

Luftwechsel und Raumluftqualität

Johannes Werner
Ebök Planung und Entwicklung GmbH
Tübingen, Deutschland



Luftwechsel und Raumluftqualität

1. Aufgaben der Lüftung

Angenehmes Raumklima und hygienisch unbedenkliche Raumluftqualität sind Grundlagen für gesundes Wohnen und Wohlbefinden. Dazu ist in bewohnten und ähnlich genutzten Einheiten z.B. Büros und Besprechungsräumen ein ständiger Austausch von Raumluft gegen Außenluft erforderlich.

Neben der stofflichen Zusammensetzung spielen auch physikalische Größen wie Luft- und Oberflächentemperaturen, relative Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Turbulenzgrad eine Rolle /DIN EN ISO 7730/. Dabei hängen die dem Wohlbefinden zuträglichen Werte dieser Größen von Kleidung und körperlicher Aktivität der Personen ab; letztendlich muss der Körper die beim Stoffwechsel entstehende Wärme an die Umgebung abführen können, ohne die Regelmöglichkeiten bis an die physiologischen Grenzen auszureizen.

Um diese Anforderungen unter mitteleuropäischen Klimabedingungen mit geringem Energieverbrauch einzuhalten, werden Gebäude heute mit einer hochwertigen wärmedämmenden und luftdichten Hülle ausgestattet; in Deutschland ist dies z.B. geregelt in der Energieeinsparverordnung /EnEV 2014/, /DIN 4108-2/ und /DIN 4108 7/.

Im mitteleuropäischen gemäßigten Klima kann Lüftung auch zur Gebäudekühlung in heißen Sommerperioden beitragen. Die tagsüber in Baustoffen gespeicherte Wärme kann durch erhöhten Luftwechsel bei kühleren Außenlufttemperaturen während der späten Nacht- und frühen Morgenstunden abgelüftet werden; allerdings sind diese Kühlkapazitäten begrenzt, so dass den baulichen Sonnenschutzmaßnahmen ein sehr hoher Stellenwert zukommt.

Aufgrund der stofflichen Einträge in die Raumluft durch Personen und haushaltsübliche Tätigkeiten sowie den Umgang mit Haushaltschemikalien, aus Baumaterialien und Einrichtung muss ein ausreichender Austausch der Raumluft mit Außenluft erfolgen, um eine hygienisch und gesundheitlich gute Raumluftqualität zu erhalten. Es wäre ein Irrtum zu glauben, in zurückliegenden Bauperioden vor Einführung luftdichter Gebäudehüllen hätte es keine Raumluftqualitätsprobleme gegeben; in der Fachliteratur vergangener Jahrhunderte finden sich regelmäßig Berichte, die von Problemen berichten. Max von Pettenkofer (1818 – 1901) ist mit seinen Untersuchungen zur Raumluftqualität einer der bekanntesten Zeugen.

2. Luftqualität

2.1. Außenluft

Die Hauptbestandteile sauberer Außenluft sind Stickstoff zu 78%, Sauerstoff zu 21%, Edelgase zu 1%, Kohlendioxid (CO₂) und Wasserdampf; zudem findet man natürlich mineralische Stäube, radioaktives Radon aus dem Untergrund sowie andere Stoffe aus dem Stoffwechsel der Flora, z.B. Blütenduft, Pollen, Pilzsporen.

In nicht zivilisatorisch / industriell belasteten Gebieten liegt die Außenluftkonzentration von CO₂ heute bei 0,04% (Tendenz steigend), kann aber durch Emissionen aus Hausbrand, Verkehr und Industrie zeitweise lokal auch 0,10% betragen.

Typische absolute Luftfeuchten (Deutschland) betragen 1 g/m³ bei sehr kalten Außenlufttemperaturen, 7 g/m³ bei 15°C (Heizgrenztemperatur) und 14 g/m³ in heißen Perioden; diese typischen mittleren Werte variieren durch Niederschläge oder lokale Besonderheiten.

Typische zivilisatorische Luftbelastungen sind gasförmige Verunreinigungen wie Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Ozon (O₃), flüchtige organische Verbindungen (VOC), Kohlenmonoxid (CO) sowie beispielsweise Stäube und lungengängige Feinstäube (PM₁₀). DIN EN 13779 klassifiziert Außenluft in 3 Qualitätskategorien (ODA):

Kategorie	Beschreibung
ODA 1	Saubere Luft, die nur zeitweise staubbelastet sein darf (z. B. Pollen)
ODA 2	Außenluft mit hoher Konzentration an Staub oder Feinstaub und/oder gasförmigen Verunreinigungen
ODA 3	Außenluft mit sehr hoher Konzentration an gasförmigen Verunreinigungen und/oder Staub oder Feinstaub

Abbildung 1: Kategorien und Eigenschaften der Außenluftqualitäten nach DIN EN 13779

Mit Lüftungstechnischen Anlagen kann dies zumindest teilweise kompensiert werden, indem die Außenluft an eher unbelasteten Orten angesaugt wird; bei ODA2 sind hochklassige Feinfilter vorzuschalten, bei ODA3 zusätzliche Gasadsorptionsfilter.

2.2. Raumluft

Die stoffliche Zusammensetzung der Raumluft hängt von inneren Emissionsquellen, der Qualität der Außenluft sowie Art und Umfang der Lüftung ab.

Innere Emissionen sind beispielsweise:

- Leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC): synthetische und natürliche Luftverunreinigungen, die bereits bei Raumtemperatur aus Baumaterialien (z.B. Holzwerkstoffe und auch naturbelassenes Holz), Innenausstattung und Produkten des Täglichen Bedarfs wie Reinigungs- und Pflegemitteln, Farben, Klebstoffen und anderen Hobbyprodukten ausgasen.
- Schwerflüchtige organische Verbindungen (SVOC), z.B. PCB, führen zu dauerhaften Innenraumluftbelastungen. Sehr leicht flüchtige organische Verbindungen (VVOC) führen dagegen zu kurzzeitigen Spitzenbelastungen nach Einbau der Materialien.
- Biologische Luftbeimengungen (Mikroorganismen und Allergene): Bakterien und Viren, Pollen, Pilzsporen, Hausstaubmilben sowie Epithelien (Hautschuppen).
- Anorganische Stoffe (Chemikalien), auch mit toxischer Wirkung
- Stäube (auch Asbest) mit oder ohne angelagerte Schadstoffe wie z.B. SVOC, lungengängiger Feinstaub (z.B. durch Kerzen, Laserdrucker)
- Stoffwechselprodukte von Personen, die sich in den Räumen aufhalten. Die sind unter anderem CO₂, Wasserdampf (H₂O), Geruchsstoffe.

Eine Beurteilung der Luftqualität in abgeschlossenen Räumen kann nach ganz unterschiedlichen Kriterien erfolgen:

- Nach **einzelnen Stoffen oder Stoffgruppen**, z.B. dem Summenwert der Konzentration leichtflüchtiger organischer Substanzen (TVOC) oder dem Gehalt an keimfähigen Pilzsporen (KBE). Derartige Kriterien betrachten gesundheitlich bedenkliche Stoffe. Sie werden beispielsweise auch zur Beurteilung der Stofffreisetzung aus Materialien in genormten Prüfkammern verwendet, die mit einer definierten Stoffoberfläche geladen sind und mit einem definierten Luftstrom gespült werden /AgBB 2015/.
- In geschlossenen Räumen, in denen keine Verbrennungsgase freigesetzt werden, ist das durch Atmung freigesetzte **CO₂** eine bewährte Leitsubstanz für die Raumluftbelastung durch Personen. Dies hat schon Max von Pettenkofer /Pettenkofer 1858/ vor mehr als 150 Jahren formuliert:

«Die wesentlichsten Ausscheidungsstoffe unserer Lungen und unserer Haut, soweit sie in die Luft übergehen, sind Kohlensäure und Wasser. Gleichzeitig mit diesen geht stets noch eine geringe Menge flüchtiger organischer Stoffe in die Luft über, die sich bei einiger Anhäufung als Geruch bemerkbar machen. Der Kohlensäuregehalt allein macht die Luftverderbniss nicht aus, wir benützen ihn bloss als Maßstab, wonach wir auch noch auf den grössern oder geringen Gehalt an anderen Stoffen schließen, welche zur Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure sich proportional verhalten.»

Da auch die Außenluft CO₂ in variablen Anteilen enthält, ist nicht die Höhe der Konzentration, sondern die Differenz der Konzentrationen zwischen Außen- und Raumluft kennzeichnend für die Luftbelastung durch Personen. CO₂ selbst ist dabei auch in höheren Konzentrationen bis 0,5% nicht schädlich, Symptome wie Müdigkeit und Kopfschmerzen stellen sich erst ab Konzentrationen von 1% ein /Janssen 1984/.

- Wichtiges Kriterium ist auch die **relative Feuchte** der Raumluft. Aus physiologischen Gründen sollte die relative Feuchte nicht unter 20% sinken. Hohe relative Luftfeuchten zusammen mit hohen Lufttemperaturen sind unbehaglich, da die Wärmeabgabe des Körpers dadurch erschwert wird. Bei kalten Außentemperaturen und relativen Luftfeuchten von 50% und mehr besteht in Gebäuden mit geringem Wärmeschutz zudem das Risiko, dass an kalten Oberflächen Schimmelpilzwachstum auftritt, wenn dort die relative Luftfeuchte über mehrere Tage 80% oder mehr beträgt. Die relative Feuchte der Raumluft sinkt, wenn kalte Außenluft mit geringem absolutem Feuchtegehalt aufgeheizt wird und warme feuchtegeladene Raumluft ersetzt.

Unter Beachtung der Aspekte Gesundheit und Energieeinsparung ist eindeutig eine Abstufung verschiedener Maßnahmen nach Prioritäten zu beachten:

1. zu Oberst das Minimierungsgebot: Baustoffe, Einrichtungsgegenstände und Produkte des täglichen Bedarfs müssen geringe Emissionen aufweisen; für karzinogene Substanzen wie Asbeststäube oder Radon sollten keine Quellen im Gebäude vorhanden sein.
2. Lokalisierbare Emissionen sollen in möglichst hoher Konzentration vor Ort erfasst und durch geeignete Luftführung abführt werden. Für Wohnungen sind dies beispielsweise hohe Geruchs- und Feuchtelasten, wie sie typischerweise in WC, Bad und Küche auftreten.
3. Nicht vermeid- und lokalisierbare Emissionen müssen auf unschädliche Konzentrationen verdünnt und durch Luftaustausch, gegebenenfalls unter Filterung der Außenluft, abgeführt werden. Dies trifft in Wohnungen insbesondere für Emissionen zu, die durch Stoffwechsel, Kochen, Baden, Waschen freigesetzt werden.

3. Raumluftqualitätsklassen in Normen

Normen teilen die Raumluftqualität in verschiedene Qualitätsklassen ein, deren Einhaltung durch unterschiedliche Kriterien nachgewiesen werden kann. DIN EN 13779 behandelt ausschließlich Nichtwohngebäude, DIN EN 15251 enthält Empfehlungen für Wohn- und Nichtwohngebäude.

3.1. Nichtwohngebäude

- Die Qualitätsklasse ist abhängig vom Konzentrationsunterschied zwischen Raum- und Außenluft (Abbildung 2). Dies berücksichtigt die biogenen Emissionskomponenten der Personen.

Kategorie	CO ₂ -Gehalt über dem Gehalt in der Außenluft, in ppm	
	Üblicher Bereich	Standardwert
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 – 600	500
IDA 3	600 – 1 000	800
IDA 4	> 1 000	1 200

Abbildung 2: Übliche Bereiche und Standardwerte der Raumluftqualitätsklasse IDA1 bis IDA4 abhängig von der Zunahme gegenüber der Außenluftkonzentration /DIN EN 13779/

- Die Qualitätsklasse ist abhängig vom Volumenstrom je Person mit einer Stoffwechselrate von 1,2 met (sitzende Tätigkeit). Diese Einteilung berücksichtigt in gewissem Umfang auch Emissionen aus anderen Quellen wie Baustoffen und Möbeln.

Kategorie	Einheit	Außenluftvolumenstrom je Person			
		Nichtraucherbereich		Raucherbereich	
		Üblicher Bereich	Standardwert	Üblicher Bereich	Standardwert
IDA 1	$l \cdot s^{-1} \cdot Person^{-1}$	> 15	20	> 30	40
IDA 2	$l \cdot s^{-1} \cdot Person^{-1}$	10 – 15	12,5	20 – 30	25
IDA 3	$l \cdot s^{-1} \cdot Person^{-1}$	6 – 10	8	12 – 20	16
IDA 4	$l \cdot s^{-1} \cdot Person^{-1}$	< 6	5	< 12	10

Abbildung 3: Zuordnung der Raumluftqualitätsklassen zu Außenluftvolumenströmen je Person /DIN EN 13779/.

- DIN EN 15251 schlägt auch ein zusammengesetztes Klassifizierungskriterium vor. Der erforderliche Außenluftvolumenstrom zur Einordnung in eine der Qualitätsklassen I bis III setzt sich additiv aus je einem personenbezogenen und einem von der Emissionsqualität des Gebäudes abhängigen Summanden zusammen (Abbildung 4 und Abbildung 5).

Kategorie	Erwarteter Prozentsatz Unzufriedener	Luftstrom je Person l/s/pers
I	15	10
II	20	7
III	30	
IV	> 30	< 4

Abbildung 4: Personenkomponente: Volumenstrom je Person für die Verdünnung von Emissionen durch Personen /DIN EN 15251/

	Sehr schadstoffarmes Gebäude	Schadstoffarmes Gebäude	Nicht schadstoffarmes Gebäude
Kategorie I:	0,5 l/s, m ²	1,0 l/s, m ²	2,0 l/s, m ²
Kategorie II:	0,35 l/s, m²	0,7 l/s, m²	1,4 l/s, m²
Kategorie III:	0,3 l/s, m ²	0,4 l/s, m ²	0,8 l/s, m ²

Abbildung 5: Gebäudekomponente: Volumenstrom je m² Raumfläche bei unterschiedlich schadstoffbehafteter Gebäudesubstanz.

Selbst in schadstoffarmen Gebäuden hat die Gebäudekomponente schon ab spezifischen Raumflächen von 5 m²/Person wesentlichen Einfluss auf den für die Raumluftqualität erforderlichen Außenluftvolumenstrom. Emissionen aus Baumaterialien und Einrichtung haben also großen Einfluss auf die notwendigen Volumenströme. Gegen höhere interne Quellstärken (z.B. Feinstaub) kann auch eine Aufbereitung und Wiedernutzung von Raumluft erfolgen (Umluftanteil /DIN EN 13779/), der energieintensive Außenluftvolumenstrom (Heizen und eventuell Kühlen) kann dann nach personenbezogenen Anforderungen bemessen werden.

Laut dem nationalen Anhang zu DIN EN 15251 aus dem Jahr 2012 sollen derzeit Gebäude lediglich den Klassen schadstoffarm und nicht schadstoffarm zugeordnet werden, da kein geeignetes Verfahren zur Identifizierung sehr schadstoffarmer Materialien zur Verfügung steht. Die beiden Klassen werden dabei anhand eines Prüfschemas eingeteilt /AgBB 2015/.

- Gebäude, in denen zugelassene, marktübliche Baumaterialien eingesetzt werden, die bei der Zulassung auch gesundheitsbezogene Kriterien erfüllen, wie z. B. im AgBB-Prüfschema beschrieben, werden als „**schadstoffarm**“ klassifiziert.
- Gebäude, in denen eine oder mehrere messbare Größen der Luftqualität oberhalb geltender nationaler Grenz-, Richt- oder Leitwerte liegen oder in denen die empfundene Luftqualität durch Probanden als unzureichend (Unzufriedenheitsrate > 30 %) eingestuft wird, gelten als „**nicht schadstoffarm**“.

Abbildung 6: Kriterien DIN EN 15251 zur Einordnung in die Klassen «schadstoffarm» und «nicht schadstoffarm»

Anhang C dieser Norm nennt beispielhafte quantitative Anforderungen mit Bezug auf die Emissionsraten eingesetzter Materialien.

Maßnahmen zur Be- und Entfeuchtung über Lüftung sind üblicherweise nur in besonderen Gebäuden wie Museen, einigen Gesundheitseinrichtungen oder in der Industrie erforderlich.

Außerhalb der Belegungszeiten kann die Lüftung reduziert werden. Bei kontinuierlichem Betrieb von Lüftungsanlagen schlägt DIN EN 15251 einen Volumenstrom von mindestens 0,1 bis 0,2 l/s je Quadratmeter Raumfläche vor. Wird die Lüftung bei Leerstand unterbrochen, muss vor Beginn einer Belegungsphase mindestens das 2-fach des Raumvolumens gegen Außenluft ausgetauscht worden sein.

In Gebäuden mit ventilatorgestützter Lüftungstechnik sind Abnahmebedingungen gebunden an maximal zulässige Raumluftkonzentrationen, wie sie nach mehrtägiger Standzeit ohne Lüftung über Fenster oder Lüftungsanlage auftreten, praxisfremd und nicht mit den Dimensionierungsregeln für Lüftungstechnische Anlagen vereinbar. Um eine hohe Energieeffizienz und Wirksamkeit der Lüftungstechnik zu sichern, ist gerade eine besonders gute Luftdichtheit der Gebäudehülle zwingende Voraussetzung. Der mindestens notwendige Luftaustausch wird ja bei der Nutzung durch den Anlagenbetrieb hergestellt und dies wesentlich zuverlässiger, als es durch Fensterlüftung durch Nutzer der Fall ist. Die Kommission Innenraumlufthygiene des Umweltbundesamts sieht diese Synergieeffekte zwischen Energieeffizienz und guter Raumluftqualität /UBA 2006/. Stattdessen sollten Randbedingungen im belüfteten Zustand vereinbart werden. In Analogie zu den Testverhältnissen bei den Prüfkammermessungen nach /AgBB/ könnten dies beispielsweise die Gleichgewichtskonzentrationen in der Raumluft bei regulärer maschineller Lüftung sein. Auch die Bestimmung der Raumluftkonzentrationen nach mehrtägigem Stillstand aber vorgeschalteter Vorspülzeit wäre praxisgerecht.

3.2. Wohngebäude

Wohngebäude unterscheiden sich durch spezielle Randbedingungen von Nichtwohngebäuden (wie Büros, Schulen etc.) und werden daher separat behandelt. Die spezifischen Raumflächen je Person sind mit 30 m² und mehr meist wesentlich größer, die mittlere Aufenthaltsdauer länger, außerdem sind zusätzliche interne Lasten, insbesondere Feuchte aus Kochen, Waschen, Wäschetrocknen vorhanden.

Zu beachten sind laut DIN EN 15251:

- eine hygienisch ausreichende Frischluftzufuhr zu Wohn- und Schlafräumen,
- Abfuhr von Feuchte und Gerüchen ausreichend hohe Luftwechselraten in WC, Bad, Küche (Funktionsräume)
- Durchlüftung der gesamten Wohneinheit

Bei ventilatorgestützter Lüftung darf die aus den Funktionsräumen abgesaugte Luftmenge aus dem mit Zuluft versorgten Wohn- und Schlafzimmern nachströmen (gerichtete Querströmung innerhalb einer Wohneinheit). Dies ermöglicht vergleichbare Raumluftqualität in der Wohneinheit mit geringeren Volumenströmen und damit reduzierten Wärmeverlusten, da die zur Entlüftung der Funktionsräume notwendige Luftmenge nicht erwärmt werden muss.

Kategorie	Luftwechselrate ^a		Wohn- und Schlafzimmer, hauptsächlich Außenluftstrom		Fortluftstrom, l/s		
	l/s, m ² (1)	ach	l/s, pers ^b (2)	l/s/m ² (3)	Küche (4a)	Bäder (4b)	Toiletten (4)
I	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
II	0,42	0,6	7	1,0	20	15	10
III	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7

^a Die in l/sm² und ach angegebenen Luftwechselraten entsprechen einander bei einer Deckenhöhe von 2,5 m.

^b Die Anzahl der Personen in einer Wohnung kann anhand der Anzahl der Schlafzimmer abgeschätzt werden. Eventuell bestehende Annahmen auf nationaler Ebene sind anzuwenden; sie können bei Energie- und Raumluftqualitätsberechnungen abweichen.

Abbildung 7: Beispiel für die Lüftungsdaten von Wohnungen. Kontinuierlicher Betrieb der Lüftungsanlage während der Belegungszeit. Vollständige Mischung /DIN EN 15251/

Im deutschen nationalen Anhang zur Dimensionierung der notwendigen Luftvolumenstroms wird auch auf die Systemnorm Wohnungslüftung /DIN 1946-6/ hingewiesen, die eine auf die Wohnungsgröße abgestimmte Dimensionierung vorsieht.

Auch außerhalb von Anwesenheitszeiten der Bewohner besteht ein Bedarf an durchgehender Lüftung, da Feuchtigkeit und Geruchsstoffe teils an Oberflächen gebunden sind und nur langsam wieder an die Raumluft abgegeben werden. In Deutschland ist dafür eine vom Wärmeschutzstandard des Gebäudes abhängige Mindestlüftung zum Feuchteschutz einzuhalten; diese muss ohne natürlich ohne Eingriff der Nutzer per Fensterlüftung gesichert sein. DIN 1946-6 lässt hier sowohl Systeme der freien Lüftung (z.B. wetterabhängige Querlüftung über speziell dimensionierte Außenluftdurchlässe) wie auch ventilatorgestützte Lüftungsanlagen zu.

3.3. Laufende Überarbeitung der Normen

Die Entwicklung zum Einsatz sehr schadstoffarmer Baustoffe und Ausstattung wie auch energieeffizienter Lüftungssysteme verläuft dynamisch, so dass auch die Normung in naher Zukunft angepasst werden wird. Derzeit teils als nicht abgestimmte Einzelnormen vorliegende technische Regeln aus dem Bereich der Planung von Lüftungs- und Klimaanlage sollen aktualisiert und abgestimmt als neue vielteilige Normenreihe EN 16798 veröffentlicht werden. Als Nachfolgenormen zu der hier zitierten DIN EN 15251 sind die Teile 1 und 2 aus EN 16798, zu DIN EN 13779 die Teile 3 und 4 vorgesehen. Auch DIN 1946-6 ist derzeit in Überarbeitung.

4. Erfahrungen mit der Wohnungslüftung

Gezielte Lüftung von Wohnungen erfolgte traditionell durch Fensteröffnen der Bewohner. Daneben gibt es auch eine wetterabhängige In- und Exfiltration von Luft über die Gebäudehülle. Allerdings ist dieser wetterabhängige Anteil spätestens ab dem Zeitpunkt, zu dem Fenster mit Lippendichtungen eingebaut wurden, zu gering, um wenigstens die Grundlüftung zum Feuchteschutz zuverlässig zu gewährleisten.

Prof. Panzhauser (TU Wien) führte Mitte der 80er Jahre eine Untersuchung des Luftwechsels im österreichischen Gebäudebestand durch /Panzhauser 1985/. Geschosswohnungsbauten massiver Bauart mit schlecht gewarteten Holzfenstern aus allen Baualtern zeigten durchschnittliche Luftwechselraten um 1 /h, mit gewarteten Holzfenstern dagegen um 0,3 /h. In den ab Mitte der 60er Jahre errichteten Gebäuden (Fenster mit Lippendichtungen) sank die mittlere Luftwechselrate auf 0,15 /h. Gebäude mit Lüftungsschächten wiesen dagegen Luftwechselraten um 0,6 /h auf. In der Untersuchung von /Brasche 2003/ erwies sich das Vorhandensein einer Schachtlüftung ebenfalls als signifikantes Lüftungstechnisches Merkmal zur Reduzierung des Risikofaktors für Lüftungsbedingte Feuchteschäden (um rund 1/3). Panzhauser formulierte aufgrund seiner Untersuchung des österreichischen Gebäudebestands vor rund 30 Jahren: «Die Fensterlüftung bekommt damit eher

eine ergänzende Funktion und kann die (nutzerunabhängige (d. Autor)) Grundlüftung keinesfalls ersetzen.» Verhältnisse, bei denen die Nutzer für den wesentlichen Anteil der notwendigen Lüftung sorgen müssen, hält er für unzureichend.

In einer repräsentativen Untersuchung des deutschen Wohnungsbestands /Brasche 2003/ wird festgestellt, dass in 21,9% der Wohnungen sichtbare Schäden wie Feuchte- und Stockflecken oder Schimmelpilz auftreten; lüftungsrelevant sind 14,2% bei den Feuchteschäden und 5,8% beim Schimmelpilzbefall; eine Dunkelziffer für nicht sichtbare Schäden ist hierin noch nicht berücksichtigt. Die Studie bestätigt weiterhin den in der medizinischen Fachliteratur beschriebenen gesundheitsschädlichen Einfluss von Feuchte- und Schimmelpilzschäden in Wohnungen; das Risiko für Erkrankungen wie Asthma, Allergien oder häufigere Erkältungen nimmt signifikant zu. Für deutsche Wohnungen liegt demnach ein relevantes Problem vor. Kontinuierliche, ventilatorgestützte und damit nutzerunabhängige Lüftung erwies sich in dieser Untersuchung als die wichtigste lüftungstechnische Maßnahme, das Risiko für Feuchteschäden signifikant zu senken. Nutzerunabhängige Abluftanlagen verringern den Risikofaktor auch im Vergleich zu guter Fensterlüftung um 50%! Die nachgewiesene Wirksamkeit passiver Querlüftungsmaßnahmen ist dagegen deutlich geringer und zudem statistisch nicht signifikant. Abluftanlagen, deren Betrieb mit der Beleuchtung von Sanitärräumen gekoppelt ist, erzielen gar keine Verbesserung. Alle diese empirisch gewonnenen Fakten bestätigen das seit langem vorhandene ingenieurmäßige Wissen über Funktion und Effizienz unterschiedlicher Lüftungsarten.

Letztendlich gilt es auch die Rechtsprechung zu lüftungsbedingten Schimmel- und Feuchteschäden beachten. So gibt es Urteile höherer Instanzen, nach denen Mietern nicht mehr als morgend- und abendliches Fensteröffnen zuzumuten ist /Winzen 2003/.

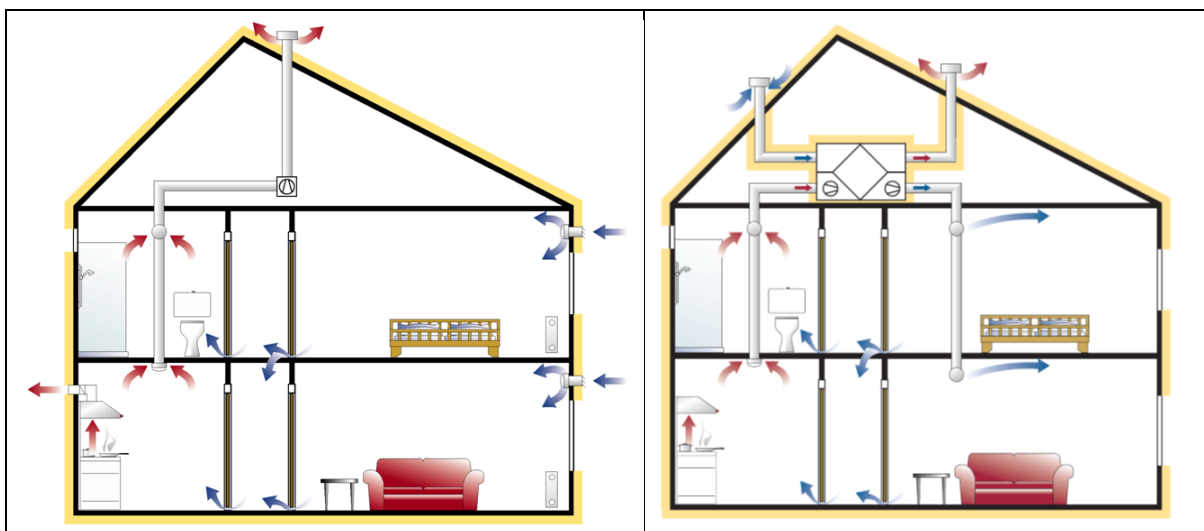


Abbildung 8: Funktionsschemata einer Abluftanlage (links) sowie einer Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung über Plattenwärmetauscher. Beide Anlagentypen realisieren eine gerichtete Querlüftung innerhalb einer Wohneinheit von den Wohn- und Schlafräumen hin zu den Funktionsräumen.

Wohnungslüftungsanlagen sind während der Heizperiode durchgehend zu betreiben. Dem Schallschutz kommt daher in der Lüftungstechnik hohe Bedeutung zu. Der Mindeststandard der seit Jahresanfang abgelösten alten /DIN 4109 1989/ reicht unserer Erfahrung für eine hohe Akzeptanz durch Nutzer nicht aus. Wir empfehlen für den Schalldruckpegel von Lüftungstechnik in Wohngebäuden für Schall aus fremden wie aus eigenen Bereichen Planern und ausführenden Firmen folgende Werte für vorzugeben:

- maximal 25 dB(A) in Wohn- und Schlafräumen,
- maximal 30 dB(A) in Funktionsräumen.

Messungen zeigen, dass permanent betriebene Lüftungsanlagen auch bei kontinuierlicher Emission von chemischen Schadstoffen (z.B. aus Baumaterialien, Einrichtungsgegenständen und Haushaltschemikalien) die Restkonzentrationen von Schadstoffen in der Raumluft senken /Schulze 2002/.

5. Zusammenfassung

- Angenehmes Raumklima und hygienisch unbedenkliche Raumluftqualität sind Grundlagen für gesundes Wohnen und Wohlbefinden. Um dieses Ziel zu erreichen, sind sowohl Verbesserungen bei der Lüftung von Gebäuden notwendig als auch die Verringerung der inneren Emissionen aus Baumaterialien und Einrichtung.
- Schon die vorliegende Normung enthält Regeln zur Einstufung der Emissionen von Bauprodukten wie auch zur energieeffizienten Lüftung. Die Normen werden derzeit weiterentwickelt
- Lüftungstechnik kann die verbleibende Raumluftbelastung gegenüber rein manueller Lüftung über Fenster weiter senken.
- Zwischen guter Raumluftqualität und energieeffizienten Gebäuden (Wärmedämmung, Luftdichtheit und Haustechnik) besteht kein prinzipieller Widerspruch.
- Der Einsatz mechanischer Lüftungstechnik bedingt keinen Verzicht auf öffnenbare Fenster; sie dienen nicht nur zur Lüftung, sondern sind gleichzeitig psychologisch wichtige Verbindungen nach außen. Aufenthaltsräume ohne öffnenbare Fenster benötigen in der Regel zusätzlich aufwändigere Klimatechnik.

6. Literatur

- /AgBB 2015/ Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten: Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-zur-gesundheitlichen-bewertung-von>, Stand 20.9.2016
- /Brasche 2003/ Brasche, S., Heinz, E., Hartmann, T., Richter, W., Bischof, W.: Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen – Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt 46, August 2003
- /DIN 1946-6/ Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung. Beuth Verlag Berlin Mai 2009
- /DIN 4108-2/ Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Beuth Verlag Berlin Februar 2013
- /DIN 4108-7/ Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele. Beuth Verlag Berlin Februar 2013
- /DIN 4109/ Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise. Beuth Verlag Berlin November 1989
- /DIN EN 15251/ Eingangsparemeter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Beuth Verlag Berlin Dezember 2012
- /DIN EN 13779/ Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme, Beuth Verlag Berlin September 2007
- /DIN EN ISO 7730/ Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005); Deutsche Fassung EN ISO 7730:2005, Berichtigungen zu DIN EN ISO 7730:2006-05. Beuth Verlag Berlin Juni 2007
- /EnEV 2014/ Horst-P.Schettler-Köhler: Die neue Energieeinsparverordnung. 2. vollständig überarbeitete Auflage, Beuth Verlag Berlin 2014
- /Janssen 1984/ Janssen J.E.: The Ashrae Ventilation Standard 62, A Status Report. Indoor Air, 5. Swedish Council for Building Research, Stockholm 1984
- /Panzhauser 1985/ Panzhauser, Fail, Heiduk, Ertl, Schwarz, Kaderle: Die Luftwechselzahlen in Österreichischen Wohnungen. Technische Universität Wien im Auftrag des Österreichischen Bundesministeriums für Bauten und Technik (undatiert, ca. 1985)
- /Pettenkofer 1858/ Pettenkofer, Max von: Über den Luftwechsel in Wohngebäuden. Literarisch Artistische Anstalt der J. G. Cotta´schen Buchhandlung, München 1858
- /Schulze 2002/ Schulze-Darup, B. (Hrsg.): Passivhaus-Projektbericht: Energie und Raumlufqualität, Messtechnische Evaluierung und Verifizierung der energetischen Einsparpotentiale und Raumlufqualität an Passivhäusern in Nürnberg. AnBUS e.V. 2002
- /UBA 2006/ Kommission Innenraumlufthygiene des Umweltbundesamts: Energiesparen in Gebäuden und gute Raumlufqualität sind möglich. Bundesgesundheitsblatt 2006 – 49: 320-321, Springer Medizin Verlag 2005
- /Winzen 2003/ Winzen, H.: Risiken bei unzureichender Be- und Entlüftung von Wohnungen, 1.Teil: Die Haftung des Vermieters. Airtec Nr. 1, März 2003, Verlag G. Kopf GmbH Waiblingen