



## Innenraumluft-Info

# Luftmengen – Luftfeuchte

## Inhalt

1. Luftmengen und Luftfeuchte
2. Wie viel Frischluft braucht der Mensch?
  - 2.1 Geruchsbelastung und Frischluftmenge
  - 2.2 Sauerstoffmangel?
3. Luftfeuchte in Räumen
4. Das Luftmengendilemma
5. Lösungen für das Luftmengendilemma
  - 5.1 Ist Fensterlüftung ausreichend?
  - 5.2 Ist die Feuchterückgewinnung eine Lösung?
- 5.3 Ist aktive Luftbefeuchtung eine Lösung?
  - 5.4 Ist die "Einzelraumregelung" eine Lösung?
  - 5.5 Intelligentes Feuchtemanagement
  - 5.6 Feuchtepufferung
6. Resümee

## 1. Luftmengen und Luftfeuchte

Grundsätzlich stehen in Innenräumen zugeführte Luftmengen und Luftfeuchte ursächlich miteinander in Verbindung. Dies ist der Grund, warum es einerseits gut abgedichtete Niedrigenergiehäuser mit in der kalten Jahreszeit viel zu hoher Luftfeuchte und andererseits Passivhäuser mit Lüftungsanlagen mit sehr niedriger Luftfeuchte im Winter gibt.

Dies weist auf das sogenannte "Luftmengendilemma" neuer, energetisch optimierter Gebäude hin: hat man keine Lüftungsanlagen, ist die Luft schlecht und die Feuchte zu hoch, bringt man dagegen die notwendigen Luftmengen ein (dies gilt auch für Häuser mit Fensterlüftung), sinkt die Luftfeuchte im Winter auf kritische Werte ab. Für die sich in einem Raum längerfristig einstellende Luftfeuchte ist es grundsätzlich egal, ob man die Luft über ein Lüftungsgerät ohne Feuchterückgewinnung oder über das Fenster austauscht. Bei gleicher zugeführter Luftmenge stellt sich die gleiche Luftfeuchtigkeit im Raum ein.

Nicht alle Innenräume sind von diesem Dilemma gleich betroffen. Große, schlecht belüftete Räume mit geringer Belegung (sanierte Altbauten) und wenig Feuchte produzierenden Nutzern werden auch bei sehr dichten Fenstern nur selten zu hohe Luftfeuchten erreichen. Umgekehrt werden stark genutzte Wohnungen mit hohem Luftwechsel nur selten zu niedrige Luftfeuchte aufweisen.

Die Lösung ist, die beiden Forderungen durch fortschrittliche Technik – Komfortlüftungsanlagen mit Leistungsregelung und Feuchterückgewinnung, in Verbindung mit einem intelligenten Feuchtemanagement – zu verbinden.

## 2. Wie viel Frischluft braucht der Mensch?

Pro Person werden ca. 25 bis 36 m<sup>3</sup>/h Frischluft benötigt, damit die CO<sub>2</sub>-Werte in einem Wohnraum bei normaler Aktivität möglichst unter 1.000 ppm bleiben (ppm = Parts per Million) und vom Menschen abgegebene flüchtige Stoffe, die Müdigkeit, Gerüche und Befindlichkeitsstörungen bewirken, in ausreichendem Ausmaß abgeführt werden. Diese Luftmenge reicht in der Regel auch aus, um gebäudebezogene Schadstoffe auf einem niedrigen Niveau zu halten. Gleichzeitig wird zu viel Feuchte in den Räumen vermieden.

1.000 ppm stellen die von dem deutschen Hygieniker Pettenkofer (1819 – 1901) schon vor rund 150 Jahren festgelegte und aufgrund vieler Untersuchungen bestätigte CO<sub>2</sub>-Konzentration dar, die als Übergang von angenehmer zu unangenehmer Luftqualität empfunden wird. Sehr gute Luftverhältnisse verbinden Menschen mit CO<sub>2</sub>-Konzentrationen unter 800 ppm. Das CO<sub>2</sub> selbst ist nicht das Problem, sondern die flüchtigen Chemikalien und Geruchsstoffe, die gemeinsam mit dem CO<sub>2</sub> über die Haut und über Körperöffnungen abgegeben werden. Es existiert auch keine scharfe Grenze, ab der ein Raum als "zu hoch belastet" einzustufen ist, sondern es zeigt sich vielmehr ein fließender Übergang zwischen guter, akzeptabler und unzureichender Raumluftqualität. Für das Wohlbefinden ist natürlich nicht die CO<sub>2</sub>-Konzentration alleine, sondern auch eine Vielzahl von anderen Faktoren in Innenräumen ausschlaggebend.

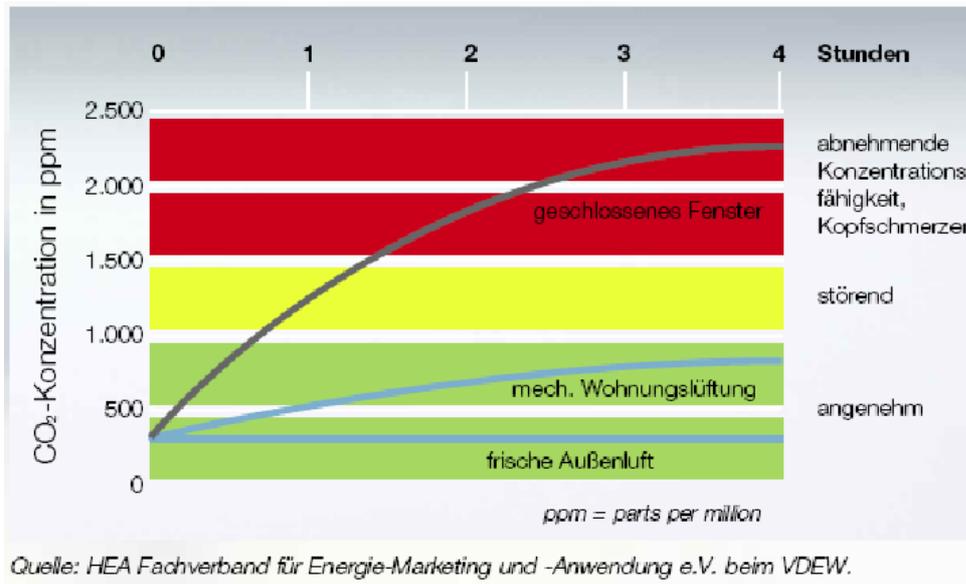


Bild 1: CO<sub>2</sub>-Konzentration und Wahrnehmung der Menschen (Quelle HEA Fachverband)

## 2.1 Geruchsbelastung und Frischluftmenge

In einem normal ausgestatteten Raum mit Personenbelegung korreliert die Schadstoff- bzw. Geruchsbelastung sehr gut mit der CO<sub>2</sub>-Belastung, sodass CO<sub>2</sub> als Indikator für die Qualität der Raumluft verwendet werden kann.

Gerüche in einer Wohnung gehen zum größten Teil von den Personen und meist nur zum geringeren Teil von den in den Räumen verwendeten Materialien aus. Bei den von Menschen abgegebenen Gerüchen handelt es sich vor allem um sehr flüchtige organische Verbindungen (VVOC's) wie Aceton oder Alkohole. Bei Baustoffen, Materialien der Innenausstattung und Einrichtungsgegenständen ist es dennoch wichtig, auf Produkte mit geringer Schadstoffabgabe zu achten, um die Innenraumluft nicht zusätzlich zu belasten.

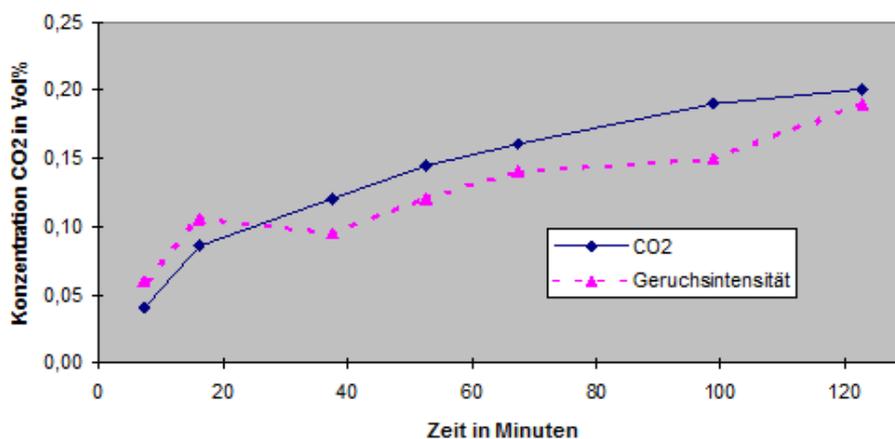


Bild 2: Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Konzentration und Geruchsintensität in einem Wohnzimmer

## 2.2 Sauerstoffmangel?

Sehr oft wird schlechte Luft in einem Raum mit Sauerstoffmangel verbunden. Es ist aber immer die erhöhte Schadstoffbelastung und nicht der Mangel an Sauerstoff, der uns zu Schaffen macht. Mit dem Sauerstoff eines gut luftgedichteten Wohnzimmers (20 m<sup>2</sup> mit 2,6 m Raumhöhe) könnten drei Personen mehrere Tage auskommen. Die CO<sub>2</sub>-Belastung beträgt aber schon nach 2 Stunden mehr als 1.000 ppm.

## 3. Luftfeuchte in Räumen

Grundsätzlich dient die Lüftung nicht nur der Schadstoffabfuhr, sondern auch der Abfuhr überschüssiger Feuchte, um Schimmelschäden im Gebäude zu verhindern. Ein normaler Haushalt mit 4 Personen produziert zwischen 5 und 10 Liter Wasserdampf pro Tag (Atmung und Feuchteabgabe durch die Haut, Waschen, Kochen, Pflanzen..). Diese Feuchte muss mit dem Lüften abgeführt werden, wobei dies umso besser funktioniert, je geringer die absolute Feuchte im Außenbereich ist. Der Feuchtetransport über die Wände ist wenn überhaupt gegeben, vernachlässigbar gering (siehe Raumklima und Lüftung) und zur Abfuhr von Luftfeuchte nicht geeignet.

Da die absolute Feuchte in der Außenluft an kalten Tagen sehr gering ist, funktioniert die Entfeuchtung der Luft im Winter wesentlich besser als in der Übergangszeit oder im Sommer. Die geringe Feuchteabfuhr im Sommer führt aber normalerweise zu keinen Schimmelschäden, da alle Bauteile warm sind und kein Kondensat entsteht. Die ungenügende Abfuhr der Luftfeuchte und die höhere Geruchsintensität im Sommer sind auch der Grund dafür, dass bei einer Komfortlüftung, deren Luftmenge auf den Winter ausgelegt ist, im Sommer auf alle Fälle eine unterstützende Fensterlüftung notwendig ist.

Optimale Werte für die Heizperiode wären 30 bis 55 % relativer Feuchte (r.F.). Werte deutlich über 60% r.F. werden als unangenehm empfunden. Bei schlechter Bausubstanz mit schwacher Wärmedämmung sollte eine höhere relative Luftfeuchte aus bauphysikalischen Gründen nicht überschritten werden. Grundsätzlich sind niedrige Werte für die relative Luftfeuchte in Bezug auf Milbenwachstum von Vorteil. Werte unter 30 % r.F. liegen außerhalb des optimalen Behaglichkeitsbereiches, kurzzeitige Unterschreitungen bis ca. 20 % sind aber unbedenklich.

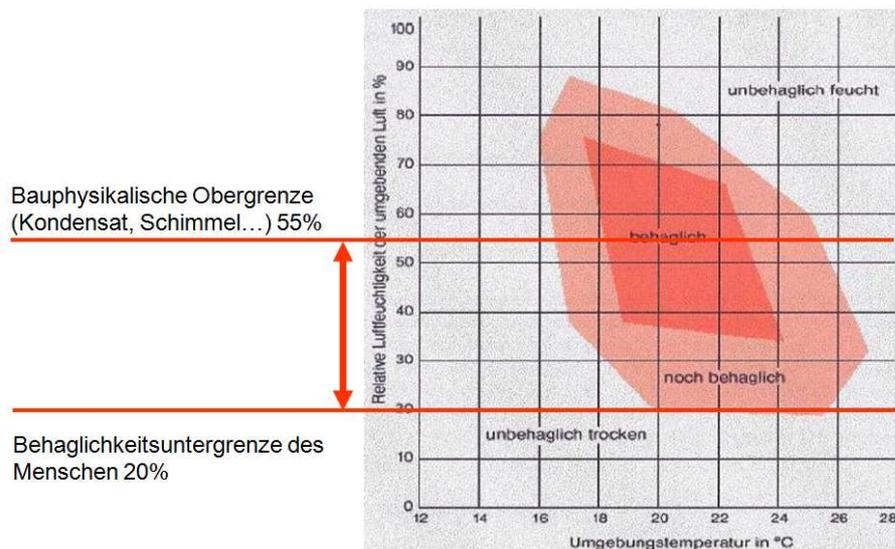


Bild 3: Feuchte – Behaglichkeitswerte nach Leusden und Freymark: Heinz Gabernig, Energie- und Klimatechnik, Ausgabe 1995; mit Ergänzungen der oberen und unteren Grenzen (Winter).

Hinweis: Bei schlechter Bausubstanz kann es bei 55 % relativer Luftfeuchte schon zu Schimmelbildungen kommen.

## 4. Das Luftmengendilemma

Die zahlreichen, oft sehr kontrovers geführten Diskussionen über die notwendigen Luftmengen bei einer Wohnraumlüftung bzw. Komfortlüftung ergeben sich aus folgendem Dilemma:

Grundsätzlich wünscht sich der Mensch natürlich eine Luftqualität, die möglichst nahe an eine unbelastete Außenluftqualität herankommt. Dies würde bedeuten: je höher die Frischluftmenge, desto besser. Dem steht aber neben den höheren Kosten und den erhöhten Wärmeverlusten vor allem die sich im Hochwinter einstellende Luftfeuchtigkeit in der Wohnung entgegen. Zu hohe Luftmengen würden bei niedrigen Außentemperaturen zu sehr trockener Raumluft und damit im Extremfall zu einer Gesundheitsbeeinträchtigung führen. Denn dauerhafte Luftfeuchtwerte deutlich unter 30 % können bei empfindlichen Personen langfristig zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Wüstengebiete wie die Sahara, in denen die Menschen dauernd mit sehr geringen Luftfeuchtigkeiten (ca. 20 bis 30 % r. F.) leben, bzw. wo wir uns auch im Urlaub, trotz der geringen Luftfeuchte, normalerweise sehr wohl fühlen, haben den Vorteil einer sehr geringen Schadstoff- bzw. Staubbelastung. Dadurch wird die niedrige Luftfeuchte nicht als störend empfunden.

Die Staub- und Schadstoffbelastung der Außenluft wird durch den Außenluftfilter der Lüftungsanlage zwar deutlich reduziert, dennoch ist die Innenraumluft normalerweise deutlich höher mit Schadstoffen und Staub belastet als der Außenbereich. Es muss daher darauf geachtet werden, dass in Wohnräumen eine gewisse relative Luftfeuchtigkeit nicht über einen längeren Zeitraum unterschritten wird. Auch für verschiedene Bodenbeläge (z.B. Holzparkett) und Möbel stellt eine zu geringe relative Luftfeuchtigkeit (unter 20 %) ein Problem dar. Milben, deren Kot eine der Hauptursachen für die sogenannte

Hausstauballergie darstellt, gedeihen dagegen nur bei höherer Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Trockene, kühle Luft trägt ganz wesentlich zur Reduktion der Milben bei.

**Es gilt daher für die Luftmengen im Winter:**

**Nicht zu wenig – aber auch nicht zu viel.**

Im Sommer bzw. in der Übergangszeit ist keine Gefahr der zu geringen relativen Luftfeuchtigkeit gegeben, da die zugeführte Außenluft ausreichend feucht ist, es besteht daher kein „Luftmengendilemma“.

Da die anfallende Feuchte in den Wohnungen mit 5 bis 10 Liter Wasser sehr unterschiedlich ist, sollte die Luftfeuchtigkeit öfters mit einem guten Hygrometer kontrolliert werden.

## 5. Lösungen für das Luftmengendilemma

Verschiedene Lösungen für das Luftmengendilemma werden diskutiert. Letztendlich ist die optimale Anpassung der Luftmenge an den Bedarf immer ein wesentlicher Aspekt, der auch Betriebs- und Energiekosten spart.

### 5.1 Ist Fensterlüftung ausreichend?

Auch wenn man noch so gerne lüftet, würde sich kaum jemand nachts im Zweistunden-Takt den Wecker stellen, um das Schlafzimmer zu lüften, wie es für ein hygienisch einwandfreies Raumklima erforderlich wäre. Wer lüftet, wenn niemand zu Hause ist? Wer lüftet die Feuchtigkeit aus Betten und Handtüchern und die Ausdünstungen aus Teppichen und Möbeln ab? Die beste Luft im Außenbereich nützt nichts, wenn Sie nicht in den Raum gelangt.

### 5.2 Ist die Feuchterückgewinnung eine Lösung?

Bei einer in Komfortlüftungsanlagen eingebauten Feuchterückgewinnung entschärft sich die Problematik des Luftmengendilemmas deutlich. Wenn aber die eingetragene Luftfeuchtigkeit in der Wohnung sehr gering ist, kann die Feuchterückgewinnung das Luftmengendilemma nicht wirklich lösen, sondern nur verzögern und damit abmildern. Zu manchen Zeiten (z.B. Austrocknungsphase des Gebäudes, Übergangszeit) kann eine Feuchterückgewinnung eventuell auch zu hohe Luftfeuchtigkeit bewirken.

---

### 5.3 Ist aktive Luftbefeuchtung eine Lösung?

Grundsätzlich könnte eine aktive Befeuchtung das Luftmengendilemma auflösen. Eine aktive Befeuchtung über die Lüftung mittels eines zentralen Gerätes ist technisch machbar, und entsprechende Geräte sind am Markt bereits erhältlich. Eine Befeuchtung der einzelnen Räume mit dezentralen Luftbefeuchtern ist zwar grundsätzlich möglich, aber organisatorisch und auch energetisch (Stromkosten!) sehr aufwändig und daher weniger zu empfehlen.

In jedem Fall müssten Geräte ausgewählt werden, die nicht selbst zu einer Quelle an Mikroorganismen werden. Auch die Installation muss wohl überlegt sein – an Kondensationsstrecken nach der Befeuchtung kann es zu mikrobiellem Wachstum kommen.

### 5.4 Ist die "Einzelraumregelung" eine Lösung?

Wenn die Zuluft immer jeweils nur genau den Räumen zugeführt werden könnte, die gerade benutzt werden (z.B. Nacht: Schlafzimmer, Tag: Wohnzimmer) würde sich das Luftmengendilemma weitgehend auflösen, da dann die Gesamtzuluftmenge der Wohnung entsprechend verringert wird. Mit Fensterlüftung wird dies versucht, das Problem ist allerdings, dass man in der Nacht unter bestimmten Umständen nicht ausreichend lüften kann.

Derzeit sind nur wenige praktikable Lösungen für mechanische Einzelraumlüftungen am Markt verfügbar. Neben der Problematik der Klappen (Dauerhaftigkeit, Schall,...) für die Steuerung des Luftstromes, ist auch die messtechnische Erfassung der Räume, die gerade mehr oder weniger Luft benötigen, schwierig bzw. teuer. Es stehen aber einige interessante neue Ansätze und Entwicklungen kurz vor der Markteinführung.

### 5.5 Intelligentes Feuchtemanagement

Das Luftmengendilemma kann durch einen intelligenten Umgang mit der Feuchte im Haus etwas gemildert werden. Oberstes Ziel eines Feuchtemanagements in der kalten Jahreszeit ist es, die im Haus erzeugte Feuchte im Gebäude in einem optimalen Bereich zu halten, ohne während der Nutzung die Frischluftmenge reduzieren zu müssen. Feuchtequellen im Haus wie frisch gewaschene Wäsche können beispielsweise zu einer Befeuchtung der Räume beitragen. Wenn Räume mechanisch gelüftet werden, ist zu überlegen, die Feuchte aus Nassräumen nicht sofort abzuführen sondern möglichst im Haus zu behalten.

Bei sehr dichten Räumen würden allerdings solche Ratschläge zu hoher Raumluftfeuchte und Schimmelbildung führen, es wäre genau das Gegenteil sinnvoll: keine Wäsche im Haus zu trocknen sondern einen elektrischen Wäschetrockner zu verwenden und Feuchte aus den Nassbereichen effizient abzulüften.

Bei Abwesenheit ist die Luftmenge auf den Abwesenheitsvolumenstrom zu reduzieren. Dies wird bei Komfortlüftungsanlagen durch eine intelligente Steuerung (bspw. mit Bewegungs- oder CO<sub>2</sub>-Sensoren) bewerkstelligt.

## 5.6 Feuchtepufferung

Ein sehr wichtiger Punkt ist auch, Feuchtespitzen bei Passivhäusern zu nutzen bzw. bei dichten Häusern ohne Lüftung zu vermeiden. Baustoffe und Materialien wie Lehm oder offenporiges Holz tragen wesentlich dazu bei, Feuchte zu puffern. Dies bedeutet, dass Feuchte bei Feuchtespitzen aufgenommen und bei niedriger Luftfeuchte wieder abgegeben werden.

## 6. Resümee

Grundsätzlich ist meist der Einbau einer Komfortlüftungsanlage mit Feuchterückgewinnung und Leistungsregelung sowohl im Neubau als auch in der Altbausanierung empfehlenswert. Aus heutiger Sicht erscheint es am ratsamsten, die Luftmenge einer Lüftungsanlage so einzustellen bzw. zu regeln, dass möglichst ohne aktive Befeuchtung eine ausreichende relative Feuchte in der Raumluft erhalten bleibt. Dies ist dann der Fall, wenn die Luftmenge an den Bedarf angepasst wird. Bei empfindlichen Menschen kann eine Zusatzbefeuchtung von Nutzen sein.

Eine Dimensionierungshilfe für die Luftmengen finden sie im Proficenter unter [www.komfortlüftung.at](http://www.komfortlüftung.at). Eine Feuchterückgewinnung wird insbesondere bei empfindlichen Personen empfohlen. Bei sehr geringen Feuchteinträgen kann bei tiefen Außentemperaturen (unter 5°C) auch eine aktive Befeuchtung mit hygienisch einwandfreien Raumluftbefeuchtern oder eine zentralen Befeuchtung gewählt werden, um die Luftfeuchte im Behaglichkeitsbereich zu halten.

Da die anfallende Feuchte in den Wohnungen sehr unterschiedlich ist, sollte die Luftfeuchtigkeit öfters mit einem kalibrierbaren Hygrometer kontrolliert werden.

Kontaktadressen der beteiligten Institutionen:

Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie  
Alserbachstraße 5/8  
1090 Wien

Tel: +43-(0)1-3192005  
Fax: +43-(0)1-3192005-50

Labor: +43-(0)1-9838080

[innenraum@ibo.at](mailto:innenraum@ibo.at)

<http://www.ibo.at/de/innenraum.htm>

Ärztinnen und Ärzte für eine gesunde Umwelt

Große Mohrengasse 39/6  
1020 Wien

Tel.: +43-(0)1-216 34 22  
Fax: +43-(0)1-403 96 40

[info@aegu.net](mailto:info@aegu.net)

<http://www.aegu.net>

<p>Die Reihe Innenraumluft-Info wurde im Rahmen eines Projektes des Bundesministeriums für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) entwickelt.</p>	 <p>lebensministerium.at</p>
---	---



**Zusammengestellt und für den Inhalt verantwortlich:**

DI Peter Tappler, IBO [p.tappler@innenraumanalytik.at](mailto:p.tappler@innenraumanalytik.at)

Weitere Informationen auf [www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)  
Kritik und Anregungen bitte an [office@innenraumanalytik.at](mailto:office@innenraumanalytik.at)

Diese Information wurde nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Eine Haftung jeglicher Art kann jedoch nicht übernommen bzw. abgeleitet werden.