



# Leseprobe

Unsere Fachinhalte bieten Ihnen praxisnahe Lösungen, wertvolle Tipps und direkt anwendbares Wissen für Ihre täglichen Herausforderungen.

- ✓ **Praxisnah und sofort umsetzbar:** Entwickelt für Fach- und Führungskräfte, die schnelle und effektive Lösungen benötigen.
- ✓ **Fachwissen aus erster Hand:** Inhalte von erfahrenen Expertinnen und Experten aus der Berufspraxis, die genau wissen, worauf es ankommt.
- ✓ **Immer aktuell und verlässlich:** Basierend auf über 30 Jahren Erfahrung und ständigem Austausch mit der Praxis.

Blättern Sie jetzt durch die Leseprobe und überzeugen Sie sich selbst von der Qualität und dem Mehrwert unseres Angebots!

1. Anforderungen an die Wohnungslüftung

Haushaltsgröße	tägliche Anwesenheitsdauer	Feuchtelast	
		ohne	mit
		Wäschetrocknen in der WE	
Personen/H.	h/d	kg/d	
1	12	2,1	2,7
	24	3,1	3,8
2	2 ... 17	3,9	5,2
3	3 ... 17	5,6	7,5
4	4 ... 17	6,7	9,2

Annahmen: je Haushalt täglich ein Kochgericht; sonstige Feuchtelasten nach Tabelle 1.4, dabei nur in 3- und 4-Personen-Haushalten Nutzung eines Geschirrspülers

Tabelle 1.5: Durchschnittliche tägliche Feuchtelasten für unterschiedlich große Haushalte [Hartmann08]

Wird für Kochen, Braten, Grillen und Backen Gas verwendet, müssen die Feuchtelasten gemäß Tab. 1.4 und 1.5 noch um diejenigen für Gasverbrennung korrigiert werden. Abhängig von der Art des Gases beträgt die entsprechende Feuchtelast nach [CEN/TR 14788] 130 g/h für Flüssiggas und 150 g/h für Erdgas je kW Eingangsleistung. Daraus resultiert für das Kochen mit Gas (3 kg/d) gegenüber dem Kochen mit Strom (2 kg/d) eine um ca. 1 kg Feuchte höhere Last pro Tag.

## 1.4 Thermisches Raumklima (Behaglichkeit)

### 1.4.1 Allgemeines

Für das thermische Raumklima und damit für behagliche Raumzustände besitzen hinsichtlich der Auswirkungen Lüftungstechnischer Maßnahmen die nachfolgenden Parameter Relevanz:

- operative oder empfundene Temperatur (einschließlich Temperaturgradient)
- Luftgeschwindigkeit
- Luftfeuchte

Alle Maßnahmen müssen deshalb unter Beachtung der empfohlenen Grenzparameter getroffen werden. Letztere sind u. a. im Nationalen Anhang (NA) zur [DIN EN 15251] 2012 neu festgelegt worden.

### 1.4.2 Operative oder empfundene Temperatur

Die operative oder auch empfundene Temperatur ( $\theta_E$ ) beschreibt eine Kombination aus (Raum-)Lufttemperatur ( $\theta_{L,i}$ ) und resultierender Oberflächentemperatur (auch mittlere Strahlungstemperatur  $\theta_s$ ) aller (Raum-) Umschließungsflächen. Sie errechnet sich nach Gleichung (1.1):

$$\theta_E = 0,5 (\theta_{L,i} + \theta_s) \tag{1.1}$$

Nach [DIN EN 15251] wird „für Neubau und zu modernisierende Bestandsgebäude die Kategorie II als Basis für Planung und Ausführung empfohlen“. Diese Kategorie entspricht dem „normalen Maß an Erwartungen“ (siehe auch Kategorie B nach [DIN EN ISO 7730]).

Für die operative Temperatur  $\theta_E$  wird im Lüftungsrelevanten Bereich der Außenlufttemperatur von  $\theta_{Au} \leq 16^\circ\text{C}$  als „Komfort-Raumtemperatur“  $\theta_{Ra,C} 22^\circ\text{C}$  mit einem Toleranzbereich von  $\pm 2\text{ K}$  vorgegeben (Gleichung (1.2)):

$$\theta_{Ra,C} = 22^\circ\text{C} \pm 2\text{ K} \tag{1.2}$$

Für jeden Raum kann darüber hinaus eine optimale operative Temperatur ermittelt werden, die von der Aktivität und der Bekleidung der Personen abhängig ist, die sich in dem betreffenden Raum befinden. Ihre Ermittlung kann für die drei Kategorien 6, 10 oder 15 % „unzufriedener Personen“ aus diesbezüglichen Diagrammen in [DIN EN ISO 7730] abgeleitet werden. Voraussetzung für die Einordnung in die jeweilige Kategorie ist die Einhaltung eines Luftgeschwindigkeitsbereichs von  $v_{L,m} < 0,1\text{ m/s}$  bei einer relativen Luftfeuchte von  $\phi_{L,i} \approx 50\%$ , wobei Letztere einen vergleichsweise geringfügigen Einfluss auf die thermische Behaglichkeit hat.

Gebräuchliche, für die Heizungsauslegung maßgebliche raumabhängige Temperaturen werden als Norm-Innentemperaturen  $\theta_{int}$  bezeichnet und in [DIN EN 12831 Bbl. 1] aufgeführt (Tab. 1.6):

Neben der reinen **Lufttemperatur** spielt auch der vertikale Temperaturunterschied (**Temperaturgradient**) im relevanten Bereich des überwiegend sitzenden Menschen von (0,5 bis 1,1) m über dem Fußboden eine wichtige Rolle für das thermische Wohlbefinden. Je größer er ist, desto eher wird Unbehaglichkeit empfunden. Nach [DIN EN 15251] in Verbindung mit [DIN EN ISO 7730], Kategorie B, wird empfohlen, den Temperaturunterschied immer kleiner als 3 K zu halten.

## 1. Anforderungen an die Wohnungslüftung

Raumart	Norm-Innentemperatur $\theta_{\text{int}}$ [°C]
Wohn- und Schlafräume	20
Bade- und Duschräume (generell jede Nutzung für den unbedeckten Bereich)	24
WC-Räume	20
beheizte Nebenräume (Flure, Treppenhäuser)	15
unbeheizte Nebenräume (Keller, Treppenhäuser, Abstellräume)	10

Tabelle 1.6: Norm-Innentemperaturen [DIN EN 12831 Bbl. 1]

Dabei hat auch die eigentliche **Oberflächentemperatur des Fußbodens**  $\theta_{\text{FB}}$  Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden. Bei ungünstiger Anordnung von ALD kann durch das Entstehen eines Kaltluftsees [Richter03] sowohl der Temperaturgradient vergrößert als auch die Fußbodentemperatur ungünstig abgesenkt werden. Nach [DIN EN 15251] in Verbindung mit [DIN EN ISO 7730], Kategorien A und B, wird ein Bereich von  $\theta_{\text{FB}} \geq 19$  °C empfohlen.

Stark vom Mittel der Oberflächentemperaturen von Wänden und Decken, die im modernen Wohnungsbau dank guter Wärmedämmung und Fenstern mit minimiertem Wärmedurchgang nur gering streuen, kann eine merklich unter dem restlichen Mittel liegende Oberflächentemperatur des Fußbodens sich darüber hinaus auch ungünstig auf die Strahlungstemperatur  $\theta_{\text{s}}$  auswirken. Die dadurch u. U. entstehende Strahlungsasymmetrie als Maß für eine lokal unterschiedliche Wärmeabgabe des Menschen kann zu einem als unbehaglich empfundenen Raumzustand führen.

Bei hohen Zulufttemperaturen (z. B. bei Luftheizung in ungenügend gedämmten Gebäuden) können bei oben liegender Zuluftzuführung umgekehrt Warmluftzonen in den oberen Raumbereichen entstehen, die ebenfalls zu einer ungünstigen Vergrößerung des Temperaturgradienten führen können. Aus diesem Grund wird nach [DIN 1946-6] eine Zulufttemperaturbegrenzung auf 50 °C empfohlen, wobei lediglich „kurzzeitige Überschreitungen vertretbar sind“.

### 1.4.3 (Raum-)Luftgeschwindigkeit

Um die Anforderungen an behagliche thermische Raumverhältnisse einhalten zu können, ist bei der Lüftungsplanung neben der Lufttemperatur ( $q_{\text{L}}$ ) unbedingt auch die mittlere Luftgeschwindigkeit im Raum  $v_{\text{L,m}}$  zu beachten. Sie beeinflusst im umbauten

Raum die konvektive Wärmeabgabe einer Person an die Umgebung. Infolge des daraus resultierenden Wärmeverlusts des Körpers wird die allgemeine thermische Behaglichkeit u. U. ungünstig beeinflusst. Das kann im Extremfall bis zur lokalen thermischen Unbehaglichkeit aufgrund von Zuglufteinwirkung auf Teile des menschlichen Körpers führen. Am empfindlichsten sind Nacken- und Fußgelenkbereiche.

Besonders durch das Einbringen von nicht vorgewärmter Außenluft über Außen(wand)-Luftdurchlässe (ALD) bei der freien Lüftung und bei Abluftanlagen, können leicht entsprechende Diskomfort-Zonen im Aufenthalts- oder Behaglichkeits-Bereich entstehen. Letzterer erstreckt sich nach [DIN 1946-6] über den Höhenbereich von (0,1-1,8) m über Fußboden in 0,5 m Abstand zu Außen- und Innenwänden sowie 1,0 m zu Außenfenstern, Türen und Heizflächen.

Bei ALD kann der Diskomfort mit Sicherheit nur ausgeschlossen werden, wenn über jeden Luftdurchlass nicht mehr als jeweils 5 m<sup>3</sup>/h Außenluft zugeführt werden. Bei größeren Einzelmengen ist es günstig, die ALD hinter oder unmittelbar über (in Betrieb befindlichen) Heizkörpern anzuordnen. In allen anderen Fällen haben sowohl Strahlgeometrie und -richtung als auch die Anordnung der ALD im Raum Einfluss auf die zugluffreie bzw. -arme Zuführung der Außenluft. Als günstig hat sich in dem Zusammenhang die außenwandparallele Luftzuführung mit geringer Fallhöhe über dem Fußboden sowie mit geringem Zuluftimpuls  $p_{\text{L}}$  als Produkt aus Luftmasse  $q_{\text{m}}$  und Luftgeschwindigkeit  $v_{\text{L}}$  (Gleichung (1.3))

$$p_{\text{L}} = q_{\text{m}} \cdot v_{\text{L}} \text{ in } [\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2] \quad (1.3)$$

erwiesen.

#### Planungshinweise

Generell gilt, dass die Installation vieler kleiner ALD je Raum eine risikoärmere Sicherstellung der thermischen Behaglichkeit erwarten lässt als der Einsatz weniger großer ALD (weitere diesbezügliche Hinweise siehe [Heinz11] und [Reichel96]). Detailliertere Planungs- bzw. Auswahl-Hinweise finden sich außerdem in [Markfort04.1 und 04.2] und [Richter03].

1. Anforderungen an die Wohnungslüftung

Gleiches wie für ALD gilt auch für **Zu(luft)-Luftdurchlässe (ZLD)**. Auch wenn die Zuluft gegenüber der Außenluft wegen der Möglichkeit der Vorwärmung (mittels Wärmerückgewinnung bzw. Vorwärmer) mit höherer Temperatur zugeführt werden kann, darf ihre Anordnung im Raum nicht wahllos erfolgen. Es ist deshalb sinnvoll, Zuluftdurchlässe immer so auszulegen und anzuordnen, dass die nach Tab. 1.7 empfohlenen Werte für die mittleren Luftgeschwindigkeiten  $v_{L,m}$  nicht überschritten werden. Die in Abhängigkeit von der lokalen Lufttemperatur  $q_L$  aufgeführten maximal zulässigen Werte gelten für den in Wohnungen mit Mischluftsystemen anzunehmenden lokalen Turbulenzgrad  $Tu$  von 40 % [DIN EN ISO 7730]. Richtwert für die mittlere Luftstrahlgeschwindigkeit bei Eintritt in den Aufenthaltsbereich nach [DIN 1946-6] ist hierfür  $v_{L,m} \leq 0,3$  m/s.

Lufttemperatur $q_L$	20	21	22	23	24	°C
Luftgeschwindigkeit $v_{L,m}$	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	m/s

Tabelle 1.7: maximal zulässige mittlere (Raum-)Luftgeschwindigkeiten  $v_{L,m}$ ; nach Nationalem Anhang (NA) zur [DIN EN 15251]

Weil Überström(luft)-**Luftdurchlässe (ÜLD)** auf ihrer Abströmseite wie Zuluftdurchlässe fungieren, sind sie bzgl. Zugluftvermeidung ebenfalls wie solche zu behandeln. Bei ihrer Anordnung ist wegen des in jedem Raum vorhandenen Temperaturgradienten die obere Anordnung (Überströmen wärmerer Luft) der unteren vorzuziehen. Das gilt besonders für kleine Badräume/-zellen. In diesen besteht bei unterer Anordnung (z. B. als üblicher Tür-Unterschnitt) die Gefahr von Zugluftbelästigung im nicht nur besonders empfindlichen, sondern häufig noch feuchten Fußgelenkbereich (siehe auch [DIN 1946-6]).

1.4.4 (Raum-)Luftfeuchte

Bei der Luftfeuchte wird unterschieden in absolute und relative Luftfeuchtigkeit. Während die absolute Luftfeuchte  $x$  den (absoluten) dampfförmigen Wassergehalt der Luft in Gramm Wasser je Kilogramm trockene Luft in [g/kg] beschreibt, stellt die relative Luftfeuchte  $\varphi$  den jeweils in der Luft vorhandenen prozentualen Anteil an dampfförmigem Wasser zur physikalisch höchstmöglichen (Wasser-)Menge in [%] (oder dimensionslos [-]) dar. Die Höchstmenge an dampfförmigem Wasser wird dabei von der Kondensationsgrenze ( $\varphi = 100$  % bzw. 1) bestimmt. Sie ist temperaturabhängig und kann mithilfe des Mollier-(h, x)-Diagramms ermittelt werden (Bild 1.2). Für das dargestellte Beispiel ( $\theta_i = 22$  °C und  $\varphi_i = 0,5$ ) beträgt

sie ca. 8 g/kg bei der Lufttemperatur von ca. 11 °C. Die relative Luftfeuchte von  $\varphi_o = 0,775$  bei einer Wandoberflächentemperatur von ca.  $\theta_o = 15$  °C entspricht dabei in etwa der Grenzfeuchte ( $\varphi_{o,min} = 0,8$ ) für ein beginnendes Schimmelpilzwachstum, wenn sie sich an einer Wandoberfläche länger andauernd einstellt bzw. diese noch überschreitet. Nach [DIN EN ISO 13788] sind darunter die „*monatlichen Mittelwerte der relativen Luftfeuchte an den Oberflächen*“ mit einer „*kritischen relativen Feuchte  $\varphi_{si,cr}$* “ von mehr als 0,8 zu verstehen, sofern keine „*näheren Informationen aus nationalen Bestimmungen oder anderweitig vorliegen*“. Solche enthält der [DIN-FB4108-8]: „*Eine Schimmelpilzbildung kann auftreten, wenn an mindestens fünf aufeinanderfolgenden Tagen die relative Luftfeuchte auf der Bauteiloberfläche mindestens 12 h/d einen Wert von mehr als 0,8 aufweist.*“

Unter solchen Bedingungen kann sich infolge vermehrter Sporenfreisetzung eine Gesundheitsgefährdung ergeben.

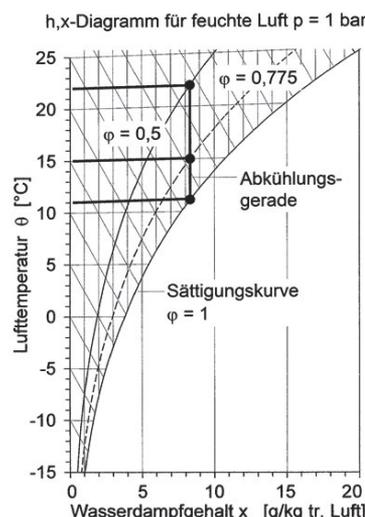


Bild 1.2: Mollier-(h, x)-Diagramm mit senkrechter Abkühlungslinie (Abkühlungsgerade) [Heinz11]

Durch Verdunstung an der Hautoberfläche des Menschen, die durch die absolute Luftfeuchte beeinflusst wird, entsteht ein Wärmeverlust, der sich wiederum ebenfalls auf die thermische Behaglichkeit auswirkt. „*Bei Temperaturen < 26 °C und bei mäßiger körperlicher Tätigkeit ist dieser Einfluss jedoch sehr begrenzt. In einem gemäßigten Umgebungsklima hat die Luftfeuchte deshalb nur eine geringe Auswirkung auf das Wärmeempfinden. Üblicherweise wird eine um 10 % höhere relative Luftfeuchte als genauso ‚warm‘ empfunden wie eine um 0,3 K höhere operative Temperatur.*“ Bzgl. der Grenzwerte der Luftfeuchte kann hinsichtlich „*Wärmeempfinden, ... und Trockenheit der Haut sowie Reizung der Augen ... ein weiterer*

## 1. Anforderungen an die Wohnungslüftung

Bereich für die Luftfeuchte“ angenommen werden [DIN EN ISO 7730].

Nach [DIN EN 15251] „verursacht lang andauernde hohe Raumlufffeuchte mikrobielles Wachstum, während sehr niedrige Luftfeuchte (< 15 bis 20 %) Trockenheit und Reizungen der Augen und Luftwege“ hervorruft. Die dafür häufig noch verantwortlich gemachte Staubverschmelzung dürfte bei den heute üblichen niedrigen Vorlauftemperaturen in Heizkörpern von  $\leq 60\text{ °C}$  keine Rolle mehr spielen. Vielmehr sind hohe Lufttemperaturen und u. U. auch zu große Luftvolumenströme bei tiefen Außentemperaturen die Ursachen dafür (Bild 1.3). „Die Anforderungen an die Luftfeuchte beeinflussen die Auslegung von Entfeuchtungs- (Kühllast) und Befeuchtungsanlagen und den Energieverbrauch. ... Üblicherweise ist keine Befeuchtung oder Entfeuchtung der Raumluff erforderlich (z. B. überwiegend im Wohnungsbau); werden jedoch Befeuchtungs- und/oder Entfeuchtungsanlagen eingesetzt, so sollte eine übermäßige Befeuchtung und Entfeuchtung vermieden werden.“

Abweichend von [DIN EN 15251] wird im zugehörigen Nationalen Anhang (NA) die Einhaltung von  $\geq 30\%$  (entspricht abweichender Einordnung in Kategorie I, für Kategorie II gilt:  $\geq 25\%$ ) empfohlen, wenn während der Heizzeit gesundheitliche Beeinträchtigungen, wie z. B. das Austrocknen der Schleimhäute, vermieden werden sollen. Nach [DIN 1946-6] können die Zeiträume, in denen bei tiefen Außentemperaturen die Raumlufffeuchte unter  $30\%$  abfällt bzw. abzufallen droht, verkürzt werden, indem Anlagen oder Geräte auch bei Anwesenheit der Nutzer vorübergehend mit geringeren Luftvolumenströmen betrieben werden. Bild 1.3 zeigt am Beispiel eines Wohnraums (ohne Luftbefeuchtung) mit zwei Personen und fünf mittleren Pflanzen, in welchem Maße die Menge des Außenluftvolumenstroms die relative Luftfeuchte in Abhängigkeit von der Raumlufftemperatur bei

- der mittleren Außenluft-Temperatur für Berlin im Zeitraum von September bis Mai ( $\approx 5\text{ °C}$ ) sowie bei
- häufig länger anhaltenden mittleren tiefen Außenluft-Temperaturen ( $-5\text{ °C}$ )

beeinflusst.

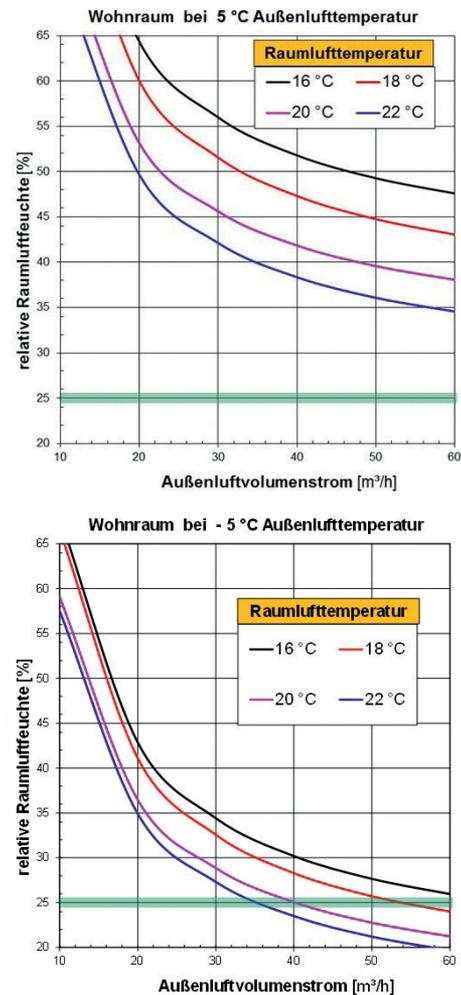


Bild 1.3: Abhängigkeit der relativen Raumlufffeuchte vom zugeführten Außenluftvolumenstrom und von der Raumlufftemperatur im Heizungsfall (Außenlufttemperatur:  $5\text{ °C}$  und  $-5\text{ °C}$ ) (Quelle: Heinz)

Zur Vermeidung eines Abfalls der relativen Luftfeuchte unter beispielsweise  $25\%$  und damit auch zur Vermeidung der o. a. Empfindungsstörungen, kann neben der Verringerung der Außenluftzufuhr also auch die Raumlufftemperatur zeitweilig reduziert werden. Kompensierend wird jedoch u. U. eine Anpassung der Bekleidung notwendig.

Für den im Wohnungsbau zurzeit noch nicht sonderlich relevanten **Sommerfall** gelten gemäß Nationalem Anhang  $65\%$  für die relative und  $11,5\text{ g/kg}$  für die absolute Feuchte (auch als Schwülegrenze/-kurve bezeichnet) der Luft als Obergrenze. Oberhalb ergäbe sich die Konsequenz einer Kühlung mit dem damit verbundenen energetischen Mehraufwand und bei Luftkühlung mit den aus hygienischen Gründen nicht ganz unproblematischen Instandhaltungs-Maßnahmen.

# Bestelloptionen



## PlanungsPraxis Lüftung in Wohngebäuden

Sie haben Fragen zum Produkt oder benötigen Unterstützung bei der Bestellung? Unser Kundenservice ist für Sie da:

☎ 08233 / 381-123 (Mo - Do 7:30 - 17:00 Uhr, Fr 7:30 - 15:00 Uhr)

✉ [service@forum-verlag.com](mailto:service@forum-verlag.com)

Oder bestellen Sie bequem über unseren Online-Shop:

[Jetzt bestellen](#)