

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden

Teil II: Wohngebäude

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Beratung Umwelthygiene FB II (BU)
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

Redaktion:

Dr. Burkhard Schulze-Darup
Dipl. Phys. Oliver Kah
Dr.-Ing. Heinz-Jörn Moriske
Dipl. Biomath. Anja Daniels

Satz und Layout:

le-tex publishing services GmbH

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titel: Adobe Stock/Photographee.eu
S. 6: Shutterstock/Svetlana123
S. 10/11: Shutterstock/Zivica Kerkez
S. 12: Shutterstock/Grand Warszawski
S. 15, oben: Shutterstock/Africa Studio
S. 15, unten: Shutterstock/ALPA PROD
S. 16: Adobe Stock/maru54
S. 20: Adobe Stock/romaset
S. 27: co2online/Phil Dera

Stand: September 2020

ISSN 2363-8311

ISSN 2363-832X

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden

Teil II: Wohngebäude

Empfehlungen des Arbeitskreis Lüftung
(AK Lüftung) am Umweltbundesamt

*Der Arbeitskreis Lüftung ist eine Zusammenkunft aus Kommission
Nachhaltiges Bauen (KNBau) und Innenraumlufthygiene-Kommission
(IRK) beim Umweltbundesamt*

Mitwirkende (Autoren) des Arbeitskreises:

Dipl.-Ing. Eva Anlauff	Hochbauamt der Stadt Nürnberg, Kommunales Energiemanagement
Dipl. Biomath. Anja Daniels	Umweltbundesamt, FG II 1.3, Dessau-Roßlau
Dipl.-Ing. Carsten Dittmar	Bundesverband für Wohnungslüftung, Berlin
Oliver Fiedel	Viessmann Heizsysteme GmbH, Allendorf
Oliver Klein	Verbraucherzentrale NRW, Düsseldorf
Dipl. Phys. Oliver Kah	Passivhaus Institut, Darmstadt
Dipl.-Ing. Theresa Keilhacker	Urban Design. Architektur
Thomas Lahrz	Landeslabor Berlin-Brandenburg, Abt. IV FB 4, Berlin
Dr.-Ing. Heinz-Jörn Moriske	Umweltbundesamt, FB II (BU), Dessau-Roßlau (AK Vorsitz)
Dipl.-Ing. Udo Peters	Verbraucherzentrale NRW, Düsseldorf
Dr. rer. nat. Wolfgang Plehn	Umweltbundesamt, FG III 1.4, Dessau-Roßlau
Claudia Porath M.A. Architektur	Sentinel Haus Institut GmbH, technisches Projektmanagement, Freiburg i. Br.
Dr. Burkhard Schulze-Darup	schulze darup & partner architekten, Berlin Nürnberg
Dipl.-Ing. (FH) Jens Schuberth	Umweltbundesamt, FG V 1.4, Dessau-Roßlau
Dipl.-Ing. Peter Tappler	Arbeitskreis Innenraumlufte am Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Prof. Dr. Gerhard A. Wiesmüller	Gesundheitsamt Stadt Köln

Inhalt

Glossar	7
Einleitung	10
Planungsansätze zum Erreichen relevanter Zielvorgaben	14
Kosten und Wirtschaftlichkeit	20
Wohnungslüftungstechniken im Überblick	24
Lüftungsanlagen in Einfamilienhäusern (EFH).....	24
Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern (MFH).....	25
Lösungsbeispiele (Praxisfälle)	27
Wohnraumlüftungssysteme: Tipps für die Praxis	37
Verordnungen und Normen	39
Literaturnachweis	39
Abbildungsnachweis	39



Glossar

Abluft: Bezeichnung der Luft auf dem Weg von einem Raum bzw. einer Nutzungseinheit in das Lüftungsgerät.

Abluftanlage: Lüftungsanlage mit von Ventilator(en) geförderter Abluft zur Ableitung ins Freie. Die Außenluft (siehe unten) strömt als unbehandelte Luft (üblicherweise ungefiltert und nicht erwärmt) über Außenluftdurchlässe und Undichtheiten in der Gebäudehülle in die Räume bzw. in die Nutzungseinheit.

Abluftanlage mit Fortluftwärmepumpe: wie vorstehend, jedoch wird ein Teil der in der warmen Abluft enthaltenen Energie mit einem Wärmetauscher genutzt, um mit einer Wärmepumpe das Temperaturniveau zur Erzeugung von üblicherweise Warmwasser (Trinkwasser oder Heizung) anzuheben.

Abluftanlage zentral: mit einem gemeinsamen Ventilator (für mehrere Wohnungen im Mehrfamilienhaus oder für mehrere Räume in einer Wohnung im Mehrfamilienhaus) wird die abgesaugte Luft aus den Wohnungen zentral ins Freie geleitet.

Abluftanlage dezentral: die Abluftventilatoren sind in den Wohnungen dezentral (üblicherweise in Bad, WC und Küche) platziert.

Aktive Überströmelemente: Durch aktive Überströmer (kleine Ventilatoren) können Räume ohne direkte Luftleitungen aus einem „Frischluftrreservoir“, z. B. dem Flur, mit Zuluft belüftet werden. Mit dem Konzept können separate Zuluftleitungen zu ungünstig gelegenen Räumen vermieden werden.

Alternierende Lüftungsgeräte (auch: *Pendellüfter*): Über dezentrale Ventilatoren (Anordnung üblicherweise in Außenwänden) mit umkehrbarer Luftrichtung wird mit einer Zentralsteuerung über mehrere Ventilatoren eine zeitlich wechselnde Durchströmung einer Nutzungseinheit (Luftverbund mit Überströmöffnungen) erreicht. Üblicherweise werden die Lüftungsgeräte mit je einem Wärmetauscherpaket ausgestattet, das sich durch die wechselnde Luftströmung einmal aufwärmt und dann umgekehrt wieder abgekühlt. Der Vorteil liegt in der einfachen Planung. Nachteile liegen beim Schallschutz (Ventilatorgeräusch und gegen Außenlärm), erhöhter Luftmenge zum Erzielen der Hygieneziele, erforderliche Sonderlösungen für Abluftbereiche sowie bei Wartung und Hygiene.

Arbeitszahl: Sie gibt die Wirksamkeit einer Wärmepumpe oder eines Lüftungsgerätes als Verhältnis von Nutzen zu Aufwand an, d. h. wie viel energetischer Nutzen mit dem Einsatz einer Kilowattstunde (elektrisch) erzielt werden kann. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erzielen Arbeitszahlen über 15, Wärmepumpen liegen schwerpunktmäßig im Bereich 3 bis 5. Die Arbeitszahl ist dimensionslos.

Außenluft: Bezeichnung der Luft auf dem Weg vom Freien (Außenluftansaugung) in das Lüftungsgerät bzw. bei Abluftanlagen in den Raum oder in die Nutzungseinheit.

Bedarfsregelung: Regelung des Betriebs einer mechanischen Lüftung über Sensoren. Dies hat den Vorteil, dass bei Abwesenheit geringere Luftvolumina transportiert werden, die Betriebs- und Wartungskosten gesenkt werden und in der kalten Jahreszeit die Luftfeuchte nicht zu stark absinkt. Geregelt wird meist über Kohlendioxid (CO₂), das von Menschen und Tieren abgegeben wird und schon seit dem 19. Jahrhundert als Lüftungsindikator dient. Die Sensoren werden meist im Abluftstrom oder in den häufig genutzten Räumen angebracht. Regelungen allein über die Luftfeuchte oder über den Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen (englisch: VOC) in der Luft haben sich in der Praxis nicht durchgesetzt, obwohl diese zusätzlich sehr hilfreich sind.

Fensterlüftung: Freies Lüften durch das manuelle Öffnen von Fenstern oder Türen. Sinnvoll ist Querlüftung, d. h. das Öffnen gegenüberliegender Fenster, sodass ein schneller und umfassender Luftaustausch ohne Auskühlung stattfindet. Um eine gute Luftqualität analog der mechanischen Lüftung zu erreichen, muss dies in Wohnungen ca. alle 90 Minuten erfolgen. Kontraproduktiv ist eine Kippstellung der Fenster beim Lüften, die zu einem geringem Luftaustausch bei gleichzeitig hohem Auskühlungsgrad führt.

Feuchterückgewinnung: Feuchteübertrag von der feuchten Abluft in die trockenere Außenluft zur passiven Befeuchtung der Zuluft (in der kalten Jahreszeit). Üblicherweise geschieht dies in einem Wärmetauscher. Es gibt unterschiedliche Arten von Wärmetauschern zur Feuchteübertragung.

Fortluft: Bezeichnung der Luft auf dem Weg vom Lüftungsgerät ins Freie.

Hybride Lüftung: Die Aufrechterhaltung einer Grundbedarfslüftung über mechanische Lüftung kombiniert mit Zusatzlüftungsmöglichkeit über Fenster bei hohen Lüftungsbedarfsanforderungen (Spitzenlasten).

Komfortlüftungsanlage: Die Komfortlüftung ist eine hochwertige Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung. Sie hat ein hohes Qualitätsniveau in Hinblick auf Luftwechsel, Filterung der Zuluft, Schall und der Wärmerückgewinnung, bietet also für die Nutzer einen hohen Nutzen und einen deutlich fühlbaren Komfort.

Luftbehandlung: Hierunter versteht man die technisch bedingte Veränderung des Luftzustandes bezüglich Druck, Temperatur und Luftfeuchte sowie die Zugabe von gasförmigen Beimengungen, wie Ozon oder die Ionisation, die eine Luftreinigung und eine Beseitigung von Gerüchen bewirken sollen. Für die Beimengung von Ozon sowie der Ionisation bestehen jedoch bislang kaum untersuchte Risiken für Folgereaktionen von Stoffen in der Luft untereinander. Ozon stellt zudem selbst ein gesundheitsschädliches Reizgas dar.

Luftfilter: Filterung der Außenluft oder der Abluft zur Vermeidung der Verschmutzung des Lüftungsgerätes (Staubteilchen, Insekten usw.) und etwaiger Lüftungskanäle sowie zur Reduzierung von Schadstoffen in der Außenluft (Feinstaub, Pollen, evtl. Gerüche usw.). Es gibt unterschiedliche Filterarten (Gewebefilter mit und ohne Aktivkohlefilter) und Filterqualitäten (Abscheidegrade).

Mechanische/ventilatorbetriebene Lüftung: mechanische Lüftung durch einen Ventilator.

Mehrfachnutzung der Zuluft und Kaskadenlüftung: Eine Luftströmung von den überwiegend geringer belasteten Zuluft- zu den stärker belasteten Ablufträumen und damit eine „*Mehrfachnutzung der Zuluft*“ ist ein erprobtes Konzept bei Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung und vereinfacht das erforderliche Lüftungskanalnetz. Mit dem Konzept wird die Zuluft effizient genutzt, was zu hoher Raumluftqualität bei gleichzeitig geringem Außenluftvolumenstrom führt. Kosten für Investition und Betrieb können dadurch reduziert werden. Eine Weiterentwicklung der „Mehrfachnutzung der Zuluft“ ist die „*Kaskadenlüftung*“ (auch als „erweiterte Kaskadenlüftung“ bezeichnet). Die Zuluft wird nun überwiegend in Schlafräumen eingebracht und strömt durch weitere Wohnräume und Flure in die Ablufträume. Mit dem Prinzip kann bei gleichen Außenluftströmen gegenüber einer konventionellen Luftverteilung insbesondere im Schlafbereich eine höhere Raumluftqualität erzielt werden (vgl. auch Abschnitt Planungsansätze).

RLT-Anlage: Raumlufttechnische Anlage für die mechanische Lüftung. Die Bezeichnung schließt alle Bauteile der gesamten Lüftungsanlage mit ein.

Umluft: Bezeichnung der Luft auf dem Weg von der Abluft in die Zuluft (üblicherweise direkt im Lüftungsgerät). Die Abluft wird üblicherweise nur gefiltert, und aus Gründen der Energieeinsparung oder zur Vermeidung zu niedriger Raumluftfeuchte (häufig bei Luftheizung) direkt wieder in die Zuluft geleitet. Dies kann anteilig oder zu 100 % erfolgen. Für Wohnungslüftung ist Umluft problematisch und nicht erforderlich.

Wärmerückgewinnung (WRG): Austausch von Wärmeenergie aus der wärmeren Abluft in die kalte Außenluft zur Erwärmung der Zuluft (in der kalten Jahreszeit). Üblicherweise geschieht dies in einem Wärmetauscher. Es gibt unterschiedliche Arten von Wärmetauschern zur Wärmeübertragung. Die Abluft kann je nach Höhe der Effizienz des Wärmetauschers und je nach Temperaturniveau der Außenluft, auf Temperaturen unter dem Gefrierpunkt abgekühlt werden.

Zuluft: Bezeichnung der Luft auf dem Weg vom Lüftungsgerät in einen Raum bzw. in eine Nutzungseinheit. Üblicherweise ist die Zuluft aufbereitet (gefiltert, evtl. erwärmt usw.).

Zu-/Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung: Im Gegensatz zur Abluftanlage wird die Wärme der Abluft über einen Wärmetauscher weitestgehend auf die kontinuierlich einströmende frische Außenluft zu übertragen. Durch diese Wärmerückgewinnung bleiben 80 bis über 95 Prozent der Wärme erhalten, d. h. es wird ein Wärmebereitstellungsgrad von 80 bis über 90 Prozent erzielt. Oder anders ausgedrückt, mit einer Kilowattstunde (für Ventilatoren, Regelung etc.) lassen sich mit guten Anlagen 15 bis 20 Kilowattstunden Wärmeenergie einsparen, d. h. sie haben eine Arbeitszahl von 15 bis 20 und liegen damit beim Dreifachen einer Fortluftwärmepumpe von Abluftanlagen. Die frische Luft wird mit nahezu Raumtemperatur in die Aufenthaltsräume geleitet, durchströmt danach Flure und Treppen und wird in Küche, Bad und WC abgesaugt. Neben dem energetischen Nutzen bieten die Anlagen einen hohen Komfort für die Nutzer der Wohnungen, sodass sie auch als „Komfortlüftung“ bezeichnet werden. Es gibt sehr unterschiedliche Anlagenkonfigurationen, die im Kapitel „Wohnungslüftungstechniken im Überblick“ dargestellt werden.



Einleitung

Wir halten uns in Mitteleuropa den weitaus überwiegenden Teil des Tages in geschlossenen Räumen auf, einen Großteil davon in der Wohnung oder im Eigenheim. Gute Innenraumluftqualität ist daher für unser Wohlbefinden und unsere Gesundheit unerlässlich. Die Innenraumluftgüte in Wohngebäuden wird neben baulichen Einflüssen und den eingesetzten Materialien wesentlich durch das Verhalten der Nutzer bestimmt, unter anderem durch das Einbringen von Inventar und Reinigungsmitteln, die Stoffe an die Raumluft abgeben. Aber auch das Heiz- und Lüftungsverhalten der Nutzer wirkt sich maßgeblich auf die Qualität der Luft aus. Heizungsanlagen nehmen den Nutzern weitgehend die individuelle Regelungsnotwendigkeit beim Heizen ab. Beim Lüften ist es anders. Im Wohnungsbau steht die Verbreitung von nutzerunabhängig geregelten Lüftungsanlagen noch am Anfang. Erst seit den letzten Jahren setzt sich Lüftungstechnik zunehmend durch. Bei neu errichteten, energieeffizienten Wohngebäuden werden zunehmend Lüftungsanlagen geplant und realisiert. Der gleiche Trend ist zunehmend bei der energetischen Sanierung von Gebäuden im Bestand zu erkennen. Lüftungstechniken für Wohngebäude sind in großer Breite marktverfügbar, allerdings mit unterschiedlicher Qualität und – in Abhängigkeit von der Planungsqualität – stark differierenden Kosten bei Investition und Betrieb.

Aufgrund der langen Aufenthaltszeiten in Wohnräumen ist Lüften wegen der vielfältig eingebrachten chemischen und biologischen Stoffe sowie zum Abtransport von Feuchtigkeit wichtiger denn je, um eine gute Raumluftqualität aufrechtzuerhalten – häufig sogar, um eine gute Raumluftqualität überhaupt erst zu erreichen. Neben Stoffparametern wie Kohlendioxid (CO₂), welches ein wirksamer Marker für unzureichendes Lüften darstellt, ist die Abfuhr von Feuchte, Gerüchen, chemischen und biologischen Stoffen aus der Wohnung durch Lüften (mit)entscheidend für Wohnkomfort und Gesundheit. Ein weiteres Instrument zur Verbesserung der Raumluftsituation ist der konsequente Einsatz emissionsarmer Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände sowie von emissionsarmen Reinigungsmitteln und Kosmetika.

Gleich ob energieeffiziente Gebäude mit hoher Luftdichtheit oder Bestandsgebäude mit üblichen Leckagen, die überwiegende Zeit des Jahres reichen Außeneinflüsse wie Auftrieb oder Winddruck nicht aus, um genug frische Luft über Infiltration in die Gebäude zu bringen. Kurzum, sowohl bei Neubau als auch unsanierte Bestandsgebäuden muss aktiv gelüftet werden, um gute Raumluftqualität sicherzustellen. Bei Wohngebäuden ohne Lüftungsanlagen müssen die Bewohner regelmäßig manuell lüften. In der Praxis unterbleibt dies aber oft, sodass „dicke Luft“ in der Wohnung herrscht. Das gilt insbesondere für Schlafräume, in denen die Fenster vielfach über Nacht geschlossen bleiben. Gerade dort ist aber die Aufenthaltsdauer ohne Lüften besonders lang. Bloßes Lüften – ab und an – über die Fenster reicht in Wohngebäuden aus heutiger Sicht oft nicht mehr aus. Lüftungsanlagen und Lüftungskonzeptionen zum sach- und bedarfsgerechten Betreiben der Anlagen

können die Situation deutlich verbessern. In Wohngebäuden mit besonders hoher Anforderung an die Energieeffizienz (Passivhäuser, Nullenergie-, Plusenergie-Häuser) wird Lüftungstechnik seit vielen Jahren mit Erfolg eingesetzt. Dort werden über Wärmerückgewinnung (WRG) 80 bis über 90 Prozent der Lüftungswärmeverluste zurückgewonnen und mit der Zuluft über die Lüftungsanlage der Wohnraumluft wieder zugeführt.

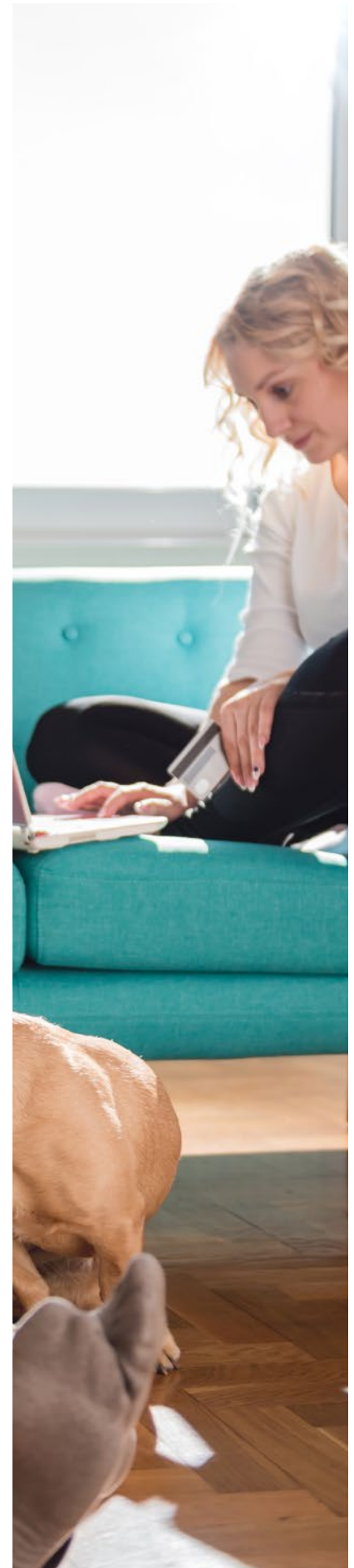
Lüftungsplanung in Wohngebäuden ist eine interdisziplinäre und integrale Aufgabe, die bereits in der Vorentwurfsphase beginnt, die gesamte Bauausführung begleitet und ein umfassendes Betriebs- und Wartungskonzept erfordert. Zur sachgerechten Lüftungskonzeption gehören nicht nur der Abtransport von Feuchte und Fremdstoffen bzw. die Berücksichtigung der Qualität der Innenraumluft, sondern auch die Behaglichkeit (Wohlfühlkomfort), Praktikabilität und Energieeffizienz. Die genannten Aspekte sind als Zielvorgaben in den Planungsprozess bei der Sanierung und beim Neubau von Wohngebäuden einzubeziehen, damit eine effektive und kostengünstige Lüftungsanlage realisiert wird. Sie stellen die Grundlage für das Erreichen einer guten Innenraumluftqualität dar und zeigen die hohen Anforderungen auf, die bei der Lüftungsplanung bedacht werden müssen.

Der Einsatz von Luftreinigern und Verfahren zur Luftbehandlung, die gern als kostensparender Ersatz für konsequente Lüftung und den Einbau von Lüftungsanlagen propagiert werden, stellt nach Auffassung des AK Lüftung allenfalls und unter bestimmten Voraussetzungen eine Ergänzung, jedoch keinen Ersatz für Lüftungskonzeptionen und Lüftungsanlagen dar.

Am Markt wird eine Vielfalt von technischen Lüftungsmöglichkeiten für Wohngebäude angeboten. Es erfordert eine hochwertige Planung durch erfahrene Fachleute, um das optimale System für die jeweiligen Anforderungen zu finden. Ein- und Mehrfamilienhäuser stellen unterschiedliche Anforderungen, ebenso wie der Einbau von Lüftungsanlagen bei Neubauten oder im Bestand. Primär geht es um gute Raumluftqualität, aber auch um hohen Komfort ohne Schallprobleme und Zugerscheinungen, hohe Energieeffizienz sowie einen störungsfreien und wartungsarmen Betrieb. Nur dann wird Lüftungstechnik die notwendige Akzeptanz bei Nutzern und Hausbesitzern finden. Nebenbei muss die Lüftungsanlage kostengünstig bei der Investition und im Betrieb sein.

Die folgenden Empfehlungen sollen Planer, Gebäudeeigentümer und Wohnungsnutzer (Mieter, Wohnungseigentümer) dabei unterstützen, die richtigen Schritte und Wege zu einer sachgerechten Komfortlüftung zu beschreiten und eine geeignete Lüftungstechnik für ihren individuellen Anwendungsfall zu erhalten.

Diese Empfehlungen wurden durch den Arbeitskreis Lüftung (AK Lüftung) am Umweltbundesamt erarbeitet und ergänzen die „Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden – Teil I Bildungseinrichtungen“, die 2017 erschienen sind und unter folgendem Link abgerufen werden können: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/anforderungen-an-lueftungskonzeptionen-in-gebaeuden>.



Kernbotschaften/Zielvorgaben

1

Allein mit Fensterlüftung sind hygienisch einwandfreie Raumlufthverhältnisse regelmäßig über den Tag verteilt in Wohngebäuden oft nicht mehr zu erreichen. Der AK Lüftung empfiehlt daher den Einbau von Ventilator gestützter Lüftung bei Neubaumaßnahmen und umfassenden energetischen Sanierungen im Bestand.

2

Der AK empfiehlt im energieeffizienten Wohnungsbau Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG). Diese ermöglichen neben effizienter Lüftung und hohem Komfort auch eine Verbesserung der Wärmebilanz der Gebäude durch Rückgewinnung von bei der Nutzung entstehender Abwärme.

3

Hinsichtlich der Anforderungen an die Lüftung dient die Einhaltung einer CO₂-Konzentration von 1.000 ppm im Mittel über die Dauer des Aufenthaltes in der Wohnung oder in einzelnen Wohnräumen als Maß zur Einhaltung des Schutzzieles einer hygienisch unbedenklichen Innenraumluft.



4

Eine bedarfsgerechte Regelung der Lüftungsanlage und auch die Möglichkeit, bei Bedarf zusätzlich über Fenster lüften zu können, ist sinnvoller als eine – für alle Situationen – ausgelegte und dann oft überdimensionierte Lüftungsanlage. Gerade für die Akzeptanz der Nutzer spielt dies eine entscheidende Rolle.

5

Der AK empfiehlt, Lüftungssysteme so zu errichten und zu betreiben, dass moderate Außenluftströme zum Erreichen der Zielvorgabe (gesundheitsverträgliche und behagliche Raumluftgüte) genügen. Dies kann folgendermaßen erzielt werden: Über mindestens eine reduzierte Lüftung gemäß DIN 1946-6 oder durch personenbezogene Außenluftströme von $20 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $30 \text{ m}^3/\text{h}$ je Person verteilt auf die ganze Wohnung, wobei bei Wohnräumen ein Teil der Zuluft über Fensterlüftung eingebracht werden kann. In Schlaf- und Kinderzimmern sollte der Zuluftstrom je Person nicht kleiner als $20 \text{ m}^3/\text{h}$ sein. Bei zentralen Zu- und Abluftanlagen mit WRG hat sich hierbei das Konzept der Kaskadenlüftung (Begriff siehe Glossar) und der Bedarfsregelung über Sensoren bewährt, da dadurch eine gute Raumluftqualität mit insgesamt geringeren Luftströmen sichergestellt werden kann. Positiver Nebeneffekt ist das Ansteigen der Luftfeuchte und Behaglichkeit im Winter und das Sinken der Kosten für die Lüftungsanlage.

6

Lüftungskonzepte sind sinnvollerweise bereits in der Vorplanung (Leistungsphase 2 nach Honorarordnung für Architekten und Ingenieure [HOAI]) bzw. Entwurfsplanung (Leistungsphase 3 nach HOAI) der Architekten und Ingenieure zu berücksichtigen und sind als bauantragsrelevant anzusehen, d. h. sie sollen Teil der Genehmigungsplanung (Leistungsphase 4 nach HOAI), werden. Durch entsprechende Abnahmen ist die Umsetzung dieser Lüftungskonzepte in den weiteren Leistungsphasen verbindlich zu verankern (Leistungsphasen 6–8 nach HOAI) und damit eine hohe Planungsqualität zu sichern.

7

Im Rahmen der Baugenehmigung bzw. Bauabnahme sind Prüfprotokolle, Einhaltung der Energieeinsparverordnung (EnEV), Fachbauleitererklärung, sowie justitiable Erklärungen zur Einhaltung der energetischen und hygienischen Standards verbindlich anzufordern. Im Falle von Verstößen empfiehlt der AK diesen Regelverstoß mit Bußgeldern zu belegen. Der AK Lüftung empfiehlt, dass der Gesetzgeber diese Aspekte künftig gesetzlich klar regelt. Bis dahin sollten Bauherren bewusst darauf achten.

Planungsansätze zum Erreichen relevanter Zielvorgaben

Lüftung umfasst ein breites interdisziplinäres Anforderungsprofil, das im Folgenden stichpunktartig dargestellt wird. Tabelle 1 am Ende des Kapitels fasst schematisch eine Bewertung unterschiedlicher Lüftungssysteme zusammen, die im Folgekapitel näher beschrieben werden.

Funktion und Wirksamkeit der Lüftung

Wohnungslüftungssysteme müssen einfach und intuitiv bedienbar sein und sollen ohne Mitwirkung der Nutzer den Feuchteschutz und die Hygiene der Raumluft sicherstellen.

Abfuhr von Schadstoffen

In jedem Raum werden Schadstoffe durch Baumaterialien, Einrichtungsgegenstände und durch die Bewohner freigesetzt. Die belastete Luft kann durch das Lüftungssystem wirksam abgeführt werden, was zu einem deutlichen Gewinn an Komfort und Lebensqualität führt. In Ergänzung dazu gilt es, bei der Planung für den Einbau emissionsarmer Materialien zu sorgen.

Abfuhr von Krankheitserregern

Krankheitserreger, die von infizierten Bewohnern abgegeben werden können mit Hilfe einer kontrollierten Wohnraumlüftung in der Regel wirksam aus der Wohnung abgeführt werden.

Luftfeuchtigkeit & Schimmelrisiko

Die Luftfeuchtigkeit sollte im Bereich von 30 bis 60 Prozent relativer Feuchte liegen. Damit ist sowohl das Risiko für Schimmelwachstum minimiert als auch – zusammen mit einer Raumlufttemperatur von ca. 20–23 Grad Celsius – eine behagliche Luftumgebung gewährleistet. Die Art der Lüftung hat darauf einen großen Einfluss.

Mögliche Bauschäden durch Feuchtigkeit

Insbesondere in Gebäuden mit geringer Dämmqualität und Wärmebrücken führt erhöhte Feuchtigkeit zu Schimmelbildung und Bauschäden. Durch eine gezielte Lüftung kann dieses Risiko deutlich gesenkt werden.

Zeitaufwand für das Lüften

Freie Lüftung über die Fenster verlangt von den Nutzern regelmäßig aktiv zu lüften. Um in bewohnten Räumen dauerhaft eine gute Raumluftqualität zu erzielen, müsste alle 90 bis 120 Minuten eine intensive Lüftung mit weit geöffneten Fenstern durchgeführt werden, das gilt – streng genommen – nicht nur für den Tag sondern auch für die Nachtstunden. Mechanische Lüftung entlastet die Bewohner von der Notwendigkeit, manuell zu lüften.

Zugluft und kalte Zuluft

Bei Fensterlüftung und Abluftanlagen gelangt beim Lüften kalte Außenluft in die Wohnräume. Dadurch wird der Komfort beeinträchtigt, wenn planerisch kein Ausgleich vorgesehen wird, z. B. durch Heizflächen im Bereich der Außenluftdurchlässe von Abluftanlagen.

Gerüche

Durch kontinuierlich gezieltes Lüften können Gerüche verhindert oder deutlich reduziert werden. Lüftungssysteme mit angemessenem Luftaustausch bieten diesbezüglich einen hohen Komfort, die Luft wird bei Betreten der Wohnung als „frisch“ empfunden.

Leistungsfähigkeit

Studien weisen darauf hin, dass Vorteile einer Komfortlüftung auch in einer erhöhten Leistungsfähigkeit, z. B. bei geistigen Arbeiten, liegen können, was bei zunehmender Nutzung als Home-Office und Telearbeitsplätzen auch in Wohngebäuden zum Tragen kommt.

Schallschutz

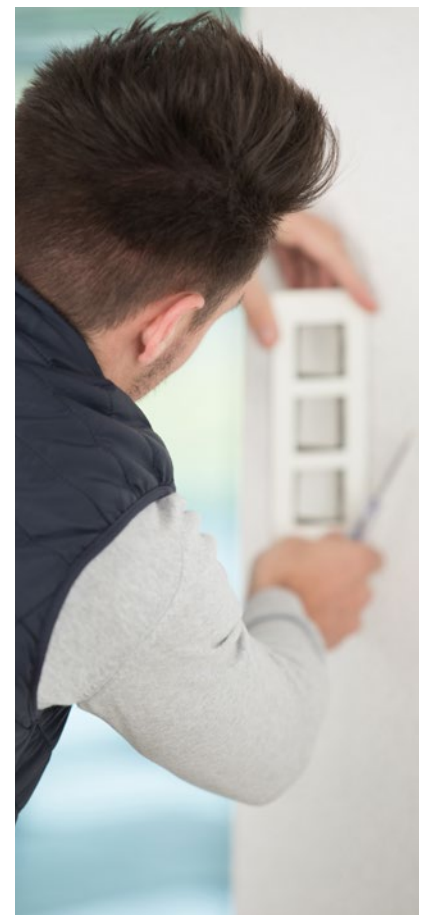
Besonders die Komfortlüftung (Begriff siehe Glossar) ermöglicht einen hohen Schallschutz bei Außenlärm, da mittels Schalldämpfer frische Außenluft ohne Öffnen der Fenster in den Aufenthaltsbereich gebracht werden kann. Die Anlagen sollen so geplant werden, dass Ventilator- und Strömungsgeräusche unter 25 Dezibel [dB(A)], also im nahezu unhörbaren Bereich liegen.

Einbruchrisiko

Bei Fensterlüftung besteht kein Schutz gegen Einbruch. Gut geplante Lüftungsanlagen bieten hingegen hohe Sicherheit, da die Fenster geschlossen bleiben können.

Pollen und Insekten (Filterqualität)

Komfortlüftungsanlagen ermöglichen den Einsatz hochwertiger Filter gegen Pollen. Bei Abluftanlagen ist der Aufwand deutlich höher und in der Praxis schwierig auszuführen, da jeder Außenluftdurchlass mit hochwertigen Filtern ausgeführt und auf Grund des entstehenden Unterdrucks eine besonders hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle gewährleistet werden muss. Bereits kleine Undichtigkeiten können dieses Ziel verhindern. Fensterlüftung ermöglicht keinen hinreichenden Schutz gegen Pollen und Insekten.





Wärme-/Temperaturverteilung im Raum

Bei Fensterlüftung und Abluftanlagen ist eine ungünstige Temperaturverteilung mit großen Temperaturunterschieden im Raum nur schwer zu vermeiden. Anlagen mit effektiver Wärmerückgewinnung, also einem hohen Wärmebereitstellungsgrad, führen die Luft selbst bei tiefen Außentemperaturen mit ca. 17 bis 18 °Celsius in den Raum ein, sodass im Raum Temperaturunterschiede gering sind, was die Wohnqualität beim Aufenthalt erhöht.

Komfort

Den höchsten Komfort bieten Komfortlüftungsanlagen vor allem wegen der hohen Zuluft-Qualität aufgrund der Filterung, Schallschutz und Energieeffizienz. Die Nutzerzufriedenheit bei Fensterlüftung und Abluftanlagen liegt deutlich geringer.

Bedienerfreundlichkeit, Regelbarkeit

Intuitive Bedienung und Regelung sind Grundvoraussetzung für Lüftungssysteme. Je einfacher die Bedienung, desto höher die Akzeptanz. Fensterlüftung erfordert dagegen regelmäßiges Einschreiten und damit einen vergleichsweise hohen Aufwand, um gute Raumluftqualität, Komfort und möglichst geringe Energieverluste zu erzielen.

Energieeffizienz & Wärmerückgewinnung

Fensterlüftung und Abluftanlagen führen bei ausreichender Lüftung zu Lüftungswärmeverlusten von 30 bis 50 kWh/(m²a). Bei optimierter Regelung von Abluftanlagen sind die Werte etwas zu reduzieren. Eine Komfortlüftung ermöglicht eine deutliche Reduzierung auf 8 bis 4 kWh/(m²a). Dafür entsteht während der Heizsaison ein Strombedarf für die Lüftung von 1,5 bis 2,5 kWh/(m²a). Gute Anlagen weisen eine „Arbeitszahl“ (Begriff siehe Glossar) von 15 bis 20 auf. Zum Vergleich: Wärmepumpen haben Arbeitszahlen von 3 bis 4, gute Anlagen von etwa 5.

Wartungsaufwand

Lüftungsanlagen benötigen Filter, die gewartet werden müssen. Bereits bei der Ausschreibung muss bedacht werden, dass die Folgekosten gering sein sollten. Filtermaterial soll kostengünstig sein. Außerdem ist es sehr wichtig, dass der Wechsel sehr einfach durchführbar ist. Gute Komfortlüftungsanlagen ermöglichen, dass die Nutzer problemlos selber den Filterwechsel durchführen können. Der sonstige Wartungsaufwand gut konzipierter Lüftungssysteme ist vernachlässigbar. Filterwartung bei Abluftanlagen ist ebenfalls einfach möglich, gestaltet sich in der Realität jedoch oftmals deutlich aufwändiger, weil für eine große Zahl Außenwanddurchlässe durchzuführen. Besonders hohen Aufwand erfordern alternierende Lüftungssysteme (Begriff siehe Glossar), da jedes der zahlreichen Geräte nicht nur einen Filterwechsel erfordert, sondern auch die regelmäßige Reinigung der Wärmetauscher, da diese sowohl von der Abluft als auch der Zuluft durchströmt und damit stärker verunreinigt werden können.

Sommerlicher Wärmeschutz

Auch im Sommer gilt es, einer übermäßigen Überhitzung der Wohnräume entgegenzutreten. Dies wird im Zuge des Klimawandels immer wichtiger. Grundsätzlich ist es nicht Aufgabe von Lüftungsanlagen, den sommerlichen Wärmeschutz zu gewährleisten. In erster Linie muss dies durch bauliche Lösungen erzielt werden. Das sind vor allem:

- ▶ eine außenliegende Verschattung der Fenster (mit Rollläden, vorstehenden Gebäudeteilen oder Pflanzen), die verhindert, dass einfallendes Sonnenlicht die Räume aufheizt,
- ▶ guter Wärmeschutz an Wänden und Fenstern, die den Wärmeeintrag über die Außenflächen verringern, und
- ▶ eine hohe Bauteilmasse, die tagsüber eintretende Wärmelasten „abpuffern“ kann, die nachts mittels Lüftung wieder nach draußen abgeführt werden.

Lüftungsanlagen können passive bauliche Maßnahmen flankierend unterstützen und z. B. über das Konzept der Nachtlüftung in den sommerlichen Wärmeschutz eingebunden werden. Eine einfache Lösung mit geringem Energiebedarf ist z. B. die Ansaugung der kühlen Außenluft über Fenster/Nachtlüftungsöffnungen (ggf. gesteuert motorisch zu öffnen) in die Wohnräume und die Abführung der Abluft unter Umgehung des Wärmetauschers über die Lüftungsanlage (Abluftschtung). An sehr warmen Tagen transportiert der Wärmetauscher Wärme aus der Außenluft ab und führt der Wohnung abgekühlte Luft zu.

Nicht empfohlen werden Erdreichwärmetauscher aufgrund des geringen Kühleffekts in Verbindung mit hohem Investitionsaufwand. Zudem besteht bei Luft-Erdreichwärmetauschern die Gefahr mikrobieller Verunreinigungen (UBA-Schimmelleitfaden 2017).

Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung müssen seit 2016 einen „Sommer-Bypass“ haben, der den Wärmetauscher umgeht, so dass nachts die Raumluft gegen kühle Außenluft ausgetauscht werden kann (Verordnung 2014/1253/EU).

Mehrfachnutzung der Zuluft und Kaskadenlüftung

Vorteile bei der Luftverteilung innerhalb der Wohnungen ergeben sich mit dem erprobten Prinzip der „Mehrfachnutzung der Zuluft“. Dabei wird Zuluft in den Wohn- und Schlafräumen eingebracht und die belastete Abluft in Küche und Bad abgesaugt. Das reduziert die Luftleitungen und ermöglicht eine „zweite“ Nutzung der Zuluft in den Abluftbereichen.

Eine konsequente Weiterentwicklung der „Mehrfachnutzung der Zuluft“ ist die „Kaskadenlüftung“ (Pfluger et al. 2013; ÖNorm H6038). Die Zuluft wird dabei überwiegend in Schlafräumen eingebracht und strömt von dort durch weitere Wohnräume und Flure in die Ablufträume (vgl. Abbildung 1). Dabei wird ausgenutzt, dass die Bewohner sich in der Regel entweder im Wohnraum (Bild oben) oder im Schlafzimmer (Bild unten) aufhalten. Die Zuluft wird im Schlafzimmer eingebracht und strömt im ersten Fall unverbraucht in die Aufenthaltsbereiche über. Im zweiten Fall wird die Frischluft direkt im Schlafzimmer benötigt. Mit dem Prinzip kann bei gleichen Außenluftströmen gegenüber einer konventionellen Luftverteilung insbesondere im Schlafbereich eine bessere Raumluftqualität erzielt werden.

Bewertungs-Übersicht

In der folgenden Tabelle (vgl. Tabelle 1) werden Lüftungssysteme anhand verschiedener Zielvorgaben miteinander verglichen. Fensterlüftung, die zur Vollständigkeit mit aufgeführt ist, kann eine Vielzahl von Anforderungen nur dann erfüllen, wenn regelmäßig nach 1,5 bis 2 Stunden aktiv gelüftet wird (vgl. Anmerkungen im Text). Beim Vergleich verschiedener Lüftungstechniken und -systeme weisen Anlagen mit Wärmerückgewinnung den höchsten Komfort auf.

Abbildung 1

Prinzip der Kaskadenlüftung

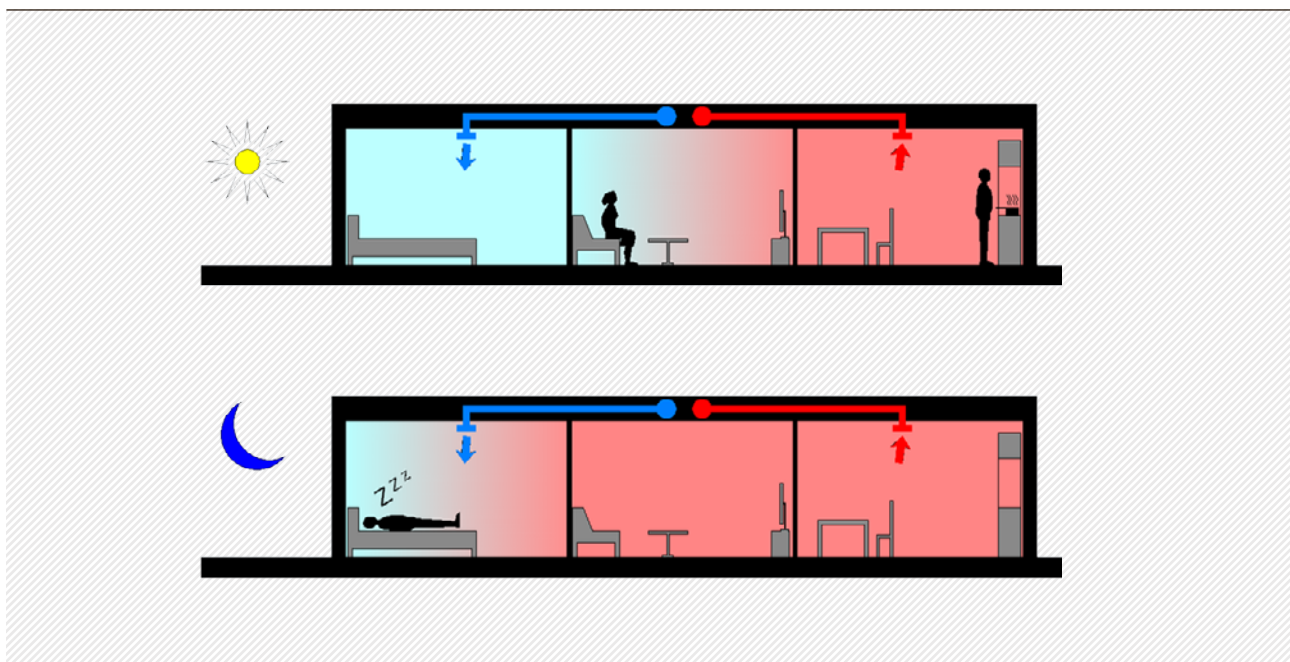


Tabelle 1

Bewertung von Lüftungssystemen anhand verschiedener Zielvorgaben

Zielvorgaben und Aspekte	Einfamilienhaus						Mehrfamilienhaus						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
	Fensterlüftung	Abluftanlage	Abluftanlage mit Fortluftwärmepumpe	Komfortlüftung mit WRG	Komfortlüftung – mit Kaskadenlüftung	Push-Pull-Lüftung	Fensterlüftung	Abluftanlage zentral	Abluftanlage dezentral	Komfortlüftung zentral	Komfortlüftung dezentral	Komfortlüftung optimiert	Push-Pull-Lüftung mit Abluft in Bad/WC
Funktion und Wirksamkeit der Lüftung	-	+	+	++	++	+-	-	+	+	++	++	++	+-
Abführen von Schadstoffen	+-	++	++	++	++	+-	+-	++	++	++	++	++	+-
Luftfeuchtigkeit & Schimmelrisiko	--	++	++	++	++	+	--	++	++	++	++	++	+
Mögliche Bauschäden durch Feuchtigkeit	--	++	++	++	++	+	--	++	++	++	++	++	+
Zeitaufwand für das Lüften	--	++	++	++	++	++	--	++	++	++	++	++	++
Zugluft und kalte Zuluft	--	-	-	++	++	+	--	-	-	++	++	++	+
Gerüche	-	++	++	++	++	+	-	++	++	++	++	++	+
Schallschutz	-	+	+	++	++	+-	-	+	+	++	++	++	+-
Einbruchrisiko	--	++	++	++	++	++	--	++	++	++	++	++	++
Pollen und Insekten (Filterqualität)	--	-	-	++	++	-	--	-	-	++	++	++	-
Wärme-/Temperaturverteilung im Raum	--	-	-	++	++	+-	--	-	-	++	++	++	+-
Komfort	--	+-	+-	++	++	+	--	+-	+-	++	++	++	+
Bedienerfreundlichkeit, Regelbarkeit	--	++	++	++	++	+	--	++	++	++	++	++	+
Energieeffizienz & Wärmerückgewinnung	--	-	-	++	++	+-	--	-	-	++	++	++	+-
Wartungsaufwand	+	+-	+-	+-	+-	--	+	+	+-	+	+-	+	--
Investitionskosten	++	+	+	--	-	-	++	+	+	--	-	+-	-
Energie- & Wartungskosten	--	-	+-	+	++	+-	--	-	-	++	+	++	+-
Gesamtkosten inkl. Annuität	-	-	+-	+	++	-	-	-	-	++	+	++	-

Kosten und Wirtschaftlichkeit

Zur Beurteilung der unterschiedlichen Lüftungssysteme ist es hilfreich, Investitionskosten in Zusammenhang mit den daraus resultierenden späteren Betriebskosten sowie dem Energiebedarf zu sehen, um die Vor- und Nachteile der Systeme und Ausführungsvarianten beurteilen zu können. Zu beachten ist dabei, dass die Vorteile sauberer Raumluft, Vermeidung von Gerüchen und Leistungsgewinne auf Grund ihrer Komplexität nicht in simple Investitions-, Energie- und Wartungskostenberechnungen einfließen können und daher zusätzlich bedacht werden müssen. Gut geplante Komfortlüftungsanlagen schneiden in der Bewertung am besten ab.

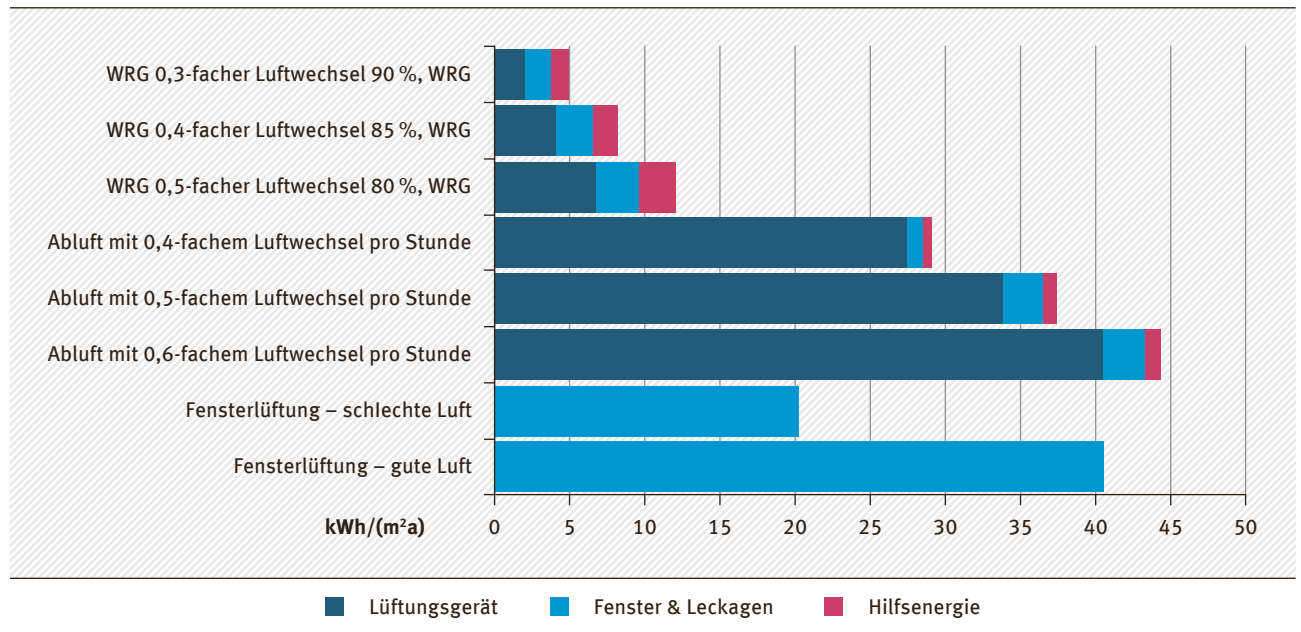
Investitionskosten

Die Investitionskosten von Abluftanlagen liegen in einem Bereich von 20 bis 30 € pro m² Wohnfläche, oftmals auch darüber, Komfortlüftungsanlagen bei 40 bis 70 €/m², können bei ungünstigen Planungen auch über 100 €/m² kosten. Relevant sind die Mehrkosten gegenüber ohnehin erforderlichen Abluftanlagen. Jene liegen bei optimierter Planung um 20 €/m². Gute Planer schaffen es, aufgrund der daraus resultierenden geringeren Heizlast die Heizanlage um diesen Betrag günstiger auszuführen. In einem solchen Fall ist Komfortlüftung nahezu kostenneutral hinsichtlich der Investition. Die Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen hängt deshalb sehr stark auch von der Qualifikation der Planer und des Planungsbüros ab.



Abbildung 2

Charakteristische Lüftungswärmeverluste für unterschiedliche Lüftungsarten



Quelle: Schulze-Darup 2018

Energiebedarf und -kosten

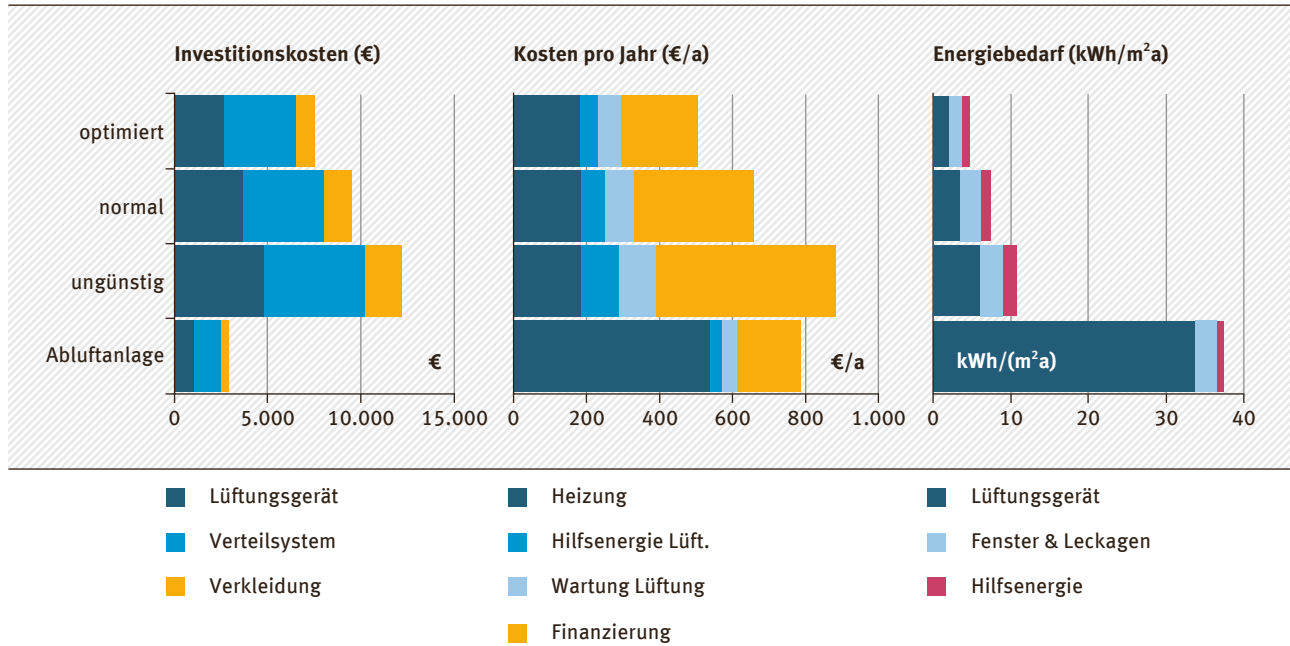
Fensterlüftung und Abluftanlagen verursachen Lüftungswärmeverluste von 40 bis 50 kWh/(m²a), um eine gute Raumluftqualität zu erzielen. Durch gezielte, nutzerabhängige Regelung können Abluftanlagen diesen Wert reduzieren. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erzeugen dagegen lediglich Lüftungswärmeverluste von 4 bis 8 kWh/(m²a) (vgl. Abbildung 2). Die Einsparungen liegen bei einer 100 m²-Wohnung also bei 250 bis 360 € pro Jahr (angenommener Energiepreis: 0,08 €/kWh). Dagegen zu rechnen sind die Strom(mehr)kosten während der Heizsaison. Sie betragen bei sehr guter Planung für Abluftanlagen 25 € und für Komfortlüftung 45 € im Jahr, können bei ungünstiger Betriebsweise aber auch deutlich höher liegen.

Wartungskosten

Für die Wartung fallen im Idealfall nur die Kosten der jährlich erforderlichen Filter an. Günstige Filter kosten für Abluftanlagen 10 bis 40 € im Jahr, für Komfortlüftung 20 bis 55 €/a. Wird allerdings die Wartung mit Filterwechsel durch einen Fachbetrieb ausgeführt, der ggf. eine mehrfache Anfahrt benötigt, liegen die jährlichen Kosten für eine Wohnung im günstigen Fall bei 60 bis 80 €, im ungünstigen Extremfall auch deutlich über 100 €.

Abbildung 3

Beispiel Einfamilienhaus mit 140 m² Wohnfläche: Angaben für Investitionskosten, Kosten pro Jahr und den Energiebedarf



Quelle: Schulze-Darup 2018

Kosten pro Jahr

Für den Eigentümer eines Einfamilienhauses oder die Nutzer einer Wohnung sind die Kosten relevant, die insgesamt pro Jahr bzw. pro Monat anfallen. Bei Betrachtung der gesamten Aufwendungen für die Annuität der Mehrinvestitionen, Betriebs- und Wartungskosten sind gut geplante Komfortlüftungsanlagen deutlich kostengünstiger als Abluftanlagen und Fensterlüftung, die oft höheren Energieverbrauch zur Folge hat. Voraussetzung sind eine kostengünstige Ausführung der Anlagen und vor allem günstige Wartungskosten. In die Berechnung einbezogen wurden aktuelle Förderbedingungen.

Gesamtkosten am Beispiel Einfamilienhaus mit 140 m² Wohnfläche

Die Investitionskosten, Kosten pro Jahr und der Energiebedarf werden in der folgenden Graphik (vgl. Abbildung 3) für ein Einfamilienhaus mit 140 m² Wohnfläche einander gegenübergestellt. Die Investitionskosten liegen in einem sehr günstigen Fall bei 7.500€, können aber auch über die hier als „ungünstig“ dargestellten 12.500€ hinausgehen. Im Vergleich dazu wird eine Abluftanlage dargestellt mit Investitionskosten von etwa 3.000€. Die daraus resultierenden Kosten für die Lüftungsan-

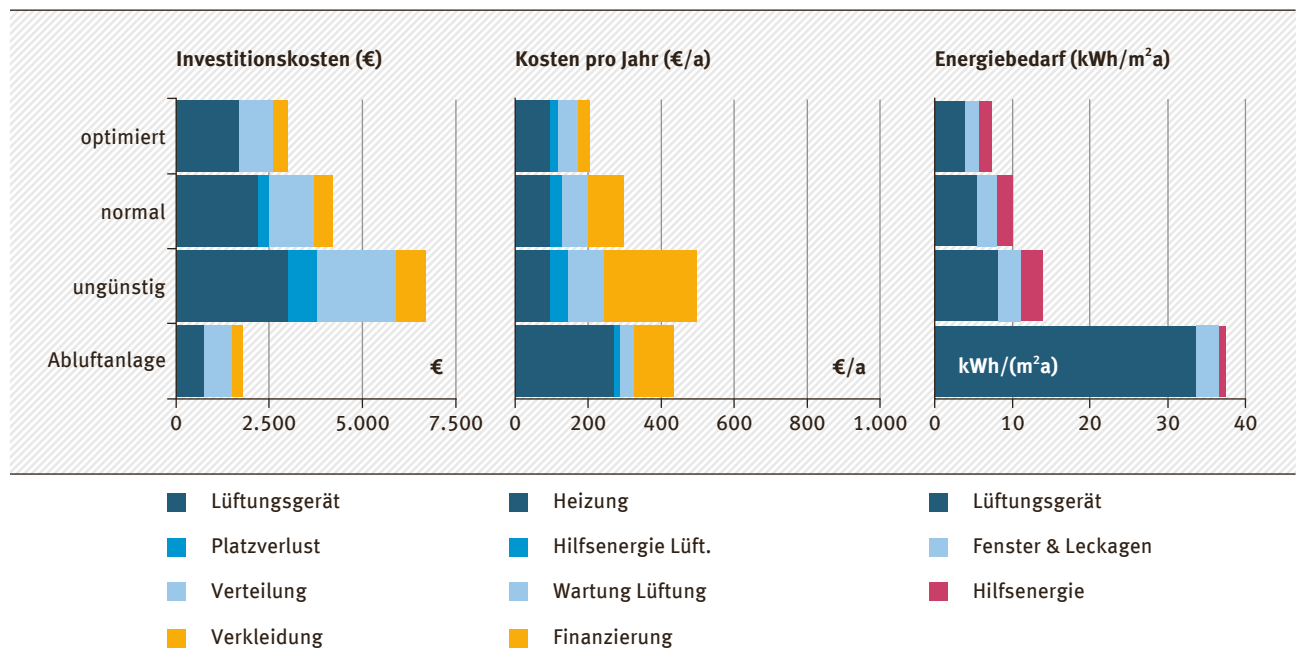
lage und deren Betrieb liegen pro Jahr zwischen 500 und 900 €, wobei gut geplante Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung die niedrigsten jährlichen Kosten aufweisen. Darüber hinaus liegt der Energiebedarf und mithin die Klimarelevanz deutlich günstiger als bei Abluftanlagen oder Fensterlüftung. Eine Anlage, die hinsichtlich der Investitionskosten als „ungünstig“ eingestuft wird, kann aufgrund geringen Energiebedarfs auch als „sehr gut“ gelten, weshalb dann in der Folge die Kosten pro Jahr etwas vorteilhafter ausfallen.

Gesamtkosten am Beispiel Mehrfamilienhaus-Wohnungen mit je 70 m² Wohnfläche

Die Investitionskosten für Wohnungen mit ca. 60 bis 80 m² Wohnfläche liegen für optimierte Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei etwa 3.000 €, können aber auch deutlich über 5.000 € kosten (vgl. Abbildung 4). Die Grundaussage verhält sich wie bei den Einfamilienhäusern: hochwertige und zugleich kostengünstige Anlagen mit Wärmerückgewinnung stellen für die Bewohner die attraktivste Variante dar und entlasten zu gleich die Energie- und Klimabilanz.

Abbildung 4

Beispiel Mehrfamilienhaus für eine Wohnung mit 70 m² Wohnfläche: Angaben für Investitionskosten, Kosten pro Jahr und den Energiebedarf

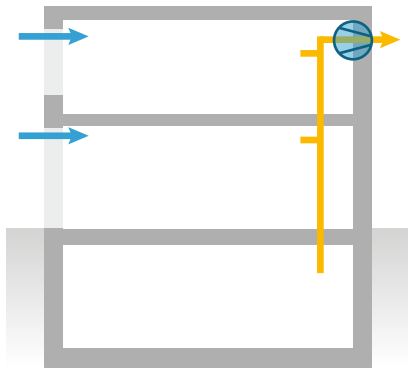


Quelle: Schulze-Darup 2018

Wohnungslüftungstechniken im Überblick

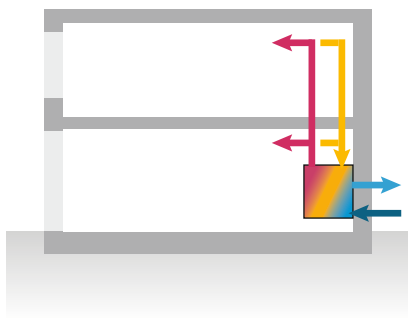
Es gibt am Markt vielfältige Angebote für ventilatorgestützte Lüftungssysteme zur Wohnraumlüftung. Die folgende Übersicht stellt einzelne Systeme mit ihren Vor- und Nachteilen dar.

Lüftungsanlagen in Einfamilienhäusern (EFH)



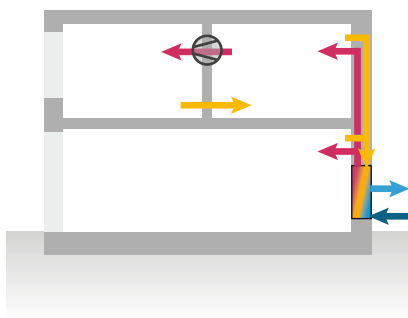
Abluftanlagen

Bei Abluftkonzepten (Bewertung s. Pos. 2 in Tabelle 1) wird aus Küche, Bad und WC verbrauchte Luft abgesaugt. In den Aufenthaltsräumen sorgen Außenluftdurchlässe in Wand oder Fensterrahmen für ein kontinuierliches Nachströmen frischer Außenluft, was aber nur funktioniert, wenn die sonstige Gebäudehülle luftdicht ist und nirgends ein Fenster geöffnet ist. Der Hauptvorteil ist die einfache Anlagentechnik. Nachteilig ist die anspruchsvolle Planung, um aufgrund der von außen einströmenden kalten Luft im Winter unkomfortabel kühle Bereiche zu vermeiden. Zudem fehlt eine Wärmerückgewinnung. Die Wartung kann aufwendig sein, weil sowohl die Abluftelemente als auch die Außenluftelemente regelmäßig gesäubert werden müssen. Der Schutz vor Pollen für Allergiker ist schwierig. Zudem muss eine gestalterische Lösung für die Außen- und Fortluftelemente gefunden werden. Wird die Wärme der Fortluft von Abluftanlagen über eine Wärmepumpe (Pos. 3 in Tab. 1) genutzt, so kann eine Arbeitszahl von 3 bis 5 erzielt werden.



Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG)

Das einfache Grundprinzip liegt darin, die Wärme der Abluft über einen Wärmetauscher weitestgehend auf die kontinuierlich einströmende frische Außenluft zu übertragen. Gute Systeme erzielen eine Arbeitszahl von mindestens 15 und liegen damit beim Dreifachen einer Fortluftwärmepumpe von Abluftanlagen. Die frische Luft wird mit nahezu Raumtemperatur in die Aufenthaltsräume geleitet, durchströmt danach Flure und Treppen und wird in Küche, Bad und WC abgesaugt. Der große Vorteil liegt in der deutlichen Reduktion von Energieverlusten und dem sehr hohen Nutzerkomfort. Deshalb werden die Systeme auch als Komfortlüftung bezeichnet. Für Allergiker bietet sich die einfache Möglichkeit, durch hochwertige Filter Pollen weitestgehend fernzuhalten.

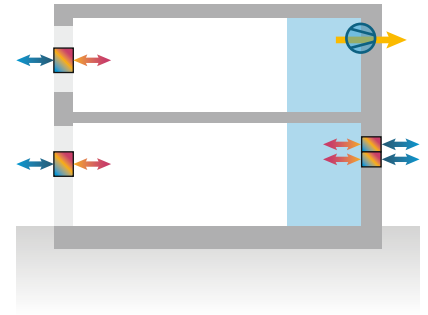


Optimierte Form der Komfortlüftung

Zentrale Zu-/Abluftanlagen werden zunehmend weiterentwickelt. Erhöhte Effizienz, einfachere Konzepte und wirtschaftlichere Lösungen werden angestrebt. Neue Systemlösungen minimieren Platzverluste, indem z. B. Geräte in Außenwänden positioniert werden. Luftströme können durch Kaskadenlüftung (vgl. Lösungsbeispiele) reduziert werden, die Frischluft wird über kleine Ventilatoren gezielt durch mehrere Räume gelenkt. Durch Sensoren und Bedarfsregelung kann auch der Komfort und die Energiebilanz nochmals verbessert und die Luftfeuchte in der kalten Jahreszeit erhöht werden. (Pos. 5 in Tab. 1).

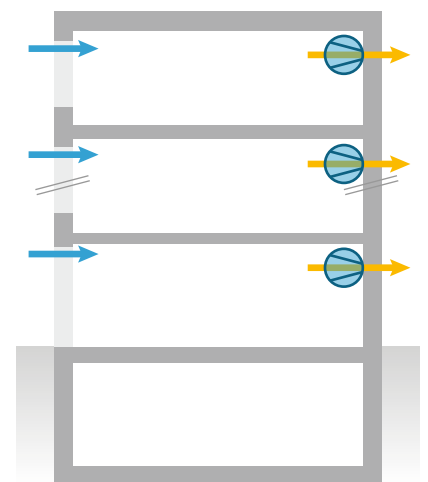
Dezentrale Lösungen

Es gibt eine Vielzahl von dezentralen Lüftungssystemen. Generell sind die oftmals deutlich hörbaren Ventilatorgeräusche bei höherer Leistung zu beachten, was einen Betrieb im Schlafzimmer mit akzeptablen Luftvolumina in der Regel ausschließt. Eine sinnvolle Lösung für kleine Wohnungen stellen Lüftungsgeräte mit Zu- und Abluft-Anschlüssen für jeweils ein bis zwei Räume dar (vgl. Lösungsbeispiele). Die meist kurze Zuluftleitung kann bei diesen Einzelgeräten bis in den Schlafbereich geführt werden, was Lüftungsgeräusche in diesem sensiblen Bereich vermeidet. Davon zu unterscheiden sind alternierende Lüftungsgeräte (Pos. 6 in Tab. 1), die durch den regelmäßigen Richtungswechsel der Luftführung einen integrierten Wärmetauscher ständig auf- und entladen. Sie sollten jeweils als Paar geplant werden. Bei dem Konzept erhöht sich der Gesamtluftwechsel im Vergleich zu zentralen Anlagen. Ablufträume erfordern gesonderte Abluftsysteme mit erhöhten Wärmeverlusten. Zu beachten sind die oftmals deutlich hörbaren Ventilatorgeräusche. Wartung und Hygiene sind problematisch, da Fortluft und die einströmende Außenluft die gleichen Oberflächen im Gerät und Wärmetauscher berühren.



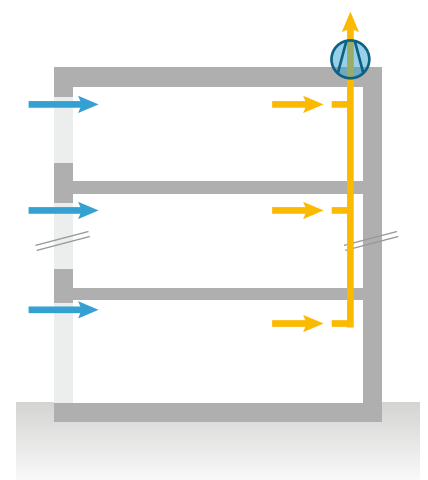
Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern (MFH)

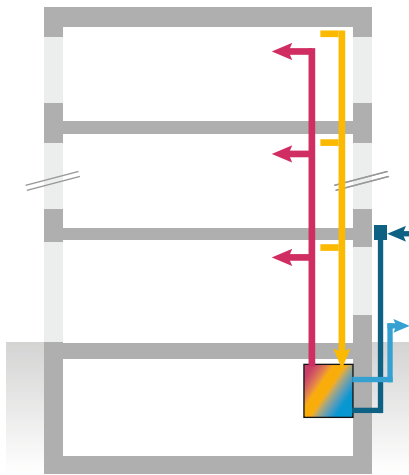
In Mehrfamilienhäusern können die Anlagen dezentral pro Wohnung oder zentral für das gesamte Gebäude installiert werden. Bei zentralen Lösungen müssen Lüftungsschächte geplant und muss dem Brandschutz besondere Beachtung geschenkt werden.



Abluftanlagen

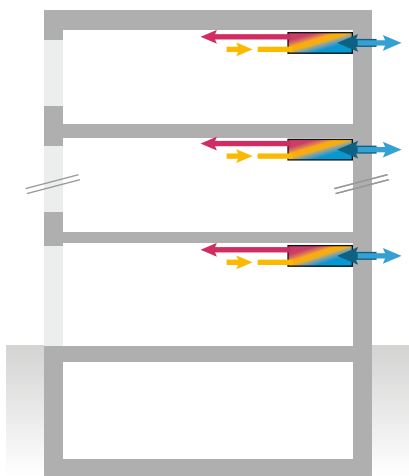
Bei Mehrfamilienhäusern können Abluftanlagen sehr unterschiedlich konzipiert werden: dezentrale Lösungen (Pos. 8 in Tab. 1) benötigen einen Ventilator pro Wohnung oder pro Abluftraum, wie im oberen Schema dargestellt. Alternativ sind auch zentrale Anlagen (Pos. 7 in Tab. 1) für das gesamte Gebäude möglich (Schema darunter). Die Außenluftdurchlässe müssen so geplant werden, dass sie keine unkomfortabel kalten Bereiche verursachen. Die fehlende Wärmerückgewinnung erzeugt einen erhöhten Heizwärmebedarf um ca. 20 kWh/(m²a). Eine regelmäßige Wartung von Außenluftdurchlässen und Abluftfiltern ist erforderlich, weil sonst durch verschmutzte Filter der erforderliche Außenluftvolumenstrom nicht mehr gewährleistet ist, die Anlage also nicht mehr für hygienisch einwandfreie Raumluft sorgt. Schließlich erfordern die Außenluftdurchlässe aufgrund ihrer hohen Anzahl eine gute architektonische Planung.





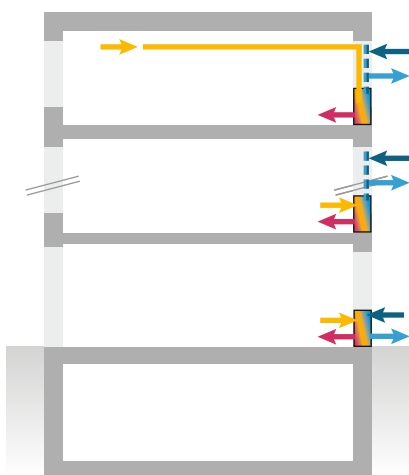
Zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Zentrale Lüftungsanlagen in MFH bestehen aus einer Lüftungszentrale im Keller oder Dachgeschoss, einem Steigstrang und der Verteilung innerhalb der Wohnungen. Die Planung kann so erfolgen, dass alle Wartungen außerhalb der Wohnungen vorgenommen werden können, sodass sich diese Variante besonders für den Mietwohnungsbau eignet. Der Nachteil liegt im Aufwand für den Brandschutz. Einen großen Vorteil bietet die Wärmerückgewinnung nicht nur durch die Einsparung beim Heizwärmebedarf (bei gut gedämmten Gebäuden 15 bis 25 kWh/(m²a) statt ca. 45 kWh/(m²a) bei Abluft), sondern auch durch die geringe Heizleistung, die besonders bei Wärmepumpensystemen zu deutlichen Einsparungen bei den Investitionskosten führt, die bei guter Planung die Mehrkosten der Lüftungsanlagen ausgleichen (Pos. 9 in Tab. 1).



Dezentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Wird pro Wohnung ein Lüftungsgerät eingebaut, handelt es sich um eine dezentrale Anlage (Pos. 10 in Tab. 1). Wenn die Luftführung innerhalb der Wohnung sehr einfach gehalten wird, kann eine sehr kostengünstige Lösung erreicht werden. Der Regelkomfort ist sehr gut und die Anlagen können – z. B. bei einer Sanierung im Bestand – wohnungsweise montiert werden. Werden Wohnungsgrundrisse geplant, die eine Kaskadenlüftung ermöglichen, kann eine gute Raumluftqualität mit sehr geringem Luftwechsel bereitgestellt werden. Wichtig ist dabei vor allem, dass die Schlafzimmer für den Nachtbetrieb pro Person mindestens 20 m³/h erhalten, das ist bei guter Planung sogar auf der Stufe „reduzierte Lüftung“ möglich (Pos. 11 in Tab. 1). Nachteilig ist der notwendige Filterwechsel innerhalb der Wohnung (der deshalb bei den Geräten sehr einfach durchführbar sein muss, sodass die Nutzer den Filterwechsel selbst ausführen können). Außerdem muss eine gestalterisch befriedigende Lösung für die Außen- und Fortluftdurchlässe in der Fassade gefunden werden. Weiterer Vorteil: Dezentrale Lüftungsanlagen können auch wohnungsweise bei Mieterwechsel nachgerüstet werden.



Dezentrale Einzelraumgeräte mit Wärmerückgewinnung

Analog zum Einfamilienhaus gibt es zahlreiche Systeme mit dezentralen Einzelgeräten. Wandintegrierte Kleinstgeräte mit integriertem Gegenstrom-Wärmetauscher können für Apartments und auch 2- bis 3-Zimmer-Wohnungen eine gute Lösung darstellen. Das gilt insbesondere für Sanierungen. Lösungen mit alternierenden Lüftungsgeräten (Pos. 12 in Tab. 1) sind einfach montierbar, können durch die Ventilatorgeräusche und den regelmäßigen Richtungswechsel jedoch als störend empfunden werden. Wie beim Einfamilienhaus weisen sie den Nachteil einer erhöhten erforderlichen Luftmenge auf und benötigen zudem Sonderlösungen für Abluftbereiche. Wartung und Hygiene sind ebenfalls problematisch.

Lösungsbeispiele (Praxisfälle)

Einleitung

Vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele für Gebäude werden für den Wohnbau primär Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung (WRG) erforderlich sein; neben guten Raumlufthbedingungen können diese Systeme zu erheblichen Heizenergie-Einsparungen beitragen. Im Folgenden soll anhand einiger Beispiele aus der Praxis gezeigt werden, welche Lösungen häufig realisiert werden. Es stehen vielfältige Varianten zur Verfügung. Häufig führen für ein Objekt unterschiedliche Lüftungskonzepte zum gewünschten Ziel. Welches Konzept verfolgt wird, ob dezentral oder zentral, sollte jeweils projektspezifisch entschieden werden.



Beispiel: Neubau Einfamilienhaus (EFH)

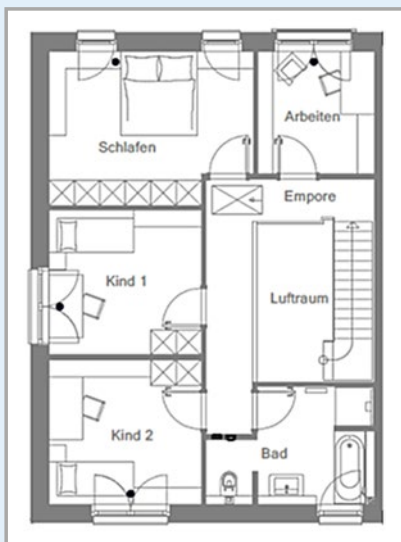
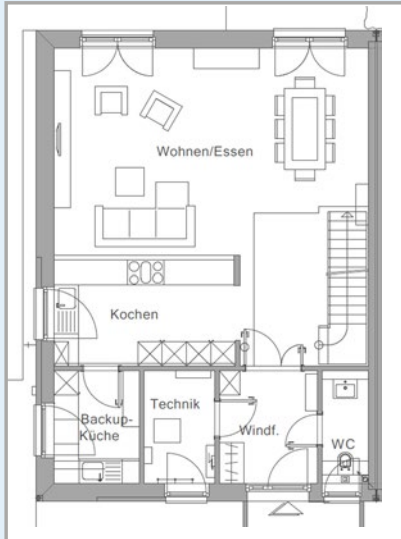


Abbildung 5: Grundrisse des EFH (Erdgeschoss links, Obergeschoss rechts)

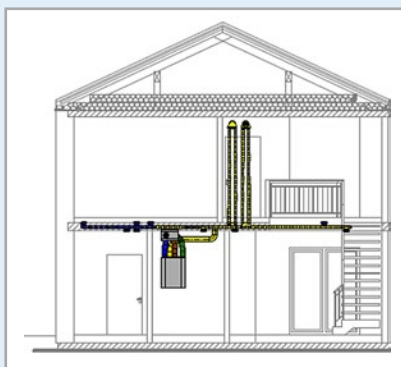


Abbildung 6: Darstellung Gebäudeschnitt

Kurzbeschreibung des Projekts:

Für das EFH wurde als Lüftungssystem ein zentrales Lüftungsgerät und eine Luft-Wasser Wärmepumpe vorgesehen. Das 2-geschossige Gebäude umfasst 5 Wohnräume sowie 1 Badezimmer im OG, ein WC im EG, Küche, Hausanschlussraum und Backup Küche (Wohnfläche 146 m², 5 Wohnräume)

Zentrales Lüftungskonzept mit einem Lüftungsgerät:

- ▶ Das Lüftungsgerät wird im Hauswirtschaftsraum unter der Decke oder an der Wand installiert.
- ▶ Die Luftverteilung erfolgt innerhalb der Geschossdecke mit flexiblen Rohrleitungen gleichzeitig für Erdgeschoss und Obergeschoss. Dies vereinfacht die Montage. Alternativ können die Lüftungsleitungen auch im Fußbodenaufbau oder in der abgehängten Decke verlegt werden.
- ▶ Die flexiblen Rohrleitungen sind in unterschiedlichen Querschnittsformen verfügbar, um eine Integration bei unterschiedlichen Platzverhältnissen zu ermöglichen. Runde Luftleitungen führen bei gegebener Querschnittsfläche auf die geringsten Druckverluste und sind besonders einfach zu reinigen.
- ▶ In dem Einfamilienhaus wird die Zuluft im Erdgeschoss in den Wohnräumen über die Decke und im Obergeschoss über Bodenauslässe verteilt.



Abbildung 6a: Abluft im HWR mit Ventil incl. Luftfilterung

Luftvolumenströme der Wohnungslüftung je Wohnung:

Nennlüftung nach [DIN 1946-6: 2019]	Empfehlung für Betrieb
155 m ³ /h	120 bis 140 m ³ /h (Annahme 4 Personen)

Investitionskosten:

Investitionskosten in Einfamilienhäusern für Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung liegen für Material und Montage zwischen 7.500 und 9.000 € inkl. Mehrwertsteuer. Optimierte Lösungen können auch in Richtung 6.000 € gehen, während ungünstige Systeme bei 12.500 € und auch höher liegen können. Das hier dargestellte Lüftungssystem wurde im Rahmen des Rohbaus in der Betondecke installiert. Die Investitionskosten beliefen sich auf ca. 6.000 bis 8.000 € inkl. MwSt. (zur Finanzierung der Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung wurde die Förderung der KfW als „Effizienzhaus 40 Plus“ genutzt).

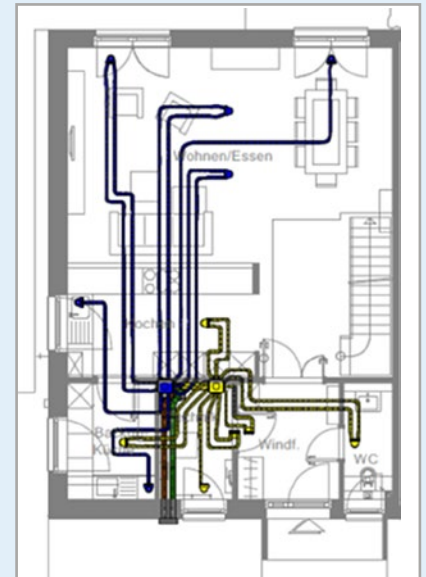


Abbildung 7: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss



Abbildung 7a: Verlegung der Leitungen in der Decke



Abbildung 7b: Zuluftventil aus dem Boden

Beispiel: Neubau Mehrfamilienhaus (MFH) – Wohnung mit rund 90 m²

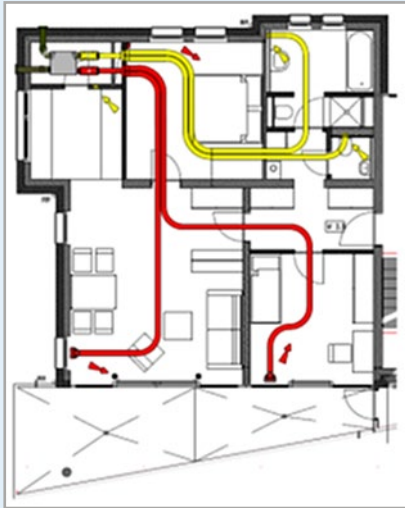


Abbildung 8: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss

Kurzbeschreibung des Projekts:

Im Zuge des Neubaus eines mehrgeschossigen Gebäudes wurden die Wohnungen jeweils mit einer wohnungszentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Bei der dargestellten Wohnung handelt es sich um eine Dreizimmerwohnung (Wohnfläche 87 m², 3 Wohnräume).

Zentrales Lüftungskonzept mit einem Lüftungsgerät je Wohneinheit:

- ▶ Das Lüftungsgerät ist in der Abstellkammer als Deckengerät montiert. Die Bedienung erfolgt über eine Steuereinheit im Flur.
- ▶ Die fassadennahe Aufstellung des Lüftungsgeräts ermöglicht kurze Außen- und Fortluftleitungen, was die Wärmeverluste und den Aufwand für die Dämmung dieser „kalten“ Kanäle deutlich reduziert. Die frische bzw. verbrauchte Luft wird direkt an der Fassade über Lüftungsgitter angesaugt bzw. abgeführt.
- ▶ Die Abluft- und Zuluftleitungen werden über Flachkanäle, welche im Bodenaufbau integriert sind, in die jeweiligen Räume geführt. Dies ermöglicht eine einfache Montage der Luftleitungen.

Die Luft wird in den Räumen über Ventile und Gitter in die jeweiligen Räume eingeblasen bzw. abgesaugt.

Luftvolumenströme der Wohnungslüftung je Wohnung:

Nennlüftung nach [DIN 1946-6: 2019]	Empfehlung für Betrieb
100 m ³ /h	80 bis 90 m ³ /h (Annahme 3 Personen)



Abbildung 9: Flachkanal im Bodenaufbau



Abbildung 10: Zuluftauslass im Wohnzimmer

Beispiel: Neubau Mehrfamilienhaus (MFH) – Wohnung mit 70 m²

Kurzbeschreibung des Projekts:

Ein achtgeschossiges Mehrfamilienhaus wurde wohnungsweise mit Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Ein wesentliches Augenmerk lag auf einer kostengünstigen Systemlösung der Anlagen mit einem Kostenziel von 3.000 € inkl. MWSt. pro Wohnung. Aufgrund der hohen Stückzahl wurde dieses Ziel erreicht. Bei kleineren Gebäuden hätten die Kosten pro Wohnung bei etwa 3.500 € inkl. MWSt. gelegen.

Zentrales Lüftungskonzept mit einem Lüftungsgerät je Wohneinheit:

- ▶ Das Lüftungsgerät ist im Bad als Deckengerät oder Wandgerät über dem WC montiert.
- ▶ Das Lüftungsgerät wird möglichst fassadennah installiert, im Schema über dem WC an die Außenwand anschließend.
- ▶ Die Abluft- und Zuluftleitungen werden mit kurzen Leitungslängen verlegt und die Zuluft über Weitwurfdüsen in die Aufenthaltsräume geleitet.
- ▶ Die Systemkomponenten sind auch bzgl. der Montage optimiert, sodass die Installation des System innerhalb von vier bis sechs Stunden in einer Wohnung erfolgte.

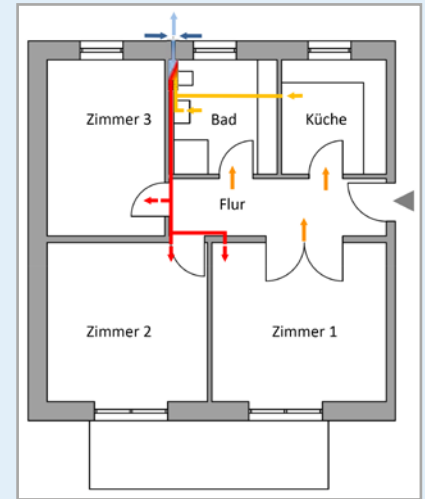


Abbildung 11: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss mit Einbausituation über dem WC

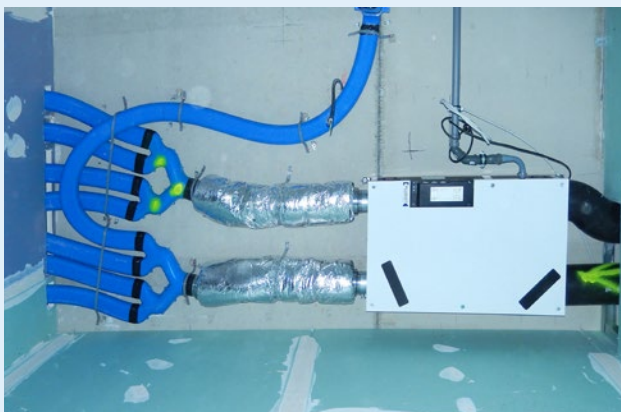


Abbildung 12: Einbausituation mit einer Einbausituation unter der Decke im Bad

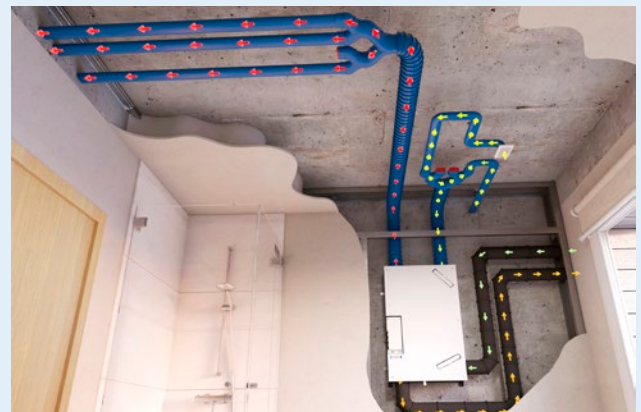


Abbildung 13: Schema einer Einbausituation über dem WC im Bad

Beispiel: Sanierung eines Mehrfamilienhauses (MFH)

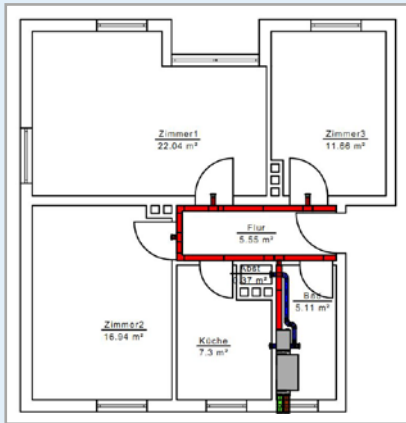


Abbildung 15: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss

Kurzbeschreibung des Projekts:

Im Rahmen der energetischen Sanierung eines 4-geschossigen Altbaus mit Zwei- und Dreizimmerwohnungen, Baujahr 1972, wurden die Wohnungen mit je einer wohnungszentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet (Wohnfläche 72 m², 3 Wohnräume). Die Wohnungen waren während der Modernisierungsmaßnahmen bewohnt. Eine gute zeitliche Abstimmung und Planung ermöglichte kurze Montagezeiten und moderate Investitionskosten.

Zentrales Lüftungskonzept mit einem Lüftungsgerät je Wohneinheit:

- ▶ Das Lüftungsgerät wird im Badezimmer deckenhängend nahe der Außenwand installiert. Hierfür wurde ein Deckengerät mit geringer Höhe gewählt.
- ▶ Die Lage nahe der Außenwand ermöglicht sehr kurze Außenluft- und Fortluftleitungen.
- ▶ Die Verteilung der Zuluft erfolgt über ein kurzes Kanalsystem im Randbereich des Flures. Die Zuluft wird mittels Weitwurfdüsen in die Räume eingebracht. (Diese Zuluftelemente bringen die Luft mit Impuls ein und verteilen diese daher weiter im Raum. Das kann die Luftverteilung vereinfachen). Das verwendete Kanalsystem in Stuckoptik wurde speziell für Sanierungen entwickelt und ermöglicht eine schnelle Montage (von verschiedenen Herstellern werden vergleichbare Leitungssysteme angeboten). Der Abluftkanal für die Küche kann im Beispiel sehr kurz ausfallen, da die Küche sich direkt neben dem Bad befindet.



Abbildung 16: Kanalsystem in Stuckoptik für Sanierungen

Luftvolumenströme der Wohnungslüftung je Wohnung:

Nennlüftung nach [DIN 1946-6: 2019]	Empfehlung für Betrieb
80 m ³ /h	80 bis 90 m ³ /h (Annahme 3 Personen)

Investitionskosten bei Mehrfamilienhäusern:

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung liegen für Zwei- bis Dreizimmerwohnungen bei Investitionskosten von 3.000 bis über 6.000 €. Die Investitionskosten bei der Sanierung liegen meist etwas höher als beim Neubau, weil einerseits die Rahmenbedingungen nicht immer optimiert werden können und weil Erschwernisse, wie z. B. das Bohren von Öffnungen für Wanddurchlässe, erforderlich sind. In dem dargestellten Sanierungsbeispiel („Sanierung eines Mehrfamilienhauses“) lagen die Investitionskosten bei ca. 4.500 bis 6000 Euro inkl. Montage und MwSt. Zur Finanzierung der Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung können verschiedene Förderprogramme in Anspruch genommen werden.

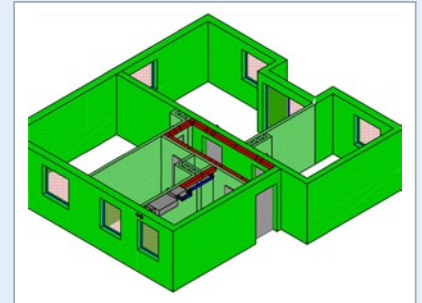


Abbildung 14: Isometrie der 3-Zimmer-Geschosswohnung



Abbildung 17: Lüftungsgerät für Deckeninstallation, hier mit seitlicher Wartungsöffnung



Abbildung 18: Flur nach der Sanierung

Beispiel: Sanierung eines MFH – verschiedene Varianten

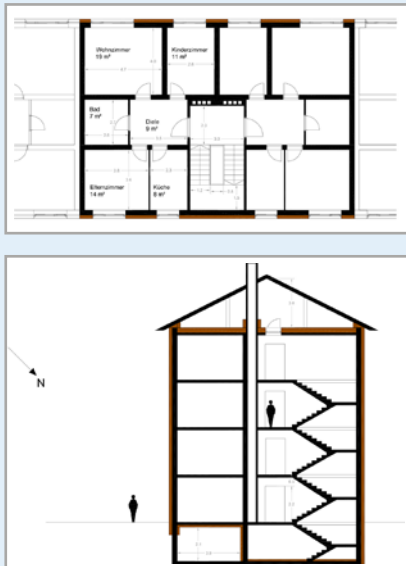


Abbildung 19: Grundriss und Gebäudeschnitt des Mehrfamilienhauses

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen einer energetischen Sanierung sollte ein viergeschossiges Mehrfamilienhaus aus den 1960er Jahren mit Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgestattet werden. Die acht Mietwohnungen haben jeweils 3 Zimmer sowie Bad und Küche. Baulich ist eine Installation der Lüftungsgeräte in Bad und Küche möglich. Außerdem wäre im unausgebauten Dachraum Platz für ein Zentralgerät, das alle Wohnungen versorgt (Wohnfläche 68 m², 3 Wohnräume).

Für die Sanierung mit Wohnungslüftung wurde ein Wettbewerb ausgelobt (Passivhaus-Institut 2016). Die nachfolgenden Lösungen zeigen die favorisierten Konzepte. Wie der Wettbewerb zur Sanierung des Mehrfamilienhauses zeigte, sind mit ganz unterschiedlichen Konzepten gute Lösungen am Markt verfügbar.

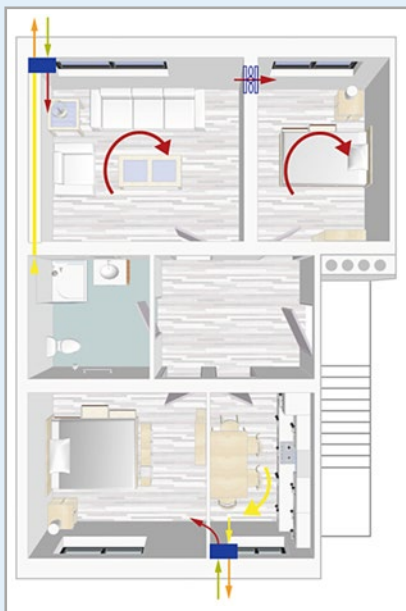


Abbildung 20: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss

Sanierung MFH Variante 1:

Dezentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung

Dezentrales Lüftungskonzept mit zwei Lüftungsgeräten je Wohneinheit, jeweils mit Zweitraumanschluss:

- ▶ Die Lüftungsgeräte werden platzsparend wandhängend an der Außenwand installiert. Die Geräte sind für Aufputz- sowie Unterputz-Montage geeignet.
- ▶ Der Aufstellraum wird direkt belüftet. Über einen Zweitraumanschluss wird das nebenliegende Badezimmer entlüftet. Das Gerät in der Küche entlüftet die Küche und belüftet über einen Zweitraumanschluss das nebenliegende Schlafzimmer.
- ▶ Besonderheit: Das dritte Zimmer wird über ein „aktives Überström-Element“ versorgt. Dies ist ein in der Trennwand oder im Türblatt integriertes Element, das mit Kleinventilatoren aus einem „Frischluftrreservoir“, hier das Wohnzimmer, Luft in angrenzende Räume, hier das Schlafzimmer, verteilt.



Abbildung 21: Fassadenintegriertes Lüftungsgerät

Sanierung MFH Variante 2: Wohnungszentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung

Zentrales Lüftungskonzept mit einem Lüftungsgerät je Wohneinheit:

- ▶ Das Lüftungsgerät wird deckenhängend in der Küche nahe der Außenwand installiert.
- ▶ Die Lage nahe der Außenwand ermöglicht sehr kurze Außenluft- und Fortluftleitungen
- ▶ Die Verteilung der Zuluft und Abluft erfolgt über ein kompaktes Kanalsystem im Randbereich des Flures. Die Zuluft wird mittels Weitwurfdüsen in die Räume eingebracht.
- ▶ Die Installation der Lüftungsleitungen am Rand ermöglicht eine Verkleidung der Decke nur im Randbereich (eine Abhängung der kompletten Decke im Flur ist nicht erforderlich).



Abbildung 23: Lüftungsgerät für Deckeninstallation hier mit Wartungszugang von unten

- ▶ Mittels eines kombinierten Außenluft- und Fortluftelements wird die Fortluft von der Fassade weg ausgeblasen, die Außenluft von unten angesaugt.

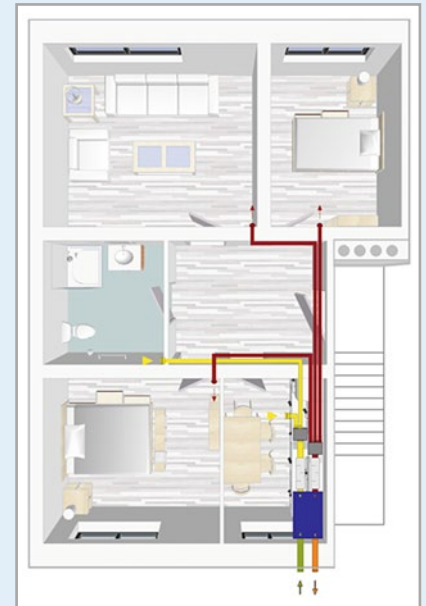


Abbildung 22: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss

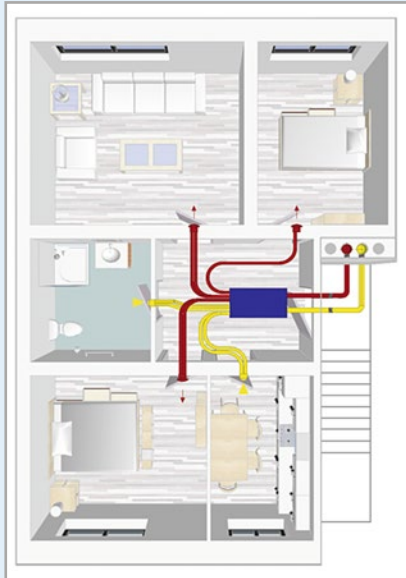


Abbildung 25: Darstellung des Lüftungskonzepts im Grundriss

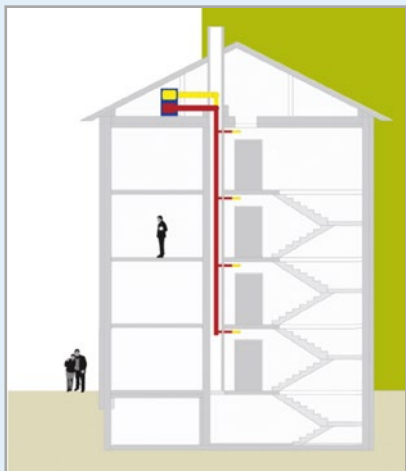


Abbildung 26: Lüftungskonzept in Gebäudeschnitt

Sanierung MFH Variante 3:

Gebäudezentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung

Gebäudezentrales Lüftungskonzept mit einem Lüftungsgerät im nicht ausgebauten Dachgeschoss:

- ▶ Das Gebäude-zentrale Lüftungsgerät wird im nicht ausgebauten Dachraum installiert und versorgt alle Wohnungen.
- ▶ Die Luftverteilung in die Wohnungen erfolgt über Steigleitungen in einem Schacht im Treppenhaus.
- ▶ Je nach Brandschutzkonzept sind zwischen Wohnungen und Schacht Brandschutzklappen oder Brandschutzschotts in Verbindung mit Kaltrauchsperrern erforderlich.
- ▶ Besonderheit: In den Wohnungen sind vorgefertigte Volumenstrom-Module deckenhängend im Flur installiert, die bereits Volumenstromregler, Schalldämpfer und Luftverteiler enthalten.
- ▶ Mit einem kompakten Kanalnetz im Flur wird Abluft und Zuluft innerhalb der Wohnung verteilt.

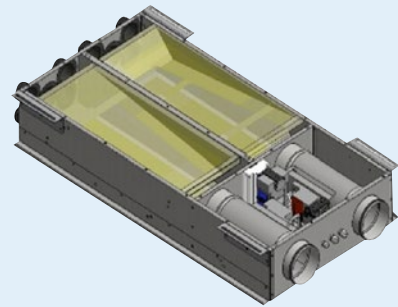


Abbildung 27: Platzsparende kombinierte Einheit aus Volumenstromregler, Schalldämpfer und Luftverteiler

Luftvolumenströme der Wohnungslüftung je Wohnung:

Nennlüftung nach [DIN 1946-6: 2019]	Empfehlung für Betrieb
80 m ³ /h	80 bis 90 m ³ /h (Annahme 3 Personen)

Investitionskosten:

Für das beschriebene Mehrfamilienhaus wurden Angebote für unterschiedliche Lüftungslösungen eingereicht. Die Kosten der oben dargestellten Lösungen betragen dabei je Wohneinheit ca. 4.500 € bis 5.500 € inkl. MwSt. (zur Finanzierung der Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung können verschiedene Förderprogramme in Anspruch genommen werden).

Wohnraumlüftungssysteme: Tipps für die Praxis

Die folgenden Praxis-Tipps fassen in Kurzform die Möglichkeiten moderner Lüftungstechnik in Wohngebäuden nochmals zusammen.

- ▶ **Schnelle Umsetzung in Wohnungen:** Viele Hersteller bieten heute Systemkomponenten an, die für eine schnelle und unkomplizierte Montage des Kanalnetzes gerade in den Wohnungen sorgen. Das bringt Vorteile im Neubau und bei der Sanierung im Bestand.
- ▶ **Verteilung der Luftmengen auf die Räume:** Vor allem in den Schlafräumen sollte auf ausreichende Luftmengen geachtet werden, denn nachts sind die Innentüren häufig geschlossen und im Wesentlichen steht den Bewohnern nur der über das Lüftungssystem in den Raum eingebrachte Luftstrom zur Verfügung. Empfehlung Schlafzimmer (2 Personen): 40 m³/h und Kinderzimmer: 20 m³/h.
- ▶ **Mehrfachnutzung der Zuluft und Kaskadenlüftung:** Diese Planungsansätze reduzieren die Luftleitungen und ermöglichen bei gleichen Außenluftströmen gegenüber einer konventionellen Luftverteilung insbesondere im Schlafbereich eine höhere Raumluftqualität (vgl. Abschnitt Planungsansätze).
- ▶ **Öffnen der Fenster:** Durch die kontrollierte Wohnraumlüftung ist das Lüften über die Fenster gerade in der kalten Jahreszeit nicht mehr erforderlich. Das Öffnen der Fenster ist aber weiterhin möglich. Viele Bewohner schlafen z. B. in Sommernächten gern bei geöffneten Fenstern.
- ▶ **Wartung:** Zur regelmäßigen Wartung gehören der Filterwechsel und die Überprüfung des Kondensatablaufs. Der Aufwand dafür ist in der Regel gering und kann bei den meisten Systemen nach einer Einweisung durch den Nutzer selbst durchgeführt werden. Bei Mietwohnungen übernehmen dies häufig Wartungsdienste. Jedoch sollte in mehrjährigen Abständen auch eine Inspektion durchgeführt werden, die vom Fachmann erfolgt.

- ▶ **Trockene Raumluft vermeiden:** Kalte Außenluft enthält nur wenig Wasserdampf. Dies führt dazu, dass die Raumluft im Winter oft trockener als im Sommer ist. Ist nun die Raumluft im Winter zu trocken und ist der Lüftungsaustausch hoch, kann meist schon durch bedarfsgerechte Regelung und eine kleinere Lüfterstufe Abhilfe geschaffen werden und die Luftfeuchte steigt auf behagliche Werte in den Räumen.
Bei Standorten mit sehr kalten Wintern oder erhöhten Anforderungen an die Raumluftfeuchte können zusätzlich auch Wärmeübertrager mit Feuchterückgewinnung zweckmäßig sein, die von einigen Herstellern angeboten werden. Im Lüftungsgerät wird ein Teil der Abluftfeuchte auf die Zuluft übertragen und es stellen sich somit insgesamt höhere Raumluftfeuchten im Winter ein.
- ▶ **Verschmutzung der Zuluftleitung vermeiden:** Viele Hausbesitzer haben Bedenken, dass die Zuluftleitungen ihrer Lüftungsanlage verschmutzen könnten. Aber wenn hochwertige Außenluftfilter eingebaut und regelmäßig gewechselt werden, sind solche Sorgen unbegründet. Die Verunreinigung der Zuluftleitungen wird durch solche hochwertigen Außenluftfilter vermieden. Sollte dennoch eine Verschmutzung auftreten, gibt es unterschiedliche Verfahren, um die Leitungen zu reinigen.

Verordnungen und Normen

DIN 1946-6: „Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung“, Beuth-Verlag, Berlin 2019

ÖNORM H 6038: „Lüftungstechnische Anlagen – Kontrollierte mechanische Be- und Entlüftung von Wohnungen mit Wärmerückgewinnung – Planung, Ausführung, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung“, Österreichisches Normungsinstitut, Wien 2020

VDI 6022 Blatt 1: „Raumluftechnik, Raumlufqualität – Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln)“, Beuth-Verlag, Berlin 2018

Literaturnachweis

Burkhard Schulze-Darup: Richtig lüften mit Komfortlüftungsanlagen. – Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie und des Bayerischen Landesamts für Umwelt, München 2018

Rainer Pfluger, Gabriel Rojas-Kopeinig, Mattias Rothbacher, Harald Malzer (PHI), Elisabeth Sibille: Doppelnutzen – Komfort und kostenoptimierte Luftführungskonzepte für energieeffiziente Wohnbauten. Fördergeber: FFG/Haus der Zukunft, Universität Innsbruck 2013

Lüftungskonzepte für die Sanierung. www.europhit.eu/component-Award-2016, Passivhaus-Institut, Darmstadt 2016

Protokollband Nr. 50 „Kostengünstige Lüftungslösungen für den Wohnbau“ des AkkP, Passivhaus Institut, Darmstadt 2015

Protokollband Nr. 54 „Neue Konzepte der kontrollierten Lüftung: Fassadenintegrierte Lüftung“ des AkkP, Passivhaus Institut, Darmstadt 2018

Umweltbundesamt. Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung bei Schimmelbefall in Gebäuden, Dessau-Roßlau 2017

Abbildungsnachweis

Abbildung 1: Elisabeth Sibille, Universität Innsbruck

Tabelle 1 Seite 19, Diagramme Seiten 21–23, Abbildungen Seiten 24–26, Abbildung 12 Seite 31: Schulze-Darup

Abbildungen 5, 6, 6a, 7, 7a, 7b: Systemair GmbH

Abbildungen 8 bis 10: Zehnder Group Deutschland GmbH

Abbildung 13: Pluggit GmbH

Abbildungen 14 bis 18: Vallox GmbH

Abbildungen 19, 20, 22, 25, 26: Passivhaus Institut GmbH

Abbildung 21: Vaventis BV

Abbildungen 23: Brink Climate Systems B.V.

Abbildung 27: J. PICHLER Gesellschaft m. b. H.



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt/