

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 127 (2001)  
**Heft:** 44: Minergie im Grossformat

**Artikel:** Nagelprobe Käsefondue: praktische Erfahrungen mit einer Komfortlüftung nach einjähriger Betriebszeit  
**Autor:** Vogel, Roland  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-80238>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Nagelprobe Käsefondue

Praktische Erfahrungen mit einer Komfortlüftung nach einjähriger Betriebszeit

**Die Luftversorgung von Wohn- und Dienstleistungsbauten wird mehr und mehr zum Thema. Bereits die Norm SIA 180 verlangt von Architekten ein Lüftungskonzept, der Minergie-Standard sogar eine steuerbare Luftversorgung. Am Beispiel einer Komfortlüftungsanlage, die nachträglich in eine konventionelle Wohnung eingebaut wurde, wird nach einem Jahr Betriebserfahrung Bilanz gezogen.**

Das 6-Familien-Haus, das die Dachwohnung mit der Komfortlüftung beherbergt, liegt oberhalb der Forch-schnellstrasse und steht in einem dreieckförmigen Grundstück (Bild 1). Der Bau wurde 1990 als Stockwerkeigentum erstellt. Seither verwaltet der Verfasser diese Liegenschaft und bewohnt mit seiner Familie die besagte 5 1/2-Zimmer-Dachwohnung (Bild 1). Die Motive für den Einbau einer Lüftungsanlage waren neben beruflichem Interesse der Schallschutz gegen Strassen- und Fluglärm, die Verbesserung des Raumklimas und die Reduktion des Heizwärmeverbrauchs.

## Planung und Auslegung

Allgemein v eine Komfortlüftung aufgrund der Räume und deren Belegung ausgelegt. Die Ausgangsgrösse bildet der Frischluftbedarf eines Nichtrauchers: etwa 15 m<sup>3</sup>/h pro Person, 30 m<sup>3</sup>/h pro Zimmer. Üblicherweise werden nur Schlaf- und Wohnzimmer mit Frischluft versorgt. Gleichzeitig wird die Abluft aus Küche, Bad, Dusche und WC abgesogen. Die kaskadenartige Luftführung ermöglicht das Einblasen kleiner Luftmengen. Die Bilanz der Zu- und Abluftmengen ist dabei ausgeglichen.

Den zweiten Planungsschritt bildet die Berechnung der Rohrdimensionen mit einer maximalen Luftgeschwindigkeit von 2 m/s. Dieser Wert sollte nicht überschritten werden, damit die Strömungsgeräusche niedrig bleiben. Zudem wirkt sich die Luftgeschwindigkeit auf den Widerstand aus und dieser wiederum auf den Stromverbrauch der Ventilatoren. Je schneller die Luft fliesst, desto grösser der Widerstand und desto mehr Strom benötigen die Ventilatoren. Es ist derselbe Effekt wie beim Autofahren: Der Luftwiderstand wächst im Verhältnis zur Geschwindigkeit im Quadrat.

Nebst dem Geräusch gibt auch die Platzierung der Luftauslässe immer wieder Anlass zu Debatten. Zonen abgestandener Luft sind ein Ärgernis. Die diagonale Durchströmung eines Raumes ist der beste Garant für eine gute Erneuerung der Raumluft. Abweichungen von diesem Konzept sind aber möglich, weil die Luftvermischung primär durch die im Raum befindlichen Wärmequellen erzeugt wird und diese Luftwalzen die zugeführte Luft im Raum verteilen.

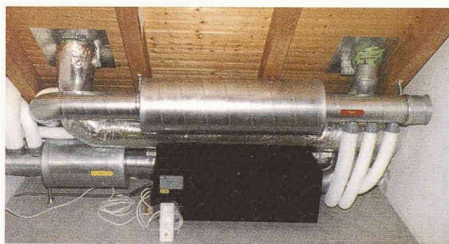
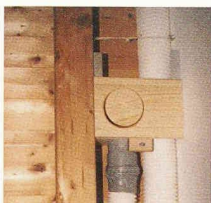
In der Küche müssen die Kochabluft und die Raumluft getrennt behandelt werden, weil hier zwei völlig verschieden grosse Abluftströme zu bewältigen sind. Die bestehende Abzugshaube wurde belassen. Ist sie in Betrieb, müssen etwa 400 m<sup>3</sup> Abluft pro Stunde via offenes Küchenfenster ersetzt werden. Um die Raumluft in der Küche zu erneuern, wurde hingegen eine Abluftansaugstelle geschaffen, die 25–50 m<sup>3</sup>/h entfernt und dem Wärmetauscher des Lüftungsgerätes zuführt.



1

MFH mit Dachwohnung, in die eine Komfortlüftung eingebaut wurde





2

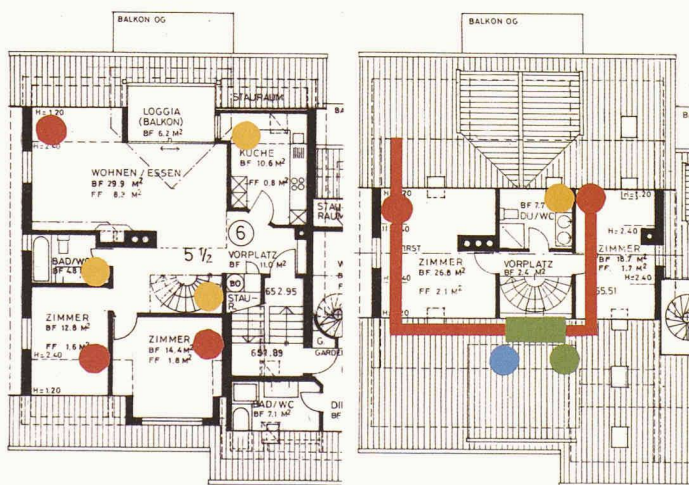
**Luftauslass mit Holzkasten und Tellerventil aus Holz**

3

**Lüftungsgerät mit Aussenluft (links) und Fortluft (rechts). Die Schalldämpfer brauchen etwa gleich viel Platz wie das Lüftungsgerät selbst. Dazu kommen Bögen und Anschlüsse**

4

**Einbau der Luftleitungen zwischen Sparren und Wand mit Täferverkleidung**



5 und 6

**Grundrisse der Wohnung (OG links, DG rechts) mit Anordnung der Leitungen für Aussenluft (grün), Zuluft (rot), Abluft (gelb) und Fortluft (blau). Das Lüftungsgerät ist grün eingezeichnet**

## Einbauprozess

Der Einbau in eine bestehende Wohnung ist mit erheblichen Schmutz- und Staubimmissionen verbunden: Bohrungen in Betondecken müssen vorgenommen werden – ein problematisches Unterfangen, weil Heizungs-, Wasser- und Elektroleitungen beschädigt werden können. Die Lage der Leitungen ist daher vor Bohrbeginn sorgfältig abzuklären. Auch Durchbrüche in der Gebäudehülle bedingen eine sorgfältige Planung und Wiederherstellung der Dichtungsebenen.

Gute Voraussetzungen für den Einbau einer Komfortlüftungsanlage sind vor allem dann gegeben, wenn auch noch andere Einbauarbeiten oder Veränderungen an der Rohbausubstanz geplant sind – etwa Leitungssanierungen in Bad und WC sowie Küchenumbauten. Im vorliegenden Beispiel konnte das Dach und der Kniestockbereich als Trasse für die Führung der Luftleitungen genutzt werden. Die Dachkonstruktion mit sichtbaren Sparren und darüber liegendem Täfer mit den Wind- und Wärmedämmebenen wurde in den Randzonen als Leitungstrasse benützt (Bild 2, 4, 5 und 6). Die Leitungen wurden mit Sparren und gleichem Täfer verkleidet, um sie in die bestehende Innenraumgestaltung zu integrieren. Das Lüftungsgerät ist unter dem Dach platziert, und die Aussen- und Fortluft wird direkt via Dach zu- beziehungsweise abgeführt (Bild 1 und 3). Weil dieser Standort räumlich mit dem Wohnzimmer verbunden ist, wurde eine stark schalldämmende zweischalige Holzverkleidung mit gedichteten Türen als Verkleidung eingebaut. Mit Schalldämpfer wurde auch das Zu- und Abluftsystem bestückt. Die Totalkosten für den Einbau betrugen 17 000 Fr. – inklusive 2000 Fr. Planungsanteil.

## Betriebserfahrungen seitens der Benutzer

Die Anlage ist seit Mai 2000 in Betrieb. Die Erwartungen an die Komfortlüftung sind nicht nur erfüllt, sondern sogar übertroffen worden.

Die Anlage ist in der Regel auf Stufe I in Betrieb und tauscht  $110 \text{ m}^3/\text{h}$  Luft aus. Beim vorhandenen Luftvolumen der Wohnung ( $378 \text{ m}^3$ ) entspricht dies einem Luftwechsel von  $0,29/\text{h}$  oder bezüglich der Energiebezugsfläche von  $160 \text{ m}^2$  einem Wert von  $0,69 \text{ m}^3/\text{m}^2$ . Am Morgen, zur Mittagszeit und am Abend wird für je 1–2 Stunden die Stufe II manuell eingeschaltet und dadurch die ausgetauschte Luftmenge auf  $280 \text{ m}^3/\text{h}$  erhöht. Damit ergeben sich für die Stufe II Luftwechselwerte von  $0,74/\text{h}$  oder  $1,75 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .

Die Stufe I versorgt die Schlafzimmer mit Luftmengen von  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ . Am Morgen sind dort keinerlei Gerüche oder stickige Luft festzustellen. Auch die Nagelprobe, nämlich das Käsefondue zur Winterszeit (Bild 9), wurde souverän bewältigt. Während früher trotz intensivem Lüften am andern Morgen immer noch Käsegeruch in der Wohnung hing, beseitigt heute die Lüftungsanlage diesen völlig. Darüber hinaus können die Fenster – ausser beim Kochen – geschlossen bleiben. Dieser Umstand erhöht die Bequemlichkeit und verbessert den Schallschutz, hält Pollen, Staub und Schmutz von der Wohnung fern und verhindert, dass Stechmücken in warmen Sommernächten zu ihren



«Opfern» finden. Der Luftaustausch mit Wärmerückgewinnung erzeugt zudem innerhalb der Wohnung einen Wärmeausgleich, indem die durch Sonneneinstrahlung erwärmte Luft aus südlich exponierten Räumen homogen in der Wohnung verteilt wird. Kältesenken ausserhalb der Heizperiode können mit der Lüftungsanlage und der Wärmerückgewinnung überbrückt werden, weil die Speichermasse des Gebäudes die Wärme deutlich langsamer verliert. Die geschlossenen Fenster bewirken auch im Sommer eine spürbare Komfortsteigerung, weil die Wärme ausserhalb der Wohnung bleibt. Das sehr beliebte Trocknen der Wäsche in der Wohnung ist möglich, ohne dass Schäden befürchtet werden müssen. Beim Duschen beschlagen sich die Spiegel nicht mehr, weil die Feuchtigkeit sofort abgeführt wird.

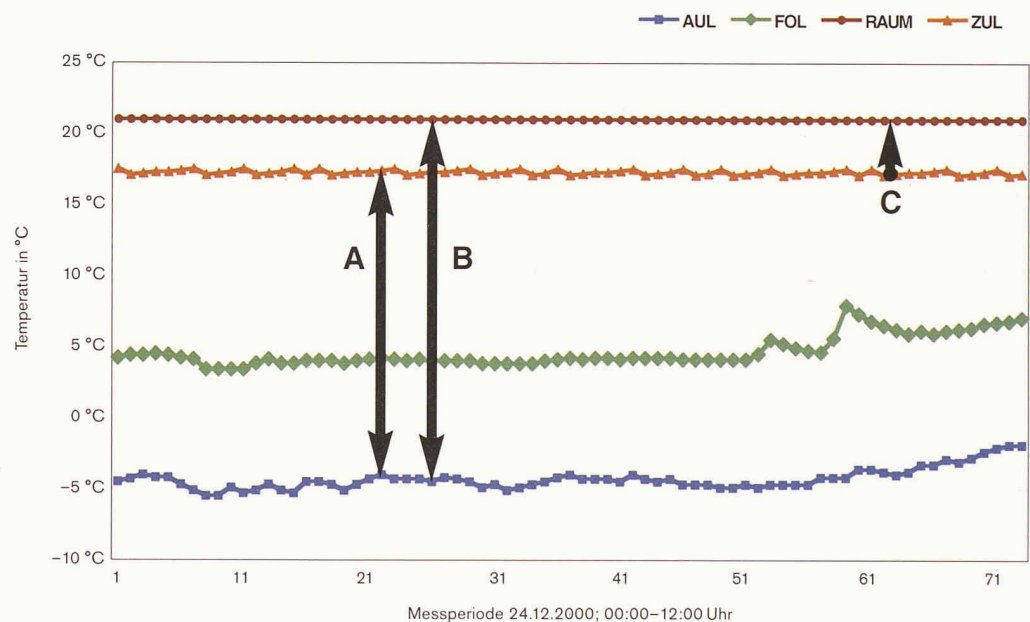
## Betriebserfahrungen energetisch

Eine weitere wichtige Erfahrung, die anhand dieser Anlage gemacht werden konnte, betrifft die energetische Effizienz der Lüftungsanlage. Auf folgende Fragen fand man eine Antwort: Frisst der Stromverbrauch die Einsparungen auf, wie steht es mit der Feuchtigkeitsbildung im Winter und welcher Anlagewirkungsgrad ist zu beobachten (Bild 7, 8 und 10)?

Für dieses Gebäude kann auf monatliche Energieverbrauchsdaten von über 10 Jahren zurückgegriffen werden. Daher ist es möglich, die Auswirkungen der Lüftungsanlage recht genau zu bestimmen. Der Vergleich mit den Nachbarn, die ohne Komfortlüftung auskommen, macht deutlich, dass der Heizwärmeverbrauch des belüfteten Dachappartments wesentlich geringer ist als der der konventionellen Wohnung. Selbst wenn

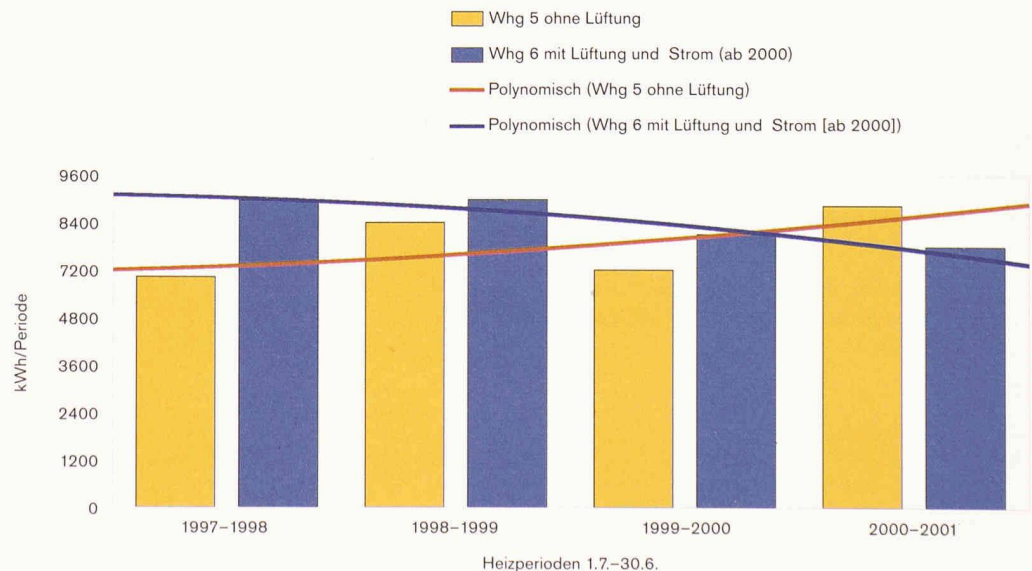
7

Die Temperaturverhältnisse in der Anlage am 24.12.2000. A / B stellt den Wirkungsgrad der Anlage dar. Er beträgt hier etwa 84 %. Die Differenz zwischen Zuluft und Raumluft (C) muss durch Heizen ersetzt werden. Die gemessene relative Feuchtigkeit im Schlafzimmer betrug im Mittel etwa 40 %



8

Vergleich absoluter Heizwärmeverbrauch (Wärmezähler für die verbrauchsabhängige Heizkostenrechnung VHKA). Ab der Periode 2000 ist der Wohnung 6 der Stromverbrauch der Lüftungsanlage (250 kWh/a) zusätzlich belastet





## Die Komfortlüftung ist keine Klimaanlage

Als Komfortlüftung bezeichnet man Anlagen, die Schlaf- und Wohnzimmer mit frischer Aussenluft versorgen. Die verbrauchte Raumluft wird in den Sanitärräumen und in der Küche abgesaugt. Die Wärme der Abluft wird zurückgewonnen, bevor die Abluft nach aussen entsorgt wird. Die Luftversorgung als Grundaufgabe, welche seit dem Schritt der Bauindustrie zur dichten Gebäudehülle latent vorhanden war und jetzt in der Norm SIA 180 als Standard festgesetzt wurde, ist erstaunlich lange verdrängt worden und ungelöst geblieben. Erst mit der Förderung des Minergie-Standards, der die Komfortlüftung vorschreibt, wurde die Entwicklung von guten Kleingeräten mit Maximalkapazitäten von 300 m<sup>3</sup>/h, gutem Wärmetauscherwirkungsgrad von 90 % und minimalem Stromverbrauch vorangetrieben. Dies gab den Startschuss für den Wettbewerb innerhalb der Anbieter.

Die kleinen Luftmengen, die tiefen Luftgeschwindigkeiten und die simple Technik neuer Anlagen haben mit denen älterer Lüftungen nichts mehr gemeinsam. Die Aussenluft wird nur gefiltert und durch die vorhandene warme Raumluft aufgeheizt, sonst wird sie nicht weiter behandelt. Kleine Zuluftmengen können keine grossen Luftbewegungen im Raum bewirken.



9

Die beiden Dreikäsehoch bereiten  
die «Nagelprobe» vor

### Messwerte im Detail

EHeizen ganzes Objekt (6 Wohnungen, 24 Zimmer, EBF 804 m <sup>2</sup> )	223 MJ/ m <sup>2</sup> a
EHeizen Whg 6 (vor Lüftungseinbau, inkl. Anlageverluste)	228 MJ/ m <sup>2</sup> a
Volumenstrom Lüftungsanlage Stufe I / II	110 / 280 m <sup>3</sup> /h
Leistung beider Ventilatoren im Durchschnitt	28 W
Spezifische Leistung beider Ventilatoren pro m <sup>3</sup> Luft	0,18 W/m <sup>3</sup>
Auslegung pro Zimmer Stufe I / II	20 / 28 m <sup>3</sup> /h
Luftwechsel pro EBF mit Lüftungsanlage (Schnittwert 24 h)	0,91 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Thermischer Luftwechsel mit Lüftungsanlage (umgerechnet auf 225 HT)	22 MJ/m <sup>2</sup> a
Geräteangabe Wirkungsgrad	90 %
Anlagewirkungsgrad gemessen	84 %
Zulufttemperatur beim Zimmerauslass im Winter	17–18 °C
Feuchtigkeit im Schlafzimmer, gemessen 3.1.2001–7.1.2001	40 %

10

Die Zusammenstellung der Daten zeigt die gemessenen Werte bezüglich  
Heizwärme, Stromverbrauch, Temperaturverhältnissen und Feuchtigkeit

man die elektrische Energie für die Ventilatoren hinzu-rechnet, hat die Komfortlüftung die Nase vorn (Bilder 8 und 10). Dies hat einen Grund: Die offenen Kippfenster zum Dauerlüften, die in der Heizkostenabrechnung von konventionellen Mehrfamilienhäusern so extrem zu Buche schlagen, gehören in Gebäuden mit Komfortlüftung der Vergangenheit an.

## Fazit

Das Konzept des Minergie-Standards, der eine Lüftungsanlage als Voraussetzung für das Zertifikat fordert, bewegt sich in die richtige Richtung. Eine dichte Gebäudehülle erfordert auf Seiten der Luftversorgung in erster Linie funktionssichere Lösungen. Der Stand des Wissens ist bereits sehr weit gediehen und kann auf breiter Basis umgesetzt werden. Es sei deutlich gesagt, dass hier von einfachen Luftversorgungssystemen die Rede ist (siehe Kasten) und nicht von Klimaanlage oder Anlagen mit Luftheizung, welche schwieriger zu beherrschen sind und eine höhere Fehlerempfindlichkeit aufweisen.

Für die Qualität einer Lüftungsanlage sprechen: hoher Wärmetauscherwirkungsgrad und niedriger Stromverbrauch der Ventilatoren, niedrige Luftgeschwindigkeiten mit maximal 2 m/s für niedrigen Stromverbrauch und tiefen Geräuschpegel, genügend Platz für das Gerät und die Schalldämpfer, aerodynamische Leitungsführung (unzweckmässige Luftführung erzeugt Lärm), gut zugängliche Geräte und Leitungen für die Filterwartung und die spätere Rohrreinigung sowie von der Anlage entkoppelte Kochstellenabluftanlagen. Umluftsysteme mit Filtern sind nicht zu empfehlen.

Die Planung von Lüftungsanlagen ist, obwohl dies etwas eigenartig klingen mag, die Aufgabe des Architekten. Nur er hat das Gesamtsystem eines Gebäudes früh genug im Griff und kann die Konzepte rechtzeitig – bereits im Vorprojekt – so steuern, dass der Einbau einer Lüftungsanlage problemlos und kostengünstig möglich wird. Es wäre daher wünschenswert, dass sich die Architekten mit den wenigen einfachen Randbedingungen vertraut machen würden, die nötig sind, um solche Anlagen zu planen und in den Grundrissen zu disponieren.

Roland Vogel, Architekt HTL, dipl. Energieberater,  
SRT Architekten AG, 8044 Zürich