

Dimensionierungshilfe Komfortlüftung

1 Allgemein

Eine Komfortlüftung ist im Sinne des SIA-Merkblatts 2023 [1] eine einfache Lüftungsanlage. Sie sorgt für eine hygienische angemessene Lüftererneuerung. Die Komfortlüftung hat keine aktive Heiz-, Kühl- oder Befeuchtungsfunktion und verwendet keine Umluft.

Der sommerliche Wärmeschutz muss unabhängig von der Komfortlüftung gelöst werden. Neben einer guten (ausser liegenden) Beschattung gehört typischerweise eine Nachtauskühlung mit Fensterlüftung dazu. Falls Fenster in Sommernächten nicht geöffnet werden können (z. B. Lärm, Wohnungen für Allergiker) muss eine alternative Lösung für den Wärmeabtransport realisiert werden.

Die Komfortlüftung ist eine junge Technologie, deren Entwicklung noch im Gange ist, die Anforderungen noch im Fluss sind. Planer und Installateure haben zu beachten, dass sie stets die aktuellsten Regelwerke berücksichtigen.

Das kann eine Komfortlüftung!

- Luft gleichmässig und dem hygienischen Bedarf entsprechend erneuern.
- Feuchte sowie übliche Gerüche und Baustoffemissionen kontinuierlich abführen.
- bei gesicherter Lüftererneuerung vor Aussenlärm schützen.
- Staub und Pollen zurückhalten.
- die Lüftererneuerung bei allen Wetterlagen gewährleisten.

Das kann eine Komfortlüftung nicht!

- Die Komfortlüftung ist keine Klimaanlage oder Luftheizung, sie ersetzt den Wärmeschutz nicht.
- Sie kann das Einhalten von Feuchtegrenzwerten nicht garantieren. Diese hängen massgebend vom Benutzerverhalten ab. Geräte mit Feuchterückgewinnung können die Feuchterege- lung unterstützen.
- Sie kann weder die Gefährdung durch Passivrauchen noch Geruchsbelästigungen verhindern.
- Sie kann Aussengerüche (Cheminéerauch, Landwirtschaft) meist nicht zurückhalten. Hierzu wären teure Aktivkohlefilter erforderlich.

2 Planungsablauf und Verantwortlichkeiten

Im Vorfeld der Projektierung von Lüftungsanlagen sollte sich die Baurägerschaft im Klaren sein, dass sie als Bestellerin ihre Anforderungen und Wünsche definieren muss. Je kompetenter die Bestellerin dies erledigt, umso zielgerichteter und effizienter lässt sich der Auftrag erfüllen.

Grundsätzlich tragen die Architekturschaffenden neben der Gesamtverantwortung für das Gebäude auch die Verantwortung für die Raumluftqualität, die thermische Behaglichkeit und den akustischen Standard. Sie müssen dafür sorgen, dass eine funktionierende Lüftung entsteht. Sie stehen auch in der Pflicht, optimale bauliche Voraussetzungen für Planung, Installation und Betrieb der Lüftungsanlage zu schaffen. Damit sie diese Aufgaben erfüllen können, arbeiten sie mit den Haustechnikfachleuten zusammen und koordinieren deren Arbeiten.

Die Haustechnikplanenden beraten Architekten und Bauherren bei der Systemwahl und beim Grundkonzept. Sie erarbeiten das Projekt und schlagen Detaillösungen und Produkte vor. Durch ihr Spezialwissen unterstützen sie die Architekten in konzeptionellen Fragen und bei der Koordination. Diese Planungsleistungen werden bei komplexeren Projekten meist von Ingenieurbüros erbracht, bei einfachen Anlagen können auch ausführende Firmen die Planungsleistungen erbringen. Die ausführenden Firmen schliesslich sind für die fachgerechte Realisierung zuständig. Sie tragen massgebend zur Qualität der Anlagen bei. Zu ihrer Aufgabe gehört die Anleitung der Betreiber und Nutzerinnen.

3 Luftführung in der Wohnung und im Raum

3.1 Aussen- und Fortluft

Der Standort des Aussenluft-Durchlasses ist so zu wählen, dass keine vermeidbaren Luftbelastungen (Staub, Gerüche, Abgase) in die Anlage gelangen. Zudem sind die örtliche Vegetation und die maximale Schneehöhe zu berücksichtigen.

Die Aussenluftfassung soll mindestens 0,7 Meter über Terrain liegen.

MINERGIE®

Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch
Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie

 **energieschweiz**

Bei Aussenluftfassung auf öffentlichen oder gemeinschaftlich genutzten Arealen wie Spielplätzen, sind Höhe und Konstruktion so zu wählen, dass keine Verunreinigungen infolge von Unachtsamkeit oder Unfug in die Lüftungsanlage gelangen. Aussenluftfassungen über Lichtschächten oder ebenerdigen Gittern sind aus hygienischer Sicht zu vermeiden. Der Fortluft-Durchlass ist so anzuordnen, dass weder ein Kurzschluss in die Aussenluft entsteht noch Nachbarwohnungen belästigt werden.

3.2 Luftführung in der Wohnung

Zuluft wird in den Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmern zugeführt. Abluft wird aus Küche, Bad und WC gesaugt. Korridore und Treppen liegen in der Regel im Durchströmbereich. Teilweise kann auch der Wohnbereich im Durchströmbereich liegen. Dieser Fall ist oft bei neuen Wohnungen mit offenen Grundrissen gegeben.

3.3 Luftvolumenströme und Druckverhältnisse

In der Regel sind der mechanisch geförderte Zu- und Abluftvolumenstrom in einer Wohnung gleich gross. Bei gleich grossen Volumenströmen tritt weder Unter- noch Überdruck auf. Entsteht dennoch Unterdruck, dann kann eine raumluftabhängige Feuerung gestört werden. Im schlimmsten Fall gelangen Abgase in den Raum. Je nach Lage und Baukonstruktion besteht das Risiko, dass der Unterdruck Radon in die Wohnung saugt. Bei Überdruck erhöht sich das Risiko für Bauschäden (Luftleckkondensation).

Weder Komfortlüftungen noch andere Wohnungslüftungen können eine bestimmte Raumluftfeuchte garantieren. Massnahmen zur Vermeidung von allzu tiefen Raumluftfeuchten sind:

- Keine überdimensionierten Luftvolumenströme
- Bedarfssteuerung pro Wohnung
- Nicht überheizen

Der Zu- und Abluftvolumenstrom wird zuerst getrennt berechnet. Das grössere Total ist für die weitere Dimensionierung massgebend. Auf der Seite mit dem kleineren Total (z. B. Abluft) werden die Werte pro Raum so erhöht, dass das identische Total wie auf der anderen Seite (z. B. Zuluft) entsteht. Wenn das Total auf der Zuluftseite höher ist, soll zuerst der Abluft-

volumenstrom in der Küche erhöht werden (bis auf rund 60 m³/h). Die Abluftvolumenströme der übrigen Räume folgen in zweiter Priorität.

Berechnung der Zuluft

Der Zuluftvolumenstrom wird in Wohnungen anhand der Anzahl Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmer festgelegt. In jedem Zimmer wird Zuluft zugeführt, das gilt nicht für Zimmer, die im Durchströmbereich liegen.

Faustregel: Jedes Wohn-, Schlaf- und Arbeitszimmer erhält 30 m³/h Zuluft.

Das SIA-Merkblatt 2023 zeigt ein differenzierteres Verfahren auf. Die Werte weichen aber nicht wesentlich von der Faustregel ab.

Minimaler Abluftvolumenstrom

für den kontinuierlichen Betrieb (Normalbetrieb)

Raum	Abluftvolumenstrom
Küche (Raumabluft)	40 m ³ /h
Bad, Dusche	40 m ³ /h
WC (ohne Dusche)	20 m ³ /h

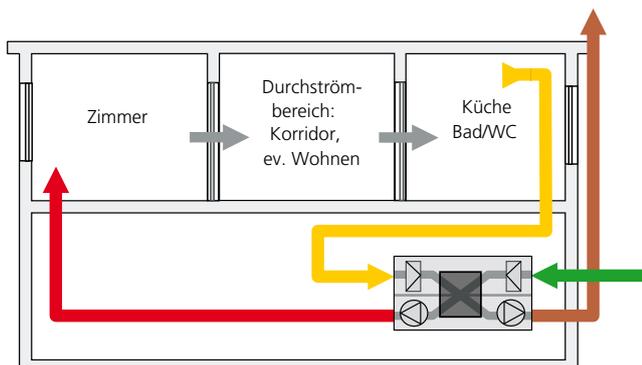
Bei Wohnungen mit weniger als drei Zimmern können die Werte aus der Tabelle «Minimaler Abluftvolumenstrom» um 30 % reduziert werden. Die Tabellenwerte gelten für den ganzjährigen Dauerbetrieb. Wenn eine Anlage (z. B. im Sommer) nicht dauernd eingeschaltet ist, soll eine Betriebsstufe mit Intensivlüftung vorhanden sein. Auf dieser Stufe muss der Abluftvolumenstrom um 50 % über den Tabellenwerten liegen. Die Intensivlüftung kann von den Bewohnern bei der Bad- und Küchenbenutzung in Betrieb genommen werden. Ausgelegt wird die Anlage auf die Werte für den Normalbetrieb. Für fensterlose Nassräume bestehen in der Schweiz teilweise lokale Vorschriften.

3.4 Luftführung im Raum

Erfahrungen und Messungen zeigen, dass die Platzierung der Zuluft-Durchlässe in üblichen Wohn- und Schlafzimmern eine untergeordnete Rolle spielt. Es kommen Decke, Wand und Boden in Frage. Selbst wenn die Zuluft direkt über einer Zimmertür eingeblasen wird, entstehen in der Praxis kaum Kurzschlüsse. Bei der Platzierung der Zuluft-Durchlässe ist darauf zu achten, dass der Luftstrahl nicht direkt in den Aufenthaltsbereich gerichtet wird und so Zugscheinungen verursacht.

3.5 Überström-Durchlässe

Der Druckabfall von Überström-Durchlässen soll bei Komfortlüftungen nicht höher als 3 Pascal (Pa) sein. Zu hohe Druckabfälle können die Luftverteilung beeinträchtigen und zudem die Infiltration oder Exfiltration durch die Gebäudehülle begünstigen.



Prinzip einer Komfortlüftung.

Türspalt als Überström-Durchlass

Diese Lösung ist kostenlos und wartungsfrei. Für einen Luftvolumenstrom von rund 30 m³/h reicht eine Spalthöhe von rund 7 mm aus. Das bedeutet, dass Standardtüren ohne Planetdichtung und ohne Schwelle eingesetzt werden können. Die Bewohner und Bewohnerinnen müssen darüber informiert werden, dass in der Türöffnung kein Teppich liegen darf. Bedingungen für die Überströmung durch Türspalten:

- Die Ausblasrichtung darf nicht gegen eine Zone mit ständigem Aufenthalt gerichtet sein.
- Die Schwächung des Schalldämmmasses einer Tür ohne Planetdichtung muss akzeptiert werden.

Luftvolumenstrom \pm 30 m³/h \rightarrow Luftspalt = 7 mm

Luftvolumenstrom > 40 m³/h \rightarrow Luftspalt > 10 mm

Bei Luftvolumenströmen von über 40 m³/h (z. B. Bäder) muss der Luftspalt 10 mm und mehr betragen. Dabei kann Licht sichtbar durch den Spalt dringen, was unter Umständen störend wirkt. Je breiter der Luftspalt von Türen ohne Planetdichtung gewählt wird, desto grösser die Schwächung des Schalldämmmasses. Bei einfachen Türen mit R'_{w} -Werten (in Dezibel) zwischen 15 dB und 20 dB ist dies kaum wahrnehmbar. Normalerweise lässt sich mit dem leicht geschwächten Schallschutz gut leben. Dies umso mehr, als nachts, wenn das Bedürfnis nach Ruhe am grössten ist, meist alle Türen geschlossen sind.

Schallgedämmte Überström-Durchlässe

Bei hohen akustischen Anforderungen können schallgedämmte Überström-Durchlässe eingesetzt werden. Sie lassen sich in der Tür, über der Tür oder in der Türzarge einbauen. Es muss geprüft werden, ob der spezielle Überström-Durchlass spürbar weniger

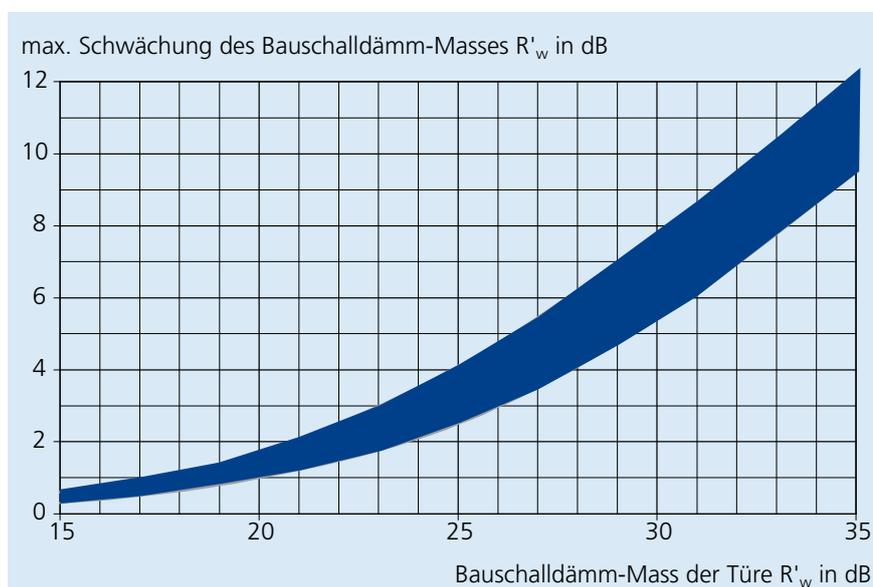
Schall durchlässt als ein Türspalt. Bei $D_{n,e,w}$ -Werten unter 33 dB oder R'_{w} -Werten von unter rund 10 dB ist dies nicht der Fall. Damit die Schalldämmung wegen des Überström-Durchlasses um nicht mehr als 1 dB geschwächt wird, soll dessen $D_{n,e,w}$ -Wert 15 dB höher sein als der R'_{w} -Wert der Zimmertür.

Vorsicht: Die angegebenen Nennvolumenströme gelten teilweise für höhere Druckverluste als 3 Pa. Die üblichen Schall-Kennwerte werden von Lieferanten sehr unterschiedlich deklariert. Es sollen unbedingt Angaben in genormten Begriffen verlangt werden, das heisst R'_{w} - oder $D_{n,e,w}$ -Werte. Bei speziellen Schallschutzanforderungen ist ein Akustiker beizuziehen.

3.6 Küchenabluft

Neben der Grundlüftung ist eine separate Intensivlüftung (Dunstabzugaube) für die Kochstelle erforderlich. Heute kommen meist Umlufthauben mit Aktivkohlefilter oder Fortlufthauben zum Einsatz.

Umlufthauben mit Aktivkohlefilter haben den Vorteil, dass es keine Schnittstellen gibt und die Komfortlüftung überhaupt nicht beeinflusst wird. Weiter wird geringfügig weniger Heizenergie verbraucht als bei Ablufthauben. Dafür haben sie folgende Nachteile: Die Aktivkohlefilter sind mehrmals jährlich zu ersetzen, oder bei speziellen Bauarten zu regenerieren. Wartungsaufwand und Materialkosten sind dadurch höher als bei Ablufthauben. Umlufthauben haben eine geringere Wirkung und sind oft etwas lauter als Ablufthauben gleicher Bauart. Umlufthauben führen weder Feuchte noch Kohlenstoffmonoxid (CO) ab. Sie sollen daher nur eingesetzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Komfortlüftung für den Abtransport dieser Stoffe sorgt.



Reduktion des Schalldämmmasses einer Tür durch einen 5 mm bis 10 mm hohen Luftspalt.

Beim Einsatz von Umlufthauben muss das Nachströmen der Ersatzluft geregelt werden. Es darf kein Unterdruck entstehen.

Ablufthauben führen die Küchenabluft direkt ins Freie. In luftdichten Wohnungen ist deshalb das Nachströmen der Ersatzluft zu regeln. Ein Unterdruck muss aus hygienischen und sicherheitstechnischen Gründen vermieden werden. Messungen zeigen, dass Ersatzluft über hygienisch problematische Wege wie Installationsschächte nachströmen kann. Weiter besteht das Risiko einer erhöhten Radonkonzentration. Bereits ein um wenige Zentimeter geöffnetes Kippfenster in der Küche verhindert den störenden oder gar gefährlichen Unterdruck. Die Fensteröffnung kann durch einen Fensterkontaktschalter überwacht oder durch einen motorisierten Fensterantrieb automatisiert werden. Wenn keine dieser Massnahmen in Frage kommt, lässt sich auch eine Unterdrucküberwachung einsetzen. Neben Ablufthauben mit integrierter Drucküberwachung werden separate Drucküberwachungen angeboten.

Eine Nachströmung über Aussenluft Durchlässe ist sehr anspruchsvoll. Entweder müssten sehr grosse Nachströmelemente eingesetzt werden, oder es besteht immer noch ein Unterdruckrisiko. Aussenluft Durchlässe sind auch aus Gründen der Bauphysik (Wärmebrücken, Kondensatrisiko) und Wartung heikel. Die Kombination der Küchenabluft mit der Komfortlüftung ist unter bestimmten Voraussetzungen zulässig. Details sind im VKF-Dokument Nr. 26-007 [4] beschrieben. Verlangt wird unter anderem eine spezielle automatische Absperrvorrichtung. Bei solchen Kombinationen kommen nur Lüftungsgeräte zum Einsatz, die eine Wärmerückgewinnung mit Plattenwärmetauscher und keine Feuchterückgewinnung haben.

3.7 Raumluftabhängige Feuerung

Eine Lüftungsanlage darf keinen Unterdruck erzeugen, der die Funktion einer Feuerung beeinträchtigt oder gar dazu führt, dass Gase in den Raum gelangen. Wegen ihren grossen Abluftvolumenströmen verursachen vor allem Dunstabzugshauben ein Risiko für Unterdruck.

Um Unterdruck bei Störungen im Lüftungsgerät zu vermeiden, soll der Abluftventilator automatisch ausschalten, wenn der Zuluftventilator ausfällt. Hierfür reicht eine rein elektrische Überwachung – die Drucküberwachung ist nicht erforderlich.

Als Zubehör zu Stückholz und Pelletöfen werden Unterdrucküberwachungen angeboten, welche die Lüftung ausschalten können.

In luftdichten Häusern soll dem Feuerungsaggregat die Verbrennungsluft direkt zugeführt werden. Die direkte Verbrennungsluftzufuhr bedeutet nicht, dass ein Aggregat raumlufunabhängig ist! Gerade bei Holzöfen (auch Pellets) kann bei Unterdruck durch die Feuerraumtür, Aschetür oder andere Öffnungen Gas in die Wohnung gelangen, auch wenn eine separate Verbrennungsluftzufuhr vorhanden ist.

4 Brandschutz

Die in der Schweiz gültigen Anforderungen zum Brandschutz bei Lüftungsanlagen sind in der VKF- Brandschutzrichtlinie 26-03 «Lufttechnische Anlagen» der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VFK) festgelegt [3]. Im Folgenden sind einige wesentliche Punkte daraus zusammengefasst.

4.1 Lüftungsapparate

Die Luftaufbereitungsapparate und Einbauteile sind aus nicht brennbarem Material zu erstellen. Diese Anforderung gilt nicht für Einzelwohnungsanlagen, sie dürfen beispielsweise eine Wärmerückgewinnung aus Kunststoff haben.

4.2 Brandschutzklappen und Aufteilung auf Steigkanäle

Bei Mehrwohnungsanlagen ist die Versorgung mehrerer Wohnungen über eine gemeinsame Leitung erlaubt. Auf Brandschutzklappen kann verzichtet werden, wenn die gesamte Fläche der lüftungstechnisch zusammengefassten Brandabschnitte 600 m² nicht übersteigt. Diese Fläche darf sich über mehrere Geschosse erstrecken. Eine Wohnung bildet dabei einen Brandabschnitt.

4.3 Lüftungskanäle

Lüftungskanäle müssen aus nicht brennbarem Material bestehen. Innerhalb von Wohnungen und Einfamilienhäusern sind davon einbetonierte Lüftungsleitungen, Erdregister sowie Leitungen von Anlagen mit einer Lufttemperatur bis 40 °C ausgenommen. Bei den erwähnten Ausnahmen muss allerdings die Brandkennziffer 4.2 (VKF-Richtlinien) eingehalten werden. Für Küchenabluft (Dampfabzug) gilt diese Ausnahme nicht. Zudem muss die Wärmedämmung von Lüftungskanälen aus nicht brennbarem Material bestehen.

Bezüglich des Sicherheitsabstands gilt, dass bei Lüftungskanälen von Anlagen mit einer Lufttemperatur bis 40 °C innerhalb von Wohnungen und in Einfamilienhäusern auf einen Sicherheitsabstand verzichtet werden kann. Das heisst: Ausser bei Luftheizungen ist die Führung der Zuluftleitungen innerhalb einer Wohnung weit gehend frei.

5 Schall

Gemäss SIA-Merkblatt 2023 darf die Lüftung in Wohn- und Schlafzimmern einen Schalldruckpegel von maximal 25 dBA verursachen. Das entspricht dem Wert, den SIA 181 [2] bei erhöhten Anforderungen fordert. Erfahrungsgemäss steigt bei Schalldruckpegeln von über 25 dBA die Zahl der Unzufriedenen stark an. Der Wert von 25 dBA ist am Tag und in der Nacht einzuhalten.

Bei Komfortlüftungen unbedingt die erhöhten Schall-Anforderungen gemäss SIA 181 vereinbaren!

6 Luftbehandlung

6.1 Wärmerückgewinnung

Lüftungsgeräte mit Gegenstrom- oder Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauschern übertragen gut 80 % der in der Abluft enthaltenen sensiblen Wärme an die Zuluft. Bei Geräten mit Kreuzstrom-Wärmetauschern wird typischerweise nur 50 % bis 60 % der sensiblen Wärme zurückgewonnen. Neben den weit verbreiteten Plattenwärmetauschern gibt es auch Kleingeräte mit Rotationswärmetauschern, die eine Wärmerückgewinnung von rund 80 % erreichen. Weiter ist ein System auf dem Markt, bei dem ein Körper aus Aluminiumprofilen gleichzeitig die Funktionen Wärmerückgewinnung und Steigleitung übernimmt. Dieser «Luftkanalwärmetauscher» erreicht bei optimaler Abstimmung von Profil und Länge knapp 80 % Wärmeübertragung.

Neben Geräten mit reiner Wärmerückgewinnung gibt es solche mit zusätzlicher Feuchterückgewinnung. Das entschärft das Problem von tiefen Raumluftfeuchten bei tiefen Aussen-temperaturen. Eine entsprechende Steuerung/Reglung vermeidet, dass im Sommer eine zu hohe Raumluftfeuchte entsteht. Im Sommer ist es vorteilhaft, wenn die Wärmerückgewinnung ausgeschaltet werden kann. Bei Geräten mit Platten-Wärmetauschern erledigt das der «Sommerbypass».

6.2 Ventilatoren

Lüftungsgeräte der neuen Generation verfügen meist über Ventilatorantriebe mit Gleichstrom- oder EC-Motoren. Gegenüber älteren Wechselstrommotoren wird ein rund doppelt so hoher Wirkungsgrad erreicht und die Volumenströme lassen sich gut einstellen.

Die spezifische elektrische Leistung für die Luftförderung soll bei maximal 0,35 W/(m³/h) liegen. Dieser Wert gilt für Normalbetrieb und neuen Filtern.

Kennwert ermitteln

- Elektrische Aufnahmeleistung des gesamten Lüftungsgerätes messen.
- Diese Leistung durch den Mittelwert von Zu- und Abluftvolumenstrom dividieren.

6.3 Vereisungsschutz

Damit die Wärmerückgewinnung bei tiefen Aussen-temperaturen nicht vereist sind aktive oder passiv Vereisungsschutzmassnahmen erforderlich. Die verschiedenen Varianten können extrem unterschiedliche Energieverbräuche verursachen. Im Buch «Wohnungslüftung» [5] finden sich Hilfen für die rechnerische Abschätzung dieses Energieverbrauchs.

Energetische und hygienische Rangliste der Lösungen

1. Vereisungsschutz mit einem Erdreich-Wärmeübertrager oder einer Wärmerückgewinnung mit Sorptionsrotor (Herstellergrenzen beachten).
2. Geregelter Bypass, es kann der gleiche Bypass wie für die Sommerabschaltung sein. Bei kleinen Seriengeräten wird diese Lösung heute noch nicht realisiert. Bei einer Bypassregelung kann die Zulufttemperatur stark sinken, sodass eine (nicht elektrische) Nachwärmung zu prüfen ist.
3. Speziell bei grösseren Anlagen kommt eine Vorwärmung der Aussenluft mit Heizenergie in Frage. Aus Frostschutzgründen ist für diesen Vorwärmer ein Solekreislauf erforderlich.
4. Bei Einzelwohnungsanlagen kann es zulässig sein, dass die Ventilatoren für das Abtauen der Wärmerückgewinnung ausgeschaltet werden. Bereits in der Planung muss geklärt werden, ob die Benutzer diese Einschränkung akzeptieren (setzt voraus dass Bewohnerschaft gleich Bauherrschaft ist).
5. Elektrovorwärmer mit geregelter variabler Leistung können bei idealer Regelung einen noch akzeptablen Energieverbrauch verursachen. Nur wenige Seriengeräte verfügen über diese Option. Viele Seriengeräte können nur mit der in Punkt 6 aufgeführten (energetisch ungünstigen) einstufigen Vorwärmung ausgerüstet werden.
6. Elektrovorwärmer mit einstufiger Leistung (Ein/Aus-Betrieb) sind aus energetischer Sicht die schlechteste Lösung. Sie sind zu vermeiden.
7. Das Ausschalten des Zuluftventilators (bei Betrieb des Abluftventilators) verursacht in der Wohnung einen Unterdruck. Bei raumluftabhängigen Feuerungen kann diese ein Sicherheitsrisiko darstellen. Zudem besteht das Risiko einer erhöhten Radonkonzentration. Von dieser Lösung ist daher im Allgemeinen abzuraten.

6.4 Filter

Gemäss neuen Hygienestandards sind für die Zuluft Feinstaubfilter der Klasse F7 oder besser einzubauen. In der Abluft genügt bei einer Wärmerückgewinnung (WRG) mit Plattenwärmetauscher ein Grobstaubfilter der Klasse G3. Bei einer WRG mit Rotor soll in der Abluft ein F5-Filter eingesetzt werden.

Die Bezeichnung «Pollenfilter» sagt nichts über die Filterqualität aus! Filter sind Einwegprodukte!

Taschen- oder Zellenfilter sind zu bevorzugen, da sie einen geringen Druckverlust aufweisen als Filtermatten und zudem längere Standzeiten aufweisen. Die Filter sollen überwacht und ein erforderlicher Ersatz angezeigt werden.

Um Aussengerüche zurückzuhalten, können Aktivkohlefilter eingesetzt werden. Dies sollte nur in Ausnahmefällen gemacht werden, da solche Filter einen zusätzlichen Druckverlust verursachen. Dadurch wird der Energieverbrauch erhöht und die Geräuschentwicklung nimmt zu.

Typischerweise sind die Filter zwei bis viermal jährlich zu ersetzen. Filter mit grösseren Flächen haben in der Regel eine längere Standzeit als knapp bemessene Filter. Nach dem Ausbau müssen sie sofort in einen Plastiksack entsorgt werden. Ein Filter darf nie gereinigt oder gewaschen werden, er verliert dadurch praktisch die ganze Wirkung und beim Handling können Personen kontaminiert werden.

7 Steuerung und Regelung

Bei Einzelwohnungsanlagen haben sich dreistufige Steuerungen bewährt. Die Auslegung erfolgt auf der mittleren Stufe, dem Normalbetrieb. Bei geringer Belegung oder Abwesenheit kann die reduzierte Stufe gewählt werden, die so genannte Grundlüftung. Die höchste Stufe, die Intensivlüftung, dient zum schnelleren Abführen von Feuchte und Gerüchen.

Bei einer üblichen Wohnungsbelegung muss davon ausgegan-

gen werden, dass die Lüftung auch nachts auf Normalbetrieb läuft. Das Bedienelement soll offen montiert werden und sich an einer zentralen Lage in der Wohnung (Korridor oder Küche) befinden. Hier sollte auch der Filterzustand angezeigt werden. Bei gehobenen Ansprüchen kann eine Feuchte- oder Luftqualitätssteuerung realisiert werden.

8 Verteilsystem

8.1 Dimensionierung

Bei Einfamilienhäusern soll die Summe der Druckverluste auf der Zu- und Abluftseite jeweils bei höchstens 100 Pa liegen. Diese Summe beinhaltet alle Luftleitungen, das Lufterdregister sowie die Luftdurchlässe. Die Druckverluste im Lüftungsgerät sind dabei nicht berücksichtigt.

Ein höherer Druckverlust als 100 Pa ist zulässig, wenn die spezifische Leistung für die Luftförderung den Wert $0,35 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ trotzdem einhält. Der Richtwert von 100 Pa wird in der Regel eingehalten, wenn Luftgeschwindigkeiten in den Leitungen nicht über $2,5 \text{ m/s}$ liegen und keine speziellen Armaturen (Rückschlagklappen, Volumenstromregler) eingesetzt werden.

8.2 Luftdichtheit

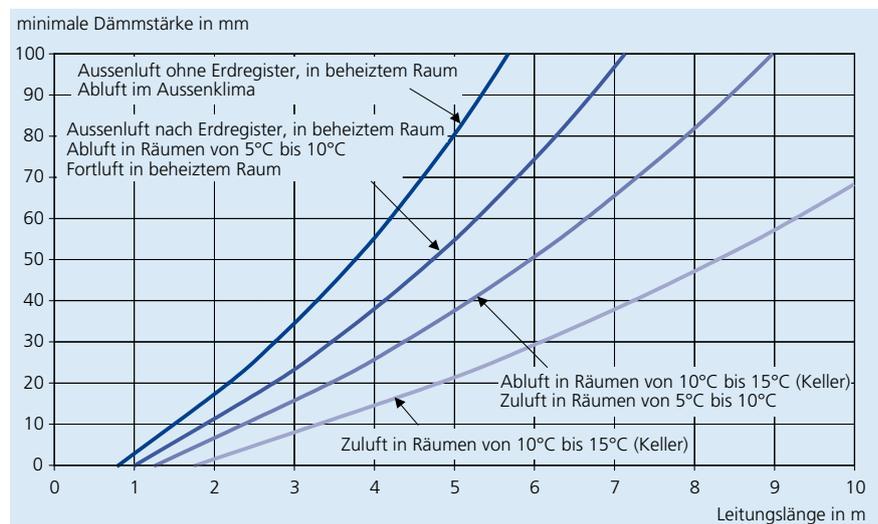
Es soll mindestens die Dichtheitsklasse C angestrebt werden. Rohre sind dichter als rechteckige Blechkanäle. Es sollen dichte Verbindungen eingesetzt werden: Lippendichtung, dauerelastisches Klebband oder Kaltschrumpfband.

Kontrollmöglichkeit: Rauchprobe vor dem Isolieren oder Volumenstrombilanz mit genauem Messgerät (Flow Finder).

8.3 Wärmedämmung

Die Dämmstärke von Luftleitungen ist so zu wählen, dass unerwünschte Wärmeflüsse den Nutzen der Wärmerückgewinnung um maximal 10 % reduzieren. Bei mittleren Winterbedingungen

Minimale Dämmstärke von kleinen Luftleitungen mit 150 mm Durchmesser; Durchströmung grösser als $120 \text{ m}^3/\text{h}$, Temperaturänderung pro Leitung kleiner als $0,7 \text{ K}$.



im Mittelland sollen Aussen- und Fortluft in warmen Räumen um nicht mehr als je 0,7 K erwärmt werden. Zu- und Abluft darf in kühlen Räumen um nicht mehr als um je 0,7 K abkühlen. Für Einfamilienhäuser oder Einzelwohnungsanlagen im schweizerischen Mittelland werden die minimalen Dämmstärken im unten stehenden Diagramm abgelesen. Der abgelesene Wert ist auf die nächste übliche Dämmstärke aufzurunden. Allfällige Kondensationsprobleme sind nicht berücksichtigt und müssen separat abgeklärt werden. Für grössere Volumenströme (über 200 m³/h) können kleinere Dämmstärken gewählt werden, wenn rechnerisch nachgewiesen wird, dass die unerwünschten Wärmeflüsse den Nutzen der Wärmerückgewinnung um weniger als 10 % reduzieren. Zu- und Abluftleitungen für einzelne Räume, die durch kalte Räume geführt werden, sind mindestens doppelt so stark zu dämmen, wie im Diagramm vermerkt. Für Höhenlagen über 1000 Meter über Meer gelten für Aussen- und Fortluftleitungen in beheizten Räumen rund 30 % grössere Dämmdicken. Aus hygienischen Gründen darf die Wärmedämmung nur auf der Aussenseite von Luftleitungen angebracht werden.

8.4 Hygiene und Reinigung

Glattwandige Leitungen sind besser zu reinigen als gewellte oder poröse Oberflächen. Wenn ein Reinigungsabschnitt nur von einer Seite her (z. B. Zuluftdurchlass) zugänglich ist, soll er maximal 12 m lang sein. Bei Zugang von beiden Enden ist die doppelte Länge zulässig.

90°-Bögen (1,5 d) lassen sich nur bis zu einem Durchmesser von 80 mm reinigen. Bei kleinen Durchmessern sind grosse Radien oder 2 x 45°-Bögen zu wählen. Weiter dürfen sich in einem Reinigungsabschnitt nicht mehr als drei 90°-Umlenkungen befinden.

Bauteile, die nicht mit einer Rute zu reinigen sind, sollen nicht einbetoniert werden. Dies betrifft Bauteile wie Schalldämpfer, Reduktionen oder Armaturen. Verteilerkästen, die in Decken

eingebaut sind, müssen eine Revisionsöffnung haben. Ein Leitungsnetz soll alle 5 Jahre kontrolliert werden, die Reinigung erfolgt nach Bedarf. Bei Abluftleitungen wird eine Reinigung nach rund 10 Jahren empfohlen. Bei gutem Zuluftfilter und fachgerechter Wartung kann der Reinigungsintervall von Zu- und Abluftleitungen deutlich über zehn Jahren liegen.

9 Erdreich-Wärmeübertrager

9.1 Lufterdregister

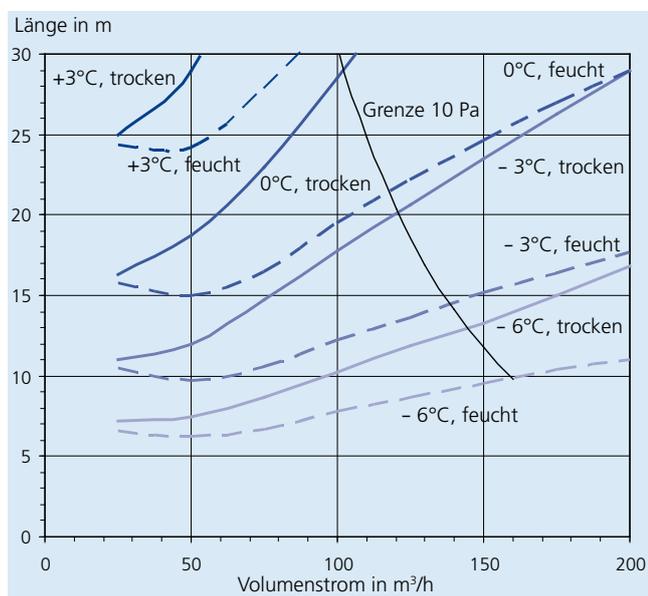
Die Rohre müssen mit mindestens 2 % bis 5 % Gefälle (je nach Untergrund und Rohrmaterial) zur Hauseinführung verlegt werden. Im Gebäudeinnern ist ein Kondensatablauf vorzusehen. Bezüglich Reinigung und Hygiene sind die gleichen Grundsätze zu beachten, wie beim Verteilsystem.

Bei starren Rohren sind in der Praxis weniger Schäden wie Absenkungen und mechanische Beschädigungen aufgetreten als bei flexiblen Rohren. Bei flexiblen Rohren sind Verbindungen im Erdreich zu vermeiden.

Der Druckverlust des Lufterdregisters solle maximal 10 Pa betragen. In der untenstehenden Grafik ist die «10-Pa-Grenze» als schwarze Linie eingetragen. Der Bereich links dieser Linie liegt auf der guten Seite, das heisst, dass dort der Druckverlust kleiner als 10 Pa ist. Eine Auslegung rechts der Linie sollte vermieden werden. Die Linie gilt für glatte Rohre, mit zwei 90°-Bögen sowie jeweils einem Rohrein- und Rohraustritt.

Mit dem Luftvolumenstrom, der gewünschten minimalen Luftaustrittstemperatur (aus dem Lufterdregister) und der Erdreichfeuchte kann in der Grafik die erforderliche Rohrlänge (pro Rohr) bestimmt werden. Die aufgeführten Austrittstemperaturen werden an höchstens 9 h/Jahr (1 % der Zeit) unterschritten. Die Werte beruhen auf Berechnung mit dem WKM-Programm (www.igjzh.com).

Um ein Lüftungsgerät vor Vereisung zu schützen, darf die minimale Eintrittstemperatur auf der Aussenluftseite in der Regel unter 0°C liegen. Bei Geräten mit Gegenstrom-Wärmetau-



Bedingungen für das Diagramm

- Innendurchmesser des Rohres: 154 mm
- Schweizerisches Mittelland 500 m ü.M.
- Parallele Rohre in einer Tiefe von 1,5 m und einem Abstand von 1 m
- Erstes Rohr 1,5 m neben Kellerwand mit einem U-Wert von 0,3 W/m K
- Lüftungsanlage im Dauerbetrieb

Einsatzbereich für Rohre von Lufterdregistern mit Innendurchmesser 150 mm, Rahmenbedingungen gemäss Kasten.

schern sind etwa -3°C typisch, bei Geräten mit Kreuzstrom-Wärmetauschern sind rund -6°C zulässig. Massgebend sind die Herstellerangaben.

Für die thermische Auslegung kann das Diagramm auch bei Rohren mit einem kleineren Innendurchmesser als 150 mm herangezogen werden. Die Auslegung ist dann auf der sicheren Seite. Der Druckverlust ist aber höher und muss berechnet werden.

Bei Luftvolumenströmen von über $100\text{ m}^3/\text{h}$ dient das Diagramm als gute Annäherung, auch für Rohre bis zu einem Innendurchmesser von 200 mm. Um auf der sicheren Seite zu liegen sollten die abgelesenen Längen um rund 10 % vergrössert werden. Für einen Innendurchmesser von 200 mm liegt der Druckverlust im ganzen Diagramm unter 10 Pa.

Die Auslegung erfolgt bei Normalbetrieb. Bei dreistufigen Anlagen ist das meist die mittlere Stufe. Wenn eine solche Anlage während mindestens 12 h/Tag auf der tiefsten Stufe betrieben wird, lässt sich die Rohrlänge um etwa 20 % reduzieren.

Ablesebeispiel

Die geforderte minimale Austrittstemperatur beträgt -3°C bei einem feuchten Erdreich. Der gesamte Aussenluftvolumenstrom beträgt $150\text{ m}^3/\text{h}$ und wird auf zwei parallele Rohre aufgeteilt. Pro Rohr ergibt das $75\text{ m}^3/\text{h}$.

Aus dem Diagramm wird eine Länge von 10,5 m abgelesen. Das heisst, dass jedes der beiden Rohre eine Länge von 10,5 m hat.

9.2 Sole-Erdreich-Wärmetauscher und Erdsonden

Anstelle von Lufterregistern lässt sich die Aussenluft auch indirekt über einen Sole-Kreislauf vorwärmen. Dabei werden Rohre mit einem Durchmesser von 30 mm bis 40 mm in einer Tiefe von 1,5 m bis 2 m verlegt. Als Richtwert für ein Einfamilienhaus gilt eine totale Rohrlänge von rund 80 m. Die Dimensionierung erfolgt durch den Systemlieferanten. Bei grossen Mehrwohnungsanlagen ist die Vorwärmung und Vorkühlung auch über Erdsonden möglich.

10 Wartung und Betrieb

10.1 Montage

Auf der Baustelle gelagerte Luftleitungen und Apparate müssen vor Staub und Feuchte geschützt werden. Teile aus Kunststoff, wie PE-Luftleitungen, sind vor Sonnenlicht zu schützen. Unmittelbar nach der Installation müssen Sauberkeits- und Dichtheits-tests durchgeführt werden. Zwischen Abschluss der Installation und Inbetriebnahme die Leitungen und Luftdurchlässe immer staubdicht verschliessen.

10.2 Inbetriebnahme und Abnahme

Für die Inbetriebnahme und Abnahme stehen separate Protokolle der «Leistungsgarantie» zur Verfügung. Die Anlage darf nicht vor der Bauendreinigung in Betrieb genommen werden. Die Sauberkeit muss vor der Inbetriebnahme kontrolliert werden, bei Bedarf steht eine Reinigung an. In jedem Raum müssen die Volumenströme eingestellt, gemessen und protokolliert werden. Vor oder anlässlich der Abnahme sind die Filter zu ersetzen.

10.3 Instruktion und Instandhaltung

Die Bauherrschaft und die Anlagebetreiber (bei Einzelwohnungsanlagen die Bewohner) erhalten eine Instruktion, beim Filterwechsel ist eine Vorführung sinnvoll. Als Informationsmaterial für Bewohner steht die Minergie-Broschüre [6] zur Verfügung.

Instandhaltungsarbeiten und Intervalle werden in Anlehnung an das SIA-Merkblatt 2023 definiert, geplant und budgetiert. Die Aufträge für die Instandhaltung sind spätestens bis zum Abnahmeterrin zu definieren. Dabei muss geregelt werden, wer (Hausdienst, externe Firmen) für welche Arbeiten zuständig ist.

11 Literatur- und Quellenverzeichnis

Normen und Richtlinien

- [1] SIA-Merkblatt 2023: Lüftung in Wohnbauten. SIA, Zürich, 2004 (www.sia.ch)
- [2] SIA-Norm 181: Schallschutz im Hochbau. SIA, Zürich, 2006 (www.sia.ch)
- [3] VKF-Brandschutzrichtlinie 26-03d Lufttechnische Anlagen. VKF, Bern, 2003 (<http://bsvonline.vkf.ch/>)
- [4] FAQ-Brandschutzvorschriften VKF 26-007d Anschluss von Küchenablufthauben an Wohnungslüftungssysteme. VKF, Bern, 2006 (<http://bsvonline.vkf.ch/PDF/FAQ/BSR26/26-007d.pdf>)

Literatur

- [5] Huber H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006 (www.faktor.ch)
- [6] Minergie-Broschüre: Jetzt wohnen Sie in einem Minergie-Haus (www.minergie.ch)

Bezug von Dokumenten der Leistungsgarantie

Geschäftsstelle MINERGIE®: 031 350 40 60, info@minergie.ch
 Weitere Informationen: www.leistungsgarantie.ch