

Gute Raumluft

Standardlüftungssysteme im Minergie-Wohnhaus

Inhalt

Gute Luft braucht der Mensch	4
Die Fragen der Bauherren	5
Lufterneuerung in Wohnungen	6
Standardlüftungssysteme	8
Systemwahl	11
Hinweise für Fachleute	12
Beispiele aus der Praxis	15
Weitere Infos	18

Impressum

Herausgeber

Minergie Schweiz

Produktion

Text: Heinrich Huber und Claudia Hauri,
Hochschule Luzern, Technik & Architektur
Institut für Gebäudetechnik und Energie

Lektorat: René Mosbacher,
Faktor Journalisten AG, Zürich

Grafik: Christine Sidler,
Faktor Journalisten AG, Zürich

Druck: Birkhäuser+GBC AG, Reinach

Bildnachweis

Titelbild: Daniel Swarovski Corporation,
Männedorf, ZH-3100 (Foto: HGEsch
Photography).

Seite 12: Zehnder Group Schweiz AG

Seite 17: Ralph Feiner, Malans



Komfortabel, flexibel und erprobt

Mehr als drei Viertel unserer Zeit verbringen wir hierzulande in Gebäuden. Entsprechend wichtig ist gute Raumlufte. Im Minergie-Haus tauscht eine automatische Lüftung verbrauchte Luft gegen frische. So sorgt sie für Komfort und Sicherheit, weil zum Lüften keine Fenster geöffnet werden müssen.

Selbstverständlich dürfen die Bewohner aber die Fenster öffnen, wann immer sie wollen.

Egal, ob Neubau oder Sanierung – es gibt für jeden Fall ausgereifte Standardlüftungssysteme.

Gute Luft braucht der Mensch

Damit sich Menschen in Räumen wohl fühlen, brauchen sie gute Luft. Weil heutige Gebäude weitgehend luftdicht sind, muss technisch für einen geregelten Luftaustausch gesorgt werden, sonst reichern sich rasch Gerüche, CO₂ oder Feuchte in der Raumluft an. Das kann hygienische Probleme verursachen, schadet dem Komfort und birgt bauphysikalische Risiken. Aus Erfahrung wissen wir heute, dass manuelles Lüften meist keine optimalen Resultate liefert. Weil die Nutzenden die schlechte Luftqualität oft gar nicht wahrnehmen, wird teils zu wenig oft oder zu wenig gründlich gelüftet. Manchmal werden auch Räume oder ganze Wohnungen mit angestellten Fenstern «dauerlüftet». Dadurch geht in der kalten Jahreszeit viel Energie verloren.

Die automatische Lüftung sorgt also nicht nur für gute Luftqualität, sie spart auch Energie. Und weil zum Lüften keine Fenster geöffnet werden müssen, schützt sie vor Lärm von aussen und verbessert zudem die Sicherheit.

Heute stehen viele erprobte Lüftungssysteme zur Verfügung. Einige von ihnen lassen sich auch kombinieren, sodass es für fast jeden Fall eine optimale Lösung gibt. Diese Broschüre geht auf die Konzepte, ihre Eigenschaften und Einsatzgebiete ein. Die nachstehende Abbildung zeigt am Beispiel einer Komfortlüftung einige wichtige Punkte, die bei der Planung und Ausführung beachtet werden müssen. Spezifische Anforderungen für die anderen Standardlüftungssysteme finden Sie bei den Systembeschreibungen.

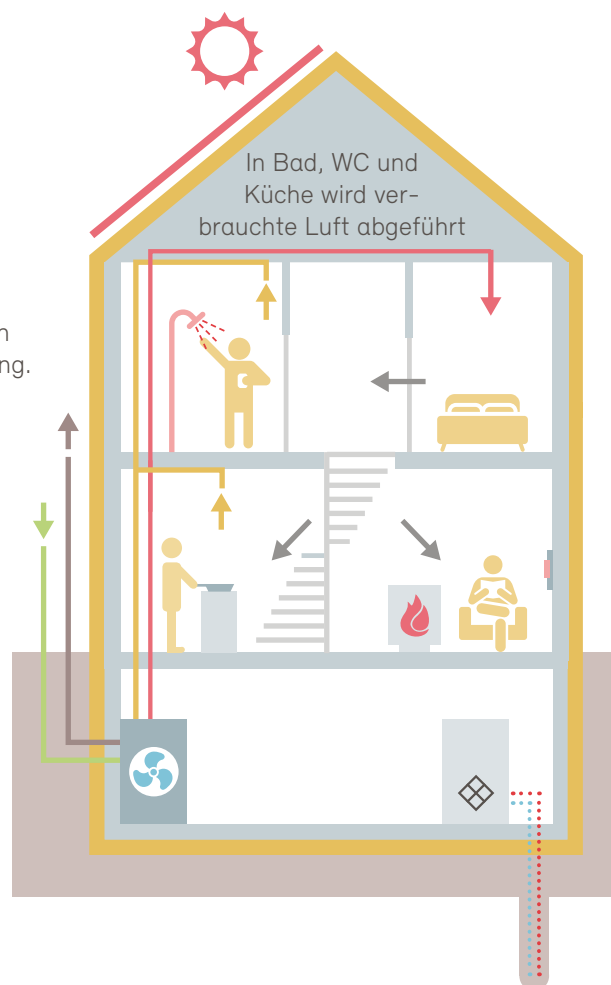
Wohnungslüftung – wichtige Punkte

Alle Anlagenteile sind für Inspektion und Reinigung zugänglich, z. B. Revisionsdeckel bei Verteilern.

Aussen- und Fortluftleitungen in beheizten Räumen sowie Zu- und Abluftleitungen in unbeheizten Räumen brauchen 3 cm bis 10 cm Wärmedämmung.

Platzierung der Aussenluft-Durchlässe:
– an einer Lage mit geringer Luftbelastung
– minimale Höhe über Boden 1,5 m bis 3 m

Lüftungsgeräte möglichst nahe bei der äusseren Wärmedämmung des Gebäudes platzieren.



Der Luftvolumenstrom richtet sich nach den hygienischen Anforderungen und soll pro Wohnung dem Bedarf angepasst werden können.

In den Zimmern wird frische Luft zugeführt.

Wird in der Wohnung eine Feuerstätte betrieben, darf die Lüftung keinen Unterdruck erzeugen.

Offene Wohnbereiche werden ohne separate Luftzufuhr ausreichend durchströmt.

Die Steuerung ist gut zugänglich in der Wohnung platziert.

Die Fragen der Bauherren

Dürfen die Fenster geöffnet werden?

In Wohnungen mit automatischen Lüftungen dürfen Fenster jederzeit geöffnet werden. Allerdings reduziert häufiges Fensterlüften den Nutzen einer allenfalls vorhandenen Wärmerückgewinnung. Bei Abluftanlagen wird die Luftverteilung durch geöffnete Fenster gestört. Bei Wohnbauten ist es sogar üblich, dass in gewissen Situationen die Fenster geöffnet werden müssen. Typischerweise ist dies zur Nachtauskühlung im Sommer der Fall. Wenn wegen hoher Aussenluftbelastung oder Aussenlärmbelastung (z. B. Schlafzimmer an stark befahrenen Strassen) offene Fenster den Komfort unzulässig beeinträchtigen, gilt es früh in der Planung zu klären, wie der sommerliche Wärmeschutz ohne Fensterlüftung gewährleistet werden kann.

Übertragen Lüftungen Schall in der Wohnung oder zwischen Wohnungen?

Die meisten Schallprobleme entstehen durch zu hohe Ventilatorgeräusche respektive wegen deren ungenügender Dämpfung. Akustische Massnahmen (z. B. die Auswahl von geeigneten Schalldämpfern oder von leiseren Lüftungsgeräten) müssen daher schon in der Planung getroffen werden.

Schallübertragungen zwischen Wohnungen werden kaum beanstandet. Auch innerhalb von Wohnungen gibt es damit bei üblichen Anforderungen kaum Probleme. Spezielle Massnahmen sind allenfalls bei hohen Ansprüchen notwendig (z. B. Telefoneschalldämpfer). Zu beachten gilt es, dass sich Schall ausser über die Luftleitungen auch via Überströmdurchlässe (z. B. Luftspalte unter Türen), Türen und Trennwände zwischen Zimmern übertragen kann.

Bei Abluftanlagen und Einzelraum-Lüftungsgeräten ist der Schutz gegen Aussenlärm wichtig. Da die Berechnungen und die Schallschutznachweise hierfür anspruchsvoll sind, sollen Spezialisten wie Bauakustiker beigezogen werden.

Wird die Luft im Winter zu trocken?

Die Luftfeuchte hängt vom Aussenluftvolumenstrom und vom Feuchteanfall in den Räumen ab. Das bedeutet: Auch bei Wohnungen mit Fensterlüftung kann trockene Raumluft entstehen, wenn beispielsweise dauernd Kippfenster geöffnet sind und die Belegung tief ist.

Bei mechanischen Lüftungen lässt sich trockene Luft in erster Linie vermeiden, indem die Luftvolumenströme nicht überdimensioniert werden und die Betriebsstufe in jeder Wohnung dem Bedarf respektive der Belegung angepasst werden kann. Zusätzlich lassen sich Lüftungsgeräte mit Feuchterückgewinnung einsetzen.

Wie oft müssen die Filter gewechselt werden?

Die Standzeit eines Filters hängt von der Luftbelastung, von seiner wirksamen Fläche und der Feuchte ab, der er ausgesetzt ist. In der Regel sollte von zwei Filterwechseln pro Jahr ausgegangen werden. Unter günstigen Bedingungen reicht allenfalls einer. Bei hoher Aussenluftbelastung (verkehrsreiche Strasse oder überdurchschnittlich viel Blütenstaub) und knapp bemessenen Filtern ist aber allenfalls ein häufigerer Wechsel erforderlich. Eine Filterüberwachung hilft, den richtigen Zeitpunkt zu erkennen.

Die Filter und deren Wechsel verursachen einen namhaften Anteil der Betriebskosten einer Wohnungslüftung. Deshalb lohnt es sich, bereits bei der Wahl des Lüftungsgeräts die Kosten für den Filterwechsel abzuklären. Filter mit grossen Flächen sind meist nur wenig teurer als solche mit kleinen. Wegen der längeren Standzeit sind grosszügig dimensionierte Filter oft wirtschaftlicher als knapp bemessene.

Sorglospaket Lüftung

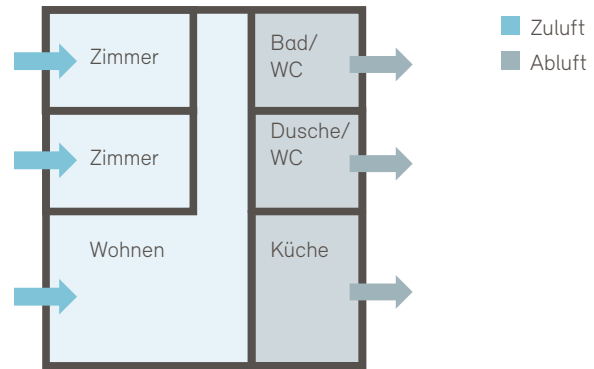
Mit dem Minergie-Modul «Komfortlüftung» erhält der Bauherr eine Systemgarantie und muss sich um keine Details bei der Lüftung kümmern.

Lufterneuerung in Wohnungen

Unabhängig davon, ob mechanisch oder manuell gelüftet wird, gelten für die Lufterneuerung in Wohnungen folgende Grundsätze:

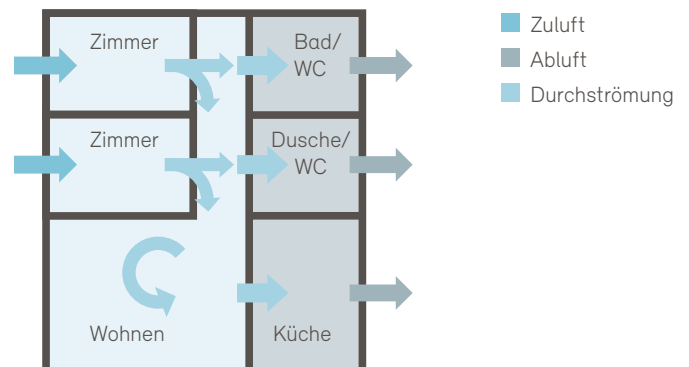
- In den Zimmern und im Wohnbereich wird zumindest während der Nutzung unbelastete Luft von aussen oder von anderen Räumen mit guter Luftqualität zugeführt.
- Die abströmende Luft wird in andere Räume oder nach aussen geführt.
- In Bad, Dusche, WC und Küche wird zumindest während der Nutzung die belastete Luft nach aussen abgeführt. Die Ersatzluft strömt von anderen Räumen oder von aussen nach.

Aus diesen Grundsätzen lassen sich für die von Minergie verlangte automatische Lufterneuerung folgende drei Prinzipien der Luftführung ableiten:



1. Kaskade

- Im Zuluftbereich, d. h. in den Zimmern, wird Zuluft zugeführt.
- Im Abluftbereich, d. h. in Bad, Dusche, WC und Küche, wird die Abluft abgeführt.
- Der Durchströmbereich befindet sich zwischen dem Zu- und Abluftbereich. Er umfasst den Korridor und den offenen Wohnbereich. Im Durchströmbereich befinden sich keine Zu- oder Abluftdurchlässe, da er durch die natürliche Luftumwälzung ausreichend belüftet wird.
- Die Luft gelangt durch passive Elemente oder einen Luftspalt unter der Tür vom Zuluft- in den Durchströmbereich und vom Durchström- in den Abluftbereich.
- Zu- und Abluftvolumenstrom sind über die gesamte Wohnung immer gleich gross.



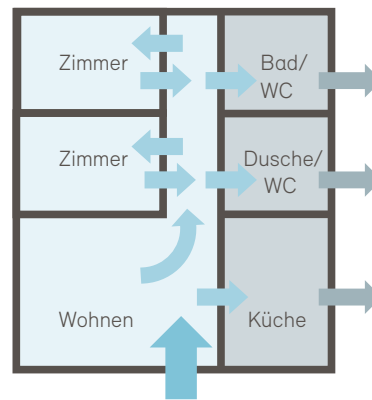
2. Verbund

- Als Zuluftbereich dient der offene Raum der Wohnung, an den die Zimmer angrenzen. Er umfasst in der Regel den Korridor und den Wohnbereich. Hier wird der gesamte Zuluftvolumenstrom der Wohnung eingeführt. Dies kann über einen einzigen Zuluftdurchlass geschehen.
- Im Abluftbereich, d. h. in Bad, Dusche, WC und Küche, wird die Abluft abgeführt.
- Im Verbundbereich liegen typischerweise die Zimmer. Stehen die Türen offen, sorgt die natürliche Luftbewegung hier für ausreichende Umwälzung.

- Bei Neubauten fordert Minergie, dass sogenannte Verbundlüfter oder aktive Überströmer eingesetzt werden. Sie sorgen bei geschlossenen Türen für den Luftaustausch zwischen Zuluftbereich und Verbundbereich.
- Bei Modernisierungen werden Verbundlüfter für optimalen Komfort empfohlen, aber nicht zwingend verlangt. Es wird davon ausgegangen, dass bei belegten Räumen, also z. B. nachts, die Tür offen steht oder ein Fenster zeitweise geöffnet wird. Sollten Probleme wie etwa Schimmelfeul auftreten, müssen die betroffenen Zimmer mit Verbundlüftern oder anderen selbsttätig funktionierenden Lüftungstechnischen Einrichtungen ausgerüstet werden.
- Zu beachten: Bei Verbundlüftungen gelangen Gerüche beispielsweise aus der Küche in die Zimmer, wenn keine Vorkehrungen getroffen werden. Nehmen wir einen Fondueabend: Laufen die Verbund-

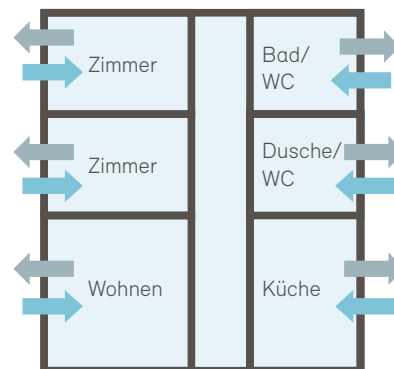
lüfter, verteilen sich die Kochgerüche auch bei geschlossenen Zimmertüren in alle Räume. Um dies zu vermeiden, müssen sich die Verbundlüfter bei Bedarf ausschalten lassen, etwa über einen Zeitschalter.

- Zu- und Abluftvolumenstrom sind über die gesamte Wohnung immer gleich gross.
- Verbundlüftungen zeichnen sich durch kurze Zuluftleitungen aus, was kostentechnisch und architektonisch interessant ist.



3. Einzelraum

- Die Zuluft wird in jedem Raum direkt von aussen zu- und die Abluft direkt nach aussen abgeführt.
- Bei solchen Anlagen wird im Korridor keine Luft gezielt zu- oder abgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass durch offenen stehende Türen und Personenverkehr eine ausreichende Durchströmung entsteht.
- Zu- und Abluftvolumenstrom sind über die gesamte Wohnung immer gleich gross.



Kombination

Diese drei Prinzipien lassen sich bei Bedarf auch kombinieren. So kann beispielsweise in einer Wohnung, die mehrheitlich mit einer Kaskadenlüftung versorgt wird, ein Zimmer mit einer Verbundlüftung ausgerüstet werden (Seite 15).

Standardlüftungssysteme

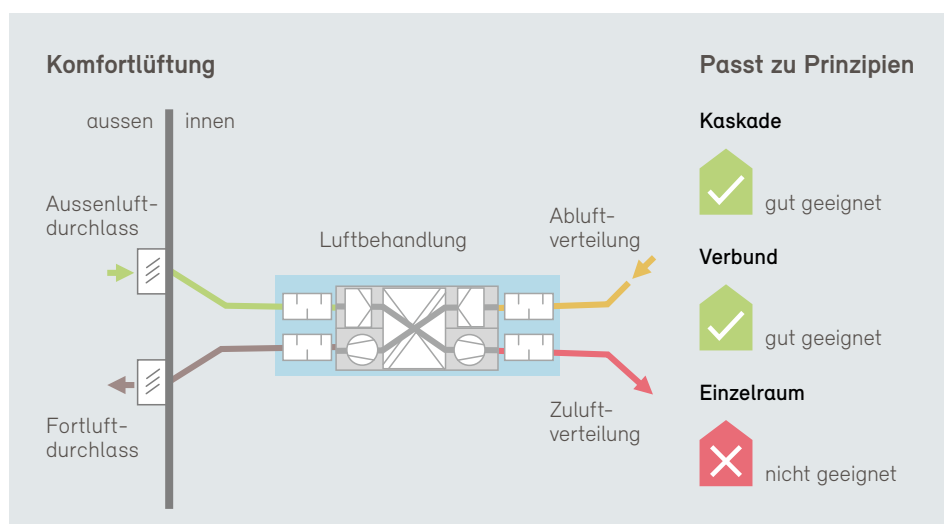
Die beschriebenen Prinzipien der Lufterneuerung lassen sich mit verschiedenen Lüftungssystemen umsetzen. Als Standardlüftungssysteme werden die bewährten und am meisten verbreiteten Anlagentypen in Minergie-Wohngebäuden bezeichnet. Neben diesen Systemen sind weitere Lösungen zulässig, die den Anforderungen des Minergie-Reglements entsprechen. Auf die Dimensionierung der Anlagen und die Anforderungen an ihre Komponenten wird hier nicht eingegangen. Auch der Minergie-Standard legt in der Regel keine Detailanforderungen fest, sondern setzt voraus, dass die Schweizer Normen eingehalten werden.

Komfortlüftung

Die Komfortlüftung bietet von allen Standardlüftungssystemen am meisten Optionen, was Wärmerückgewinnung, Feuchteübertragung und Komfort angeht. Sie verursacht aber auch höhere Investitionskosten als andere Systeme.

Die Aussenluft gelangt über die Aussenluftverteilung zur Luftbehandlung. Dort wird sie gefiltert und durch die Wärmerückgewinnung (WRG) erwärmt oder (im Sommer) gekühlt. Anschliessend gelangt die Zuluft via Zuluftverteilung in die Wohnung, wo sie nach dem Kaskaden- oder Verbundprinzip geführt wird. Zimmer, die

nicht im Durchströmbereich liegen, werden bei Neubauten immer mit einem Zuluftdurchlass oder Verbundlüfter ausgerüstet. Bei Modernisierungen sind Ausnahmen möglich (siehe Verbundprinzip, Seite 6). Die Abluft gelangt über die Abluftverteilung zur Luftbehandlung zurück. Dort wird sie durch die WRG abgekühlt oder (im Sommer) erwärmt. Die Fortluft wird schliesslich über die Fortluftverteilung nach aussen geführt. Bei Mehrfamilienhäusern kann eine Luftbehandlung mehrere Wohnungen versorgen. Dies wird als Mehrwohnungsanlage bezeichnet. Erhält hingegen jede Wohnung eine eigene Luftbehandlung, spricht man von Einzelwohnungsanlagen. Eine Wärmerückgewinnung überträgt rund 80% der sensiblen (= spürbaren) Wärme von der Abluft auf die Zuluft. Besonders für Einzelwohnungsanlagen werden Lüftungsgeräte angeboten, die zusätzlich auch Feuchte übertragen. Diese Bauart wird als Enthalpieübertrager bezeichnet. Beim Abkühlen der Abluft kann in der Wärmerückgewinnung Wasser kondensieren. In der kalten Jahreszeit kann das Wasser gefrieren und den Wärmetauscher verstopfen, was die Funktion der ganzen Anlage beeinträchtigt. Deshalb ist ein Frost- oder Vereisungsschutz erforderlich. Energetisch vorteilhaft ist entweder die Vorwärmung der Zuluft mit Umweltwärme oder der Einsatz eines Enthalpieübertragers. Solche Wärmeübertrager setzen



auch bei Minustemperaturen kein Eis an. Bei Einzelwohnungsanlagen werden teilweise elektrische Vorheizungen eingesetzt. Weil sie aber je nach Ausführung viel Strom verbrauchen, muss das im Minergie-Nachweis berücksichtigt werden. Die einseitige Reduktion des Aussenluftvolumenstroms ist als Vereisungsschutz nicht zulässig, da der dabei entstehende Unterdruck bezüglich Hygiene und Komfort kritisch ist.

Abluftanlage

Abluftanlagen basieren auf einem sehr einfachen Prinzip der mechanischen Lüftung. Komfort und Energieeffizienz sind im Vergleich zur Komfortlüftung eingeschränkt, die Investitionskosten dafür deutlich tiefer und die baulichen Eingriffe (Leitungen) weniger stark.

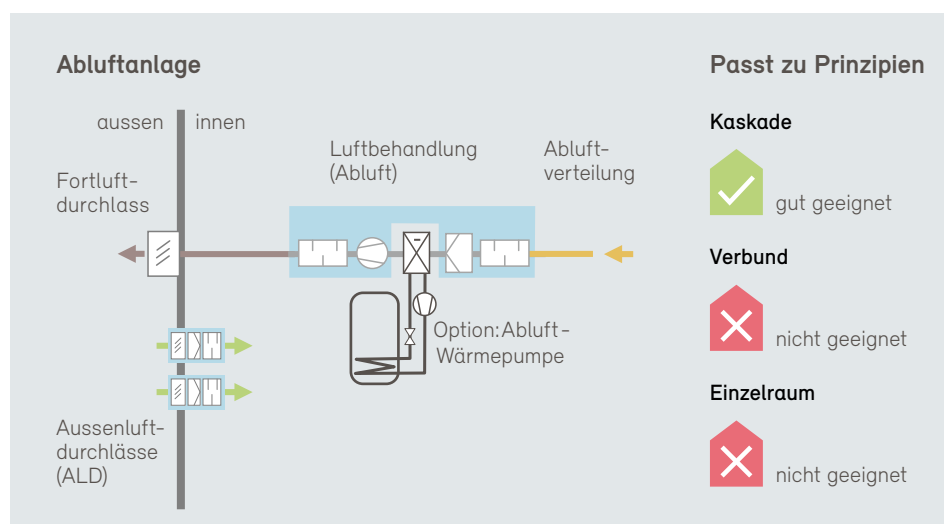
Bei Abluftanlagen wird nur die Abluft mechanisch gefördert. Dadurch entsteht in der Wohnung ein Unterdruck, der die Aussenluft über die Aussenluftdurchlässe (ALD) in den Zuluftbereich befördert. Der Unterdruck führt aber selbst bei sehr dichten Gebäuden dazu, dass Luft neben den ALD auch durch Ritzen und Fugen (z. B. durch Installationszonen oder vom Treppenhaus) in die Wohnung gelangt. Diese Volumenströme werden als Infiltration bezeichnet und sind sowohl bei

der Dimensionierung als auch beim Energienachweis zu berücksichtigen. Beachtet werden muss auch, dass bei offenen Fenstern die Luftverteilung in der Wohnung nicht mehr wie geplant funktioniert. Deshalb müssen die Bewohner instruiert werden, dass sie die Fenster nur kurz öffnen sollen.

Die ALD müssen gegen Aussenlärm schützen (vgl. Lärmschutzverordnung) und je nach Anforderung und Aussenluftqualität mit Filtern ausgerüstet sein. Weil diese Filter relativ klein sind, müssen sie häufiger gewechselt werden als bei Komfortlüftungen. In der Wohnung wird die Luft nach dem Kaskadenprinzip geführt. Zur Nutzung der Wärme in der Abluft können Abluft-Wärmepumpen eingesetzt werden. Die so gewonnene Wärme wird meist zum Bereiten des Warmwassers und teilweise als Heizungsunterstützung genutzt. Abluftanlagen lassen sich als Einzel- oder Mehrwohnungsanlagen realisieren.

Bei einfachen Abluftanlagen sind wegen des Unterdrucks in der Wohnung folgende Aspekte gesundheitlich und sicherheitstechnisch relevant:

- Es darf keine raumluftabhängige Feuerung vorhanden sein.
- Der Radongehalt in der Wohnung darf sich nicht erhöhen.
- Achtung! Bei Auswahl und Positionierung der ALD darauf achten, dass keine Zugluft entsteht.



Einzelraumlüftung

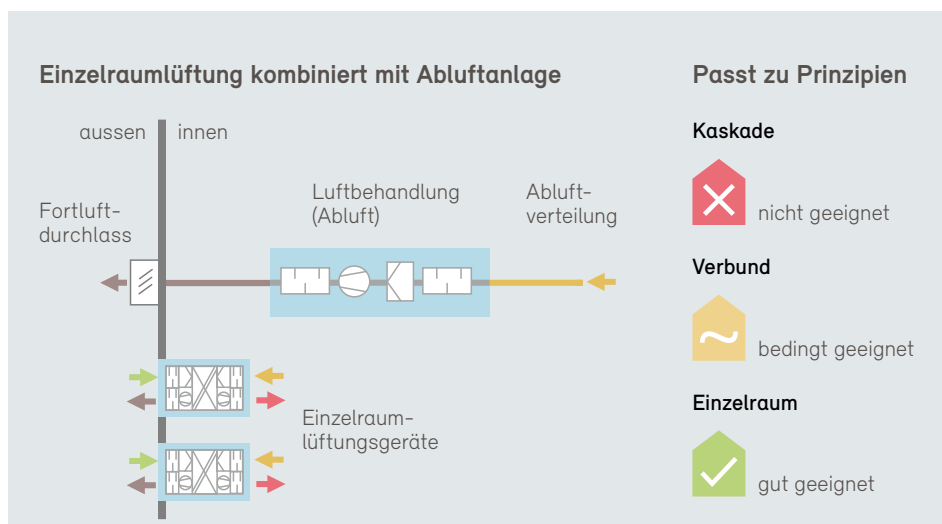
Einzelraumlüftungen kombinieren die technischen Eigenschaften einer Komfortlüftung mit der Einfachheit einer Abluftanlage. Sie benötigen weder Zu- noch Abluftleitungen.

Einzelraumlüftungsgeräte sind mit Zu- und Abluftventilator, Filtern und Wärmerückgewinnung ausgestattet. Die Luftbehandlung ist also gleich wie bei einer Komfortlüftung.

Häufig werden Einzelraumlüftungsgeräte im Wohnbau mit Abluftanlagen kombiniert. Bad, Dusche und WC erhalten keine Einzelraumlüftungsgeräte. Stattdessen wird die Abluft abgesaugt und nach aussen geblasen. Bei der Projektierung des gesamten Lüftungssystems und beim Energienachweis muss berücksichtigt werden, dass die Abluftanlage mindestens einige Stunden pro Tag in Betrieb ist. Während dieser Zeit ist die Wärmerückgewinnung durch die Einzelraumgeräte beeinträchtigt. Das bedeutet: Die Luftvolumenstrombilanz und die Druckverhältnisse sollen so definiert werden, dass die Einzelraumlüftungen möglichst wenig gestört werden. Wenn nötig, braucht es geeignete Steuerungen oder Regelungen, die für optimale Druckverhältnisse sorgen. Auch bei Einzelraumlüftungen muss der Vereisungsschutz der WRG berücksichtigt werden.

Auch hier lässt er sich mit einem Enthalpieübertrager lösen.

Der Markt bietet mittlerweile eine breite Palette an Produkten mit unterschiedlichen Bauformen und in unterschiedlicher Qualität. Bei der Produktwahl gilt es darauf zu achten, dass die Anforderungen der Schweizer Normen an den maximalen Schallpegel, den minimalen Luftvolumenstrom und die Hygiene (z. B. minimale Filterstufe) eingehalten werden.



Systemwahl

Aufgrund ihrer technischen Konzepte haben die verschiedenen Standardlüftungssysteme unterschiedliche Stärken und Schwächen. So bietet die klassische Komfortlüftung bei Komfort und Energieeffizienz Vorteile. Weil sie aber separate Kanäle für Zu- und Abluft benötigt, eignet sie sich vor allem für Neubauten oder Sanierungen, bei denen auch die Innenräume

baulich verändert werden. Bei Sanierungen hingegen, die sich auf die Gebäudehülle beschränken, lassen sich Einzelraumlüftungen und Abluftanlagen unter Umständen deutlich günstiger realisieren. Falls sinnvoll und nötig, können die Systeme auch bis zu einem gewissen Grad kombiniert werden.

Vor- und Nachteile der Standardlüftungssysteme				
Kriterium		Lüftungssystem		
		Komfortlüftung	Abluftanlage	Einzelraumlüftung, kombiniert mit Abluft in Bad, WC und Dusche
Energie	Wie gut lässt sich die erforderliche gewichtete Energiekennzahl bei Neubauten erreichen?	Gute Voraussetzung, besonders bei Bedarfsregelung und Kaskaden- oder Verbundlüftung	Zusammen mit einer effizienten Wärmeerzeugung machbar, z. B. mit einer Abluftwärmepumpe für Warmwasser	In der Regel gut machbar
	Wie gut lässt sich die erforderliche gewichtete Energiekennzahl bei Modernisierungen erreichen?	Sehr gut machbar	Gut machbar	Gut machbar
Schallschutz	Wie einfach lassen sich die Anforderungen an den Schutz vor Anlagegeräuschen umsetzen?	Bei fachgerechter Planung und Installation lassen sich tiefe Schalldruckpegel erreichen	In den Zimmern sind meist keine Lüftungsgeräusche wahrnehmbar, Abluftventilatoren müssen dauernd eingeschaltet sein	Anspruchsvoll, viele auf dem Markt erhältliche Geräte halten die Anforderungen der Schweizer Normen nicht ein
	Wie gut ist der Schallschutz gegen aussen?	Selbst an sehr lauten Lagen ist ein guter Schallschutz möglich	An ruhigen Lagen unproblematisch, an lauten Lagen sind Abklärungen durch Bauakustiker erforderlich	Hängt stark vom Gerät ab. An ruhigen Lagen unproblematisch, an lauten Lagen sind Abklärungen durch Bauakustiker erforderlich
Luftqualität	Welche Filterstufen sind möglich?	Die meisten Geräte sind mit Feinstaubfiltern ausgerüstet, bei Bedarf sind zusätzliche Filterstufen möglich	ALD mit Feinstaubfiltern sind erhältlich, aber die meisten Produkte haben nur Grobstaubfilter oder gar keine Filter	Geräte mit Feinstaubfiltern sind erhältlich. Für viele Produkte gibt es aber nur Grobstaubfilter
	Wie ist die empfundene Raumluftqualität?	Gut, eine Bedarfsregelung wird empfohlen	Gut, eine Bedarfsregelung wird empfohlen	Gut, eine Bedarfsregelung wird empfohlen
Behaglichkeit	Wie hoch ist das Zugluftisiko?	Bei korrekter Auswahl und Platzierung der Zuluftdurchlässe sehr gering	Selbst bei korrekt ausgewählten und platzierten ALD sowie richtig ausgelegten Volumenströmen heikel	Bei korrekter Auswahl und Platzierung der Geräte gering
	Mit welchen Massnahmen kann tiefen Raumluftfeuchten vorgebeugt werden?	Geräte mit Feuchterückgewinnung wählen, Bedarfsregelung und Kaskaden- oder Verbundlüftung vorsehen	Mit Bedarfssteuerung und Kaskadenlüftung betreiben. Nicht überdimensionieren!	Geräte mit Feuchterückgewinnung wählen, Bedarfsregelung vorsehen. Nicht überdimensionieren!
Bedarfsregelung	Wie kann eine Bedarfsregelung realisiert werden?	Bedieneinheit und Luftqualitätssensor in der Wohnung	Bedieneinheit in der Wohnung, allenfalls feuchtgeregelte ALD	Bedieneinheit und Luftqualitätssensor pro Zimmer
Wartung	Wie hoch ist der Wartungsaufwand?	Ein bis zwei Filterwechsel pro Jahr, Hygienemassnahmen siehe Seite 12	Zwei- bis dreimal pro Jahr: Filter bei allen ALD wechseln, ALD von innen und aussen reinigen, Hygienemassnahmen siehe Seite 12	Ein- bis dreimal pro Jahr: An jedem Gerät Filter wechseln, Geräte innen und aussen reinigen, Hygienemassnahmen Seite 12
Modernisierung	Wie gut ist das System für Modernisierungen geeignet?	Geeignet, wenn auch Innenbereich saniert wird (Küche, Bad und Steigzonen) vor allem in Kombination mit Verbundlüftern	Gut geeignet bei Fassaden- und Fenstersanierungen	Gut geeignet bei Fassaden- und Fenstersanierungen (elektrische Installationen erforderlich)
Bauliche Aspekte	Wo können Probleme entstehen?	Lange Luftleitungen – wo unterbringen?	Fassadendurchbrüche für ALD erforderlich	Fassadendurchbrüche und Stromversorgung für Lüftungsgeräte erforderlich

Hinweise für Fachleute

Dimensionierung

Lüftungsanlagen müssen so dimensioniert werden, dass jederzeit die bauphysikalisch minimale Aussenluftrate gewährleistet ist. Während der Nutzung der Wohnung respektive einzelner Zimmer müssen sich die Aussenluftraten so einstellen lassen, dass eine angemessene Raumlufthaltigkeit resultiert. Mit der Dimensionierung nach den Schweizer Normen werden diese Grundsätze eingehalten.

Überdimensionierte Anlagen führen zu unnötigen Kosten, sind energetisch schlecht und bezüglich Raumlufthaltigkeit kontraproduktiv. Deshalb sollen die Luftvolumenströme nicht höher gewählt werden, als es die Normen fordern. Zudem soll wenn immer möglich eine Kaskaden- oder Verbundlüftung realisiert werden.

Steuerung und Regelung

Die Luftvolumenströme müssen an die jeweilige Nutzung angepasst werden können. Das ist eine Voraussetzung dafür, dass Probleme vermieden werden können, die durch zu intensiven Luftwechsel entstehen. Hierzu gehören etwa zu trockene Luft oder überhöhter Energiebedarf. In Neubauten müssen die Bewohnerinnen und Bewohner die Möglichkeit haben, die Lüftungsstufe pro Nutzungseinheit ihren

Bedürfnissen anzupassen. Eine zusätzliche Bedarfsregelung, basierend auf CO₂- oder Feuchtigkeitsmessung, kann auch zweckmässig sein.

Thermische Behaglichkeit

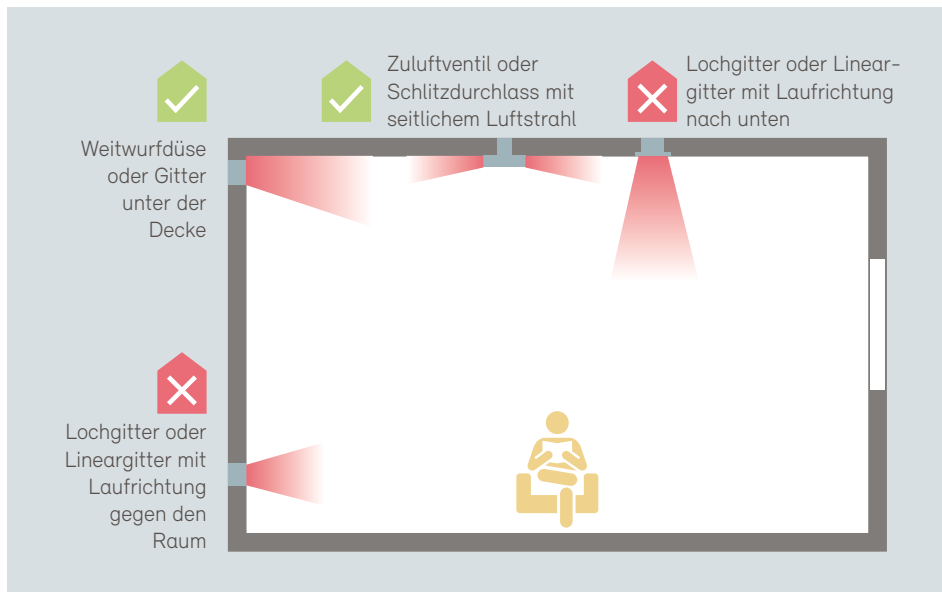
Fachgerecht realisierte Wohnungslüftungsanlagen ermöglichen eine hohe thermische Behaglichkeit. Das Risiko von Zuglufterscheinungen hängt von der lokalen Luftgeschwindigkeit und der Zulufttemperatur ab. Deshalb müssen Zuluftdurchlässe so angeordnet werden, dass die Ausblasrichtung nicht direkt in den Aufenthaltsbereich zeigt, respektive dass zum Aufenthaltsbereich die minimale Distanz gemäss Herstellerangaben eingehalten ist. Tiefe Zulufttemperaturen und Zuglufterscheinungen treten speziell bei den ALD von Abluftanlagen auf. Bei der Auswahl und Platzierung der ALD müssen die Herstellerangaben beachtet werden. Bei Verbundlüftungen strömt die gesamte Zuluft konzentriert an einer Stelle in die Wohnung (ca. 100 m³/h in einer 4-Zimmer-Wohnung). Damit dort kein erhöhtes Zugluftisiko entsteht und die Heizlast nicht steigt, muss die Zuluft eine höhere Temperatur haben als beim Kaskadenprinzip. Dort werden pro Zuluftdurchlass ja nur ca. 30 m³/h zugeführt. Minimal soll die Zuluft beim Verbundprinzip auch bei tiefen Aussentemperaturen etwa 16 °C erreichen. Dies erfordert eine effiziente WRG mit wirksamem Vereisungsschutz und allenfalls eine Nachwärmung.

Hygiene, Lärm

– Die Lüftung darf in den Wohn- und Schlafzimmern höchstens 25 dB(A) Schalldruckpegel verursachen. Mit dem kostenlosen KWL-Tool können Lüftungsplaner und Systemlieferanten die Lüftungsanlage akustisch berechnen und planen (www.kwl-tool.ch).

Die Steuerung muss gut zugänglich platziert sein.





Geeignete und ungeeignete Anordnung von Zuluftdurchlässen.

- Die Aussenluft wird mit einem Feinstaubfilter der Klasse F7 respektive ePM1 50 % (oder besser) gereinigt.
- Aussenluft darf nicht ebenerdig oder in einem Lichtschacht gefasst werden. Die minimalen Ansaughöhen sind in den Normen geregelt.
- Sämtliche Anlagenteile müssen gut zugänglich sein, damit sie gereinigt oder bei Verschmutzung ersetzt werden können. In der Zu- und Aussenluftverteilung darf sich nirgends stehendes Wasser befinden.
- Hygienekontrolle unabhängig vom System alle 5 bis 8 Jahre.
- Luft- oder Geruchsübertragungen zwischen Wohnungen müssen vermieden werden. Bei Einzelwohnungsanlagen sollen nicht mehrere Geräte an derselben Aussen- oder Fortluftleitung angeschlossen werden.
- Die Lüftung darf keinen Unterdruck verursachen, der in der Wohnung zu Hygieneproblemen führt.

Wärmeenergie

Aussen- und Fortluftleitungen im beheizten Bereich müssen wärmegeklämt werden. Dasselbe gilt für Zu- und Abluftleitungen im unbeheizten Bereich. Damit die gedämmten Leitungen möglichst kurz bleiben und keine grossen Dämmstärken erforderlich sind, ist das Lüftungsgerät möglichst nahe bei der äusseren Wärme-dämmung der Gebäudehülle zu platzieren. Die Wirkung der Wärmerückgewinnung wird durch Leckagen, unerwünschte Wärmeflüsse und Ungleichgewichte im Luftvolumenstrom (z. B. durch Wind oder Filterverschmutzung) beeinträchtigt. Auch geöffnete Fenster verschlechtern die Wärmerückgewinnung markant. Im Minergie-Nachweis wird der Nutzungsgrad über das gesamte System deklariert. Deshalb müssen die von den Geräte-lieferanten angegebenen Wirkungsgrade oder Wärmebereitstellungsgrade reduziert werden. Für den Netto-Nutzen der Wärmerückgewinnung gelten folgende Richtwerte:

- Typische Einzelwohnungsanlage im MFH: ca. 70 %
- Gute Einzelwohnungsanlage im MFH oder typische Anlage im EFH: ca. 80 %
- Einzelraumlüftungsgeräte in Kombination mit Abluft in Bad, Dusche, WC: ca. 50 %

Elektrische Energie

Der Elektrizitätsbedarf hängt von der Qualität des Lüftungsgeräts und dem Druckverlust der Luftverteilung ab. Gute Voraussetzungen für einen niedrigen Stromverbrauch sind:

- Lüftungsgeräte der Klassen A oder A+ gemäss Energieetikette
- Maximal 70 Pa Druckverlust in der Luftverteilung von Einzelwohnungsanlagen
- Bedarfsregelung

Küchenabluft

Der Minergie-Standard stellt keine Anforderungen an die Art der Dunstabzugshaube. Es dürfen also sowohl Fortluft- als auch Umluft-Dunstabzugshauben eingesetzt werden. Umluft-Dunstabzugshauben und solche, die an die Komfortlüftung angeschlossen sind, haben den Vorteil, dass sie keine separate Ersatzluft benötigen und keinen Unterdruck erzeugen. Bei Fortluft-Dunstabzugshauben muss die Nachströmung der Ersatzluft gelöst werden. Bei mittleren und grossen Hauben gibt es kaum praktikable Lösungen für eine Nachströmung durch Aussenluftdurchlässe. Wird die Nachströmung über geöffnete Fenster gelöst, muss bei Minergie davon ausgegangen werden, dass eine Überwachung erforderlich ist. Mögliche Lösungen sind:

- Fensterkontaktschalter
- Fenster mit automatischem Antrieb
- Dunstabzugshauben mit Drucküberwachung
- Bei automatischen Feuerungen (Pellet): das automatische Ausschalten der Feuerung

Feuerstätten in der Wohnung

Bei Minergie-Gebäuden dürfen Feuerstätten wie Holz- oder Pelletöfen installiert werden. Wichtig ist, dass die Lüftung keinen unzulässigen Unterdruck verursacht. Eine korrekt ausgeführte und betriebene Komfortlüftung verursacht diesbezüglich keine Probleme. Bei Abluftanlagen sind Feuerstätten heikel. Sie sollten nur unter Beizug von erfahrenen Fachleuten realisiert werden. Fortluft-Dunstabzugshauben können grosse Unterdrücke erzeugen, die fast jede Art von Feuerstätte stören. Probleme können hier nur mit Überwachungseinrichtungen zuverlässig verhindert werden.

Sommerlicher Wärmeschutz

Mit den Standardlüftungssystemen ist keine aktive Kühlung möglich. Der sommerliche Wärmeschutz (mit oder ohne Kühlung) muss in erster Linie baulich gelöst werden. Für die Nachtauskühlung werden auch bei Minergie-Gebäuden meist die Fenster geöffnet. Mechanische Lüftungen können hier nur einen kleinen Beitrag leisten, etwa durch (möglichst automatische) Sommerbypässe. Sie überbrücken die WRG, wenn die Innen- über der Aussentemperatur liegt. Die Kühlung lässt sich noch etwas verstärken, wenn der Luftvolumenstrom bei eingeschaltetem Bypass hochgeregelt wird.

Luftheizung

Bei Passivhäusern wird die Komfortlüftung teilweise auch als Luftheizung eingesetzt. Solche Systeme erfordern ausserordentlich gut wärmegeämmte Gebäude. Zudem sind Planung und Ausführung anspruchsvoll. Deshalb sollen unbedingt erfahrene Planer und Installateure aus dem Passivhausbereich zugezogen werden.

Beispiele aus der Praxis

Sanierung Wohnsiedlung – Komfortlüftung mit Verbundlüftung kombiniert

Die Siedlung Glatt 1 der Stadt Zürich wurde nach den Grundsätzen der 2000-Watt-Gesellschaft energetisch saniert. Im Zuge der Sanierung waren Eingriffe in den Wohnungen möglich. Bei den zweigeschossigen Gebäuden wäre die Installation von Mehrwohnungsanlagen aber relativ aufwändig gewesen. Jede Wohnung erhielt ein Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung, das in einem Einbauschränk im Korridor installiert ist. Zwei Schlafzimmer und das Wohnzimmer werden über eine klassische Luftverteilung erschlossen, die über einer abgehängten Decke installiert ist. Weil das dritte Schlafzimmer vom Wohnzimmer her erschlossen ist, hätte der Zuluftkanal separat durch das Wohnzimmer geführt werden müssen. Um dies zu vermeiden, wurde unterhalb der Decke ein Verbundlüfter installiert. Er fördert Luft aus dem Schlafzimmer ins Wohnzimmer. Die Ersatzluft gelangt durch den Türschlitz in den Raum.

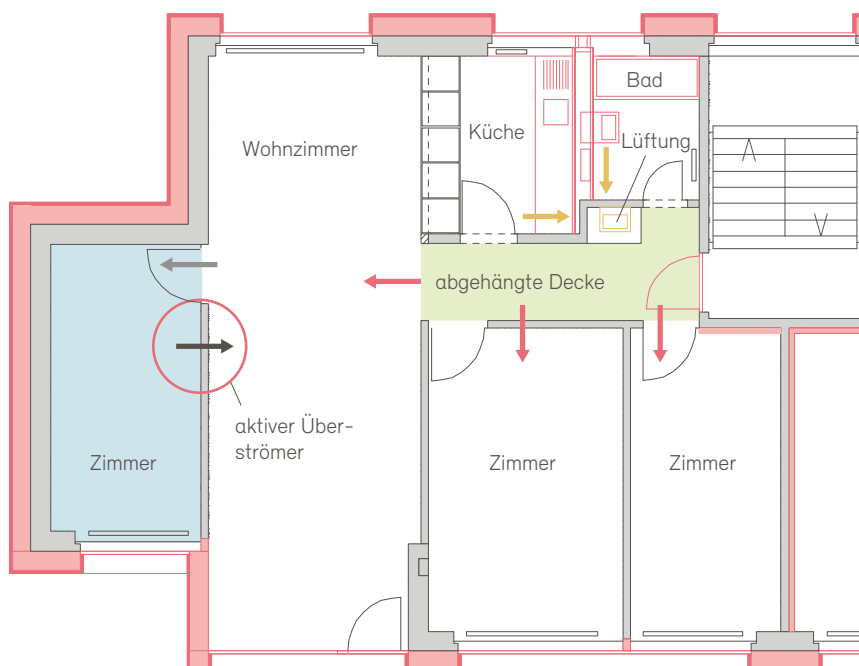
Hinweis: Die Verbundlüfter werden ausschließlich von Hand ein- und ausgeschaltet. Das ist wichtig, um zum Beispiel das Eindringen von Kochgerüchen in das Zimmer zu verhindern. Sinnvoll kann in

solchen Fällen auch die Kombination mit einem Türkontakt sein, der den Verbundlüfter ausschaltet, wenn die Tür offensteht.



Der Verbundlüfter fördert Luft aus dem Wohnzimmer ins Schlafzimmer.

Standort	Zürich
Baujahr	1970
EBF	4488 m ²
Typ Lüftung	Komfortlüftung, Luftverteilung mit Kaskade und Verbundlüftung
Steuerung / Regelung	Wohnungsweise Bedarfssteuerung
WRG	85 %
Aktive Komponenten	Verbundlüfter für ein Zimmer
Luftbehandlung (Filter)	Aussenluftfilter F7, Abluftfilter G4
Standard / Nr.	Minergie/ZH-6163



Drei Zimmer erhalten ihre Zuluft über eine klassische Luftverteilung. Ein Zimmer erhielt eine Verbundlüftung mit dem Wohnzimmer.

Sanierung Mehrfamilienhaus – Einzelraumlüftungsgeräte

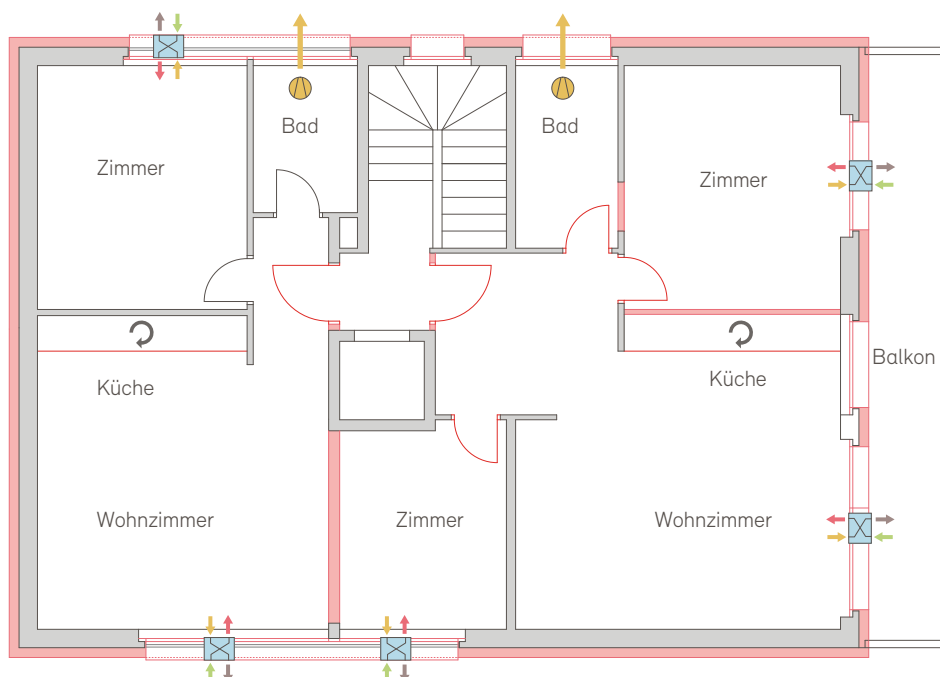
Die Gebäudehülle wurde umfassend saniert, sodass sie fast den Neubauanforderungen entspricht. Zudem wurden die alte Heizung und die Wassererwärmung durch eine Luft-Wasser-Wärmepumpe ersetzt. In den Wohnungen selbst waren keine baulichen Eingriffe geplant. Bei den Grundrissen der 2- und 3-Zimmer-Wohnungen wäre der Einbau einer zentralen Lüftungsanlage relativ aufwendig gewesen. Deshalb empfahl sich der Einbau von Einzelraumlüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung in den Wohn- und Schlafzimmern. Dass gleichzeitig auch die Fenster ersetzt wurden, vereinfachte die Installation deutlich. Die Geräte liessen sich in der Rahmenverbreiterung der neuen Fenster integrieren. Die Bäder erhielten bedarfsgesteuerte Abluftventilatoren.

Hinweis: Wenn die Abluftventilatoren laufen, strömt ein Grossteil der Ersatzluft durch die Einzelraumlüftungsgeräte nach. Das reduziert den Nutzen der Wärmerückgewinnung und muss bei der Energiebedarfsberechnung berücksichtigt werden.



Die Einzelraumlüftungsgeräte liessen sich ohne grösseren Aufwand in den Rahmenverbreiterungen der Fenster unterbringen.

Standort	Pregassona
Baujahr	1968 bis 1975
EBF	567 m ²
Typ Lüftung	Einzelraumlüftungsgeräte mit WRG und Abluftventilatoren in Bad / WC
Steuerung / Regelung	Raumweise Bedarfssteuerung
WRG	Bei reinem Betrieb der Einzelraumlüftungsgeräte ca. 80 %, bei zusätzlichem Betrieb der Abluftventilatoren ca. 50 % (Jahresmittel ca. 70 %)
Luftbehandlung (Filter)	Aussenluftfilter F7 Abluftfilter G4
Standard/Nr.	Minergie / TI-531



Einzelraumlüftungsgeräte sorgen in den Zimmern für den Luftaustausch. In den Bädern führen bedarfsgesteuerte Ventilatoren die Abluft ab.

Sanierung Wohnsiedlung – Grundlüftung auf Basis der natürlichen Raumlufströmung

Für den Einbau einer klassischen Komfortlüftung stand bei der Erneuerung der Wohnsiedlung Paradies zu wenig Platz zur Verfügung. Vor allem die Verteilung der Zuluft hätte unverhältnismässig grosse bauliche Eingriffe erfordert. Um trotzdem eine Grundlüftung in den dicht belegten Wohnungen sicherzustellen, wird die Zuluft zentral in den Korridor eingebracht. Hierfür wurde ein vom Architekten sorgfältig gestaltetes Gitter über der Türe der Nasszelle angebracht.

In die Zimmer gelangt die Zuluft durch die offenen Türen. Die natürliche Raumlufströmung sorgt dafür, dass die Luft in der ganzen Wohnung ähnlich gut ist. Deshalb ist es bei diesem Lüftungskonzept wichtig, dass die Türen im Betrieb mehrheitlich offenstehen.

Die Abluft wird wie bei einer Komfortlüftung über Küche und Nasszellen abgeführt. Offene Fenster beeinträchtigen die Funktionsweise der Lüftung nicht. In der Küche wurde ein platzsparender Umluft-Dunstabzug installiert.

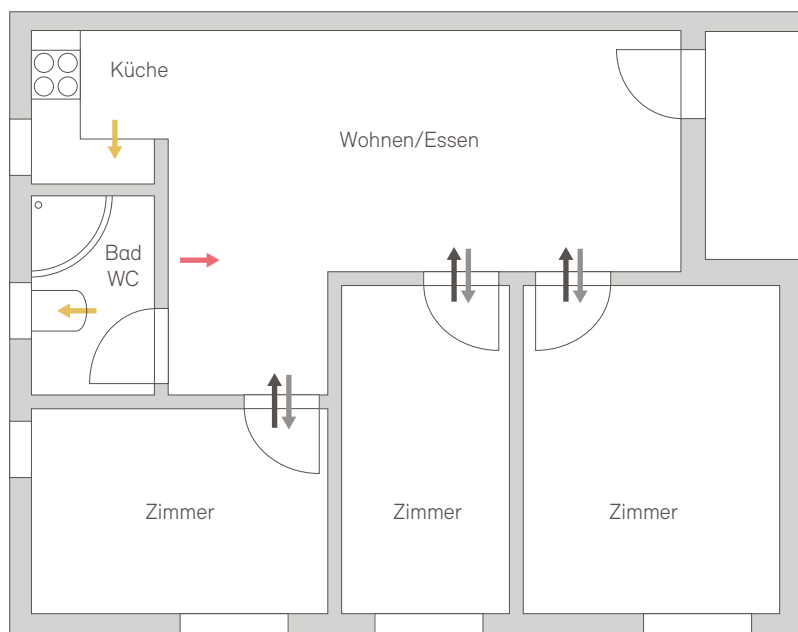
Die Luft wird in zentralen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung gefiltert und erwärmt. Dadurch sind Komfort und Hygi-



Über den Durchlass oberhalb der Badezimmertüre gelangt die Zuluft in den Korridor. Bei konventioneller Luftführung wäre eine heruntergehängte Decke erforderlich gewesen, die das Oblicht verdeckt hätte.

Standort	Zürich
Baujahr/Sanierung	1993/2017
EBF	20971 m ²
Typ Lüftung	Grundlüftung mit WRG
Steuerung / Regelung	Dauerbetrieb einstufig
WRG	Plattenwärmetauscher mit hohem Wirkungsgrad
Aktive Komponenten	Lüftungsgeräte im Keller oder auf dem Dach, Konstantvolumenstromregler in den Wohnungen
Luftbehandlung (Filter)	F7/G4

ene gewährleistet. Zudem sind die Druckverhältnisse im Gebäude ausgeglichen, und das Risiko für Geruchsübertragungen zwischen den Wohnungen ist klein.



Die Zuluft wird zentral im Korridor zugeführt. Die natürliche Raumlufströmung sorgt bei offenen Türen für den notwendigen Luftwechsel in den Zimmern. Die Abluft wird in der Küche und den Nasszellen abgeführt.

Weitere Infos

Minergie Schweiz

Minergie ist seit 1998 der Schweizer Standard für Komfort, Effizienz und Werterhalt. Auf www.minergie.ch finden Sie weiterführende Informationen und Broschüren zu den Baustandards und Zusatzprodukten von Minergie.

Minergie Schweiz
Bäumleingasse 22
4051 Basel
061 205 25 50
info@minergie.ch
www.minergie.ch

Websites

GebäudeKlima Schweiz
Schweizerischer Verband für
Heizungs, Lüftungs- und
Klimatechnik
www.gebaeudeklima-schweiz.ch

EnergieCluster Schweiz: Deklaration
Komfortlüftungsgeräte (Energie, Hygiene,
Akustik etc.), www.energie-cluster.ch

Radon-Plattform des Bundesamts für
Gesundheit, www.ch-radon.ch

Schweizerischer Ingenieur- und Architek-
tenverein (Normen), www.sia.ch

Schweizerischer Verein für Luft- und
Wasserhygiene, www.svlw.ch

suissetec, Schweizerisch-Liechten-
steinischer Gebäudetechnikverband,
www.suissetec.ch

Fachpublikationen

Planungshandbuch Komfortlüftung,
Heinrich Huber, Faktor Verlag, 2010

Komfortlüftung in Wohngebäuden.
Systeme, Konzepte, Umsetzung. Heinrich
Huber, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller
GmbH, 2016

Merkblatt SIA 2023, Lüftung in Wohnbau-
ten (voraussichtlich bis Ende 2019 gültig;
danach SIA 382/5)

Radon – Praxis-Handbuch Bau, Faktor
Verlag 2018

Arbeitsinstrumente

KWL-Tool zum Dimensionieren von kont-
rollierten Wohnungslüftungen: www.kwl-tool.ch. Berechnet werden Druckverlust,
Schall und Kanaldämmung

Minergie Schweiz
Bäumleingasse 22
4051 Basel

061 205 25 50
info@minergie.ch

www.minergie.ch

Mit Unterstützung von



Die Minergie Leadingpartner



always the
best climate

