

# Gründerzeit mit Zukunft

Subprojekt 2: Grundlagen und Machbarkeitsstudien

## Lüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden

Machbarkeitsstudie

B. Jörg, J. Rammerstorfer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

# 1g/2013

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Gründerzeit mit Zukunft

Subprojekt 2: Grundlagen und Machbarkeitsstudien

## Lüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden

Machbarkeitsstudie

Barbara Jörg, Johannes Rammerstorfer  
e7 Energie Markt Analyse GmbH

Wien, Dezember 2011

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangssituation und Sanierungskonzept.....</b>	<b>5</b>
2.1	Sanierungskonzept .....	6
<b>3</b>	<b>Grundlagen kontrollierte Wohnraumlüftung .....</b>	<b>8</b>
3.1	Anforderung an Lüftungsanlage und Gebäude.....	10
3.1.1	Luftdichtheit der Gebäudehülle .....	10
3.1.2	Raumluftunabhängige Betrieb von Geräten .....	11
3.1.3	Brandschutz .....	11
3.1.4	Schallschutz .....	11
3.1.5	Kurze Leitungsführung .....	12
3.1.6	Vorsehen von Revisionsöffnungen .....	12
3.1.7	Platzierung von Frischlufteinlässen und Abluftauslässen .....	12
3.1.8	Effiziente Wärme- und Feuchterückgewinnung .....	13
3.1.9	Bypass im Sommerbetrieb .....	15
3.1.10	Effiziente Ventilatorentechnik.....	15
3.1.11	Einfache Bedienung für Nutzer .....	15
3.1.12	Wartung und Instandhaltung .....	15
<b>4</b>	<b>Lüftungsvarianten Wißgrillgasse .....</b>	<b>18</b>
4.1	Dimensionierungsvorgang .....	18
4.1.1	Luftmengenberechnung .....	18
4.1.2	Rohrdimensionierung .....	20
4.1.3	Druckverlustberechnung .....	21
4.2	Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen.....	25
4.2.1	Beschreibung Technik.....	25
4.2.2	Integration in Bestandsgebäude .....	27
4.2.3	Energetische Performance.....	29
4.3	Semizentrale Lüftungsanlage mit Kaskadenlüftung.....	30
4.3.1	Beschreibung Technik.....	30
4.3.2	Integration in Bestandsgebäude .....	32
4.3.3	Energetische Performance.....	33

4.4	Semidezentrales Lüftungsgerät, 1 Lüftungsgerät mit WRG pro Wohneinheit .....	34
4.4.1	Beschreibung Technik.....	34
4.4.2	Integration in Bestandsgebäude .....	36
4.4.3	Energetische Performance.....	37
4.5	Dezentrale Wohnraumlüftung, mehrere Geräte pro Wohneinheit.....	38
4.5.1	Beschreibung Technik.....	38
4.5.2	Integration in Bestandsgebäude .....	39
4.5.3	Energetische Performance.....	41
4.6	Abluftanlage mit feuchtegeregelten Zuluftelementen.....	42
4.6.1	Beschreibung Technik.....	42
4.6.2	Integration in Bestandsgebäude .....	44
4.6.3	Energetische Performance.....	45
<b>5</b>	<b>Variantenvergleich und Schlussfolgerung.....</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>48</b>
6.1	Abbildungsverzeichnis .....	48
6.2	Tabellenverzeichnis .....	48
6.3	Literaturverzeichnis.....	49
6.4	Internetquellen .....	49



# 1 Einleitung

---

Als Gründerzeitgebäude werden Gebäude aus der Bauperiode zwischen 1848 und 1918 bezeichnet, die durch Außenwände aus Vollziegelmauerwerk mit hohen Wandstärken, aufwändig gestaltete Straßenfassaden, häufig mit Stuckornamenten, großen Geschoßhöhen und Holzbalkendecken bzw. massiven Gewölbedecken über dem Keller charakterisiert werden können. Gründerzeitgebäude sind sowohl durch ihre Menge als auch durch die kulturhistorische Prägung des Stadtbildes ein wesentlicher Teil des Baubestandes von Wien und vielen anderen Städten im ehemaligen habsburgischen Einflussbereich. Österreichweit existieren mehr als 600.000 Wohnungen in Gebäuden aus der Bauperiode vor 1919, damit beträgt der Anteil des gründerzeitlichen Wohnungsbestands in Österreich insgesamt knapp ein Fünftel. Allein in Wien befinden sich rund 249.000 Hauptwohnsitzwohnungen in diesem Gebäudesegment. Von rund 35.000 Gebäuden, die in Wien vor 1919 errichtet worden sind, stellen ca. 20.000 klassische Gründerzeit-Zinshäuser im engeren Sinn dar.

Weit verbreitet ist die Ansicht, dass aufgrund der „dicken Ziegelwände“ die energie-technische Qualität von Gründerzeitgebäuden ohnehin „nicht so schlecht“ sei. Dies ist nur insofern richtig, als ein Gründerzeitgebäude im Durchschnitt bessere Werte aufweist als beispielsweise ein unsaniertes Gebäude aus den 1960er-Jahren. Tatsache ist jedoch, dass Gründerzeitgebäude mit einem typischen Heizwärmebedarf in der Größenordnung von 120-160 kWh/m<sup>2</sup>a um den Faktor 5 bis 10 „schlechter“ sind als Wohngebäude, die nach heute üblichem Niedrigenergie bzw. Passivhausstandard neu gebaut werden. Mit dem Fenstertausch allein kann die energetische Performance eines Gründerzeitgebäudes lediglich um bis zu 10 Prozent verbessert werden. Dagegen kann mit innovativen Sanierungsmaßnahmen auch im gründerzeitlichen Bestand ein Heizwärmebedarf von unter 30 kWh/m<sup>2</sup>a und damit ein zeitgemäßer energietechnischer Standard erreicht werden.

Im Rahmen des Projekts „Gründerzeit mit Zukunft“ mit dem Ziel einer forcierten gesamtheitlichen Modernisierung von Gründerzeitgebäuden werden Wege aufgezeigt, wie technische, wirtschaftliche, soziale und rechtliche Hindernisse bei der innovativen Sanierung von Gründerzeitgebäuden überwunden werden können. Im Zuge des Projekts ist eine Umsetzung von 5 Demonstrationsprojekten geplant, welche unter Anwendung innovativer technischer und organisatorischer Lösungen nach der Sanierung einen Heizwärmebedarf von 10-30 kWh/m<sup>2</sup>a (Sanierung mit Faktor 4 bis Faktor 10) aufweisen. Darüber hinaus wird durch den Einsatz klimaneutraler Haustechniksysteme auf Basis erneuerbarer Energieträger bzw. Abwärme (Solarthermie, Biomasse, Fernwärme) die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gebäude wesentlich verbessert.

Die vorliegende Machbarkeitsstudie beschreibt und bewertet technische Maßnahmen zur Sanierung des Demonstrationsprojekts „RoofJet Wißgrillgasse“. Die Machbarkeitsstudie

dient einerseits der Vorbereitung der Demonstrationsprojekte, andererseits sollen die Ergebnisse einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Konkret angesprochen sind insbesondere Bauherren und Planer, die mit der Sanierung von Gründerzeitgebäuden befasst sind, die aber Unterstützung für die Entscheidungsfindung benötigen.

In der Machbarkeitsstudie werden folgende Lüftungsstrategien betrachtet und hinsichtlich der möglichen Integration am Beispielgebäude evaluiert:

- Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen
- Semizentrale Lüftungsanlage mit Kaskadenlüftung
- Semidezentrales Lüftungsgerät, ein Lüftungsgerät mit WRG pro Wohneinheit
- Dezentrale Wohnraumlüftung, mehrere Geräte pro Wohneinheit
- Abluftanlage mit feuchtegeregelten Zuluftelementen

Folgende Fragen werden dabei beantwortet:

- Welche technischen Möglichkeiten der Ausführung einer kontrollierten Wohnraumlüftung stehen bei der Sanierung von Gründerzeitgebäuden grundsätzlich zur Verfügung?
- Worauf ist bei der Umsetzung von Lüftungsanlagen konkret zu achten?
- Welche Auswirkungen haben Lüftungsanlagen auf den Energieverbrauch?

## 2 Ausgangssituation und Sanierungskonzept

---



Abbildung 1: Ansichten der gegliederten Fassade und der südseitigen Feuermauer<sup>1</sup>

Das Gebäude in der Wißgrillgasse in Wien Penzing wurde um die Jahrhundertwende errichtet und zählt somit zur Kategorie der Gründerzeithäuser. Das Bestandsgebäude befindet sich in unmittelbarer Nähe der Westbahntrasse und hat einen sehr hohen Anteil an freistehenden Feuermauern sowie eine gegliederte Straßenfassade. Das Gebäude besteht aus einem Straßentrakt und einem durch das Stiegenhaus verbundenen „halben“ Hoftrakt.

Allgemein befindet sich das Gebäude in einem stark sanierungsbedürftigen Zustand. Innenputz, Fußbodenaufbau sowie teilweise die Holzdecken weisen einen eher desolaten Zustand auf. Die Bereitstellung der Raumwärme erfolgt über die unterschiedlichsten ineffizienten Einzelofenheizungen mit Gas, Öl, Kohle oder Strom. Aufgrund der thermischen Qualität des Bestandsgebäudes ergibt sich ein rechnerischer Heizwärmebedarf für den Referenzstandort von rund 185 kWh/m<sup>2</sup>a. Das Haus mit der Nutzung als Wohngebäude ist am Ende seiner Bestandsdauer angelangt und erfordert nun die Setzung von Maßnahmen.

### **Basisdaten Sanierungsobjekt:**

- Baujahr: ca. 1900
- Anzahl Gebäude: Straßentrakt und ein durch das Stiegenhaus verbundener „halber“ Hoftrakt

---

<sup>1</sup> Quelle: Gassner und Partner Baumanagement GmbH.

- Nutzfläche: Vor der Sanierung 1.110 m<sup>2</sup>  
Nach Sanierung und Dachbodenausbau 1.900 m<sup>2</sup>
- Anzahl Wohnungen: Vor der Sanierung 20 WE  
Nach der Sanierung 27 WE
- Heizwärmebedarf: Vor der Sanierung 185 kWh/m<sup>2</sup>a  
Nach der Sanierung unter 30 kWh/m<sup>2</sup>a

## 2.1 Sanierungskonzept

Im Vordergrund des Demonstrationsprojekts steht die gesamtheitliche Modernisierung des Gebäudes unter Anwendung innovativer technischer und organisatorischer Lösungen zur Gewährleistung eines zeitgemäßen Wohnstandards mit hohem Wohnkomfort. Ziel ist, mit der energetischen Sanierung des Bestandgebäudes und dem hocheffizienten Dachgeschoßausbau als Ganzes eine nachhaltige Systemlösung darzustellen, welche eine Multiplizierbarkeit für eine Großzahl von Gründerzeithäusern aufweist.

Übergeordnetes Ziel ist einen zeitgemäßen Wohnstandard unter Schonung von Ressourcen bei Bau und Betrieb des Gebäudes zu schaffen. Diese Zielsetzung und die Berücksichtigung der sozialen Aspekte (Bewohner des Bestandsgebäudes) lässt eine Modernisierung des Bestandsgebäudes samt 2-geschößigen Dachgeschossausbau sinnvoller erscheinen als den Abriss und den Neuaufbau des Gebäudes.

Ein wesentlicher Faktor, welcher die Umsetzung solcher Projekte erst ermöglicht, ist die Schaffung eines attraktiven Wohnraums im Dachgeschoß. Bei diesem Projekt werden aufgrund baulicher Umstrukturierung des Bestandsgebäudes und einem Dachgeschoßausbau, eine zusätzlich Nutzfläche von annähernd 800 m<sup>2</sup> geschaffen. Durch die Nachverdichtung der bestehenden Strukturen werden nach der Sanierung insgesamt 27 Wohneinheiten Platz finden.

Die Wohnungszusammenlegungen der historischen Grundrisse ermöglicht die Realisierung zeitgemäßer Raumkonzepte und trägt zu einer Verbesserung des Wohnkomforts bei. Neu errichtete Balkone, Terrassen und Gärten werden ansprechende Freiräume bieten und mit Rankseilen und Pflanztrögen in das umfassende Grünkonzept integriert. Darüber hinaus sollten durch die Ausführung einer Integrierten Begrünung auf Schrägdächern und Flachdächern ein verbessertes Mikroklima geschaffen werden.

Die desolaten Innenbauteile wie Innenputz und Fußbodenaufbau werden abgebrochen und neu hergestellt. Die bereits schadhaften Holzdecken werden saniert und der Lichthof überbaut. Die alten Kellerabteile werden abgetragen und neue luftdurchlässige Abteile gestaltet, ein Pelletslageraum sowie diverse Gemeinschaftsanlagen (Heizraum, Fahrradabstellraum, Waschküche) werden neu errichtet. Ein eigener Müllraum ist im Bereich des EG

vorgesehen. Die alten Kamine werden abgetragen und durch die Hochziehung neuer Metallkamine ersetzt. Ein neu errichteter Aufzug wird für die notwendige Mobilität innerhalb des Gebäudes sorgen.

Hauptkriterium des gesamtheitlichen Konzepts der Gebäudemodernisierung ist die thermische Sanierung der Gebäudehülle auf hohem Niveau. Der Dämmstandard aller opaken Bauteile wird erhöht und bestehende wärmetechnische Schwachstellen (Wärmebrücken) werden optimiert. Sämtliche Fenster werden durch hochwertige Fenster mit 3-fach Wärmeschutzverglasung ersetzt und alle Türen, Haus- und Hoftore erneuert. Eine Reduktion der Wärmeverluste aufgrund von unkontrolliertem Luftaustausch durch Undichtheiten der Gebäudehülle wird durch luftdichte Ausführung der Bauteilanschlüsse gewährleistet. Die Kellerdecke wird entsprechend wärmegeklämt und im Bereich der Zwischendecken werden schallschutztechnische Maßnahmen getroffen. Der Dachgeschoßausbau erfolgt nach allen Regeln des energieeffizienten Bauens und soll nach Fertigstellung fast Passivhausqualität aufweisen.

Zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung im neu zu errichtenden Dachgeschoss gewährleistet eine automatisch gesteuerte Beschattungsanlage die optimale Nutzung der passiven Solarenergie.

Der benötigte Restwärmebedarf, welcher nicht durch Nutzung der passiven Solarenergie oder der internen Lasten gedeckt werden kann, wird anhand einer zentralen Biomasse-Heizanlage erbracht. Hierzu werden die alten Holz/Kohleöfen entfernt und durch eine zentrale Pelletsheizung ersetzt. Die Steuerung der Heizung erfolgt zentral mit Nachtabsenkung sowie über raumweise Einzelthermostate. Zur Deckung des Warmwasserbedarfs ist im Haustechnikkonzept eine zentrale Warmwasserbereitung vorgesehen, welche auf den Ertrag der fassadenintegrierten thermischen Solaranlage zurückgreift.

Bei den gegebenen geometrischen Rahmenbedingungen des Bestandsgebäudes ergibt sich eine gesetzliche Mindestanforderung an den Heizwärmebedarf nach Bauordnung bei umfassender Sanierung von 55,05 kWh/m<sup>2</sup>a. Durch die in der Planungsphase angestrebte Ausführung der hochwertigen thermischen Modernisierung des Gebäudes mit innovativem Haustechnikkonzept inklusive Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sollte der Heizwärmebedarf auf unter 30 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden. Dies würde eine Sanierung mit dem Gebäudestandard eines Niedrigstenergiehauses darstellen.

### 3 Grundlagen kontrollierte Wohnraumlüftung

---

Der erwünschte Luftaustausch von Innenluft gegen Außenluft wird benötigt, um den Innenraum mit Frischluft zu versorgen und um Geruchstoffe, Schadstoffe, Wasserdampf und ausgeatmetes CO<sub>2</sub> abzutransportieren. Die geforderte Luftwechselrate kann durch Fensterlüftung oder durch den Betrieb einer mechanischen Lüftungsanlage erreicht werden.

Bei der Festlegung eines Mindestluftwechsels sollte das Ziel angestrebt werden, Gefahren für Mensch und Bausubstanz zu vermeiden. Dementsprechend sind sowohl gesundheitsschädigende Raumlufzustände, als auch Tauwasser- bzw. Schimmelpilzbildung zu vermeiden. Es kann zwischen einem Mindestluftwechsel hinsichtlich bauphysikalischer Notwendigkeit und einem Bedarfsluftwechsel für einen raumlufthygienischen Komfort unterschieden werden. Der Bedarfsluftwechsel liegt im Regelfall geringfügig höher als der bauphysikalisch notwendige Mindestluftwechsel.

Aus Normen und Untersuchungen lässt sich ableiten, dass eine anhaltende Überschreitung der relativen Luftfeuchte von 80% an der Bauteiloberfläche über 5 Tage einen unzulässig starken Schimmelwachstum hervorrufen kann. Bei hoher Raumlufffeuchte – wesentliche Einflussfaktoren für den Feuchteanfall in Wohnräumen sind neben Personen und deren Nutzerverhalten auch Einrichtungsgegenstände, wie z.B. Pflanzen und Waschmaschine – und geringem Luftwechsel, kann es vermehrt zu Schimmelwachstum kommen. Ein erhöhter thermischer Standard wirkt sich aufgrund der höheren Oberflächentemperatur der Bauteile positiv auf die Vermeidung von Schimmelwachstum aus. Die langfristige Vermeidung von Schimmelschäden kann jedoch nur durch ausreichenden Luftwechsel gewährleistet werden. Die bauphysikalisch notwendige Luftwechselrate liegt im Bereich 0,2 bis 0,6 pro Stunde.

Ein ausreichender Luftwechsel kann bei Altbauten häufig durch natürliche Lüftung aufgrund von undichten Kastenfenstern auftreten, von einem kontrollierten Luftwechsel kann hier jedoch nicht gesprochen werden. Durch Luftundichtheiten in der Gebäudehülle sind – abhängig von verschiedenen Faktoren wie Wetterverhältnissen (Wind, Sommer/Winter, ...) und der Lage der Fenster – minimale Luftwechselraten nahe Null bis zum mehrfachen Austausch des Raumluffvolumens pro Stunde möglich. Dadurch wird ersichtlich, dass einerseits keine kontinuierliche Abfuhr der überschüssigen Luftfeuchtigkeit und Luftschadstoffe gewährleistet werden kann, andererseits ein nicht mehr vertretbarer Energieverlust mit dem unkontrollierten Luftwechsel verbunden sein kann.

Bei der thermischen Gebäudesanierung wird durch Fenstertausch und Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle automatisch die Luftdichtheit gesteigert und der unkontrollierte Luftaustausch reduziert. Zur Vermeidung von Schimmelschäden wird eine aktive Lüftung bei erhöhtem Baustandard zu einem Muss.

Der real auftretende Luftwechsel bei Fensterlüftung wird individuell von den Bewohnern gewählt, so dass für sie eine behagliche Raumluftqualität vorherrscht. Das Fensteröffnungsverhalten hängt erfahrungsgemäß von unterschiedlichen Parametern wie Außenklima, Tageszeit, Jahreszeit, Wohnungsgröße und Wohnungsbelegungsichte ab. Der tatsächliche Luftwechsel kann nicht „verordnet“ werden und weicht in vielen Fällen sehr stark von den Mindestanforderungen zur Schimmelvermeidung ab. Bei 5-10 Minuten Stoßlüftung kann der Raumluftinhalt einmal vollständig ausgetauscht werden. Um einen 0,33-fachen Luftwechsel zu erreichen, müssten demnach mindestens alle drei Stunden die Fenster geöffnet werden, auch in der Nacht. Erfolgen zwei Stoßlüftungen am Tag, so sind dies zwei Luftwechsel auf 24h oder ein durchschnittlicher Luftwechsel von weniger als  $0,1 \text{ h}^{-1}$ .<sup>2</sup> Gleich wie beim natürlichen Luftaustausch durch Undichtheiten kann reine Fensterlüftung zu einem unbehaglichen Raumklima und zu erhöhten Energieverlusten führen.

Darüber hinaus kann durch unkontrollierten Luftaustausch aufgrund von Undichtheiten in der Gebäudehülle oder Fensterlüftung keine hygienische Mindestversorgung mit Frischluft gewährleistet werden. Zu geringe Versorgung der Innenräume mit Frischluft wirkt sich negativ auf Raumluftqualität bzw. Behaglichkeit aus.

In der Lüftungstechnik stellt der  $\text{CO}_2$ -Gehalt, neben der relativen Raumluftfeuchte, ein Qualitätskriterium für die Innenraumluft dar. Untersuchungen an Hand der Kohlendioxidkonzentration der Raumluft von Max von Pettenkofer zeigten bereits vor 150 Jahren, dass das Befinden des Menschen vom  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft abhängig ist. Die  $\text{CO}_2$ -Konzentration korreliert mit der Raumluftbelastung durch menschliche Ausdünstungen und stellt somit einen wesentlichen Indikator für Raumlufthygiene dar. Der Grenzwert nach Pettenkofer für eine gute Raumluftqualität liegt bei 1000 ppm.<sup>3</sup>

$\text{CO}_2$ -Messung in einem Schlafzimmer ( $16 \text{ m}^2$  mit 2 Personen) mit geschlossenem Fenster zeigen, dass bereits nach 1h der Grenzwert nach Pettenkofer überschritten ist (siehe Abbildung 2). Ohne kontinuierlichen Luftaustausch kann die geforderte Raumluftqualität hinsichtlich  $\text{CO}_2$ -Konzentration nicht gewährleistet werden. Hohe Luftwechselraten führen zwar zu einer geringen  $\text{CO}_2$ -Konzentration im Raum, es können jedoch abhängig vom Nutzerverhalten auch relative Raumluftfeuchten von unter 30% entstehen. Die optimale Luftfeuchte für behagliches Wohnraumklima liegt zwischen 30 und 45%. Diesem Zielkonflikt ist durch eine bedarfsgerechte Steuerung der Luftwechsel entgegenzuwirken.

---

<sup>2</sup> Passivhaus Institut Darmstadt; [http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Lueftung\\_Ergaenzungen.html](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Lueftung_Ergaenzungen.html)  
Zugriff am 23.09.2011.

<sup>3</sup> Lebensministerium; Richtlinie zur Bewertung der Luftqualität von Innenräumen – Teil 7  $\text{CO}_2$  als Lüftungsparameter, Wien, 2011.

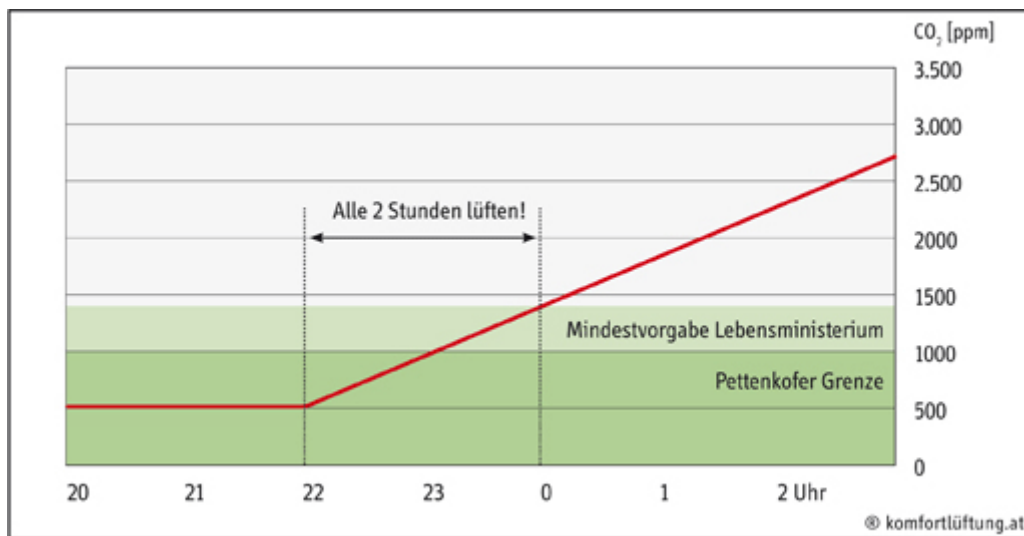


Abbildung 2: Messung CO<sub>2</sub> Konzentration Schlafzimmer (2 Personen, 16m<sup>2</sup>)<sup>4</sup>

Der Einbau einer mechanischen Wohnraumlüftung stellt eine mögliche Lösung der dargestellten Problematik dar. Neben dem Argument eines komfortablen und hygienisch einwandfreien Innenraumklimas aufgrund eines kontinuierlichen, bedarfsgeregelten Luftwechsels, kann durch eine effiziente Wärmerückgewinnung eine Reduktion von Lüftungswärmeverlusten gewährleistet werden. Dem gegenüber stehen jedoch der Platzbedarf bzw. der technische Aufwand, die Anlagen in Bestandsgebäude zu integrieren, der Bedarf an elektrischem Strom für den Antrieb der Lüftungsanlage sowie die laufenden Wartungserfordernisse.

Dennoch stellt die Installation einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung eine wesentliche Komponente zur Gewährleistung der langfristigen Bauteilsicherheit und zur Erreichung eines zeitgemäßen Wohnstandards bei der Modernisierung eines Gründerzeitgebäudes dar.

## 3.1 Anforderung an Lüftungsanlage und Gebäude

### 3.1.1 Luftdichtheit der Gebäudehülle

Für einen ordnungsgemäßen Betrieb einer Lüftungsanlage muss die Gebäudehülle eine bestimmte Mindestdichtheit aufweisen. Die Mindestanforderung an Luftdichtheit (gemäß ÖNORM B 8110-1) liegt bei einem n<sub>50</sub>-Wert von 3 h<sup>-1</sup>, bei Gebäuden mit mechanischen

<sup>4</sup> Verein Komfortlüftung; <http://www.komfortlüftung.at/index.php?id=1893> Zugriff am 20.03.2012.



Lüftungsanlagen muss ein  $n_{50}$ -Wert von  $1,5 \text{ h}^{-1}$  eingehalten werden. Für Passivhäuser ist ein maximaler Luftwechsel nach Differenzdruckverfahren von  $0,6 \text{ h}^{-1}$  gefordert. Demnach muss die Gebäudehülle dauerhaft luft- und winddicht ausgeführt sein, um eine Falschluft durch Undichtheiten zu vermeiden. Speziell bei Gründerzeitgebäuden ist auf die Luftdichtheit zwischen den Wohneinheiten zu achten. Holzbalkendecken als Zwischendecken stellen in den meisten Fällen eine Luftundichtheit dar, der entgegen gewirkt werden muss.

### **3.1.2 Raumlufunabhängige Betrieb von Geräten**

Ist in den Räumen bzw. Wohneinheiten der Betrieb von raumlufunabhängigen Gerätschaften wie z.B. Dunstabzug oder Gasthermen geplant, so sind unbedingt Maßnahmen zu treffen, welche garantieren, dass diese raumlufunabhängigen Geräte entweder im Umluftbetrieb (z.B. Dunstabzug) oder raumlufunabhängig (z.B. Gasthermen, Primärofen) betrieben werden können.

### **3.1.3 Brandschutz**

Bei der Leitungsführung ist entsprechend den Brandabschnitten aus der behördlich genehmigten Bauwerksplanung zu beachten, dass beim Durchdringen von Brandabschnitten (z.B. Eintritt der Lüftungsleitungen in die Wohneinheiten) Brandschutzeinrichtungen (Klappen u. dgl.) einzuplanen sind. Der Einbau von Brandschutzeinrichtungen ist in der lüftungstechnischen Berechnung und der fortlaufenden Wartungen (wartungsfreie Brandschutzklappen) zu berücksichtigen.

### **3.1.4 Schallschutz**

Auf ausreichende schalldämmende Maßnahmen bei luftführenden Kanälen (z.B. Schalldämpfer, Reduzierung der Luftgeschwindigkeit, Wahl der Luftauslässe) und auf die Verringerung der Schallemissionen durch das Lüftungsgerät (Schwingungsdämpfendes Element bei Geräteaufhängung, Schwingungstechnische Entkoppelung von Gerät und Lüftungskanälen, Einkapselung des Lüftungsgeräts) ist zu achten. Durch ausreichend dimensionierte Querschnitte der Lüftungsleitungen können hohe Luftgeschwindigkeiten vermieden und somit die Schallemissionen reduziert werden. Besonders in Schlafräumen sollte ein maximaler Schalldruckpegel von  $23 \text{ dB(A)}$  nicht überschritten werden.

### 3.1.5 Kurze Leitungsführung

Das Leitungsnetz soll zur Minimierung der Strömungsverluste möglichst kurz und mit wenig Richtungsänderungen und Abzweigungen versehen sein. Daraus lassen sich zwei wesentliche Vorteile ableiten:

- Durch Reduktion der Strömungsverluste wird der Strombedarf der Lüftungsanlage gesenkt
- Kürzere Leitungslängen reduzieren die Errichtungskosten

Bei der Planung der Leitungsführung ist darauf zu achten, dass nötige Abzweigungen möglichst zusammen an zentraler Stelle auszuführen sind. Die Lüftungsrohre sollen (zur Minimierung der Strömungsverluste) darüber hinaus rund und innen glatt mit ausreichend großem Durchmesser sein.

### 3.1.6 Vorsehen von Revisionsöffnungen<sup>5</sup>

Lüftungsleitungen müssen reinigbar ausgeführt werden. Das Einplanen später gut zugänglicher und dicht schließender Reinigungsöffnungen, die Zugänglichkeit der wartungsrelevanter Bauteile, kurze Rohre und möglichst wenig Richtungsänderungen sind Voraussetzung für die Reinigbarkeit. Anlagenteile mit Wartungsbedarf sollen so installiert werden, dass die Wartung von allgemein zugänglichen Flächen aus durchgeführt werden kann.

Die Praxis zeigt, dass Verunreinigungen der Lüftungsrohre hauptsächlich in der Bauphase verursacht werden und nicht im Betrieb entstehen. Verunreinigungen, die während der Bauphase entstehen, können oft nicht mehr vollständig aus dem Lüftungsrohrnetz entfernt werden. Aus diesem Grund ist in der Bauphase darauf zu achten, dass Lüftungsrohre und alle zugehörigen Komponenten staubdicht verschlossen angeliefert und gelagert werden. Nach dem Einbau sind alle Öffnungen staubdicht zu verschließen und die Lüftungskanäle staubfrei zu halten.

### 3.1.7 Platzierung von Frischlufteinlässen und Abluftauslässen

Bei der Planung ist darauf zu achten, dass Frischluft- und Abluftöffnungen ins Freie einen ausreichenden Abstand zueinander aufweisen, da es ansonsten bei ungünstiger Wind-

---

<sup>5</sup> Passawa et al; Passivhaus der Zukunft-Akademie – Plattform für den Wissenstransfer zwischen Bauträgern; Programm Haus der Zukunft; Endbericht 2010.

richtung zur Geruchsübertragung aus der Abluft kommen kann. Insbesondere bei der Platzierung der Frischluft-Ansaugöffnung sind etwaige Geruchsquellen (Biotonnen, Restaurants, Pflanzengerüche etc.) zu beachten und es ist ein ausreichender Abstand zu wählen.

Die richtige Platzierung der Frischluftansaugung ist darüber hinaus ein wesentliches Kriterium zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung. Werden Ansaugöffnungen an Südfassaden situiert, so liegt im Sommerfall ein erhöhtes Temperaturniveau der Frischluft welche in den Wohnraum eingebracht wird vor, was zu einem Anstieg der Raumlufttemperatur führt.

### 3.1.8 Effiziente Wärme- und Feuchterückgewinnung

Eine wichtige Maßnahme zur Energieeinsparung durch Lüftungsanlagen ist die Rückgewinnung der Energie aus der Abluft.

Im Bereich der Wärme- und Feuchterückgewinnung wird zwischen rekuperativen und regenerativen Systemen unterschieden.

Bei **rekuperativen Wärmetauschern** sind die Kammern zwischen den Medien getrennt, die Luftströme treten nicht miteinander in Kontakt. Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppen sind die Plattenwärmetauscher. Plattenwärmetauscher werden nach der Bauform und der Art der Strömungsrichtung weiters in Kreuzstrom-, Kreuz-Gegenstrom- und Gegenstrom-Wärmetauscher unterteilt. Eine Feuchterückgewinnung ist mit dieser Bauart nicht möglich.

Bei **regenerativen Wärmetauschern** erfolgt die Wärmeübertragung mittels einer speicherwirksamen Masse, die abwechselnd von Abluft bzw. Frischluft durchströmt wird. Regenerative Systeme werden in Rotationswärmetauscher, Umschaltwärmetauscher, Wärmerohr (Heat Pipe) und Kreislaufverbundsysteme unterteilt. Durch sorptive Beschichtung des Rotationswärmetauschers kann zusätzlich Luftfeuchtigkeit aus der Abluft zurückgewonnen werden.

WRG-System		Rückwärmezahl ( $\Phi$ )	Rückfeuchtezahl ( $\Psi$ )
Kategorie I – Rekuperatoren			
	Plattenwärmetauscher	0,4-0,8	0,0
	Röhrenwärmetauscher	0,3-0,5	0,0
Kategorie II – mit Wärmezwischenträger			
Kreislauferbundsysteem	Kompakt-Wärmetauscher	0,3-0,5	0,0
	Gegenstrom Schichtwärmetauscher	0,7-0,8	0,0
Wärmerohre	Schwerkraftwärmerohr	0,2-0,4	0,0
	Kapillarwärmerohr	0,5-0,8	0,0
Wärmepumpe	Kompressor Wärmepumpe	---	0,0
	Adsorptionswärmepumpe	---	0,0
Kategorie III – Regeneratoren			
Rotor	Rotor ohne Sorption	0,7-0,8	0,1-0,2
	Rotor mit Sorption	0,7-0,8	0,6-0,7
sonstige	Kapillargebläse	0,2-0,4	0,2-0,4
	Umschalt Speicher	0,6-0,9	0,5-0,7

 Abbildung 3: Übersicht der Energierückgewinnungssysteme<sup>6</sup>

Abbildung 3 stellt eine Übersicht der Energierückgewinnungssysteme dar. Durch Multiplikation der Rückwärmezahl mit der Leistung der Abluft erhält man die rückgewinnbare Leistung. Diese multipliziert mit den Betriebszeiten der Anlage ergibt die jährliche Einsparung an Wärmeenergie durch die Wärmerückgewinnung.<sup>7</sup>

Bei der Wahl des Lüftungsgerätes ist auf ein hohes Maß der Wärmerückgewinnung aus der Abluft zu achten, um eine möglichst hohe Energieeinsparung erzielen zu können. Bei der energetischen Bewertung von Wärmerückgewinnungssystemen sind unterschiedliche Begriffe wie Wärmerückgewinnungsgrad, Rückwärmezahl, Temperaturänderungsgrad oder Wärmebereitstellungsgrad – basierend auf unterschiedlichen Berechnungsgrundlagen – in Verwendung. Herstellerangaben sind deshalb nicht immer direkt vergleichbar und aus diesem Grund auf den Berechnungshintergrund zu prüfen.

Grundsätzlich ist der Einbau einer Feuchterückgewinnung bei konstanter Betriebsweise (keine individuelle Luftmengenreduzierung möglich) zu empfehlen, um ein übermäßiges Austrocknen – speziell im Winter – zu vermeiden. Durch richtige Dimensionierung der Luftmengen auf ausreichend niedrige Luftwechselraten sowie Drosselung des Luftwechsels bei Abwesenheit kann im Normalfall im Wohnbau eine ausreichende Raumlufffeuchte gewährleistet werden und auf eine Feuchterückgewinnung verzichtet werden. Die individuelle, feuchteabhängige Luftmengenregulierung je Wohneinheit ist hierfür Voraussetzung.

<sup>6</sup> Gerstbauer C. et al: Leitfaden für Audits an Lüftungsanlagen, Kurzversion. Version 2, Wien 2010.

<sup>7</sup> Gerstbauer C. et al: Leitfaden für Audits an Lüftungsanlagen, Kurzversion. Version 2, Wien 2010.

### **3.1.9 Bypass im Sommerbetrieb**

Bei Betrieb der Lüftungsanlage im Sommer sollte die Anlage über einen automatisch (temperaturgesteuerten) Bypass (Umgehung des Wärmetauschers) verfügen. Manuelle Umstellungsmöglichkeiten bzw. ausbaubare Wärmetauscher bewähren sich in der Praxis nur bedingt, da sich die Bedingungen zu oft ändern (Kälteperiode im Sommer, Übergangszeit) und oftmaliges Umschalten notwendig ist. Eine 100%ige Umgehung des Wärmetauschers durch eine dichte, automatisch geregelte Bypassklappe ist bei Lüftungsanlagen erforderlich, um ein weiteres Aufheizen der Raumluft zu vermeiden.

### **3.1.10 Effiziente Ventilatorentechnik**

Bei der Planung der Luftleitungen und den darin eingebauten Komponenten ist auf einen möglichst geringen Druckverlust zu achten, um den Energieaufwand für den Lufttransport so gering wie zu möglich zu halten. Darüber hinaus sollten Ventilatoren mit einer möglichst geringen spezifischen Leistungsaufnahme verwendet werden. Der SFP-Wert (Specific Fan Power) gibt Auskunft über das Verhältnis von Ventilator-Leistungsaufnahme zu gelieferter Luftmenge. Der Zielwert für das gesamte Lüftungssystem liegt bei einem Stromverbrauch von  $0,45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ , sehr gute Anlagen benötigen unter  $0,30 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ .

### **3.1.11 Einfache Bedienung für Nutzer**

Die individuelle Volumenstromregelung sollte für jede Wohneinheit gegeben sein. Die Erfahrung zeigt, dass Bewohner jedenfalls die Möglichkeit haben sollten, Ihren Bedarf an Frischluft individuell wählen zu können. Zielführend ist eine automatische, bedarfsabhängige Regelung (z.B. Abschaltung der Lüftungsanlage bei Abwesenheit der Bewohner durch Zeitschaltuhr, Feuchte- oder  $\text{CO}_2$ -Fühler, u. dgl.) welche dem Nutzer immer ermöglicht, die aktuelle Einstellung zu übersteuern.

### **3.1.12 Wartung und Instandhaltung**

Der Arbeitsaufwand für Wartung und Instandhaltung liegt bei Gebäuden mit kontrollierter Wohnraumlüftung höher als bei herkömmlichen Wohnbauten. Der Mehraufwand wird hauptsächlich durch die Funktionskontrolle der Lüftungsanlage und den Filtertausch in regelmäßigen Zeitabständen hervorgerufen.

Für die Wartung und Instandhaltung von Lüftungsanlagen gibt es eine Vielzahl von Richtlinien und Normen. Die österreichische Plattform [komfortlueftung.at](http://komfortlueftung.at) empfiehlt, die

Ausführung, Reinhaltung und Reinigung nach ÖNORM H 6021 bzw. VDI 6022, den Betrieb und die Instandhaltung der Lüftungsanlage gemäß VDI 3801 mit einem Pflichtenheft sowie die regelmäßige Überprüfung des energiesparenden Betriebes gemäß ÖNORM EN 15239 bzw. ÖNORM EN 15240 durchzuführen.<sup>8</sup>

Folgende Wartungen sollten in den angeführten Intervallen durchgeführt werden (siehe dazu auch: Schöberl H.: Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern):

	Zentrales Lüftungsgerät	Dezentrale Lüftungsgeräte
<b>quartalsweise</b>	Filterkontrolle und ggf. Filterwechsel	Filterkontrolle und ggf. Filterwechsel
<b>halbjährlich</b>	Überprüfung der Ventilatoren, des Wärmetauschers, des Nachheizregisters und des Frostschutzregisters auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion und bei Bedarf Reinigung, Überprüfung und Reinigung des Riemenantriebs	
<b>jährlich</b>	Filterwechsel, Überprüfung des Laufrades des Ventilators, des Rotors im Wärmetauscher und von Elektromotoren, Überprüfung der Bypassklappen, des Nachheizregisters und Frostschutzregisters auf Funktion, Überprüfung und Reinigung sämtlicher Gitter, Jalousieklappen und Gerätegehäuse, Überprüfung der Brandschutzklappen und Ventile hinsichtlich Funktion, Sichtprüfung zugänglicher Kanalabschnitte auf Befestigung und Beschädigung, Überprüfung innerer Kanalflächen auf Verschmutzung, Korrosion und Niederschlag und ggf. Reinigung, Überprüfung von Luftdurchlässen (stichprobenartig), Schalldämpfern, Volumenstromreglern, Absperr- und Abgleichelementen auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion, Arbeiten an Pumpen, Regelarmaturen, Schmutzfängern, Rohrleitungen, Ausdehnungsgefäßen, an Schaltschränken, MSR-Einrichtungen und Gebäudeautomationssystemen lt. Herstellerangaben	Überprüfung der Ventilatoren, der Wärmetauschereinheit und des Nachheizregisters, auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion, Überprüfung der Brandschutzklappen und –ventile auf Funktion, Messung von Stromaufnahme des WRG-Gerätes, der Temperaturen am Gerätetutzen und der Lufttemperatur, Überprüfung der Gerätegehäuse bei Filterwechsel
<b>alle 3 Jahre</b>		Überprüfung der Bypassklappen auf Funktion, Überprüfung sämtlicher Gitter und Schalldämpfer auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion, Sichtprüfung zugänglicher Kanalabschnitte auf Befestigung und Beschädigung

Tabelle 1: Wartungsarbeiten je Intervall

Bei dezentralen Lüftungsanlagen sind in einigen Bereichen größere Wartungsintervalle ausreichend, da Einzelgeräte nicht dieselbe Ausfallsicherheit wie zentrale Anlagen aufweisen müssen. Neue dezentrale Anlagen haben eine Stör- und Ausfallsensorik, welche z.B. zu hohe Druckverluste infolge alter Filter anzeigt, wodurch die Überprüfung entfällt. Außerdem werden dezentrale Anlagen nicht so stark beansprucht wie große zentrale Anlagen, was ebenfalls ein längeres Wartungsintervall ermöglicht.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

<sup>9</sup> Schöberl H.: Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern.

Die Wartungskosten zentraler Anlagen sind in den letzten Jahren zurückgegangen. Derzeit liegen die durchschnittlichen Wartungskosten von zentralen Lüftungsanlagen bei 0,42 €/m<sup>2</sup>a, jene von dezentralen Anlagen bei durchschnittlich 1,16 €/m<sup>2</sup>a.<sup>10</sup>

In Tabelle 2 sind Richtwerte für Strom-, Filter und Wartungskosten dargestellt:

<i>(10) WARTUNGS- und BETRIEBSKOSTEN (WB)</i>		
<i>Klasse</i>	<i>Standard</i>	<i>Voraussetzung / Kriterien</i>
<b>WB1</b>	minimale Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromkosten ≤ 0,4€/m<sup>2</sup>WNF.a</li> <li>• Filterkosten ≤ 0,2 €/m<sup>2</sup>WNF.a</li> <li>• Wartungskosten ≤ 0,4€/m<sup>2</sup>WNF.a</li> </ul>
<b>WB2</b>	niedrige Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromkosten ≤ 0,6€/m<sup>2</sup>WNF.a</li> <li>• Filterkosten ≤ 0,4€/m<sup>2</sup>WNF.a</li> <li>• Wartungskosten ≤ 0,6 €/m<sup>2</sup>WNF.a</li> </ul>
<b>WB3</b>	mittlere Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromkosten ≤ 0,8 €/m<sup>2</sup>WNF.a</li> <li>• Filterkosten ≤ 0,6 €/m<sup>2</sup>WNF.a</li> <li>• Wartungskosten ≤ 0,8 €/m<sup>2</sup>WNF.a</li> </ul>

Tabelle 2: Richtwerte für Strom-, Filter und Wartungskosten<sup>11</sup>

Dennoch wird die Wartung und Instandhaltung von Lüftungsanlagen oftmals verteuert angeboten, z.B. aufgrund von Risikozuschlägen bei Wartungsfirmen mit wenig Erfahrung oder aufgrund von überbeuertem Filtermaterial seitens der Originalhersteller. Eine sorgfältige Prüfung der Angebote von Wartungsfirmen wird empfohlen

Die Durchführung des Filterwechsels in der Verantwortung der Bewohner wird in den meisten Fällen nicht in der erforderlichen Sorgfalt umgesetzt. Die Erfahrung zeigt, dass ein periodischer Filterwechsel nur von Fachfirmen im Auftrag der Hausverwaltung ordnungsgemäß durchgeführt wird. Eine gesetzliche Regelung im Wohnrecht mit Klärung der Verantwortungsfrage für Wartung von Lüftungsanlagen liegt zurzeit nicht vor.

<sup>10</sup> Schöberl H.: Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern.

<sup>11</sup> komfortlüftung.at: Planungsleitfaden für Wohnungslüftungen im Mehrfamilienhaus (MFH).

## 4 Lüftungsvarianten Wißgrillgasse

---

Im folgenden Kapitel wird die Machbarkeit der Ausführung von unterschiedlichen Lüftungskonzepten in der Wißgrillgasse untersucht. Die untersuchten Lüftungskonzepte stellen den aktuellen Stand der Technik dar. In der Machbarkeitsstudie wird die jeweilige Lüftungstechnik beschrieben und hinsichtlich der möglichen Integration am Beispielgebäude und der energetischen Performance betrachtet. Folgende Varianten wurden untersucht:

- Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen;
- Semizentrale Lüftungsanlage mit Kaskadenlüftung;
- Semidezentrales Lüftungsgerät, ein Lüftungsgerät mit WRG pro Wohneinheit;
- Dezentrale Wohnraumlüftung, mehrere Geräte pro Wohneinheit;
- Abluftanlage mit feuchtegeregelten Zuluftelementen.

### 4.1 Dimensionierungsvorgang

Bei Lüftungsanlagen ist eine detaillierte Planung erforderlich, um Komfort und Energieeffizienz sicherzustellen. Eine wesentliche Hilfestellung hierfür bieten die im Rahmen des Forschungsprogramms „Energie der Zukunft“ entwickelten „60 Qualitätskriterien für Komfortlüftungsanlagen im MFH“ (siehe [www.komfortlüftung.at](http://www.komfortlüftung.at)).

#### 4.1.1 Luftmengenberechnung

Den ersten Schritt des Dimensionierungsvorgangs stellt die Luftmengenberechnung der einzelnen Räume für das gesamte Gebäude bzw. für jene Wohneinheiten, die mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung ausgestattet werden sollen, dar. Die Luftmengenbilanz für Zu- und Abluft muss dabei immer pro Wohneinheit ausgeglichen sein (siehe auch Tabelle 3).

Alle folgend dargestellten Lüftungsvarianten dieser Studie wurden für Top 7 im ersten Obergeschoß des Gebäudes Wißgrillgasse ausgelegt, da diese Wohneinheit alle betrachteten Varianten zulässt. Die Wohnung mit einer Wohnfläche von 72,2 m<sup>2</sup> und einer Raumhöhe von 3,19 m besteht aus Vorraum, Wohnzimmer, Küche, Bad, WC sowie zwei Zimmern. Es sind sowohl hofseitige als auch straßenseitige Fensteröffnungen vorhanden. Die straßenseitige Fassade ist gegliedert und soll ihr ursprüngliches Erscheinungsbild



beibehalten. Wohn- und Schlafräume liegen an der Feuermauer des Gebäudes – auch hier sind Öffnungen bzw. Installationen nicht möglich.

Die Luftmengenberechnung erfolgte anhand der vier Auslegungskriterien gemäß komfortlüftung.at, welche sich an den Anforderungen der ÖNORM H6038 orientieren und diese bis auf einige Abänderungen auch einhalten. Der Betriebsvolumenstrom ergibt sich dabei jeweils aus dem höchsten Wert der folgend aufgelisteten Punkte a) bis d).

**a) Summe der Zulufräume:** (in H 6038 nicht enthalten)

Wohnzimmer: 60 m<sup>3</sup>/h

Schlafzimmer: 50 m<sup>3</sup>/h

Kinderzimmer: 50 m<sup>3</sup>/h (zwei Kinder)

Kinderzimmer: 25 m<sup>3</sup>/h (ein Kind)

Einzelbüro: 25 m<sup>3</sup>/h

Stiegenhaus innerhalb der Gebäudehülle: ca. 0,1 - 0,2-facher Luftwechsel

**b) Summe der Ablufträume:**

Küche: 60 m<sup>3</sup>/h (gem. H 6038 40 m<sup>3</sup>/h)

Bad: 40 m<sup>3</sup>/h

WC: 20 m<sup>3</sup>/h

Abstellraum: 10 m<sup>3</sup>/h

**c) Mindestluftwechsel bezogen auf das Nettovolumen:**

bis 150 m<sup>2</sup> Nutzfläche: 0,5 x Nettovolumen

für den Anteil über 150 m<sup>2</sup> Nutzfläche: 0,3 x Nettovolumen

(gem. ÖNORM H 6036 wird bei Wohnungen über 150 m<sup>2</sup> die gesamte Fläche mit einem 0,3-fachen Luftwechsel belegt)

**d) Personen:**

36 m<sup>3</sup>/h pro Person (gem. ÖNORM H 6038 ebenso)

Die in Punkt a) und b) angegebenen Luftmengen der einzelnen Räume sind jedoch bei der Einregulierung an die tatsächliche Personenbelegung anzupassen, um zu geringe relative Raumluftfeuchtigkeiten aufgrund eines zu hohen Luftwechsels zu vermeiden.

In Tabelle 3 ist die Luftmengenberechnung der Wohneinheiten des 1. OG dargestellt. Zur Bestimmung der Luftmenge für das gesamte Gebäude wurde die Luftmenge des 1. OG für die Regelgeschoße EG bis 3. OG hochgerechnet. Das 4. OG sowie das DG wurden gemäß den zuvor genannten Auslegungskriterien getrennt berechnet. Der Luftmengenbedarf für das Gesamtgebäude beträgt somit 3460 m³/h.

Gesch.	Top Nr.	Raum	Fläche (m²)	Höhe (m)	Volumen (m³)	LW	Personen	Mindestbetriebs- vol.strom über ZUL Kriterium (m³/h)	Mindestbetriebs- vol.strom über ABL Kriterium (m³/h)	Mind. ZUL- Vol.strom über Wohnungsgröße (m³/h)	Mind. ZUL-Vol.strom über Personenanzahl (36 m³/h und Pers.) (m³/h)
<b>1.OG</b>											
	<b>06</b>		111,19 m²	3,20m	355,81 m³	0,5	4			178 m³/h	144 m³/h
		AR	0,95 m²	3,20m	3,04 m³	3,3			10 m³/h		
		AR	0,92 m²	3,20m	2,94 m³	3,4			10 m³/h		
		Kinderzimmer	9,90 m²	3,20m	31,68 m³	0,8		25 m³/h			
		WC	1,00 m²	3,20m	3,20 m³	6,3			20 m³/h		
		Wohnzimmer	31,69 m²	3,20m	101,41 m³	0,5		50 m³/h			
		Schlafzimmer	12,09 m²	3,20m	38,69 m³	1,2		45 m³/h			
		Bad	2,73 m²	3,20m	8,74 m³	4,6			40 m³/h		
		Bad	5,14 m²	3,20m	16,45 m³	2,4			40 m³/h		
		Zi mit Küche	32,73 m²	3,20m	104,74 m³	0,6		60 m³/h	60 m³/h		
Summe								180 m³/h	180 m³/h	178 m³/h	144 m³/h
<b>gewählter Betriebsvolumenstrom:</b>								<b>180 m³/h</b>			
	<b>07</b>		72,24 m²	3,19m	230,45 m³	0,5	3			115 m³/h	108 m³/h
		Kinderzimmer	10,73 m²	3,19m	34,23 m³	0,7		25 m³/h			
		Küche	5,76 m²	3,19m	18,37 m³	3,3			60 m³/h		
		Wohnzimmer	24,95 m²	3,19m	79,59 m³	0,7		55 m³/h			
		WC	1,45 m²	3,19m	4,63 m³	6,5			30 m³/h		
		Bad	7,75 m²	3,19m	24,72 m³	1,6			40 m³/h		
		Schlafzimmer	17,17 m²	3,19m	54,77 m³	0,9		50 m³/h			
Summe								130 m³/h	130 m³/h	115 m³/h	108 m³/h
<b>gewählter Betriebsvolumenstrom:</b>								<b>130 m³/h</b>			
	<b>08</b>		48,21 m²	3,19m	153,79 m³	0,5	2			77 m³/h	72 m³/h
		WC	1,03 m²	3,19m	3,29 m³	9,1			30 m³/h		
		VR mit Küche	6,48 m²	3,19m	20,67 m³	2,9		60 m³/h	60 m³/h		
		Wohnzimmer	19,81 m²	3,19m	63,19 m³	0,3		20 m³/h *			
		Bad	3,48 m²	3,19m	11,10 m³	3,6			40 m³/h		
		Schlafzimmer	15,23 m²	3,19m	48,58 m³	1,0		50 m³/h			
* reduziert aufgrund Überströmung vom Schlafzimmer											
Summe								130 m³/h	130 m³/h	77 m³/h	72 m³/h
<b>gewählter Betriebsvolumenstrom:</b>								<b>130 m³/h</b>			
	<b>09</b>		93,54 m²	3,19m	298,39 m³	0,5	3			149 m³/h	108 m³/h
		WC	1,23 m²	3,19m	3,92 m³	5,1			20 m³/h		
		Zi mit Küche	29,40 m²	3,19m	93,79 m³	0,6		55 m³/h	60 m³/h		
		Kinderzimmer	10,56 m²	3,19m	33,69 m³	0,7		25 m³/h			
		Bad	4,30 m²	3,19m	13,72 m³	2,9			40 m³/h		
		Bad	3,48 m²	3,19m	11,10 m³	3,6			40 m³/h		
		Schlafzimmer	15,03 m²	3,19m	47,95 m³	1,0		50 m³/h			
		Wohnzimmer	18,48 m²	3,19m	58,95 m³	0,8		50 m³/h			
		WC	1,13 m²	3,19m	3,60 m³	5,5			20 m³/h		
Summe								180 m³/h	180 m³/h	149 m³/h	108 m³/h
<b>gewählter Betriebsvolumenstrom:</b>								<b>180 m³/h</b>			
<b>SUMME 1.OG</b>								<b>620 m³/h</b>			
<b>Hochrechnung auf Gesamtgebäude:</b>											
EG-3.OG à 620 m³/h:			2480 m³/h								
4.OG und 1.DG:			980 m³/h								
<b>GEBÄUDE GESAMT</b>			<b>3460 m³/h</b>								

Tabelle 3: Luftmengenberechnung der Wohneinheiten des 1.Obergeschoßes

### 4.1.2 Rohrdimensionierung

Mit dem ermittelten Betriebsluftvolumenstrom können nun die Luftkanäle dimensioniert werden. Dabei ist die Luftgeschwindigkeit in den Kanälen zu beachten; bei gleichbleibendem

Volumenstrom steigt – mit sinkender Rohrdimension – die Luftgeschwindigkeit. Die Kanäle sollen daher ausreichend dimensioniert werden, da mit steigender Luftgeschwindigkeit auch die Druckverluste und damit der Strombedarf der Lüftungsanlage steigen. Darüber hinaus nimmt die Geräusentwicklung mit der Luftgeschwindigkeit zu, was zu Lärmbelastigungen führen kann. Gemäß Tabelle 4 sollen daher die max. Luftgeschwindigkeiten von 2 m/s (Zielwert 1,5 m/s) in Strängen innerhalb der Wohnung und 2,5 m/s in Sammelsträngen eingehalten werden. Tabelle 5 zeigt die Mindestrohrdurchmesser zu bestimmten Luftmengen.

Bereich	Geschwindigkeit (m/s)
Stränge innerhalb der Wohnung	max. 2, Zielwert 1,5
Sammelstränge	2,5

Tabelle 4: max. Luftgeschwindigkeiten nach Kanalbereich<sup>12</sup>

Rohrdurchmesser (mm)	max. Luftmenge (m <sup>3</sup> /h)		
	1,5 m/s	2 m/s	2,5 m/s
80	25	35	-
100	40	55	70
125	65	90	110
150	95	120	160
160	110	140	180
200	170	220	280
250	260	350	440
300	380	510	630

Tabelle 5: Mindestrohrdurchmesser nach Luftmenge<sup>12</sup>

Rechteckige Kanalquerschnitten müssen gem. der Formel  $d_h = 4xA/U$  auf den hydraulischen Durchmesser  $d_h$  umgerechnet werden, wobei A die Querschnittsfläche und U den Umfang des Kanals darstellt.

### 4.1.3 Druckverlustberechnung

Die Druckverluste in den Kanälen haben einen großen Einfluss auf die Betriebskosten, da diese vom Ventilator überwunden werden müssen. Der Strombedarf und somit die Energiekosten steigen proportional mit den Druckverlusten. Eine Verdoppelung des Druckverlustes bedeutet folglich eine Verdoppelung des Strombedarfs. Eine Erhöhung des Druckverlustes um 10 Pa – was anhand unseres Demonstrationsgebäudes dem Einbau eines zusätzlichen 90° Bogens (Dimension 40/100 cm) im Steigschacht entspricht (siehe

<sup>12</sup> Energie Tirol: Komfortlüftungen – Gesund, komfortabel und energieeffizient wohnen. Innsbruck, 2011.

dazu auch Tabelle 6) – bewirkt in Abhängigkeit von Luftmenge und Wirkungsgrad des Ventilators folgenden (Tabelle 6) zusätzlichen Strombedarf (kWh/a):

		Wirkungsgrad		
		0,7	0,65	0,6
Luftmenge (m <sup>3</sup> /h)	1.000	34,76	37,44	40,56
	2.000	69,52	74,87	81,11
	4.000	139,05	149,74	162,22
	6.000	208,57	224,62	243,33
	8.000	278,10	299,49	324,44
	10.000	347,62	374,36	405,56
	20.000	695,24	748,72	811,11

Tabelle 6: Zusätzlicher Strombedarf (kWh/a) durch Erhöhung des Druckverlustes um 10 Pa<sup>13</sup>

Bei der Planung der Luftkanäle und den eingebauten Komponenten ist daher darauf zu achten, den Druckverlust so gering wie möglich zu halten.

### Exkurs: Wirkungsgrad

Wie in Tabelle 6 ersichtlich, sinkt der Strombedarf mit steigendem Wirkungsgrad. Daher ist auf einen guten Wirkungsgrad der gesamten Ventilatereinheit (Ventilator, Antrieb, Motor und Drehzahlregelung) zu achten. Gemäß ECO-Design Richtlinie werden zur Ermittlung des Wirkungsgrades des Ventilatorsystems folgende Gleichungen herangezogen:<sup>14</sup>

für einen starren Ventilator:

$$\eta_{ges} = \frac{P_V}{P_{el}}$$

für einen variablen Ventilator:

$$\eta_{ges} = \left( \frac{P_V}{P_{el}} \right) \cdot C_c$$

$\eta_{ges}$	[-]	Gesamtwirkungsgrad
$P_{el}$	[kW]	Elektrische Leistung des Motors
$P_V$	[kW]	Ventilatorleistung
$C_c$	[-]	Korrekturfaktor für drehzahlgesteuerte Ventilatoren: bei $P_{el} \geq 5$ kW: $C_c = 1,04$ bei $P_{el} < 5$ kW: $C_c = -0,03 \ln(P_{el}) + 1,88$

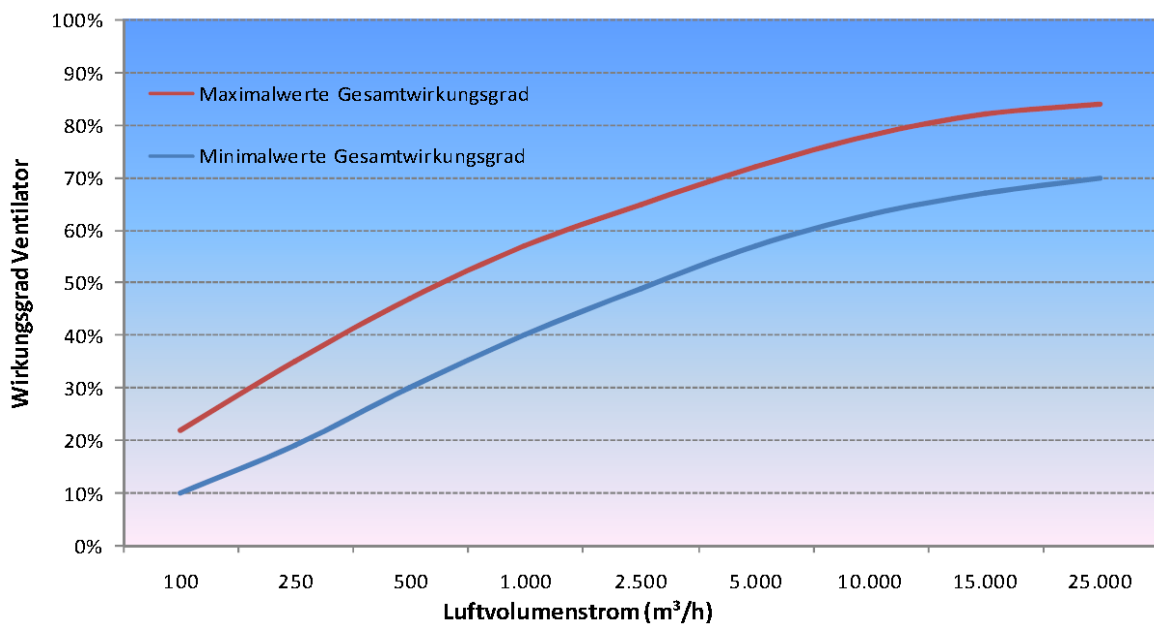
<sup>13</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011

<sup>14</sup> Gerstbauer C. et al: Leitfaden für Audits an Lüftungsanlagen, Kurzversion. Version 2, Wien 2010.

Der Wirkungsgrad wird anschließend mit in der ECO-Design Richtlinie vorgegebenen Wirkungsgraden verglichen, welche aber heute von guten Ventilatoreinheiten schon deutlich überschritten werden. Diese Vergleichswerte können daher nur als Mindestanforderungen und nicht als Richtwerte für effiziente Systeme gesehen werden.

Generell lässt sich sagen, dass die Bestwerte großer zentraler Anlagen bei 80% liegen. Werte unter 65 % sind bei zentralen Anlagen als schlecht einzustufen. Die Wirkungsgrade bei dezentralen, wohnungsweisen Lüftungsanlagen mit Kleinventilatoren liegen meist in einem Bereich zwischen 15 und 25 %. Da hier jedoch die Druckverluste geringer gehalten werden können, weisen dezentrale Anlagen meist trotzdem einen geringeren spezifischen Strombedarf als zentrale Anlagen auf.<sup>15</sup>

Abbildung 4 zeigt Wirkungsgrade moderner Ventilatoren bei unterschiedlichen Luftvolumenströmen.



<sup>15</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

Abbildung 4: Wirkungsgrade moderner Ventilatoren in Abhängigkeit des Luftvolumenstroms <sup>16</sup>

Der **interne Druckverlust**, der innerhalb des Lüftungsgerätes auftritt, kann folgendermaßen minimiert werden:

- Einhaltung der max. Strömungsgeschwindigkeit im Lüftungsgerät;
- Einsatz von Einbauteilen mit geringem Druckverlust im Lüftungsgerät;
- die optimale Positionierung der Komponenten im Gerät.

Der **externe Druckverlust** setzt sich aus den Widerständen durch Rohrreibung, der Formstücke und der Einbauteile zusammen. Der Rohrreibungswiderstand und die Widerstände der Einbauteile verhalten sich proportional dem dynamischen Druck, welcher mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst. Eine Verdopplung der Geschwindigkeit entspricht daher einem vierfachen Druckverlust. Der externe Druckverlust kann daher minimiert werden durch:

- Geringhaltung der Luftgeschwindigkeiten und
- strömungstechnisch günstige Formstücke und Einbauten.<sup>17</sup>

Die Druckverlustberechnung wird für den ungünstigsten Strang – das ist jener, der die größte Entfernung vom zentralen Gerät hat – durchgeführt. Dadurch ist gewährleistet, dass der Ventilator ausreichend dimensioniert ist, um den gewünschten Volumenstrom an alle Wohneinheiten zu fördern. Die Druckverlustberechnung der Varianten 4.2 und 4.3 dieser Studie ist in Tabelle 7 dargestellt.

Hierzu wurden der interne Druckverlust des zentralen Gerätes am Dach sowie der externe Druckverlust durch die Rohrleitungen im Schacht und im EG samt den Einbauteilen berechnet. Der gesamte Druckverlust beträgt rund 810 Pa, was einer Ventilatorleistung von etwa 3500 m<sup>3</sup>/h entspricht. Dieses Ergebnis stimmt auch mit der Luftmengenberechnung überein, bei welcher sich ein Luftmengenbedarf von 3460 m<sup>3</sup>/h ergibt.

---

<sup>16</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

<sup>17</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

Teil- strecke	Bezeichnung	Länge [m]	Volumen [m³/h]	Volumen [m³/s]	w [m/s]	A [m²]	a [m]	b [m]	D bzw. d <sub>n</sub> [m]	R [Pa/m]	ζ	ΔpRohr [Pa]	ΔpForm- stücke [Pa]	ΔpEinbauten [Pa]	ΔpStrang [Pa]
<b>zentrales Lüftungsgerät (=interner Druckverlust)</b>															
1	Schalldämpfer														40,00
2	Filter														175,00
3	WRG														200,00
4	Heizregister														50,00
5	Schalldämpfer														40,00
6	dyn. Druck														90,00
<b>Gesamtwiderstand:</b>															<b>595,0 Pa</b>
<b>Schacht</b>															
1	Kanal	4	3460	0,96	3,76	0,26	1,00	0,40	0,57	0,25	0,15	1,02	1,27		2,29
2	Bogen 90°	0	3460	0,96	3,76	0,26	1,00	0,40	0,57	0,25	1,20	0,00	10,15		10,15
3	Bogen 90°	0	3460	0,96	3,76	0,26	1,00	0,40	0,57	0,25	1,20	0,00	10,15		10,15
4	Kanal	4,5	3460	0,96	3,76	0,26	1,00	0,40	0,57	0,25	0,15	1,15	1,27		2,42
5	Reduktion	0	3460	0,96	3,77	0,26	1,00	0,40	0,57	0,26	0,08	0,00	0,64		0,64
6	Kanal	4,5	2480	0,69	3,39	0,20	0,70	0,40	0,51	0,24	0,15	1,09	1,03		2,13
7	Reduktion	0	2480	0,69	3,37	0,20	0,70	0,40	0,51	0,24	0,08	0,00	0,51		0,51
8	Kanal	3,5	1860	0,52	3,25	0,16	0,52	0,40	0,45	0,26	0,15	0,92	0,95		1,87
9	Reduktion	0	1860	0,52	3,25	0,16	0,52	0,40	0,45	0,26	0,08	0,00	0,48		0,48
10	Kanal	3,5	1240	0,34	3,28	0,11	0,47	0,30	0,37	0,34	0,15	1,19	0,97		2,16
11	Reduktion	0	1240	0,34	3,21	0,11	0,47	0,30	0,37	0,32	0,11	0,00	0,68		0,68
12	Kanal	3,5	620	0,17	2,82	0,06	0,30	0,26	0,28	0,36	0,15	1,26	0,71		1,98
13	Bogen 90°	0	620	0,17	2,80	0,06	0,30	0,26	0,28	0,36	1,20	0,00	5,64		5,64
<b>Gesamtwiderstand:</b>															<b>41,1 Pa</b>
<b>EG</b>															
1	Rohr	6,5	180	0,05	1,59	0,03			0,20	0,19	0,15	1,25	0,23		1,48
2	Bogen 45°	0	180	0,05	1,59	0,03			0,20	0,19	0,50	0,00	0,76		0,76
3	Bogen 45°	0	180	0,05	1,59	0,03			0,20	0,19	0,50	0,00	0,76		0,76
4	Bogen 90°	0	180	0,05	1,59	0,03			0,20	0,19	1,20	0,00	1,83		1,83
5	Brandschutzklappe														20,00
6	Volumestromregler														50,00
7	Schalldämpfer														50,00
8	Brandschutzklappe														20,00
9	Reduktion	0	180	0,05	1,59	0,03			0,20	0,19	0,71	0,00	1,08		1,08
10	semizentr. Lüftungsgerät														25,00
<b>Gesamtwiderstand:</b>															<b>170,9 Pa</b>
<b>GESAMTER DRUCKVERLUST</b>															<b>807,0 Pa</b>
<b>VENTILATOR:</b>		<b>3500 m³/h</b>	<b>810 Pa</b>												

Tabelle 7: Druckverlustberechnung für den ungünstigsten Strang

## 4.2 Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen

### 4.2.1 Beschreibung Technik

Bei semizentralen Lüftungsanlagen erfolgt die Filterung und Erwärmung (evtl. im Sommer auch Kühlung) der angesaugten Außenluft zentral pro Objekt. Die Geräteaufstellung kann z.B. im Keller oder am Dachboden erfolgen. Idealerweise sollte die Aufstellung innerhalb der thermischen Gebäudehülle erfolgen, andernfalls sind spezielle Geräte zu verwenden (sogenannte wetterfeste Geräte). Auf möglichst kurze Leitungslängen ist zu achten.

Die individuelle Regelung der Luftmenge erfolgt jedoch durch dezentrale Ventilatoren je Wohneinheit, welche z.B. durch Luftqualitätsfühler gesteuert werden. Hierdurch lassen sich

die individuell benötigten Luftmengen je Wohneinheit sehr genau erreichen. Durch eine entsprechende – individuell je Objekt unterschiedliche – Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten sind bei den primären Ventilatoren evtl. Optimierungen durch kleinere Geräte möglich. Optional ergibt sich auch die Möglichkeit einer thermischen Nachbehandlung (Nacherwärmung oder -kühlung) der eingebrachten Zuluft.

Über eine zentrale Außenluftansaugung und Fortluftausblasung wird sichergestellt, dass die Wärmeenergie der Abluft mittels Wärmetauscher auf die frisch angesaugte Außenluft übertragen wird.

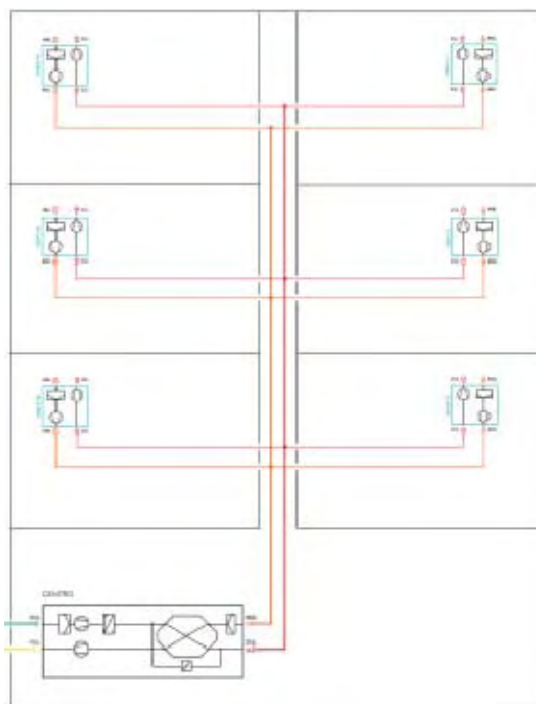


Abbildung 5: Semizentrales Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung<sup>18</sup>

Für Wartung und Reparatur ist einerseits der Zutritt zu den Räumlichkeiten der zentralen Anlagenteile notwendig, welcher auch ohne Anwesenheit der einzelnen Wohnungsnutzer erfolgen kann, und nur befugtem Personal möglich sein soll. Für Wartung und Reparatur der Anlagenteile für die betreffenden Wohnungseinheiten ist – wenn das dezentrale Gerät innerhalb der Wohnung situiert ist – die Anwesenheit der jeweiligen Wohnungsnutzer notwendig.

Da die semizentrale Variante im Vergleich zur zentralen Lüftung die Vorteile der einfacheren und besseren bedarfsgerechten Regelung je Wohneinheit bietet und dieses System eine innovative Lösung darstellt, die zunehmend im Niedrig- und Passivhausbau angewendet

<sup>18</sup> Angaben Lüftungsgerätehersteller Drexel&Weiss, 2009.



wird, wurde anstatt der zentralen Variante hier nur die semizentrale betrachtet. Die wohnungsweisen Geräte können bei Bedarf auch mit einem zusätzlichen Heizregister ausgestattet werden, womit die Lüftung als Heizsystem fungieren kann. Ein weiterer Vorteil gegenüber der zentralen Lösung ist, dass hier der zentrale Ventilator kleiner dimensioniert werden kann, da dieser durch wohnungsweise Ventilatoren unterstützt wird. Durch die wohnungsweisen Ventilatoren entfallen die bei zentralen Anlagen eingesetzten Volumenstromregler, wodurch die Drosselverluste wesentlich geringer ausfallen, was sich in geringerem Stromverbrauch niederschlägt.

#### 4.2.2 Integration in Bestandsgebäude

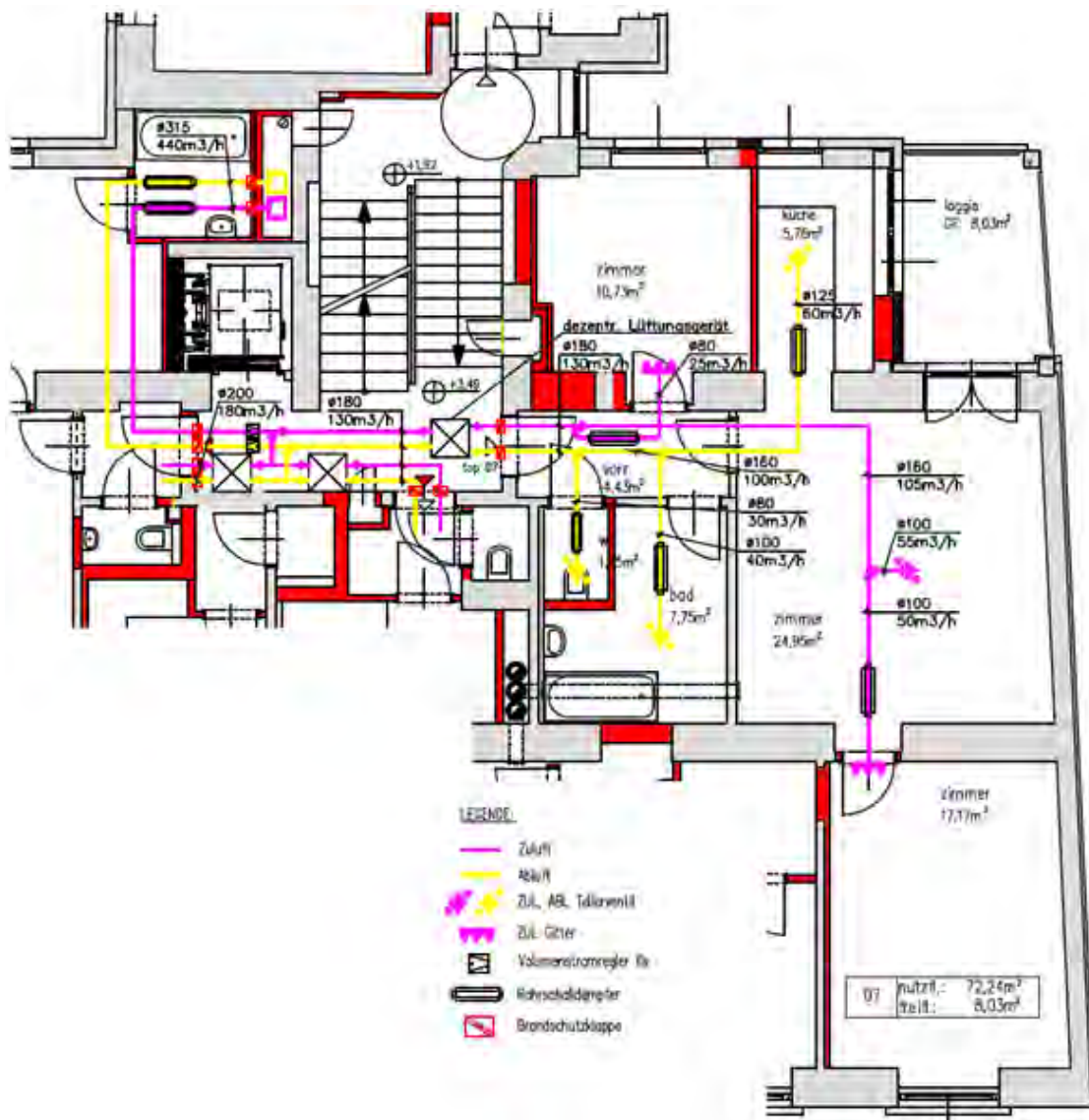


Abbildung 6: Grundrissdarstellung semizentralen Komfortlüftungssystems mit Wärmerückgewinnung

Die Lüftungszentrale wird am Dach untergebracht. Im Kellergeschoß ist die Aufstellung aufgrund der Fortluftsituation nicht möglich, da die Fortluftauslässe in einen privaten Hof gerichtet werden müssten. In unmittelbarer Nähe der Luftauslässe würden sich Fenster zu Wohnräumen befinden, was sowohl einen hygienischen als auch einen geruchsbedingten Störfaktor darstellen würde. Durch die Situierung des zentralen Gerätes außerhalb der thermischen Gebäudehülle ist der Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlage aufgrund des größeren Wärmeverlustes durch im Freien befindliche Lüftungsleitungen etwas geringer als bei Situierung innerhalb der thermischen Hülle. Im Freien geführte Leitungslängen sollen daher so gering wie möglich gehalten werden. Da nicht alle Geräte für die Situierung im Freien geeignet sind, ist auf die Wahl des richtigen Gerätes zu achten.

Für die vertikale Verteilung muss ein Schacht eingeplant werden. Dazu wurde ein bereits vorhandener Schacht auf den erforderlichen Querschnitt vergrößert. Die Installation eines Schachtes hat immer eine Verkleinerung der Wohnnutzfläche zur Folge. Bei der Variante der semizentralen Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung entsteht im Vergleich zu den anderen Lüftungsvarianten dieser Studie der größte Platzbedarf im Schacht (geplanter Schachtquerschnitt: 40/100 cm an größter Stelle – inkl. Platzbedarf für bereits bestehende Installationen)

Die dezentralen Geräte beinhalten jeweils einen Ventilator und eine Regeleinheit zur individuellen Regelung der Zuluft- und Abluftmenge jeder Wohneinheit. Durch die dezentralen Ventilatoren kann der zentrale Ventilator kleiner dimensioniert werden.

Die Regelung der Luftmenge erfolgt in Stufen (z.B. reduzierte Luftmenge, erhöhte Luftmenge) und kann über ein Bedienpaneel vorgenommen werden, das in der jeweiligen Wohneinheit an der Wand angebracht wird.

Um bei Wartungen der dezentralen Geräte die Zutrittserfordernis zur jeweiligen Wohnung zu vermeiden, wurden die Geräte im Deckenbereich vor den Wohneinheiten situiert. Die Decke muss dazu in diesem Bereich sowie in Räumen innerhalb der Wohnung, in der die horizontale Verteilung stattfindet, abgehängt werden. Der Wartungsaufwand ist im Vergleich zu einer zentralen Lüftung aufgrund der vielen dezentralen Geräte höher.

Die Integration von zentralen bzw. semizentralen Lüftungsanlagen in Bestandsgebäuden ist aufgrund des nachträglichen Einbaus oft schwierig, da für die Unterbringung der Geräte und für Schächte viel Platz geschaffen werden muss. Auch muss ausreichend Raumhöhe für die vertikale Verteilung vorhanden sein, was bei Gründerzeitgebäuden jedoch meistens der Fall ist. In der Wißgrillgasse ist die Integration der semizentralen Anlage möglich.

### 4.2.3 Energetische Performance

Durch den Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung lässt sich mindestens eine Halbierung der Lüftungswärmeverluste erzielen.<sup>19</sup> Neben der Qualität der Anlage (geringer Stromverbrauch, guter Wärmerückgewinnung) ist dazu vor allem eine dichte Ausführung der Gebäudehülle notwendig – siehe Kapitel 3.1.1.

#### Stromeffizienz<sup>20</sup>:

##### Lüftungszentrale:

Leistungsaufnahme/Stromaufnahme der Ventilatoren bei Nennluftmenge: 370 W/1,6 A

- 0,185 W bei 1 m<sup>3</sup>/h (spezifische Leistungsaufnahme)
- 0,185 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 3.460m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = 640 W

##### Dezentrale Geräte mit Stützventilatoren:

Leistungsaufnahme/Stromaufnahme der Ventilatoren bei Nennluftmenge: 25W/0,1 A

- 0,208 W bei 1 m<sup>3</sup>/h (spezifische Leistungsaufnahme)
- 0,208 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 3.460 m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = **719 W**

#### Leistungsaufnahme Gesamtgebäude:

$$0,185 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h}) + 0,208 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h}) = 0,393 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$$

Richtwert für die spezifische Leistungsaufnahme für das gesamte Lüftungssystem lt. Passivhaus Institut Darmstadt liegt bei 0,45 W/(m<sup>3</sup>/h), sehr gute Anlagen benötigen unter 0,30 W/(m<sup>3</sup>/h). Die Anforderungen lt. PHI sind mit der dargestellten Anlage somit erfüllt.

Die gesamte Leistungsaufnahme des Lüftungssystems beträgt 640 W + 719 W = **1.359 W**

#### Strombedarf bei ganzjährigem Betrieb:

$$1,359 \text{ kW} * 8.760 \text{ h} = 11.905 \text{ kWh/a}$$

---

<sup>19</sup> Energie Tirol: Kontrollierte Wohnungslüftung - Wissenswertes über Abluftanlagen und Anlagen mit Wärmerückgewinnung, 3. Auflage. Innsbruck, 2000.

<sup>20</sup> Angaben Lüftungsgerätehersteller Drexel&Weiss, 2009.

In Summe ist für das dargestellte Beispielgebäude mit semizentraler Komfortlüftungsanlage ein Jahresstrombedarf der Lüftungsanlage von 11.905 kWh zu erwarten.

**Wärmerückgewinnungsgrad: ~85%**

Der ökonomisch optimale Wärmerückgewinnungsgrad liegt zwischen 0,5 und 0,8 (vgl. Recknagel et al. 2009/2010). Im Falle von Wohnraumlüftungsanlagen ist durch die hohen Betriebsstunden normalerweise die Anlage mit der höchsten Wärmerückgewinnung auch die wirtschaftlichste.<sup>21</sup>

## **4.3 Semizentrale Lüftungsanlage mit Kaskadenlüftung**

### **4.3.1 Beschreibung Technik**

Die Technik ist hier dieselbe wie bei der semizentralen Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen. Das heißt, es ist pro Objekt ein zentrales Lüftungsgerät vorgesehen und die Filterung und Erwärmung (evtl. im Sommer auch Kühlung) der angesaugten Außenluft erfolgt zentral pro Objekt. Die individuelle Regelung der Luftmenge erfolgt ebenfalls durch dezentrale Ventilatoren je Wohneinheit, welche z.B. durch Luftqualitätsfühler gesteuert werden.

Der Unterschied in der Kaskadenlüftung besteht darin, dass die Zuluftauslässe nur in Schlafräumen vorgesehen werden, Wohnräume werden lediglich frei durchströmt. Um die Luftströmung von den Schlafräumen über das Wohnzimmer und weiter zu den Nassräumen, wo die verbrauchte Luft abgesaugt wird, zu ermöglichen, sind in den Türen Überströmöffnungen erforderlich, welche auch eine Schalldämmung aufweisen sollen. Durch die Einsparung der Luftauslässe in den Wohnräumen ergibt sich eine geringere Gesamtluftmenge. Die Luftmenge des Gesamtgebäudes kann durch Kaskadennutzung von 3.460 m<sup>3</sup>/h auf 2.470 m<sup>3</sup>/h reduziert werden, wodurch sich die Kanäle kleiner dimensionieren lassen und die Investitionskosten somit reduziert werden. Die Ventilatoren können mit geringerer Leistung betrieben werden, wodurch auch der Energieverbrauch sinkt. Zusätzlich wird bei niedrigen Außentemperaturen das Problem von zu geringen relativen Raumluftfeuchten reduziert.

---

<sup>21</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

Der Nachteil dieses Systems ist, dass die Luftführung von den Schlafräumen über die Wohnräume nur bei entsprechender Raumanordnung machbar ist. Bei nicht optimierten Grundrissen, welche vor allem oft in Altbauten vorzufinden sind, kann die Kaskadenlüftung daher nicht angewandt werden.

Abbildung 7 zeigt eine für Kaskadennutzung optimierte Grundrisslösung:

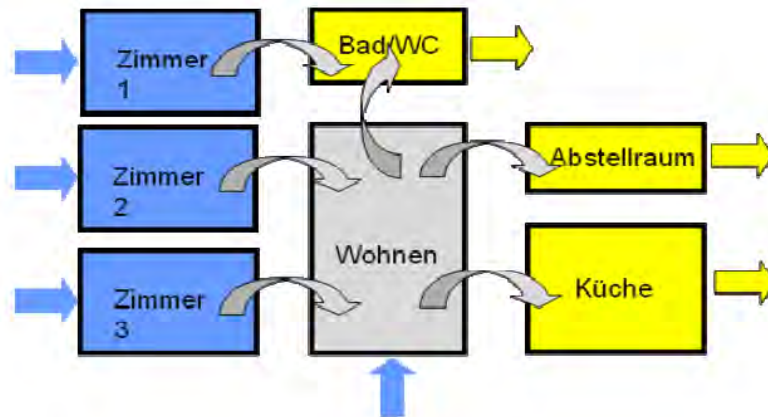


Abbildung 7: Prinzipdarstellung Kaskadenlüftung<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

### 4.3.2 Integration in Bestandsgebäude

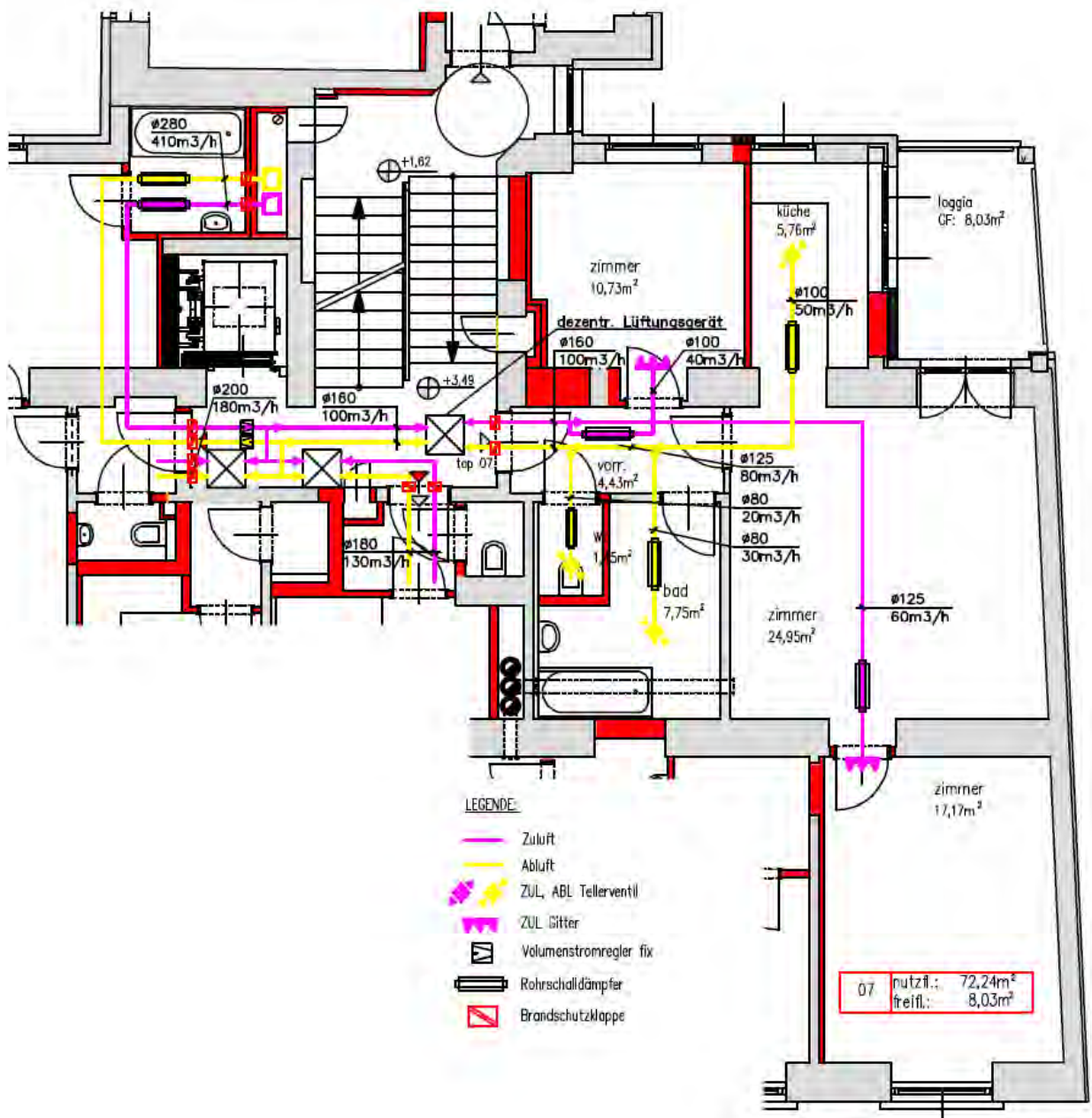


Abbildung 8: Grundrissdarstellung semizentrale Lüftungsanlage mit Kaskadenlüftung

Die Anordnung der zentralen sowie der dezentralen Geräte sowie die horizontale und vertikale Verteilung erfolgen ebenso wie bei der semizentralen Lüftung mit Wärmerückgewinnung. Der Vorteil dieser Variante liegt darin, dass durch die geringeren Luftmengen etwas geringere Kanalquerschnitte möglich sind, wodurch in manchen Fällen auch der Schacht kleiner gehalten werden kann. Ansonsten gelten bezüglich des Platzbedarfs und des Flächenverlustes die gleichen Punkte wie in Variante 5.2 – der Flächenverlust ist im

Vergleich zu den anderen genannten Varianten aufgrund des Schachtes, der Verteilung und der benötigten Geräte hoch.

### 4.3.3 Energetische Performance

#### Stromeffizienz:

##### Lüftungszentrale:

Leistungsaufnahme/Stromaufnahme der Ventilatoren bei Nennluftmenge: 370W/1,6 A

→ 0,185W bei 1 m<sup>3</sup>/h (spezifische Leistungsaufnahme)

0,185 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 2.470m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = **457 W**

##### Dezentrale Geräte mit Stützventilatoren:

Leistungsaufnahme/Stromaufnahme der Ventilatoren bei Nennluftmenge: 25W/0,1 A

→ 0,208 W bei 1 m<sup>3</sup>/h (spezifische Leistungsaufnahme)

0,208 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 2.470 m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = **514 W**

#### Leistungsaufnahme Gesamtgebäude:

0,185 W/(m<sup>3</sup>/h) + 0,208 W/(m<sup>3</sup>/h) = 0,393 W/(m<sup>3</sup>/h)

Die Anforderungen lt. PHI sind mit der dargestellten Anlage erfüllt.

Die gesamte Leistungsaufnahme des Lüftungssystems beträgt 457 W + 514 W = **971 W**

#### Strombedarf bei ganzjährigem Betrieb:

0,971 kW \* 8.760 h = 8.505 kWh/a

Durch die Nutzung des Kaskadensystems lässt sich in diesem Fall eine Stromeinsparung von 28% erzielen.

#### Wärmerückgewinnungsgrad: ~85%

## 4.4 Semidezentrales Lüftungsgerät, 1 Lüftungsgerät mit WRG pro Wohneinheit

### 4.4.1 Beschreibung Technik

Hierbei wird pro Wohneinheit ein dezentrales Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung vorgesehen. Die Filterung und Erwärmung der angesaugten Außenluft erfolgt individuell je Wohneinheit. Die Außenluft kann zwar pro Wohneinheit direkt von außen angesaugt werden, zu bevorzugen ist jedoch die Außenluftversorgung über einen zentralen Außenluftschtach. Die Fortluft ist ebenfalls bevorzugt über einen zentralen Fortluftschtach aus dem Gebäude zu führen. Die Geräteaufstellung erfolgt entweder in einem eigenen Technikraum oder -abteil oder – bei entsprechend vorhandener Raumhöhe – in Form von Deckeneinbaugeräten.

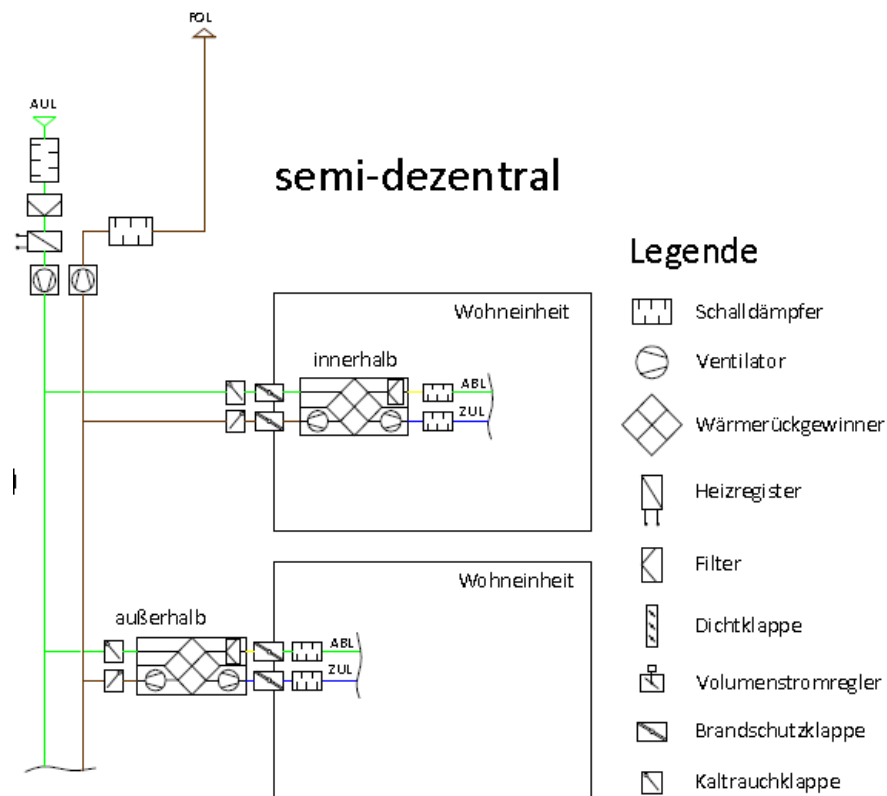


Abbildung 9: Schema Semi-Dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung<sup>23</sup>

Die Verteilung der Lüftungsleitung erfolgt innerhalb der Wohnung über z.B. den Vorraum (Gang). Aufgrund der bei individueller Außenluft- und Fortluftführung je Wohneinheit

<sup>23</sup> Verein komfortlüftung.at: <http://www.komfortlüftung.at/index.php?id=2121> Zugriff am 20.03.2012.



notwendigen Durchdringungen der Außenhaut ist auf die qualitative einwandfreie Abdichtung dieser Durchdringungen zu achten, um die Luftdichtheit als solche zu gewährleisten und einen erhöhten Energieaufwand durch Luftundichtigkeiten zu vermeiden.

Die individuelle Regelung erfolgt z.B. durch Luftqualitätsfühler für jede Wohneinheit völlig unabhängig von anderen Lüftungsgeräten / Wohneinheiten.

Für Wartung und Reparatur ist jeweils der Zutritt zu den betreffenden Wohneinheiten zu gewährleisten. Aufgrund der Anzahl der Einzelgeräte ergeben sich auf das ganze Objekt betrachtet bei dieser Variante erhöhte Energieverluste und ein erhöhter Wartungsaufwand. Weiters können keine möglichen Gleichzeitigkeiten aufgrund der Nutzung berücksichtigt werden.

#### 4.4.2 Integration in Bestandsgebäude

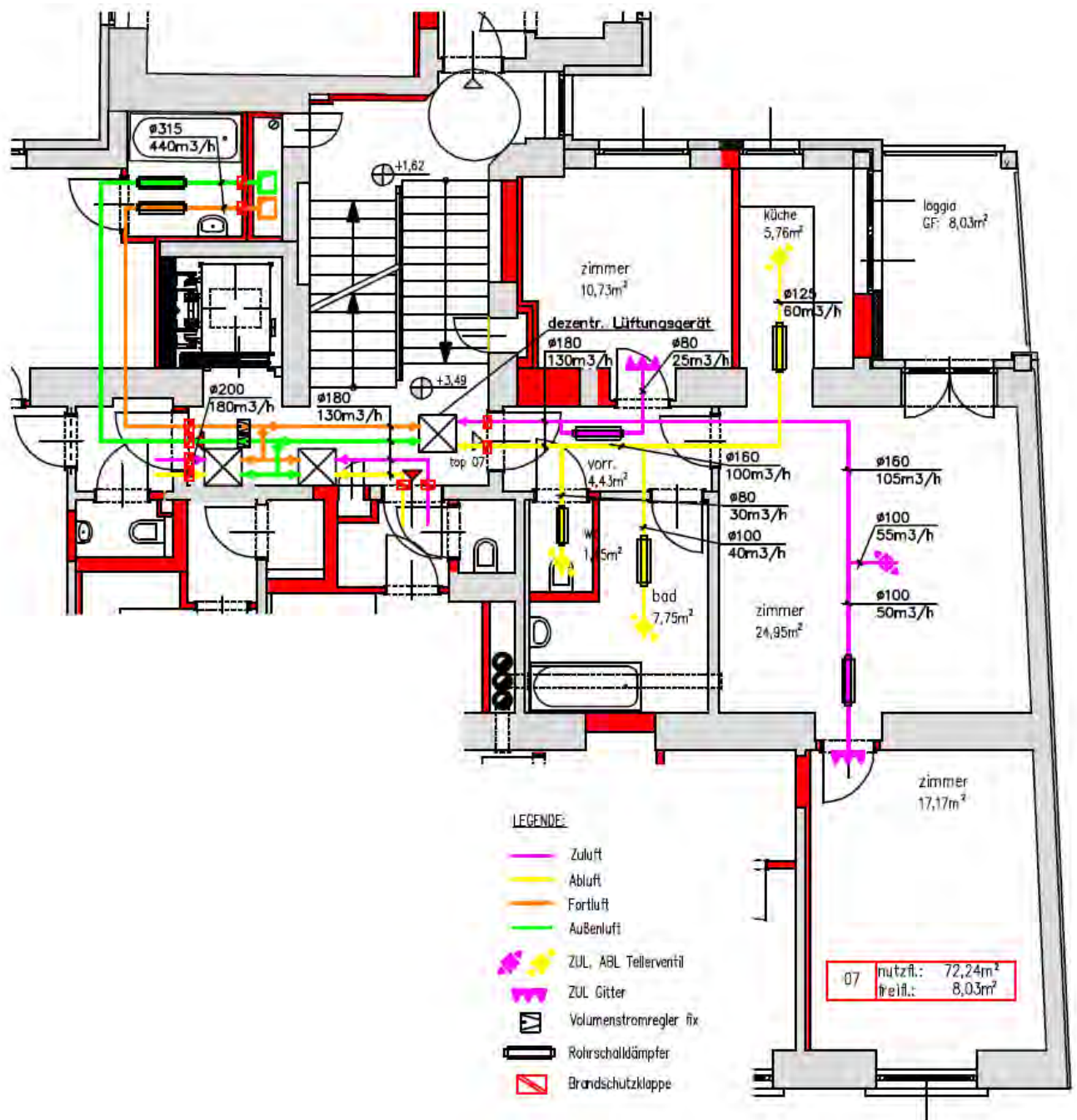


Abbildung 10: Grundrissdarstellung semidezentrale Lüftung

Die Führung der Außen- und Fortluft erfolgt zentral mittels eines Stützventilators, der entweder mit konstantem Volumenstrom oder konstantem Druck betrieben werden kann. Aufgrund des Dachgeschoßausbaus befinden sich im Dachgeschoß nur private Räume, weshalb das zentrale Gerät nur auf dem Dach, also außerhalb der thermischen Hülle, situiert werden kann. Auch hier ist wieder darauf zu achten, ein Gerät auszuwählen, das für die

Aufstellung im Freien geeignet ist. Da das Gerät aus weniger Komponenten besteht, als jenes einer zentralen Lüftung, nimmt es im Gegensatz zu den vorher genannten Varianten einen geringeren Platz ein und kann daher generell leichter untergebracht werden. Der Platzbedarf für die horizontale und vertikale Verteilung sowie für die Situierung der wohnungsweisen Geräte verändert sich zu vorgenannten Varianten nicht.

Jede Wohneinheit ist mit einem Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Die wohnungsweisen Geräte werden zur besseren Zugänglichkeit im Wartungsfall im Gang in der Decke montiert. Der Wartungsaufwand ist im Vergleich zu einer zentralen Lüftung aufgrund der vielen dezentralen Geräte höher.

#### 4.4.3 Energetische Performance

##### Stromeffizienz:

##### Zentrale Ventilatoren:

Leistungsaufnahme der Ventilatoren bei Nennluftmenge: 900 W

→ 0,11 W bei 1 m<sup>3</sup>/h (spezifische Leistungsaufnahme)

0,11 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 3.460 m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = **381 W**

##### Wohnungsweise Geräte:

Leistungsaufnahme/Stromaufnahme des Ventilators bei Nennluftmenge: 60W

→ 0,3 W bei 1 m<sup>3</sup>/h (spezifische Leistungsaufnahme)

0,3 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 3.460 m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = **1.038 W**

##### Leistungsaufnahme Gesamtgebäude:

0,11 W/(m<sup>3</sup>/h) + 0,3 W/(m<sup>3</sup>/h) = 0,41 W/(m<sup>3</sup>/h)

Das PH-Kriterium für das gesamte Lüftungssystem liegt bei 0,45 W/(m<sup>3</sup>/h), sehr gute Anlagen benötigen unter 0,30 W/(m<sup>3</sup>/h). Die Anforderungen lt. PHI sind mit der dargestellten Anlage zwar noch erfüllt, die Leistungsaufnahme ist jedoch höher als jene der zuvor beschriebenen Varianten.

Die gesamte Leistungsaufnahme des Lüftungssystems beträgt 383 W + 1.038 W = **1.419 W**

##### Strombedarf bei ganzjährigem Betrieb:

1,419 kW \* 8.760 h = 12.430 kWh/a

Dies bedeutet im Vergleich zur semizentralen Lüftung mit Kaskadennutzung einen zusätzlichen Stromverbrauch von 3.925 kWh/a bzw. um 32%!

### **Wärmerückgewinnungsgrad:**

Der Wärmerückgewinnungsgrad von wohnungsweisen Geräten ist meist höher als jener von zentralen Anlagen. Der Wärmerückgewinnungsgrad für effiziente wohnungsweise Lüftungsgeräte mit Kreuz-Gegenstromwärmetauschern liegt bei einem Nenn-Luftvolumenstrom von 200 m<sup>3</sup>/h zwischen 80 und 95%.

Diese Variante weist aufgrund des hohen Stromverbrauchs der wohnungsweisen Geräte einen hohen Gesamtstromverbrauch auf. Der effizienteste Betrieb für diese Variante wird daher bei kleinen Mehrfamilienhäusern bis max. 10 Wohneinheiten erreicht.<sup>24</sup>

## **4.5 Dezentrale Wohnraumlüftung, mehrere Geräte pro Wohneinheit**

### **4.5.1 Beschreibung Technik<sup>25</sup>**

Bei diesem Lüftungskonzept wird pro Raum ein dezentrales Lüftungsgerät vorgesehen. Die Filterung und Erwärmung der angesaugten Außenluft erfolgt individuell je Raum. Die Gerätemontage erfolgt vorzugsweise im Bereich der Außenwand.

Auf Lüftungsleitungen kann bei dieser Variante größtenteils verzichtet werden; sie sind nur bei innenliegenden Räumen gegebenenfalls vorzusehen. Einzubeziehen ist, dass für jeden Raum mit einem Raumlüftungsgerät Öffnungen in der Außenwand zu berücksichtigen sind. Aufgrund den damit verbunden Durchdringungen der Außenhaut ist auf die qualitativ einwandfreie Abdichtung dieser Durchdringungen zu achten, um die Luftdichtheit als solche zu gewährleisten und einen erhöhten Energieaufwand durch Luftundichtigkeiten vermeiden.

Zu beachten ist, dass bei dieser Variante das anfallende Kondensat mit der Fortluftleitung austritt. Das bedeutet die Gefahr von Eiszapfen und Eisbildung an der Abluftöffnung!

Die individuelle Regelung erfolgt z.B. durch Luftqualitätsfühler für jeden Raum völlig unabhängig.

---

<sup>24</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

<sup>25</sup> Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: Wohnhaussanierung Markatstraße Linz, Ingrid Domenig Meisinger et al.

Für Wartung und Reparatur ist jeweils der Zutritt zu den betreffenden Räumen zu gewährleisten. Aufgrund der Anzahl der Einzelgeräte ergeben sich auf das ganze Objekt betrachtet erhöhte Energieverluste und ein erhöhter Wartungsaufwand. Weiters können keine möglichen Gleichzeitigkeiten aufgrund der Nutzung berücksichtigt werden.

#### 4.5.2 Integration in Bestandsgebäude

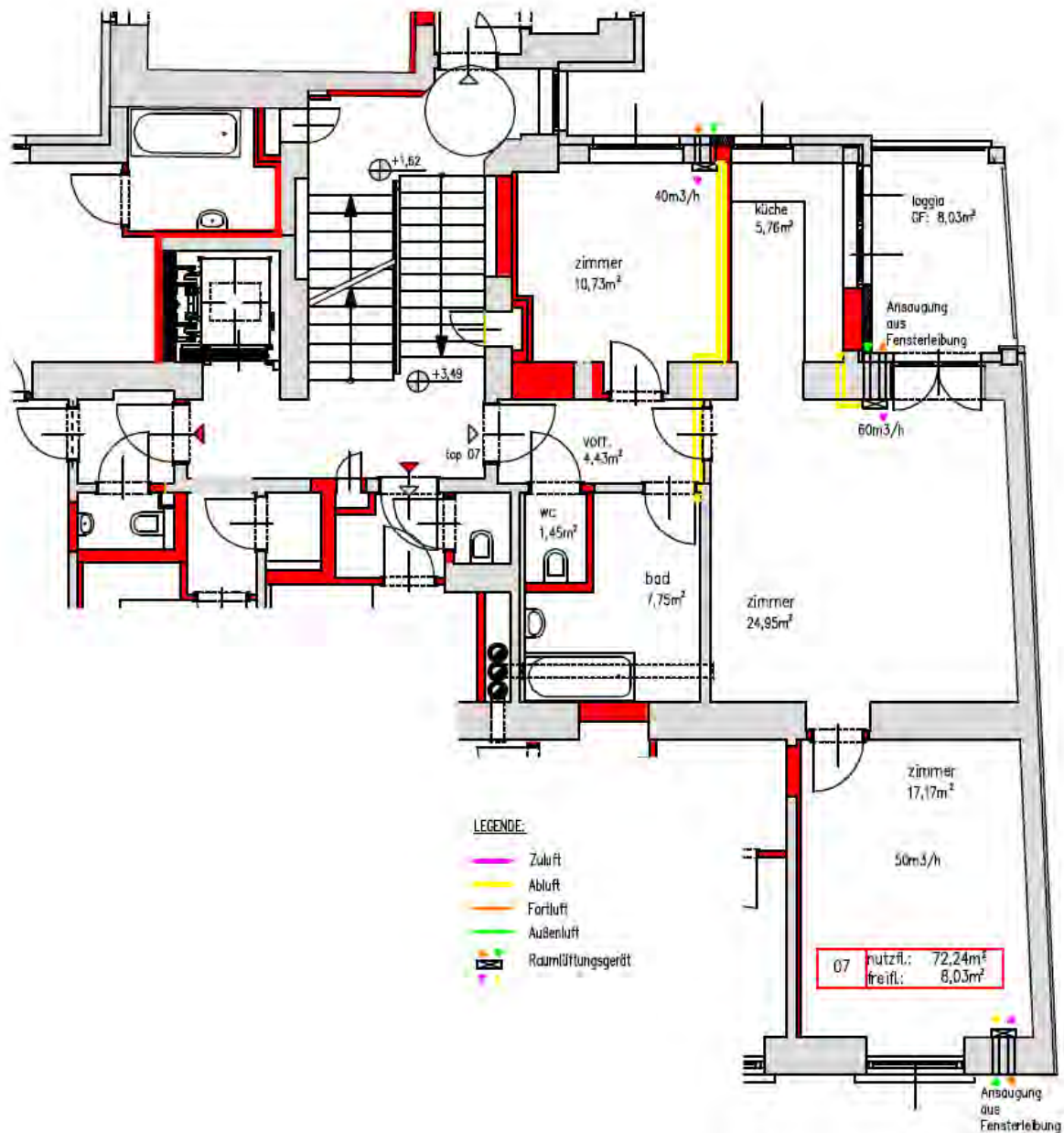


Abbildung 11: Grundrissdarstellung Raumlüftungsgeräte

Die dezentrale Wohnraumlüftung, bei der raumweise Geräte mit Wärmerückgewinnung installiert werden, ist vor allem bei Sanierungen vorteilhaft, da sie sich mit wesentlich geringerem baulichen und zeitlichen Aufwand in Bestandsgebäude integrieren lässt. Auch für Gebäudesanierungen, bei denen kein Platz für zusätzliche Schächte, Lüftungszentralen bzw. sonstige Kanäle vorhanden ist, ist die dezentrale Lüftung eine ideale Lösung, da sie einen sehr geringen Platzbedarf und Flächenverlust aufweist.

Die Anzahl der pro Wohneinheit benötigten Geräte ist von Art und Größe der Räume sowie der Anzahl der Personen abhängig. Durch die hohe Luftleistung können Räume bis zu 40m<sup>2</sup> mit einem Gerät be- und entlüftet werden.<sup>26</sup> Die zugeführte Luftleistung richtet sich nach Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Raumluft und kann zusätzlich auch individuell in Stufen geregelt werden. Da sich der Ventilator bei dieser Variante im Raum befindet, ist auf die Auswahl von geräuscharmen Geräten zu achten, da diese auch in Schlafräumen montiert werden.

Die Lüftungsgeräte werden an der Innenseite der Außenwände im oberen Raumdrittel montiert. Dazu sind pro Gerät zwei Bohrungen durch die Wand erforderlich. Dies ist allerdings vor allem bei Sanierungen von Gründerzeitgebäuden oft dann problematisch, wenn Fassaden denkmalgeschützt sind oder ihr ursprüngliches Erscheinungsbild beibehalten werden soll. In diesem Fall ist es jedoch möglich – wie auch anhand des Demonstrationsobjektes durchgeführt – die Geräte verdeckt neben Fenstern in der Fassade oder im Parapet zu montieren und die Außenluftansaugung über die Fensterleibung vorzunehmen. Nachteilig ist jedoch die durch die Grundrissituation vorgegebene Situierung der Geräte an den Außenwänden – es kann dabei keine Rücksicht auf die Außenluftverhältnisse hinsichtlich Belastung durch Straßenverkehr, Ansaugung geruchsbehafteter Luft etc. genommen werden. Durch die Situierung von Fort- und Außenluft sind auch Luftkurzschlüsse bei der Ansaugung möglich.

Da die Lüftungen der einzelnen Wohnungen nicht miteinander in Verbindung stehen, entstehen hier keine Probleme der Geruchsübertragung, der Brandausbreitung und der Schallübertragung durch Telefonieschall. Was jedoch problematisch werden kann ist der Kondensatabluss über die Fassade. Wenn das Gerät zum Schutz gegen Vereisung im Abluftbetrieb gefahren werden muss, kann dies zu Problemen bei der Beheizung mit Feuerstätten führen.<sup>27</sup>

Die Wartungserfordernisse dieser Variante sind aufgrund der oft schlechten Zugänglichkeit und der vielen dezentralen Geräte höher als bei zentralen Anlagen. Außerdem ergeben sich

---

<sup>26</sup> Fa. Meltem, Wärmerückgewinnung: <http://www.blaetterprospekt.net/Meltem/m-wrg/#/8/> Zugriff am 20.03.2012.

<sup>27</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

durch die kleinere Filterfläche höhere Wartungsintervalle. Bei schwierigen Ansaugsituationen kann es auch zur Durchfeuchtung der Filter kommen.<sup>28</sup>

### 4.5.3 Energetische Performance

#### Stromeffizienz:

Luftvolumenstrombezogene elektrische Leistungsaufnahme: 0,17 W/(m<sup>3</sup>/h)

$$0,17 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h}) * 3.460 \text{ m}^3/\text{h} \text{ für gesamtes Gebäude} = \underline{\underline{588 \text{ W}}}$$

Da bei dezentralen Lüftungen kein zentraler Ventilator vorhanden ist und keine Rohrreibungswiderstände überwunden werden müssen, weisen diese Geräte einen entsprechend geringere spezifische Leistungsaufnahme auf. Das Kriterium des PHI hinsichtlich der Stromeffizienz von Lüftungsgeräten kann bei Einzelraumgeräten meist erfüllt werden.

#### Leistungsaufnahme Gesamtgebäude:

Die gesamte Leistungsaufnahme des Lüftungssystems beträgt 588 W

#### Strombedarf bei ganzjährigem Betrieb:

$$0,588 \text{ kW} * 8.760 \text{ h} = 5.150 \text{ kWh/a}$$

Im Vergleich zur semidezentralen Lüftung mit Kaskadenlüftung liegt der Strombedarf von Einzelraumgeräten um 40% niedriger.

#### Wärmerückgewinnungsgrad:

Der Wärmerückgewinnungsgrad von raumweisen Geräten ist niedriger als jener von zentralen oder wohnungsweisen Systemen. Grund dafür ist die Kompaktheit der Geräte und die damit verbunden reduzierte Wärmetauscheroberfläche. Der Wärmerückgewinnungsgrad von Einzelraumgeräten liegt im Bereich von 50 bis 75%.

---

<sup>28</sup> Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. 2011.

## 4.6 Abluftanlage mit feuchtegeregelten Zuluftelementen

### 4.6.1 Beschreibung Technik<sup>29</sup>

Mit Abluftanlagen wird vor allem der notwendige Luftwechsel zur Vermeidung von Bauschäden sichergestellt. Abluftanlagen sind dann vorteilhaft, wenn die für Wärmerückgewinnungsanlagen notwendige dichte Gebäudehülle nicht gewährleistet, oder das Nachrüsten mit einem umfassenden Zu- und Abluftkanalsystem zu aufwendig bzw. aufgrund technischer Gegebenheiten nicht möglich ist. Für diese Fälle ist die Abluftanlage wegen ihrer geringeren Anschaffungs- und Betriebskosten die sinnvollere Variante.

Die Bestandteile einer Abluftanlage sind in Abbildung 12 dargestellt:

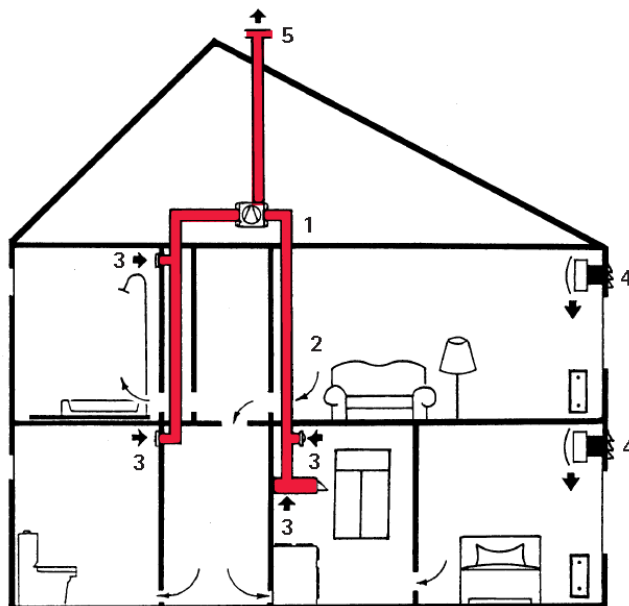


Abbildung 12: Abluftanlage mit dezentraler Zuluftnachströmung<sup>30</sup>

- 1 Abluftventilator, Aufstellungsort: z. B. Dachboden, Abstellraum
- 2 kurze Rohrnetzverbindung vom Ventilator zu Küche, Bad und WC (Ablufträume) für die Absaugung verbrauchter Raumluft, evtl. mit Rohrschalldämpfer

<sup>29</sup> Energie Tirol: Kontrollierte Wohnungslüftung - Wissenswertes über Abluftanlagen und Anlagen mit Wärmerückgewinnung, 3. Auflage. Innsbruck, 2000.

<sup>30</sup> Energie Tirol: Kontrollierte Wohnungslüftung - Wissenswertes über Abluftanlagen und Anlagen mit Wärmerückgewinnung, 3. Auflage. Innsbruck, 2000.



- 3 Abluftventile in den Ablufträumen
- 4 Nachströmöffnungen in den Außenwänden der Wohn- und Schlafräume
- 5 Fortluftführung über Dach

Die Abluft wird aus Bad, WC und Küche über Kanäle mit einem zentralen Ventilator abgesaugt; die Frischluft strömt über Nachströmöffnungen in der Außenwand in Wohn- und Schlafräumen nach. Die Nachströmöffnungen müssen außerhalb des ständigen Aufenthaltsbereichs angebracht werden, da die Luft nicht vorgewärmt ist. Sie sollten oben im Raum sitzen, möglichst immer über einem Fenster mit Heizkörper. Wahlweise können die Nachströmöffnungen auch im oberen Fensterstockbereich oder im Rolladenkasten angebracht werden. Die einströmende kalte Luft vermischt sich dann mit der am Heizkörper nach oben strömenden warmen Raumluft, wodurch Zugerscheinungen verringert werden. Die Luft kann über Lüftungsspalten der Innentüren oder Überströmeinsätze in Innentüren oder -wänden zu den Ablufträumen strömen.

Nachströmöffnungen für Frischluft sind für Wand- und Fenstermontage erhältlich. An ihnen kann die Luftmenge variabel eingestellt werden. Sie verfügen über einen Grobfilter für Schmutzpartikel und Insekten, auch Modelle mit Sturmsicherungsclappe sind verfügbar. Je nach den speziellen Verhältnissen stehen nicht oder manuell einstellbare sowie selbsttätig feuchtegeregelte Modelle zur Verfügung. Die Öffnungen müssen einen für den erforderlichen Volumenstrom ausreichenden Querschnitt aufweisen.

Bei höherer Schallbelastung von außen sollten Nachströmöffnungen mit schalldämmender Ausstattung gewählt werden. Grundsätzlich sollte die Schalldämmung der Nachströmöffnung jene des Fensters nicht unterschreiten.

Bei Abluftanlagen für mehrere Wohnungen (in Mehrfamilienhäusern) erfolgt die Drehzahlregelung des Ventilators zentral über einen Differenzdrucksensor sowie eventuell eine Zeitschaltuhr. die Luftmenge kann für jede Wohneinheit individuell durch Klappen eingestellt werden. Meist wird jedoch für jede Wohnung ein eigenes Lüftungsgerät eingesetzt.

### **Einsatzgrenzen**

Nicht in allen Fällen ist eine Abluftanlage geeignet. Bei hohen Gebäuden (Mehrfamilienhäuser, Schachttyp) oder windexponierten Lagen kann der thermische Auftrieb bzw. Winddruck und -sog zu erheblichen Störungen führen. Dann ist eine Zu- und Abluftanlage erforderlich.

Dadurch, dass die Zuluft bei einer Abluftanlage dezentral nachströmt, kann sie im Normalfall nicht vorgewärmt werden. Es ergeben sich Probleme bei der Anbringung der Zuluftöffnungen (insbesondere, wenn keine konventionellen Heizkörper vorhanden sind).

### 4.6.2 Integration in Bestandsgebäude

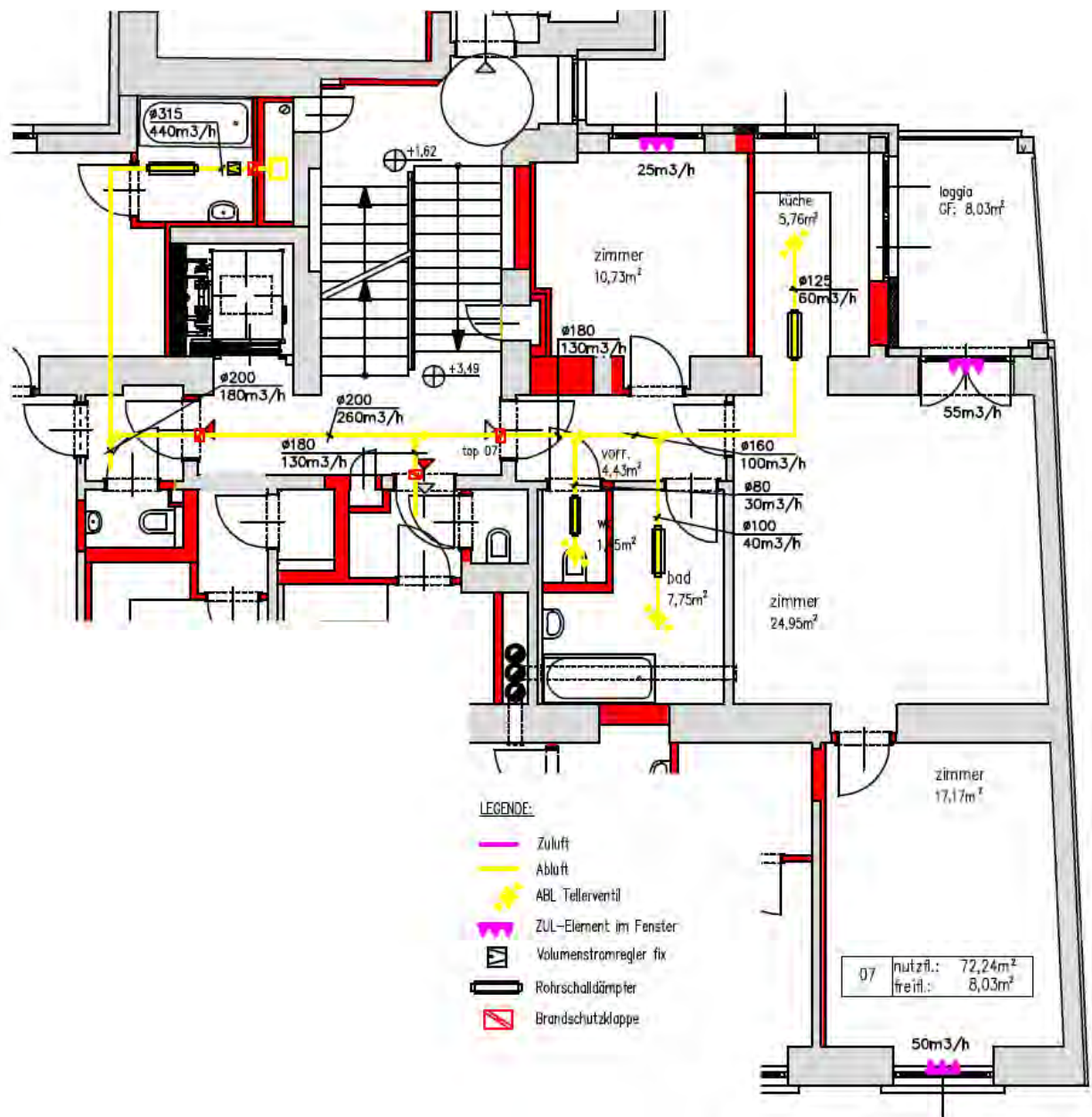


Abbildung 13: Grundrissdarstellung Abluftanlage mit feuchtgeregelten Zuluftelementen

Der für die Abluftanlage erforderliche Ventilator wird am Dach untergebracht. Der Platzbedarf für das Zentralgerät ist im Vergleich zu den anderen Varianten gering, da die Zentrale nur aus dem Ventilator besteht. Der Platzbedarf für die Unterbringung der vertikalen und horizontalen Abluftkanäle ist der gleiche wie bei den semizentralen und der semidezentralen Varianten. Da jedoch hier keine Zuluftkanäle notwendig sind, verringert sich der gesamte Verlegeaufwand und Platzbedarf.

Die Zuluftelemente, die mit einer integrierten Schalldämmung ausgestattet sind, werden in Wohn- und Schlafräumen jeweils an den Fenstern montiert. Die Zuluftzufuhr erfolgt in Abhängigkeit der relativen Raumlufffeuchte. Je nach vorhandener Raumlufffeuchte verändert sich die Größe der Zuluftöffnung, wodurch die erforderliche Frischluftmenge bereitgestellt werden kann.

Der große Nachteil dieser Variante ist, dass die Außenluft zu jeder Jahreszeit untemperiert in die Innenräume geleitet wird, was einen hohen Energieverlust bedeutet! Auch wird die Zuluftmenge lediglich nach der Raumlufffeuchte geregelt. Andere Parameter wie z.B. der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluff bleiben dabei unberücksichtigt.

Auch die Wärme der Abluff kann hier nicht genutzt werden, da keine Wärmerückgewinnung vorhanden ist.

Der Vorteil dieser Variante besteht in der Ersparnis der Zuluftkanäle, was einen geringeren Verlegeaufwand und geringere Investitionskosten für die zentrale Anlage bedeutet. Auch der Strombedarf für das Zentralgerät ist geringer, da nur ein Ventilator – anstatt zwei wie bei Zu- und Abluffanlagen – erforderlich ist.

### 4.6.3 Energetische Performance

#### Stromeffizienz:

Leistungsaufnahme/Stromaufnahme des Ventilatores bei Nennluftmenge: 67 W

→ 0,148 W bei 1 m<sup>3</sup>/h

0,148 W/(m<sup>3</sup>/h) \* 3.460m<sup>3</sup>/h für gesamtes Gebäude = **515 W**

#### Leistungsaufnahme Gesamtgebäude:

Die gesamte Leistungsaufnahme des Lüftungssystems beträgt **515 W**

#### Strombedarf bei ganzjährigem Betrieb:

0,515 kW \* 8.760 h = 4.511 kWh/a

Im Vergleich zur semidezentralen Lüftung mit Kaskadenlüftung liegt der Strombedarf von Einzelraumgeräten um 47% niedriger.

#### Wärmerückgewinnungsgrad:

Bei reinen Abluffanlagen besteht keine Möglichkeit der Wärmerückgewinnung.

## 5 Variantenvergleich und Schlussfolgerung

---

Bei der haustechnischen Ausstattung nimmt der Einbau einer Lüftungsanlage aus zweierlei Hinsicht einen besonderen Stellenwert ein:

Einerseits lässt sich ein hoher energetischer Standard – zumindest was den Heizwärmebedarf betrifft – ohne Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kaum realisieren. Die geplante Sanierung in der Wißgrillgasse weist ohne Lüftungsanlage bzw. mit mechanischer Lüftung ohne Wärmerückgewinnung einen spezifischen Heizwärmebedarf (Berechnung nach OIB) von rund 34,5 kWh/m<sup>2</sup>a auf. Durch Ausführung einer effizienten Komfortlüftungsanlage mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von 85% kann der spezifische HWB auf ein Niveau von 21 kWh/m<sup>2</sup>a gebracht werden. Das bedeutet eine Reduktion des HWB um 13,5 kWh/m<sup>2</sup>a, für das gesamte Gebäude eine Reduktion von 34.000 kWh pro Jahr. Wird die Reduktion des Heizwärmebedarfs dem elektrischen Aufwand für den Betrieb der semizentralen Anlage mit Kaskadenlüftung gegenübergestellt, so ergibt sich eine Einsparung an Nutzenergie um den Faktor 4.

Andererseits ist durch die Schaffung einer möglichst luftdichten Gebäudehülle der erforderliche Luftwechsel durch Fensterlüftung nicht zu gewährleisten. Gute Raumluftqualität und Vermeidung von Schimmelbildung kann nur durch einen kontrollierten Luftwechsel gewährleistet werden. Kontinuierlicher Luftwechsel kann sowohl durch Abluftanlagen oder Komfortlüftungsanlagen gesichert werden. Hinsichtlich Behaglichkeit und Wohnkomfort weisen jedenfalls Komfortlüftungsanlagen aufgrund der durch die Wärmerückgewinnung temperierten Zuluft Vorteile auf.

Darüber hinaus ist ein wesentliches Argument für den Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung in der Wißgrillgasse die Lärmbelastung aufgrund der neben dem Gebäude verlaufenden Westbahntrasse. Durch den vorliegenden Umgebungslärm können Fenster nur mit Einschränkungen geöffnet werden. Die Komfortlüftungsanlage garantiert auch bei geschlossenen Fenstern eine hohe Raumluftqualität und sorgt dadurch für eine hohe Nutzerzufriedenheit.

Kostenersparnis durch den Einbau einer Komfortlüftungsanlage wird erst unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten zur Behebung von Bauschäden bei Gebäuden ohne kontrollierten Luftwechsel zu einem Argument für Lüftungsanlagen. Eine Einsparung der Lebenszykluskosten aufgrund der Senkung der Energiekosten bzw. eine Amortisationszeit über die Lebensdauer der Anlage ist nur schwer zu erreichen.

Weitere Kriterien, die den Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung nachteilig erscheinen lassen, sind die laufenden Wartungserfordernisse und der Platzbedarf bzw. Flächenverlust der durch die Anlage verursacht wird.

Eine Entscheidung, welches Lüftungskonzept aus Sicht des Bauträgers und Eigentümers das Beste für das jeweilige Gebäude ist, sollte durch eine möglichst objektive Bewertung und Abwägung der relevanten Entscheidungskriterien erfolgen. Dabei sind neben den technischen und finanziellen Punkten für die Entscheidung Pro oder Contra zu einem System auch die Nutzerzufriedenheit zu berücksichtigen.

Die in Abbildung 14 dargestellte Auflistung von Entscheidungskriterien fasst die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel zusammen und dient der Unterstützung bei der Entscheidungsfindung. Es sind die wesentlichen Vor- und Nachteile der einzelnen Lüftungssysteme dargestellt und entlang Entscheidungskriterien bewertet.

Lüftungssystem	Semizentrale Lüftung mit zentraler WRG	Semizentrale Lüftung mit Kaskadenlüftung	Semidezent. Lüftung, ein Gerät pro Wohneinheit	Dezentrale Lüftung, mehrere Geräte pro Wohneinheit	Abluftanlage mit feuchtegeregelten Zuluftelement	Fensterlüftung
<b>Entscheidungskriterien</b>						
Bauteilsicherheit	+	+	+	o	+	-
Raumluftqualität, Behaglichkeit	+	+	+	o	o	-
Bedarfsgerechte Regelung	+	+	+	+	o	-
Schallschutz gegen Umgebungslärm	+	+	+	o	o	-
Investitionskosten, Installationsaufwand	-	o	-	o	o	+
Wartungserforderniss, Wartungskosten	-	-	-	-	o	+
Wärmerückgewinnung, Reduktion HWB	+	+	+	o	-	-
Stromeffizienz	-	o	-	o	o	+
Platzbedarf, Flächenverlust	-	-	-	o	o	+

+ ... gut geeignet    o ... neutral    - ... weniger geeignet

Abbildung 14: Bewertung Lüftungssystem

Die Integration von kontrollierten Wohnraumlüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden ist sinnvoll und möglich. Prinzipiell sind Gründerzeitgebäude für den Einbau von Lüftungsanlagen durch die großen Raumhöhen sehr gut geeignet. Aber auch hier ist auf eine sachgerechte Konzeption und Installation zu achten. Zwar sind die Anlagen technisch ausgereift, dennoch können Fehler in der Planung den einwandfreien Betrieb beeinflussen.

Durch Komfortlüftungsanlagen werden die wesentlichen Komfortparameter für eine hohe Nutzerzufriedenheit erfüllt und die Anlage leistet damit einen wertvollen Beitrag für einen zeitgemäßen Wohnstandard – auch in Gründerzeitgebäuden.

## 6 Verzeichnisse

---

### 6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ansichten der gegliederten Fassade und der südseitigen Feuermauer .....	5
Abbildung 2: Messung CO <sub>2</sub> Konzentration Schlafzimmer (2 Personen, 16m <sup>2</sup> ).....	10
Abbildung 3: Übersicht der Energierückgewinnungssysteme .....	14
Abbildung 4: Wirkungsgrade moderner Ventilatoren in Abhängigkeit des Luftvolumenstroms .....	24
Abbildung 5: Semizentrales Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung.....	26
Abbildung 6: Grundrissdarstellung semizentrales Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung	27
Abbildung 7: Prinzipdarstellung Kaskadenlüftung.....	31
Abbildung 8: Grundrissdarstellung semizentrale Lüftungsanlage mit Kaskadenlüftung .....	32
Abbildung 9: Schema Semi-Dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung.....	34
Abbildung 10: Grundrissdarstellung semidezentrale Lüftung .....	36
Abbildung 11: Grundrissdarstellung Raumlüftungsgeräte .....	39
Abbildung 12: Abluftanlage mit dezentraler Zuluftnachströmung .....	42
Abbildung 13: Grundrissdarstellung Abluftanlage mit feuchtegeregelten Zuluftelementen .....	44
Abbildung 14: Bewertung Lüftungssystem.....	47

### 6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wartungsarbeiten je Intervall.....	16
Tabelle 2: Richtwerte für Strom-, Filter und Wartungskosten .....	17
Tabelle 3: Luftmengenberechnung der Wohneinheiten des 1.Obergeschoßes .....	20
Tabelle 4: max. Luftgeschwindigkeiten nach Kanalbereich <sup>12</sup> .....	21
Tabelle 5: Mindestrohrdurchmesser nach Luftmenge .....	21
Tabelle 6: Zusätzlicher Strombedarf (kWh/a) durch Erhöhung des Druckverlustes um 10 Pa.....	22
Tabelle 7: Druckverlustberechnung für den ungünstigsten Strang .....	25

### 6.3 Literaturverzeichnis

- Domenig-Meisinger, I. et al.: Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: Wohnhaussanierung Markatstraße Linz, 2007.
- Drexel&Weiss: Herstellerangaben Lüftungsgeräte, 2009.
- Energie Tirol: Komfortlüftungen - Gesund, komfortabel und energieeffizient wohnen. Innsbruck, 2011.
- Energie Tirol: Kontrollierte Wohnungslüftung - Wissenswertes über Abluftanlagen und Anlagen mit Wärmerückgewinnung, 3. Auflage. Innsbruck, 2000.
- Gerstbauer C. et al: Leitfaden für Audits an Lüftungsanlagen, Kurzversion. Version 2, Wien 2010.
- komfortlüftung.at: Planungsleitfaden für Wohnungslüftungen im Mehrfamilienhaus (MFH). Februar 2011.
- Lebensministerium; Richtlinie zur Bewertung der Luftqualität von Innenräumen – Teil 7 CO<sub>2</sub> als Lüftungsparameter, Wien, 2011.
- Passawa et al; Passivhaus der Zukunft-Akademie - Plattform für den Wissenstransfer zwischen Bauträgern; Programm Haus der Zukunft; Endbericht 2010.
- Kapferer R. et al: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens, Endbericht. Graz, 2011.
- Schöberl H.: Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern. Wien, Februar 2012.

### 6.4 Internetquellen

- Fa. Meltem, Wärmerückgewinnung: <http://www.blaetterprospekt.net/Meltem/m-wrg/#/8/> (10.02.2012).
- Passivhaus Institut Darmstadt; [http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus\\_D/Lueftung\\_Ergaenzungen.html](http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Lueftung_Ergaenzungen.html) (23.09.2011).
- Verein komfortlüftung.at: <http://www.komfortlüftung.at/index.php?id=2121> (16.03.2012).