



# Automatisierte Wohnungslüftung

Wissenswertes über Abluftanlagen  
und Anlagen mit Wärmerückgewinnung

Praxis-Ratgeber 9



Impulsprogramm Schleswig-Holstein

# Vorwort

Das Impulsprogramm Schleswig-Holstein "Wärmetechnische Gebäudesanierung" wurde für Sie eingerichtet, um Ihnen die Vorteile einer umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierung überzeugend darzustellen.

Die Reihe "Praxis-Ratgeber" soll praxisbezogene Hinweise und Tipps geben und so eine Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe sein. Die verschiedenen Ratgeber sind von Fachleuten verfasst worden und sind durch ihren Bezug zur Praxis für jedermann leicht verständlich.

Wärmeschutz und Energieeinsparung geht uns alle an und ist am Wohngebäude an Fenster, Fassade, Dach, Kellerdecke und Heizanlage möglich. Bedenken Sie aber, dass ein ganzheitlich angelegtes Konzept (Dämmung des Gebäudes und Erneuerung der Heizanlage) wichtig ist, um die nachfolgend dargestellten Vorteile nutzen zu können.

Tipp: Planen Sie soviel Dämmung ein wie konstruktiv möglich. Lassen Sie sich auch bei einer schrittweisen Sanierung fachlich beraten. Dazu stehen Ihnen in Schleswig-Holstein Fachleute zur Verfügung, auf die in den Praxis-Ratgebern hingewiesen wird. Nutzen Sie die Vorteile, die sich nach einer energetischen Gebäudesanierung ergeben:

- Heizkostenersparnis: Wärme geht bei jedem Gebäude verloren. Aber vor allem Häuser, die vor 1977 gebaut wurden, können durch nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen und eine effiziente Heizungsanlage den Energieverbrauch in deutlichem Maß senken.

- Wirtschaftlichkeit der Sanierung: Wenn ohnehin Instandhaltungsmaßnahmen, Umbau oder Erweiterungen anstehen, sind energetische Modernisierungen sinnvoll und besonders wirtschaftlich.

- Wertsteigerung der Immobilie: Fachlich richtig geplante und ausgeführte Sanierungen schützen die Bausubstanz und vermeiden Bauschäden. Der Zeit- und Wiederverkaufswert einer Immobilie wird nachhaltig durch einen optimalen Wärmeschutz erhöht.

- Steigerung der Wohnbehaglichkeit: Durch die Dämmung der Gebäudehülle in Verbindung mit einer zeitgemäßen Heizanlage steigt die Wohnbehaglichkeit. Ein angenehmes Raumklima ohne störenden Luftzug trägt zum Wohlbefinden bei. Feuchte Wände gehören der Vergangenheit an.

- Klimaschutz: Private Haushalte nutzen etwa ein Drittel der gesamten Endenergie (Heizöl, Erdgas, Strom). Davon werden ca. 77% allein für die Raumbeheizung verbraucht. Wer Heizenergie einspart, senkt den Ausstoß von CO<sub>2</sub> und leistet einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz. Machen Sie mit!

In dieser Reihe sind folgende Praxisratgeber erschienen:

---

Nr. 1	Energieeinsparung an Fenstern und Außentüren
Nr. 2	Wärmedämmung von Außenwänden mit dem Wärmedämmverbundsystem
Nr. 3	Wärmedämmung von Außenwänden mit der Innendämmung
Nr. 4	Wärmebrücken
Nr. 5	Energiesparen in Mietwohnungen
Nr. 6	Wärmedämmung von geneigten Dächern
Nr. 7	Wind- und Luftdichtheit bei geneigten Dächern
Nr. 8	Lüftung im Wohngebäude
Nr. 9	Automatisierte Wohnungslüftung
Nr. 10	Wärmedämmung von Außenwänden mit der hinterlüfteten Fassade
Nr. 11	Niedertemperatur- und Brennwertkessel
Nr. 12	Brauchwasserbereitung mit Sonnenenergie
Nr. 13	Wärmedämmung von Außenwänden mit nachträglicher Kerndämmung
Nr. 14	Modernisierung von Wohnraum – Rechtslage- Förderung – Ablauf

---

# Inhalt

<b>Gute Raumlufthqualität durch automatisierte Wohnungslüftung</b> .....	4
<b>Funktionsprinzip von Wohnungslüftungsanlagen</b> .....	5
Automatisierte Wohnungslüftung ist keine Klimatisierung .....	5
<b>Fensterlüftung – warum sie nicht immer ausreicht</b> .....	6
<b>Vorteile der automatisierten Wohnungslüftung</b> .....	6
<b>Eine notwendige Voraussetzung: luftdichte Gebäudehülle</b> .....	7
Lüften nach Bedarf .....	8
<b>Abluftanlagen</b> .....	8
Zentrale Abluftanlagen für ein Haus oder eine Wohnung .....	8
Schalldämmung .....	9
Einsatzgrenzen für Abluftanlagen .....	9
Auf geringeren Stromverbrauch achten .....	10
Mechanische Einzelraumentlüftung .....	10
<b>Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung</b> .....	10
Auf geringeren Stromverbrauch achten .....	12
Zusätzliche Wärmerückgewinnung über Wärmepumpen? .....	12
Luftheizung – Klimaanlage .....	13
<b>Investitionskosten der automatisierten Wohnungslüftung</b> .....	13
<b>Energieeinsparung</b> .....	14
<b>Heizenergieeinsparung und Stromeinsatz</b> .....	15
<b>Wirtschaftlichkeit</b> .....	15
<b>Technik vor allem für den Neubau</b> .....	15
<b>Wissenswertes</b> .....	16
Der Umgang mit der Lüftungsanlage .....	16
Betriebs- und Wartungsanleitung .....	16
Feuerstellen im Raum .....	16
Einregulierung der Anlage .....	16
Planungshinweise .....	17
<b>Geeignete Maßnahmen in Ihrem Fall</b> .....	17

Titelfoto: Grafik, Atelier Göbel, Berlin

# Gute Raumlufthtqualität durch automatisierte Wohnungslüftung

Das Lüften von Gebäuden ist unverzichtbar. Ein hygienisch einwandfreier Luftzustand erfordert unter anderem die Abfuhr von Luftschadstoffen, die Begrenzung der relativen Luftfeuchte auf einen gesundheitlich und bauphysikalisch vertretbaren Bereich sowie die Begrenzung der Raumluftbelastung mit Kohlendioxid, Staub und Mikroorganismen.

Bisher werden Wohnungen in Deutschland fast ausschließlich über die Fenster gelüftet. Fensterlüftung kann man mit einem gewissen Recht als Zufallslüftung bezeichnen. Für den zukünftigen Einsatz von Lüftungsanlagen zur automatisierten Wohnungslüftung sprechen gute Argumente:

- die Sicherstellung einer dauerhaft guten Raumlufthtqualität,
- die Senkung der Lüftungswärmeverluste,
- die Verminderung der Gefahr von Bauschäden,
- die Steigerung des Wohnkomforts.

In dem vorliegenden Praxis-Ratgeber werden die folgenden Anlagen der automatisierten Wohnungslüftung beschrieben sowie die baulichen Voraussetzungen erläutert:

- Abluftanlagen,
- Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung,
- Dichtheit der Gebäudehülle als Voraussetzung für geringste Lüftungswärmeverluste siehe auch in dem Praxis-Ratgeber Nr. 7.

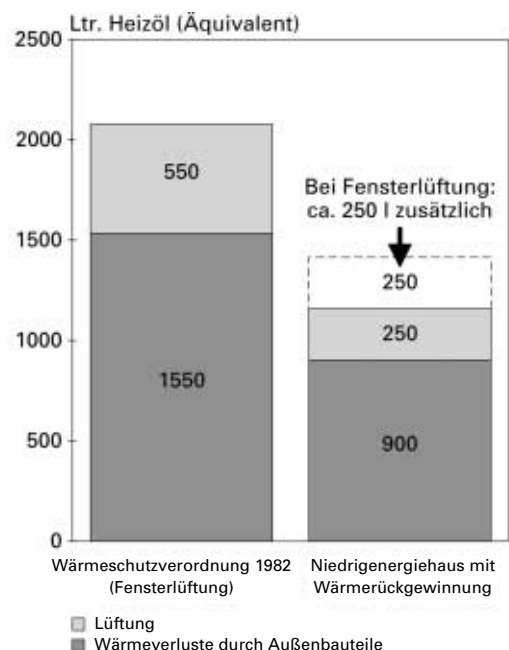
Informationen über Lufthygiene, den notwendigen Luftwechsel und eine zweckmäßige Fensterlüftung von Wohnungen finden Sie in dem Praxis-Ratgeber Nr. 8 „Lüftung im Wohngebäude“.

## Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste im Wohnungsbau

Der Heizwärmebedarf wird an erster Stelle durch einen verbesserten baulichen Wärmeschutz stark reduziert. Die Senkung der Lüftungswärmeverluste ist durch eine dichte Ausführung der Gebäudehülle und durch Anlagen zur automatisierten Woh-

nungslüftung möglich. Die Größenordnungen können für ein Beispielgebäude (Einfamilienhaus) der unten stehenden Grafik entnommen werden: unterstellt wurde ein durchschnittliches Lüftungsverhalten, die Lüftungsverluste können von Fall zu Fall also auch größer oder kleiner sein. Deutlich wird zweierlei:

- Bei einem Neubau nach Wärmeschutzverordnung machen die Lüftungsverluste ca.  $\frac{1}{4}$  der Gesamtverluste aus. Zum Erreichen des Niedrigenergiestandards müssen deswegen auf jeden Fall die Transmissionsverluste reduziert, d. h. der Wärmeschutz der Gebäudehülle verbessert werden.
- Der Anteil der Lüftungswärmeverluste beträgt beim Niedrig-Energiehaus noch ca.  $\frac{1}{3}$ . Durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann dieser Betrag gegenüber Fensterlüftung halbiert werden.
- Damit in der Praxis tatsächlich eine Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnungsanlagen erzielt wird, müssen eine Reihe von Voraussetzungen unbedingt erfüllt sein (siehe Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung).



Ltr. Heizöl (Äquivalent) Niedrig-Energiehaus mit Wärmerückgewinnung

# Funktionsprinzip von Wohnungs- lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen ziehen die verbrauchte Raumluft dort ab, wo sie am meisten belastet ist: Aus WC, Bad und Küche (Abluft Räume) wird die Raumluft nach außen abgesaugt. In Wohn- und Schlafräumen strömt frische Außenluft zu, je nach Art der Anlage über ein Kanalsystem oder direkt über Nachströmöffnungen in den Außenwänden. Von den Zuluft- zu den Ablufträumen strömt die Luft durch definierte Öffnungen der Innentüren oder durch zu montierende Überströmgitter. Die Strömungsrichtung der Luft ist optimal, kein Toilettengeruch, keine Kochdämpfe strömen in die Wohnräume. Der dauerhafte Antrieb für den Luftaustausch wird durch ein Ventilatorgerät sichergestellt, das wahlweise mit einem Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung ausgestattet werden kann. Die Anlagen werden per Hand oder automatisch geregelt. Sowohl die Abluftmengen als auch die Verteilung der Zuluftmengen sollen in Abhängigkeit von den Luftverhältnissen verstellbar sein. Dies kann von Hand an den Ventilen oder automatisch, z. B. entsprechend der relativen Luftfeuchte, geschehen.

## **Automatisierte**

## **Wohnungslüftung ist keine Klimatisierung**

Bei den Anlagen zur automatisierten Wohnungslüftung handelt es sich nicht um Klimaanlage. Den Wohnräumen wird ausschließlich frische Außenluft zugeführt, eine Vermischung mit verbrauchter Luft oder eine Luftbehandlung (Befeuchtung, Kühlung) findet nicht statt. Die Bewohner können die Lüftungsanlage in extremen Situationen durch Fensterlüftung unterstützen. Im Normalbetrieb wird statt des Fenstergriffes jetzt eine Regelklappe oder ein Schalter bedient, mit dem in den Anlagenbetrieb eingegriffen werden kann (Ein-, Ausschaltung, Schwach-, Voll-, Teillast bei Abwesenheit). Dieser Schalter sollte zentral z. B. in der Küche angeordnet sein. Zuluftöffnungen sollten vom Nutzer manuell gut zugänglich und verschließbar sein, um z. B. von außen eindringenden Kamin geruch, Sturm o.ä. abzuschotten.

## **Achtung!**

Wer über Lüftungsanlage und wie gewohnt zusätzlich mit Fensterlüftung für Frischluft sorgt, erhöht die Lüftungswärmeverluste seines Gebäudes beträchtlich. Daher ist es wichtig, dem Nutzer eine für Laien verständliche Gebrauchsanweisung, ähnlich wie beim PKW, anhand zu geben, die auch Auskunft zu Wartungsintervallen gibt. Wer sich also für eine Lüftungsanlage entscheidet sollte auch entsprechend damit leben und weitestgehend auf Fensterlüftung verzichten, denn gekippte Fenster führen zur Auskühlung von Fensterleibung und Sturz und benötigen viel Energie zur Wiedererwärmung.

## **Frischluft durch Fugen und Ritzen?**

Häufig wird über anscheinend zu dichte Fenster geklagt. Dahinter steht der Wunsch, durch undichte Fensterrahmen und Fugen und Ritzen in den Außenbauteilen könne der notwendige Luftaustausch gewährleistet werden. Gegen dieses Wunschdenken spricht vor allem, daß der Luftaustausch durch Fugen und Ritzen unkontrolliert und unbeständig erfolgt:

- Bei Winddruck oder -sog entsteht ein unkontrollierbarer Luftaustausch in Räumen, auch bei Nichtnutzung. Fugen bringen keinen Beitrag zur Lüftererneuerung an windschwachen und mäßig warmen Tagen.
- Um auch in windarmen Zeiten nennenswert zur Lüftererneuerung beizutragen, müßten die Fugen in solchem Maße undicht sein, daß bei Wind Zugluft entstünde.
- Gerade in Bad, WC, Küche (Geruchsbelastung) sind die Fenster klein und damit die verfügbaren Fugen äußerst kurz.
- Bauschäden drohen: strömt feuchte, warme Raumluft durch Fugen nach außen, besteht die Gefahr, daß an der kalten Seite der Bauteile Wasserdampf auskondensiert.

Fazit: Die Gebäudehülle sollte gut abgedichtet werden, wie es im übrigen die DIN V 4108 T 7 und die Wärmeschutzverordnung schon lange vorschreiben.

# ***Fensterlüftung – warum sie nicht immer ausreicht***

- Fenster öffnen erneuert die Raumluft jeweils nur kurzzeitig. Danach verschlechtert sich die Luftqualität wieder bis zum nächsten Lüftungsintervall.
- An windschwachen und mäßig warmen Tagen fehlt der „Antrieb“ für den Luftaustausch.
- An Tagen mit Winddruck auf den Fenstern von Küche, Bad, WC wird die geruchsbelastende Luft durch die Wohnung gedrückt.
- Schläft man bei geschlossenem Fenster, ist die nächtliche Luftqualität in Schlafzimmern sehr schlecht.
- Einmal in der Wohnung ausgebreitete Gerüche werden nur sehr langsam beseitigt.
- An lärmbelasteten Straßen können Fenster nur nachts geöffnet werden.
- Der Einbruchschutz kann Fensterlüftung einschränken.
- Bei Abwesenheit (Berufstätigkeit) kann nicht ausreichend gelüftet werden (Problem: Feuchte aus Handtüchern, Pflanzen etc.).
- Werden Fenster in „Kipp-Stellung“ belassen, entsteht ein unnötig hoher, hygienisch nicht notwendiger Luftwechsel, z. B. auch während der Raum nicht genutzt wird. Es wird zum Fenster hinausgeheizt und so Bauteile um das Fenster (Sturz, Laibung) ausgekühlt, die dann viel Energie zur Wiedererwärmung benötigen.

## ***Vorteile der automatisierten Wohnungslüftung***

Gegenüber den Mängeln der Fugen- und der Fensterlüftung weisen Gebäude mit automatisierter Wohnungslüftung entscheidende Vorteile auf:

- Garantie eines dauerhaften, hygienischen Grundluftwechsels, der von Wiedereinflüssen (Wind und Temperaturunterschieden) und dem Bewohnerverhalten unabhängig ist.
- Dauerhafte Lüftererneuerung auch nachts und bei Abwesenheit der Bewohner (z. B. Schlafzimmerlüftung, Badezimmerentfeuchtung).
- Optimale Raumluftfeuchte, damit Vorbeugung vor Feuchte- und Schimmelschäden.
- Geringe Schadstoffkonzentration der Raumluft (Emissionen aus Möbeln, Klebstoffen, Haushaltschemikalien). Wichtigste Abhilfemaßnahme ist hier jedoch die Auswahl von schadstoffarmen Baustoffen, Inneneinrichtungen und Haushaltsprodukten.
- Absaugung von Gerüchen direkt aus Räumen mit Geruchsquellen (Küche, Bad, WC).
- Die Fenster können geschlossen bleiben (weniger Lärm, Abgase, Insekten).
- Beitrag zum „allergiefreien Haus“. Mit hochwertigen Zuluftfiltern können Staub, Pollen und andere Allergene aus der Luft weitgehend herausgefiltert werden.
- Möglicher Einsatz zur sommerlichen Wohnungskühlung (kältere Nachtluft).
- Optimale Verbindung von erwünschter Energieeinsparung und erforderlicher Innenlufthygiene.

Bewohner von Niedrig-Energiehäusern mit Lüftungsanlagen heben die dauerhaft gute Raumluftqualität in ihren Häusern hervor.

### ***Häufig anzutreffene planerische Mängel***

- Verschlußmöglichkeit der Zuluftöffnungen ist nicht gegeben, Gerüche dringen unaufhaltsam in die Wohnung ein.

- Zuluftöffnungen weisen Zugerscheinungen auf,
- Geräuschbelästigung auf der Abluftseite,
- hohe Stromkosten bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung (nur bei elektrischem Vorheizregister),
- schlechte Wartungsmöglichkeit (festinstallierter Heizkörper steht vor dem Zuluftelement),
- auf dem Spitzboden untergebrachte Zentralanlagen sind schwer zugänglich,
- schlecht gedämmte Lüftungsleitungen in ungedämmten Gebäudebereichen mit Folge von Tauwasserausfall im Rohrnetz,

- Schaltmöglichkeiten fehlen (ausschalten nur über Sicherung möglich).

Diese Punkte sind meist Folgen einer schlechten Planung bzw. einer mangelhaften Ausführung vor Ort und sind in der Regel zu vermeiden. Die Leistungsbeschreibung für die ausführende Firma sollte im Vorwege klar definiert werden, damit eine fachgerechte Installation erfolgen kann.

## ***Eine notwendige Voraussetzung: luftdichte Gebäudehülle***

Besonders beim Betrieb von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ist die Dichtheit der Außenbauteile entscheidend für die erzielbare Energieeinsparung. Treten unkontrollierte Lüftungswärmeverluste durch Fugen und Ritzen auf, so ändert die Wärmerückgewinnung über einen Wärmetauscher an diesen Verlusten nichts. Der Heizenergieverbrauch des Wohngebäudes bleibt dann trotz Wärmerückgewinnung hoch.

Undichte Häuser sind kein Qualitätsmerkmal für die Bauausführung, sondern das genaue Gegenteil, da sie zu erhöhten Lüftungswärmeverlusten, Zugluft und Bauschäden im undichten Bauteil (Tauwasserausfall, Schimmel) führen können. Luftdichte Bauteile erzielt man z. B. durch die folgenden Maßnahmen:

- Innenputz von Außenwänden bis auf den Rohfußboden herunterputzen.
- sorgfältige Eindichtung von Fensterblendrahmen in die Außenwand, z. B. durch eine Einbauzarge.
- Einjustieren der Blend- und Flügelrahmen von Fenstern und Außentüren.
- Leichtbaukonstruktionen müssen speziell luftdicht gemacht werden, z. B. durch flächige Folien oder Wandbauplatten.
- Alle Bauteilanschlüsse und sämtliche Durchdringungen durch die Außenbauteile müssen den Dichtheitsanforderungen der einschlägigen Bauvorschriften entsprechen.

- Notwendige Nachströmöffnungen, zum Beispiel für Feuerstellen im Raum, werden gezielt eingebaut (Kanalführung, Luft-Abgas-Schornstein).
- Bei Einbau eines Kamins o. ä. sollte eine verschließbare Zuluftführung unterhalb des Verbrennungsraumes vorgesehen werden.
- Der Praxis-Ratgeber Nr. 7 gibt Hinweise zum luftdichten Aufbau von Dächern.

Die Wärmeschutzverordnung und die DIN V 4108 T 7 fordern die Gebäudedichtheit nach dem „Stand der Technik“. Die Anforderungen können durch eine Luftdichtheitsmessung im Gebäude nachgewiesen werden, wenn Zweifel an einer sorgfältigen Ausführung bestehen. Hierbei wird die Menge der durch offene Ritzen einströmenden Luft gemessen, während ein Gebläse das Gebäude unter 50 Pascal Unterdruck hält (sog. Drucktest). Die unter dieser Prüfbedingung gemessene Drucktestzahl (n50-Wert) sollte die folgenden Werte nicht überschreiten:

bei Gebäuden mit eingebauter automatisierter Lüftung 1,0/ h  
bei Gebäuden ohne automatisierte Lüftung 3,0/ h

Informationen über Luftdichtheitsprüfungen erhalten Sie u. a. unter der Telefonnummer 04 31 / 6 63 69-0

## Lüften nach Bedarf

Der Gehalt der Raumluft an Kohlendioxid und Wasserdampf ist in Wohnungen ein geeigneter Maßstab, um die Größe des hygienisch erforderlichen Luftwechsels zu beurteilen. Legt man die Abfuhr von Kohlendioxid zugrunde, würde über das ganze Jahr eine Frischluftmenge von etwa 25 m³/Stunde je Person ausreichen. Zur Abfuhr von Wasserdampf in der Übergangsjahreszeit können bis zu 40 m³/Stunde je Person notwendig sein. An die-

sem personenbezogenen Wert sollte die Leistung der Lüftungsanlage ausgelegt werden. Die resultierende Luftwechselrate ergibt sich dann in Abhängigkeit von der Gebäude- oder Wohnungsgröße.

Zu beachten ist: die Lüftungsanlage stellt einen hygienischen Grundluftwechsel sicher. Besteht kurzzeitig höherer Lüftungsbedarf in einzelnen Räumen, kann die Anlage auf Maximalbetrieb geschaltet werden; auch zusätzliche Fensterlüftung ist jederzeit möglich.

# Abluftanlagen

Mit Abluftanlagen wird vor allem der hygienisch notwendige Luftwechsel und damit eine hohe Raumluftqualität sichergestellt. Eine zusätzliche Senkung der Lüftungswärmeverluste in geringem Umfang erfolgt nur, wenn

- die Dichtheit der Gebäudehülle gut ist und
- wegen der spürbar guten Raumluftqualität eine Fensterlüftung weitgehend verzichtbar wird.

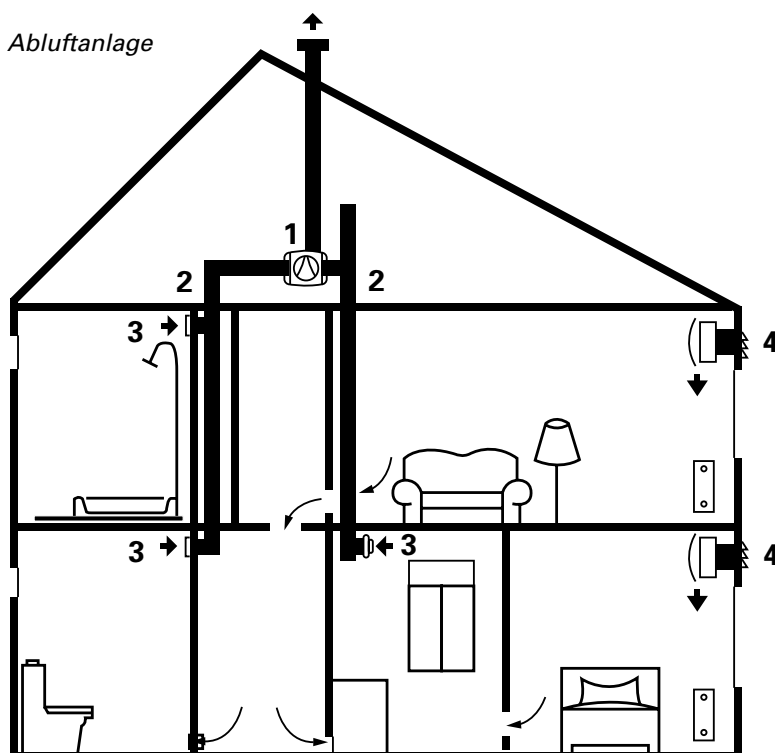
Derzeit werden vom Land Schleswig-Holstein lediglich Abluftanlagen empfohlen, weil erfahrungsgemäß Anlagen mit Wärmerückgewinnung keine größeren Energieeinsparungen mit sich bringen und diese in der Anschaffung erheblich teurer sind.

## Zentrale Abluftanlagen für ein Haus oder eine Wohnung

Zentrale Abluftanlagen erfordern einen geringen anlagentechnischen Aufwand. Ihre Bestandteile:

- Abluftventilator (1) Aufstellungsort: z. B. Dachboden, Abstellraum;
- kurze Rohrnetzverbindung (2) vom Ventilator zu Küche, Bad und WC (Ablufträume) für die Absaugung verbrauchter Raumluft, evtl. mit Rohrschalldämpfer, (mit glattwandigen Rohren, zur Minimierung der Reibungsverluste);
- Abluftventile (3) in den Ablufträumen;
- Nachströmöffnungen (4) in den Außenwänden der Wohn- und Schlafräume immer über Heizkörpern;
- Regelung.

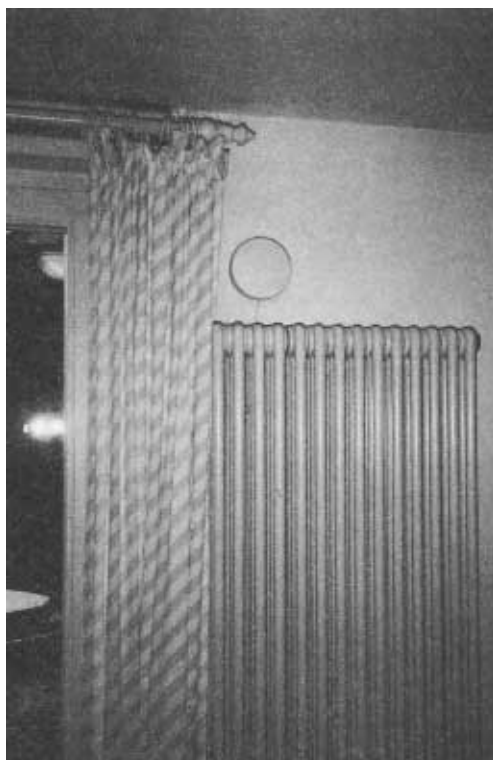
In Abluftsystemen wird die Luft aus Bad, WC und der Küche über Kanäle mit einem zentralen Ventilator abgesaugt. Der Anschluß einer Dunstabzugshaube ist möglich, aber aufgrund einer eventuellen Verfettung des Rohrsystems nicht empfehlenswert. Die Kanalsysteme sind in der Regel kurz, da Sanitärräume meist nah bei-





einander liegen. Die Frischluft strömt über Nachströmöffnungen in der Außenwand in die Wohn- und Schlafräume nach. Sie sollten immer über einem Heizkörper sitzen. Wahlweise können die Nachströmöffnungen auch im oberen Fensterblendrahmen angebracht werden. Die einströmende kalte Luft vermischt sich dann mit der am Heizkörper nach oben strömenden warmen Raumluft, dadurch werden Zugerscheinungen vermieden. Die Luft kann über Fugen im Bereich der Innentüren (Spalt von 1 cm Breite unterhalb der Tür) oder besondere Überströmeinsätze in den Innentüren oder -wänden den Ablufträumen zuströmen. Im Bad kann das Überströmgitter oberhalb der Tür angebracht werden (Vermeidung von Zugluft an den Füßen).

An den o.g. Nachströmöffnungen 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 manuell einstellbare oder selbsttätig feuchtegeregelte Modelle zur Verfügung. Die Öffnungen müssen einen für den erforderlichen Volumenstrom ausreichenden Querschnitt aufweisen.



*Nachströmöffnung für Wandmontage*



*Zentrales Ventilatorgerät mit 50 Watt Antriebsleistung, Abmessungen: Würfel mit ca. 30 cm Kantenlänge.*

## **Schalldämmung**

Bei höherer Schallbelastung sollten Nachströmöffnungen mit schalldämmender Ausstattung gewählt werden. Für diesen Fall ist eine Wandmontage erforderlich. Grundsätzlich sollte die Schalldämmung der Nachströmöffnung die des Fensters nicht unterschreiten.

Bei wohnungsweisen Anlagen erfolgt die Regelung des Volumenstroms über elektronische Drehzahlregler.

Mehrfamilienhäuser: Bei Anlagen für mehrere Wohnungen erfolgt die Drehzahlregelung des Ventilators zentral über einen Differenzdrucksensor sowie eine Zeitschaltuhr, die Luftmenge kann für jede Wohneinheit individuell durch Klappen eingestellt werden.

## **Einsatzgrenzen für Abluftanlagen**

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 Störungen führen. Dann ist unter Umständen eine Zu-/Abluftanlage geeigneter.



*Abluftventil im Bad*

## **Auf geringen Stromverbrauch achten**

Die elektrische Antriebsleistung des Ventilators sollte für eine Wohnung nicht größer als 30 W, für ein Einfamilienhaus nicht größer als 50 W sein. Der Jahresstromverbrauch während der Heizperiode liegt dann zwischen 120 und 200 kWh je Wohneinheit (30-50 DM Stromkosten pro Jahr). Bei Mehrfamilienhäusern muß eine genaue Planung den Stromverbrauch minimieren helfen. Inzwischen werden von verschiedenen Herstellern Lüftermotoren mit Gleichstrom angeboten, die einen erheblich niedrigeren Stromverbrauch aufweisen, jedoch in der Anschaffung etwas kostenintensiver sind.

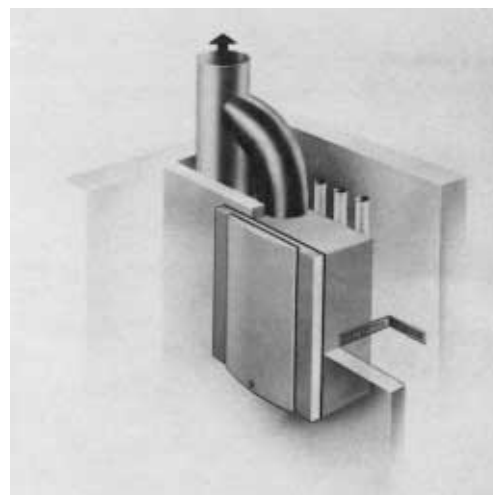
## **Mechanische Einzelraumentlüftung**

Alternativ zur zentralen Entlüftung kann in Küche, Bad oder WC je ein einzelner Lüfter

eingebaut werden. Die Einzelraumentlüftung wird durch Nachströmöffnungen in den Außenwänden der Wohn- und Schlaf Räume ergänzt.

Die Lüfter sollten mindestens zwei Leistungsstufen haben, damit neben der forcierten Lüftung bei Nutzung der Räume eine Grundlüftung während der Heizperiode möglich ist. Gute Lüfter benötigen nur geringe Antriebsleistungen (z. B. 7 bzw. 14 Watt). Solche Lüfter sind auch mit Zeitschaltuhren oder Feuchtereglern erhältlich.

- Der jährliche Stromverbrauch beträgt ca. 50 kWh, die Betriebskosten belaufen sich auf 13 DM/Jahr.
- Die Investitionskosten für eine Einzelraumentlüftung liegen pro Raum bei ca. 600,- DM.



*Ventilator zur Einzelraumentlüftung*

# **Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung**

Durch Einsatz von Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung läßt sich **unter optimalen** Bedingungen eine Halbierung der Lüftungswärmeverluste erzielen. Die mögliche Energieeinsparung ist jedoch neben der Güte der Anlage auch an bauliche Voraussetzungen gebunden. Die folgenden Voraussetzungen müssen sichergestellt sein, wenn ihr Einsatz zu einer

Energie- und Kosteneinsparung führen soll:

- Eine dichte Ausführung der Gebäudehülle (Luftwechselzahl unter 1-fach pro Stunde beim 50 Pa-Unterdrucktest).
- Wahl einer Anlage mit möglichst geringem Stromverbrauch.

- Sorgfältige Dimensionierung, sorgfältiger Einbau und Einjustierung aller Anlagenteile.
- Senkung der heute noch hohen Investitionskosten.
- Regelmäßige Wartung der Anlage mit Filterwechsel (ggf. Wartungsvertrag mit dem einbauenden Gewerk abschließen).

**Die Bestandteile von Wärmerückgewinnungsanlagen sind:**

- Ventilatorzentralgerät mit Wärmetauscher (1),

**Bei Wärmetauschern wird zwischen Kreuzstromwärmetauscher Gegenstromwärmetauscher unterschieden.**

**Der Gegenstromwärmetauscher weist derzeit den effektivsten Wärmerückgewinnungsgrad auf.**

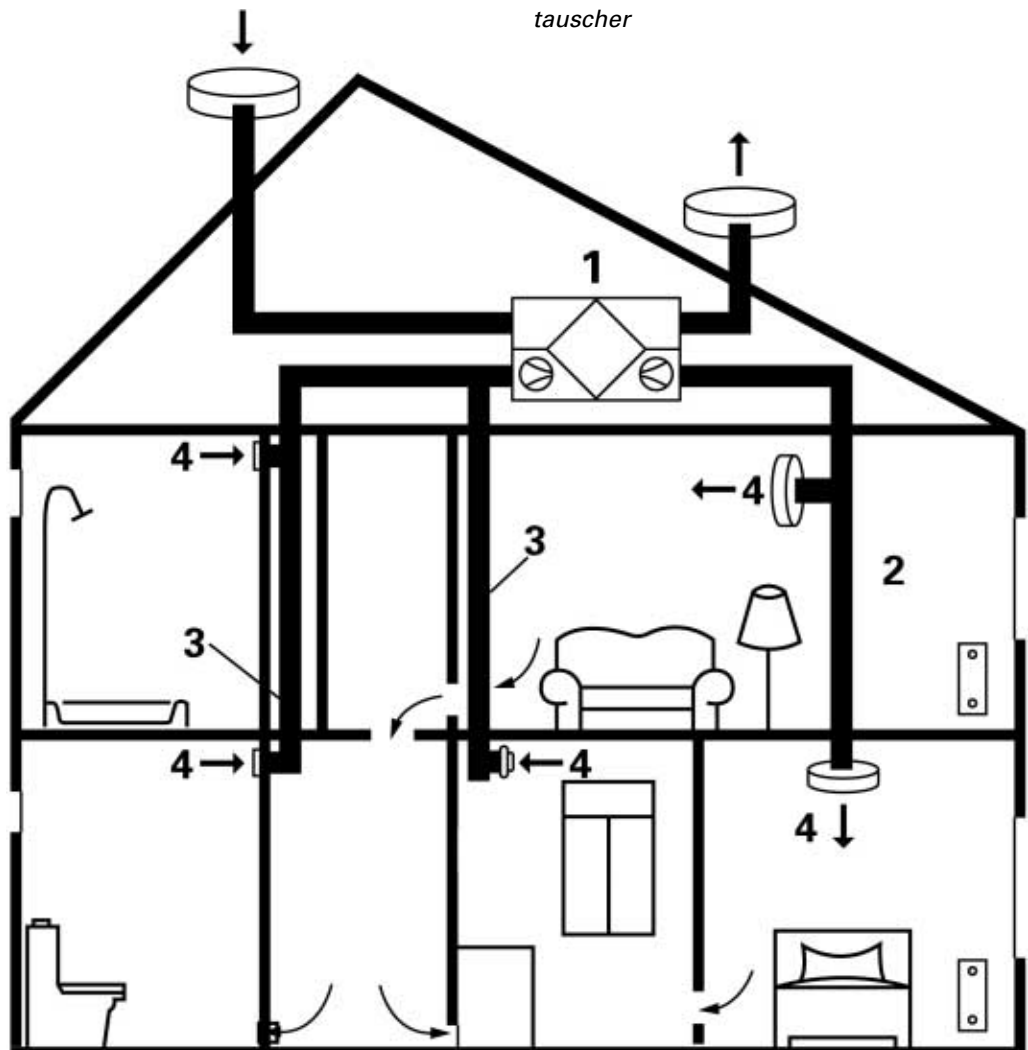
- Zuluftkanalsystem zu den Wohn- und Schlafräumen (2),

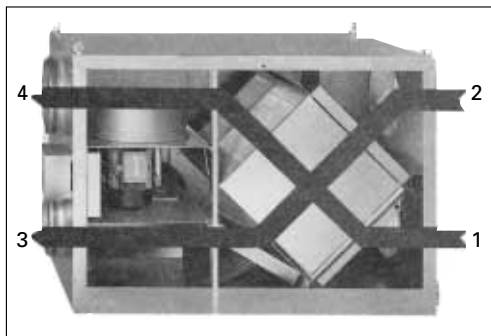
- Abluftkanalsystem von den Ablufträumen (Küche, Bad, WC) (3),
- Lufteinlässe und -auslässe, z. B. Teller-ventile (4),
- Regelung.

Im Unterschied zu Abluftsystemen strömt hier die Frischluft nicht direkt von außen in die Räume. Sie wird in der Regel über ein eigenes Kanalsystem den Wohn- und Schlafräumen zugeführt. Frischluft und Abluft werden dabei durch einen Wärmetauscher geführt, in dem 50 % bis 80 % des Wärmeinhalts der abgesaugten Luft für die Vorerwärmung der Frischluft genutzt werden. Frischluft- und Abluftstrom laufen jedoch streng getrennt, so daß keine Vermischung oder Geruchsübertragung stattfindet (keine Umluft).

Wärmerückgewinnungsanlagen erfordern Schalldämpfer im Rohrnetz zwischen den Räumen und nach dem Ventilatorgerät, um eine Geräuschübertragung zu vermeiden. Da die Temperatur der Zuluft wegen der Wärmerückgewinnung auch bei kalten

*Zu-/Abluftsystem mit Wärmerückgewinnung über Plattenwärmetauscher*





*Prinzip Zu-/Abluftgerät (Wärmetauscher)*

- (1) Abluft vom Raum
- (2) Außenluft (Frischluft)
- (3) Zuluft zum Raum
- (4) Fortluft ins Freie

Außentemperaturen kaum unter 10° C fällt, ist eine Nacherwärmung meist nicht notwendig. Wo sie dennoch gewünscht wird, sollte sie durch die Heizung und nicht elektrisch erfolgen.

Die Anordnung der Luftauslässe ist unabhängig von der Lage der Heizkörper im Raum. Sie sollten jedoch nicht so eingebaut werden, daß Sitzgruppen oder Betten direkt angeströmt werden. Eine zusätzliche Reinigung der Zuluft von Staub, Pollen und nötigenfalls auch von anderen Bestandteilen durch spezielle Luftfilter ist möglich. Gegenüber reinen Abluftanlagen ergeben sich also dort Vorteile, wo große Volumenströme, hohe Anforderungen an das Raumklima, den Schallschutz nach außen oder die Luftfilterung gestellt werden.

## **Auf geringen**

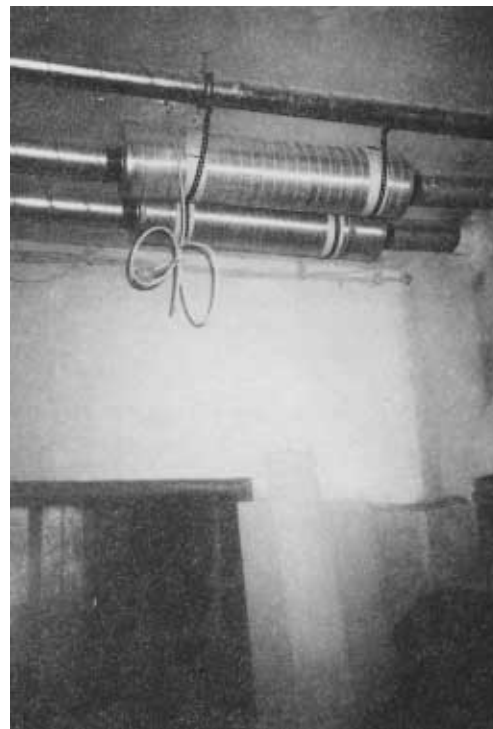
### **Stromverbrauch achten**

Bei einer elektrischen Antriebsleistung (Einfamilienhaus) von maximal 100 W für die Lüftermotoren einer guten Anlage liegt der Stromverbrauch bei rund 300-450 kWh in der Heizperiode. Das Verhältnis von Stromeinsatz und rückgewonnener Heizwärme sollte mindestens 1:5 betragen. Moderne Anlagen werden mit Gleichstrommotoren ausgerüstet, die einen geringeren Stromverbrauch aufweisen.

## **Zusätzliche Wärmerückgewinnung über Wärmepumpen?**

Durch Einsatz einer Wärmepumpe hinter dem Fortluftauslaß des Wärmetauschers kann ein weiterer Teil der in der Abluft enthaltenen Energie genutzt werden.

Für Wohnungs-lüftungsanlagen werden elektrisch betriebene Wärmepumpen angeboten. Verrechnet man den Umwandlungs- und Verteilungsnutzungsgrad bei der Stromerzeugung in der Bundesrepublik in Höhe von 34 % mit der elektrischen Leistungsziffer der Wärmepumpe (Verhältnis von Nutzwärme zu Stromeinsatz) von etwa 2,8, so ist eine Primärenergieeinsparung und Umweltentlastung durch diese Technik sehr klein oder nicht gegeben. Auch bei den Betriebskosten ergibt sich kein Vorteil. Bei einem Strompreis von 26 Pf/kWh (Antriebsenergie Wärmepumpe) und einem Preis der rückgewonnenen Heizwärme von 6 Pf/kWh müßte die Wärmepumpen-Leistungsziffer über 4 liegen, wenn ein Betriebskostenvorteil erzielt werden soll. In Forschungsprojekten gemessene Wärmepumpen erzielten jedoch in der Regel nur Leistungsziffern unter 3.

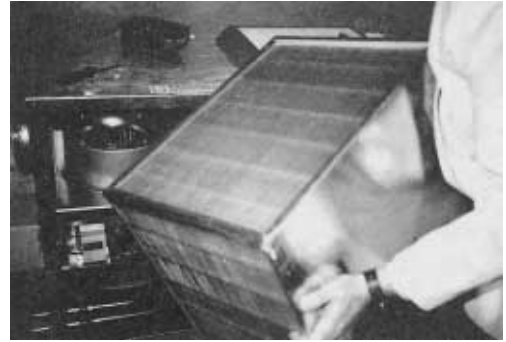


*Schalldämpfer im Rohrnetz einer Zu-/Abluftanlage. Das Rohrnetz muß aus glatten Materialien mit geringem Strömungswiderstand bestehen (hier: Wickelfalzrohr).*

## ***Luftheizung – Klimaanlage***

Heute werden Lüftungsanlagen im Wohnungsbau überwiegend mit den bekannten Niedertemperatur-Warmwasserzentralheizungen (Gasbrennwertkessel, Ölniedertemperaturkessel, Fernwärmeversorgung) kombiniert.

Luftheizungen für Wohnräume unterliegen anderen Anforderungen als Lüftungsanlagen. Ihr Einbau ist in gut wärmegeprägten und luftdichten Gebäuden möglich, Vor- und Nachteile gegenüber einer getrennten Ausführung von Lüftung und Heizung müssen vorher sorgfältig ermittelt werden. In der Regel ist die getrennte Ausführung der Lüftungsanlagen und der Warmwasserzentralheizung funktionell und kostenseitig günstiger. Klimaanlage, mit



*Herzstück der Anlage: ein Plattenwärmetauscher*

denen Räume zusätzlich gekühlt und be- oder entfeuchtet werden können, sind bei guter Gebäudeplanung in unserem Klima für Wohnräume nicht erforderlich.

# ***Investitionskosten der automatisierten Wohnungslüftung***

Die Investitionskosten für die automatisierte Wohnungslüftung liegen beim Neubau 1998/99 in den folgenden Größenordnungen:

- Abluftanlagen: 30-40 DM/m<sup>2</sup> Wohnfläche (3.500-4.500 DM pro Einfamilienhaus),
- Wärmerückgewinnung: 80-120 DM/m<sup>2</sup> Wohnfläche (mit Planungskosten, 9.000-15.000 DM pro Einfamilienhaus)

Es ist zu erwarten, daß die Investitionskosten für Wohnungslüftungsanlagen bei vergrößerter Nachfrage und wachsenden Bauverfahren sinken werden.

Wohnungslüftungsanlagen dienen nicht nur der Heizkosteneinsparung und Umweltentlastung, sondern bieten als Gegenwert zusätzlich bessere Luftqualität in den Wohnungen sowie Schutz der Bausubstanz gegen Feuchteschäden.

# Energieeinsparung

Die erzielbare Energieeinsparung hängt stark vom Bewohnerverhalten ab. Voraussetzung ist, daß die Anlage durch die Bewohner akzeptiert und auf Fensterlüftung in der Heizperiode weitgehend verzichtet wird.

Die Lüftungswärmeverluste wurden im Beispiel (Grafik) für ein Einfamilienhaus berechnet (Niedrigenergiebauweise). Bei der Fensterlüftung können die Luftwechselraten je nach Nutzergewohnheiten von Wohnung zu Wohnung stark voneinander abweichen. Für den Ausgangsfall „Fensterlüftung“ wurde ein Nutzerverhalten angenommen, bei dem sparsam gelüftet aber noch eine ausreichende Raumluftqualität erreicht wird.

Diese „vorsichtige“ Annahme ist begründet: ist der Nutzer nicht an ein sparsames Lüftungsverhalten gewöhnt, kann nach Bezug einer Wohnung mit Lüftungsanlage

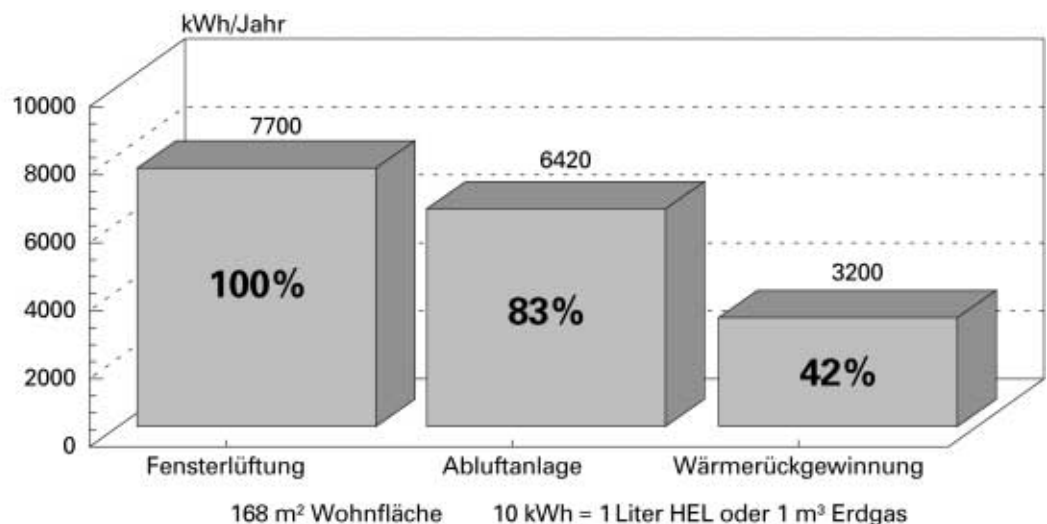
10-15 % geringer sein als bei der Fensterlüftung.

- Bei Wärmerückgewinnung können die Lüftungswärmeverluste gegenüber einer Abluftanlage nochmals halbiert werden, wenn die genannten Voraussetzungen (Seiten 9, 12 und 13) erfüllt sind.

Die Gesamtwärmeverluste des Beispiel-Gebäudes liegen mit Fensterlüftung bei 14.000 kWh pro Jahr.

(1.400 Liter Heizöl), mit Abluftanlage bei 12.600 kWh und mit optimal eingebauter Wärmerückgewinnungsanlage bei 9500 kWh pro Jahr. Pro m<sup>2</sup> Wohnfläche sind dies 83 bzw. 75 und 57 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr, wobei auf die Lüftungswärmeverluste 46 bzw. 38 und 20 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr entfallen.

Die Auswertung praxisbezogener Verbrauchsdaten zeigt nunmehr seit zehn



Grafik: Lüftungswärmeverluste einer Heizperiode am Beispiel eines Einfamilienhauses (168 m<sup>2</sup> Wohnfläche) bei unterschiedlicher Lüftung.

nicht immer eine Verhaltensänderung erwartet werden, so daß die Lüftungswärmeverluste unter Umständen hoch bleiben.

- Bei einer Abluftanlage können die jährlichen Lüftungswärmeverluste um rund

Jahren, daß Energieeinsparungen mit Wärmerückgewinnung nicht automatisch garantiert sind. Die Wirksamkeit der Anlagen sind von einer sorgfältigen Planung und Ausführung, einer sehr dichten Gebäudehülle und einem angepaßten Nutzerverhalten abhängig.

# Heizenergieeinsparung und Stromeinsatz

In einem energetischen Aufwand-Nutzen-Vergleich ist auch der zusätzliche Strom-einsatz zum Betrieb der Ventilatoren zu bilanzieren. Bei stromsparender Auslegung der gesamten Lüftungsanlage liegen die Stromverbräuche sehr niedrig: pro Einfamilienhaus zwischen 180 (Abluft) und 400 kWh/Jahr (Wärmerückgewinnung).

- Haushalte mit stromsparender Haus-haltsgeräteausstattung können trotz des zusätzlichen Stromverbrauchs einer Lüf-

tungsanlage einen bis zu 40 % geringe-ren Jahresstromverbrauch aufweisen, als ein heute durchschnittlicher Haushalt (ca. 2.000 statt 3.200 kWh/Jahr).

- Die Primärenergiebilanz von Lüftungsan-lagen ist positiv, wenn Planung, Ausführ-ung und Betrieb sorgfältig vorgenom-men werden: dann kann zwischen 8 (Abluftanlagen) und 14 (Wärmerückge-winnung) mal mehr Heizenergie einge-spарт werden, als Ventilatorstrom ver-braucht wird.

## Wirtschaftlichkeit

Abluftanlagen dienen vor allem der besse-ren Raumluftqualität. Die Investition in Abluftanlagen sollte aus Gründen der Luft-hygiene zum normalen Standard eines Neubaus gehören.

Anlagen mit Wärmerückgewinnung kön-nen nur dann wirtschaftlich bewertet wer-den, wenn ein Investitionskostenanteil für ihren Beitrag zur Raumluftqualität von den Anlagen-Vollkosten abgezogen wird.

Hierzu sind die Kosten einer Abluftanlage von den vollen Investitionskosten der Wär-merückgewinnung abzuziehen.

Unter diesen Annahmen ergibt sich: gegenüber dem mittleren Preis jeder ver-brauchten Kilowattstunde Heizenergie (im

Mittel der nächsten 30 Jahre) von 15 Pf/kWh (1,50 DM/Liter Heizöl; bei 8 % Ener-giepreissteigerung pro Jahr) kostet eine durch die Investition in einer Wärmerück-gewinnungsanlage eingesparte kWh Heiz-energie etwa 30-40 Pf/kWh (3,00-4,00 DM/Liter Heizöl).

Für Anlagen mit Wärmerückgewinnung wird sich eine Wirtschaftlichkeit nur dann erzielen lassen, wenn ihre Investitionsko-sten sinken und ein sparsamer Stromver-brauch sichergestellt ist. Sie sind bereits heute zu empfehlen, wenn ihr Zusatznut-zen für den Bewohner im Vordergrund steht und optimale Einsatzvoraussetzun-gen hergestellt werden können.

## Technik vor allem für den Neubau

Anlagen zur automatisierten Wohnungslüf-tung lassen sich in erster Linie für den Neubau einsetzen, da sie hier bereits in der Planung berücksichtigt werden können. Die automatisierte Wohnungslüftung ist ein Bestandteil der Niedrigenergiebauweise. Die meisten schleswig-holsteinischen Niedrig-Energiehäuser sind überwiegend mit Abluftanlagen ausgestattet. Für den nachträglichen Einbau in bestehende Gebäude lassen sich vor allem dezentrale

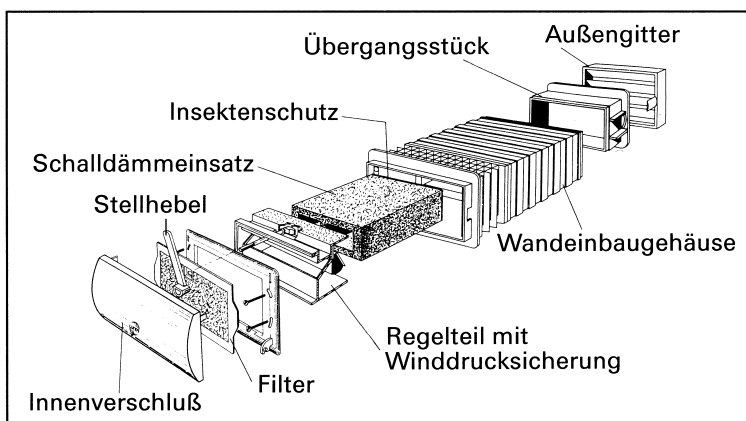
Abluftanlagen (Einzellüfter) einsetzen. Ob zentrale Abluft- oder Wärmerückgewin-nungsanlagen in Frage kommen, kann nur nach genauer Prüfung des Aufwandes, der Bedingungen und Kosten im Einzelfall be-stimmt werden. Bei Gebäuden mit vorhan-dener Schachtentlüftung (innenliegende Bäder) bietet sich evtl. die Möglichkeit, durch Einbau von Nachströmöffnungen in die Außenwände der Wohnräume auch eine definierte Frischluftzufuhr sicherzustellen.

## Der Umgang mit der Lüftungsanlage

- Der Nutzer regelt die Anlagen individuell. Während kurzzeitiger Abwesenheit am Tag ist die Schwachlaststufe zu empfehlen (Grundlüftung). Empfehlenswert ist eine Ausschaltung während der Sommermonate. Außerhalb der Heizperiode wird am besten mit dem Fenster gelüftet.
- Zu- und Abluftfilter bei Wärmerückgewinnungsanlagen: Filterkontrolle durch den Nutzer einmal pro Quartal; Filterwechsel mindestens einmal pro Jahr, je nach Kontrollergebnis auch öfter.
- Einmal jährlich: Kontrolle des Kanalnetzes ausgehend von den Luftdurchlässen und Reinigungsöffnungen. Säuberung nach Bedarf im mehrjährigen Turnus. Prüfung des Ventilatorrades auf Verschmutzung, bei Bedarf Schmutz absaugen, nicht in das Kanalnetz fallen lassen.
- Bei Bedarf: Wasserstand im Siphon des Kondenswasserablaufs nachfüllen (Geruchsverschluß bei Wärmerückgewinnungsanlagen).

## Betriebs- und Wartungsanleitung

Für die Benutzer muß eine schriftliche Anleitung zu Betrieb und Wartung der gesamten Anlage zur Verfügung stehen. Darin müssen zum Beispiel Lage, Fabrikat, Bezugsadresse und Inspektionsintervall



*Schnitt einer Nachströmöffnung für  
Montage in der Außenwand*



*Dunstabzugshaube, richtig angebracht  
(Fortluft direkt nach Außen)*

der Filter angegeben sein, ebenso wie die Lage der Reinigungsöffnungen in den Luftkanälen.

## Feuerstellen im Raum

Der Betrieb von offenen oder geschlossenen Feuerstellen in Gebäuden mit Abluftanlagen erfordert Maßnahmen, die eine sichere Abführung der Abgase gewährleisten. Zwischen Schornstein und Feuerstelle sollte ein Rauchgasthermostat (geprüft nach DIN 3440) montiert sein, der die Abluftanlage außer Betrieb setzt, solange die Feuerstelle brennt. Dann können keine Verbrennungsabgase in die Wohnung zurückgesaugt werden.

## Einregulierung der Anlage

Nach der Inbetriebnahme sollte die Anlage so einreguliert werden, daß an den einzelnen Luftdurchlässen auch die geplanten Volumenströme gefördert werden. Die Einregulierung ist schriftlich zu protokollieren. Ebenso sollen die möglichen Förderströme und die elektrische Leistungsaufnahme der Anlage bestimmt werden. Prospektangaben von Einzelkomponenten reichen nicht aus.



## ***Planungshinweise***

- Anlagenteile und Kanalsysteme müssen richtig dimensioniert werden, damit ein energiesparender Betrieb ohne Geräusch- und Zugluftbelästigungen möglich ist.
- Die Leistungsfähigkeit der Anlage sollte auf eine normale Nutzung des Gebäudes abgestimmt sein, seltene Belastungsspitzen können durch kurzzeitige Fensterlüftung abgefangen werden.
- Falls Sie Interesse am Einbau einer Lüftungsanlage haben, lassen Sie sich beraten, welcher Anlagentyp für Ihr Gebäude und Ihre Ansprüche passend ist. Schon der Einbau einer einfachen Entlüftung der Sanitärräume ist ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Lufthygiene. Wärmerückgewinnung aus der Abluft stellt besondere Anforderungen an die Dichtheit der Gebäudehülle.

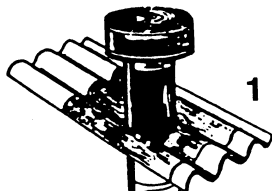
## ***Geeignete Maßnahmen in Ihrem Fall ...***

... müssen unter Beachtung der jeweiligen baulichen Voraussetzungen und der Gebäudenutzung berechnet werden. Wenn Sie Näheres wissen wollen, wenden Sie sich an eine der Energieberatungsstellen oder an ein beratendes Ingenieurbüro in Ihrer Nähe.



*Das Zuluftelement sitzt bei diesem Gebäude beispielsweise oberhalb des Heizkörpers und lässt sich somit gut warten.*

*Schemazeichnung einer Abluftanlage mit komplettem Rohrnetz für ein Einfamilienhaus oder eine Einfamilienwohnung (Grafik: EXHAUSTO GmbH).*



**1 Dachhaube**

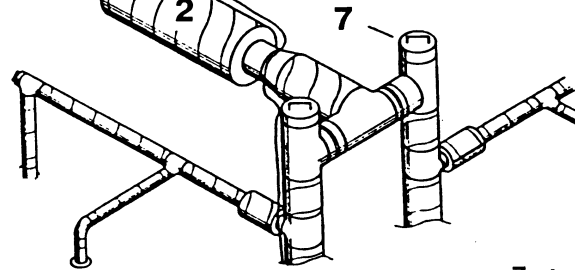
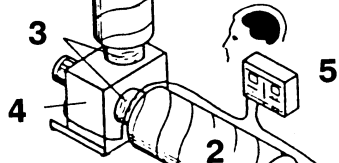
**2 Schalldämpfer**

**3 Flexible Verbindungsstücke**  
Sichern einen lautarmen und vibrationslosen Betrieb

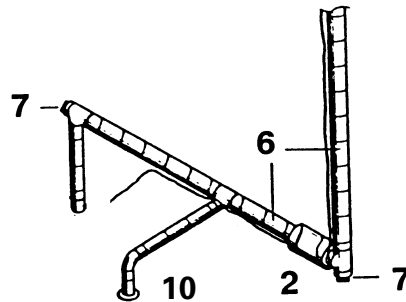
**4 Ventilator**  
Das Herz des Systems

**5 Konstantdruckregler**  
Regelt automatisch die Drehzahl des Ventilators – abhängig vom aktuellen Lüftungsbedarf

**6 Wickelfalzrohre und Fittings**  
Ein komplettes Kanalsystem mit Rohren, Winkelstücken und T-Stücken, Schalldämpfern und isolierten Inspektionsdeckeln mit Handgriffen sollte zum „System“ gehören



**7 Isolierter Inspektionsdeckel**



**10 Kontrollventil**



## Energiesparberatung – Fachleute in Ihrer Nähe

### Architekten & Ingenieure

Architekten- und Ingenieurkammer  
Schleswig-Holstein, Kiel  
Telefon: 0431/57065-0  
[www.aik-sh.de](http://www.aik-sh.de)

### Gebäudeenergieberater

Verband Norddeutscher  
Gebäudeenergieberater e.V., Lübeck  
Telefon: 0451/692470  
[www.VNGE.de](http://www.VNGE.de)

### Schornsteinfeger

Landesinnungsverband  
Schleswig-Holstein, Neumünster  
Telefon: 04321/70990  
[www.liv-sh.de](http://www.liv-sh.de)

### Verbraucherzentrale

Verbraucherzentrale Kiel  
Telefon: 0431/59099-0  
[www.Verbraucherzentrale-SH.de](http://www.Verbraucherzentrale-SH.de)

### Energiesparberatung vor Ort

Bundesamt für Wirtschaft, Eschborn/ Ts.  
Telefon: 06196/404-0  
[www.rkw.de/6\\_online.html](http://www.rkw.de/6_online.html)

Druck: 3/01

Für den Gesamthalt verantwortlich und zu beziehen durch:  
Die Programmleitung des Impulsprogramms

Dipl.-Ing. Jörg Wortmann  
Investitionsbank Schleswig-Holstein Energieagentur, Kiel  
Tel.: 0431/900 - 36 58, E-Mail: [arge-zeitgem-bauen@t-online.de](mailto:arge-zeitgem-bauen@t-online.de)

Dipl.-Ing. Dieter Selk  
Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel  
Tel.: 0431/663 69 - 0, E-Mail: [joerg.wortmann@ibank-sh.de](mailto:joerg.wortmann@ibank-sh.de)

Projektförderung:  
Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein und  
Energienstiftung Schleswig-Holstein

Mit freundlicher Genehmigung:  
Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten  
Institut Wohnen und Umwelt

**Hotline: 01805/11 99 10** 24 Pfennig/Minute **[www.impulsprogramm-sh.de](http://www.impulsprogramm-sh.de)**