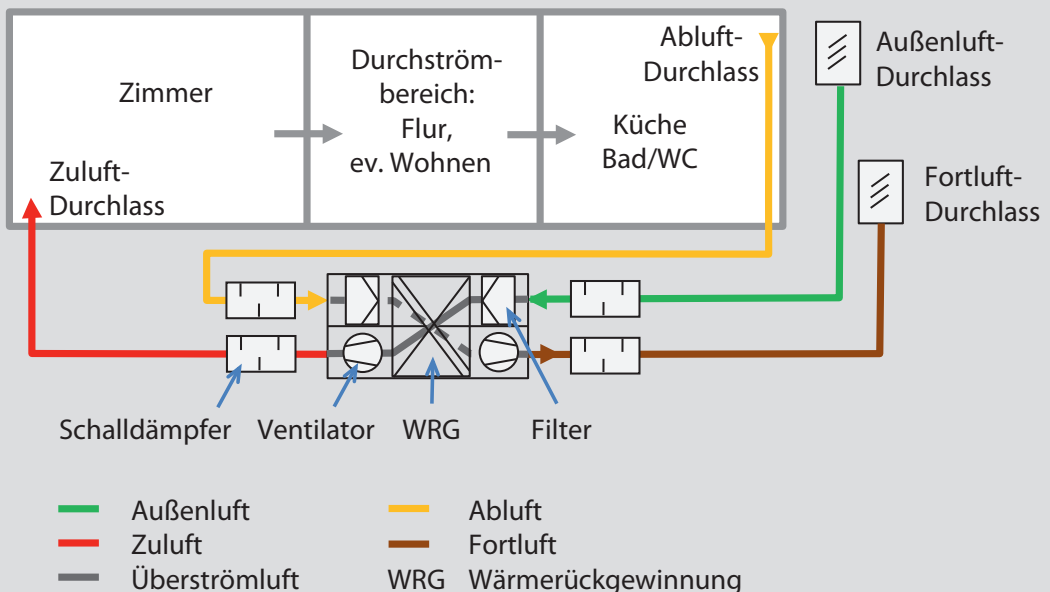


Heinrich Huber

# Komfortlüftung in Wohngebäuden

Systeme, Konzepte, Umsetzung





# **Komfortlüftung in Wohngebäuden**

Systeme, Konzepte, Umsetzung

mit 152 Abbildungen und 45 Tabellen

**Prof. Heinrich Huber**

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de/abruflbar>.

© Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2016  
Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich seiner Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.

Maßgebend für das Anwenden von Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist. Maßgebend für das Anwenden von Regelwerken, Richtlinien, Merkblättern, Hinweisen, Verordnungen usw. ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der jeweiligen herausgebenden Institution erhältlich ist. Zitate aus Normen, Merkblättern usw. wurden, unabhängig von ihrem Ausgabedatum, in neuer deutscher Rechtschreibung abgedruckt.

Das vorliegende Werk wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Verlag und Autor können dennoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes und seiner elektronischen Bestandteile (Internetseiten) keine Haftung übernehmen.

Wir freuen uns, Ihre Meinung über dieses Fachbuch zu erfahren. Bitte teilen Sie uns Ihre Anregungen, Hinweise oder Fragen per E-Mail: [fachmedien.bau@rudolf-mueller.de](mailto:fachmedien.bau@rudolf-mueller.de) oder  
Telefax: 0221 5497-6141 mit.

Lektorat: Petra Sander, Köln  
Umschlaggestaltung: Künkelmedia, Brühl  
Satz: WMTP Wendt-Media Text-Processing GmbH, Birkenau  
Druck und Bindearbeiten: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau  
Printed in Germany

ISBN 978-3-481-03405-4 (Buch-Ausgabe)  
ISBN 978-3-481-03406-1 (E-Book-Ausgabe als PDF)

## Vorwort

Im Zeichen der Energiewende und eines steigenden Gesundheitsbewusstseins gewinnt die Lüftung von Wohnungen zunehmend an Bedeutung. In unseren Breitengraden und bei der heutigen Wohnkultur bietet sich die Komfortlüftung als optimale Lösung an, um sowohl eine gute Raumluftqualität als auch eine hohe Energieeffizienz zu erreichen. Dieses Buch befasst sich daher vorwiegend mit diesem Lüftungssystem.

In diesem Buch versteht sich eine Komfortlüftung als eine Anlage mit mechanisch geförderter Zu- und Abluft sowie mit Wärmerückgewinnung. Eine solche Anlage versorgt eine einzelne Wohnung bzw. ein Einfamilienhaus mit der hygienisch angemessenen Außenluftmenge. Der Begriff Komfortlüftung ist im Regelwerk der deutschsprachigen Länder nicht definiert. Er entspricht folgenden in Normen festgelegten Bezeichnungen:

- in Deutschland nach DIN 1946-6 „Zu-/Abluftsystem, Zentralventilator-Lüftungsanlage mit Wohnungs-Lüftungsgerät“ im Mehrfamilienhaus bzw. „Zu-/Abluftsystem, Wohnungs-Lüftungsgerät“ im Einfamilienhaus;
- in Österreich nach OENORM H 6038 „Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung von Wohnungen mit Wärmerückgewinnung“;
- in der Schweiz nach SIA 2023 „einfache Lüftungsanlage, Typ Einzelwohnungsanlage“.

Baufachleute erhalten Anleitungen und Hinweise, was in der Praxis bei der Planung, der Umsetzung und beim Betrieb dieser Anlagen zu beachten ist.

Neben der Komfortlüftung existieren diverse weitere Systeme für die Wohnungslüftung. Diese haben durchaus ihre Berechtigung. In diesem Buch wird nur soweit auf andere Lösungen eingegangen, wie es erforderlich ist, um die Unterschiede gegenüber der Komfortlüftung und geeignete Einsatzgebiete aufzuzeigen.

Das Zielpublikum dieses Buches sind Fachleute. Es wird daher vorausgesetzt, dass die einschlägigen nationalen Vorschriften und Normen bekannt sind. Dieses Buch versteht sich nicht als Erläuterung zu europäischen und nationalen Vorschriften und Normen. Wer dies sucht, findet z. B. in Deutschland genügend Fachliteratur, die sich schwerpunktmäßig mit der DIN 1946-6 auseinandersetzt.

**Danksagung**

Besten Dank an alle, die zum Entstehen dieses Buches beigetragen haben, im Speziellen an

Claus Händel, Fachverband Gebäude-Klima e. V., Bietigheim-Bissingen, für das Fachkuratorat der [Kapitel 1 bis 4](#) sowie Hinweise zu europäischen und deutschen Vorschriften und Normen;

Andreas Greml, Technisches Büro – Ingenieurbüro, Kufstein, für das [Kapitel 1.5.3](#) sowie Hinweise zu österreichischen Vorschriften und Normen;

Prof. Dr. Rainer Pfluger, Universität Innsbruck, für Informationen zu Forschungsarbeiten im Bereich Passivhaus und Wohnungslüftung; zusammen mit Andreas Greml hat er im Vorfeld wesentliche Inputs geleistet, damit dieses Buch entstanden ist;

Dr. Gabriel Rojas-Kopeinig für Informationen und Unterlagen zur Kaskadenlüftung und zu Überström-Durchlässen; seine Dissertation an der Universität Innsbruck befasst sich mit der Optimierung der mechanischen Lüftung in energieeffizienten Gebäuden;

Benno Zurfluh, Ingenieurbüro Zurfluh Lottenbach GmbH, Luzern, für Fachgespräche und das umfangreiche Bildmaterial zur Planung und zur Installation von Komfortlüftungen;

Erich Herzog von der Firma HCN Clean AG, Cham (Schweiz), für die Anregungen, Fachgespräche und Bilder zum Thema Hygiene und Reinigung;

Dominik Hotz, Hochschule Luzern, Abteilung Gebäudetechnik, für das Fachkuratorat Akustik;

Petra Sander und Brigitte van Eymeren von der Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG für die Unterstützung bei der Strukturierung sowie die sprachlichen und inhaltlichen Präzisierungen;

alle weiteren Personen und Firmen, die Bilder und Informationen zur Verfügung gestellt haben.

Luzern, im August 2016  
Heinrich Huber

# Inhalt

	<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1</b>	<b>Grundlagen der Wohnungslüftung</b> .....	13
1.1	Prinzip, zentrale Begriffe und Aufgaben der Wohnungs- lüftung .....	13
1.2	Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit .....	17
1.3	Raumluftqualität und Schadstoffe .....	19
1.3.1	CO <sub>2</sub> -Gehalt der Luft und Gerüche .....	19
1.3.2	Raumluftfeuchte .....	20
1.3.2.1	Angestrebter Bereich .....	20
1.3.2.2	Niedrige Raumluftfeuchte .....	21
1.3.2.3	Hohe Raumluftfeuchte .....	23
1.3.2.4	Parkett und feuchteempfindliche Baustoffe .....	23
1.3.3	Schadstoffe im Innenraum .....	24
1.3.4	Außenluftbelastung .....	25
1.3.5	Radon .....	25
1.4	Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlung .....	26
1.4.1	Sommerlicher Wärmeschutz .....	26
1.4.2	Kühlung .....	27
1.4.2.1	Nachtauskühlung .....	27
1.4.2.2	Statische Kühlung .....	28
1.4.2.3	Kühlung und Entfeuchtung .....	28
1.4.2.4	Aktive Kühlung über die Komfortlüftung .....	28
1.5	Vorschriften und Normen .....	29
1.5.1	Europäische Union .....	30
1.5.1.1	Gebäuderichtlinie .....	30
1.5.1.2	Normen .....	30
1.5.2	Deutschland .....	31
1.5.2.1	Energievorschriften .....	31
1.5.2.2	Brandschutzvorschriften .....	32
1.5.2.3	Normen .....	32
1.5.3	Österreich .....	33
1.5.3.1	Energie- und Bauvorschriften .....	33
1.5.3.2	Brandschutzvorschriften .....	33
1.5.3.3	Normen .....	34
1.5.4	Schweiz .....	34
1.5.4.1	Energievorschriften .....	34
1.5.4.2	Brandschutzvorschriften .....	35
1.5.4.3	Normen und Merkblätter .....	36

<b>2</b>	<b>Vergleich von Lüftungssystemen für Wohnungen</b> .....	<b>37</b>
2.1	Lüftungssysteme .....	37
2.1.1	Natürliche Lüftung .....	37
2.1.1.1	Manuelle Fensterlüftung .....	38
2.1.1.2	Automatische Fensterlüftung .....	39
2.1.1.3	Fensterlüfter .....	40
2.1.2	Mechanische Lüftung .....	42
2.1.2.1	Abluftanlagen .....	42
2.1.2.2	Komfortlüftung .....	44
2.1.2.3	Einzelraumlüftung .....	46
2.1.2.4	Mehrraumlüftung .....	51
2.2	Energieeffizienz und energetischer Vergleich von Lüftungssystemen .....	51
2.2.1	Eco-Design und Energieetikett .....	51
2.2.2	Energetische Kenngrößen von Lüftungsgeräten und deren Komponenten .....	53
2.2.2.1	Kenngrößen für die Luftförderung .....	53
2.2.2.2	Kenngrößen für die Wärmerückgewinnung .....	54
2.2.2.3	Kenngrößen für die Feuchterückgewinnung .....	57
2.2.3	Jahresenergiebedarf und spezifischer Energieverbrauch von Systemen mit mechanischer Lüftung .....	57
2.2.3.1	Elektrischer Energieverbrauch .....	58
2.2.3.2	Heizenergieeinsparung .....	60
2.2.3.3	Vergleich des spezifischen Energieverbrauchs von Systemen mit mechanischer Lüftung gegenüber der Fensterlüftung .....	61
2.2.4	Leistungsbedarf und Vergleich der elektrischen Aufnahmeleistung von Systemen mit mechanischer Lüftung gegenüber der Fensterlüftung .....	64
2.2.5	Energieverbrauch einer Befeuchtung .....	66
2.2.6	Graue Energie, Betriebsenergie und energetische Amortisationszeit von Systemen mit mechanischer Lüftung .....	66
2.3	Wahl und qualitativer Vergleich von Lüftungssystemen .....	70
2.3.1	Pragmatische Systemwahl .....	70
2.3.2	Vergleich des realen Lüftungsverhaltens bei verschiedenen Systemen .....	70
<b>3</b>	<b>Projektablauf und Organisation</b> .....	<b>73</b>
3.1	Vorgehen bei der Planung und Umsetzung .....	73
3.2	Projektgrundlagen .....	74
3.2.1	Bedarfsbestimmung .....	75
3.2.2	Rahmenbedingungen .....	76
3.3	Lüftungslayout .....	77
3.4	Projekt .....	77
3.4.1	Dokumentation und Leistungen .....	77
3.4.2	Pläne .....	79
3.5	Umsetzung .....	80
3.6	Koordination .....	80



<b>4</b>	<b>Lüftungslayout (Lüftungskonzept)</b> . . . . .	<b>83</b>
4.1	Lüftungszonen . . . . .	83
4.1.1	Wohnbereich . . . . .	84
4.1.2	Beheizte Räume außerhalb des Wohnbereichs . . . . .	85
4.1.3	Unbeheizte Räume . . . . .	86
4.2	Betriebsweise und Steuerung . . . . .	87
4.2.1	Dauerbetrieb oder Ein-/Aus-Betrieb . . . . .	87
4.2.2	Betriebsstufen . . . . .	87
4.2.2.1	Festlegung der Betriebsstufen . . . . .	87
4.2.2.2	Handsteuerung . . . . .	88
4.2.2.3	Luftqualitätsregelung . . . . .	88
4.2.3	Wartungsarbeiten, Störfall und Nutzungsunterbrechungen . . . . .	89
4.2.4	Zonen- oder Einzelraumsteuerung . . . . .	89
4.2.5	Spezielle Aspekte im Mehrfamilienhaus . . . . .	90
4.3	Anlagentyp . . . . .	91
4.3.1	Einzel- oder Mehrwohnungsanlage . . . . .	91
4.3.2	Komfortlüftung mit Heizfunktion . . . . .	93
4.4	Luftbehandlung . . . . .	96
4.4.1	Wärme- und Feuchterückgewinnung . . . . .	96
4.4.2	Abluft-Wärmepumpe . . . . .	98
4.4.3	Vereisungsschutz und Vorwärmung . . . . .	98
4.4.4	Zulufttemperatur und Nachwärmung . . . . .	99
4.5	Luftführung und Positionierung . . . . .	102
4.5.1	Gerätestandort und Zugänglichkeit der Anlagenkomponenten . . . . .	102
4.5.2	Hauptverteilung im Einfamilienhaus . . . . .	102
4.5.3	Gerätestandort und Hauptverteilung im Mehrfamilienhaus . . . . .	104
4.5.4	Außenluft- und Fortluftleitungen . . . . .	112
4.5.5	Außenluft- und Fortluft-Durchlässe . . . . .	113
4.5.5.1	Außenluft-Durchlässe . . . . .	113
4.5.5.2	Fortluft-Durchlässe . . . . .	115
4.5.5.3	Abstände zwischen Außenluft- und Fortluft-Durchlässen . . . . .	115
4.5.6	Zuluft- und Abluftleitungen . . . . .	118
4.5.7	Leitungsführung der Feinverteilung . . . . .	120
4.5.8	Luftführung im Wohnbereich . . . . .	124
4.5.9	Überström-Durchlässe . . . . .	125
4.6	Spezielle Aspekte bei Küchenabluft und Sicherheit . . . . .	129
4.6.1	Küchenabluft . . . . .	129
4.6.2	Brandschutz . . . . .	130
4.6.3	Feuerstätten in der Wohnung . . . . .	131
4.7	Dokumentation und Koordination . . . . .	133
<b>5</b>	<b>Luftführung und Luftvolumenströme</b> . . . . .	<b>135</b>
5.1	Luftführung in der Wohnung . . . . .	135
5.1.1	Kaskadenlüftung . . . . .	135
5.1.2	Wohnzimmer im Durchströmbereich . . . . .	137
5.1.3	Verbundlüftung . . . . .	140
5.2	Luftvolumenströme . . . . .	143
5.2.1	Dimensionierung von Luftvolumenströmen . . . . .	143

5.2.1.1	Dimensionierung pro Person sowie nach Wohnungs- und Raumtypen .....	146
5.2.1.2	Dimensionierung für eine gesamte Lüftungszone .....	149
5.2.2	Luftvolumenströme bei verschiedenen Betriebsstufen .....	153
5.2.3	Einregulierung von Luftvolumenströmen .....	153
5.3	Luftführung im Raum .....	154
5.3.1	Normal induzierende Zuluft-Durchlässe .....	154
5.3.2	Schwach induzierende Zuluft-Durchlässe .....	159
5.3.3	Abluft-Durchlässe .....	161
5.4	Überström-Durchlässe .....	162
5.4.1	Druckverlust .....	162
5.4.2	Schalldämmung .....	163
5.4.3	Luftspalt unter der Tür .....	164
5.4.3.1	Freier Türspalt .....	165
5.4.3.2	Bodendichtung als Überström-Durchlass .....	166
5.4.4	Standardprodukte .....	168
5.4.5	Vergleich von Überström-Durchlässen .....	169
5.4.6	Schalldämmung zwischen Räumen bei Trennflächen mit Überström-Durchlass .....	171
5.5	Küchenabluft .....	174
5.5.1	Umluft-Dunstabzugshaube .....	174
5.5.2	Fortluft-Dunstabzugshaube .....	175
5.5.2.1	Nachströmung mit Außenluft-Durchlass .....	177
5.5.2.2	Nachströmung über ein offenes Fenster .....	177
5.5.2.3	Mechanisch zugeführte Ersatzluft .....	178
5.5.2.4	Anschluss der Fortluft-Dunstabzugshaube an die Komfortlüftung .....	179
5.5.3	Dunstabzugshauben mit Umluft und Fortluft .....	180
<b>6</b>	<b>Luftverteilung</b> .....	<b>183</b>
6.1	Kriterien für die Wahl eines Verteilsystems .....	183
6.2	Dimensionierung der Leitungen und Druckverluste .....	183
6.2.1	Dimensionierung der Leitungen .....	183
6.2.2	Druckverluste .....	187
6.3	Luftdichtheit .....	192
6.3.1	Luftdichtheitsklassen .....	192
6.3.2	Kontrolle der Luftdichtheit .....	194
6.4	Wärmedämmung .....	194
6.4.1	Energiebilanz und Dämmstärken .....	194
6.4.2	Ausführung .....	197
6.5	Reinigung und Hygiene .....	198
6.5.1	Berücksichtigung bei Planung und Installation .....	198
6.5.2	Erstreinigung .....	200
6.6	Installation .....	200
6.7	Komponenten .....	202
6.7.1	Außenluft- und Fortluft-Durchlässe .....	202
6.7.1.1	Konstruktion .....	202
6.7.1.2	Dimensionierung .....	203

6.7.2	Rohre und Kanäle für Luftleitungen und Leitungssysteme . . .	204
6.7.3	Einregulierarmaturen . . . . .	205
6.7.3.1	Drosselklappen und -elemente . . . . .	205
6.7.3.2	Volumenstromregler . . . . .	207
6.7.4	Wohnungslüftungsboxen . . . . .	208
<b>7</b>	<b>Lüftungsgeräte und Luftbehandlung . . . . .</b>	<b>211</b>
7.1	Grundsätze zur Wahl von Lüftungsgeräten . . . . .	211
7.2	Bauarten von Lüftungsgeräten . . . . .	212
7.2.1	Gerätetypen . . . . .	212
7.2.2	Bauform und Aufstellung . . . . .	213
7.2.3	Ventilatoranordnung im Lüftungsgerät . . . . .	214
7.3	Funktionen und relevante Eigenschaften von Lüftungsgeräten	215
7.3.1	Luftbehandlungsfunktionen . . . . .	215
7.3.2	Sicherheitsfunktionen . . . . .	216
7.3.3	Deaktivierung der Wärmerückgewinnung im Sommer . . . . .	216
7.3.4	Interne und externe Leckagen . . . . .	217
7.3.5	Hygiene . . . . .	217
7.3.6	Wärmedämmung . . . . .	218
7.4	Luftförderung und elektrische Leistung . . . . .	218
7.4.1	Kennlinienfelder und Betriebsmodi . . . . .	218
7.4.2	Externer Wirkungsgrad . . . . .	223
7.4.3	Spezifische Geräteleistung . . . . .	224
7.5	Energieaufwand für den Vereisungsschutz . . . . .	226
7.5.1	Vereisungsgrenze . . . . .	226
7.5.2	Lüftungswärmeverluste und Heizenergieeinsparung . . . . .	228
7.5.3	Energetischer Vergleich von Vereisungsschutzvarianten . . . . .	231
7.6	Luftfilter . . . . .	233
7.6.1	Klassifizierung und Begriffe . . . . .	233
7.6.2	Zuluftfilter (Außenluftfilter) . . . . .	234
7.6.3	Aktivkohlefilter . . . . .	235
7.6.4	Abluftfilter und Abluft-Durchlässe mit Filtern . . . . .	235
7.6.5	Filterwartung und Filterüberwachung . . . . .	236
7.6.6	Filter-Bypass-Leckage . . . . .	237
7.7	Geräte mit Abluft-Wärmepumpen . . . . .	237
7.7.1	Bauarten . . . . .	238
7.7.2	Leistungs- und Energiebilanz . . . . .	240
7.7.3	Hinweise zur Dimensionierung . . . . .	243
7.8	Erdreich-Wärmeübertrager . . . . .	244
7.8.1	Luft-Erdreich-Wärmeübertrager . . . . .	245
7.8.1.1	Ausführung und Verlegung . . . . .	245
7.8.1.2	Dimensionierung . . . . .	248
7.8.2	Sole-Erdreich-Wärmeübertrager . . . . .	251
7.8.3	Vergleich von Sole- und Luft-Erdreich-Wärmeübertragern . . . . .	252
<b>8</b>	<b>Schallschutz . . . . .</b>	<b>253</b>
8.1	Grundlagen der Akustik . . . . .	253
8.1.1	Schalldruckpegel, Schalleistungspegel und A-Bewertung . . . . .	253
8.1.2	Addition von Schallpegeln . . . . .	254

8.2	Schallschutzanforderungen an eine Komfortlüftung .....	255
8.3	Schallausbreitung in Räumen .....	257
8.4	Schallschutzhinweise auf Anlagenkomponenten .....	259
8.4.1	Luft-Durchlässe .....	259
8.4.2	Luftleitungen .....	260
8.4.3	Formstücke .....	261
8.4.4	Verzweigungen und Verteilerkästen .....	262
8.4.5	Ventilatoren und Lüftungsgeräte .....	263
8.4.5.1	Daten von Lüftungsgeräten .....	264
8.4.5.2	Schallleistungspegel in Abhängigkeit von Ventilatorumdrehzahl und Luftvolumenstrom .....	266
8.4.5.3	Schallleistungspegel bei konstanter Ventilatorumdrehzahl .....	267
8.4.6	Schalldämpfer .....	268
8.5	Schallberechnung für eine Gesamtanlage .....	269
8.6	Telefonie und Schallschutz zwischen Aufstellungs- und Wohnraum .....	274
8.6.1	Telefonie .....	274
8.6.2	Schallschutz zwischen Aufstellungs- und Wohnraum .....	274
8.7	Schallschutz gegen außen .....	276
<b>9</b>	<b>Übergabe und Instandhaltung .....</b>	<b>281</b>
9.1	Übergabe .....	281
9.1.1	Zweck und Umfang .....	281
9.1.2	Vollständigkeitsprüfung .....	281
9.1.3	Funktionsprüfung .....	282
9.1.4	Funktionsmessung .....	282
9.1.5	Hygienekontrolle .....	284
9.1.6	Dokumentation und Bedienungsanleitung .....	287
9.1.7	Instruktion .....	287
9.2	Instandhaltung .....	288
9.2.1	Wartung und Reinigung durch Laien .....	288
9.2.2	Inspektion und Reinigung durch Fachleute .....	289
9.2.3	Checkliste für die Instandhaltung .....	289
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>293</b>
10.1	Normen, Rechtsvorschriften und Literatur .....	293
10.1.1	Normen .....	293
10.1.2	Rechtsvorschriften .....	295
10.1.3	Literatur .....	295
10.2	Internetadressen für Lüftungsgeräte, Radonfachstellen und Software .....	298
10.2.1	Listen von Lüftungsgeräten und Bewertungssysteme .....	298
10.2.2	Radonfachstellen .....	298
10.2.3	Software .....	299
10.3	Kennzeichnungen der Luftarten und Symbole für lüftungs- technische Schemata .....	299
10.4	Stichwortverzeichnis .....	301

# 1 Grundlagen der Wohnungslüftung

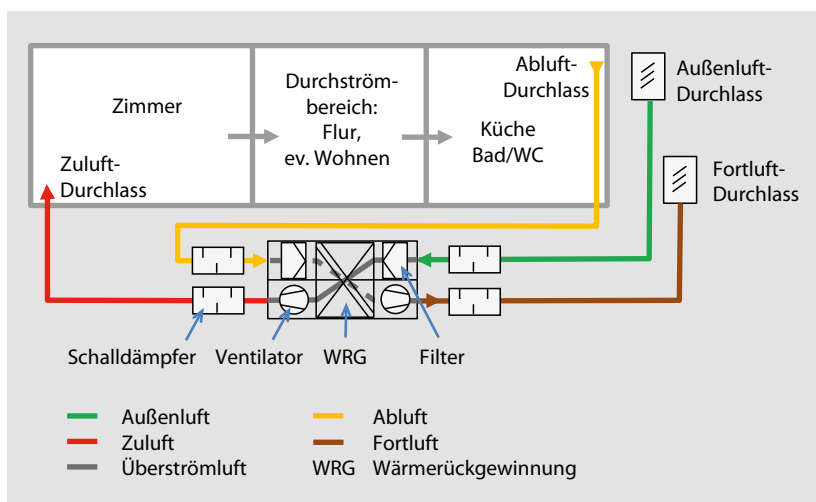
## 1.1 Prinzip, zentrale Begriffe und Aufgaben der Wohnungslüftung

### Prinzip

Bei der Wohnungslüftung geht es darum, die verbrauchte Raumluft gegen frische Außenluft auszutauschen. Bei der **natürlichen Lüftung** führen Wind- und Auftriebskräfte zu Luftvolumenströmen durch geplante oder zufällige Öffnungen in der Gebäudehülle. Die Öffnungen reichen von speziellen Lüftungselementen über Fenster bis zu Ritzen und Fugen.

Bei der **mechanischen Lüftung** sorgen Ventilatoren für den Lufttransport (zu den unterschiedlichen Lüftungssystemen siehe [Kapitel 2.1](#)). Der Luft-eintritt und der Luftaustritt erfolgen bei der mechanischen Lüftung immer an speziell dafür konzipierten Öffnungen, den sog. **Luft-Durchlässen**.

Die Geräte von mechanischen Lüftungen, die **Lüftungsgeräte**, sind in der Regel mit Ventilatoren, Wärmerückgewinnung und Filtern ausgestattet ([Abb. 1.1](#)). Weitere Komponenten, wie Vereisungsschutz, Sommerbypass und Nachwärmer, sind möglich (siehe [Kapitel 4.4](#) und [7](#)). Im Rahmen des europäischen Energieetiketts wird auch der Begriff Wohnungslüftungsgerät verwendet. Der Transport vom Lüftungsgerät zu den Luft-Durchlässen und zurück erfolgt in der **Luftverteilung** (Kurzform: Verteilung). Dazu werden **Luftleitungen** verwendet, die teilweise auch als Luftkanäle oder Lüftungsrohre bezeichnet werden.



**Abb. 1.1:** Prinzip einer Komfortlüftung



**Abb. 1.2:** Platten-Wärmeübertrager (Quelle: Klingenburg GmbH)

### Zentrale Begriffe

Die **Außenluft** ist unbehandelte Luft, die von außen in die Lüftungsanlage oder in eine Öffnung einströmt. Die **Zuluft** ist der Luftstrom, der aus dem Lüftungsgerät austritt und in den behandelten Raum eintritt. Die **Abluft** ist der Luftstrom, der den behandelten Raum verlässt und ins Lüftungsgerät eintritt. Die **Fortluft** ist der Luftstrom, der aus dem Lüftungsgerät austritt und ins Freie strömt. Die Grenze zwischen der Außenluft und der Zuluft liegt beim Zuluftventilator, die Grenze zwischen der Abluft und der Fortluft beim Abluftventilator.

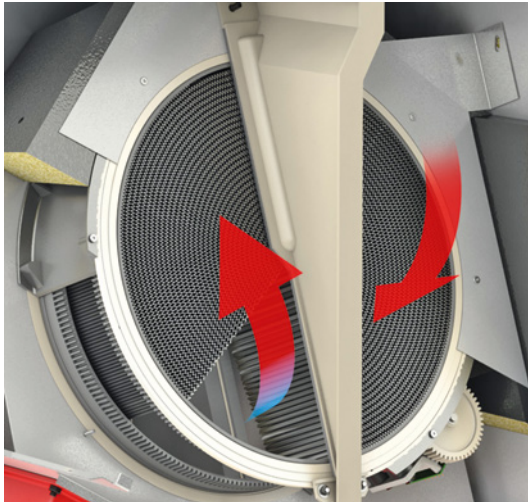
Die Zuluft wird in den **Zuluft-Räumen** eingeblasen. Von dort gelangt sie über **Überström-Durchlässe** in den **Durchströmbereich**. Durch weitere Überström-Durchlässe strömt die Luft in die **Abluft-Räume**.

Die **Wärmerückgewinnung** ist die Wärmeübertragung von der Abluft auf die Zuluft mittels Wärmeübertrager. **Wärmeübertrager** sind in diesem Zusammenhang Einrichtungen zur Erwärmung und/oder Kühlung der Außenluft oder der Zuluft.

Die Wärmeübertragung von der Abluft auf die Zuluft mittels **Platten-Wärmeübertrager** erfolgt über eine Trennfläche, die aus vielen parallel angeordneten, dünnen Metall- oder Kunststoffplatten besteht (Abb. 1.2).

Bei der Wärmeübertragung mittels **Rotor** (auch Wärmerad genannt) strömt die Abluft durch Waben einer sich drehenden Scheibe (Rotor). Im Abluftstrom wärmt sich die Speichermasse des Rotors auf. Durch die stetige Drehbewegung gelangt die warme Speichermasse in den Außenluftstrom, wo sie die Wärme abgibt und damit die Außenluft erwärmt (Abb. 1.3).

Ein **Feuchteübertrager** überträgt neben sensibler (spürbarer) Wärme auch Feuchte von der Abluft auf die Zuluft. Dies ist sowohl mit speziellen Platten-Wärmeübertragern als auch mit Rotoren möglich. **Enthalpie-Übertrager** sind kombinierte Wärme- und Feuchteübertrager, bei denen kein Wasser in



**Abb. 1.3:** Rotor (Quelle: Hoval Aktiengesellschaft)

flüssiger Form anfällt. Beim Platten-Wärmeübertrager erfolgt die Feuchteübertragung mittels einer dampfdurchlässigen Membran. Beim Rotor werden Wassermoleküle aus dem Abluftstrom an der hygroskopisch beschichteten Rotor-Oberfläche absorbiert und im Zuluftstrom wieder desorbiert.

Im Sommer ist eine Wärme- oder Feuchteübertragung oft unerwünscht. Lüftungsgeräte mit Platten-Wärmeübertragern werden daher teilweise mit einer Umgehung der Wärmerückgewinnung ausgerüstet. Bei diesem sog. **Sommerbypass** (auch als Wärmerückgewinnungsbypass bezeichnet) sorgt eine Klappensteuerung dafür, dass die Zuluft um die Wärmerückgewinnung herum strömt. Bei Rotoren ist kein Sommerbypass erforderlich, da sich die Wärmeübertragung durch die Drehzahl des Rotors steuern lässt.

Abluft enthält Feuchte, die beim Abkühlen in der Wärmerückgewinnung in Form von flüssigem Wasser kondensieren kann. Bei tiefen Außentemperaturen kann sich sogar Eis bilden. Ein Lüftungsgerät muss daher über einen **Vereisungsschutz** verfügen, der verhindert, dass eine Vereisung Funktionsstörungen oder Schäden verursacht. Bei Enthalpie-Übertragern tritt kein Kondensat auf. Bei sehr tiefen Außentemperaturen (je nach Fabrikat und Abluftfeuchte bei  $-5$  bis  $-20$  °C) kann aber dennoch eine Vereisung stattfinden. Das heißt, auch Geräte mit Enthalpie-Übertragern benötigen aus Sicherheitsgründen einen Vereisungsschutz.

Außenluft kann bei Bedarf durch Wärme aus dem Erdreich vorgewärmt oder gekühlt werden. Beim **Luft-Erdreich-Wärmeübertrager** wird die Außenluft durch im Erdreich verlegte Rohre geführt. Beim **Sole-Erdreich-Wärmeübertrager** werden im Erdreich Rohre verlegt, durch die Sole (frostsicheres Wasser-Glykol-Gemisch) zirkuliert. Die Sole nimmt im Erdreich Wärme auf und gibt sie über einen Wärmeübertrager an die Außenluft ab.

Mit **Belegung** wird die Anzahl der Personen bezeichnet, die sich regelmäßig in einer Wohnung aufhalten. Davon ist der Luftvolumenstrom abhängig, der für eine Lüftungsanlage dimensioniert (ausgelegt) werden muss.

Der **Luftvolumenstrom** ist die Menge Luft in Kubikmeter pro Stunde ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), der **Luftmassenstrom** die Menge Luft in Kilogramm pro Sekunde ( $\text{kg}/\text{s}$ ), die von einem Lüftungssystem gefördert wird bzw. durch einen Teil eines Lüftungssystems strömt. Der Luftmassenstrom ist abhängig von dem Luftvolumenstrom und der Luftdichte, die sich wiederum mit der **Lufttemperatur** verändert. Da in der Lüftungstechnik Angaben in Luftvolumenströmen üblicher sind als in Luftmassenströmen, müssen bei der Dimensionierung (Auslegung) von Luftvolumenströmen für eine Lüftungsanlage die zugehörigen Temperaturen definiert werden. In der Regel beziehen sich Luftvolumenströme auf die Raumlufttemperatur.

Die Betriebsstufe und damit der geförderte Luftvolumenstrom lassen sich bei heutigen Lüftungsanlagen auf verschiedene Arten steuern und regeln. Bei der **Handsteuerung** stellen die Nutzer über einen Wahlschalter die Betriebsstufe ein. Bei einer **Zeitsteuerung** übernimmt eine Schaltuhr diese Funktion. Eine weitere Variante besteht darin, dass die Betriebsstufe mithilfe von Luftqualitäts- oder Feuchtesensoren automatisch geregelt wird, was als Bedarfsregelung oder **Bedarfssteuerung** bezeichnet wird. (Entsprechend der EU-Verordnung Nr. 1254/2014 vom 11. Juli 2014 wird im Folgenden der Begriff Bedarfssteuerung verwendet, auch wenn korrekterweise von einer Regelung gesprochen werden müsste.) Bei vielen Lüftungsanlagen sind 2 oder gar alle 3 der aufgeführten Steuerungs- bzw. Regelungsoptionen kombiniert vorhanden. Der Begriff **Steuerung** wird als Oberbegriff für alle erwähnten Varianten verwendet.

Der Begriff **Komfortlüftung** ist nicht normativ geregelt. Im vorliegenden Buch werden unter diesem Lüftungssystem folgende Lüftungsanlagen verstanden:

- Die Außenluft wird gefiltert und durch eine Wärmerückgewinnung erwärmt.
- Die Zuluft strömt in den Zimmern in die Wohnung und wird als Abluft in Bad, WC und Küche abgesaugt. Die Zuluft und die Abluft werden mechanisch gefördert. Beide Luftvolumenströme sind gleich groß, sodass in der Wohnung weder ein Unter- noch ein Überdruck entsteht (zu den Risiken bei Unterdruck und Überdruck siehe [Kapitel 1.5](#)). Durch den ausgeglichenen Druck strömt die Luft nur über die dafür bestimmten Wege in den Raum bzw. aus dem Raum. Bei Druckdifferenzen kann Luft zusätzlich durch Ritzen und Fugen sowie durch Installationszonen strömen. Diese Wege sind hygienisch nicht kontrollierbar (eventuell liegen hier Verschmutzungen oder Emissionen aus Baustoffen vor) und möglicherweise auch von der thermischen Behaglichkeit her problematisch (lokale Zugluftrisiken).
- Die Luftvolumenströme sind für den hygienischen Bedarf der Bewohner dimensioniert.
- Die Zuluft wird weder aktiv befeuchtet noch aktiv gekühlt. Optional können Enthalpie-Übertrager zur passiven Befeuchtung oder Erdreich-Wärmeübertrager zur passiven Kühlung eingesetzt werden.

**Einzelwohnungsanlagen** sind Komfortlüftungen für einzelne Wohnungen oder Einfamilienhäuser. Bei **Mehrwohnungsanlagen** werden mehrere Wohnungen von einem Lüftungsgerät versorgt und die Wohnungen sind über die Hauptverteilung lüftungstechnisch miteinander verbunden.



## Aufgaben

Die primäre Aufgabe jeder Wohnungslüftung besteht darin, die Bewohner mit guter Luft zu versorgen. Die Umsetzung dieser trivialen und einleuchtenden Forderung wirft in der Praxis einige Fragen auf:

- Was ist eine gute Raumluftqualität?
- Wie weit müssen sich die Nutzer aktiv beteiligen, damit die Lüftung den geplanten Nutzen erzielt?
- Wie weit muss eine Wohnungslüftung ein nicht ideales Nutzerverhalten, außergewöhnliche Luftbelastungen und weitere Störeinflüsse auffangen können?
- Gehört der Schutz vor externen Immissionen auch zu den Aufgaben der Wohnungslüftung?

[Kapitel 1.3](#) behandelt die erste Frage. Die weiteren Fragen müssen von den Entscheidungsträgern im Rahmen der sach- und fachgerechten Bewertung, also der Evaluation, des Lüftungssystems beantwortet werden. In [Kapitel 2](#) wird aber darauf eingegangen, ob und wie gut die **Komfortlüftung** und weitere Lüftungssysteme die in den Fragen angesprochenen Probleme lösen können.

Neben der Kernaufgabe der guten Raumluftqualität hat eine Wohnungslüftung noch weitere Aufgaben:

- Ein angemessener Luftaustausch ist ein wesentlicher Bestandteil des baulichen **Feuchteschutzes**. Auf dieses Thema wird detailliert in [Kapitel 1.3.2](#) eingegangen.
- Die Wohnungslüftung muss eine hohe **Energieeffizienz** erfüllen. Neben möglichst geringen Lüftungswärmeverlusten soll auch der Verbrauch an elektrischer Energie gering sein. In [Kapitel 2.2](#) wird der Energieverbrauch der verschiedenen Lüftungssysteme diskutiert.
- Der bauliche **Schallschutz** darf durch die Wohnungslüftung nicht geschwächt werden. Das ist u. a. ein Thema in den [Kapiteln 5.4](#) und [8](#).
- Die Wohnungslüftung liefert einen Beitrag zum **sommerlichen Wärmeschutz**, indem typischerweise nachts eine freie Kühlung mit erhöhtem Luftaustausch stattfindet. Hinweise dazu finden sich in [Kapitel 1.4](#).

## 1.2 Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit

Bei jeder Evaluation eines geeigneten Lüftungssystems spielt ein Kriterium die zentrale Rolle: die Kosten bzw. die Wirtschaftlichkeit. Die gängige Lehrmeinung der Ökonomie ist, dass der geforderte Nutzen mit den geringstmöglichen Kosten zu erbringen ist. Einige Vorteile der Komfortlüftung lassen sich jedoch kaum monetär quantifizieren. Was ist z. B. das Filtern von Pollen wert?

Die **Komfortlüftung** schneidet bei den meisten nicht monetären Kriterien besser ab als andere gebräuchliche Lüftungssysteme. Ebenso sind die Betriebskosten (Energie, Wartung) der Komfortlüftung meistens niedriger. Die Investitionskosten sind aber typischerweise höher und können längst nicht immer durch die niedrigeren Betriebskosten amortisiert werden.

### **Hauptargument Komfort**

Damit Ansprüche an die Wohnungslüftung nicht in jedem Bauvorhaben neu definiert und bewertet werden müssen, legen Vorschriften und Normen Anforderungen fest (siehe [Kapitel 1.5](#)). Trotzdem besteht ein großer Ermessensspielraum.

Bevor eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellt wird, sollte die Frage gestellt werden, ob Auftraggeber und Bewohner bereit sind, für den Nutzen der Komfortlüftung höhere Investitionskosten in Kauf zu nehmen. Diese Frage hat den gleichen Charakter wie die Frage nach dem Standard einer Küche und ist insbesondere für Einfamilienhäuser und den mittelständischen bis gehobenen Wohnungsbau zielführend. So gehört die Komfortlüftung z. B. bei Eigentumswohnungen in den großen schweizerischen Ballungsräumen praktisch zur Standardausrüstung. Gründe dafür sind die gute Raumluftqualität, der Schutz vor Außenlärm und die automatische Funktion. Die Energieeinsparung ist dabei höchstens ein Nebenargument.

### **Einfachheit und Werterhaltung**

Im sozialen und gemeinnützigen Wohnungsbau kann nur bedingt mit dem höheren Komfort argumentiert werden. In subventionierten Wohnungen sind Mehrinvestitionen aus Komfortgründen teilweise gar nicht zulässig. In diesem Bereich muss dargelegt werden, dass mit einer Komfortlüftung weniger Feuchteschäden auftreten und damit zu einer besseren Werterhaltung beigetragen wird. Bauherren in diesem Segment haben teilweise Auflagen für energieeffizientes und ökologisches Bauen. Auch das spricht für die Komfortlüftung.

Planer und Unternehmer sind gefordert, in diesem Segment einfache und kostengünstige Anlagen zu realisieren. Ein Ziel dieses Buches ist es, entsprechende Hinweise zu geben. So wird z. B. beim Thema Luftführung darauf eingegangen, wo in Wohnzimmern auf Zuluft-Durchlässe verzichtet werden kann (siehe [Kapitel 5.1.2](#)).

Mindestens so überzeugend wie eine Wirtschaftlichkeitsberechnung sind Vorzeige- und Referenzobjekte. Beispiele von deutschen und österreichischen Passivhaus-Siedlungen zeigen, dass insbesondere bei großen Mehrfamilienhäusern kostengünstige Komfortlüftungen machbar sind.

### **Luftheizung im Passivhaus**

Im klassischen Passivhaus übernimmt die mechanische Lüftung die Heizfunktion. Eine Stärke dieses Konzepts ist, dass in der Planung nicht über die Lüftung diskutiert werden muss: Die Heizfunktion macht sie unentbehrlich. Damit ist auch keine weitere Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erforderlich.

Die Wahl des klassischen Passivhauskonzepts sollte aber nicht auf eine partielle Fokussierung auf die Lüftung gestützt sein, sondern auf das gesamte Energiekonzept des Gebäudes. Zu bemerken ist, dass in großen Passivhaus-Siedlungen oft getrennte Heizungs- und Lüftungsanlagen installiert wurden.

## 1.3 Raumlufqualität und Schadstoffe

In Räumen mit schlechter Luftqualität ist oft zu hören: „Es muss dringend gelüftet werden, um frischen Sauerstoff reinzulassen.“ Aus hygienischer Sicht entbehrt diese Aussage aber jeglicher Begründung. Lange bevor in einem Raum der Sauerstoff auf eine gesundheitlich kritische Konzentration sinkt, wird meist der Geruch als unerträglich empfunden und auch die Schadstoffkonzentration überschreitet dann häufig ein gesundheitlich unbedenkliches Maß. Es wird also nicht in erster Linie gelüftet, um Sauerstoff zuzuführen, sondern um Belastungen aus dem Raum abzuführen. Die genannte Aussage illustriert aber, dass der Mensch trotz seines hoch entwickelten Geruchssinns nicht in der Lage ist, die Raumlufqualität objektiv zu beurteilen.

### 1.3.1 CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft und Gerüche

Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) ist ein guter Indikator für die empfundene Luftqualität in Räumen, in denen die Geruchsbelastung hauptsächlich vom Stoffwechsel der anwesenden Personen stammt und in denen nicht geraucht wird.

CO<sub>2</sub> ist weder riechbar, noch liegt die CO<sub>2</sub>-Konzentration in belüfteten Gebäuden in einem gesundheitlich kritischen Bereich. Daher wird in Normen nicht mit dem absoluten CO<sub>2</sub>-Wert gearbeitet, sondern mit der Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum gegenüber der Außenluft. Diese Differenz ist ein Maß für den menschlichen Stoffwechsel im Raum.

Der Grund, weshalb CO<sub>2</sub> gewählt wurde und nicht die vom Stoffwechsel stammenden, riechbaren flüchtigen Kohlenwasserstoff-Verbindungen, liegt in der Messtechnik. CO<sub>2</sub> lässt sich zuverlässig und günstig messen. Die Messungen flüchtiger organischer Verbindungen (volatile organic compounds [VOC]) sind aufwendig und erfordern bei der Interpretation eine hohe Fachkompetenz.

Im Entwurf der europäischen Norm prEN 16798-1 „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik; – Module M1–6“ (2016) wird die Raumlufqualität in 4 CO<sub>2</sub>-Kategorien eingeteilt. Die einzelnen Länder legen später fest, welche Kategorien sie für Wohnungen empfehlen. Dieser Prozess dürfte sich mindestens bis ins Jahr 2018 hinziehen. Während die heutigen Normen oft einen festen oder maximalen CO<sub>2</sub>-Gehalt vorgeben, dürfte es in Zukunft vermehrt bei Planern und Auftraggebern liegen, die für ihr Objekt angemessene Kategorie festzulegen.

Anhand der angestrebten CO<sub>2</sub>-Konzentration und der menschlichen Aktivität im Raum lässt sich der erforderliche Außenluftvolumenstrom berechnen, den eine Lüftungsanlage für das Erreichen einer bestimmten Raumlufqualität fördern muss. [Tabelle 1.1](#) zeigt die Kategorien, wie sie in prEN 16798-1 als Vorschlag aufgeführt sind. In Abweichung von diesem Normentwurf wird für die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Luftvolumenströme in [Tabelle 1.1](#) ein Bereich angegeben. Der Grund ist, dass die im Normentwurf aufgeführten CO<sub>2</sub>-Emissionen für die typischen Aktivitäten im Wohnbereich eher zu

hoch sind. Die höheren Werte für die CO<sub>2</sub>-Emissionen in [Tabelle 1.1](#) stammen aus dem Normentwurf. Bei den Luftqualitätskategorien sollte jedoch mit den niedrigeren aufgeführten Werten gearbeitet werden. So weit es die Vorgaben zulassen, sollte die Kategorie der mittleren Raumluftqualität angestrebt werden.

**Tabelle 1.1:** CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Wohnungen und erforderliche Außenluftvolumenströme pro Person für verschiedene Raumluftkategorien, in Anlehnung an prEN 16798-1, Tabelle B2.7

CO <sub>2</sub> -Konzentration in Bezug zur Außenluft/Aktivität der Person	CO <sub>2</sub> -Konzentration in der Wohnung/ erforderlicher Außenluftvolumenstrom pro Person		
	Bezeichnung der Raumluftkategorie		
	hohe Raumluft- qualität	mittlere Raumluft- qualität	geringe Raumluft- qualität
	Kategorie nach prEN 16798-1		
	I	II	III
CO <sub>2</sub> -Konzentration oberhalb der Konzentration in der Außenluft	550 ppm	800 ppm	1.350 ppm
CO <sub>2</sub> -Konzentration bei einer Außenluft- konzentration von 400 ppm	950 ppm	1.200 ppm	1.750 ppm
typische Tagesaktivität im Wohnbereich (CO <sub>2</sub> -Emission pro Person 18–20 Lt/h)	33–36 m <sup>3</sup> /h	23–25 m <sup>3</sup> /h	13–15 m <sup>3</sup> /h
Schlafen (CO <sub>2</sub> -Emission pro Person 12–13,6 Lt/h)	22–25 m <sup>3</sup> /h	15–17 m <sup>3</sup> /h	9–10 m <sup>3</sup> /h
ppm parts per million Lt/h Liter pro Stunde			

## 1.3.2 Raumluftfeuchte

### 1.3.2.1 Angestrebter Bereich

Verschiedene nationale und europäische Normen nennen leicht unterschiedliche Werte für die angestrebte relative Raumluftfeuchte (r. F.). Typischerweise liegt der Bereich zwischen 30 und 60 % r. F. Einige Normen, wie z. B. die schweizerische Norm SIA 180 „Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden“ (2014), erwähnen, dass der angestrebte Bereich während einer gewissen Zeit (in SIA 180: 10 % der Nutzungszeit) unter- oder überschritten werden darf.

Mit zunehmender Höhenlage bzw. tieferen durchschnittlichen Außentemperaturen lässt sich die untere Grenze immer schlechter einhalten. In SIA 180 findet sich dazu folgende Regel (SIA 180, Abschnitt 3.5.1.3): „Bei Lagen über 800 m ü. M. reduziert sich die Feuchtegrenze um 1 % r. F. pro 100 m Höhenzunahme.“

### Merksatz

**Mit keinem Lüftungssystem kann das Einhalten einer bestimmten Raumluftfeuchte garantiert werden. Das Nutzerverhalten und die internen Feuchtequellen sind dafür zu unterschiedlich und nicht planbar. Es wird daher dringend davon abgeraten, in Planer- oder Werkverträgen Feuchtegrenzwerte festzulegen.**

Es können aber durchaus sinnvolle Maßnahmen getroffen werden, um bei üblichem Nutzerverhalten eine Raumluftfeuchte zwischen ca. 30 und 60 % zu erreichen (siehe [Kapitel 1.3.2.2](#)).

#### 1.3.2.2 Niedrige Raumluftfeuchte

Die Diskussion über die Auswirkungen von niedrigen Raumluftfeuchten ist kontrovers. Die eine Meinung (Hildebrand, 2015) besagt, dass es keine Beweise für negative gesundheitliche Auswirkungen von niedrigen Raumluftfeuchten gibt. Zum Beispiel wird auf sehr niedrige relative Luftfeuchten in Flugzeugen oder im Winter in alpinen Lagen hingewiesen. Eine andere Meinung (Hugentobler, 2015) weist auf Untersuchungen von Erkrankungen der Atemwege hin, die durch Aerosolübertragungen ausgelöst werden. Die maßgebenden Aerosole werden demnach durch Tröpfchenwurf übertragen, der beim Sprechen oder Atmen insbesondere bei niedrigen Raumluftfeuchten entsteht. Von dieser Seite wird eine minimale Raumluftfeuchte von 40 % gefordert.

Unabhängig von diesen beiden Meinungen ist darauf hinzuweisen, dass Kontaktlinsenträger oder Menschen mit speziellen gesundheitlichen Problemen (insbesondere der Haut und Atemwege) negativ auf niedrige relative Raumluftfeuchten reagieren können.

Bezüglich der Wohnungslüftung wird hier davon ausgegangen, dass es für gesunde Personen unproblematisch ist, wenn die Raumluftfeuchte an einigen Tagen im Jahr unter 30 % sinkt. Das erwähnte erhöhte Risiko von Atemwegserkrankungen bei niedrigen Raumluftfeuchten relativiert sich im Wohnbereich, da das Ansteckungsrisiko innerhalb eines Haushalts durch direkten Körperkontakt und indirekte Kontaktübertragung (z. B. über Wasserarmaturen, Türklinken, Küchenutensilien) größer sein dürfte als durch Aerosole.

In prEN 16798-1, Abschnitt 6.4, wird festgestellt, dass üblicherweise keine Befeuchtung oder Entfeuchtung der Raumluft erforderlich ist. Diese Haltung wird im schweizerischen Normenwesen bereits seit Jahren vertreten. Im SIA-Merkblatt 2023 „Lüftung in Wohnbauten“ (2008), Abschnitt 4.3.4, wird von einer aktiven Zuluftbefeuchtung bei Wohnungslüftungen abgeraten. Als Gründe werden der Energieverbrauch und die hygienischen Risiken genannt.

Um niedrigen Raumlufffeuchten vorzubeugen, eignen sich folgende **technische Maßnahmen**:

- Die Außenluftvolumenströme sollten nach den nationalen Normen dimensioniert werden, aber nicht höher. Wo die Normen Spielraum für niedrigere Außenluftvolumenströme zulassen, sollte dieser genutzt werden.
- Die Lüftungsanlage sollte mit einer Bedarfssteuerung ausgerüstet werden.
- Eine kombinierte Wärme- und Feuchterückgewinnung kann die relative Raumlufffeuchte im Winter um 5 bis 10 % erhöhen, wenn die beiden vorherigen Punkte eingehalten werden.
- Gemäß der schweizerischen Norm SIA 382-1 „Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen“ (2014), Abschnitt 2.2.6, und dem SIA-Merkblatt 2023 (2008), Abschnitt 6.1.2, kann bei tiefen Außentemperaturen der Außenluftvolumenstrom reduziert werden.
- Wenn in einer Wohnung weniger Personen leben als geplant, sollten die Luftvolumenströme adäquat reguliert werden. Diese Maßnahme ist insbesondere bei Einfamilienhäusern und Eigentumswohnungen sinnvoll. Nach der österreichischen OENORM H 6038 „Lüftungstechnische Anlagen – Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung von Wohnungen mit Wärmerückgewinnung – Planung, Ausführung, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung“ (2014), Abschnitt 6.1, ist im Hinblick auf die Verhinderung einer zu starken Entfeuchtung der Raumluff eine Einstufung abhängig vom Dimensionierungsluftvolumenstrom und der Belegung durchzuführen. Bei Luftmengen von über 30 m<sup>3</sup> pro Stunde und Person sind Maßnahmen empfohlen, und bei Luftmengen von über 40 m<sup>3</sup> pro Stunde und Person sind Maßnahmen erforderlich. Als Maßnahmen sind angeführt: Bedarfssteuerung, Zonensteuerung und Feuchterückgewinnung.

Zusätzlich kann die Raumlufffeuchte durch das **Nutzerverhalten** erhöht werden. Geeignete Maßnahmen sind:

- Die Betriebsstufe der Lüftungsanlage sollte dem Bedarf angepasst werden. Bei mehrtägigen Abwesenheiten im Winter sollte die Minimalstufe eingestellt werden.
- Die Räume sollten nicht überheizt werden. Zum Beispiel senkt das Erhöhen der Raumlufftemperatur von 21 auf 24 °C die relative Raumlufffeuchte von 35 auf 29 %.

Pflanzen geben zwar Wasserdampf ab, die Wirkung sollte aber nicht überschätzt werden. So gibt eine rund 80 cm große Yucca nur etwa 2 g Wasserdampf pro Stunde ab.

Wäschetrocknen zur Erhöhung der Raumlufffeuchte ist heikel. Die erheblichen Wasserdampfmengen, die dabei abgegeben werden, sind zwar bei tiefen Außentemperaturen erwünscht. Bei höheren Außentemperaturen kann jedoch eine zu hohe Raumlufffeuchte entstehen und Bauschäden oder gesundheitliche Probleme durch Schimmelpilze oder Hausstaubmilben verursachen. Falls in der Wohnung Wäsche getrocknet wird, sollte die Raumlufffeuchte mit einem Hygrometer überwacht werden.

Ist eine Befeuchtung wegen gesundheitlicher Probleme von Bewohnern angemessen, sollte diese temporär durch lokale Raumluffbefeuchter bewerkstelligt werden. Raumluffbefeuchter sollten aber wegen ihres Energiever-

brauchs zurückhaltend eingesetzt werden. Aus hygienischen Gründen ist eine regelmäßige Reinigung dieser Geräte erforderlich.

Ebenfalls kann bei besonderen Raumausstattungen oder Nutzungen eine lokale Befeuchtung angemessen sein. Dies kann z. B. der Fall sein bei antiken Möbeln, Kunstgegenständen oder Musikinstrumenten. Weitere Informationen zur Raumlufftfeuchte finden sich z. B. im FGK-Status-Report 8 „Fragen und Antworten zur Raumlufftfeuchte“ (2015).

### 1.3.2.3 Hohe Raumlufftfeuchte

Die Feuchteschutzlüftung ist in Deutschland in der DIN 1946-6 „Raumlufftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung“ (2009) geregelt. Für die Schweiz finden sich Anforderungen und Hinweise in SIA 180.

Hohe Raumlufftfeuchten sind hygienisch bedeutend kritischer als niedrige. Vorwiegend während des Sommerhalbjahres besteht in Wohnungen ein Feuchteüberschuss, der zwingend durch Lüften abgeführt werden muss. Bei Raumlufftfeuchten von über 70 % nimmt das Risiko von Schimmelpilzwachstum deutlich zu. Zudem wird die Raumlufft als weniger frisch empfunden und durch ein stärkeres Wachstum von Mikroorganismen entstehen Gerüche.

Hausstaubmilbenallergiker sollten zumindest im Winterhalbjahr Bedingungen schaffen, die das Milbenwachstum hemmen. Für Hausstaubmilbenallergiker wird ein günstiges Klima erreicht, wenn bei einer Raumlufftemperatur von 19 bis 21 °C im Wohnzimmer und von nicht über 19 °C im Schlafzimmer die Raumlufftfeuchte unter 50 % liegt (Hausstaubmilbenallergie, 2007).

Werden Komfortlüftungen fachgerecht ausgeführt und betrieben, treten bei üblichem Nutzerverhalten, sprich üblichem Feuchteanfall, innerhalb von Wohnungen keine Probleme mit zu hohen Raumlufftfeuchten auf. Räume außerhalb des beheizten Bereichs, wie z. B. Keller und Trocknungsräume, können aber diesbezüglich kritisch sein (vgl. [Kapitel 4.1.3](#)).

### 1.3.2.4 Parkett und feuchteempfindliche Baustoffe

In der Baupraxis wird die relative Raumlufftfeuchte nicht unbedingt unter gesundheitlichen Aspekten diskutiert, sondern eher in Zusammenhang mit Parkett und weiteren feuchteempfindlichen Baustoffen.

Zu Parkett lässt sich Folgendes sagen (Ganz, 2007): Holz ist ein hygroskopischer Werkstoff. Ein fugenloser Parkettbelag ist aufgrund der Holzeigenschaften nicht möglich. Die Fugenbreite hängt von der Holzart ab; eine wichtige Kenngröße dafür ist das Schwindmaß. Die Formerhaltung (bei Schwindung und Quellung) hängt von der Holzqualität ab, z. B. vom Jungholzanteil.

Ungünstige Parkettversiegelungen können zu Kantenverleimungen führen. Dadurch können anstelle von vielen Kleinstfugen einzelne große Fugen entstehen. Ein qualitativ guter Parkettbelag verträgt eine relative Raumlufftfeuchte von 30 %. Kurzzeitig sind auch niedrigere Werte möglich. Die Riss-

bildung ist auch von der Temperatur (Bodenheizung) und der Quellung im ersten Sommer abhängig.

Wenn ein möglichst **rissarmer Parkett-Bodenbelag** hohe Priorität hat, sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Hölzer und Qualitäten wählen, die generell weniger zu Rissbildung neigen (z. B. Eiche, nicht Buche),
- schmale Parkettsegmente wählen,
- kantenverleimende Lacke und Versiegelungen vermeiden,
- ggf. abgesperrtes (mehrschichtiges) Parkett einsetzen,
- bei Fußbodenheizungen eine Vorlauftemperatur von 30 °C anstreben (Maximalwert: 35 °C, entspricht auch den schweizerischen Energievorschriften).

Bei der Komfortlüftung sollten die in [Kapitel 1.3.2.2](#) beschriebenen Maßnahmen zur Erhöhung der Raumluftfeuchte umgesetzt werden.

In SIA 180 findet sich folgende Anforderung (SIA 180, Abschnitt 3.2.8):

*„Die Baumaterialien sind so zu wählen, dass sie auch ohne Luftbefeuchtung keinen Schaden nehmen.“*

### 1.3.3 Schadstoffe im Innenraum

#### Wohngifte

Eine Vielzahl von Stoffen kann die Raumluft belasten. Grundsätzlich muss zuerst an der Quelle angesetzt werden. Das heißt: Emissionen sollten so weit wie möglich reduziert werden. Es ist nicht Aufgabe einer Lüftungsanlage, eine falsche Materialwahl oder ein mangelhaftes Nutzerverhalten zu kompensieren.

In prEN 16798-1 finden sich Ansätze zur Bewertung und Berücksichtigung der Schadstoffe. Ob und wie sich diese auf die nationalen Wohnungslüftungsnormen durchschlagen, ist noch offen. Die Luftvolumenströme gemäß den aktuellen Normen genügen aber bei fachgerechter Planung und bewusster Nutzung bereits, um die üblichen Schadstoffe ausreichend abzuführen.

Schadstoffarmes bauen, wie es z. B. in den Energie- und Ökologiestandards der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen ([www.dgnb.de](http://www.dgnb.de)) oder dem Zertifikat Minergie-Eco der Vereine Minergie und eco-bau ([www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)) festgelegt wird, ist auch bei Wohnungen mit Komfortlüftung empfehlenswert. Viele Hinweise zum Thema Wohngifte, speziell zum Nutzerverhalten, finden sich auf der Website des schweizerischen Bundesamts für Gesundheit ([www.wohngifte.admin.ch](http://www.wohngifte.admin.ch)).

#### Rauchen

Rauchen beeinträchtigt die Raumluftqualität massiv (SIA 382-1, Abschnitt 2.2.6.8): *„In Räumen, in denen geraucht wird, ist es nicht möglich, eine gute Raumluftqualität zu erreichen.“*

Ohne besondere Vereinbarung sollte davon ausgegangen werden, dass in Wohnungen nicht geraucht wird. Es ist unklar, wie eine Lüftung auszulegen wäre, wenn in einer Wohnung geraucht wird. Auch bei einer massiven Erhö-



hung des Außenluftvolumenstroms könnte keine gesundheitlich unbedenkliche Raumluftqualität gewährleistet werden.

#### 1.3.4 Außenluftbelastung

Im deutschsprachigen Raum nimmt die Außenluftbelastung mit Feinstaub und Stickoxiden tendenziell ab. Regional und lokal können aber immer noch deutliche Überschreitungen von Richt- und Grenzwerten vorkommen. In Gebieten mit geringen Industrie-Emissionen treten die höchsten Feinstaub-Emissionen an stark befahrenen Straßen auf.

In Wohngebieten ist mit einem gelegentlichen Auftreten von Gerüchen (z. B. durch Kaminöfen oder die Landwirtschaft) zu rechnen. Es ist nicht Aufgabe einer Lüftungsanlage, diese Gerüche zu eliminieren.

Auf ausdrücklichen Wunsch des Auftraggebers oder der Nutzer können ggf. technische Lösungen zur Geruchsentfernung, wie z. B. Aktivkohlefilter, in Erwägung gezogen werden. Speziell bei unregelmäßigen und variierenden Gerüchen kann jedoch auch dadurch kein Erfolg garantiert werden. Solche Maßnahmen erfordern schnell Investitionen von einigen Hundert Euro. Zudem brauchen sie Platz und erhöhen den Wartungsaufwand sowie den Energieverbrauch. Im Allgemeinen ist daher davon abzuraten. Bei einem gelegentlichen und kurzzeitigen Auftreten von Außengerüchen lautet die Empfehlung: Fenster schließen und Lüftungsanlage ausschalten.

#### 1.3.5 Radon

Radon ist ein radioaktives Gas, das aus dem Untergrund in Gebäude eindringen kann. Das Risiko hängt vom Standort des Gebäudes und von der Baukonstruktion ab.

Radon gilt im deutschsprachigen Raum als die wichtigste natürliche Ursache für Lungenkrebs. Die zuständigen Bundesämter Deutschlands und der Schweiz gehen davon aus, dass in diesen beiden Ländern zusammen jährlich rund 2.100 Todesfälle durch Radon verursacht werden.

Die Bundesämter und Beratungsstellen bieten im ganzen deutschsprachigen Raum gutes Informationsmaterial zum Thema an (siehe [Kapitel 10.2.2](#)). So sind z. B. in allen Ländern Radonkarten erhältlich, mit denen sich das lokale Risiko besser beurteilen lässt.

Die Richtlinie 2013/59/EURATOM vom 5. Dezember 2013 führt dazu, dass bis 2018 in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) die Strahlenschutzgesetze angepasst werden. Lüftungstechnische Maßnahmen zum Radonschutz werden in DIN 1946-6 Beiblatt 5 „Kellerlüftung“ (2015) behandelt.

Neue Gebäude mit durchgehend betonierte Kellerböden und betonierte Decken über dem Untergeschoss gelten im Allgemeinen als unkritisch, sofern keine Zu- oder Ableitungen (Kanalisation, Erdsonden usw.) das Betonfundament durchdringen. In kritischen Regionen und vor allem bei älteren Einfamilienhäusern muss das Problem jedoch sehr ernst genommen werden.

Bei der **Komfortlüftung** ist bezüglich Radon Folgendes zu beachten:

- Außenluft-Durchlass mindestens 0,8 m über dem Boden,
- kein Unterdruck im Wohnbereich,
- dichte Durchführungen von Luftleitungen gegen das Erdreich (Boden und Kellerwände),
- gasdichte Ausführung, falls Luft-Erdreich-Wärmeübertrager eingesetzt werden.

In der Schweiz wurde im Kanton Luzern bei 15 Gebäuden mit Komfortlüftung und Luft-Erdreich-Wärmeübertragern die Radonkonzentration während einer Heizsaison gemessen (Bionda et al., 2012). Die Werte in den Wohn- und Aufenthaltsräumen der untersuchten Gebäude waren wesentlich niedriger als die durchschnittlichen Radonkonzentrationen in Wohn- und Aufenthaltsräumen der Standort-Gemeinden. Die mittlere Radonkonzentration lag in den bewohnten Räumen bei allen untersuchten Gebäuden deutlich unter  $100 \text{ Bq/m}^3$  und erfüllte somit die WHO-Empfehlungen. Obwohl die Anzahl der untersuchten Objekte statistisch nicht signifikant ist, kann behauptet werden, dass bei einer fachgerecht ausgeführten Komfortlüftung die Radonkonzentration tendenziell niedriger ist als bei Gebäuden mit natürlicher Lüftung. Die Resultate aus den untersuchten Gebäuden zeigen auch, dass Luft-Erdreich-Wärmeübertrager durchaus radondicht ausgeführt werden können.

## 1.4 Sommerlicher Wärmeschutz und Kühlung

### 1.4.1 Sommerlicher Wärmeschutz

Die deutsche Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007, letzte Änderung in Kraft getreten am 1. Mai 2014 (EnEV 2014), verlangt auch bei Wohnbauten einen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes und verweist für die Umsetzung auf die DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ (2013). Das Pendant in der Schweiz sind die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich vom 9. Januar 2015 (MuKE n 2014) und die SIA 180.

Gemäß den aktuellen Vorschriften ist im mitteleuropäischen Klima für Wohnbauten keine aktive Kühlung erforderlich. Aus Komfortgründen werden aber im deutschsprachigen Raum immer mehr Wohnungen gekühlt.

Unabhängig davon, ob gekühlt wird oder nicht, basiert der bauliche sommerliche Wärmeschutz auf 2 zentralen Maßnahmen:

- Ein **außen liegender beweglicher Sonnenschutz** minimiert den Wärmeeintrag am Tag.
- Eine ausreichend hohe **thermisch aktive Speichermasse** puffert den Wärmeeinfall.

Diese beiden Punkte liegen nicht im Fokus dieses Buches und werden daher nicht weiter behandelt. Das Abführen von Wärme ist aber Thema des [Kapitels 1.4.2](#).

## 1.4.2 Kühlung

### 1.4.2.1 Nachtauskühlung

Die Wärmelast der Solarstrahlung und der interne Wärmeeintrag werden am Tag in der thermisch wirksamen Speicherkapazität eingelagert. Während der kühlen Nacht- und Morgenstunden wird intensiv gelüftet und der Speicher so wieder entladen. Sofern die baulichen Anforderungen an Sonnenschutz und Speicherkapazität eingehalten sind, reicht die natürliche Lüftung im Wohnungsbau aus, um eine gute thermische Behaglichkeit zu erreichen.

#### Nachtauskühlung mit natürlicher Lüftung

Eine wirksame Nachtauskühlung erfordert typischerweise einen 2- bis 3fachen stündlichen Luftwechsel (2- bis 3-mal pro Stunde). In Anlehnung an SIA 180, Abschnitt 5.2.3, kann folgende Empfehlung gegeben werden: Die Querschnittsfläche der Fensteröffnung muss mindestens 5 % der Nettogeschossfläche des Raumes betragen. Bei Räumen mit einer Raumtiefe bis zur 2,5fachen Raumhöhe genügen Fenster auf einer Fassadenseite, bei Raumtiefen von 2,5- bis 5,0fachen Raumhöhe sollten Fenster auf 2 Fassadenseiten (gegenüberliegend oder übereck) vorhanden sein. Gekippte Fenster liefern meistens nicht die erforderliche freie Fläche.

Neben klassischen Fenstern können auch spezielle Lüftungsflügel und Lüftungsklappen zur Nachtauskühlung eingesetzt werden. Lüftungsflügel können entweder manuell bedient oder mit automatischen Antrieben ausgerüstet werden. Die Vorteile von separaten Lüftungsöffnungen bestehen in dem besseren Einbruchs- und Witterungsschutz als bei Fenstern. Weiter wird bei mehrgeschossigen Einfamilienhäusern der thermische Auftrieb besser genutzt, in dem die Öffnungen im Erdgeschoss möglichst tief und im Obergeschoss möglichst hoch platziert werden. Die Nachteile sind, dass separate Lüftungsöffnungen immer zu einer Schwächung der Wärmedämmung führen (schlechterer  $U$ -Wert – zum  $U$ -Wert siehe [Kapitel 7.3.6](#) – plus Wärmebrücken) und die solaren Wärmegewinne im Winter sinken.

#### Nachtauskühlung mit mechanischer Lüftung

Damit eine mechanische Wohnungslüftung ihren Hauptzweck erfüllt, nämlich die gute Raumluftqualität, reicht ein 0,5- bis 1,0facher stündlicher Luftwechsel. Damit sind mechanische Lüftungen nur bedingt zum Kühlen geeignet. Sie können bei sehr guten baulichen Maßnahmen (wirksamer Sonnenschutz und ausreichende Speicherkapazität) die maximale Raumlufttemperatur geringfügig senken, d. h. um 1 bis 3 °C.

Eine mechanische Lüftung, die zur Nachtauskühlung eingesetzt wird, muss in Sommernächten wie folgt betrieben werden:

- Die Wärmerückgewinnung wird deaktiviert. Bei Platten-Wärmeübertragern wird dies mit einem Sommerbypass erreicht. Bei Geräten mit Rotoren wird der Rotorantrieb ausgeschaltet.
- Eine eventuelle Bedarfssteuerung über die Raumluftqualität oder die Raumluftfeuchte wird deaktiviert. Die Lüftungsanlage wird auf der höchsten Stufe betrieben, die aus akustischen Gründen nachts noch angemessen ist.

Bei mechanischen Lüftungen, die für eine Nachtauskühlung konzipiert werden, sollte der Luftvolumenstrom im oberen Bereich der nationalen Normen liegen. Bei einer Komfortlüftung sollte möglichst eine Außenluftvorkühlung durch einen Luft-Erdreich-Wärmeübertrager realisiert werden.

Die Nutzung einer Komfortlüftung zur Nachtauskühlung sollte ein Ausnahmefall sein, denn die Wirkung ist im Vergleich zu anderen Lösungen eher gering und der Energieaufwand eher hoch.

#### **1.4.2.2 Statische Kühlung**

In der Schweiz sind Wärmepumpenheizungen mit Erdwärmesonden weit verbreitet. Bei diesen Anlagen werden die Erdwärmesonden oft zur Raumkühlung eingesetzt. Die Räume werden dabei über Fußbodenheizungen und thermoaktive Bauteilsysteme gekühlt. Die Wärme wird über einen Wärmeübertrager ans Erdreich abgegeben. Hinweise zur Dimensionierung solcher Anlagen finden sich in „Heizen und Kühlen mit erdgekoppelten Wärmepumpen“ (Afjei/Dott/Huber, 2007). Diese Art der Kühlung erreicht eine hervorragende Energieeffizienz. Zudem ist sie wesentlich wirksamer als eine Nachtauskühlung mit einer mechanischen Lüftung. An Hitzetagen kann die Raumlufttemperatur im Bereich von 2 bis 5 °C reduziert werden.

#### **1.4.2.3 Kühlung und Entfeuchtung**

Teilweise werden im Wohnungsbau klassische Kühl- oder Klimageräte eingesetzt. Falls eine Klimatisierung mit einer solchen Lösung in Betracht gezogen wird, sollte aus Gründen der Energieeffizienz ein fest installiertes Splitgerät (Gerät mit einem Kühler im Raum und einem außen aufgestellten Verflüssiger) der Energieverbrauchsklasse A+++ gewählt werden. In einem mittleren Einfamilienhaus führt ein angemessener Betrieb eines solchen Gerätes zu einem Stromverbrauch von ein paar Hundert Kilowattstunden und ist damit vertretbar. Bei mobilen Klimageräten ist die Energieeffizienz in der Regel deutlich geringer.

Befürworter dieser Art von Kühlung argumentieren, dass im Gegensatz zur statischen Kühlung die Raumluft entfeuchtet wird und sich damit an schwülen Sommertagen der thermische Komfort deutlich verbessert. In Kombination mit dieser aktiven Kühlung ist eine Komfortlüftung mit einem Enthalpie-Übertrager sehr sinnvoll. Wenn der absolute Feuchtegehalt der Raumluft niedriger ist als derjenige der Außenluft, reduziert die Feuchteübertragung das Zuführen von Außenluftfeuchte um 70 bis 80 %.

Da in Splitgeräten sowie in anderen Klimageräten Kondenswasser anfällt, sind sie hygienisch anspruchsvoll. Solche Geräte sollten daher regelmäßig gereinigt und einer Inspektion unterzogen werden.

#### **1.4.2.4 Aktive Kühlung über die Komfortlüftung**

Teilweise werden Komfortlüftungsgeräte mit einer aktiven Zuluftkühlung eingesetzt. Im Gegensatz zu den o. g. klassischen Kühlgeräten ist die Wirkung jedoch meistens bescheiden.

### Beispiel

Eine 5-Zimmer-Wohnung hat einen Zuluftvolumenstrom von 150 m<sup>3</sup>/h. Die Raumlufttemperatur beträgt 25 °C und die Zulufttemperatur 18 °C. Daraus ergibt sich eine sensible (fühlbare) Kühlleistung von 350 W. Dies entspricht etwa der Wärmelast, die an einem sonnigen Sommertag durch ein 4 m<sup>2</sup> großes Fenster mit einem guten außen liegenden Sonnenschutz anfällt.

Diese Wärmelast dürfte bei einem fachgerechten Konzept in etwa dem halben Wärmeeintrag der Wohnung entsprechen. Das Kühlen der Zuluft (einer Komfortlüftung) reicht daher selbst bei einem guten Sonnenschutz nicht aus, um im Hochsommer ein behagliches Raumklima zu erreichen.

Eine aktive Zuluftkühlung hat etwa die gleiche Wirkung wie eine Vorkühlung über einen großzügig dimensionierten Luft-Erdreich-Wärmeübertrager. Das heißt, sie bringt nur dann einen spürbaren Nutzen, wenn ein sehr guter baulicher Wärmeschutz vorhanden ist.

Fest installierte Splitgeräte der besten Energieverbrauchsklasse erreichen typischerweise eine bessere Energieeffizienz als eine aktive Zuluftkühlung. Dafür beansprucht eine aktive Zuluftkühlung keinen zusätzlichen Platz.

Bei einer aktiven Zuluftkühlung fällt im Lüftungsgerät Kondenswasser an. Gegenüber Geräten mit reiner Wärme- und Feuchterückgewinnung steigt damit der Aufwand für Wartung und Hygienekontrolle.

## 1.5 Vorschriften und Normen

### Auswahl

Im Folgenden werden kurz einige ausgewählte Vorschriften und Normen aus der EU und dem deutschsprachigen Raum vorgestellt. Es handelt sich um Dokumente, die in erster Linie für Komfortlüftungen für Einzelwohnungsanlagen gelten. Die Auflistung ist exemplarisch und damit keinesfalls vollständig. Es ist Sache der Planer, Unternehmer und Auftraggeber, sämtliche relevanten nationalen und lokalen Vorgaben zu kennen und zu befolgen (Bauvorschriften, Vorgaben zu Sicherheit, Umweltschutz, Energie, Handel, Steuern, Fördermaßnahmen usw.).

Die den Energieverbrauch betreffenden EU-Vorgaben der Eco-Design-Richtlinien werden in [Kapitel 2.2.1](#) behandelt, da sie stark mit der energetischen Bewertung und dem energetischen Vergleich von Lüftungssystemen zusammenhängen. Hinweise zu Schallschutzvorschriften und -normen finden sich in [Kapitel 8](#).

### Hinweise zur Sicherheit

Die Ausführung und die Sicherheitsfunktionen einer Lüftungsanlage und ihrer übergeordneten Steuerung müssen so gestaltet sein, dass weder Personen noch Sachschäden entstehen. Hier wird vorausgesetzt, dass alle Beteilig-

ten die einschlägigen Vorschriften und Normen kennen und befolgen. Diese betreffen z. B. die folgenden Punkte:

- Die eingesetzten Materialien, Komponenten und Konstruktionen müssen die **Brandschutzvorschriften** erfüllen.
- **Unterdruck** kann Feuerstätten (Öfen, Kamine) stören und im Extremfall zum Austritt von Gasen aus Feuerstätten führen. Bei Feuerstätten in mechanisch belüfteten Wohnungen oder anderen mechanisch belüfteten Gebäudeteilen ist frühzeitig Kontakt mit den Brandschutzverantwortlichen und dem Lieferanten der Feuerstätte aufzunehmen (siehe auch [Kapitel 4.6.2](#) und [4.6.3](#)). Darüber hinaus kann Unterdruck bei ungünstigen Voraussetzungen den Eintrag von Radon erhöhen oder zu Luftübertragungen zwischen Wohnungen führen. In nationalen Sicherheitsvorschriften und Normen finden sich Anforderungen an zulässige Unterdrücke und an Sicherheitsvorrichtungen. Die Anforderungen sind national und teilweise lokal verschieden und können sich ändern bzw. waren bei Redaktionsschluss teilweise in Überarbeitung.
- **Überdruck** ist bauphysikalisch heikel. Ein gefürchteter Bauschaden durch Überdruck ist Wasserdampfkondensation in Leckagen (undichten Stellen) der Gebäudehülle.

### 1.5.1 Europäische Union

#### 1.5.1.1 Gebäuderichtlinie

Die Gebäuderichtlinie vom 19. Mai 2010 strebt das Fast-Nullenergie-Gebäude an. Die Zielgröße des künftigen Energiebedarfs liegt in einem Bereich, der sich mit bisherigen Wärmedämmstandards der Gebäudehülle und konventioneller Gebäudetechnik mit Brennwert-Heizkesseln nicht mehr erreichen lässt.

Deutlich größere Wärmedämmstärken stoßen im urbanen Raum mit verdichteter Bauweise zunehmend auf Widerstand. Erneuerbare Energien setzen sich zwar bei der Stromproduktion immer mehr durch, aber am bzw. auf dem Gebäude können sie im städtischen Umfeld oft nur einen geringen Teil des Wärmebedarfs decken. Die Komfortlüftung bietet sich als Baustein von Energiekonzepten an, der den Druck auf extreme Wärmedämmstärken vermindert und den Wärmebedarf reduziert. Zudem ist bei kompakten großen Wohngebäuden eine mechanische Lüftung schon deshalb unabdingbar, weil ein Großteil der Bäder, Duschen und WCs innen liegend ist.

Entsprechend den aufgeführten Argumenten hat die Komfortlüftung speziell im städtischen Raum ihre Stärken. Dort punktet sie auch bezüglich Schallschutz und Raumluftqualität am klarsten. Selbstverständlich bringt die Komfortlüftung aber auch in kleinen und ländlichen Wohngebäuden einen energetischen Nutzen.

#### 1.5.1.2 Normen

Die von dem Europäischen Komitee für Normung „Comité Européen de Normalisation“ (CEN) erarbeiteten Normen werden von den nationalen Normenorganisationen in Deutschland, Österreich und der Schweiz übernommen und ggf. mit nationalen Vorworten und Anhängen ergänzt.

Im Bereich Wohnungslüftung gibt es bisher keine europäischen Planungsnormen. Hingegen werden bei den Produkte- und Prüfnormen die europäischen Normen zunehmend eins zu eins übernommen und angewandt. Im Kontext der Komfortlüftung sind die folgenden Normen speziell zu erwähnen:

- **DIN EN 13141-7** „Lüftung von Gebäuden – Leistungsprüfungen von Bauteilen/Produkten für die Lüftung von Wohnungen – Teil 7: Leistungsprüfung von mechanischen Zuluft- und Ablufteinheiten (einschließlich Wärmerückgewinnung) für mechanische Lüftungsanlagen in Wohneinheiten (Wohnung oder Einfamilienhaus)“ (2011) behandelt die strömungstechnische, thermische und akustische Prüfung von Lüftungsgeräten für Einzelwohnungsanlagen. Die Norm bildet die Basis für Geräteprüfungen für die EU-Energieverbrauchskennzeichnung (EU-Energieetikett mit den Energieverbrauchsklassen A+ bis G).
- **DIN EN 13142** „Lüftung von Gebäuden – Bauteile/Produkte für die Lüftung von Wohnungen – Geforderte und frei wählbare Leistungskenngrößen“ (2013) behandelt die Klassifizierung von allen gängigen Bauarten von Lüftungsgeräten (z. B. auch von Abluftgeräten und Einzelraumlüftungsgeräten) nach verschiedenen Kriterien, wie Leckagen, spezifische elektrische Leistung, Wärmerückgewinnung, Schallschutz usw. In der Ausgabe 2016 (prEN 13142, noch nicht veröffentlicht, Arbeitsdokument der CEN TC 156/WG 2) findet sich zudem ein Berechnungsmodell für die jährliche Energieeinsparung, das für die Klassifizierung bei dem EU-Energieetikett verwendet wird, aber auch optionale Erweiterungen für verschiedene Vereisungsschutzvarianten und weitere Einflussgrößen enthält (vgl. [Kapitel 2.2.3](#)).

## 1.5.2 Deutschland

### 1.5.2.1 Energievorschriften

Mit dem **Energieeinsparungsgesetz** vom 4. Juli 2013 und der **EnEV 2014** hat Deutschland die Gebäuderichtlinie der EU umgesetzt. Die EnEV 2014 fordert u. a., dass Gebäude so auszuführen sind, dass der zum Zweck der Gesundheit erforderliche Mindest-Luftwechsel sichergestellt ist. Die Umsetzung dieser Anforderung ist nicht weiter geregelt. Aufgrund von Gerichtsurteilen kann heute gesagt werden, dass ein Wohngebäude nutzerunabhängig bewohnbar sein muss. Der Einbau von Lüftungstechnischen Maßnahmen kann im Neubau praktisch als Pflicht verstanden werden (Marktführer „Wohnungslüftung“, 2015).

Nach dem **Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz** vom 7. August 2008 kann die Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung die sonst übliche Solaranlage zur Brauchwasserunterstützung ersetzen. Voraussetzung ist ein Temperaturänderungsgrad (Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung, siehe [Kapitel 2.2.2.2](#)) von mindestens 70 % und eine Leistungszahl der Anlagentechnik (Verhältnis des Stromverbrauchs zur Wärmerückgewinnung) von mindestens 10.