vor Aussenlärm, sondern auch vor Schimmel in feuchten Nassräumen, vor Staub, Pollen, Insekten und Luftzug. Zudem versorgen sie die Zimmer mit frischer Luft und führen verbrauchte Luft, Gerüche und überschüssige Feuchtigkeit aus Küche und Bad ab. Und schliesslich reduziert die Wärmerückgewinnung auch noch den Bedarf an Heizwärme.

Trotz des Erfolgs halten sich dazu hartnäckige Mythen. «Man kann die Fenster nicht öffnen» ist vermutlich der am weitesten verbreitete.

Die Komfortlüftung hindert den Bewohner aber nicht, das Fenster zu öffnen, wenn er Lust dazu hat! Er hat die Lust dazu aber seltener, weil er genügend frische Luft bekommt und die Wohnung automatisch gut riecht. Insbesondere nachts hat er die Lust dazu deutlich seltener, wenn er dank der Lüftung die Fenster geschlossen halten kann und den Strassenlärm nicht hören muss und nicht davon aufwacht. Er hat die Lust zum Fenster-offen-Halten auch im Winter seltener, wenn er nicht zuhause ist, aber das Zimmer trotzdem mit einem Minimum an Frischluft versorgen will, um die anfallende Feuchtigkeit, etwa von Zimmerpflanzen, abzuführen und die Wohnung so vor Schimmel zu schützen. Sein Vorteil: Das Haus kühlt nicht mit einem dauernd geöffneten Fenster aus. In kalten Nächten aufge-

nommene Infrarotfotos von Bauten mit und ohne Wohnungslüftung zeigen diesen Unterschied eindrücklich.

Sprechen Fachleute aus dem Bereich Lärmschutz über Komfortlüftung, denken sie in der Regel an Bauten mit übermässiger Lärmbelastung, eben dort, wo die Lärmschutzverordnung des Bundes greift, weil die Lärmwerte oberhalb der Grenzwerte liegen (vgl. Artikel in der ZUP 75). Die Mehrheit der zufriedenen Anwender von Komfortlüftungen wohnt jedoch ausserhalb der – dem Buchstaben des Gesetzes nach – übermässig lärmbelasteten Zonen. Aber auch hier ist der Verkehrslärm am offenen Fenster oft störend und die Komfortlüftung deshalb eine wertvolle Hilfe.

Was ist eine Komfortlüftung?

Die Technik der Komfortlüftung ist breit bekannt geworden, weil rund 95 Prozent aller Minergie-Bauten mit ihr ausgerüstet sind. Damit werden die Schlafzimmer mit frischer, vorgewärmter Luft versorgt. Diese strömt durch das Wohnzimmer zur Küche, zu Bad und WC, von wo sie wieder abgesaugt und ins Freie entlassen wird. Vorher wird ihr aber noch die Wärme entnommen und damit die neu zugeführte Frischluft erwärmt.

Nicht alle Minergie-Bauten sind mit einer Komfortlüftung ausgerüstet. Der Minergie-Standard verlangt lediglich einen automatisch steuerbaren Luftwechsel. Die Komfortlüftung wird von fast allen Planern wegen ihrer unbestreitbaren Vorteile gewählt, aber auch reine Abluftanlagen sind möglich. Die-



Komfortlüftung, Lösung 2000.
Der Lärmschutz durch das geschlossene Fenster ist mit -15 dB, für ein Schallschutzfenster sogar bis -30 dB, weit besser.
Quelle: Comet

Vorteile der Komfortlüftung bei Aussenlärm

Komfortlüftungen bieten einen ausgezeichneten Schutz gegen Aussenlärm. Die Fenster können zum Lüften nämlich geschlossen bleiben. Muss in einem normalen Haus zum Lüften ein Fenster schräg gestellt werden, so steigen die Schallimmissionen im Raum um etwa 15 dB an, was einen enormen Unterschied bedeutet. Dies stört beim Schlafen, im Gespräch und bei vielen anderen Beschäftigungen im Raum.

Wollen die Bewohner die Fenster in einem Haus mit Komfortlüftung dauernd offen halten, so können sie das jederzeit. Im Winter hat dies – wie bei jeder anderen Wohnung auch – den Nachteil, dass die Wohnung dadurch mit der Zeit auskühlt und entsprechend mehr Heizenergie benötigt wird. Im Sommer ist die Abkühlung der Wohnung über das offene Fenster nachts zeitweise sogar hilfreich. Der Nutzer kann die Fenster zum Kühlen aber dann öffnen, wenn es ihn nicht lärmässig stört, im Schlafzimmer also vielleicht nach dem Aufstehen in der Früh, im Wohnzimmer nachts oder am nächsten, wieder kühleren Tag. Er muss das Fenster also nicht zur Frischluftversorgung in einem störenden Zeitraum öffnen.

Anstatt zum Abkühlen die Fenster zu öffnen, können Minergie-Häuser – trotz der strengen Energievorgaben – auch über ein Wassersystem gekühlt werden. Im Austausch mit dem kühlen Erdreich über eine Erdsonde wird dafür fast keine Energie verbraucht. Das schätzen besonders Nutzer, die aus Allergieründen oder wegen des Schallschutzes die Fenster auch im Sommer nicht öffnen wollen.

Selbstredend hilft die Lüftung für den Schutz vor Aussenlärm nicht nur bei Grenzwertüberschreitungen. Sie verbessert den Wohnkomfort auch bei moderater Beeinträchtigung und erreicht, dass man selbst beim Hören einer leisen Musik durch ein vorbeifahrendes Auto nicht gestört wird.

Akzeptanz der Komfortlüftung

Die Komfortlüftung ist nicht wie die Wärmedämmung vorgeschrieben, sondern wird – primär dank ihrer für den Schutz vor Aussenlärm, Schimmelpilz, Staub und Pollen – freiwillig installiert. Etwa 4500 Bauten werden jährlich von Minergie zertifiziert, dies entspricht einem Anteil am Neubauvolumen von rund 30 Prozent. Ein weiterer Anteil wird mit Lüftungen ausgerüstet, aber nicht durch Minergie zertifiziert. Ver-

schiedene Untersuchungen belegen die Zufriedenheit der Nutzer. Vor allem in Mietbauten zeigt sich, dass die Komfortlüftung dann gut akzeptiert wird, wenn die Bewohner Einfluss auf die ausgewechselte Luftmenge nehmen können. Kritik kommt, wenn die Anlagen durch Fehler zu laut sind oder zu wenig Luft fördern.

Komfortlüftung und Lärmschutzverordnung LSV

Die LSV verlangt mit Art. 39, dass die Lärmbelastung in der Mitte des offenen Fensters gemessen wird. Nicht verlangt wird dies für gewerbliche Nutzungen: Für lärmempfindliche Gewerberäume, wie Büros, Ateliers, Läden, Schulen sind mechanische Lüftungen zulässig. Dies entspricht der gängigen Praxis im Kanton Zürich und ermöglicht an stark belasteten Strassen und Bahnlinien den Bau von Gewerbetrieblern zum Schutz der dahinter liegenden Wohnbauten.

Inzwischen werden schweizweit aber etwa 30, im Kanton Zürich vermutlich sogar rund 50 Prozent der neuen Wohnungen mit Komfortlüftungen ausgerüstet. Diese sind im Kanton Zürich zwar eine Voraussetzung für Ausnahmen entlang von lauten Strassen. Ausnahmen werden aber nur für maximal die Hälfte der Wohnräume akzeptiert und nur, wenn die Gemeinde die Wohnnutzung in der belärmten Zone für wichtig erachtet. Das Ziel des Lärmschutzes für einen akzeptablen Direktkontakt mit dem Aussenraum wäre aber auch erreicht, wenn jede Wohnung nur über mindestens ein Zimmer mit mindestens einem Fenster auf der lärmabgewandten Seite verfügen würde. In den lärmzugewandten Zimmern bieten geschlossene Fenster und Komfortlüftung den weit besseren Schutz, mit und ohne aktive Raumkühlung über die Bodenheizung.

Auch die beste neue Technik braucht Zeit, bis sie umfassend akzeptiert wird. Beim Auto sind die kleinen Lüftungsfenster ebenfalls verschwunden, als die Lüftungen einen genügend guten Stand erreicht hatten. Letztere sind zwar oft laut, aber das offene Autofenster ist noch viel lauter.

Minergie als Treiber der Innovation

In den bald 20 Jahren seit ihrer Entstehung hat die Marke MINERGIE die Schweizer Bauwirtschaft sehr grundlegend zu mehr Energieeffizienz verändert und die Akzeptanz von effizienten Bauten verbreitert. Die registrierte Mar-

se saugen Abluft aus Küche, Bad und WC, während die Aussenluft durch Öffnungen in den Zimmer-Aussenwänden einströmt. In der Schweiz ist diese Technik mit undefinierter Luftnachströmung durch Ritzen seit Jahrzehnten in Mehrfamilienhäusern verbreitet. Sie schützt zuverlässig vor Feuchteschäden in Bad und Küche. Nachteilig ist die starke Windabhängigkeit, wodurch die Luft auch durch die Öffnungen hinaus gedrückt statt hereingesaugt werden kann. Und wird in einem Zimmer ein Fenster geöffnet, so erhalten alle anderen Zimmer keine Luft mehr, weil die Luft viel leichter durch das grosse Fenster als durch die kleinen Öffnungen nachströmt. Ein Nachteil ist auch der leichte Unterdruck im Haus, der bei Cheminées zu Problemen mit dem Rauchabzug führen kann. Komfortlüftungen werden von Laien oft als komplexe Einrichtungen empfunden. Tatsächlich braucht es dazu je einen Ventilator für Zu- und Abluft mit meist 3-stufiger Ansteuerung, einen Wärmetauscher aus Kunststofffolien und eventuell einer Bypass-Klappe zur Umgehung des Wärmetauschers im Sommer. Dazu kommt die Luftverteilung mit flexiblen Kunststoffrohren und Zu- und Abluftgittern. – Jede Waschmaschine ist deutlich komplizierter! Doch wer würde heute eine Wohnung kaufen ohne Kühlschrank und Waschmaschine?

Beispiel: Siedlung Wolfswinkel der Wohn- und Baugenossenschaft ABZ, Zürich

ke ist mit einem Anteil am gesamten Neubauvolumen von etwa 30 Prozent zur Leitschnur für Investoren, Planer, Systemanbieter, Installateure und Nutzer aus Privatwirtschaft und öffentlicher Hand geworden. Weil MINERGIE energieeffiziente Techniken verbreitet hatte, konnten die Kantone 2008 die energietechnischen Anforderungen an Bauvorhaben deutlich erhöhen, ohne dass dies zu Problemen in der Bauwirtschaft geführt hätte. Dieser Erfolg hat seine Ursache in der pragmatischen Definition der Basis-Standards, die sich an kostengünstigen und technisch bewährten Massnahmen orientieren.

Neu planen die Kantone, bis 2020 das Energieniveau von MINERGIE umfassend für alle Neubauvorhaben einzuführen. Dies ist die Schweizer Version der «Nearly Zero Energy Buildings», wie sie von der EU von ihren Mitgliedsländern bis 2020 für Neubauten verlangt werden. Im internationalen Vergleich verfügt die Schweiz dank MINERGIE zu diesem Schritt bereits über enorme Erfahrung in der Bauwirtschaft, was eine klare Erleichterung gegenüber dem Ausland bedeutet. Die geplanten höheren energietechnischen Anforderungen der kantonalen Mustervorschriften, MuKE, können sich auf Tausende von MINERGIE-Bauten abstützen. Entsprechend klein ist das verbundene Risiko dieses grossen Schritts zur langfristigen Sicherung des Gebäudewerts.

Diese geplante Vorschrift mit dem Energieniveau von MINERGIE wird das Problem ungenügender Energieeffizienz der Neubauten weitgehend lösen. Ein anderes wachsendes Problem tritt bei Neubauten damit in den Vordergrund – die Ausführungsqualität. Schon bisher entstehen immer wieder Bauten mit kleinen oder grösseren Mängeln, oft aufgrund unerfahrener Baufachleute oder unrealistischem Zeit- und Kostendruck. Bei den Lüftungsanlagen sind die Folgen meist störende Geräusche, ungenügende Luftmengen oder für die Wartung unzugängliche Anlageteile, mit unangenehmen Kostenfolgen für den künftigen Betrieb. Wenn ab sofort mehr Fachleute diese Techniken anwenden, gegen die sie sich bisher gewehrt haben, so wird das die allgemeine Sorgfalt nicht erhöhen.

Deshalb wird MINERGIE ein deutlich verbessertes Qualitätssicherungssystem einführen, mit dem für MINERGIE-relevante Systeme die Übereinstimmung der Ausführung mit der Planung geprüft wird. Dies wird nicht nur die Lüftungsanlage betreffen, sondern auch die Heizung, Kühlung,

Warmwasserbereitung, Gebäudehülle und den sommerlichen Wärmeschutz. MINERGIE wird im Neubau also bezüglich Qualitätssicherung die glei-

che Rolle übernehmen wie bisher für die Energieeffizienz. Lärmschutz und MINERGIE werden sich dadurch noch näher kommen.



Die Siedlung Wolfswinkel in Zürich-Affoltern umfasst 189 Wohnungen mit 2 1/2 bis 5 1/2 Zimmern. Jede Wohnung ist mit einem individuellen Lüftungsgerät ausgerüstet.
Quelle: Hannes Henz

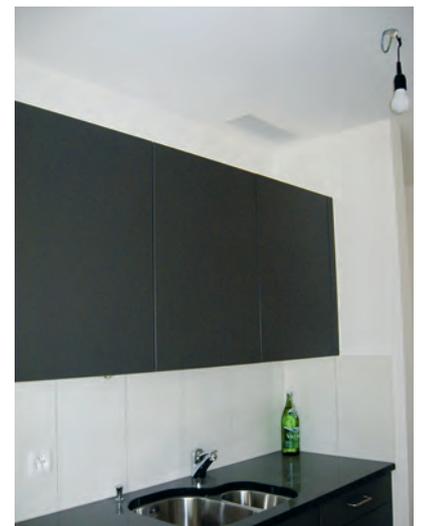


Eingelegte Lüftungsrohre in der Geschosdecke.
Quelle: Zehnder Schweiz AG

Beat Scherer, Hauswart der Siedlung seit deren Bestehen im Jahr 2006: «Die Siedlung wurde gegen Norden, von wo der Fluglärm kommt, mit Dreifach-Verglasungen ausgerüstet. Entsprechend hört man davon bei geschlossenen Fenstern nichts, ebensowenig wie von den vielen Kindern auf den zahlreichen Spielplätzen der Siedlung. Und ich höre deshalb auch nie Reklamationen der Mieter zum Thema Lärm. Zweimal jährlich lege ich den Mietern die Filter für die Lüftungsgeräte in die Briefkästen mit einer Anleitung, wie sie zu wechseln sind. Weil das Wechseln so einfach ist, funktioniert das bestens.»



Das Lüftungsgerät im Schrank beim Eingang erleichtert den Zugang zur Wartung.
Quelle: Zehnder Schweiz AG



Die Abluft in der Küche wird durch das Gitter an der Decke abgesaugt.
Quelle: Zehnder Schweiz AG

Beispiel: Fachhochschule Nordwest-Schweiz FHNW in Olten: Lärmbelastung durch Eisenbahn

Der Neubau wurde im Auftrag des Hochbauamtes des Kantons Solothurn durch Bauart-Architekten erstellt und im Herbst 2013 durch die FHNW in Betrieb genommen.

Zum Schutz der Unterrichtsräume vor dem Lärm der unmittelbar vor dem Haus vorbeiführenden Linie Zürich-Bern wurde der Bau mit schalldämmenden Kastenfenstern ausgerüstet und eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Zudem wurde auf emissionsfreie Materialien geachtet, um den MINERGIE-P-ECO-Standard zu erreichen.

Die Oberlichter über den vier Innenhöfen werden zur Belichtung und Nachtauskühlung/Entrauchung der in diesem Bereich angeordneten Arbeitsplätze und Verkehrswege genutzt.

Rolf Lauber, Leiter Infrastruktur: «Die Schule ist sehr zufrieden mit der erreichten Raumqualität für den Schulbetrieb an diesem extrem mit Verkehrslärm belasteten Standort. Besucher sind immer überrascht, dass man von den vorbeifahrenden Zügen weder Erschütterungen noch Lärm wahrnimmt. Entsprechend ist auch die Akzeptanz des Hauses bei den Nutzern sehr hoch. Dazu tragen zweifellos auch die offenbaren Fenster in allen Räumen bei. Diese werden selbst geleseseitig regelmässig genutzt.»



Quelle: Architekturfotografie Gempeler, Bern



Quelle: Architekturfotografie Gempeler, Bern

Komfort- lüftung – nur eine halbe Lösung für lärmige Wohnlagen

Das Baugesetz verlangt, dass Wohnräume mit Fenstern zu versehen sind, welche ins Freie führen und geöffnet werden können. Und nach der Lärmschutzverordnung muss der Lärm am offenen Fenster beurteilt werden. Die Vorschriften garantieren in ihrer Kombination die Qualität einer Wohnlage bezüglich Lärmbelastung. Dies gilt auch bei Minergie-Wohnhäusern mit Komfortlüftung.

Thomas Gastberger
Fachstelle Lärmschutz FALS
Tiefbauamt
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 55 23
thomas.gastberger@bd.zh.ch
www.laerm.zh.ch



Ein Fenster bietet mehr als nur ein Bild der Aussenwelt. Das offene Fenster macht den Aussenraum über alle Sinne erfahrbar.
Quelle: René Magritte

Fenster sind bautechnisch gesehen Wandöffnungen für Bauten, die dem dauerhaften Aufenthalt dienen. Sie sorgen für die Belichtung der Räume und erlauben den notwendigen Luftaustausch. Ausgestattet mit einer Verglasung, kann auch der winterliche Wärmeverlust reduziert werden. Schon die Römer kannten solche Glasfenster. Lange Zeit dominierte bei Wohnbauten das Holzfenster als Einzelanfertigung. Mit der industriellen Fertigung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden Holz-, Aluminium- und Kunststofffenster mit Doppelverglasung hergestellt.

In einer Wohnung ist der regelmässige Luftaustausch eine notwendige Bedingung für den Erhalt eines angenehmen Raumklimas. Die manuelle Lüftung über das Fenster führt jedoch zu Wärmeverlusten und lässt Lärm in das Ge-

bäudeinnere dringen. Heutige Fenstersysteme erfordern sowohl eine bessere Wärmeisolation als auch einen verbesserten Sonnenschutz, um die sommerliche Aufwärmung der gut isolierten Gebäude zu reduzieren. Die moderne Technik erlaubt es, die Belüftung des Raumes vom Fenster zu entkoppeln und über eine mechanische Lüftungsanlage zu bewerkstelligen.

Das Fenster als Verbindung zum Wohnumfeld

Die Fenster in Gebäuden sind jedoch viel mehr als eine Einrichtung für Licht und Luftaustausch. Die Fenster symbolisieren immer die Verbindung zwischen aussen und innen. Fenster bieten einen Blick in die Welt – sei es auf die Natur oder den öffentlichen städtischen Raum. Das offene Fenster verknüpft das Wohnumfeld mit der Woh-



Das Lüftungsfenster garantiert eine angemessene Wohnqualität. Beträgt seine Fläche mindestens fünf Prozent der Bodenfläche, ist damit ein genügender Luftaustausch gewährleistet. *Quelle: FALS*

nung. Aussentemperatur, Wind und Wetter wie auch die Düfte und Gerüche der Umgebung werden durch das offene Fenster erfahrbar. Ebenso kann über das Fenster mit anderen Menschen ausserhalb der Wohnung kommuniziert werden. Umgekehrt schottet ein Fenster, welches nicht geöffnet werden kann, das Innere des Gebäudes von der Aussenwelt ab.

Und was heisst eigentlich «offenes Fenster»? Eine im Lärmschutz oft gestellte Frage lautet: Wie nahe darf ein Hindernis am Gebäude an das Lüftungsfenster heran gebaut werden, dass dieses noch immer ins Freie führt? Oder anders: Wann ist die gewollte Verbindung zum Aussenraum noch vorhanden? Die meisten Menschen können dies für eine bestimmte Situation mit erstaunlicher Sicherheit beurteilen. In der Theorie kann das Gefühl, im Freien zu sein als Summe verschiedener typischer Sinneswahrnehmungen – sehen, hören, spüren, riechen – betrachtet werden. Ein Blick ins Freie durch eine beinahe unsichtbare Glaswand genügt nicht, damit sich dieses Gefühl einstellt.

Das Gesetz berücksichtigt die verschiedenen Fensterfunktionen

Das Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich (PBG) enthält verschiedene Vorschriften in Bezug auf Fenster. § 301 PBG sieht vor, dass die Fenster von Räumen mehrheitlich nicht nach Norden gerichtet sind. Laut § 302 PBG müssen die Räume genügend belichtet und belüftbar sein. Wohn- und Schlafräume sind mit Fenstern zu versehen, die über dem Erdreich liegen, ins Freie führen und in ausreichenden Massen geöffnet werden können.

Gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) Art. 39 muss die Lärmbelastung in der Mitte des offenen Fensters gemessen werden. Dieser Beurteilungspunkt fungiert als Stellvertreter für das ganze Fenster. Die Lärmgrenzwerte müssen somit am offenen Fenster eingehalten werden. In ihrer Kombination garantieren die beiden Vorschriften eine angemessene Wohnqualität bezüglich Lärmbelastung. Streng nach LSV bleibt dieser Beurteilungspunkt auch bestehen, wenn dank mechanischer Lüftung regelmässiger Luftaustausch gewährleistet ist.

Die Praxis im Kanton Zürich ist gegenüber Nichtwohnnutzungen jedoch grosszügig. Für lärmempfindliche Gewerberäume wie Büros, Ateliers, Läden etc., aber auch für Schulen, Spitäler und Hotelzimmer sind mechanische Lüftungsanlagen zulässig. Damit entfällt ein Beurteilungspunkt am Fenster, und die Grenzwerte gelten als eingehalten. In Hotels und Spitälern gilt dies nur, wenn die Aufenthaltsdauer lediglich einige Tage beträgt. Für Wohnen gilt das offene Fenster nach wie vor.

Lärmschutz und Städtebau – das Lüftungsfenster

Mit der Definition des Lüftungsfensters soll der Konflikt zwischen den Interessen des Lärmschutzes beim Wohnungsbau und dem Gebot der Verdichtung im Siedlungsraum sowie den orts- und städtebaulichen Anforderungen gegenüber dem öffentlichen Strassenraum entschärft werden. Nicht jedes Fenster eines Raumes muss deshalb die Grenzwerte einhalten. Zur Lüftung genügt ein Fenster, dessen Fläche fünf Prozent der Bodenfläche beträgt und damit einen genügenden Luftaustausch gewährleistet. Damit

sind auch Grundrisse möglich, welche strassenseitige Räume über Seitenfenster oder Wohnbereiche lärmabgewandt belüften.

Die gleiche Zielsetzung verfolgt die Praxis des Kantons Zürich «Neue Wohnnutzungen im lärmigen Siedlungsraum». Damit soll sowohl eine städtebauliche Aufwertung als auch eine hohe Wohnqualität erreicht werden. Die Regelung erlaubt strassenseitige Wohnräume mit Grenzwertüberschreitungen, wenn die Wohnung eine ruhige Seite und einen ruhigen Aussenraum aufweist.

Für maximal die Hälfte der Räume kann eine Ausnahme erteilt werden, wenn die Gemeinde diese begründet und die Wohnungen mit einer Komfortlüftung ausgestattet sind. Städtebaulich lassen sich auf diese Weise unwirtliche solitäre Lärmschutzwände mit dahinterliegenden Wohnhäusern oder abweisende strassenseitige Gebäudefassaden ohne Fenster vermeiden. Das Lüftungsfenster ist ein Garant für gute Wohnqualität, die weiteren Fenster garantieren städtebauliche Qualitäten.

Eine mechanische Lüftung ist kein Fenster

Die mechanische Lüftung (Einzelraumlüftung, Komfort- bzw. Wohnungslüftung) ist und bleibt in erster Linie eine energetische Massnahme und ist insbesondere bei Wohnungen keine Alternative zum Fenster, das geöffnet werden kann. Dies gilt im Grundsatz auch dann, wenn bei lärmigen Situationen der Luftaustausch via mechanischer Lüftung erfolgen kann.

Komfortlüftung oder kontrollierte Wohnraumlüftung

Diese Bezeichnungen stehen für eine einfache, qualitativ hochwertige Lüftungsanlage für eine ganze Wohnung. Die Lüftung ist mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet und ist in der Regel immer in Betrieb. Das Gerät selbst steht nicht in einem Wohnraum.

Einzelraumlüftung oder Schalldämmlüfter

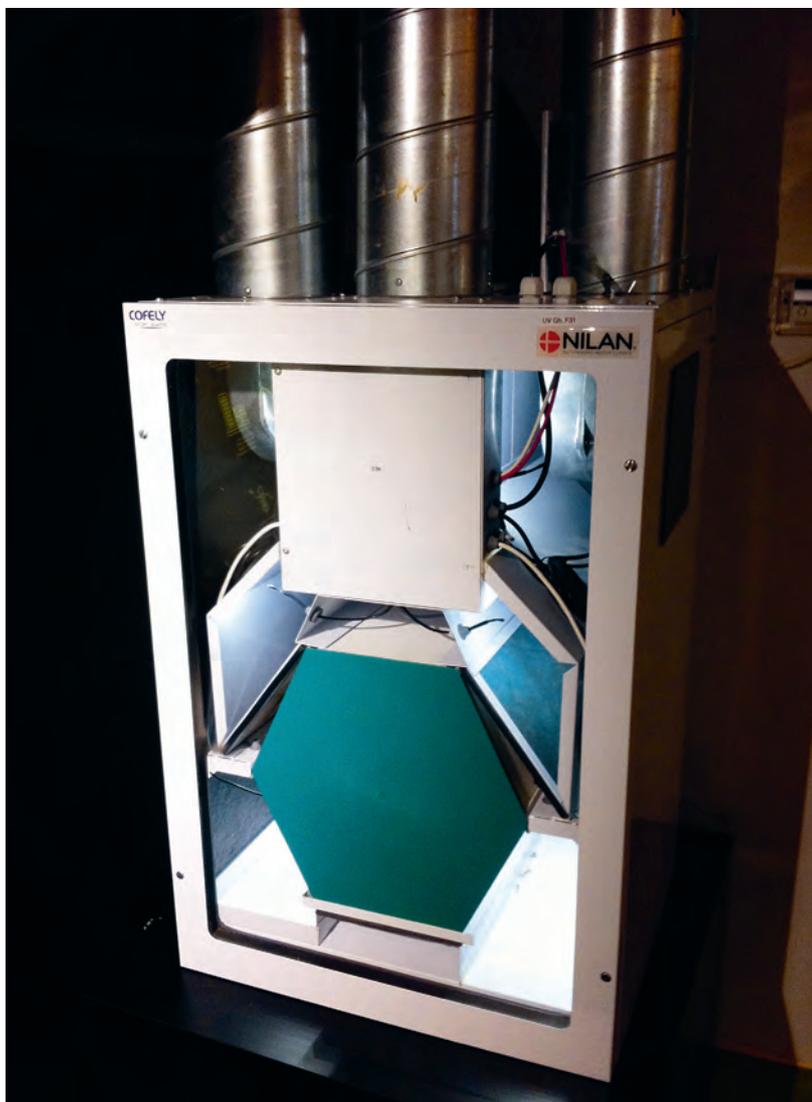
Mit diesen Geräten können nur einzelne Räume gelüftet werden. Die Lüftung ist ins Fenster eingebaut oder erhält die Frischluft über eine Fassadenöffnung. Sie sind bei Bedarf einzuschalten. Moderne Geräte verfügen auch über einen Wärmetauscher und Filter.

Die Gründe lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- Wohnen gehört zu den lärmempfindlichsten Nutzungen. Gute Wohnqualität zeichnet sich auch durch ein ruhiges Wohnumfeld aus. Die Lärmschutzgesetzgebung schützt im engeren Sinne nur die Wohnräume. Mit dem Messpunkt am offenen Fenster wird aber auch dem Wohnumfeld ein gewisser Schutz zugestanden.
- Die Erfahrung hat gezeigt, dass mechanische Lüftungen – zumindest im Mietwohnungssegment – schlecht akzeptiert werden. Es ist nicht dasselbe, ob man das Fenster nach Bedarf selbst öffnen und wieder schliessen kann oder ob die frische Luft über eine automatisierte Einrichtung gesteuert wird. Dies zeigt sich auch bei Minergiehäusern an ruhiger

Lage. Die Bewohner möchten in der warmen Jahreszeit die Fenster offen halten.

- Im Winter macht eine Komfortlüftung durchaus Sinn, da sie den Wärmeverlust optimal reguliert und die meisten Leute kein Bedürfnis haben, das Fenster zu öffnen. Im Sommer und in der Zwischensaison hingegen möchten viele Menschen über das Fenster die Verbindung zum Draussen herstellen. Wenn im Frühling nach Monaten die ersten Sonnenstrahlen durch die Nebeldecke dringen und es wärmer wird, so will man die Fenster öffnen, um Wetter und Gerüche erlebbar zu machen.



Komfortlüftungen sind technisch komplexe Geräte: Die Aussenluft wird gefiltert und via Wärmetauscher durch die Abluft aufgewärmt. Bei guten Geräten erlaubt im Hochsommer ein Bypass, dass der Wärmetauscher umgangen wird und die Räume abkühlen können. Je nach Bedarf und CO₂-Gehalt der Luft wird die Umwälzung gesteuert. Gewisse Modelle erlauben es, die trockene Zuluft mit dem Wasser, das der warmen Abluft entzogen wurde, zu befeuchten.

Quelle: FALS



Die Grenzwerte der Lärmschutzverordnung müssen in der Mitte des offenen Fensters eingehalten werden. Damit wird auch dem Wohnumfeld ein gewisser Lärmschutz zugestanden.

Quelle: FALS

- Hohe Einzelpegel, welche durch den Überflug eines Jets in flughafen-nahen Gebieten verursacht werden, sind auch bei geschlossenem Fenster und mechanischer Lüftung gut hörbar und können jemanden in der Nacht aufwecken. Dasselbe gilt für den Güterzug, den nächtlichen Motorradrowdy und die sogenannt sportlichen Autofahrer. Ein entferntes nächtliches Autobahnrauschen hingegen kann mit einer mechanischen Lüftung und geschlossenem Fenster gut gedämpft werden.
- Vorab Einzelraumlüfter haben ein stetes, wenn auch geringes Eigenrauschen, welches als unangenehm empfunden werden kann. In den höheren Leistungsstufen kann dieses Rauschen der Ventilatoren auch schon mal störend werden.
- In sehr gut wärmegeämmten Gebäuden wird es im Hochsommer oft schwierig, die Räume in den kurzen Sommernächten genügend abzukühlen. Die Minergievorschriften verlangen zum einen Beschattungsmöglichkeiten, zum andern eine Abkühlung über das normale Fenster. In solchen Fällen wird die aus Lärmschutzgründen installierte Komfortlüftung wirkungslos.
- Mechanische Belüftungen bedürfen eines geeigneten Unterhalts. Zum Beispiel müssen die Filter regelmässig gereinigt und periodisch ersetzt werden.

Die Installation einer Komfortlüftung (Wohnungslüftung) ist aus Lärmschutzsicht für Wohnbauten nur dann

zweckmässig, wenn bei Grenzwertüberschreitungen am Lüftungsfenster Ausnahmen gewährt werden. Dahinter steckt die Einsicht, dass, wenn schon am offenen Fenster die Grenzwerte überschritten sein dürfen, wenigstens in der Nacht bei geschlossenem Fenster frische Luft zugeführt werden kann. Rechtlich handelt es sich bei dieser Auflage um eine Verschärfung der Anforderungen an die Aussenbauteile nach Art. 32 Abs 2 LSV. Die Grenzwerte bleiben überschritten, und für die Ausnahmen müssen von der Gemeinde überwiegende Interessen am Bau dieser Wohnungen geltend gemacht werden.

Erfahrungen mit einer Komfortlüftung

«Wir wohnen in einem Haus mit Komfortlüftung. Diese haben wir während rund zehn Monaten pro Jahr in Betrieb, im Winter um Energie zu sparen und im Spätsommer auch wegen der vielen Mücken. Die Nachtabkühlung im Sommer wird durch ein Erdregister unterstützt. An Hitzetagen kühlen wir das Haus zusätzlich am Morgen mit offenen Fenstern aus. Da wir an einem ruhigen Ort wohnen, können wir die Fenster öffnen, wann wir wollen, und brauchen uns nicht um den Lärmschutz zu kümmern. Dies schätze ich sehr. In der Küche haben wir einen Umluftabzug mit einem Aktivkohlefilter. Ein feuersicherer Abzug über die kontrollierte Belüftung wäre besser, war aber jetzt noch zu teuer. Die Filter saugen wir halbjährlich mit dem Staubsauger ab und wechseln sie alle drei Jahre, was ich nicht jedem Vermieter zutrauen würde. Es sammeln sich dort viele graue Partikel an, welche ohne Belüftung zum Teil in den Lungen landen würden. Da ich allergisch auf Hausstaubmilben bin, haben wir einen Wärmetauscher ohne Feuchterücknahme gewählt. So ist es immer trocken, was die Hausstaubmilben nicht mögen.»

W.W., Pfäffikon

Erfahrungen mit einem Schalldämm-lüfter

«Unser Schlafzimmer liegt an einer stark befahrenen Strasse, und wir haben einen Schalldämmlüfter. Das Zimmer lüften wir in der Regel jedoch vor dem Zubettgehen über das Fenster. Den Lüfter schalte ich nicht ein. Mich stört zum einen das Lüftergeräusch, zum andern der schlechte Geruch, der ins Zimmer strömt. Ob das vom Gerät selbst herrührt oder von den Abgasen der Strasse, weiss ich nicht.»

C.B., Zürich



Schalldämmlüfter zur Lüftung einzelner Räume werden an der Aussenmauer eingebaut.

Quelle: FALS

Schimmelpilz in Wohnräumen vermeiden

Im Winterhalbjahr sehen sich viele Mieter und Hauseigentümer mit dem Problem von Schimmelpilzen konfrontiert. Durch eine fachgerechte energetische Sanierung und die Vermeidung von Wärmebrücken lassen sich diese Probleme verhindern. In unsanierten Altbauten sollte die Feuchtigkeit durch regelmässiges Lüften und die Nutzung von Abluftventilatoren reduziert werden. Eine Luftbefeuchtung ist nicht notwendig.

Seraina Steinlin
Abteilung Lufthygiene
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 41 72
seraina.steinlin@luft.zh.ch
www.luft.zh.ch



Kühle, feuchte Orte und Ecken sind für Schimmel prädestiniert.
Quelle: EMPA

In einer Wohnung herrscht im Normalfall eine Raumtemperatur von 20 °C oder etwas mehr. Beim Lüften gelangen Schimmelpilzsporen, die sich überall in der Aussenluft befinden, in den Innenraum. Ein ganz natürlicher Vorgang, der auch keine Probleme mit sich bringt; ausser die Sporen treffen auf feuchte Stellen. Diese bilden den idealen Nährboden für ein «gutes» Gedeihen der Pilze. Zudem verschärfen höhere Raumtemperaturen von über 20 °C das Problem.

Ursachen von Feuchtigkeit

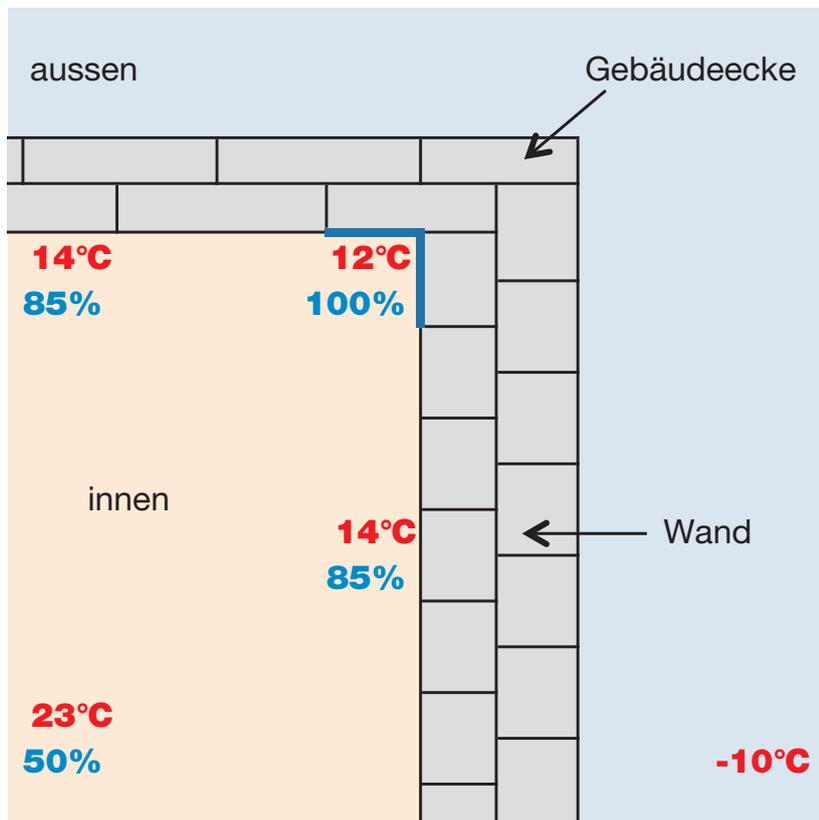
Feuchte Stellen treten in vielen Wohnungen auf: Bei einer Raumlufttemperatur von 23 °C und 50 Prozent relativer Raumluftfeuchte kann eine unter 12 °C kühle Aussenwand bereits feucht werden. Besonders gefährdet sind Altbauten mit kühlen, schlecht gedämmten Wänden, meist aus den 60er und 70er Jahren. Durch eine nicht fachgerechte energetische Sanierung kann das Problem zusätzlich verstärkt werden.

Vorgehen bei Feuchteschäden und Schimmelpilzbefall

Für Laien ist es jeweils sehr schwierig zu entscheiden, als wie gravierend ein Schimmelpilzbefall einzustufen ist. Eine Hilfe dabei bietet der Leitfaden des Bundesamts für Gesundheit BAG (siehe Kasten «Weitere Informationen»). Damit kann anhand von Bildern und weiteren Schadensmerkmalen eine Kategorisierung vorgenommen werden, und es wird das weitere Vorgehen beschrieben. Anhand von Fallbeispielen wird das Ganze konkretisiert.

Fakten und Hinweise

- Jede vierte bis fünfte Wohnung ist von Feuchtigkeitsproblemen betroffen
- Ursache für Feuchtigkeitsprobleme sind meist bauliche Mängel
- Feuchtigkeitsniederschlag an kühlen Wänden ermöglicht den Schimmelpilzen das Wachstum
- Bei energetischen Sanierungen muss auf die Vermeidung von Wärmebrücken und einen ausreichenden Luftwechsel geachtet werden



Bei unzureichender Dämmung und tiefen Aussentemperaturen ist die Oberflächentemperatur der Wände deutlich tiefer als die Raumlufttemperatur. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf kondensiert an den Aussenwänden, speziell in den kälteren Gebäudeecken. Bereits ab 75 Prozent Luftfeuchtigkeit besteht die Gefahr von Schimmel. Quelle: AWEL, Lufthygiene



In solchen feuchten, kühlen Ecken bildet sich schnell Schimmelbewuchs. Quelle: Belfor (Suisse) AG

Energetische Sanierungen

Mit Gebäudesanierungen kann viel Energie eingespart werden. Dazu werden auch aus Komfortgründen (Luftzug wird als sehr unangenehm empfunden) undichte Stellen, zum Beispiel bei den Fenstern, abgedichtet. Wird eine Sanierung vorgenommen, so wird der natürliche Luftaustausch, der vorher ständig vorhanden war, unterbunden. Die im Haushalt entstehende Feuchtigkeit kann nicht mehr entweichen, und die Luftfeuchtigkeit im Innenraum

nimmt zu. An den kalten Stellen, besonders bei den Wärmebrücken, kann durch das kondensierende Wasser Schimmel entstehen.

Bei Sanierungen ist somit besonders auf die Vermeidung von Wärmebrücken zu achten. Es ist zu empfehlen, die Situation im Voraus sorgfältig durch einen Bauphysiker oder Lüftungsplaner beurteilen zu lassen. Nur so kann man sicher sein, dass später kein Schimmelbewuchs auftritt.

Empfehlungen

Das BAG empfiehlt als Faustregel während der Heizperiode eine relative Luftfeuchtigkeit von 30 bis 50 Prozent. Dieser Bereich darf an einzelnen Tagen auch unterschritten werden. An sehr kalten Tagen sollte die Luftfeuchtigkeit nicht über 40 Prozent steigen. Bei Raumtemperaturen über 20°C sind eher noch tiefere Werte anzustreben. Für viele Personen ist eine tiefere Luftfeuchtigkeit gesundheitlich unproblematisch. Eine Befeuchtung mittels Luftbefeuchter ist erst sinnvoll, wenn die Raumluftfeuchte während mehrerer Tage deutlich unter 30 Prozent liegt und die Bewohner über entsprechende gesundheitliche Beeinträchtigungen klagen. Nur in diesen Fällen sollte die Raumluftfeuchte bis auf maximal 40

- Prozent angehoben werden. Bei zu hoher Feuchtigkeit kann die Raumluftfeuchte durch folgende Massnahmen vermindert werden:
- Keine zusätzliche Luftbefeuchtung in Wohnungen mit Schimmelbefall
 - Kein Trocknen von Wäsche in den Wohnräumen
 - Mindestens dreimal pro Tag Stosslüften während 5 bis 10 Minuten (keine gekippten Fenster)
 - Zwischen Möbeln und Aussenwänden ist ein Abstand von 10 Zentimetern einzuhalten
 - Grosse Möbel wie Schränke nicht an kühle Aussenwände stellen
 - Beim Duschen und Kochen die Abluftventilatoren einschalten
 - In Gebäuden mit kühlen Wänden sollte der Heizbeginn nicht hinausgezögert und die Raumlufttemperatur auf 20 °C eingestellt werden. Höhere Raumtemperaturen können das Problem vergrössern.en*

Weitere Informationen

BAG in Zusammenarbeit mit Hauseigentümerversand, Mieterverband und Verband der Immobilienwirtschaft:

- Schimmel in Wohnräumen: Informationen für Bewohner, Mieter und Vermieter
- Vorsicht Schimmel: Eine Wegleitung zu Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel in Wohnräumen

Die aufgeführten Broschüren sind erhältlich über www.wohngifte.admin.ch
→ Gesund Wohnen → Feuchtigkeitsprobleme und Schimmel

Schimmelpilz – gesundheitliche Auswirkungen

Schimmelpilze in Wohnräumen verursachen bei den Bewohnern am Anfang meist einen Schnupfen. Dieser ist häufig von einer Augenbindehaut- oder einer Nasennebenhöhlenentzündung begleitet. Über längere Zeit kann sich eine Verengung der unteren Atemwege einstellen und zu Asthma führen. Je grossflächiger der Schimmelbefall, desto höher sind die Gesundheitsrisiken.

Raumluft- qualität und Lüftung

Zahlreiche Schadstoffe – nicht zuletzt das selbstproduzierte CO₂ – können die Innenraumluft belasten. Eine geeignete Lüftung ist darum zentral. Was aber ist vorteilhafter für ein wohliches Klima: eine mechanische Komfortlüftung oder das Lüften von Hand?

Paul Eggimann
Bauökologie
Hochbauamt (HBA) Kanton Zürich; Stab
Telefon 043 259 28 57
paul.eggimann@bd.zh.ch
www.hochbauamt.zh.ch



Auch in Minergiebauten können von Hand Fenster geöffnet werden, um zu lüften.
Im Bild: Minergie-P-Eco-Neubau des Kantons an der Stampfenbachstrasse.
Quelle: HBA

Ohne Luft existiert kein Leben. Sie ist ein wichtiges «Lebensmittel». Wie bei den anderen Lebensmitteln sollte man also auch bei der Luft auf eine gesunde Zufuhr achten. Die meisten Menschen halten sich heutzutage den Grossteil des Tages in Innenräumen auf. So ist auch der grösste Teil der Luft, die man atmet, Innenraumluft. Die Qualität dieser Luft ist somit zentral.

Aussenluftqualität

Stoffe aus zahlreichen Quellen belasten die Luft. Einige von ihnen haben bei genügend hoher Konzentration das Potenzial, Wohlbefinden oder gar die Gesundheit zu gefährden. Dank der natürlichen Durchmischung und der aus ihr folgenden Verdünnung werden in der Aussenluft auch bei grossen Schadstoffquellen in der Regel keine kritischen Konzentrationen erreicht. Bei bestimmten Wetterlagen oder übermässigen Schadstoffquellen kann es aber auch in der Aussenluft zu kritischen Schadstoffkonzentrationen kommen (Smog). Dabei stehen für die Aussenluft Feinstaub, Russ, Stickoxide, Ozon sowie Pollen als wichtigste Belastungen im Vordergrund.

Innenluftqualität

Die Innenluft wird durch zusätzliche Quellen belastet. Dies sind insbesondere Emissionen aus Baumaterialien wie Formaldehyd, VOC sowie verschiedenste Verbindungen aus der Bauchemie. Eine weitere Belastung entsteht durch Prozesse wie Heizen, Reinigen, Kochen oder Baden. Auf feuchten Ma-

terialien kann Schimmelpilz entstehen (siehe Artikel «Schimmelpilz in Wohnräumen vermeiden» Seite 25). Nicht zuletzt trägt aber auch der Nutzer durch seine Stoffwechselprodukte zur Belastung bei. Wird dann auch noch geraucht, braucht die Innenluft definitiv eine Auffrischung.

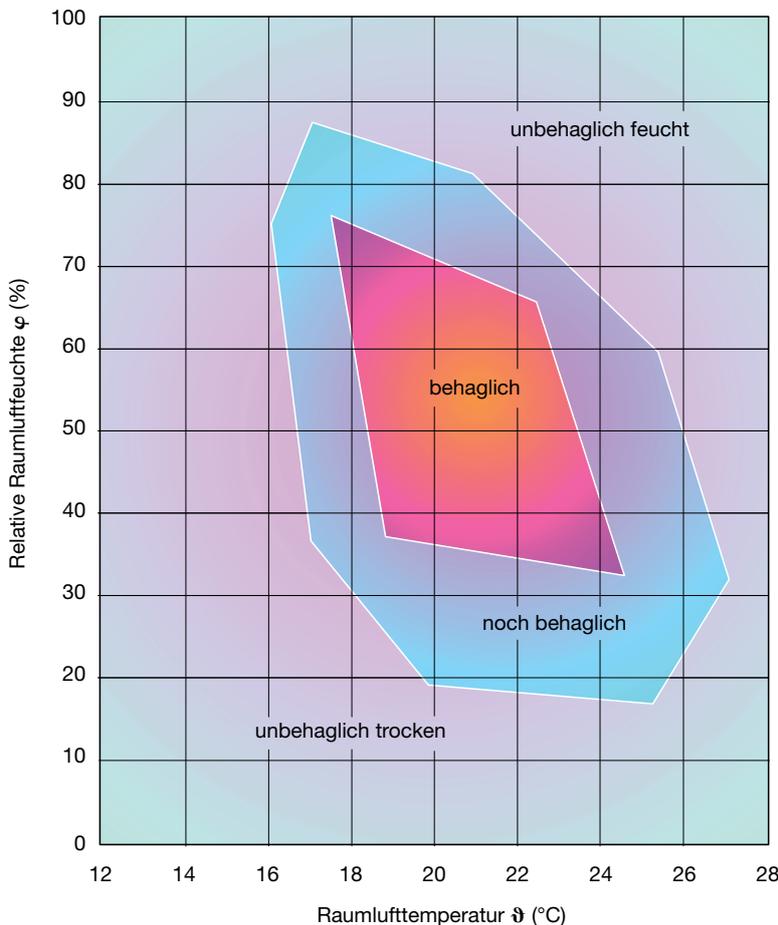
Frischlufversorgung

Die Norm SIA 382/1 fordert für typische Wohn- und Büroräume eine Frischluftzufuhr von mindestens 22 Kubikmeter pro Stunde und Person, damit die CO₂-Konzentration die noch akzeptierbare Konzentration von 1350 ppm nicht überschreitet. Wünschenswert ist jedoch eine CO₂-Konzentration um die 1000 ppm. Um diese zu erreichen, ist eine Frischluftzufuhr von rund 36 Kubikmeter pro Stunde und Person nötig, die untere Grenze für den notwendigen Luftwechsel.

Ist der Raum durch intensive Quellen anderer Schadstoffe belastet, ist ein entsprechend höherer Luftwechsel notwendig, um diese abzulüften und unbelastete Aussenluft in den Raum zu bringen. Im Maximalfall sind viele grosse Öffnungen vorhanden, so dass man fast Aussenluft atmet, als würde man sich im Freien aufhalten. Da auch Raumqualitäten wie Raumluftfeuchte sowie Temperatur durch die Frischluftzufuhr in die eine oder andere Richtung beeinflusst werden, liegt das Optimum zwischen diesen beiden Werten.

Ausserdem kann es nicht die Lösung sein, Schadstoffkonzentrationen eines Innenraums durch übermässiges Lüf-

Bestimmung der Behaglichkeitszonen



Oben rechts in der Grafik ist es warm und feucht, unten links ist es kühl und trocken. Wirklich wohl fühlt sich der Mensch in einem mittleren Bereich der Feuchte und Temperatur. Quelle: HBA

Absolute und relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit bezeichnet den Feuchtegehalt der Luft in Relation zum maximal möglichen Gehalt (Sättigung). Sie wird in Prozent ausgedrückt, also z. B. 35 % rel.F.

Die absolute Feuchtigkeit bezeichnet den Wassergehalt in Relation zum Gewicht der Luft, also z.B. 5g Wasser auf 1 kg Luft, was mit 5g/kg abgekürzt wird.

Wird kalte Luft erwärmt, so ändert sich der absolute Gehalt nicht. Warme Luft kann aber mehr Feuchtigkeit aufnehmen, die Sättigungsgrenze nimmt also zu. Damit sinkt der relative Gehalt. So kann z. B. 0°C kalte Luft maximal 4g/kg Wasser enthalten (entspricht 100% rel.F. bei 0°C). Wird diese Luft auf 20°C erwärmt, enthält sie immer noch 4g/kg Wasser, aber die Sättigungsgrenze beträgt jetzt 15.4g/kg und die relative Feuchte damit nur noch 4/15.4 = 26% rel. F. Erwärmte Luft weist deshalb ohne Befeuchtung immer eine vergleichsweise tiefe relative Feuchte auf.

ten tief zu halten. Stattdessen müssen die Emissionen aus Schadstoffquellen nach Möglichkeit eliminiert oder wenigstens massgeblich reduziert werden.

Thermische und hygrische Qualität

Neben der rein «chemischen» Qualität der Luft prägen Temperatur und relative Feuchte (hygrische Qualität) das menschliche Wohlbefinden im Raum massgeblich. Das Temperatur-Feuchte Diagramm (Grafik oben) zeigt, in welchen Bereichen sich Menschen wohlfühlen. Am behaglichsten ist es zwischen 35 Prozent und 70 Prozent relativer Feuchte bei Temperaturen von 19°C bis 24°C.

In der Graphik rechts werden die Zusammenhänge zwischen der Raumluftfeuchte und den menschlich-biologischen Wechselwirkungen aufgezeigt. So entwickeln sich zum Beispiel Pilze und Milben bei hoher Feuchte besser. Bei tiefer Feuchtigkeit werden dagegen Infektionen der Atmungsorgane begünstigt, da die Abwehrkraft trock-

ner Schleimhäute geringer ist als die feuchter Schleimhäute. Die geringsten biologischen Auswirkungen sind bei 40 bis 50 Prozent relativer Feuchte zu erwarten.

Für das Wohlbefinden ist nur die relative Luftfeuchtigkeit und nicht der absolute Feuchtegehalt der Luft entscheidend (siehe Kasten links). Enthält die Luft ausserdem viel Staub, wird sie bei gleichem Feuchtegehalt als trockener wahrgenommen als Luft ohne Staub.

Optimale Lüftung

Die optimal Lüftung bringt so viel (kühle oder heisse, trockene oder feuchte) Aussenluft in den Raum wie nötig und so wenig wie möglich. Die minimale Luftmenge ist durch die Hygieneanforderungen bestimmt: Die maximale Luftmenge ist durch die thermischen und hygrischen Komfortanforderungen festgelegt. Die Strategie im Winter ist dabei eine völlig andere als die Strategie im Sommer.

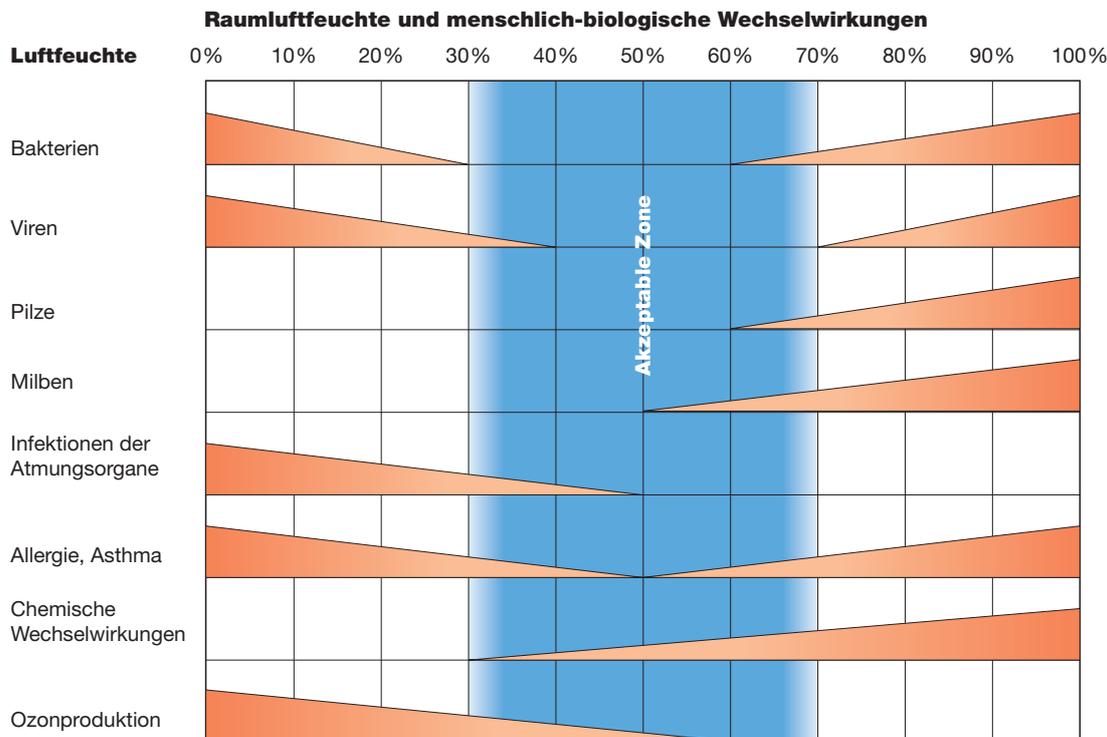
Lüften im Winter

Die Aussenluft ist deutlich kälter als die Innenluft. Sie muss deshalb erwärmt werden. Kalte Luft kann aber nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen (siehe Kasten). Bei Aussentemperaturen unter dem Gefrierpunkt und Raumtemperaturen um die 20°C kann erwärmte Aussenluft eine maximale relative Feuchte von unter 25 Prozent erreichen. Die Luftwechselrate sollte deshalb bis an die hygienische Untergrenze reduziert werden, damit die im Raum durch Nutzer oder andere Quellen produzierte Feuchte nicht zu schnell abgelüftet wird.

Auch bei diesen geringen Luftwechseln lassen sich bei tiefen Aussentemperaturen kaum Feuchten über 30 Prozent relativer Feuchte erreichen. Eine aktive Befeuchtung ist energieintensiv (Verdunstung) oder hygienisch kritisch (Zerstäuber-Geräte). Je nach Bausubstanz schlägt sich die zusätzliche Feuchte auch an kalten Oberflächen nieder (siehe Artikel «Schimmelpilz in Wohnräumen vermeiden», Seite 25). Sie wird deshalb in der Regel nur für besonders kritische Nutzungen, wie z. B. Operationssäle, durchgeführt.

Lüften im Sommer

Im Sommer ist nicht die Feuchte der kritische Aspekt, sondern die Temperatur. Während eines heissen Tages sollte möglichst wenig heisse Luft in das Gebäude gebracht werden. In den kühleren Nächten führt dagegen ein intensiver Luftwechsel zu einer Nachtauskühlung des Gebäudes. Je



Verschiedenste Faktoren tragen in der Raumluft zum Wohlbefinden bei. Gegenüberstellung der hygienischen Wirkungsänderungen in Abhängigkeit der relativen Raumluftfeuchte. Entwicklung biologischer Organismen und Wechselwirkungen mit menschlichen Organen und der Umgebung.
Quelle: Scofield und Sterling ASHRAE-Journal 34

nach Speichermasse und den Möglichkeiten, diese zu aktivieren, kann so auch ohne aktive Kühlung über den Tag eine angenehme Raumtemperatur erreicht werden. Unbedingt vermieden werden sollte ein massiver Wärmeeintrag durch Sonneneinstrahlung. Geschlossene Storen sind deshalb an sonnigen Tagen ein absolutes Muss! Die Möglichkeiten mit Luft zu kühlen sind beschränkt. Die Wärmekapazität von Luft ist sehr viel geringer als z. B. die von Wasser. Es kann pro Kubikmeter Luft bei gleicher Temperaturdifferenz viel weniger Wärme (bzw. Kälte) transportiert werden als mit einem Kubikmeter Wasser. Entsprechend muss die zugeführte Luft sehr kalt sein, um einen messbaren Effekt zu erreichen. Dieses Phänomen ist allen vertraut, die schon einmal im Süden eine Klimaanlage erlebt haben. Sind deshalb im Raum besondere Wärmequellen vorhanden, z.B. eine dichte Belegung im Klassenzimmer oder Geräte mit grosser Abwärme wie Serveranlagen, so ist eine Kühlung notwendig und nicht nur eine Lüftung.

Vergleich Fensterlüftung und mechanische Lüftung

Die oben aufgeführten Tatsachen gelten unabhängig vom Weg, über den die Luft in den Raum kommt. Pointiert könnte man sagen, dass es der Luft rein physikalisch egal ist, ob sie über

ein Fenster oder über einen Ventilator und einen Luftkanal in den Raum kommt. In der Wahrnehmung der Nutzer besteht aber ein sehr grosser Unterschied (siehe Artikel «Komfortlüftung – nur eine halbe Lösung», Seite 21). Sowohl die Fensterlüftung als auch die mechanische Lüftung haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile.

Steuerung

Der wohl grösste Vorteil der Fensterlüftung ist, dass sie von einem Menschen aktiv bedient wird. Damit wird bedarfsgerecht dann so viel gelüftet, wie gerade gebraucht wird. Sollte eine mechanische Lüftung eine ähnlich gute Steuerung erreichen, ist ein grosser Aufwand an Mess- und Regeltechnik notwendig. Während also nach einer Sitzung im Ein-Personen-Büro über das Fenster einfach gelüftet werden kann, muss eine mechanische Lüftung zuerst einmal merken, dass plötzlich mehr Personen als die ursprünglich geplanten anwesend sind, und dann auch noch die Möglichkeit haben, den Luftstrom zu vergrössern. Ein so grosser technischer Aufwand lohnt sich sicher für Hörsäle, aber kaum als Standard für Bürolüftungen.

Allerdings hat die «Handsteuerung» auch einen gravierenden Nachteil. Während nämlich die «Steuerung» schläft, wird die Luft im Schlafzimmer

immer dicker und schlechter. Hier ist wiederum die mechanische Lüftung im Vorteil, die die Schlafenden über die ganze Nacht mit so viel Luft versorgt, wie nötig ist.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die mechanische Lüftung oft auf eine angenommene Belegung bzw. Nutzung ausgelegt ist. Ändert sich diese Nutzung häufig, so kann die mechanische Lüftung diese Änderungen nur mit grossem technischem Aufwand nachvollziehen. Dagegen arbeitet die Lüftung 24 Stunden an 365 Tagen im Jahr gemäss Programm. Optimal ist somit die Kombination von mechanischer Lüftung mit Fenstern, die man öffnen kann. So hat der Nutzer die Flexibilität, das Lüftungsregime auf andere Nutzungen anzupassen.

Energetische Aspekte

Bei älteren Bauten dringt über die undichte Hülle genügend Frischluft in ein Gebäude. Neue Bauten dagegen sind luftdichter gebaut. Die Lüftung ersetzt also diesen Luftaustausch durch die undichte Hülle. Dabei spart die mechanische Lüftung Wärmeenergie, indem sie der Abluft über einen Wärmetauscher Wärme entzieht und diese an die Zuluft abgibt. Allerdings verbraucht sie dazu wertvollen Strom. Mit diesem Strom könnte, z.B. über eine Wärmepumpe, je nach Effizienz auch der Wär-

Vor- und Nachteile von mechanischer bzw. manueller Lüftung

	Mechanisch	Manuell
Energie	+	+ Nutzerverhalten!
Raumluftfeuchte	- Steuerung / Auslegung	-
Schadstoffe	++	+
Staub	++	-
Keime	+	+
CO ₂ -Konzentration	++	-
Gerüche	++	+

Während die mechanische Lüftung zu gleichmässigem Luftaustausch führt, findet der Luftwechsel der manuellen Lüftung reaktiv statt und richtet sich stark nach dem Nutzerverhalten. Weitere Erläuterungen im Text: ++ = sehr vorteilhaft, -- = nachteilig.
Quelle: HBA

meverlust durch eine Fensterlüftung gedeckt werden. Eine Lüftung bringt also bei neuen Bauten energetisch nur geringe Vorteile. Allerdings kann eine mechanische Lüftung abgestellt werden, das können Verluste über die undichte Hülle nicht.

Hygienische und gesundheitliche Aspekte

Insbesondere in Wohnbauten und Schulbauten ist die Luft mit einer mechanischen Lüftung deutlich besser. In Wohnbauten wird nicht gelüftet während geschlafen wird, und in Schulbauten sind die Belegungsdichten im Klassenzimmer so gross, dass die vorhandene Luft schnell verbraucht ist. Entsprechend wäre ein Lüften schon während des Unterrichts notwendig. Die mechanische Lüftung stellt hier sicher, dass die CO₂-Konzentration in einem Rahmen bleibt, der konzentriertes Arbeiten ermöglicht. Auch allfällig vorhandene Belastungen der Innenluft werden konsequent abgelüftet. Die mechanische Lüftung hat ausserdem den Vorteil, dass Schadstoffe in der Aussenluft herausgefiltert werden können. Günstig ist dies an belasteten Lagen oder bei Pollenflug.

Thermischer und hygrischer Komfort

Eine Lüftung allein, kann ein Gebäude nicht kühlen. Auch eine Klimaanlage kann einen fehlenden oder falsch angewandten Sonnenschutz nicht ersetzen. Eine wirklich effiziente Kühlung erfolgt deshalb in der Regel nicht über die Lüftung.

Gelüftete nicht befeuchtete Räume sind im Winter trocken, unabhängig von der Art der Lüftung. Wird mit der Fensterlüftung viel weniger gelüftet, als hygienisch notwendig, so steigt zwar der Feuchtegehalt, aber auch die

CO₂-Konzentration und die Belastung mit Gerüchen und Schadstoffen. Hohe Raumtemperaturen verschärfen das Problem zusätzlich, da bei steigender Temperatur die Sättigungsgrenze steigt und damit die relative Luftfeuchte abnimmt (siehe Kasten Seite 28).

Probleme mit der Raumluftfeuchte bei mechanisch belüfteten Bauten dagegen haben ihre Ursache meist in einem zu hohen Luftwechsel, z.B. wenn für zwei Personen gelüftet wird, aber nur eine Person anwesend ist. Hier ist die Luftmenge anzupassen.

Minergie und Lüftung

Minergie fordert für alle Neubauten ausser Lagern und Industriebauten sowie für die meisten Umbauten eine Komfortlüftung. Wie oben erwähnt, geschieht dies nicht primär aus energetischen Gründen, sondern aus Gründen der hygienischen und gesunden Raumluft. Keine Minergie-Forderung ist, dass die Fenster nicht geöffnet werden können.



Optimal ist die Kombination von mechanischer Lüftung mit Fenstern, die man öffnen kann.
Quelle: HBA