

# 1 Grundlagen der Wohnungslüftung

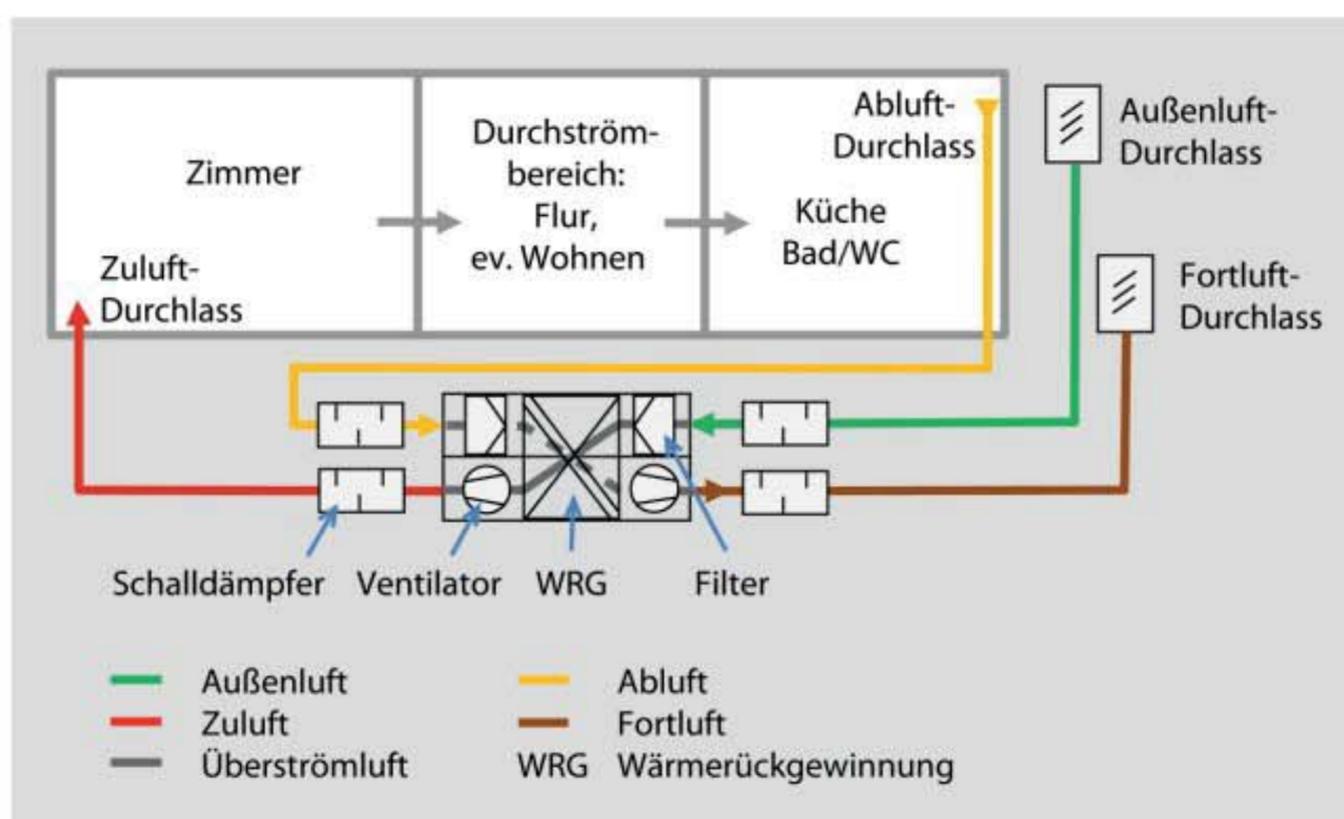
## 1.1 Prinzip, zentrale Begriffe und Aufgaben der Wohnungslüftung

### 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.

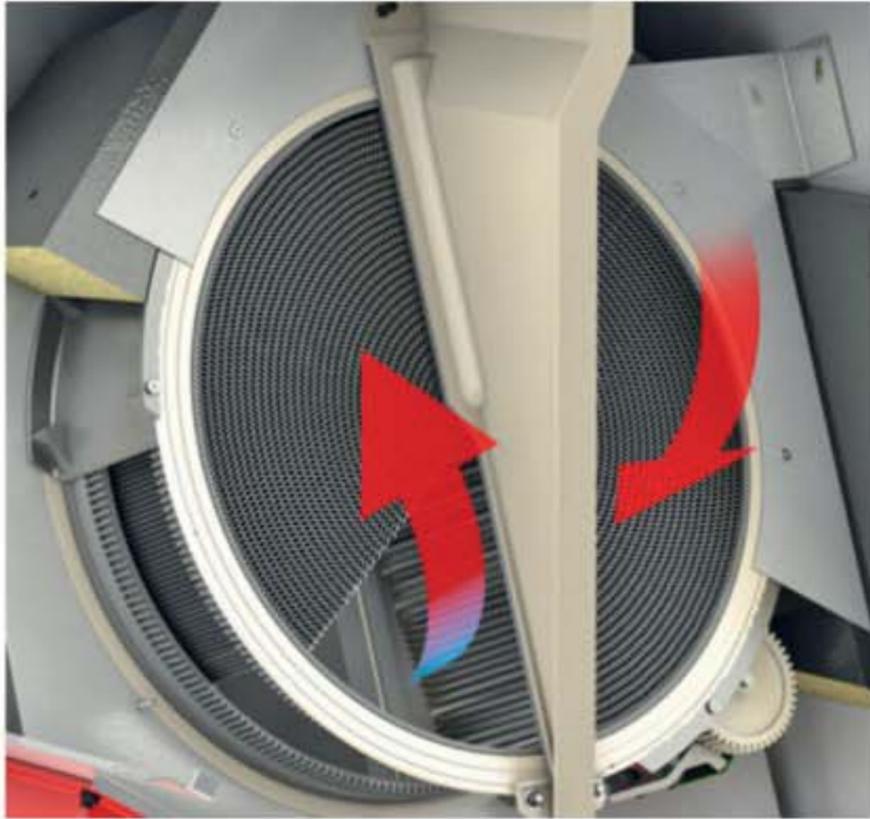
Die Zuluft wird in den **Zuluft-Räumen** eingeblasen. Von dort gelangt sie über **Überström-Durchlässe** in den **Durchströmbereich**. Durch weitere Überström-Durchlässe strömt die Luft in die **Abluft-Räume**.

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.

## 2 Vergleich von Lüftungssystemen für Wohnungen

### 2.1 Lüftungssysteme

#### 2.1.1 Natürliche Lüftung

Die natürliche Lüftung funktioniert mit Druckdifferenzen, die aus Wind und Luftdichteunterschieden innen und außen infolge von Temperaturdifferenzen entstehen. In windstarken Gebieten, wie Küstenregionen, lassen sich ganzjährig funktionierende Konzepte mit natürlicher Lüftung planen. In windschwachen Gebieten, wie z. B. dem deutschen und schweizerischen Mittelland, sind die natürlichen Druckdifferenzen meist unter 10 Pa und ungleichmäßig, was die Dimensionierung einer zuverlässig funktionierenden natürlichen Lüftung praktisch unmöglich macht.

Natürliche Lüftungen bieten im Vergleich zu mechanischen Lüftungen einen **geringeren Nutzen**:

- Die Zulufttemperatur entspricht im Winter der Außenlufttemperatur und kann den thermischen Komfort beeinträchtigen.
- Die Zulufttemperatur an einer besonnten Fassade kann im Sommer deutlich über der im Schatten gemessenen Außenlufttemperatur liegen und zusätzliche Wärmelasten verursachen.
- Die Erneuerung der Raumluft durch Außenluft hängt weitgehend von Wind und Außenlufttemperatur ab.
- Eine Wärmerückgewinnung ist nicht möglich.

**Einsatzgrenzen** für natürliche Lüftungen bestehen auch unabhängig von regionalen Windverhältnissen. In Anlehnung an die schweizerische Norm SIA 382-1 wird eine natürliche Lüftung bei folgenden Bedingungen als ungeeignet beurteilt:

- bei zu hoher Außenlärmbelastung,
- bei zu hoher Außenluftbelastung,
- bei gefangenen Räumen (Räumen, die nicht direkt vom Flur, sondern nur von einem anderen Wohnraum aus erreichbar sind) sowie innen liegenden Bädern, Duschen und WCs.

Gemäß den nationalen und lokalen Vorgaben im deutschsprachigen Raum (auch im Folgenden bezieht sich national und lokal auf den deutschsprachigen Raum) wird das Kriterium der Außenlärmbelastung unterschiedlich beurteilt. Im Sinne eines hohen Komforts wird empfohlen, auf eine reine Fensterlüftung zu verzichten, wenn die Außenlärmbelastung am Tag 55 dB (A) und nachts 45 dB (A) überschreitet. Diese Werte beziehen sich nicht auf gemessene Werte, sondern auf den dem Lärmbelastungsempfinden angepassten Beurteilungspegel  $L_r$  (siehe [Kapitel 8.7](#)). Der Beurteilungspegel findet sich oft in Lärmkatastern und behördlichen Anforderungen. Fensterlüf-

ter (siehe [Kapitel 2.1.1.3](#)) können den Schall dämmen, sodass bei ihrem Einsatz je nach Produkt höhere Außenlärmbelastungen möglich sind.

Auch bei dem Kriterium der Außenluftbelastung sind die nationalen und lokalen Anforderungen nicht einheitlich. Es wird empfohlen, eine mechanische Lüftung mit Filterklasse F7 (vgl. [Kapitel 7.6.1](#)) oder besser zu wählen, wenn die Feinstaub-Immissionen die von der WHO empfohlenen Werte überschreiten (siehe [Tabelle 2.1](#)).

**Tabelle 2.1:** WHO-Empfehlungen für maximale Feinstaub-Immissionen in Abhängigkeit von Feinstaubart und Zeitraum (Quelle: WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 2006, S. 9)

Zeitraum des Mittelwerts	maximale Feinstaub-Immission	
	Feinstaubart	
	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
Jahresmittelwert	10 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
max. 24-Stunden-Mittelwert	25 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>

PM Particulate Matter (Feinstaub)  
 PM<sub>10</sub> Kategorie für Teilchen mit einem Durchmesser von weniger als 10 µm  
 PM<sub>2,5</sub> Kategorie für Teilchen mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 µm

### 2.1.1.1 Manuelle Fensterlüftung

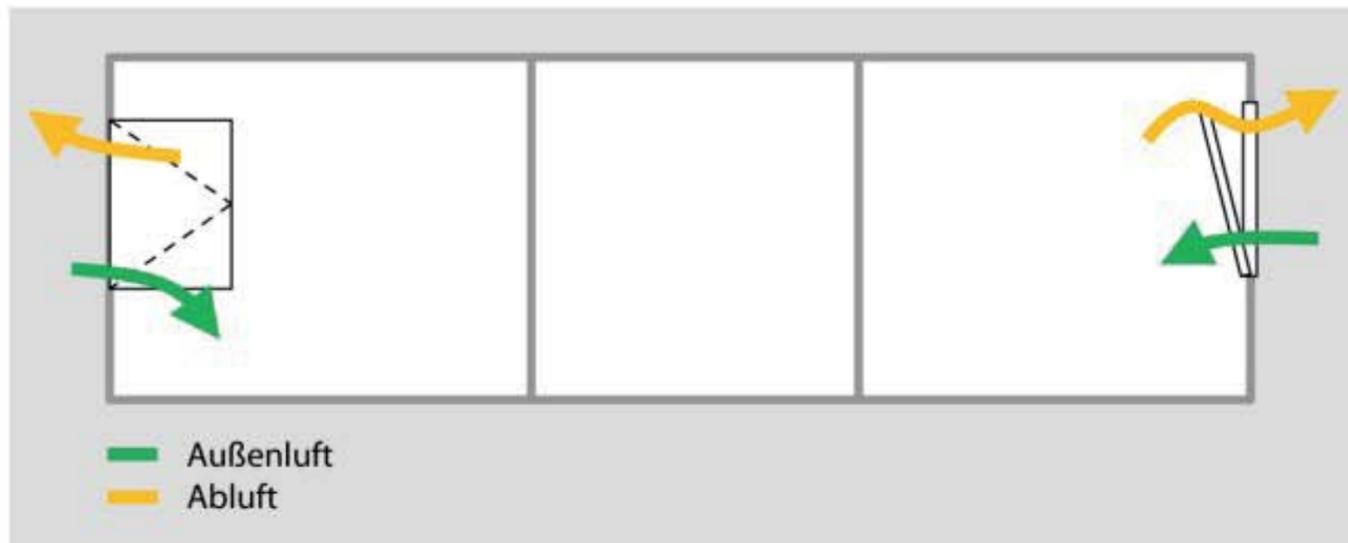
Fenster eignen sich bestens als ergänzende Lüftungseinrichtung zu Lüftungssystemen mit mechanischer Lüftung. Fenster dürfen auch bei Systemen mit mechanischer Lüftung jederzeit geöffnet werden, z. B. wenn das Bedürfnis nach direktem akustischem Außenbezug besteht.

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen der einseitigen Lüftung und der Querlüftung. Bei der Querlüftung ist meist der Wind die maßgebende Antriebskraft. Die einseitige Lüftung funktioniert aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen ([Abb. 2.1](#)).

Bei einem üblichen Kippfensterflügel mit einer Höhe von 1,30 m und einer Breite von 1,00 m stellt sich im Winter bei einem oberen Öffnungsspalt von 40 bis 50 mm ein Luftvolumenstrom von rund 30 m<sup>3</sup>/h ein.

#### Vorteile:

- Die Investitions- und Unterhaltskosten sind gering.
- Durch die großen offenbaren Flächen entsteht selbst bei geringsten Druckdifferenzen ein großer Luftaustausch. Fenster sind deshalb gut geeignet für eine kurze Intensivlüftung oder zur Nachtauskühlung.
- Es besteht ein geringes Risiko für eine Verschmutzung der luftberührenden Teile.



**Abb. 2.1:** Prinzip einer Fensterlüftung mit Drehfenster (links) und Kippfenster (rechts)

### Nachteile:

- Bei hoher Außenlärm- und Außenluftbelastung ist die manuelle Fensterlüftung nicht geeignet.
- Der Einbruchschutz ist bei offenem Fenster geschwächt.
- Der Witterungsschutz ist bei offenem Fenster beeinträchtigt.
- Das Nutzerverhalten ist entscheidend für die Raumluftqualität und die Lüftungswärmeverluste. Durch dauernd geöffnete Kippfenster können z. B. große Wärmeverluste entstehen.
- Der typische Intervallbetrieb führt zu einer ungleichmäßigen Raumluftqualität.

#### 2.1.1.2 Automatische Fensterlüftung

Dreh- und Kippfenster können mit elektrischen Antrieben ausgerüstet werden. Die Fenster lassen sich nach Zeit, Temperatur, Feuchte und Wind steuern. Im Gegensatz zur manuellen Fensterlüftung kann so ein guter Witterungsschutz erreicht werden. Bei einem automatisierten Betrieb mit Witterungsüberwachung sind Fensterantriebe geeignet für eine Nachtauskühlung.

Ein weiterer Einsatzbereich sind Gebiete mit zeitlich definierten Außenlärmbelastungen. So kann z. B. in einem Flughafengebiet mit Nachtflugverbot ein Schlafzimmerfenster automatisch geschlossen werden, bevor am Morgen der Flugbetrieb beginnt.

Je nach Antriebs- und Verriegelungsprinzip kann eine hohe Schließkraft vorhanden sein. Es ist dafür zu sorgen, dass dadurch keine Verletzungsgefahr entsteht. Bei der automatischen Fensterlüftung ist auch das Szenario Stromausfall zu bedenken: Was passiert z. B. bei einem Gewitter?

In Wohn- und Schlafzimmern hat sich die automatische Fensterlüftung nicht durchgesetzt. Ein Grund ist die Geräuschentwicklung des Betriebs. Selbst langsam laufende und geräuscharme Antriebe verursachen Funktionsgeräusche, z. B. Knackgeräusche beim Entlasten der Fensterdichtung oder bei der Entriegelung. In einem ruhigen Zimmer sind solche Geräusche wahrnehmbar. Zudem verändert sich beim Öffnen und Schließen sofort der Schallschutz gegen außen. Zumindest bei empfindlichen Personen kann so der Schlaf gestört werden.

## 3 Projektablauf und Organisation

Nachdem in den ersten beiden Kapiteln die Grundlagen der Wohnungslüftung und die am meisten verbreiteten Lüftungssysteme behandelt wurden, geht es ab hier vorwiegend um die Komfortlüftung. Dies bedeutet, dass dieses und die folgenden Kapitel voraussetzen, dass die Entscheidung für eine Komfortlüftung gefallen ist.

**Kapitel 3.1** erläutert den Projektablauf im Allgemeinen und gibt Hinweise, welche Themen und Details in welcher Phase zu beachten sind. In **Kapitel 3.2** wird aufgezeigt, wie die Grundlagen aufbereitet werden. Dies umfasst die Bedarfsbestimmung (z. B. Raumnutzung) und die Klärung der Rahmenbedingungen (z. B. Energiekonzept). In **Kapitel 3.3** wird auf das Lüftungslayout im Zusammenhang des Projektablaufs eingegangen. Die im Lüftungslayout behandelten Themen sind ausführlich in **Kapitel 4** beschrieben.

Die **Kapitel 3.4** und **3.5** beschreiben, welche Leistungen in den gleichnamigen Planungsphasen zu erbringen sind. **Kapitel 3.6** weist darauf hin, mit welchen Fachleuten welche Themen zu koordinieren sind.

### 3.1 Vorgehen bei der Planung und Umsetzung

#### Zeitlicher Planungsaufwand

Die Projektierung einer Komfortlüftung für ein kleineres bis mittleres Wohngebäude stellt fachtechnisch keine große Herausforderung dar. Der zeitliche Planungsaufwand für eine Anlage sollte für erfahrene Planer im Bereich zwischen 0,5 (einfache Wohnung) und 2 Arbeitstagen (mittleres Einfamilienhaus) liegen. Einsteiger sollten bei den ersten Objekten mit dem doppelten bis 3fachen Zeitaufwand rechnen. Mit diesem Zeitbudget können nicht alle Planungsphasen bearbeitet werden, die bei großen Lüftungs- und Klimaanlage üblich sind. Dennoch ist damit bei einer straffen Projektentwicklung eine hohe Qualität erreichbar.

Mit den folgenden Phasen der Planung und Umsetzung wird dazu ein Vorgehen vorgeschlagen, in dem auch Richtwerte für den Planungs- und Arbeitsaufwand aufgeführt sind. Die unteren Richtwerte treffen zu, wenn in einem Mehrfamilienhaus oder in einer Einfamilienhaus-Siedlung 5 bis 10 ähnliche Anlagen realisiert werden. Die oberen Richtwerte gelten für übliche Einfamilienhäuser. Für große und spezielle Einfamilienhäuser bzw. Wohnungen kann der Aufwand höher liegen.

## Phasen der Planung und Umsetzung

### Projektgrundlagen:

- Der Planungsaufwand beträgt pro Anlage ca. 0,25 bis 1 Stunde.
- Der Bedarf wird ermittelt und die Rahmenbedingungen werden geklärt.

### Lüftungslayout:

- Der Planungsaufwand beträgt pro Anlage ca. 2 bis 4 Stunden.
- Wichtige Anlageneigenschaften und kritische Details werden festgelegt. Die Platzierung und bauliche Integration werden definiert. Das Prinzipschema und eine kurze Anlagenbeschreibung werden erstellt.

### Projekt:

- Der Planungsaufwand beträgt pro Anlage ca. 2 bis 4 Stunden.
- Die Luftvolumenströme und die Luftverteilung werden dimensioniert. Wichtige Komponenten, wie das Lüftungsgerät und die Luft-Durchlässe, werden ausgewählt. Die Pläne im Maßstab 1 : 50 werden erstellt.

### Umsetzung:

- Der Planungsaufwand beträgt pro Anlage ca. 3 bis 8 Stunden.
- Alle Details werden festgelegt und die Stückliste wird erstellt.

### Installation inkl. Arbeitsvorbereitung und Administration:

- Der Arbeitsaufwand beträgt pro Anlage ca. 20 bis 50 Stunden.
- Diese Arbeiten fallen bei der Installationsfirma an. In diesem Buch finden sich keine Installationsanleitungen, aber die [Kapitel 5 bis 8](#) geben Hinweise zu dieser Phase.

### Schlussphase:

- Der Arbeitsaufwand beträgt pro Anlage ca. 5 bis 10 Stunden.
- Die Anlage wird in Betrieb genommen und einreguliert. Die Übergabe an den Bauherrn findet statt. Die Nutzer werden instruiert. Details zu dieser Phase finden sich in [Kapitel 9](#).

## 3.2 Projektgrundlagen

In dieser ersten Planungsphase werden die Daten für die weitere Planung zusammengestellt. Entscheidungen werden hier kaum gefällt. Erfahrene Lüftungsfachleute können die Phase „Projektgrundlagen“ mit der folgenden Phase „Lüftungslayout“ kombinieren. Das heißt, dass sie zusammen mit dem Auftraggeber gleichzeitig die Projektgrundlagen und das Konzept erarbeiten.

Die **Ergebnisse** der Bedarfsbestimmung ([Kapitel 3.2.1](#)) und der Aufnahme der Rahmenbedingungen ([Kapitel 3.2.2](#)) sollten **dokumentiert**, z. B. in einem Protokoll festgehalten werden, damit sie als Grundlage für Verträge mit Planern und Installateuren zur Verfügung stehen.

### 3.2.1 Bedarfsbestimmung

Die Bedarfsbestimmung geht von den Nutzern und deren Ansprüchen aus. Bei Objekten, die verkauft oder vermietet werden, legt der Bauherr den Bedarf fest.

**Kriterien** der Bedarfsbestimmung sind

- **die Art der Wohnung:**
  - Handelt es sich um Wohneigentum oder eine Mietwohnung?
  - Hat die Wohnung eine Dauerbelegung oder ist sie eine Ferienwohnung?
- **die Belegung:**
  - Bei Baugenossenschaften und der öffentlichen Hand wird die Belegung teilweise vorgegeben.
  - In den übrigen Fällen wird für die Dimensionierung der Lüftungsanlage folgende Faustformel empfohlen:  
Anzahl Bewohner = Anzahl Zimmer – 1  
(Anzahl Zimmer ist die Summe aller Wohn- und Schlafzimmer).
- **der Komfort:**
  - Bei Wohneigentum gelten oft höhere Komfortanforderungen als bei Mietwohnungen. Zum Komfort gehören die Raumluftqualität (vgl. [Kapitel 1.3.1](#)), die Raumluftfeuchte (vgl. [Kapitel 1.3.2](#)), der Schallschutz (Lüftungsgeräusche und Schallschutz innerhalb der Wohnung, vgl. [Kapitel 8](#)) und die thermische Behaglichkeit.
  - Von den Entscheidungsträgern sollte nicht verlangt werden, dass sie zu den einzelnen Komfortkriterien die physikalischen Größen und Werte nennen. Vielmehr sollte das Anforderungsniveau im Sinne von Standardanforderungen oder erhöhten Anforderungen qualitativ beschrieben werden. Es ist dann Sache von Fachleuten, das Anforderungsniveau unter Einbezug von Normen quantitativ zu beschreiben.
- **die Bedarfssteuerung:**
  - Wie viele Betriebsstufen der Lüftung sollen den Nutzern zur Verfügung stehen?
  - Wie soll die Betriebsstufe durch die Nutzer beeinflusst werden?
  - Wie weit soll der Betrieb automatisiert werden?
  - Bei Wohneigentum wird empfohlen, dass die Nutzer die Betriebsstufe jederzeit selbst anpassen können, wobei die in [Kapitel 5.2.2](#) aufgeführten nationalen Vorgaben (z. B. Feuchteschutzlüftung) zu beachten sind.
- **spezielle gesundheitliche Anforderungen**, vor allem Allergien; die häufigsten sind:
  - Pollenallergie, bei der auch im Sommer mechanisch gelüftet werden sollte und die Außenluftfilter Klasse F7 oder besser aufweisen sollten (siehe [Kapitel 7.6.1](#)), und
  - Hausstaubmilbenallergie, bei der die Raumluftfeuchte im Winter nicht über 50 % steigen sollte (vgl. [Kapitel 1.3.2](#)).
- **die Küchenabluft:**

Obwohl bei der Küchenabluft die Abluft der Kochstelle (Dunstabzugshaube) meistens von der Komfortlüftung getrennt ist, sollten die diesbezüglichen Anforderungen und Wünsche des Auftraggebers aufgenommen werden. Für eine Diskussion der verschiedenen Lösungen wird auf [Kapitel 5.5](#) verwiesen.

- **Feuerstätten:**  
Wenn der Wunsch nach einer Feuerstätte in der Wohnung, z. B. einem Kamin- oder Kachelofen, besteht, muss dies bei der Bedarfsbestimmung berücksichtigt werden.
- **die Wartung bei Mehrfamilienhäusern:**
  - Dürfen die Wohnungen für die Wartung betreten werden?
  - Wie werden Filterwechsel durchgeführt? In Mietwohnungen wird es als nicht praktikabel erachtet, dass die Bewohner die Filter selbst austauschen (siehe auch [Kapitel 7.6.5](#) und [9.2.1](#)).

### 3.2.2 Rahmenbedingungen

Die **Rahmenbedingungen**, die zu klären sind, betreffen

- **das Klima:**
  - Klimadaten sind für die Bestimmung der Lüftungswärmeverluste zu berücksichtigen.
  - Die tiefste Außentemperatur ist für die Dimensionierung der Lüftungsanlage zu beachten.
- **die Außenluftqualität:**
  - Die Luftqualität am Standort wird idealerweise anhand eines offiziellen Katasters oder einer Luftqualitätskarte bestimmt (vgl. [Kapitel 1.3.4](#)).
  - Neben der Makrolage sollten auch lokale Schadstoff- und Geruchsquellen beachtet werden, wie Straßenfassaden, Parkplätze, Ein- und Ausfahrten von Tiefgaragen, Abfallsammelstellen und Kompostanlagen sowie Pflanzen mit hohen Pollen-Emissionen.
  - Die Art und die Intensität der Außenluftbelastungen wirken sich auf die Filterklasse und die Lage des Außenluft-Durchlasses aus.
- **den Außenlärm:**
  - Analog zur Außenluftbelastung sind oft offizielle Lärmkataster oder Lärmbelastungskarten verfügbar.
  - Anhand von nationalen Vorschriften und Normen müssen Schallschutzmaßnahmen getroffen werden. Dabei ist zu beachten, dass die Lüftungstechnischen Einrichtungen den Schallschutz der Gebäudehülle nicht unzulässig schwächen.
- **das Raumprogramm:**
  - Wie verläuft die äußere Wärmedämmung des Gebäudes?
  - Sind fensterlose Räume vorhanden, in denen eine dauernde oder regelmäßige Lüftung erforderlich ist (z. B. Bad, Dusche, WC)?
- **das Energiekonzept:**
  - Das Energiekonzept stellt eventuell Anforderungen an das Lüftungslayout.
  - Bei Passivhäusern sind oft Kompaktgeräte vorgegeben, die neben der Lüftung auch die Funktionen Raumheizung und Wassererwärmung abdecken.
- **den sommerlichen Wärmeschutz:**
  - Im mitteleuropäischen Klima basiert der sommerliche Wärmeschutz traditionell auf einer Nachtauskühlung mit natürlicher Lüftung.
  - Falls davon abgewichen wird (z. B. wegen eines hohen Außenlärmpegels), muss geklärt werden, ob die mechanische Lüftung einen Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz leisten muss (vgl. [Kapitel 1.4](#)).

**Übersicht:** Koordinationsthemen der Baubeteiligten bei einer Komfortlüftung in verschiedenen Planungsphasen

Baubeteiligte/Koordinationsthema	Kapitel in diesem Buch, in dem das Thema behandelt wird	Projektgrundlagen	Lüftungs-layout	Projekt und Umsetzung
<b>Auftraggeber bzw. dessen Vertretung</b>				
Bedarfsbestimmung	3.2.1	×		
Rahmenbedingungen	3.2.2	×		
Wahl des Lüftungssystems	2.1 bis 2.3	×		
Einsatzgrenzen der Komfortlüftung	2.1.2.2	×		
Lüftungszonen	4.1		×	
Luftführung im Wohnbereich	4.5.8		×	
Betriebsweise und Steuerung	4.2		×	
Anlagentyp, wie z. B. Einzel- oder Mehrwohnungsanlage	4.3		×	
Küchenabluft	4.6.1 und 5.5		×	
Zuluft-, Abluft- und Überström-Durchlässe	5.3 und 5.4			×
Genehmigung des Projekts	3.4.1			×
Bedienungsanleitung, Kurzanleitung für Bewohner	9.1.6			×
Instruktion für Auftraggeber und/oder Betreiber	9.1.7			×
Konzept für Instandhaltung und Reinigung, z. B. Filterwechsel	9.2			×
<b>Architektur</b>				
Raumprogramm, Radon, Luftdichtheit	3.2.2, 6.3	×		
Luftführung im Wohnbereich	4.5.8		×	
Gerätestandort und Hauptverteilung	4.5.1 bis 4.5.6		×	×
Führung der Luftleitungen (z. B. in Betondecken), Art und Lage von Zuluft- und Abluft-Durchlässen	4.5.7, 4.5.8 und 5.3		×	×
Außenluft- und Fortluft-Durchlässe	4.5.5 und 6.7.1		×	×
Zuluft-, Abluft- und Überström-Durchlässe	5.3 und 5.4			×
sämtliche weiteren Punkte, die unten folgen		×	×	×
<b>Energieplanung</b>				
sommerlicher Wärmeschutz	1.4	×		
Komfortlüftung mit Heizfunktion und/oder Abluft-Wärmepumpe	4.3.2		×	×
Luftbehandlung, speziell Wärmerückgewinnung und Vereisungsschutz	4.4		×	
Energiebedarf der Komfortlüftung	2.2, 7.4 und 7.5		×	×

**Übersicht:** Fortsetzung

<b>Baubeteiligte/Koordinationsthema</b>	<b>Kapitel in diesem Buch, in dem das Thema behandelt wird</b>	<b>Projektgrundlagen</b>	<b>Lüftungslayout</b>	<b>Projekt und Umsetzung</b>
<b>Statik/Bauingenieurwesen</b>				
Leitungsführung, speziell bei Leitungen in Decken	4.5.7		×	×
Durchführung Außenluft und Fortluft durch die Gebäudehülle	6.7.1		×	×
bauliche Maßnahmen bei Erdreich-Wärmeübertrager	7.8		×	×
<b>Schallschutz</b>				
Standard Schallschutz und Anforderungen, Außenlärm	8.2	×	×	
baulicher Schallschutz in der Wohnung (Überström-Durchlässe)	5.4		×	×
Schallpegel der Lüftungsanlage und Maßnahmen bezüglich der Schallübertragung von Raum zu Raum (Telefonie)	8.4 bis 8.6			×
Schallschutz gegen außen	8.7		×	×
<b>Sanitärinstallationen</b>				
Kondensatablauf für Lüftungsgerät	4.4		×	×
bei Kompaktgeräten: Kalt- und Warmwasser	4.4		×	×
<b>Elektroinstallationen</b>				
Elektroschema und Steuerung				×
Anschluss der Bedieneinheiten und Sensoren	4.2		×	×
Anschluss der Geräte (über Wohnungszähler?)	4.2.5		×	×
eventuell Anschluss Vereisungsschutz, Nachwärmer und Wärmepumpe	4.4		×	×
<b>Heizungsinstallationen</b>				
Art und Lage der Wärmeabgabe (wegen der Zuluft-Durchlässe)	5.3		×	×
Dimensionierung der Heizung (Lüftungswärmeverluste)	2.2 und 7.5			×
eventuell Anschluss Lufterhitzer	4.4		×	×
<b>Küchenbau</b>				
eventuell Einbindung der Küchenabluft in die Komfortlüftung	4.6.1 und 5.5		×	×
<b>Ofenbau/Feuerstätten</b>				
Maßnahmen bei einer Feuerstätte in der Wohnung: Druckhaltung und Sicherheitsvorkehrungen	1.5 und 4.6.3		×	×
Verbrennungsluftzufuhr	4.6.3		×	×

## 4 Lüftungslayout (Lüftungskonzept)

Auf Basis der Projektgrundlagen werden die Funktionen und Merkmale der Komfortlüftung definiert. In dieser Phase besteht in der Regel noch ein großer Spielraum zur Gestaltung der Anlage. Der Auftraggeber sollte dabei einbezogen werden. Ein weiterer Zweck des Lüftungslayouts ist es, wichtige baulichen Bedingungen und Ansprüche festzuhalten. Diese Themen sind insbesondere mit dem Architekten zu klären.

Um es populär auszudrücken: Im Lüftungslayout wird festgelegt, **was** gemacht wird. Die folgenden [Kapitel 5 bis 8](#) zeigen, **wie** es umgesetzt wird.

Der Begriff Lüftungslayout ist nicht normativ festgelegt. Eigentlich wäre für dieses Kapitel der Begriff Lüftungskonzept passender. Da in der DIN 1946-6 „Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung“ (2009) der Begriff Lüftungskonzept aber schon für andere Planungsleistungen besetzt ist, wird im Folgenden bewusst darauf verzichtet, um Missverständnisse zu vermeiden.

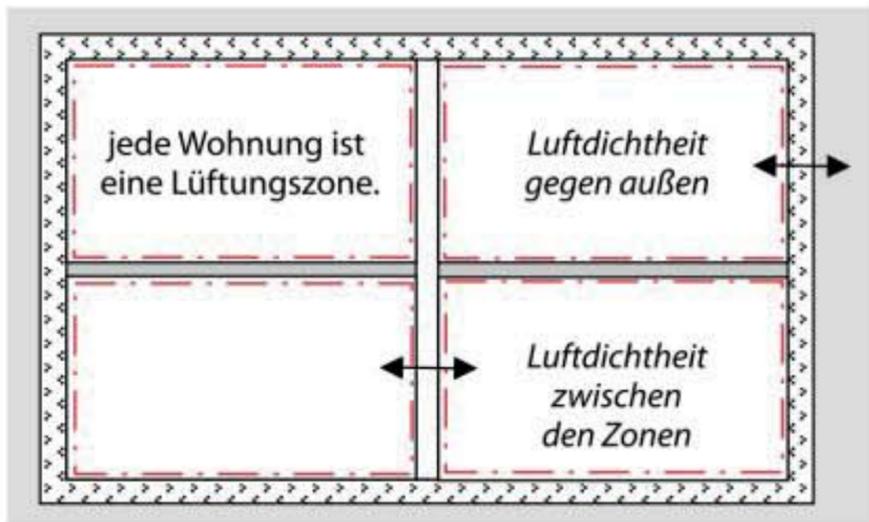
### 4.1 Lüftungszonen

Der beheizte Bereich eines Gebäudes wird durch eine geschlossene äußere Wärmedämmung begrenzt. Damit ist gemeint, dass die Wärmedämmung um ein beheiztes Gebäude herum eine lückenlos geschlossene Oberfläche bildet. Analog dazu werden geschlossene Lüftungszonen definiert. Im Lüftungslayout wird festgelegt, welche Räume zusammen eine Lüftungszone bilden.

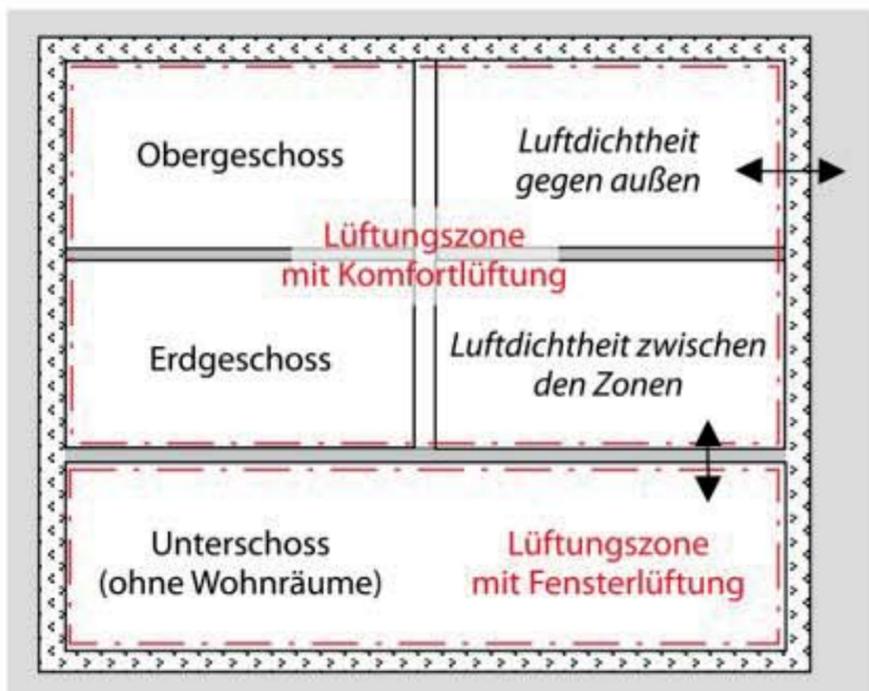
#### Merksatz

**Zur Bildung von Lüftungszonen gelten folgende Regeln:**

- Die äußere Wärmedämmung des Gebäudes bildet immer die Grenze einer Lüftungszone. Innerhalb der Gebäudewärmedämmung können aber mehrere Lüftungszonen definiert werden.
- Eine Lüftungszone ist nie größer als eine Wohnung oder eine andere Nutzungseinheit.
- Eine Lüftungszone ist allseitig durch Bauteile abgeschlossen. Türen gegen andere Lüftungszonen werden nur kurzzeitig zum Betreten oder Verlassen der Zone geöffnet.
- Die Grenzen zwischen Lüftungszonen müssen in hohem Maße luftdicht sein, damit sich die Lüftungen der verschiedenen Zonen nicht gegenseitig beeinflussen und keine Gerüche übertragen werden. Teilweise gelten dazu nationale Normen.
- Zwischen verschiedenen Lüftungszonen findet kein Luftaustausch statt. Das heißt, in jeder Lüftungszone sind der Zuluft- und der Abluftvolumenstrom gleich groß.
- Innerhalb einer Lüftungszone ist ein Luftaustausch zwischen Räumen zulässig oder gar erwünscht. Interne Türen können je nach Belieben der Nutzer offen stehen oder geschlossen sein.



**Abb. 4.1:** Beispiel für Lüftungszonen in einem Mehrfamilienhaus



**Abb. 4.2:** Beispiel für Lüftungszonen in einem Einfamilienhaus

Mehrere Lüftungszonen können von einem Lüftungsgerät versorgt werden. Das ist typischerweise bei Mehrwohnungsanlagen der Fall (siehe [Kapitel 4.3.1](#)). Umgekehrt können bei Einzelraumlüftungsgeräten oder Mischsystemen mehrere kleinere Lüftungsgeräte eine Lüftungszone versorgen.

#### 4.1.1 Wohnbereich

Meistens ist eine Wohnung eine Lüftungszone ([Abb. 4.1](#)). Ein Mehrfamilienhaus besteht also typischerweise aus so vielen Lüftungszonen wie Wohnungen, eventuell kommen noch Gemeinschaftsräume dazu.

Es muss davon ausgegangen werden, dass innerhalb eines Mehrfamilienhauses zwischen verschiedenen Lüftungszonen Druckdifferenzen bestehen. Ursachen hierfür können etwa der thermische Auftrieb (Stack-Effekt, Aufstieg warmer Luft, Auftriebskraft infolge von Dichteunterschieden, die aus Temperaturdifferenzen resultieren), ein Windeinfluss, die Küchenabluft oder unterschiedlich betriebene Lüftungsanlagen sein.

Große Wohnungen und Einfamilienhäuser können ggf. in mehrere Lüftungszonen aufgeteilt werden ([Abb. 4.2](#)). Wegen des Kamineffekts ist beispielsweise bei Einfamilienhäusern mit mehr als 3 Geschossen eine Aufteilung angezeigt.

### **Wohnräume mit besonderen Anforderungen**

Innerhalb von Wohnungen oder Einfamilienhäusern können Räume mit speziellen Ansprüchen oder Nutzungen aus der Hauptzone ausgeschlossen werden und autonome Lüftungszonen darstellen. Beispiele für solche Räume sind Studios, Musikzimmer, Therapiezimmer und Räume für gewerbliche Arbeiten.

### **Wohnräume im Untergeschoss im Einfamilienhaus**

Bei Wohn- oder Aufenthaltsräumen im Untergeschoss ist neben Radon insbesondere der Feuchteschutz im Sommer zu beachten. Mit diesem Thema befasst sich die DIN 1946-6 Beiblatt 5 „Kellerlüftung“ (2015). Dort wird z. B. darauf hingewiesen, dass im Sommer teilweise hohe Außenluftfeuchten zu berücksichtigen sind (z. B. durch zeitweises Ausschalten der Lüftungsanlage oder Raumluft-Entfeuchtungsgeräte).

### **Nebenräume in Wohnungen**

Als Nebenräume verstehen sich Abstellräume, Hauswirtschaftsräume, Ankleideräume und anders genutzte Räume, die nur für einen kurzen Aufenthalt von Personen bestimmt sind und in denen keine Feuchtelasten oder Gerüche anfallen.

Die Wohnungslüftungsnormen legen für Nebenräume kaum Anforderungen fest. Es liegt daher oft im Ermessen der Planer und der Auftraggeber, ob und wie diese Nebenräume be- bzw. entlüftet werden sollen. Da der Feuchteschutz oder gesundheitliche Aspekte in diesen Räumen kaum relevant sind, stellt sich die Frage eher aus Komfort- oder Luxusgründen: Wird z. B. beim Betreten eines Abstellraums stets eine gute Raumluftqualität erwartet?

Teilweise werden Waschmaschinen und Wäschetrockner in Abstellräumen platziert. In diesem Fall empfiehlt es sich, diese Räume mit Abluft auszurüsten. Der Grund sind Gerüche, die mit dem Wäsche- und Waschmittelaufkommen verbunden sind. Hohe Wärme- oder Feuchtelasten lassen sich keinesfalls über die Komfortlüftung abführen, da deren Abluftvolumenstrom dafür zu klein ist. Die energetisch und lüftungstechnisch sinnvollste Lösung besteht darin, einen Wärmepumpen-Wäschetrockner mit der Energieverbrauchsklasse A+++ zu wählen.

#### **4.1.2 Beheizte Räume außerhalb des Wohnbereichs**

Sämtliche Flächen innerhalb der äußeren Wärmedämmung des Gebäudes gelten als beheizte Räume, auch wenn darin keine Wärmeabgabe installiert ist. Bei beheizten Räumen im Untergeschoss wird bezüglich lüftungstechnischer Maßnahmen für den Radon- und Feuchteschutz auf DIN 1946-6 Beiblatt 5 verwiesen.

### **Untergeschoss im Einfamilienhaus**

Bei neuen Einfamilienhäusern wird das Untergeschoss oft wärmegeklämmt. Damit stellt sich die Frage, ob es an die Komfortlüftung angeschlossen und der Lüftungszone des Wohnbereichs zugeteilt werden soll. Dies lässt sich nicht generell beantworten, sondern muss von Fall zu Fall entschieden werden.

## 5 Luftführung und Luftvolumenströme

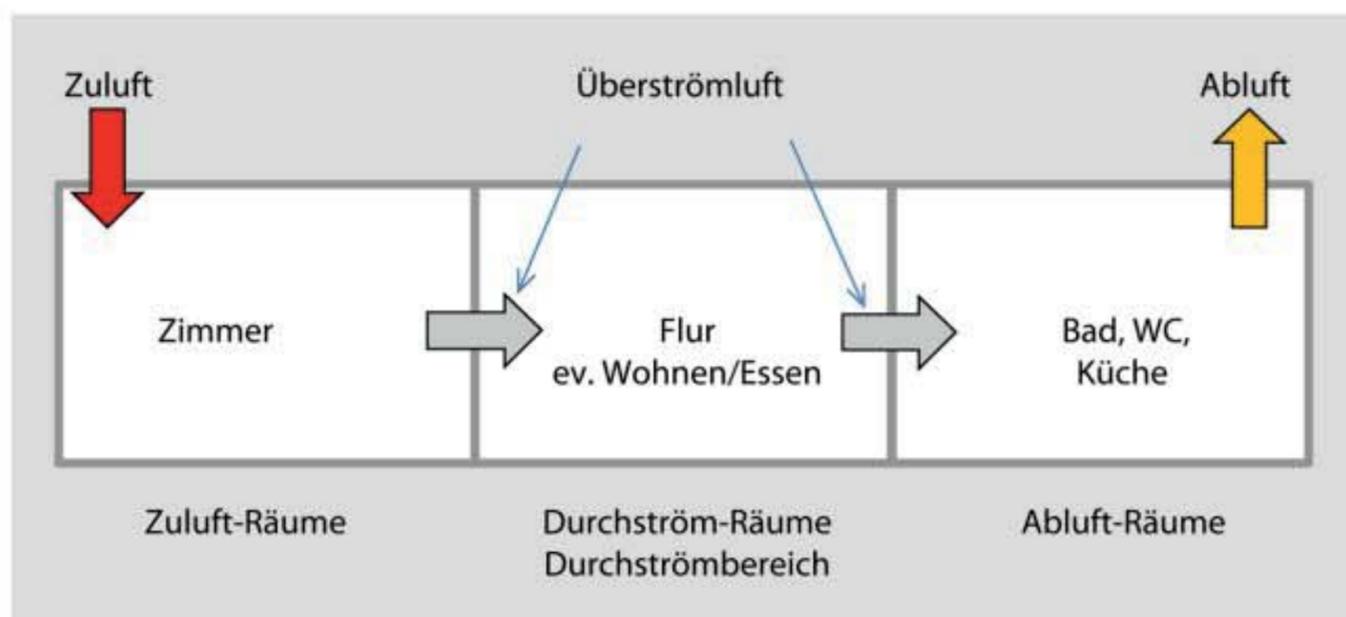
### 5.1 Luftführung in der Wohnung

#### 5.1.1 Kaskadenlüftung

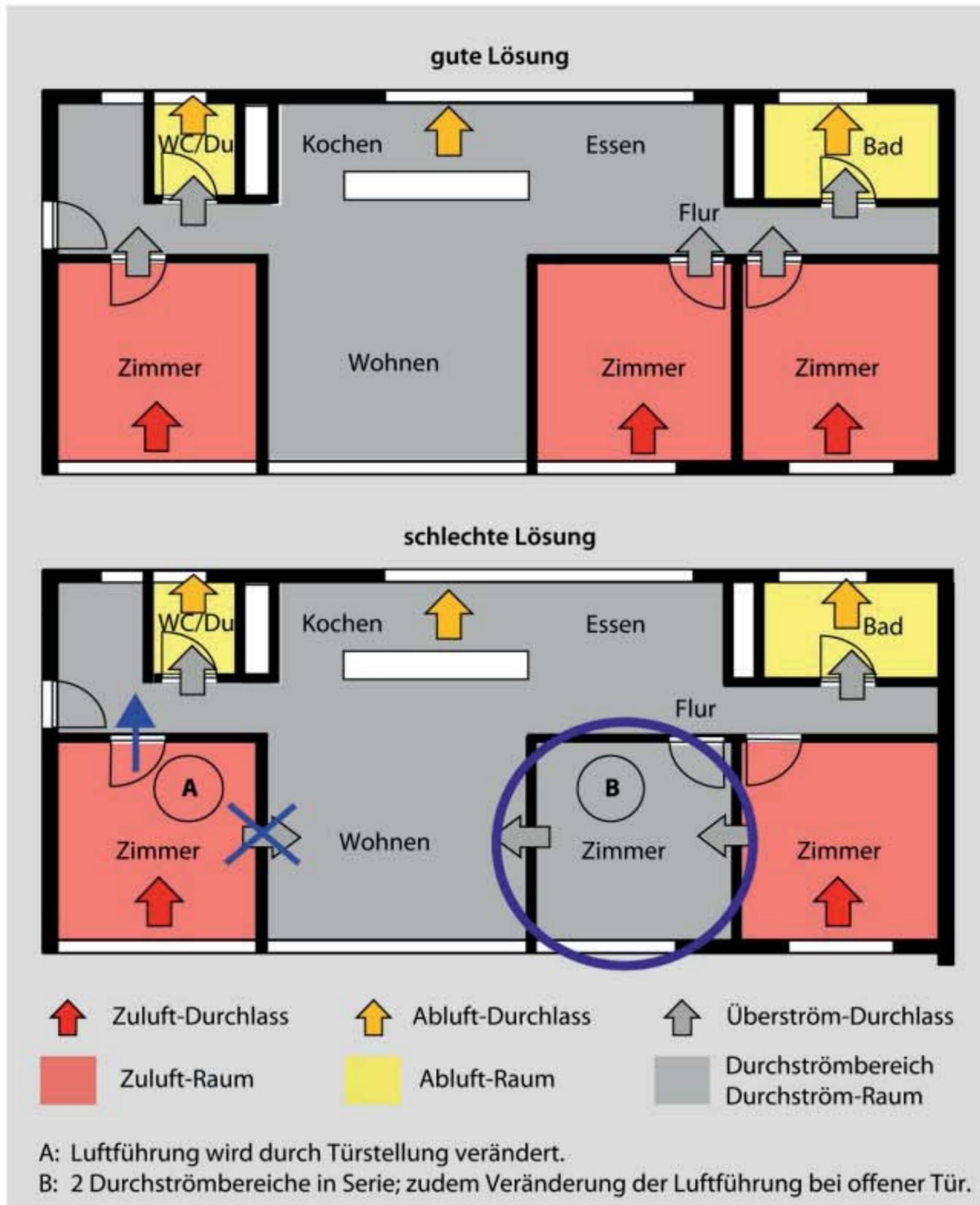
Zuluft wird in den Schlaf- und Arbeitszimmern eingeblasen und überströmt von dort in den Flur. Anschließend wird die Luft in Bad, WC und Küche geführt und abgesaugt. Diese Art von Luftführung wird als Kaskadenlüftung bezeichnet. Falls es vom Grundriss her möglich ist, sollte das Wohnzimmer im Durchströmbereich liegen. Andernfalls wird es direkt mit Zuluft versorgt. [Abb. 5.1](#) zeigt schematisch die Kaskadenlüftung einer Lüftungszone (meistens eine Wohnung).

Die **Zuluft-Räume** (Zimmer, die mit einer Tür vom Rest der Wohnung abgetrennt sind) werden mit einem Zuluft-Durchlass und mit einem Überström-Durchlass ausgerüstet. Die **Abluft-Räume**, in denen Feuchte und Gerüche anfallen, werden mit einem Abluft-Durchlass und mit einem Überström-Durchlass ausgerüstet. Ein **Durchström-Raum** grenzt sowohl an Überström-Durchlässe von Zuluft-Räumen als auch an Überström-Durchlässe von Abluft-Räumen. In Durchström-Räumen können ggf. Zuluft- oder Abluft-Durchlässe platziert werden. Mehrere zusammenhängende Durchström-Räume bilden einen **Durchströmbereich**.

In dem österreichischen und dem schweizerischen Regelwerk für Wohnungslüftung ist explizit aufgeführt, dass ein Wohnzimmer im Durchströmbereich liegen kann (OENORM H 6038 „Lüftungstechnische Anlagen – Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung von Wohnungen mit Wärmerückgewinnung – Planung, Ausführung, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung“ [2014] und SIA-Merkblatt 2023 „Lüftung in Wohnbauten“ [2008]). Es liegt aber im Ermessen des Planers zu entscheiden, ob dies im Einzelfall zutrifft.



**Abb. 5.1:** Luftführung in einer Lüftungszone bzw. in einer Wohnung



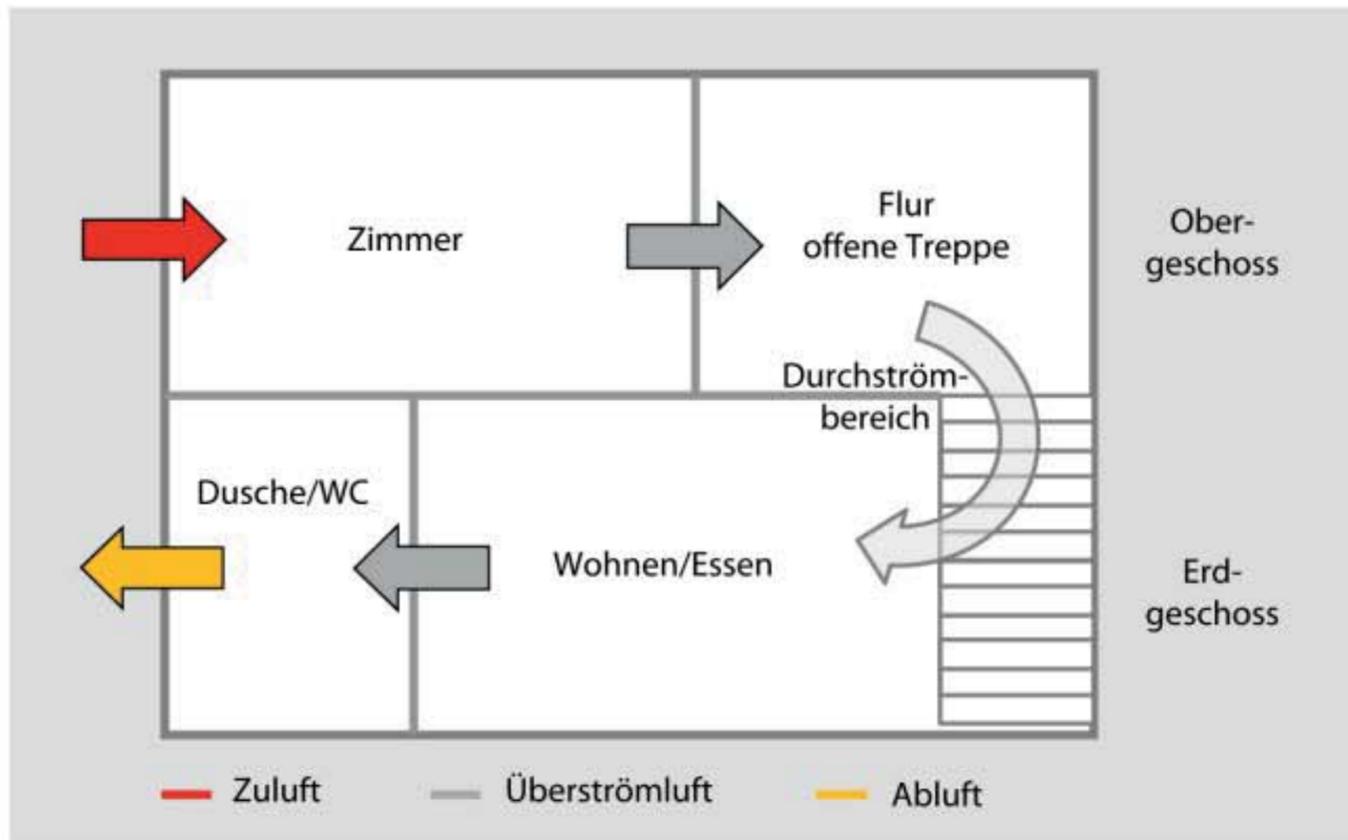
**Abb. 5.2:** Gute (oben) und schlechte (unten) Lösung der Luftführung in einer Wohnung

### Merksatz

**Für die Luftführung in einer Wohnung gelten folgende Regeln:**

- Zwischen Zuluft und Abluft ist nur ein Durchströmbereich erlaubt.
- Die Stellung der wohnungsinternen Türen darf die Luftführung nicht beeinflussen.

Abb. 5.2 zeigt je ein Beispiel für eine gute und für eine schlechte Lösung der Luftführung in einer Wohnung. Bei offen Wohn-/Ess-/Kochbereichen ist es typisch, dass im Kochbereich Abluft abgeführt wird, obwohl der Raum in dem Durchströmbereich liegt. Ob das Wohnzimmer in diesem Fall Zuluft braucht, wird in Kapitel 5.1.2 behandelt. Die Lage der Zuluft- und der Abluft-Durchlässe in Abb. 5.2 ist als beispielhaft zu verstehen. In Kapitel 5.3 wird aufgezeigt, dass verschiedene Lösungen möglich sind.



**Abb. 5.3:** Beispiel einer Kaskadenlüftung über 2 Geschosse

Die Kaskadenlüftung funktioniert sowohl mit horizontalen als auch mit vertikalen Durchströmbereichen. [Abb. 5.3](#) zeigt eine Luftführung, wie sie in Einfamilienhäusern typisch ist. Bei Treppen als Durchströmbereich ist zu beachten, dass diese nicht durch Türen abgeschlossen sind. Sonst ist der Grundsatz verletzt, dass eine Lüftungszone nur einen Durchströmbereich aufweisen darf. Falls eine Tür zwischen den Geschossen vorhanden ist, muss ein zweigeschossiges Einfamilienhaus in 2 Lüftungszonen unterteilt werden.

### 5.1.2 Wohnzimmer im Durchströmbereich

Bei neuen Wohnungen sind das Wohn- und das Esszimmer häufig nicht durch Türen vom Flur abgetrennt. Diese Räume liegen also im Durchströmbereich. Häufig ist es aber unklar, ob das Wohnzimmer gut durchströmt wird und ob daher auf einen Zuluft-Durchlass verzichtet werden kann.

Ist im Wohnzimmer **kein Zuluft-Durchlass** erforderlich, ergeben sich folgende **Vorteile**:

- Der Luftvolumenstrom der gesamten Wohnung kann eventuell reduziert werden, was bezüglich Energieverbrauch, Schallschutz und Raumluftfeuchte ein Vorteil ist.
- Das Wohnzimmer liegt oft am weitesten von den Installationszonen entfernt und würde dann bei einem notwendigen Zuluft-Durchlass die längste Zuluftleitung erfordern.
- Aus architektonischer Sicht sind Zuluft-Durchlässe im Wohnzimmer am heikelsten.
- Die Investitionskosten reduzieren sich. Neben dem Entfallen des Luft-Durchlasses wird die Verteilung etwas einfacher und ggf. kann sogar ein kleineres Lüftungsgerät gewählt werden.

Die Frage, ob auf einen Zuluft-Durchlass im Wohnzimmer verzichtet werden kann, wurde in einer realen 4-½-Zimmer-Wohnung untersucht, in der

## 6 Luftverteilung

### 6.1 Kriterien für die Wahl eines Verteilsystems

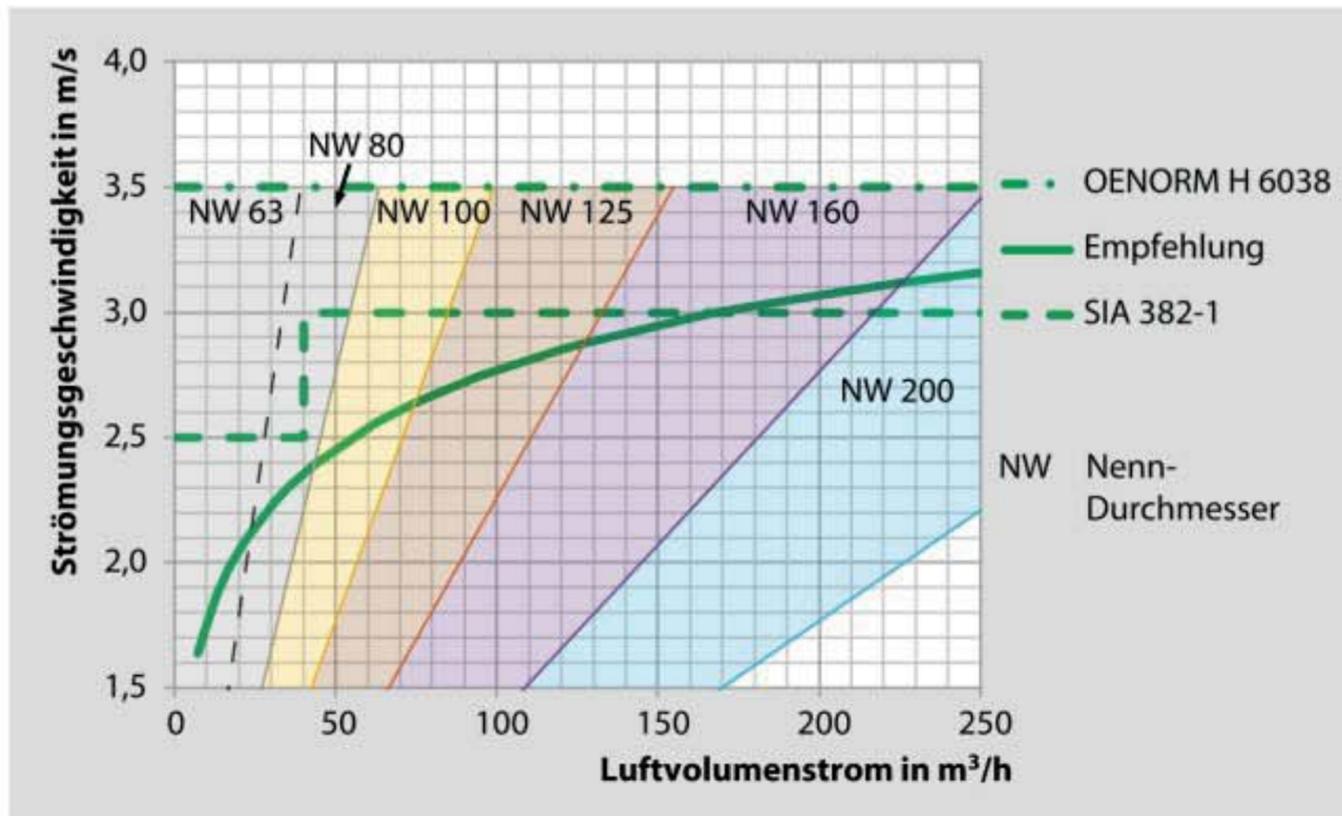
Bei der Wahl eines Verteilsystems sollten berücksichtigt werden

- **die Reinigung und Hygiene:** Das System muss jederzeit durchgehend kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden können (Intervalle siehe [Kapitel 9.2](#)). Die Materialien dürfen keine Gerüche und Stoffe an die Luft abgeben.
- **die Dichtheit:** Komfortlüftungen haben ein relativ ungünstiges Verhältnis von Oberfläche zu gefördertem Luftvolumenstrom. Die Dichtheit sollte daher besser sein als bei klassischen Lüftungsanlagen.
- **die Einregulierung:** Die Luftvolumenströme müssen einstellbar sein, ohne dass sich Schall entwickelt oder übermäßige Druckverluste entstehen.
- **die Wirtschaftlichkeit:** Bei den Investitionen sind die Materialkosten, der Installations- und Planungsaufwand sowie die baulichen Nebenkosten gegeneinander abzuwägen. So sind z. B. bei Verteilsystemen aus Blech runde Leitungen sehr günstig, brauchen aber dafür eventuell mehr Bauhöhe (z. B. in einer abgehängten Decke) als die teureren ovalen oder rechteckigen Leitungen. Verteilsysteme mit flexiblen Kunststoffleitungen erfordern oft einen geringeren Planungsaufwand als Verteilsysteme mit starren Leitungen. Die Materialkosten von flexiblen Kunststoffleitungen sind aber höher als von runden Blechleitungen.
- **die bauliche Integration:** Das Verteilsystem sollte sich möglichst gut im Baukörper integrieren lassen.
- **der Brandschutz:** Die lokalen Brandschutzvorschriften und die objekt-spezifischen Anforderungen sind einzuhalten.
- **die Energie:** Neben dem Energieverbrauch für die Luftförderung sind auch Wärmeverluste zu beachten.
- **die Ökologie:** Aus Sicht des nachhaltigen Bauens sollte die Systemtrennung berücksichtigt werden. Das heißt, dass Bauteile und Systeme mit unterschiedlicher Nutzungsdauer getrennt erneuert werden können. Auch der Rückbau ist zu beachten.

### 6.2 Dimensionierung der Leitungen und Druckverluste

#### 6.2.1 Dimensionierung der Leitungen

Die Dimensionierung der Leitungen erfolgt bei Nennlüftung. Die Normen im deutschsprachigen Raum geben maximale Strömungsgeschwindigkeiten in den Luftleitungen und damit auch maximale Luftvolumenströme vor (DIN 1946-6 „Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme [Abnahme] und Instandhaltung“ [2009], OENORM H 6038 „Lüftungstechnische Anlagen – Kontrollierte



**Abb. 6.1:** Maximale Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von dem Luftvolumenstrom gemäß OENORM H 6038, Abschnitt 9.2, SIA 382-1, Abschnitt 5.7.2, und eigener Empfehlung sowie Einsatzbereiche verschiedener Nenn-Durchmesser von runden Blechleitungen in Abhängigkeit von dem Luftvolumenstrom

mechanische Be- und Entlüftung von Wohnungen mit Wärmerückgewinnung – Planung, Ausführung, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung“ [2014], SIA 382-1 „Lüftungs- und Klimaanlageanlagen – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen“ [2014]). Die Anforderungen an die maximalen Luftvolumenströme sind in [Tabelle 6.1](#) für Blechleitungen und in [Tabelle 6.2](#) für flexible Kunststoffleitungen zusammengefasst. Bis zu einem Luftvolumenstrom von 1.000 m³/h kann die empfohlene maximale Strömungsgeschwindigkeit in guter Näherung durch Formel 6.1 beschrieben werden:

$$v_{\max} = 1 - 0,75 \cdot \log(q_v) \quad \text{in m/s} \quad (6.1)$$

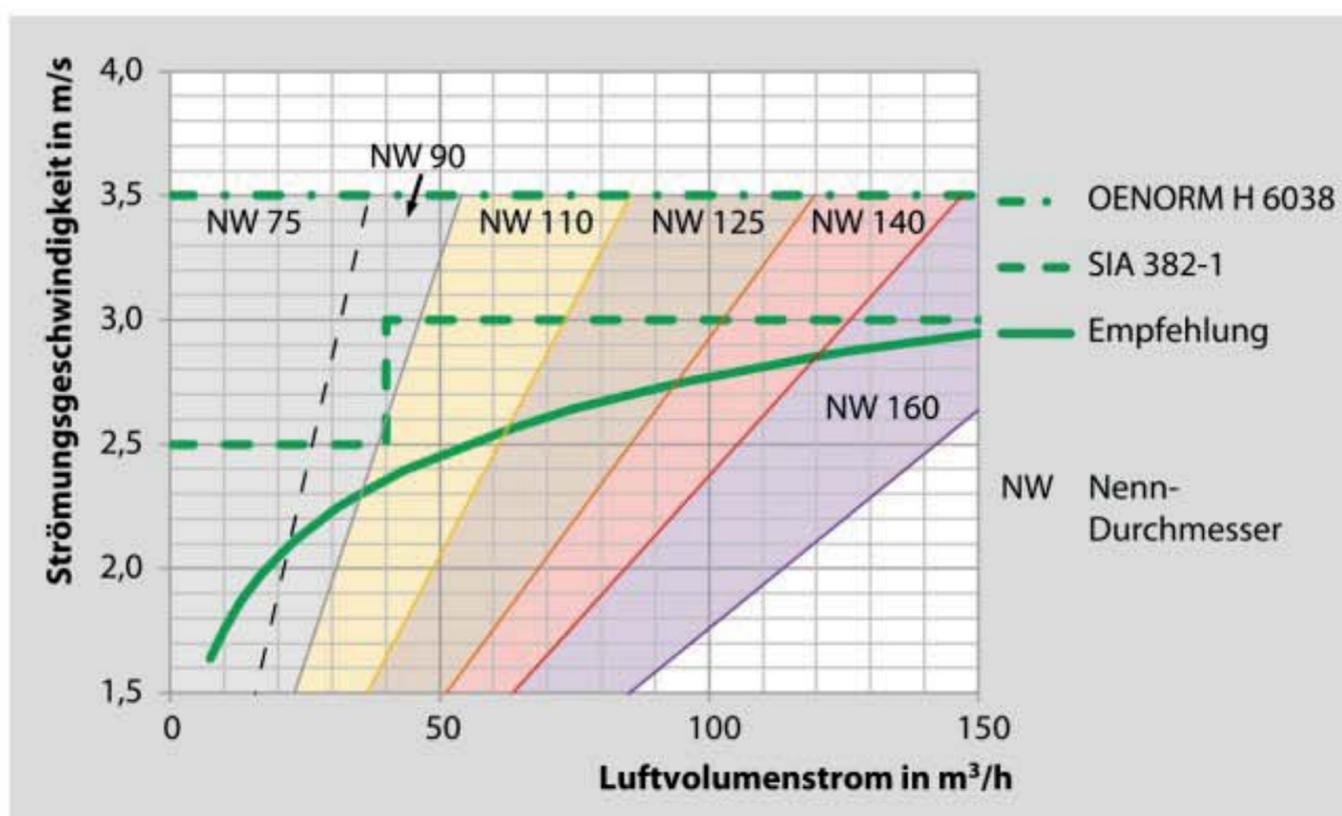
mit

$$v_{\max} \quad \text{empfohlene maximale Strömungsgeschwindigkeit in m/s}$$

$$q_v \quad \text{Luftvolumenstrom in m}^3/\text{h}$$

Bei konstanter Strömungsgeschwindigkeit nimmt der Druckverlust mit sinkendem Durchmesser zu. Wenn z. B. in einer Blechleitung von 200 mm Durchmesser die Geschwindigkeit bei 3 m/s liegt, beträgt der Druckverlust pro Meter Leitungslänge 0,65 Pa. Bei einem Durchmesser von 100 mm steigt der Druckverlust bei gleicher Geschwindigkeit auf 1,55 Pa. Es empfiehlt sich daher, die Geschwindigkeit dem Leitungsdurchmesser bzw. dem Luftvolumenstrom anzupassen. Eine Dimensionierung allein in Hinsicht auf konstante spezifische Rohrreibungsverluste wäre aber zu kurz gegriffen, da dabei die Formstücke nicht gebührend berücksichtigt würden (siehe [Kapitel 6.2.2](#)).

Die Empfehlung lautet daher: Die Rohrreibungsverluste plus die Druckverluste der Formstücke sollten, bezogen auf die Länge des Verteilsystems, bei maximal 2 Pa pro Meter liegen. Da die rechnerische Umsetzung dieser Empfehlung aufwendig wäre, ist sie in Form von Tabellen und Grafiken umgesetzt. In [Abb. 6.1](#) ist die empfohlene maximale Strömungsgeschwindigkeit



**Abb. 6.2:** Maximale Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von dem Luftvolumenstrom gemäß OENORM H 6038, Abschnitt 9.2, SIA 382-1, Abschnitt 5.7.2, und eigener Empfehlung sowie Einsatzbereiche verschiedener Nenn-Durchmesser von flexiblen Kunststoffleitungen in Abhängigkeit von dem Luftvolumenstrom (Innendurchmesser der Leitungen gemäß Tabelle 6.2)

für Blechleitungen in Abhängigkeit von dem Luftvolumenstrom eingetragen. Da gleichzeitig die Nenn-Durchmesser der Leitungen eingetragen sind, lässt sich der minimal erforderliche Leitungsdurchmesser grafisch ablesen. In [Tabelle 6.1](#) sind die maximalen Luftvolumenströme bei verschiedenen Nenn-Durchmessern von Blechleitungen zusammengestellt. [Abb. 6.2](#) und [Tabelle 6.2](#) gelten analog für flexible Kunststoffleitungen. Die Werte basieren auf einer Lufttemperatur von 20 °C, einem Luftdruck von 1 bar und einer Rohrrauigkeit von 0,15 mm. In der Praxis können die Tabellen und Grafiken aber für den ganzen Einsatzbereich von Komfortlüftungen verwendet werden.

Die Durchmesser NW 63 für Blechleitungen und NW 75 für Kunststoffleitungen sind gestrichelt eingetragen, da der maximal zulässige Luftvolumenstrom gemäß eigener Empfehlung und SIA 382-1 für diese Durchmesser unter 30 m³/h liegt. Somit sind diese Durchmesser für übliche Zimmer oder Abluft-Räume, für die größere Luftvolumenströme zu dimensionieren sind (siehe [Kapitel 5.2.1](#)), zu klein.

Die Anforderungen und Empfehlungen gemäß DIN 1946-6, Abschnitt 8.2.6, sind nicht in [Abb. 6.1](#) und [6.2](#) eingetragen, da sie in der Norm selbst für Blechleitungen in einem separaten Diagramm dargestellt sind. Die Diagrammwerte finden sich in [Tabelle 6.1](#). Für Kunststoffleitungen liefert DIN 1946-6 keine konkreten Werte. Nach Abschnitt 9.2.7.3 kommt in DIN 1946-6 für Sammelleitungen eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 5 m/s und für übrige Leitungen von 3 m/s zur Anwendung. Da Kunststoffleitungen kaum als Sammelleitungen eingesetzt werden, gelten die Werte der DIN 1946-6 in [Tabelle 6.2](#) für 3 m/s.

## 7 Lüftungsgeräte und Luftbehandlung

### 7.1 Grundsätze zur Wahl von Lüftungsgeräten

Bei der Wahl von Lüftungsgeräten ist das bedeutendste Labeling zweifellos das europäische Energieetikett. Hinweise dazu finden sich in [Kapitel 2.2.1](#). Es gibt aber auch von verschiedenen Institutionen geführte Listen von Lüftungsgeräten für Einzelwohnungsanlagen, die mit einem privaten Labeling oder mit Bewertungssystemen verbunden sind. Hinweise auf diese Listen finden sich in [Kapitel 10.2.1](#).

Die folgenden Grundsätze dienen vorwiegend der Wahl von Lüftungsgeräten für Einzelwohnungsanlagen. Teilweise lassen sie sich aber auch auf Geräte für Mehrwohnungsanlagen übertragen.

Grundsätze zur Wahl von Lüftungsgeräten:

- Der Zuluftfilter hat die **Klasse F7** (siehe [Kapitel 7.6](#)). Wenn der Filterwechsel fällig ist, gibt die Filterüberwachung ein Signal an die Steuereinheit (Fernbedienung).
- Der Zuluftfilter ist so dimensioniert, dass er bei einer mittleren Außenluftqualität (abseits stark befahrener Straßen, durchschnittliche Pollenbelastung) höchstens **2-mal jährlich gewechselt** werden muss.
- Die **Enddruckdifferenz** (siehe [Kapitel 7.6](#)) der Filter ist so gewählt, dass sich die Leistungsdaten zwischen sauberen und verschmutzten Filtern höchstens um folgende Werte verändern:
  - die Reduktion des Luftvolumenstroms bei konstanter Ventilator Drehzahl um 10 %,
  - die Zunahme der elektrischen Aufnahmeleistung bei konstantem Luftvolumenstrom maximal um 15 % und
  - die Zunahme des Schalleistungspegels am Zuluft- und am Abluft-Anschluss des Geräts maximal um 2 dB (A).
- Die Angaben für die Beschaffung von **Ersatzfiltern** sind vollständig und einfach zu finden (Filtertyp, Bestellnummer, Bestelladresse). Die Kosten für Ersatzfilter sind bekannt und liegen in einem akzeptablen Bereich (ca. 50 € für eine Filterpaar, bestehend aus einem Zuluft- und einem Abluftfilter).
- Alle Komponenten sind gut für die **Reinigung** und **Wartung** zugänglich. Die inneren Gehäuseoberflächen sind glatt.
- Die **Leckluftübertragung** von der Abluft auf die Zuluft liegt unter 2 %.
- An die Zuluft- und Abluftleitungen wird im geplanten Betriebspunkt (siehe [Kapitel 7.4.1](#)) ein Schalleistungspegel von **maximal 50 dB (A)** abgegeben. Höhere Werte lassen sich zwar durch großzügige Schalldämpfer reduzieren, der Platzbedarf dafür kann aber beachtlich werden. Der Gerätehersteller bietet zum Gerät passende Schalldämpfer an, mit denen sich an den raumseitigen Stutzen der Schalldämpfer ein Schalleistungspegel von höchstens 30 dB (A) erreichen lässt. Im Raum darf der Schalldruckpegel maximal 25 dB (A) betragen.

- Auf dem EU-Energieetikett für Wohnungslüftungsgeräte wird mindestens die **Klasse A** ausgewiesen.
- Das Gerät verfügt über einen automatischen **Sommerbypass**.
- Jeder Ventilator hat eine eigene, autonome **Luftvolumenstromregelung**.
- Bei einer Ventilatoranordnung auf der Außenluft- oder Fortluftseite der WRG wird der Luftvolumenstrom durch eine **Temperaturkompensation** ausgeglichen. Das heißt, die Ventilator Drehzahl wird anhand der Lufttemperatur so korrigiert, dass der geförderte Luftmassenstrom konstant bleibt. Dies ist erforderlich, da Ventilatoren bei einer gegebenen Drehzahl und einem gegebenen Förderdruck zwar einen konstanten Luftvolumenstrom fördern, der geförderte Luftmassenstrom aber temperaturabhängig ist und deshalb bei einer Ventilatoranordnung auf der Außenseite der WRG eine Anpassung an die Temperatur benötigt, um konstant zu bleiben.
- Im **Vereisungsschutz** (siehe [Kapitel 4.4.3](#)) oder **Abtaumodus** (siehe [Kapitel 7.7.3](#)) bleiben die Luftvolumenströme auf der Zuluft- und der Abluftseite konstant.
- Der **Servicedienst** ist innerhalb von 2 Arbeitstagen bei der Anlage.
- Der Gerätelieferant bietet **Unterstützung** bei der Inbetriebnahme und der Instruktion.
- Das Gerät wurde von einem unabhängigen, akkreditierten **Prüfinstitut** ausgemessen und die Prüfdaten sind publiziert.

## 7.2 Bauarten von Lüftungsgeräten

### 7.2.1 Gerätetypen

#### Lüftungsgeräte für Einzelwohnungsanlagen

Für Einzelwohnungsanlagen werden in der Regel serienmäßig produzierte Standardgeräte mit WRG eingesetzt. [Kapitel 7](#) behandelt in erster Linie solche Geräte und geht auf die Funktionen, die Konstruktion und die Leistungsmerkmale dieser Geräte ein.

#### Lüftungsgeräte für Mehrwohnungsanlagen

Bei Mehrwohnungsanlagen kommen sowohl Einzelanfertigungen als auch serienmäßig produzierte Geräte zum Einsatz. Die Gehäusekonstruktion und der Vereisungsschutz (siehe [Kapitel 7.5](#)) unterscheiden sich deutlich von serienmäßig produzierten Geräten für Einzelwohnungsanlagen. Teilweise wird mit Rahmenkonstruktionen gearbeitet ([Abb. 7.1](#)). Aus Brandschutzgründen wird auch deutlich weniger Kunststoff eingesetzt.

#### Lüftungskompaktgeräte

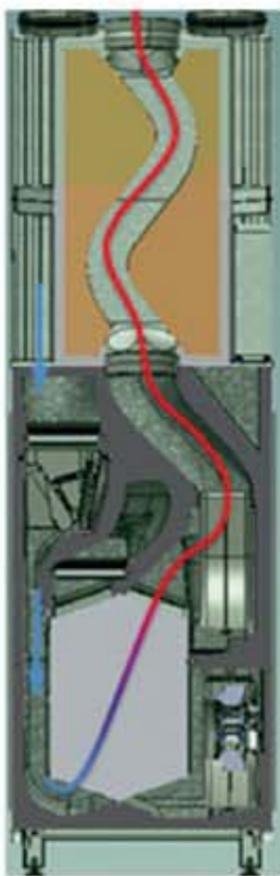
Das wesentliche Merkmal dieser Geräte ist, dass eine kleine Wärmepumpe die Fortluft nach der WRG abkühlt und mit der gewonnenen Wärme die Zuluft oder Trinkwarmwasser erwärmt. Diese Bauart ist im Passivhausbereich stark verbreitet. [Kapitel 7.7.1](#) geht weiter auf diese Bauart ein.

#### Haustechnik-Kompaktzentralen

Für Einfamilienhäuser werden Kompakt-Lösungen angeboten, in denen neben einem Komfortlüftungsgerät auch eine Wärmepumpe für Heizung und Warmwasser in demselben Gehäuse eingebaut ist. Im Gegensatz zu den



**Abb. 7.1:** Lüftungsgerät für eine Mehrwohnungsanlage mit 8 Wohnungen; wegen der Nähe einer Autobahn wurde ein Aktivkohlefilter (graue Elemente rechts vom unteren Ventilator) eingesetzt. (Quelle: Hochschule Luzern, Horw, Schweiz)



**Abb. 7.2:** Querschnitt eines Lüftungsgerätes für den Schrankeinbau mit oben aufgesetzter Schalldämpferbox (Quelle: Zehnder Group AG, Gränichen, Schweiz)



**Abb. 7.3:** Lüftungsgerät für den Schrankeinbau mit oben aufgesetzter Schalldämpferbox (Quelle: Zehnder Group AG, Gränichen, Schweiz)

Lüftungskompaktgeräten sind die Funktionen Lüften und Heizen bzw. Wassererwärmung getrennt. Der Einbau in einem Gehäuse dient in erster Linie der Platzeinsparung. Weiter kann die Wärmepumpe oder deren Wärmequelle (speziell bei Wärmenutzung aus dem Erdreich) ggf. für den Vereisungsschutz der WRG und/oder zur Kühlung genutzt werden.

### 7.2.2 Bauform und Aufstellung

Einige Geräte sind bewusst für eine Aufstellung in einem Technikraum oder in einer Wohnung konstruiert. Es gibt auch spezielle Bauformen für die Dachmontage (siehe [Kapitel 4.5.3](#), [Abb. 4.15](#)).

[Abb. 7.2](#) und [7.3](#) zeigen ein Gerät für einen Schrankeinbau. Wesentlich dabei ist, dass auch die oben aufgesetzten Schalldämpfer in die Abmessungen des Schrankes passen. Ein Merkmal dieser modernen Gerätebauart ist, dass das Gerät und die zugehörige Schalldämpferbox strömungstechnisch und akustisch optimal aufeinander abgestimmt sind.

## 8 Schallschutz

Im Rahmen dieses Buches interessieren primär Schall-Emissionen von Komfortlüftungen. Es geht dabei um Anlagen mit einem Luftvolumenstrom von maximal 500 m<sup>3</sup>/h. Für größere und komplexe Anlagen sowie Anwendungen außerhalb des Wohnbereichs wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen, insbesondere auf „Lärmbekämpfung in der Haustechnik“ (Lips, 2003). Die dort beschriebenen Rechenverfahren, ergänzt mit Beispielen und Erläuterungen, entsprechen der Richtlinie VDI 2081 Blatt 1 „Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen“ (2001).

Die nationalen Normen im Bereich des baulichen Schallschutzes unterscheiden sich beträchtlich und können hier nicht behandelt werden. Die Ausführungen beschränken sich daher auf allgemeingültige Berechnungen und Hinweise.

Nach der **Rundungsregel** wird bei Schallberechnungen das Endergebnis in Dezibel immer auf ganze Zahlen gerundet.

### 8.1 Grundlagen der Akustik

#### 8.1.1 Schalldruckpegel, Schalleistungspegel und A-Bewertung

Das menschliche Ohr und Messgeräte nehmen den Schalldruck – oder exakter: Druckschwankungen (Schwingungen) – wahr (physikalische Einheit: Pascal). Um den gemessenen Schalldruck für Berechnungen anschaulich darzustellen, wird er beim **Schalldruckpegel** (physikalische Einheit: Dezibel) zum Schalldruck an der Hörgrenze in Bezug gesetzt.

Schallquellen geben aber eine Schalleistung ab (physikalische Einheit: Watt). Wie groß der wahrgenommene oder gemessene Schalldruck ist, hängt von der Schalleistung, der Entfernung der Schallquelle, von Hindernissen, von der Reflektion oder Absorption an Oberflächen und anderen Größen ab. Da der Schalldruckpegel orts- und ausbreitungsabhängig ist, sollte für den akustischen Vergleich von Lüftungsgeräten der **Schalleistungspegel** (Schallenergie pro Zeit, physikalische Einheit: Dezibel) angegeben werden. Angaben wie „Schall in 1 m Abstand“ sind unpräzise bis wertlos.

Die Anzahl der Schwingungen von Tönen pro Zeiteinheit ergibt die **Frequenz** (physikalische Einheit: Hertz). Der menschliche Hörbereich umfasst Töne von 20 bis 15.000 Hz. Dieser Bereich wird für Analysen und Schallberechnungen in der Regel in Frequenzbänder unterteilt. Bei Schallberechnungen für Komfortlüftungen ist typischerweise das Spektrum von 63 bis 8.000 Hz

maßgebend. Es wird mit den Mittenfrequenzen des Oktavbandes gerechnet (siehe [Tabelle 8.1](#)).

Das menschliche Ohr empfindet gleiche physikalische Schalldrücke nicht bei allen Frequenzen als gleich laut. Frequenzen von etwa 1.000 bis 6.000 Hz werden als am lautesten empfunden. Tiefere und höhere Frequenzen sind weniger gut hörbar. Der sog. **A-bewertete Schallpegel** trägt dem Rechnung. Er wird sowohl für Messungen als auch für Berechnungen verwendet. Bei der A-Bewertung werden die Pegel der interessierenden Mittenfrequenzen gemäß [Tabelle 8.1](#) um den Bewertungswert  $\Delta L_A$  korrigiert. In der Bauphysik hat sich die A-Bewertung weitgehend durchgesetzt.

**Tabelle 8.1:** Oktavband-Mittenfrequenzen und A-Bewertung (Quelle: VDI 2081 Blatt 1 [2001], Abschnitt 2.7.1)

Mittenfrequenz $f$ in Hz	A-Bewertung $\Delta L_A$ in dB
63	-26,1
125	-16,0
250	-8,6
500	-3,2
1.000	0
2.000	+1,2
4.000	+1,0
8.000	-1,1

### Merksatz

**Die Schall-Emission von Lüftungsanlagenkomponenten und Lüftungsgeräten sollte immer als Schalleistungspegel angegeben werden. Neben einem A-bewerteten Gesamtpegel sollte das Oktavband von 63 bis 8.000 Hz verfügbar sein.**

### 8.1.2 Addition von Schallpegeln

Bei Schallberechnungen müssen oft mehrere Schallpegel addiert werden. Hierzu dient Formel 8.1 („log“ versteht sich als 10er-Logarithmus, auch in folgenden Formeln). Sie gilt sowohl für Schalldruckpegel als auch für Schalleistungspegel.

$$L_{\text{tot}} = 10 \cdot \log \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right) \quad \text{in dB} \quad (8.1)$$

mit

$L_{\text{tot}}$  resultierender Gesamtpegel in dB  
 $L_1 \dots L_n$  zu addierende Schallpegel in dB

Wenn 2 Schallpegel addiert werden, genügt meistens die Vereinfachung nach [Tabelle 8.2](#). Für Überschlagsberechnungen dürfen auch A-bewertete Schallpegel addiert werden.

**Tabelle 8.2:** Vereinfachte Schallpegeladdition

Differenz der beiden Einzelpegel in dB	Gesamtpegel übertrifft den höheren Pegel um
0 bis 1	3 dB
2 bis 3	2 dB
4 bis 9	1 dB
> 9	0 dB

### Beispiel

In einem Zimmer sind 2 Luft-Durchlässe installiert. Der eine verursacht am Beurteilungspunkt einen Schalldruckpegel von 25 dB (A) und der andere einen Schalldruckpegel von 24 dB (A).

Aus [Tabelle 8.2](#) wird abgelesen: Bei einer Differenz von 1 dB ist der Gesamtpegel 3 dB höher als der höhere der beiden Einzelpegel. Der Gesamtpegel beider Luft-Durchlässe beträgt damit 28 dB (A).

## 8.2 Schallschutzanforderungen an eine Komfortlüftung

Eine Komfortlüftung sollte den Schallschutz innerhalb einer Wohnung und zwischen Wohnungen nicht schwächen.

### Trittschall

Die Trittschalldämmung darf durch Leitungsführungen durch Trittschallebenen nicht geschwächt werden. Diesbezüglich sind Boden-Durchlässe am heikelsten.

### Luftschallübertragung zwischen Nutzungseinheiten

Lüftungstechnische Einrichtungen dürfen den baulichen Schallschutz gegenüber anderen Wohnungen oder anderen Nutzungseinheiten nicht schwächen. Bei Mehrwohnungsanlagen ist hierfür die Schallübertragung von Raum zu Raum (Telefonie) maßgebend. Bei Einzelwohnungsanlagen verursacht diese Anforderung selten Probleme. Gegebenenfalls sind jedoch Lüftungsinstallationen in lauten Räumen außerhalb von Wohnungen zu beachten. Das folgende Beispiel illustriert einen solchen Fall aus der Praxis.

## 9 Übergabe und Instandhaltung

In [Kapitel 9.1](#) wird auf die verschiedenen Prüfungen bei der Übergabe eingegangen. Besonderes Gewicht wird auf die Messung und Kontrolle der Luftvolumenströme und auf die Hygienekontrolle gelegt. In [Kapitel 9.2](#) wird dargestellt, welche Instandhaltungsarbeiten die Betreiber oder Nutzer der Anlage übernehmen können und welche von Fachleuten auszuführen sind. Außerdem wird in Form einer Checkliste aufgezeigt, welche Instandhaltungsarbeiten wann erforderlich sind.

### 9.1 Übergabe

#### 9.1.1 Zweck und Umfang

Mit der Übergabe geht die Anlage in den Besitz und die Verantwortung des Auftraggebers über. Damit beginnen die Gewährleistungs- und Verjährungsfristen zu laufen. Diese sind im nationalen Recht und in den Normen geregelt.

Die Übergabe besteht aus den folgenden **4 Teilen**:

- Vollständigkeitsprüfung,
- Funktionsprüfung,
- Funktionsmessung und
- Hygienekontrolle.

Die Übergabe wird protokolliert. Dazu stehen Vorlagen der nationalen Fachverbände zur Verfügung. Anlässlich der Übergabe sollten neue Filter eingesetzt werden.

#### 9.1.2 Vollständigkeitsprüfung

Die Vollständigkeitsprüfung umfasst die **Prüfung** auf

- Vollständigkeit und vereinbarte Qualität des bestellten Materials,
- technisch korrekte und vorschriftsgemäße Installation,
- Zugänglichkeit für das Betreiben und die Instandhaltung der Anlage,
- visuelle Sauberkeit der Anlage und
- Vollständigkeit der Unterlagen für den Betrieb der Anlage.

#### Merksatz

Die Anlage darf nicht vor der abgeschlossenen Baureinigung in Betrieb genommen werden.

### 9.1.3 Funktionsprüfung

Mit der Funktionsprüfung wird kontrolliert, ob die Anlage korrekt in Betrieb genommen wurde.

Zuerst wird überprüft, ob die **Komponenten** funktionsgerecht und wirksam eingebaut sind. Insbesondere wird geprüft:

- die korrekte Drehrichtung der Ventilatoren,
- der Einbau der Filter und Volumenstromregler in der richtigen Strömungsrichtung,
- die korrekte Strömungsrichtung bei den Luft-Durchlässen bzw. der korrekte Anschluss des Lüftungsgerätes an die Luftverteilung und
- die Funktion des Kondensatablaufs.

Anschließend wird die **Steuerung** getestet. Dabei werden die Funktionen der Schalterstellungen, Zeitprogramme und Fernbedienungen überprüft. Weiter erfolgt eine Kontrolle aller **Sicherheitsschaltungen** (Revisionschalter, Notschaltungen, Grenzwertschaltungen, Vereisungsschutz, Überstromauslösungen der Motoren, Brandschutzklappen usw.). Schließlich wird eine Funktionsprüfung der **Regelung** vorgenommen, die eine Kontrolle der Soll- und Grenzwert-Einstellungen, der Grundstellungen der Stellorgane (Klappen, Heizungsventile bei Lufterhitzern bei ausgeschalteter Anlage) und der richtigen Funktion der Stellorgane umfasst.

### 9.1.4 Funktionsmessung

Mit der Funktionsmessung soll nachgewiesen werden, dass die vereinbarten Soll-Werte erreicht werden. Die thermischen Funktionen, speziell die Vor- und Nachwärmung der Zuluft, können in den meisten Fällen nicht bei den Dimensionierungsbedingungen überprüft werden. Bei der Funktionsmessung sind daher immer die Umgebungsbedingungen (Außenluft- und Ablufttemperatur sowie eventuell Luftfeuchten) zu messen. Alle Türen und Fenster sind während der Funktionsmessung geschlossen zu halten.

#### Toleranzbereich der Soll-Werte

Die Abnahmebedingungen sind erfüllt, wenn die Messwerte im vereinbarten Toleranzbereich der Soll-Werte liegen. Es wird empfohlen, in Werkverträgen die folgenden Toleranzen zu vereinbaren, die sich an die SIA 382-1 „Lüftungs- und Klimaanlage – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen“ (2014), Anhang F4, anlehnen. In europäischen Normen und in nationalen Normen finden sich teilweise größere Toleranzen.

Die **Toleranzen der Messgrößen** sollten, bezogen auf den **Soll-Wert**,

- für den Luftvolumenstrom
  - beim Zuluft- und Abluftvolumenstrom im versorgten Raum  $\pm 15 \%$ ,
  - beim Zuluft- und Abluftvolumenstrom bei jeder Anlage bzw. bei jeder Wohnung  $\pm 10 \%$  und
  - bei der Differenz zwischen Zuluft- und Abluftvolumenstrom einer Wohnung, bezogen auf den Zuluftvolumenstrom,  $\pm 10 \%$  betragen,
- bei den Lufttemperaturen  $\pm 1,0 \text{ K}$ ,
- bei der Raumlufthgeschwindigkeit  $\pm 15 \%$ ,