

# Planung von Wohnungs-Lüftungsanlagen

Norbert Stärz

## Einleitung

Der Passivhausstandard für Wohngebäude erfordert den Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, da diese Anlage wesentlich zur Erreichbarkeit des energetischen Standards beiträgt.

Dabei darf durch die Lüftungsanlage in keinem Fall eine Verschlechterung der Luftqualität und der Wohnhygiene hervorgerufen werden. Vielmehr ist eine Verbesserung des Wohnkomforts und des Raumklimas anzustreben. Dies ist mit sorgfältig geplanten und ausgeführten Anlagen auch zu erreichen.

Neben den hygienischen Anforderungen und Auswirkungen sind grundlegende Fragen der Materialauswahl und der Anlagenkonzeption zur Erreichung des angestrebten Ziels zu beachten.

Die Materialauswahl betrifft alle Komponenten der technischen Anlage, die mit dem Luftstrom in Kontakt kommen, hier sind insbesondere Filter, Schalldämpfer, Leitungs- und Gehäusewerkstoffe zu betrachten und zu bewerten.

In der Anlagenplanung gilt es zum einen, luftqualitätsverbessernde Maßnahmen wie Filter richtig anzuordnen. Zum anderen ist die Leitungsführung und Lufteinbringung/-absaugung so zu konzipieren, dass Geräusche kaum hörbar sind; die Luftführung im Raum ist so zu gestalten, dass keine negativ empfundenen Strömungen oder Toträume entstehen. Die einzubringende bzw. auszutauschende Luftmenge ergibt sich aus der Nutzung der einzelnen Räume, der Betrieb der Anlage soll wechselnder Nutzungsintensität anpassbar sein.

Neben den technischen und hygienischen Anforderungen muss die Anlage den Wohnanforderungen gerecht werden, und leicht zu bedienen sein, um Akzeptanz bei den Nutzern zu finden.

## Energiebilanz

An Passivhäuser werden verschiedene Anforderungen an Energiekennwerte gestellt, sodass möglichst niedrige Energieverbräuche erzielt werden und somit das Prinzip „Passivhaus“ eingelöst wird.

### Energetische Anforderungen an das Passivhaus:

Energiekennwert Heizwärme	< 15 kWh/(m <sup>2</sup> a)
Primärenergie-Kennwert	< 120 kWh/(m <sup>2</sup> a)

Durch den Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) lässt sich der Heizwärmebedarf eines Gebäudes deutlich reduzieren. Bei Passivhäusern stellt diese Anlage einen grundlegenden und unverzichtbaren Bestandteil dar.

Zur Erreichung dieser Anforderungen müssen gerade die Lüftungsanlagen ordnungsgemäß und vor allem genauestens auf das Gebäude abgestimmt geplant und ausgeführt werden.

### Energetische Anforderungen an die Lüftungsanlage:

Rückwärmzahl der Lüftungsanlage	> 75 %
Stromverbrauch Anlage (Ventilatoren + Regelung)	< 0,4 Wh/m <sup>3</sup> geförderte Luft

Der Stromverbrauch der Anlage ist zwar nicht von grundsätzlicher Relevanz für die genannten Energiekennwerte, aber von hoher Bedeutung für die Energieeffizienz der Anlage: Mit einer Stromeffizienz von 0,4 Wh/m<sup>3</sup> ergibt sich bei 120 m<sup>3</sup> geförderte Luft pro Stunde eine Leistungsaufnahme für Zu- und Abluftventilator einschl. Steuerung von 50 Watt. Der Wärmetauscher mit 75 % Rückwärmzahl holt aus der Abluft (bei -10 °C Außentemperatur, 120 m<sup>3</sup>/h) ca. 920 W an Wärmeleistung zurück, das Verhältnis zurückgewonnener Wärme zu eingesetztem Strom (Arbeitszahl) liegt somit etwa bei 17 (zum Vergleich: Elektro-Wärmepumpen erreichen Arbeitszahlen zwischen 3 und 4).

Bei gut geplanten und ebenso ausgeführten Anlagen liegt das Verhältnis von aufgewandter zu eingesparter Energie über das Jahr betrachtet besser als 15. Wir haben Anlagen realisiert, die bei 20 und noch besser liegen.

Je nach Bauart des Wärmetauschers werden unterschiedliche Rückwärmzahlen erreicht: Einfache Kreuzstrom-Wärmetauscher erreichen eine Rückwärmzahl von lediglich maximal ca. 65 % und sind somit nicht passivhaustauglich, da die Mindestanforderung von 75% nicht erreicht wird. Kreuzgegenstrom-Wärmetauscher erreichen Werte von maximal ca. 75 %, Platten-Gegenstromwärmetauscher von maximal ca. 80 % und Kanal- Gegenstromwärmetauscher von maximal ca. 90 %. Wesentlich für die Höhe der Rückwärmzahl ist die Führung der Luftströme, die Ausbildung der Luftkanäle und die Größe der wärmetauschenden Fläche.

Diese Zahlenwerte sind tatsächlich zur Verfügung stehende Werte. In Herstellerprospekten stehen oft nicht nachvollziehbare und technisch-wissenschaftlich nicht begründbare Werte, selbst für einen Kreuzstromwärmetauscher sind Rückwärmzahlen von bis zu 90 % zu finden.

Eine sehr hohe Rückwärmzahl erfordert daher einen vergleichsweise großen Wärmetauscher und damit ein großes Gerätegehäuse. Kleine, kompakte Geräte bieten sicherlich Vorteile bei der Positionierung im

Gebäude, weisen in der Regel jedoch nicht die erforderliche energetische Qualität auf. In Abbildung 1 wird gezeigt, wie sich die Rückwärmzahl des Wärmetauschers und der Wirkungsgrad eines Erdreichwärmetauscher bei gleichbleibenden U-Werten auf den Heizwärmebedarf eines beispielhaft ausgewählten Einfamilienhauses auswirken.

Durch den Einsatz eines passivhaustauglichen Kreuz-Gegenstromwärmetauschers ohne Erdreichwärmetauscher lässt sich der Heizwärmebedarf von ca. 37 kWh/m<sup>2</sup>a um mehr als die Hälfte auf ca. 16,5 kWh/m<sup>2</sup>a reduzieren. Eine Unterschreitung der 15 kWh/m<sup>2</sup>a Grenze ist bei dem hier beispielhaft ausgewählten Gebäude allerdings

erst in Kombination mit einem Erdreichwärmetauscher erreichbar. Eine weitere Reduktion ergibt sich bei Einsatz eines Kanal-Gegenstromwärmetauschers, ein zusätzlicher Erdwärmetauscher erbringt hingegen kaum eine zusätzliche Energieeinsparung.

Im Rahmen der Vorplanung ist es demnach sinnvoll, in enger Zusammenarbeit mit dem Architekt die Bauteilaufbauten (U-Werte) und die energetische Güte der Wärmerückgewinnung auf der Basis einer Energiebilanzberechnung aufeinander abzustimmen.

Bei dem hier ausgewählten Einfamilienhaus ist der Passivhausstandard beispielsweise durch folgende Kombinationen erreichbar (jeweils mit EWT 26%):

**Variante 1: WRG 75 %, Dämmung Außenfassade 350 mm (U-Wert 0,096 W/m<sup>2</sup>K)**

Heizwärmebedarf: 14,5 W/m<sup>2</sup>a

**Variante 2: WRG 90 %, Dämmung Außenfassade 275 mm (U-Wert 0,121 W/m<sup>2</sup>K)**

Heizwärmebedarf: 14,1 W/m<sup>2</sup>a

Verschiedene Betrachtungen bieten sich an:

- Die eingesparte Menge Dämmstoff führt zu einer Kostenreduktion, und ebenso zu einem geringeren Primärenergieaufwand bei der Erstellung des Gebäudes.
- Durch die Reduzierung der Dicke der Außenfassade um 7,5 cm kann bei dem Beispielgebäude eine Wohnflächenvergrößerung von ca. 2,5 m<sup>2</sup> pro Geschoss erreicht werden. Eventuell anfallende Mehrkosten des höherwertigen Lüftungsgerätes von bis zu 1.000,- DM werden durch den höheren Nutzwert des Gebäudes aufgrund der zusätzlich gewonnenen Wohnfläche leicht amortisiert.

Geräte mit einer höheren Rückwärmzahl sind in der Regel teurer, so dass sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit stellt: 90 % Rückwärmzahl ermöglicht gegenüber 75 % eine Einsparung von ca. 2,6 kWh/m<sup>2</sup>a, bei 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche somit ca. 400 kWh/a. Nutzwärmekosten von 15 Pfennig zugrundegelegt, bedeutet dies eine jährliche Einsparung 60,- DM. Auf eine Nutzungsdauer von 15 Jahren gerechnet würden

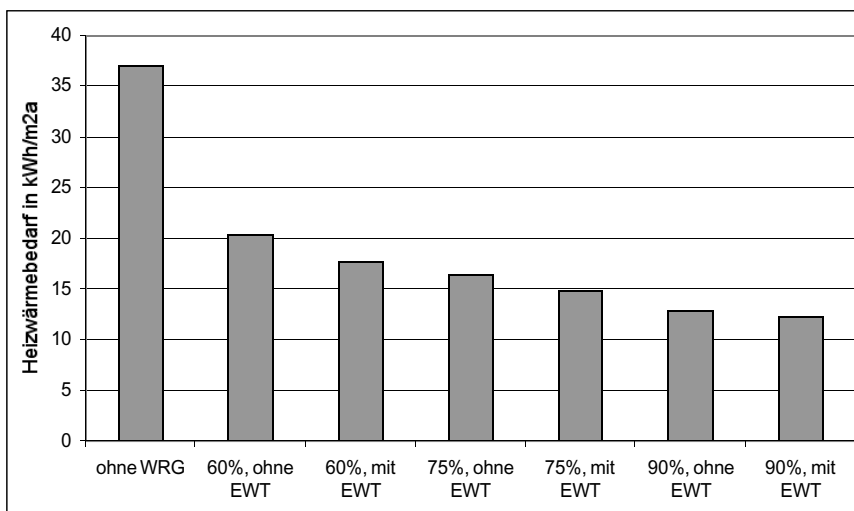


Abb. 1: Einfluss Wärmerückgewinnungs(WRG)-Güte mit und ohne Erdwärmetauscher / Heizwärmebedarf

sich somit Mehrkosten für die effizientere Wärmerückgewinnung in Höhe von bis zu 900,- DM amortisieren.

Bei Mehrfamilienhäusern weisen z.B. außenliegende Wohneinheiten in Dachgeschossen (oftmals auch als Maisonette-Wohnungen) oder im Erdgeschoss einen erheblich höheren spezifischen Wärmebedarf auf als alle anderen Wohneinheiten in diesem Gebäude.

Da hier eine Variation der Dämmstärke für die Außenwände und das Dach nicht immer oder nur schlecht durchführbar ist, ist hier der Einsatz von Wärmetauschern verschiedener Güte denkbar: zentral im Gebäude gelegene Wohneinheiten mit einer Lüftungs-Wärmerückgewinnung von 75 %, außenliegende Wohneinheiten mit einer Wärmerückgewinnung von 90 %.

Durch die Güte des Wärmetauschers wird zudem die Zulufttemperatur entscheidend beeinflusst. Bei bekannter Rückwärmzahl lässt sich diese wie folgt berechnen:

$$t_{Zuluft} = \phi \cdot (t_{Abluft} - t_{Frischluf}) + t_{Frischluf}$$

$\phi$  = Rückwärmzahl des Wärmetauschers

Die unter extremen Außenbedingungen minimal zu erwartenden Zulufttemperaturen in Abhängigkeit unterschiedlicher Rückwärmzahlen ist in Abbildung 2 dargestellt.

Aus Behaglichkeitsgründen sollte eine Zulufttemperatur von etwa 16°C nicht unterschritten werden. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, wird dies nur durch Einsatz eines Wärmetauschers mit einer Rückwärmzahl größer gleich 90 % erreicht. Neben der Höhe der Zulufttemperatur aufgrund der Güte der Wärmerückgewinnung ist jedoch noch zu beachten, dass über das Zuluftrohrnetz im Gebäude eine weitere Erwärmung um 2 - 4 Kelvin erfolgt. Auch mit einer WRG von 75 % ist also das Behaglichkeitskriterium einhaltbar, sicher nicht jedoch mit einer Rückwärmzahl von 60 %. Für Passivhäuser wird demnach eine Rückwärmzahl von größer gleich 75 % gefordert.

Ein weiterer Effekt der Güte der Wärmerückgewinnung ist zu beachten: Bei Rückwärmzahlen über 60 % kann bei niedriger Außentemperatur die Fortluftseite des Wärmetauschers vereisen; um dies zu vermeiden, wird auf der Frischluftseite eine elektrische Frostsicherung oder auch ein Erdreich-Wärmetauscher installiert. Der Energieaufwand für die elektrische Frostsicherung ist mit ca. 60 kWh/a (nach Berechnungsvorgabe PHI) gering im Vergleich zur zusätzlich zurückgewonnenen Wärme (7,5 kWh/m²a bzw. 1.125 kWh/a bei einem Gebäude von 150 m² Wohnfläche) durch die Anlage mit 90 % Rückwärmzahl gegenüber 60 % (Abb 3).

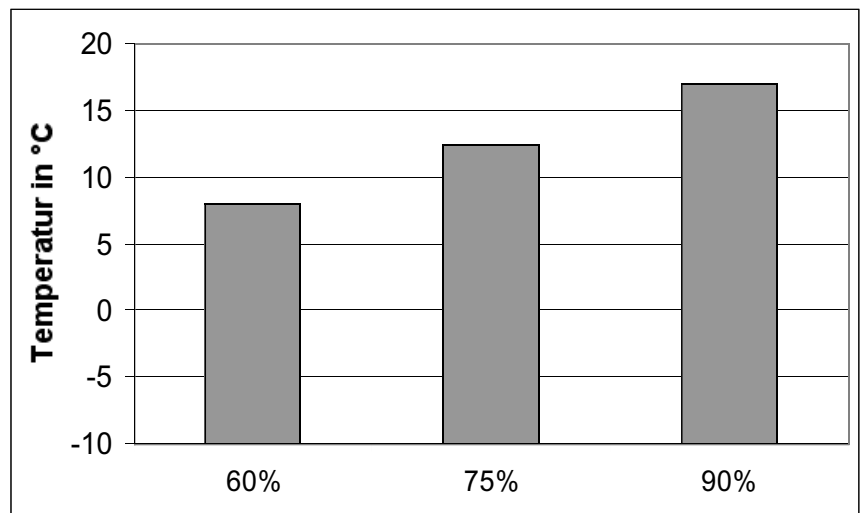
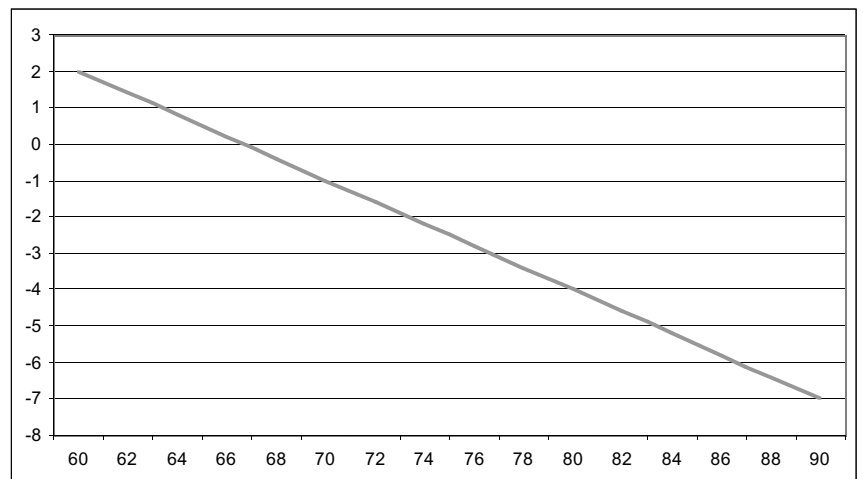


Abb. 2: Zulufttemperatur bei Wärmetauschern mit verschiedenen Rückwärmzahlen berechnet für eine Außentemperatur von -10 °C und eine Ablufttemperatur von 20 °C.

Abb. 3: Fortlufttemperatur/ Rückwärmzahl



## Grundsätzlicher Aufbau einer Lüftungsanlage

Die Planung einer Lüftungsanlage für ein Passivhaus lässt sich oftmals nicht einfach auf andere Gebäude ähnlicher Bauart übertragen. Geänderte Nutzerbedingungen, bauliche Vorgaben etc. machen häufig eine individuelle Planung unumgänglich.

Im Rahmen einer ersten Planungsstufe müssen zunächst die gebäudespezifischen Gegebenheiten sowie die bewohnerspezifischen Anforderungen an die haustechnische Planung geklärt werden.

Im Zuge dessen werden folgende Festlegungen getroffen:

### Definition von Zu- und Ablufträumen, sowie Überströmzonen:

- Ablufträume: in der Regel Küchen und Bäder
- Zulufräume : Schlaf- und Wohnräume
- Überströmzonen: Flure

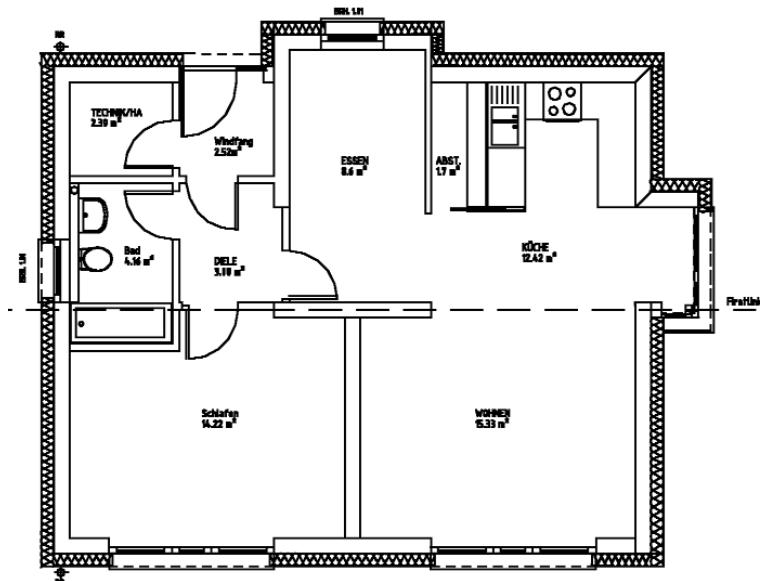


Abb. 4: Grundriss

Eine möglichst klar strukturierte Anordnung der Räume ist anzustreben. Neben den angeführten Räumen, die in die Luftführung eingebunden sind, sind bestimmte Räume auch bewusst aus der Luftführung herauszunehmen: so zum Beispiel ein Windfang, der nach Möglichkeit tatsächlich einen Pufferraum darstellen sollte.

### Einzubringende bzw. auszutauschende Luftmenge

Bei Festlegung des Nennvolumenstroms müssen drei Kriterien beachtet werden:

- 1) Aus Luftqualitätsgründen (CO<sub>2</sub>-Kriterium) ist pro Person ein Volumenstrom von 20 m<sup>3</sup>/h ausreichend. Nach gültiger Norm (DIN 1946) werden 30 m<sup>3</sup>/h gefordert.
- 2) Der auf das Gesamtgebäude bezogene Luftwechsel soll einen Wert von 0,3 1/h nicht unterschreiten.

- 3) Zu berücksichtigen ist ebenfalls der Volumenstrom für die Ablufträume, 60 m<sup>3</sup>/h für Küchen, 40 m<sup>3</sup>/h für Bäder und 20 m<sup>3</sup>/h für WC's/Abstellräume.

In der Regel lassen sich die Anforderungen nicht in Übereinstimmung bringen, sodass der Planer hier abwägen muss. Das sollte jedoch primär auf einen möglichst kleinen Volumenstrom ausgerichtet sein.

Wichtig ist bei der Festlegung der Volumenströme für die einzelnen Räume die Ausgeglichenheit zwischen Zu- und Abluftvolumenstrom für die betrachtete Nutzeinheit, für ein Geschoss oder ein Gebäude.

Für den Beispiel-Grundriss angewendet:

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1a) 2 Personen in WE: 2 x 30 m <sup>3</sup> /h  | ⇒ 60 m <sup>3</sup> /h  |
| 1b) 2 Personen in Raum: 2 x 20 m <sup>3</sup> /h                                      | ⇒ 40 m <sup>3</sup> /h  |
| 2) 60 m <sup>3</sup> x 2,5 m Raumhöhe = 150 m <sup>3</sup> x 0,3                      | ⇒ 45 m <sup>3</sup> /h  |
| 3) Küche 60 m <sup>3</sup> /h, Bad 40 m <sup>3</sup> /h, Abstell 10 m <sup>3</sup> /h | ⇒ 110 m <sup>3</sup> /h |

Die drei Kriterien führen zu völlig unterschiedlichen Luftmengen, die jedoch in der Planung zu einem Ausgleich zu bringen sind:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| Zuluft Schlafen 40, Wohnen 30, Essen 20 m <sup>3</sup> /h | ⇒ 90 m <sup>3</sup> /h |
| Abluft Küche 40, Bad 40, Abstell 10 m <sup>3</sup> /h     | ⇒ 90 m <sup>3</sup> /h |

Ebenso kann hier bereits geprüft werden, ob die Luftmenge zur Beheizung ausreichen kann:

90 m<sup>3</sup>/h x 30 K (mögliche Temperaturerhöhung) x 0,34 Wh/m<sup>3</sup> (Wärmekapazität Luft) ⇒ ca. 1.000 W; bezogen auf die Wohnfläche von 60 m<sup>2</sup> ergibt sich eine spezifische Leistung von 16 W/m<sup>2</sup>. Diese liegt deutlich über dem üblichen Leistungsbedarf von Passivhäusern von 10 W/m<sup>2</sup>, sodass hier eine Beheizung mit der Zuluft problemlos realisierbar ist.

## Betriebsbedingungen für die Anlage

Bereits während der frühen Planungsphasen müssen die für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Lüftungsanlage notwendigen Anwendungsfälle berücksichtigt werden. Diese sind im Wesentlichen nachfolgend aufgeführt:

- Einstellung der Luftvolumenströme für die wechselnden Nutzungsintensitäten (Lüftungsstufen)
- Besondere Anforderungen einzelner Räume
- Wärmeverteilung über die Lüftungsanlage und die hieraus entstehende Problematik der sich einstellenden Lufttemperaturen z.B. in Schlafräumen; ev. ist eine Aufteilung auf verschiedene Heizregister bzw. Zonen zweckmäßig.
- Planmäßiger Sommerbetrieb der Lüftungsanlage, evtl. mit Kühlung über Erdreich – Wärmetauscher, evtl. nur Abluftbetrieb (bei innenliegenden Sanitärräumen)
- Einfacher Anlagenaufbau, Bedienung und Wartung, damit die Lüftungsanlage eine Akzeptanz beim Nutzer erhält. Hierzu gehört auch beispielsweise eine Funktionsanzeige für die Ventilatoren, eine Filterwechselanzeige, eine vernünftige Platzierung des Bedien- und Anzeigeteils im Aufenthaltsbereich der Bewohner.

## Aufstellung des Lüftungsgerätes

Damit Wärmeverluste so gering wie möglich gehalten werden, ist die Aufstellung innerhalb der thermischen Gebäudehülle empfehlenswert. Meist werden als Aufstellungsorte Kellerräume oder Spitzböden gewählt.

Die Positionierung des Lüftungsgerätes im Kellergeschoss oder im Erdgeschoss macht es einfacher, die Wärme eines Erdwärmetauschers einzubringen. Wird das Lüftungsgerät im Dachboden positioniert, muss die im Erdreich vorgewärmte Luft mit einer Leitung bis in das Dachgeschoss hochgeführt werden. Diese Leitung muss sehr gut wärmedämmt werden: bei einem Rohr mit Nennweite 200 und einer Wärmedämmung von 50 cm Durchmesser, das in diesem Fall durch das Gebäude geführt werden müsste.

Beachtet werden sollte bei Auswahl des Raumes vor allem die mögliche Anordnung der Frischluftansaugung bzw. des Fortluftausblases mit einer möglichst kurzen Leitungsführung innerhalb der thermischen Gebäudehülle.

Nach Empfehlung der DIN 1946, Teil 2 (Raumluftechnik) sollte eine Ansaughöhe von mindestens 3 m über dem Erdreich eingehalten werden, was praktisch allerdings nicht immer realisierbar ist. Sinnvoll für Wohnungslüftungsanlagen ist bei Anordnung der Ansaugung an der Außenfassade eine Ansaughöhe von mindestens 1,5 m über Erdreich. Auch bei Dachhauben sollte ein Abstand von min. 0,5 m von der Dachfläche eingehalten werden, damit weder Schneelast den Querschnitt vermindert noch eventuelle Ablagerungen auf dem Dach angesaugt werden können.

Zwischen Frischluftansaugung und Fortluftausblasung sollte ein Abstand von mindestens 1,5 m eingehalten werden, damit ein Wieder-Ansaugen der Fortluft durch einen Kurzschluss unmöglich ist.

Ansaug- und Ausblasöffnung einer Lüftungsanlage müssen – um unterschiedliche Winddruckverhältnisse auf die Öffnungen auszuschließen – immer in die gleiche Windrichtung zeigen bzw. an der gleichen Fassadenseite liegen.

## Einsatz Erdreichwärmetauscher

Um den Wärmetauscher des Lüftungsgerätes vor Einfrieren zu schützen, darf die Frischlufttemperatur je nach Bauart des Wärmetauschers einen Wert von  $-2$  bis  $-4$  °C nicht unterschreiten. Dies lässt sich durch den Einsatz einer Frostschutzheizung oder eines Erdreichwärmetauschers erreichen.

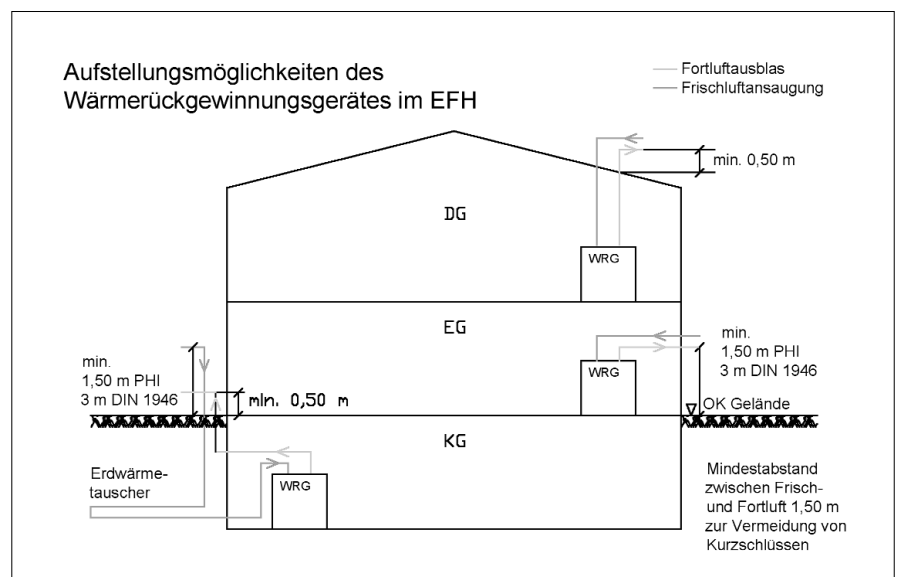


Abb. 5: Aufstellungsvarianten des Lüftungsgerätes

Ist ein Erdreichwärmetauscher gewünscht, so muss anhand der örtlichen Gegebenheiten (Bodenart, Grundstücksgrenzen) geklärt werden, ob eine Verlegung möglich bzw. sinnvoll ist. Im Rahmen der Berechnung wird anschließend die Länge hinsichtlich Wirkungsgrad, Austrittstemperatur sowie Druckverlust optimiert. Bei der Verlegung muss auf ein kontinuierliches Gefälle des Erdreichwärmetauschers zum Haus hin sowie auf die Möglichkeit eines Kondensatablaufes geachtet werden, hier ist die Gebäudeeinführung über die Kellerwand von Vorteil.

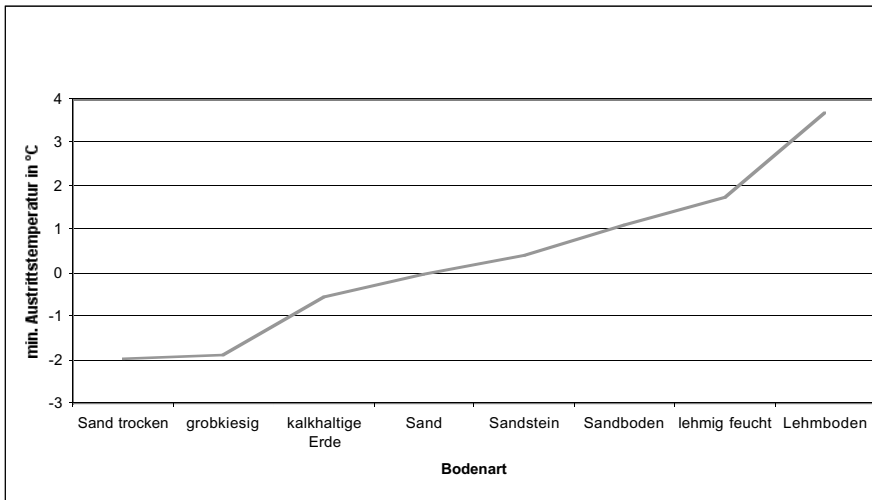


Abb. 6: Austrittstemperaturen aus Erdreich – Wärmetauscher

Wie Abbildung 6 zeigt, beeinflusst die Bodenart die Wirksamkeit des Erdwärmetauschers erheblich. Bei ansonsten gleichen Bedingungen für Luftmenge, Querschnitt und Verlegelänge differiert die minimale Austrittstemperatur um ca. 5 Kelvin.

### Anordnung Luftventile im Raum

Lüftungsauslässe für Zuluft müssen in den Räumen so angebracht werden, dass eine Verteilung der Luft im gesamten Raum gewährleistet ist. Dies ist vor allem bei größeren Räumen nur durch den Einsatz mehrerer Ventile und sogenannten Weitwurfdüsen durchführbar. Gerade bei gerichteten Strahlen von Weitwurfdüsen

müssen aufgrund der höheren Luftgeschwindigkeiten Zugscheinungen im Raum durch eine gute Anordnung der Düsen im Raum vermieden werden.

Bei einer kleinen Zuluftmenge von 20 m<sup>3</sup>/h ist es kritisch mit einer Weitwurfdüse zu arbeiten, weil die Wurfweite aufgrund des geringen Luftvolumenstroms sehr gering ist. Eine bessere Durchströmung wäre in diesem Fall mit einem Tellerventil auf der der Tür gegenüberliegenden Raumseite zu erreichen. 40 m<sup>3</sup>/h lassen sich über ein Zuluftelement energieeffizient (d.h. mit relativ niedrigem Überdruckbedarf) und entsprechend den Schallschutzanforderungen einbringen; bei größerem Volumenstrom sollten zwei Zuluftelemente eingesetzt werden.

Die Luftabsaugung muss ebenfalls so angeordnet werden, dass eine vernünftige Raumdurchströmung erfolgen kann. Ein gerichteter „Abluftstrahl“ kann hier allerdings nicht auftreten. Ziel ist immer eine ordentliche Querlüftung in den Räumen.

Zum Beispiel ist es von Vorteil, im Bad die Absaugung entgegengesetzt der Tür anzubringen, weil sonst ein direkter Kurzschluss verursacht würde.

### Festlegung Leitungsführung

Der Planungsgrundsatz für die Leitungsführung muss aus energetischen und ökonomischen Gründen in jedem Fall lauten, lange Rohrwege zu vermeiden. D.h. ein kurzes und einfach aufgebautes Rohrnetz ist anzustreben. Daher sollten die Schächte zur vertikalen Leitungsführung in die einzelnen Geschosse möglichst zentral angeordnet sein.

Zur Verteilung der Volumenströme in den einzelnen Geschossen besteht die Möglichkeit, die Leitungen unter der Decke oder auf dem Fußboden zu verlegen.

### Hygienische und gesundheitliche Anforderungen an Lüftungsanlagen

Durch den Einsatz einer Lüftungsanlage lässt sich sowohl die Lufthygiene als auch der Wohnkomfort steigern. Im Folgenden sind die wesentlichen Punkte aufgelistet.

Außeneinwirkungen direkt durch Lüftungsanlage beeinflussbar:

- Sporen, Ruß, Pollen

Diese Luftbestandteile werden bei Einsatz eines entsprechenden Filters nahezu vollständig aus der angesaugten Luft herausgefiltert.

- Lärm  
Da bei Einsatz einer Lüftungsanlage auf die übliche Fensterlüftung verzichtet werden kann, reduziert sich der sonst über die geöffneten Fenster ins Gebäude eintretende Lärmpegel von beispielsweise stark befahrenen Straßen beträchtlich.
- Die vor allem im Winter auftretenden Zuglufterscheinungen können durch Verzicht auf die Fensterlüftung vermieden werden.
- Da nicht mehrmals am Tag zum Zwecke der Stoßlüftung die Fenster geöffnet werden müssen, sondern die Lüftungsanlage kontinuierlich einbläst bzw. absaugt, herrscht eine ausgeglichene Raumtemperatur.

Inneneinwirkungen indirekt durch Lüftungsanlage beeinflussbar:

- Luftschadstoffe (Möbel, Bodenbeläge), Rauch sowie sonstige Gerüche werden bei Einsatz einer Lüftungsanlage kontinuierlich aus den Räumen abgesaugt.
- Da die Lüftungsanlage mit verringertem Volumenstrom auch bei Abwesenheit der Bewohner weiter betrieben wird, ist bei Wiedereintritt in das Gebäude keine stickige Luft zu erwarten.
- Neben den Gerüchen wird vor allem aus den Bädern die feuchtigkeitsbeladene Luft abgesaugt.

Aus gesundheitlichen Aspekten heraus muss in diesem Zusammenhang die sich in Passivhäusern einstellende Luftfeuchtigkeit im Winter angesprochen werden: Durch die kontinuierliche Luftzu- und -abführung würde sich bei einem nicht bewohnten Passivhaus sehr bald ein absoluter Feuchtegehalt einstellen, wie ihn die Außenluft besitzt.

In bewohnten Gebäuden erfolgt eine Zuführung von Feuchtigkeit hauptsächlich durch die Bewohner und durch Pflanzen. Daher besteht bei geringer Nutzung des Gebäudes, wenn die Bewohner zum Beispiel tagsüber nicht im Haus sind, und dem Nichtvorhandensein von Pflanzen die Möglichkeit, dass sich relativ niedrige Raumluftfeuchten einstellen, die zu Unbehaglichkeit und im Extremfall bei Luftfeuchten unter 30 % auch zu gesundheitlichen Problemen führen können.

Zur Abhilfe kann hier auf technischer Seite insbesondere die zeitweise Reduzierung des Luftvolumenstroms vorgenommen werden, wodurch eine Erhöhung der relativen Feuchte im Raum um 10 – 15 % erfolgt.

Eine technisch aufwendigere Lösung, aber machbare Lösung stellt der Einbau einer Kleinst-Luftbefeuchtungsanlage dar, welche auch nachträglich in Lüftungsanlagen integriert werden kann. Damit Probleme mit Legionellen und Verkeimung nicht entstehen, sind hier Dampfbefeuchter den üblicheren Zerstäubungsbefeuchtern vorzuziehen.

Hygienisch unbedenklich und auch der einfachere Weg ist natürlich das Aufstellen von Pflanzen in den Wohnräumen.

## Technische Anforderungen an Lüftungsanlagen

Die Materialauswahl betrifft alle Komponenten der technischen Anlage, die mit dem Luftstrom in Kontakt kommen; hier sind insbesondere Filter, Schalldämpfer, Leitungs- und Gehäusewerkstoffe zu betrachten und zu bewerten.

### Luftfilter

Filter dienen zum einen zur Verbesserung der Luftqualität und zum anderen zur Vermeidung von Verschmutzungen des Wärmetauschers, der Ventilatoren und des Kanalnetzes.

Bei vielen Wärmerückgewinnungsgeräten sind Frischluft- und Abluftfilter mit Filterklasse G4 bereits im Gerät integriert. Beide dienen in erster Linie zum Schutz der Anlagenteile vor Verunreinigungen. Allergieauslösende Stoffe wie Pollenteile und Sporen können mit diesen Filterklassen kaum herausgefiltert werden. Daher ist zur Verbesserung der Zuluft-Qualität der Einbau eines Filters mindestens der Filterklasse F7 zu empfehlen. Dieser kann meist anstelle des Standard-Frischluffilters (G4) in das Gerät eingesetzt werden, zumindest während der entsprechenden Pollenflugzeiten. Allerdings weist ein solcher Filter dann relativ kurze Nutzungszeiten auf, da er bei gleicher Filterfläche wesentlich mehr Bestandteile aus der Frischluft herausfiltert, und daher häufiger gewechselt werden muss. Wartungsfreundlicher sind hier separate Filterkästen.

Ist ein Erdreichwärmetauscher vorgesehen, ist die hochwertige Filterung in jedem Fall anfangsständig vorzusehen und ganzjährig zu betreiben.

In der Abbildung 7 ist dargestellt, welche Schadstoffe in der „normalen“ Luft durch verschiedene Filterarten (G4 / F7) herausgefiltert werden können.

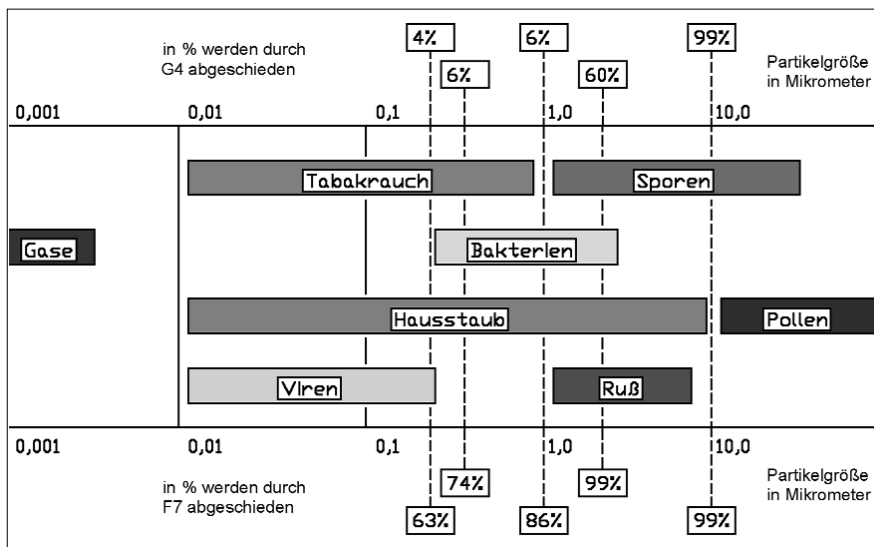


Abb. 7: Abscheidegrad G4 / F7 Filter

Als Beispiel: Partikel mit einer Größe von 1 Mikrometer werden durch einen G4-Filter zu 6%, durch einen F7-Filter hingegen zu 86 % herausgefiltert.

Pollen mit einer Größe über 10 Mikrometer werden durch beide Filter nahezu vollständig herausgefiltert. Trotzdem ist der G4-Filter kein „Pollenfilter“, da gerade die allergenen Bestandteile der zersprengten Pollen mit einer Kleinheit von bis zu 0,3 Mikrometer durch den G4-Filter nur zu 4%, durch den F7-Filter immerhin zu 63 % herausgefiltert werden. Erst ein F7-Filter (oder höherwertig F8, F9) führt daher zu einer Verbesserung der Atemluft für Pollen-Allergiker.

Alle Filter müssen in regelmäßigen Abständen auf ihren Verschmutzungsgrad hin überprüft werden. Zu lange Standzeiten verringern die Filterwirkung und erhöhen den Druckverlust, was entweder eine Verminderung des Luftvolumenstroms oder eine Erhöhung der Stromaufnahme der Ventilatoren zur Folge hat.

Üblich ist bei vielen Geräten eine elektronische Laufzeitkontrolle, die dem Benutzer auf dem Bediengerät die Notwendigkeit des Filterwechsels nach einer vorgegebenen, eingestellten Laufzeit der Lüftungsanlage angibt. Eine differenzdruckgesteuerte Filterwechselanzeige ist hier die genauere aber auch kostenintensivere Lösung.

Bei Auswahl und Montage des Filters empfiehlt es sich, auf eine leichte Austauschbarkeit zu achten, damit für spätere Nutzer eine problemlose Wartung gewährleistet ist.

Neben dem geräteinternen Abluftfilter sollte in stark belasteten Räumen wie z.B. der Küche ein Abluftelement mit Fettfangfilter eingebaut werden, um eine Verschmutzung des Kanalnetzes zu verringern/vermeiden. Diese Filter sind zumeist aus einem Edelmetallgewebe und können per Hand oder in der Spülmaschine nach Bedarf gereinigt werden.

Empfehlungen für Luftfilter:

- Montage in gut zugänglichem Bereich
- Filterklasse mindestens F7 für Zuluft
- $\Delta p_{\text{Filter}} < 10 \text{ Pa}$  im sauberen Zustand
- Filterwechsel mind. alle 3 Monate

### Schalldämpfer

Schalldämpfer dienen zur Reduzierung der Ventilatorgeräusche und zur Schalldämpfung der Räume untereinander (Telefonieschall).

In der Regel bestehen die Schalldämpfer aus einem Außenrohr und einem perforierten Innenrohr. Der Zwischenraum ist mit Mineralwolle, Schaumstoff (Melaminharz) oder anderen schalldämpfenden Materialien ausgefüllt, und zum Luftstrom mit einem verdichteten Vlies oder einer Kunststoffolie abgedeckt. Die üblichen Packungsdicken betragen 25 oder 50 mm, die erhältlichen Baulängen liegen zwischen 500 und 1500 mm.

Bei Mineralwolle-Schalldämpfern mit Vliesabdeckung kann die Auslösung von Teilchen nicht völlig ausgeschlossen werden. Ein geringer Einblas dieser (nach Herstellerangabe nicht lungengängigen) Teilchen in die Räume ist daher nicht völlig auszuschließen.

Soll aus diesen Gründen auf mineralwollehaltige Schalldämpfer verzichtet werden, so ist ebenso auf das Material des in manchen Wärmerückgewinnungsgeräten bereits integrierten Schalldämpfers zu achten.



Schalldämpfer sollen so geplant werden, dass die in Tabelle 1 aufgeführten empfohlenen Schalldruckpegel in Wohnungen eingehalten werden.

Die Werte der erhöhten Anforderungen sind bei guter Planung der Anlagen problemlos erreichbar. Die Lüftungsanlagen sind somit nicht hörbar bzw. wahrnehmbar. Bei offener Grundrissgestaltung sind die erhöhten Anforderung von 20 dB(A) auch für Küchen einzuhalten. Neben den durch die Schalldämpfer erreichbaren Schallpegelreduzierungen können und müssen bei Lüftungsanlagen auch die Einfügungsdämpfung und der Eigenschallpegel des Kanalnetzes und der Auslässe berücksichtigt werden. Zusätzlich ist auf die Körperschallentkopplung der Ventilatoren zum Kanalnetz und des Kanalnetzes zum Bauwerk zu achten.

Raum	Schalldruckpegel dB(A)	
	Gesetzliche Anforderung nach [DIN 4109] bzw. VDI [4100] SSt II	Erhöhte Anforderung Nach [VDI 4100] SSt III (Forderung PHI)
Schlafraum	25	20
Wohnraum	25	20
Arbeitszimmer	30	20
Bad, WC, Küche	35	30

Tabelle 1

Hocheffiziente Lüftungsgeräte mit entsprechend energieeffizienten Ventilatoren haben von sich aus schon sehr geringe Schallemissionen. Minderwertigere Geräte mit hohem Stromverbrauch verursachen in der Regel auch eine wesentlich höhere Schallfreisetzung in die angeschlossenen Rohrleitungen; entsprechend sind vermehrt Schalldämpfer erforderlich.

Bei der Auswahl eines Lüftungsgerätes empfiehlt es sich, die Schallemission des Gerätes nicht nur über den mittleren Schalldruckpegel, sondern vielmehr über das gesamte Frequenzband zu kontrollieren.

Die verschiedenen Wirkungen von unterschiedlichen Schalldämpfern sind nachfolgend angeführt:

- Hohe Frequenzen (1000 – 8000 Hz, Bereich des Sprach-Schalls) können durch dünnes Absorptionsmaterial gut gedämpft werden. Eine dickere Packung verbessert die Wirkung nicht.
- Tiefe Frequenzen (125 – 250 Hz, häufig Bereich von Ventilatoren) werden durch dicke Packungen besser gedämpft als durch dünne.
- Je länger ein Schalldämpfer ist, desto besser ist die Dämpfung. Die Dämpfungszunahme ist jedoch mit der Länge nicht proportional, da die beiden Öffnungen die Dämpfung besonders verstärken.
- Je kleiner der Durchmesser des Schalldämpfers, desto größer ist die Schalldämpfung.
- Kulissenschalldämpfer dämpfen besser als kulissenlose Schalldämpfer.
- Glaswolle dämpft in tiefen Frequenzen (125 Hz) besser als Steinwolle.
- Durch die Verlegung im Bogen erhöht sich die Schalldämpfung gegenüber einer geraden Verlegung

Empfehlungen für Schalldämpfer:

- Auslegung nach Frequenzband des Geräusches
- Eigendämpfung anderer Anlagenteile beachten
- $\Delta p_{\text{Schalldämpfer}} < 3 \text{ Pa} / \text{Stück}$
- $\Delta p_{\text{gerade Leitung}} < 1 \text{ Pa} / \text{m}$
- $v_{\text{max}} < 5 \text{ m/s}$

## Leitungen

Rohrleitungen und Formstücke werden aus verschiedenen Materialien angewendet.

Kunststoffrohrleitungen werden normalerweise für den Erdreichwärmetauscher eingesetzt, da hier eine Materialbeeinträchtigung durch das Erdreich vermieden werden muss. Es bieten sich flexible PE-Rohrleitungen (z.B. Kabelschutzrohre) an. Aus gesundheitlichen Aspekten gibt es nach Herstellerangaben keine Bedenken in Bezug auf Ausgasung.

Für die Lüftungstechnik in Gebäuden wird der Verzicht auf PVC-haltige Materialien empfohlen, da sowohl bei der Herstellung als auch im Brandfall gesundheitsschädliche Chlorgase freigesetzt werden; das Material ist somit aus ökologischen Gründen nicht geeignet.

Zur Anwendung bieten sich starre Wickelfalzrohrleitungen und passende Formteile in verschiedenen Bauformen (rund, oval) an. Wegen ihrer geringen Oberflächenrauigkeit können sich hier kaum Ablagerungen bilden und die Druckverluste bleiben gering, eine Reinigung ist problemlos möglich. Flexible Rohrleitungen sollten aus vorgenannten Gründen nicht oder nur für sehr kurze Strecken (Anschlüsse an Lüftungsgerät oder Ventile) eingesetzt werden.

Für kleinere Nennweiten und Volumenströme werden auch Rohrleitungen in eckiger Form aus Polyethylen angeboten. Hier gelten die selben Punkte in Bezug auf Hygiene und Ökologie wie bereits eingangs genannt.

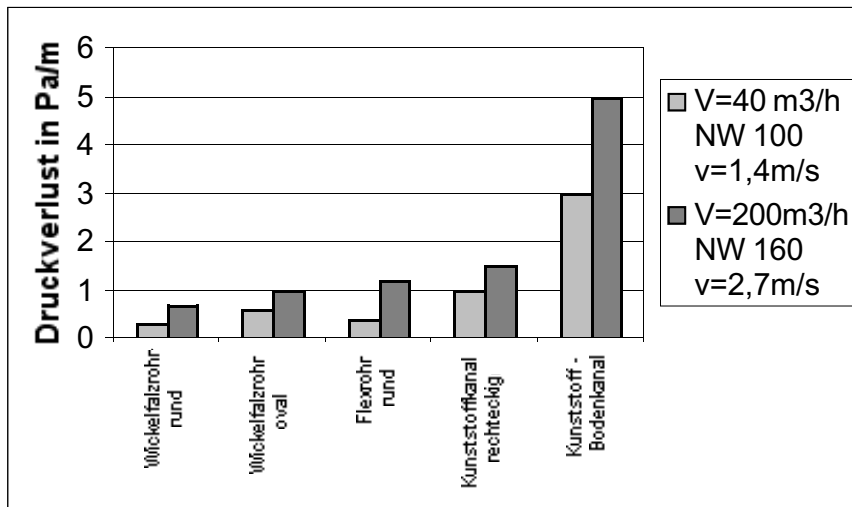


Abb. 8: Druckverlust von geraden Rohrleitungen

Der Druckverlust der Rohrleitungen kann bei den verschiedenen Systemen sehr unterschiedlich sein (siehe Abbildung 8).

Bei kleiner Nennweite mit geringem Volumenstrom ist der Druckverlust eines Rechteckkanals etwa 3-mal so hoch wie der eines Rundrohres; bei größerer Nennweite/Volumenstrom immer noch doppelt so hoch.

Bei sehr flachen Kanälen (Breite zu Höhe größer 5) wird der Druckverlust wesentlich höher, sodass mit einem solchen Kanal sicher keine gute Energieeffizienz erreicht werden kann. Der Leitungsverlegung im Fußbodenaufbau sind daher sehr enge Grenzen gesetzt.

Bei der Auswahl von Formstücken muss darauf geachtet werden, dass auch hier strömungstechnisch günstige Querschnitte und Formen zum Einsatz kommen. Die Verwendung eines Hosenstücks ist z.B. besser als die eines normalen T-Abzweiges, der Einbau von zwei 45°-Bögen ist besser als der einer Doppelbogens (90°).

Deutlich zu erkennen ist auch, dass der Druckverlust von Formstücken (Abbildung 9 Rohrbogen) deutlich höher liegt als der einer 1 m geraden Rohrleitung. Die Verwendung eines 90°-Bogens entspricht etwa der Verlegung von 3 Meter gerader Rohrstrecke. Ein Ziel der Planung muss somit, neben der generell gültigen Forderung nach kurzen Rohrleitungswegen, die Vermeidung von Formstücken sein.

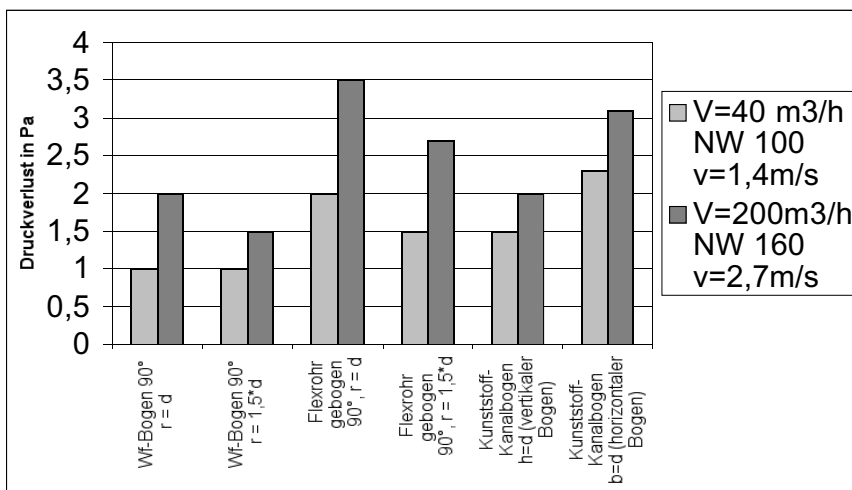


Abb. 9: Druckverlust von Formstücken

### Heizregister

Die Auswahl der Heizregister hängt im Wesentlichen vom Rest-Heizwärmebedarf des Gebäudes ab. Zur Dimensionierung ist aus hygienischen Gründen eine maximale Zulufttemperatur von etwa 50°C einzuhalten, da über dieser Temperatur Staubverschwebungen auftreten.

Bei der Auslegung ist neben dem luftseitigen Strömungswiderstand vor allem auch die Wärmeleistung bei den gegebenen heizseitigen Anbindungen zu beachten. Die Hersteller geben oftmals die Wärmeleistung nur bei einer Systemtemperatur an, Umrechnungsfaktoren auf andere Temperaturen fehlen.

Die korrekte Auslegung erfolgt mit den technischen Anlagendaten Luft-Volumenstrom, erforderliche Heizleistung, Zuluft-Eintrittstemperatur nach der Wärmerückgewinnung und Wasser-Eintrittstemperatur.

Der heizwasserseitige Widerstand spielt eine untergeordnete Rolle, da die benötigte Wassermenge bei relativ kurzer Anbindung (Wärmezeuger und Nacherhitzer in einem Raum) gut auch durch die kleinsten derzeit lieferbaren Umwälzpumpen erbracht werden kann. Als problematisch erweist sich hier lediglich eine Brauchwasser-Vorrangschaltung, da hier sofort die eventuell erforderliche Erwärmung der Luft entfällt und die Zulufttemperaturen bis auf 16 °C fallen können.

Die Ausführung des Nachheizregisters sollte in der Nennweite gleich der Rohrnennweite sein. Statt einer Vergrößerung der Nennweite kann bei Bedarf bei einigen Herstellern auch eine weitere Registerreihe eingebaut werden. Wichtig ist jedoch auch eine wärme gedämmte Ausführung des Heizregisters. Eine nachträgliche Wärmedämmung ist nur mit größerem Aufwand realisierbar.

Empfehlungen für Heizregister:

- Auslegung abgestimmt auf Wärmeleistung
- $D_{p_{\text{Heizregister, einreihig}}} < 15 \text{ Pa / Stück}$
- $D_{p_{\text{Heizregister, zweireihig}}} < 20 \text{ Pa / Stück}$
- Heizregister werkseits wärmegeklärt

## Zusammenfassung

Das passivhaus-geeignete Lüftungsgerät weist eine Rückwärmzahl von mindestens 75 % auf, dies ermöglicht eine hohe Behaglichkeit im Wohnraum und sichert den niedrigen Heizwärmebedarf.

In einer frühzeitigen Abstimmung zwischen baulichem (U-Werte) und technischem (Rückwärmzahl) Standard, im Sinne einer integralen Planung, kann ein energetisches und finanzielles Optimum erreicht werden.

Ein Erdwärmetauscher kann insbesondere bei günstigen Bodenverhältnissen den Energiekennwert weiter verbessern, hat aber bei einer Geräte-Rückwärmzahl von 90% keine hohe Zusatznutzung in der Heizperiode. Ein Kühleffekt von einigen hundert Watt Leistung kann im Sommer helfen, die Spitzentemperatur im Wohnhaus zu mindern.

Die Hygiene wird wesentlich durch einen hochwertigen Filter beeinflusst, ein großzügig dimensionierter F7-Filter sollte zum Standard eines Passivhauses gehören.

Die Luftmenge, die mit der Lüftungsanlage ausgetauscht wird, orientiert sich an dem gebäude- bzw. wohnungsbezogenen Personenkriterium von 30 m<sup>3</sup>/h. Mit dieser Luftmenge ist es in der Regel möglich, zugleich den Wärmebedarf des Passivhauses sicherzustellen, sodass keine separaten Heizflächen erforderlich sind.

Entsprechend den wechselnden Nutzungsanforderungen kann der Bewohner den Luftaustausch in verschiedenen Stufen variieren; eine nutzerfreundliche Positionierung der Bedienelemente ist durch die Planung sicherzustellen.

Die Luftführung im Gebäude erfolgt hygienisch einwandfrei mit metallischen Rohrleitungen; Rundrohre ermöglichen deutlich geringere Druckverluste und damit einen geringeren Stromverbrauch als Rechteck- oder Flachkanäle. Ein kurzes Rohrnetz mit wenigen Formstücken ist anzustreben.

## Literatur

[DIN 1946] Raumlufttechnik, insbesondere Teil 2, gesundheitliche Anforderungen

[DIN 4109] Wärmeschutz im Hochbau

[VDI 4100] Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Ausführung

## Diskussion

Frage:

Entsteht stickige Luft auch in einem voll biologisch-ökologischen Raum, der keine emittierenden Materialien enthält? Was ist eigentlich stickige Luft?

Stärz:

Die Frage kann sicher ein Hygieniker besser beantworten. Auch eine Temperatursteigerung im Raum, einfallendes Sonnenlicht in den Raum zum Beispiel, führt dazu, dass die Luft unangenehmer wird und verursacht eben das Stickigkeitsempfinden. Im normalen bewohnten Haus sind es einfach auch Freisetzung aus Kleidungsstücken, die herumliegen, Geschirr, das herumsteht, oder Bettwäsche, die zu einer stickigen Luft im Gebäude führen. Diese Freisetzungen können durch den kontinuierlichen Austausch sicher abgeführt werden.

Frage:

Hr. Dipl.-Ing. Stärz, Sie haben uns jetzt in beeindruckender Weise alles rund um den Wärmetauscher bzw. die Wärmerückgewinnungsanlage erklärt. Können Sie uns bitte noch etwas zur Hygiene des Erdwärmetauscher-Material selbst etwas sagen?

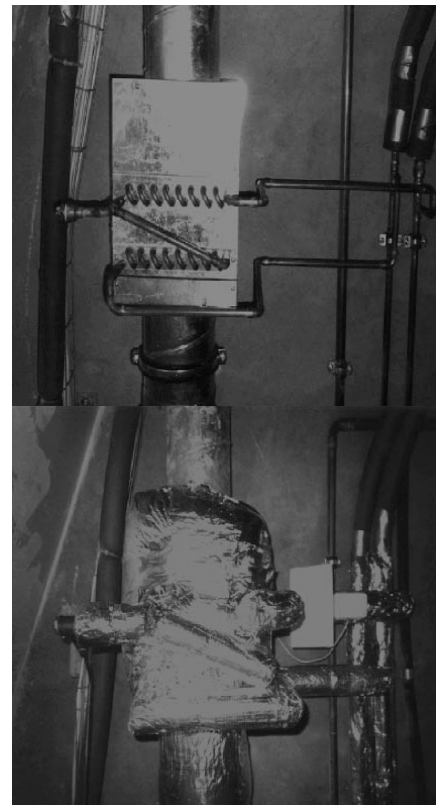


Abb. 10: Heizregister ohne und mit bauseitiger Dämmung

**Stärz:**

Die Materialfrage wird im Manuskript behandelt. Wir vermeiden z.B. PVC-haltige Rohre sowohl im Innenbereich als auch im Bereich des Erdreichwärmetauschers aus ökologischen Gründen wegen der Chlorchemie, mit der der Produktionsprozess verbunden ist. Man kann im Bereich des Erdreichwärmetauschers für diese Wohnungslüftungsanlagen sehr gut PE-Rohre einsetzen, die es als Kabelschutzrohre auch in relativ großen Nennweiten bis 200 gibt. Ebenso sind PE-Rohre als Stangenware mit entsprechender Muffenverschweißung als Elektroverschweißungen durchaus gängige Produkte. Bei großen Anlagen im gewerblichen Bereich, Bürogebäude mit Produktion, setzen wir dann auch Betonrohre als Erdwärmetauscher ein.

**Frage:**

Sie haben erläutert, dass man gegen das Problem der zu trockenen Luft in wenig genutzten Räumen in Abwesenheit den Luftdurchsatz drosseln kann. Kommt man hier im luftgeheizten Passivhaus erfahrungsgemäß nicht in Konflikt mit der Auskühlung durch verminderte interne Lasten und gleichzeitig Minderung der Luftheizung oder funktioniert das?

**Stärz:**

Sie sprechen den kritischen Punkt an. Im Extremfall ist es tatsächlich so, dass, wenn das Passivhaus mit Luft beheizt wird und die Luftmenge zu stark abgesenkt wird, weniger Wärmeleistung in den Raum geliefert wird. Das kann im Einzelfall schwierig sein, nach meiner bisherigen Erfahrung jedoch nicht. Es reicht immer aus, denn mit der Reduktion des Luftwechsels sinkt auch der Wärmebedarf des Raumes. Man muss in diesem Fall allerdings unter Umständen über das Kriterium 50 °C Zulufttemperatur hinausgehen. Dies ist aber bei entsprechend hochwertigen Frischluftfiltern mit der F7-Qualität auch wiederum kein Problem, da praktisch kein Staub mehr in der Luft ist, der verschwelen kann. Theoretisch besteht dieses Problem, in der Praxis ist es meiner Meinung nach kein Problem.

**Frage:**

Sie hatten im Vortrag erwähnt, dass eine Luftbefeuchtung durch einen Verdampfer erfolgen könnte. Welche Energiemenge verbraucht so ein Verdampfer im Zuluftstrom?

**Stärz:**

Die Frage kann ich hier nicht genau beantworten. Wir haben diese technische Lösung bei einem Gebäude mit Büronutzung vorgeschlagen, in dem aufgrund der hohen Raumbelastung ein relativ hoher Luftwechsel gefahren werden musste. In solchen Fällen geht es in erster Linie um die Sicherstellung der Behaglichkeit, über den tatsächlichen Energieverbrauch habe ich jetzt keinen Wert parat. Man wird mit einem Dampfbefeuchter aber sicher nicht wesentlich mehr Energie verbrauchen als man zum Verdampfen des Wassers braucht.

**Frage:**

Was halten Sie von einfachen Lüftungsanlagen, die nur aus einem Gerät bestehen und über die Nachströmung funktionieren, also eine reine Abluftanlage, die in der Außenwand montiert ist? Die hereinkommende Außenluft wird hinterm Heizkörper erwärmt und die Abluft nach außen über WC, Küche und Bad abgeführt. Sind diese Passivhaus-geeignet oder wo kann man sie einsetzen?

**Stärz:**

Eine solche „Lüftungsanlage“ ist eigentlich nur eine Abluftanlage mit einer kontrollierten oder regelbaren Zuluft im einzelnen Bereich. In dem gezeigten Beispiel des Einfamilienhauses (Abb. 1) liegen Sie im Energieverbrauch bei knapp 40 kWh, auch wenn Sie alle anderen Bauteile des Gebäudes schon im Passivhaus-Standard haben. Auch durch eine Verbesserung der Wärmedämmung von 30 auf 60 cm oder ähnliche Maßnahmen wird es nicht möglich sein den Passivhausstandard zu erreichen. Dies ist ganz explizit nur mit Einsatz der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung möglich.

**Frage:**

... die Wärmerückgewinnung erfolgt doch über eine Abluftwärmepumpe, die dann sozusagen Wärme aus der Luft wieder herausholt.

**Stärz:**

In dem Moment wird aber direkt elektrische Energie über die Wärmepumpe eingesetzt und im Regelfall die Wärme dieser Wärmepumpe zur Brauchwasserbereitung benutzt und nicht ins Lüftungssystem eingespeist. Somit entsteht das Problem, dass die Zuluft sehr kalt einströmt und es zu Unbehaglichkeiten kommen kann. Diese Einsatzmöglichkeiten sehe ich weder im Passivhaus noch für normale Wohngebäude, die vielleicht nur im Niedrigenergiehaus-Standard sind, als eine geeignete Lösung an. Ich würde die richtige Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bevorzugen und in diesem Fall nicht die Wärmepumpe einsetzen. Es gibt andere Wärmepumpenkonzepte, die in dem nachfolgenden Vortrag von Herrn Bühring auch dargestellt werden, wo man mit Wärmepumpentechnologie sehr effizient auch Lüftungsanlagen betreiben kann.

**Krapmeier:**

Es müsste dazu mittlerweile ein Bericht verfügbar sein über die größte - zumindest Wien publiziert das immer wieder – die größte Suncity Europas, die genau nach diesem Konzept gebaut ist. Aber eine Ergänzung noch dazu. Sie wollen natürlich mit Ihrer Anregung zahlreiche Gutachter und zahlreiche Rechtsanwälte brotlos machen. Denn hätten gemeinnützige Wohnbauträger und private Wohnbauträger das in ganz normalen Wohnhausanlagen längst schon eingebaut, dann würden nämlich diese ganzen Schimmelschäden alle beseitigt. Das würde die grundsätzliche Lüftung gewährleisten.

**Frage:**

Auf der Suche nach einem günstigen zweckmäßigen Rohrmaterial sind wir auf ein Kunststoffrohr gekommen, ein Dreischichtmaterial, das nicht auf PVC-Basis, sondern auf Polypropylenbasis unter anderem auch in Österreich produziert wird. Die Rohre sind steckbare Verbindungen, wie sie im Kanalbau bekannt sind. Gibt es damit Erfahrungen?

**Stärz:**

Verbundrohre setzen wir sehr ungern ein, gleichgültig in welchem Bereich, da sie immer einen Materialmix darstellen, der im Normalfall nur sehr schlecht recyclefähig ist. Das erfordert dann spezielle Anlagen. Dies ist auch der Grund, warum wir als Haustechnikplaner diese Verbundmaterialien auch im Sanitärleitungsbereich nicht oder nur sehr ungern einsetzen.

Wenn dieses Rohr aus einem Nicht-Lüftungsbereich stammt, ist ein Problem in den tatsächlichen Durchmesser oder Geometrieabmessungen zu sehen. Die Zuluft- und Abluftelemente haben Nennweite 100. Es wird Probleme bereiten, ein Abwasserrohr, das DN 100 ist und einen Außendurchmesser von 108 mm hat, auf das Abluftelement luftdicht zu montieren. Gerade in den Übergängen zwischen lufttechnischen Komponenten, die unvermeidbar notwendig sind, Messblenden etc. und einem Rohrmaterial aus einem anderen Anwendungsbereich sehe ich Probleme. Meiner Einschätzung nach ist es so, dass mit den Wickelfalzrohrsystemen und den entsprechenden Formstücken ein sehr kostengünstiges Material vorliegt, das auch problemlos über entsprechende Großhandlungen zur Verfügung steht.

**Frage:**

Was halten Sie von der Quelllüftung?

**Stärz:**

Quelllüftung betrifft eigentlich mehr die Luftausbreitung in Versammlungsstätten. Größere Räume, die mit größeren Volumenströmen beaufschlagt werden, müssen z.B. im engeren Geometriebereich vor dem Luftauslass das Sitzen von Personen ermöglichen, ohne dass Zuglufterscheinungen auftreten. Diese spielen im Einfamilienhausbereich eigentlich keine Rolle. Es ist keine Notwendigkeit für Quellauslässe gegeben. Die Lösung mit Weitwurfelementen ermöglicht im Regelfall ein kurzes Netz und eine sehr angenehme Luftverteilung im Raum.

**Frage:**

Die Idee der Quelllüftung war, die Luftzufuhr im unteren Bereich zu machen. Die verbrauchte schlechte und auch warme Luft steigt wie bei einer Rauchentwicklung nach oben und wird an der Decke abgesaugt.

**Stärz:**

Quelllüftung in dem Sinne, wie Sie es jetzt schildern als Verdrängungslüftung, wird bei den Wohnungs-

lüftungen nicht eingesetzt. Es ist vielmehr eine Durchmischung, die erreicht wird und die auch gut ist. Herr Schulze-Darup hat gestern auf entsprechenden Fotos gezeigt, wie die Durchmischung im Raum funktioniert. Diese Durchmischung haben wir selber auch nachvollzogen und solche Rauchttests auch selber schon gemacht. Die Quelläftung hat die Schwierigkeit, dass teilweise auch mit der Luft geheizt wird und wir dann eben mal kalte Luft an dem Auslass haben und mal warme Luft an dem Auslass haben und das ist eben mit der beschriebenen Einbringung, mit den Weitwurfelementen problemlos möglich in beiden Varianten.

**Frage:**

Ist Ihnen etwas zu einem möglichen negativen Einfluss von Rohrmaterialien auf die Verteilung der positiven und negativen Ionen in der Raumluft bekannt?

**Stärz:**

Mit der Beeinflussung der Luftqualität habe ich mich nicht auseinandergesetzt. Darüber gibt es sicherlich Veröffentlichungen.

**Frage:**

Bitte um eine kurze Stellungnahme zur CO<sub>2</sub>-Steuerung.

**Stärz:**

CO<sub>2</sub>-Steuerung ist machbar. Es gibt entsprechende Sensoren, die in Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Rate in der Luft den Luftwechsel variieren können, auf die Lüftungssteuerung wirken. Dies ist im Wohnungsbereich eigentlich nicht zu empfehlen, da das CO<sub>2</sub>-Kriterium als einziges Kriterium nicht ausreichend wäre, weil andere Beeinträchtigungen der Luft in Form von Gerüchen oder anderen Schadstoffen hinzukommen. Die entsprechenden Erfahrungen wurden im Passivhaus Darmstadt-Kranichstein gemacht. Dort hat sich mit der anfangs installierten CO<sub>2</sub>-gesteuerten Luftmengenregulierung gezeigt, dass diese nicht ausreichend ist, d.h. die Steuerung hat die Lüftung zu weit runtergefahren.



# LÜFTUNG SCHMID GmbH

- Be- und Entlüftungsanlagen
- Wohnraumlüftungsanlagen
- Service von Lüftungs- und Klimaanlage
- Klimatechnik
- Dunstabzugshauben