

1 ALLGEMEIN

Eine Komfortlüftung ist im Sinne des SIA-Merkblatts 2023 [1] eine einfache Lüftungsanlage. Sie sorgt für eine hygienische angemessene Lüfterneuerung. 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.

In der Schweiz sind die Anforderungen des Merkblatts SIA 2023 [1] massgebend.

Das kann eine Komfortlüftung

- Luft gleichmässig und dem hygienischen Bedarf entsprechend erneuern.
- Feuchte sowie übliche Gerüche und Baustoffemissionen kontinuierlich abführen.
- bei gesicherter Lüfterneuerung vor Aussenlärm schützen.
- Staub und Pollen zurückhalten.
- die Lüfterneuerung 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 Feuchteregelung 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 Bauherrschaften 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.



energie schweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

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

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 nicht akzeptabel. Der Fortluft-Durchlass ist so anzuordnen, dass weder ein Kurzschluss in die Aussenluft entsteht noch Nachbarwohnungen belästigt werden.

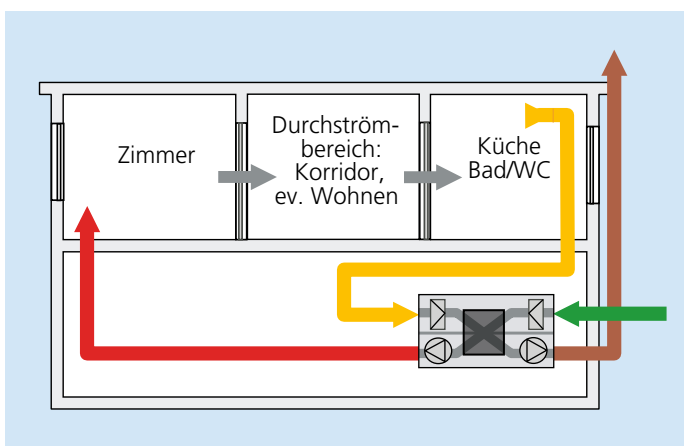
3.2 LUFTFÜHRUNG IN DER WOHNUNG

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



Prinzip einer Komfortlüftung.

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 Abluftvolumenstrom 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 einblasen 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 Zugerscheinungen 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.

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 Planetendichtung 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 Planetendichtung muss akzeptiert werden.

Luftvolumenstrom ± 30 m³/h → Luftspalt = 7 mm
 Luftvolumenstrom > 40 m³/h → 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 Planetendichtung 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.

Schallgedämmte Überström-Durchlässe

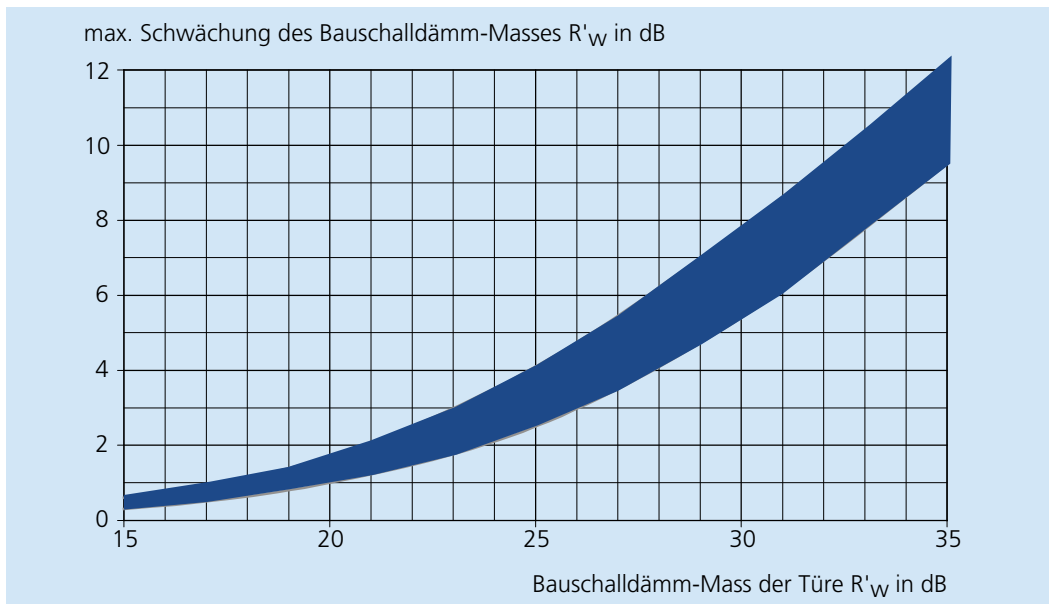
Bei hohen akustischen Anforderungen können schallgedämmte Überström-Durchlässe eingesetzt werden. Sie lassen sich in der Tür, über der Tür oder in der Türzarge einbauen. Es muss geprüft werden, ob der spezielle Überström-Durchlass spürbar weniger Schall durchlässt als ein Türspalt. Bei $D_{n,e,w}$ -Werten 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 KÜCHENABLUF

Neben der Grundlüftung ist eine separate Intensivlüftung für die Kochstelle erforderlich, die Dunstabzughaube. Umluft-Dunstabzughauben sowie der Anschluss der Dunstabzughaube an die Komfortlüftung haben den Vorteil, dass sie keine separate Ersatzluft benötigen und somit keine Feuerung stören.

Die brandschutztechnischen Anforderungen für den Anschluss von Dunstabzughauben an Komfortlüftungen sind im VKF-Dokument Nr. 25-15 [2] 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.



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

Bei Fortluft-Dunstabzughauben muss die Nachströmung der Ersatzluft gelöst werden. Unabhängig davon, ob die Nachströmung über einen Aussenluft-Durchlass oder ein offenes Fenster erfolgt, sind die thermisch Behaglichkeit und die Druckverhältnisse (Risiko von Unterdruck) zu beachten.

Eine Nachströmung über einen Aussenluft-Durchlass kommt allenfalls in Frage, wenn die Haube sehr klein ist und sich keine Feuerung in der Wohnung befindet. Bei mittleren und grossen Hauben gibt es kaum praktikable Lösungen für Aussenluft-Durchlässe.

Bei einer Nachströmung über ein handbetätigtes Fenster muss davon ausgegangen werden, dass eine Drucküberwachung erforderlich ist, speziell wenn eine Feuerung in der Wohnung ist. Mögliche Lösungen sind Fensterkontaktschalter, Fenster mit automatischem Antrieb (s. automatische Fensterlüftung), Dunstabzughäube mit Drucküberwachung und/oder bei automatischen Feuerungen (Pellet) das Ausschalten der Feuerung.

Bei der Auswahl der Dunstabzughäube soll die Erfassungseffizienz berücksichtigt werden. Das heisst, dass die Haube Dunst und Gerüche vom Kochfeld möglichst direkt und vollständig abgesaugt. Die Erfassungseffizienz hängt nicht in erster Linie vom Luftvolumenstrom ab, sondern von der Konstruktion und Einbausituation. Auch Dunstabzughäuben mit kleinen Luftvolumenströmen (z. B. 300 m³/h) können eine hohe Erfassungseffizienz aufweisen. Grundsätzlich gilt: Je kleiner der Luftvolumenstrom einer Dunstabzughäube ist, desto weniger Probleme (Unterdruck, Zugscheinungen, Geräusche) treten auf.

Beim Einsatz von Fortluft-Dunstabzughauben 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 Installationschächte 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 (Wärmebrü-

cken, Kondensatrisiko) und Wartung heikel.

Die Kombination der Küchenabluft mit der Komfortlüftung ist unter bestimmten Voraussetzungen zulässig. Details sind im VKF-Dokument Nr. 25-15 [2] 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 FEUERUNG IN DER WOHNUNG

Grundsätzlich ist heute bei allen Feuerstätten innerhalb der thermischen Gebäudehülle eine direkte Verbrennungsluftzufuhr gefordert. Eine direkte Verbrennungsluftzufuhr bedeutet aber nicht, dass ein Aggregat raumluftunabhängig ist! Gerade bei Holzöfen (auch Pellets) kann bei Unterdruck durch die Feuerraumtür, Aschetür oder andere Öffnungen Gas in die Wohnung gelangen. Holz- und Pelletöfen sind allgemein raumluftabhängig, auch wenn die Verbrennungsluft über eine separate Leitung zugeführt wird. Keine Art von Lüftungseinrichtung (z.B. Küchenabluft, einfache Abluftanlage) darf einen Unterdruck verursachen, der die Funktion eines Feuerungsaggregates stört. Als Richtwert gilt, dass beim Betrieb der Feuerung der Unterdruck im Raum nicht höher als 4 Pa sein soll. Bei raumluftunabhängigen Feuerungen darf der Unterdruck max. 8 Pa betragen. Detaillierte Hinweise finden sich im Merkblatt SIA 2023.

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.

4 BRANDSCHUTZ

Die in der Schweiz gültigen Anforderungen zum Brandschutz bei Lüftungsanlagen sind in der VKF- Brandschutzrichtlinie 25-15 «Lufttechnische Anlagen» der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VFK) festgelegt [2]. 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 (Brandverhaltensgruppe RF1). Ausnahmen gelten für Lüftungsleitungen innerhalb eines Brandabschnittes, bei einbetonierten Lüftungsleitungen und bei Erdregister. Bei den erwähnten Ausnahmen muss allerdings die Brandverhaltensgruppe RF3 (VKF-Richtlinien) eingehalten werden. Für Küchenabluft (Dampfabzug) gilt diese Ausnahme nicht. Die Wärmedämmung von Lüftungskanälen muss mindestens aus derselben Brandverhaltensgruppe bestehen wie der Lüftungskanal. Ausnahmen sind bei Aussenluftleitungen möglich.

Bezüglich des Sicherheitsabstands zu brennbarem Material gilt, dass bei Lüftungskanälen von Anlagen mit einer Lufttemperatur bis 85 °C, ausser Küchenabluft, auf einen Sicherheitsabstand verzichtet werden kann.

5 SCHALL

Gemäss SIA-Merkblatt 2023 darf die Lüftung in den Zimmern einer Wohnung einen Schalldruckpegel von maximal 25 dBA verursachen. 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.

Der Referenzpunkt für die Schallmessung befindet sich im Grundriss in der Raummitte mit einem Bodenabstand von 1 m. Die Messung wird ohne Möblierung und bei geschlossenen Türen durchgeführt.

6 LUFTBEHANDLUNG

6.1 LÜFTUNGSGERÄT

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 Aussentemperaturen. 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. Gemäss Merkblatt SIA 2023 soll die spezifische elektrische Aufnahmeleistung folgende Werte nicht überschreiten:

- Komfortlüftung nur mit WRG: 0,28 W/(m³/h)
- Komfortlüftung mit WRG und Lüfterwärmer: 0,34 W/(m³/h)

Diese Werte gelten für Normalbetrieb und neuen Filtern.

Kennwert ermitteln

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

6.3 VEREISUNGSSCHUTZ UND NACHWÄRMER

Damit die Wärmerückgewinnung bei tiefen Aussentemperaturen nicht vereist sind aktive oder passive Vereisungsschutzmassnahmen erforderlich. Die verschiedenen Varianten können extrem unterschiedliche Energieverbräuche verursachen. In [4] und [5] finden sich weiterführend Hinweise und Angaben für die rechnerische Abschätzung dieses Energieverbrauchs.

Energetische und hygienische Rangliste der Lösungen

1. Erdreich-Wärmeübertrager oder WRG mit Feuchterückgewinnung (z. B. sogenannter Sorptionsrotor oder Enthalpietauscher. Einsatzgrenzen gemäss Hersteller beachten)
 2. Bypasssteuerung (durch die tiefere Zulufttemperatur ist meist eine Nachwärmung erforderlich)
 3. Bei Mehrwohnungsanlagen: Vorwärmung über Heizung (über Sole-Zwischenkreislauf)
 4. Bei Einzelwohnungsanlagen und falls zulässig: Abtauen durch Abschalten der Anlage
 5. Elektrovorwärmer mit geregelter variabler Leistung
 6. Elektrovorwärmer mit einstufiger Leistung, plus optimiertes Temperatur-Verhältnis im Bereich von 50 bis 70 %
- Der Vereisungsschutz (resp. die zugehörige Ventilatorsteuerung) soll keinen Unterdruck in der Wohnung verursachen. Gemäss SIA 384/1:2009 darf eine solche Lösung bei raumluft-abhängigen Feuerungen nicht eingesetzt werden.

6.4 FILTER

Gemäss SIA 382/1 und SIA 2023 sind zur Einhaltung des aktuellen Hygienestandards Zuluft-Filter der Klasse F7 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 F6-Filter eingesetzt werden.

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

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

Um Aussengerüche zurückzuhalten, können Aktivkohlefilter einge-

setzt 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 muss die Betriebsstufe durch die Bewohner eingestellt werden können. Bewährt haben sich dreistufige Steuerungen. 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 ausgegangen werden, dass die Lüftung auch nachts auf Normalbetrieb läuft. Das Bedienungselement 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.

Bei Wohnung die im Winter über längere Zeit (mehrere Tage bis Wochen) nicht belegt sind, besteht das Risiko von Materialschäden infolge zu tiefer Raumlufftfeuchte. Bei langen Nutzungsunterbrüchen (z. B. leer stehende Wohnungen) oder nur zeitweise belegten Wohnungen (z. B. Ferienwohnungen) muss der Luftvolumenstrom durch geeignete Massnahmen reduziert werden, auch bei Mehrwohnungsanlagen. Bei kürzeren Nutzungsunterbrüchen in fest belegten Wohnungen (z. B. Sportferien) kann als Alternative eine temporäre Raumlufftbefeuchtung eingesetzt werden. Die Bewohner und Anlagebetreiber sind entsprechend zu instruieren.

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 Lüfterdregister sowie die Luftdurchlässe. Die Druckverluste im Lüftungsgerät sind dabei nicht berücksichtigt.

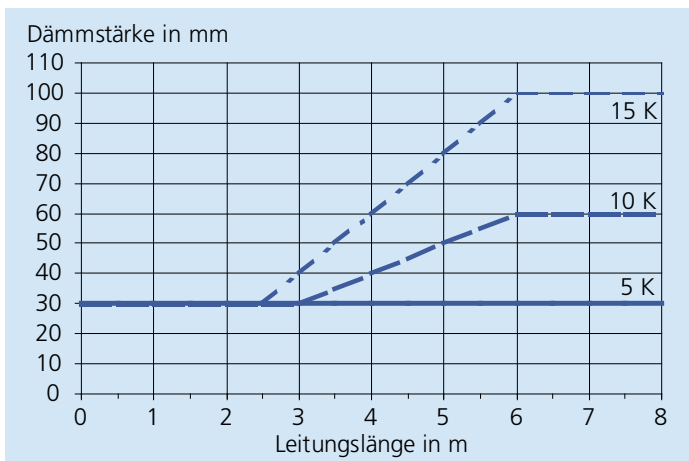
Ein höherer Druckverlust als 100 Pa ist zulässig, wenn die spezifi-

sche elektrische Aufnahmeleistung die Werte gemäss Abschnitt 6.2 trotzdem einhält. Der Richtwert von 100 Pa wird in der Regel eingehalten, wenn Luftgeschwindigkeiten in den Leitungen nicht über 2,5 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 Kleband oder Kaltschrumpfband.

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



Die Kurven sind wie folgt anzuwenden:

Temp. diff.	Fall
5 K	(Empfehlung) Aussen und Fortluftleitungen in unbeheizten, geschlossenen Räumen in Untergeschossen (z. B. Technikräume, Keller)
10 K	Zu- und Abluftleitungen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle in geschlossenen Räumen in Untergeschossen (z. B. Technikräume, Keller) Anlagen mit Erdreich-Wärmeübertrager oder anderweitiger Luftvorwärmung vor der WRG: Aussen- und Fortluftleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle.
15 K	Zu- und Abluftleitungen ausserhalb der thermischen Gebäudehülle (Ausnahmen für Räume in Untergeschossen, siehe oben) Anlagen ohne Erdreich-Wärmeübertrager und ohne anderweitige Luftvorwärmung vor der WRG: Aussen- und Fortluftleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

Minimale Dämmstärke von Lüftungskanälen, Rohren und Kanälen bei Verwendung von Wärmedämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,03 \text{ W/mK} < \lambda \leq 0,05 \text{ W/mK}$ [7]

8.3 WÄRMEDÄMMUNG

Die Wärmedämmung der Luftleitungen muss gemäss Vollzugshilfe EN-4 «Lüftungstechnische Anlagen» [7] der Konferenz der kantonalen Energiefachstellen ausgeführt werden. Das Diagramm gilt, wenn gleichzeitig folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Luftvolumenstrom bei Normalbetrieb maximal 217 m³/h (bei einer maximal zulässigen Luftgeschwindigkeit von 3 m/s entspricht dies einem Durchmesser von 160 mm);
- Runde Luftleitungen mit einem maximalen Leitungsdurchmesser von 160 mm;
- Komfortlüftungen ohne Heiz- oder Kühlfunktion (einfache Lüftungsanlagen gemäss Merkblatt SIA 2023, aber keine Lüftheizungen oder Klimaanlage);
- Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung (Plattenwärmeübertrager oder Rotations-Wärmeübertrager), aber keine Abluft-Wärmepumpe.

Wenn eine der Bedingungen nicht eingehalten ist, dann ist die genannte Vollzugshilfe zu konsultieren.

Das Kondensatrisiko (Schwitzwasser) muss unabhängig von diesen Anforderungen beurteilt werden. Allenfalls ist dazu eine weitergehende Wärmedämmung erforderlich.

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 ab 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.

Bei Mietwohnungen soll das Leitungsnetz alle 6 Jahre inspiziert werden und bei Wohneigentum nach spätestens 10 Jahren. Eine Reinigung erfolgt nach Bedarf. Bei einer einwandfreien Aussenluftfassung, einem Zuluftfilter der Klasse F7 und fachgerechter Wartung kann das Reinigungsintervall von Zuluftleitungen deutlich über zehn Jahren liegen.

9 ERDREICH-WÄRMEÜBERTRAGER

9.1 ERDREICH-LUFT-WÄRMEÜBERTRAGER

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 soll maximal 10 Pa betragen. In der Grafik auf der nächsten Seite 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

derliche 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.hetag.ch).

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-Wärmetauschern 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 m³/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.

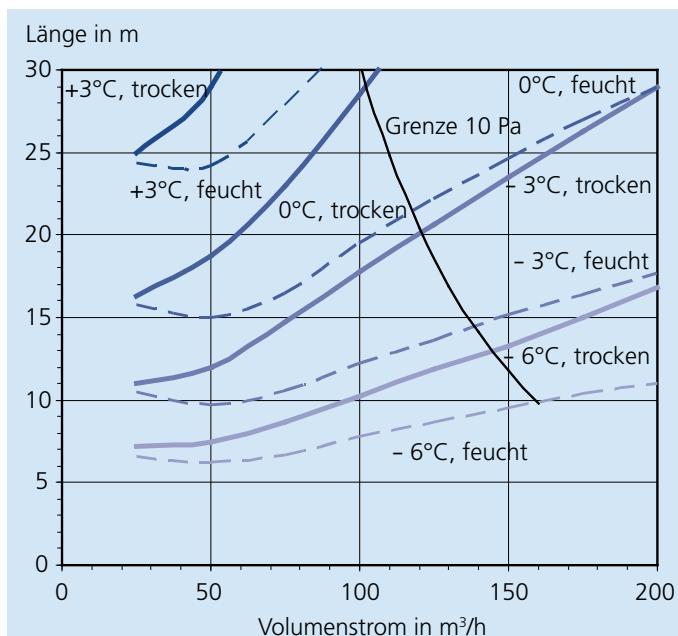
Ablesebeispiel

Die geforderte minimale Austrittstemperatur beträgt –3 °C bei einem feuchten Erdreich. Der gesamte Aussenluftvolumenstrom beträgt 150 m³/h und wird auf zwei parallele Rohre aufgeteilt. Pro Rohr ergibt das 75 m³/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 ERDREICH-SOLE-WÄRMEÜBERTRAGER UND ERDSONDEN

Anstelle von Lufterdregistern 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 Gebäuden mit Erdsonden-Wärmepumpen kann die Erdsonde eventuell auch für die Vorwärmung und -kühlung der Aussenluft genutzt werden. Dies ist allerdings bei der Dimensionierung der Erdsonde zu berücksichtigen.



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/m²K
- Lüftungsanlage im Dauerbetrieb

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 Dichtheitstests 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 Abnahmetag zu definieren. Dabei muss geregelt werden, wer (Hausdienst, externe Firmen) für welche Arbeiten zuständig ist.

11 LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

11.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] SIA-Merkblatt 2023: Lüftung in Wohnbauten. SIA, Zürich, 2008 (www.sia.ch)
- [2] VKF-Brandschutzrichtlinie 25-15 Lufttechnische Anlagen. VKF, Bern, 2015 (www.praever.ch)

11.2 LITERATUR

- [4] Huber H.: Komfortlüftung Planungshandbuch. Faktor Verlag, Zürich 2008
- [5] Huber H., Mosbacher R.: Wohnungslüftung. Faktor Verlag, Zürich 2006
- [6] Minergie-Broschüre: Jetzt wohnen Sie in einem Minergie-Haus (www.minergie.ch)
- [7] Vollzugshilfe EN-4: Lüftungstechnische Anlagen. Energiedirektorenkonferenz, Januar 2009 (www.endk.ch → Fachleute → Vollzugshilfen)