



Kontrollierte Wohnungslüftung

Wissenswertes über Abluftanlagen
und Anlagen mit Wärmerückgewinnung



HESSISCHES MINISTERIUM
FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN



Institut
Wohnen und Umwelt



Energiebewußt in Hessen

Gute Raumlufthqualität durch kontrollierte 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 Raumlufthbelastung 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 kontrollierten Wohnungslüftung sprechen gute Argumente:

- die Sicherstellung einer dauerhaft guten Raumlufthqualität,
- die Senkung der Lüftungswärmeverlufte,
- die Verminderung der Gefahr von Bauschäden,
- die Steigerung des Wohnkomforts

In der vorliegenden Energiespar-Information werden die folgenden Anlagen der kontrollierten Wohnungslüftung beschrieben sowie die baulichen Voraussetzungen erläutert:

- Abluftanlagen,
- Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung,
- Dichtheit der Gebäudehülle als Voraussetzung für geringste Lüftungswärmeverlufte.

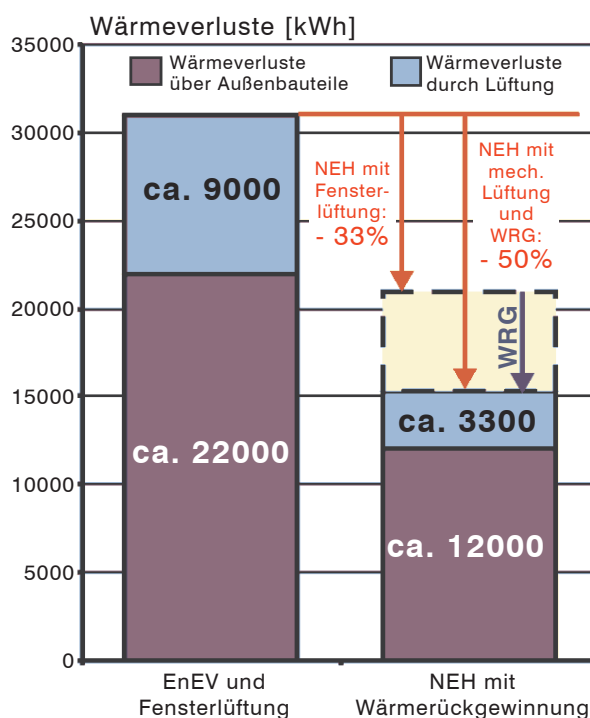
Informationen über Lufthygiene, den notwendigen Luftwechsel und eine zweckmäßige Fensterlüftung von Wohnungen finden Sie in der „Energiesparinformation Nr. 8: Lüftung im Wohngebäude“.

Lüftungs- und Transmissionswärmeverlufte im Wohnungsbau

Der Heizwärmebedarf wird an erster Stelle durch einen verbesserten baulichen Wärmeschutz stark reduziert. Die Senkung der Lüftungswärmeverlufte ist durch eine dichte Ausführung der Gebäudehülle und durch Anlagen zur automatisierten Wohnungslüftung möglich. Die Größenordnungen können für ein Beispielgebäude (Einfamilienhaus) der nebenstehenden Grafik entnommen werden: unterstellt wurde ein durchschnittliches Lüftungsverhalten, die Lüftungsverlufte können von Fall zu Fall also auch größer oder kleiner sein.

Deutlich wird zweierlei:

- Bei einem Neubau nach Energieeinsparverordnung (EnEV) machen die Lüftungsverlufte ca. 1/3 der Gesamtverlufte aus. Zum Erreichen eines Niedrigenergiestandards müssen deswegen auf jeden Fall zuerst die Transmissionsverlufte reduziert, d. h. der Wärmeschutz der Gebäudehülle verbessert werden.
- Der Anteil der Lüftungswärmeverlufte beträgt bei einem Niedrigenergiehaus (NEH) das über die Fenster gelüftet wird ca. 45 %. Durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann dieser Betrag um 2/3 gegenüber der Fensterlüftung gesenkt werden. Die gesamten Wärmeverlufte des NEH halbieren sich somit im Vergleich zu der Neubauvariante mit den Wärmeschutzanforderungen nach EnEV.



Beispielrechnung:

Es sind nur die Wärmeverlufte dargestellt. Interne oder solare Gewinne sind nicht berücksichtigt. Für die Wärmeverlufte bei der Fensterlüftung wurde ein natürlicher Luftwechsel von $n = 0,6$ 1/h angesetzt. Der Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlage beträgt 70%. Als Berechnungsgrundlage dient der „Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung“ (LEG).

Damit in der Praxis tatsächlich eine Energieeinsparung durch Wärmerückgewinnungsanlagen erzielt wird, müssen eine Reihe von Voraussetzungen unbedingt erfüllt sein (siehe Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung).

Funktionsprinzip von Wohnungslüftungsanlagen

Lüftungsanlagen ziehen die verbrauchte Raumluft dort ab, wo sie am meisten belastet ist: Aus WC, Bad und Küche (Ablufträume) 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 Nachstromöffnungen in den Außenwänden. Von den Zuluft- zu den Ablufträumen strömt die Luft durch definierte Undichtigkeiten 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.

Kontrollierte Wohnungslüftung ist keine Klimatisierung

Bei den Anlagen zur kontrollierten 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 jederzeit durch Fensterlüftung unterstützen, sind jedoch nicht allein auf Fensterlüftung angewiesen. Statt des Fenstergriffes wird jetzt eine Regelklappe oder ein Schalter bedient, mit dem in den Anlagenbetrieb eingegriffen werden kann (Ein-, Ausschaltung, Schwach-, Voll-, Teillast bei Abwesenheit).

Frischluff 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 Lüfterneuerung an windschwachen und mäßig warmen Tagen.
- Um auch in windarmen Zeiten nennenswert zur Lüfterneuerung 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 auch von der Energieeinsparverordnung gefordert wird. Luftdichtheit ist ein Qualitätsmerkmal.

Fensterlüftung - warum sie nicht immer ausreicht

- Die Fensterlüftung hängt stark von der Lüftungsdisziplin der Bewohner ab (gezielte Aufmerksamkeit).
- Fensteröffnen 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 geruchsbeimende 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 Badelaken 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 hinaus geheizt.

Vorteile der kontrollierten Wohnungslüftung

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

- Garantie eines dauerhaften hygienischen Grundluftwechsels, der von Wettereinflüssen (Wind und Temperaturunterschieden) und dem Bewohnerverhalten unabhängig ist.
- Dauerhafte Lüfterneuerung auch nachts und bei Abwesenheit der Bewohner (Stichworte: Schlafzimmerlüftung, Badezimmerentfeuchtung).
- Optimale Raumluftfeuchte, damit Vorbeugung vor Feuchte- und Schimmelschäden.
- Geringe Schadstoffkonzentration der Raumluft (Emissionen aus Möbeln, Klebstoffen, Haushalts-Chemikalien).
- Absaugung von Gerüchen direkt aus Räumen mit Geruchsquellen (Küche, Bad, WC).
- Die Fenster können geschlossen bleiben (weniger Lärm, Abgase, Insekten), müssen es aber nicht.
- 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.

Wichtigste Abhilfemaßnahme ist hier jedoch die Auswahl von schadstoffarmen Baustoffen, Inneneinrichtungen und Haushaltsprodukten.

Bewohner von Niedrigenergiehäusern mit Lüftungsanlagen heben die dauerhaft gute Raumluftqualität in ihren Häusern hervor, die sie vorher im Altbau nicht gekannt hatten.

Eine notwendige Voraussetzung: luftdichte Gebäudehülle

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 gegen die Außenwand,

Wie in Schweden oder in der Schweiz werden auch in Deutschland Anforderungen an die Dichtheit der Gebäudehülle gestellt. Die Energieeinsparverordnung fordert, dass der Luftwechsel bei 50 Pascal Druckdifferenz zwischen innen und außen

- bei Gebäuden mit natürlicher Lüftung (Fenster) den Wert $n_{50} = 3,0$ [1/h] und
- bei Gebäuden mit mechanischer Lüftung (auch einfache Abluftanlage) den Wert $n_{50} = 1,5$ [1/h]

nicht übersteigen darf.

Wenn Zweifel an einer sorgfältigen Ausführung bestehen, können die Anforderungen durch eine Luftdichtheitsmessung, der sogenannten Blower-Door-Messung, im Gebäude überprüft werden.

- Einstufen der Blend- und Flügelrahmen von Fenstern und Außentüren,
- Leichtbaukonstruktionen müssen speziell luftdicht gemacht werden, z. B. durch flächige Folien.
- Alle Bauteilanschlüsse und sämtliche Durchdringungen durch die Außenbauteile müssen den Dichtigkeitsanforderungen der einschlägigen Bauvorschriften entsprechen.
- Notwendige Nachströmöffnungen, zum Beispiel für Feuerstellen im Raum, werden gezielt eingebaut (Kanalführung, Luft-Abgas-Schornstein).
- Die Energiespar-Information Nr.7 gibt Hinweise zum luftdichten Aufbau von Dächern.

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 diesem 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 (Toilettenlüftungsstufe, Dunst-abzugshaube), auch zusätzliche Fensterlüftung ist jederzeit möglich.

Abluftanlagen

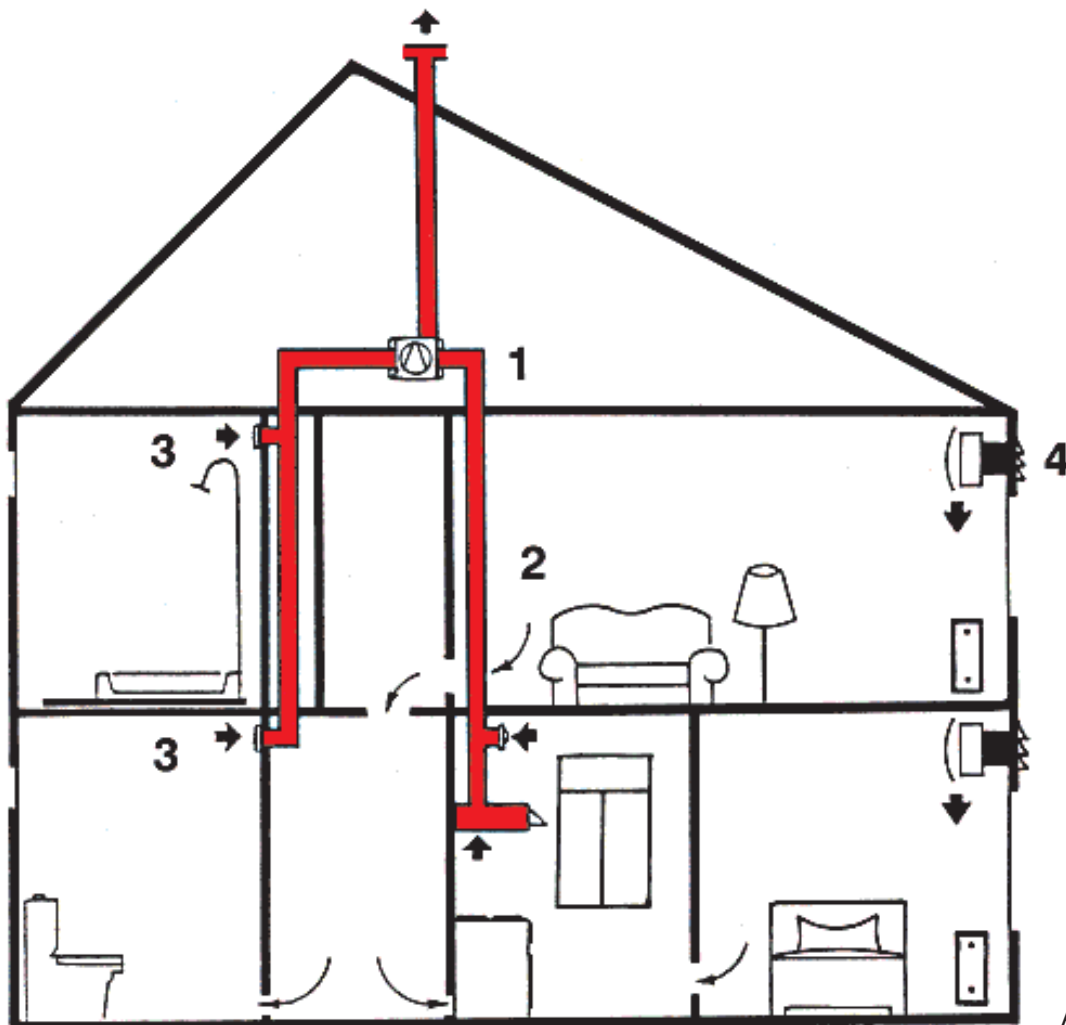
Mit Abluftanlagen wird vor allem der hygienisch notwendige Luftwechsel und damit eine hohe Raumluftqualität sichergestellt. Eine zusätzliche Senkung der Lüftungswärmeverluste in geringem Umfang erfolgt nur, wenn

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

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,
- Abluftventile (3) in den Ablufträumen,
- Nachströmöffnungen (4) in den Außenwänden der Wohn- und Schlafräume immer über Heizkörpern,
- Überströmöffnungen in Innentüren,
- Regelung.



Abluftanlage

In Abluftsystemen wird die Luft aus Bad, WC und der Küche über Kanäle mit einem zentralen Ventilator abgesaugt. Der Anschluss einer Dunstabzugshaube ist möglich (Brandschutzbestimmungen und regelmäßigen Filterwechsel beachten). Die Kanalsysteme sind in der Regel kurz, da Sanitärräume meist nah beieinander liegen. Die Frischluft strömt über Nachströmöffnungen in der Außenwand in die Wohn- und Schlafräume nach. Sie sollten oben im Raum sitzen, immer über einem Heizkörper. Wahlweise können die Nachströmöffnungen auch im oberen Fensterblendrahmen oder im Rollladenkasten angebracht werden. Die einströmende kalte Luft vermischt sich dann mit der am Heizkörper nach oben strömenden warmen Raumluft, dadurch werden Zugerscheinungen vermeiden. Die Luft kann über Fugenundichtigkeiten der Innentüren (Spalt von 1 cm Breite) oder besondere Überströmmeinsätze in den Innentüren oder -wänden den Ablufträumen zuströmen. Im Bad kann das Überströmgitter oberhalb der Tür angebracht werden (Vermeidung von Zugluft an den Füßen).

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

Bei wohnungsweisen Anlagen erfolgt die Regelung des Volumenstroms über elektronische Drehzahlsteller, hier kann auch eine geeignete Dunstabzugshaube mit in das System integriert werden. 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.

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.



Abb. 1: Nachströmöffnung für Wandmontage



Abb. 2: Zentrales Ventilatorgerät mit 50 Watt Antriebsleistung, Abmessungen: Würfel mit ca. 30 cm Kantenlänge.

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.



Abb. 3: Abluftventil im Bad

Auf geringen Stromverbrauch achten

Die elektrische Antriebsleistung des Ventilators sollte für eine Wohnung nicht größer als 30 Watt, für ein Einfamilienhaus nicht größer als 50 Watt sein. Der Jahresstromverbrauch während der Heizperiode liegt dann zwischen 120 und 200 kWh je Wohneinheit (18 bis 30 Euro Stromkosten pro Jahr). Moderne Abluftanlagen mit Gleichstromventilatoren benötigen sogar nur noch Ventilatorleistungen von 10 bis 30 Watt. Bei Mehrfamilienhäusern muss eine genaue Planung den Stromverbrauch minimieren helfen.

Mechanische Einzelraumlüftung

Bei Lüftungsproblemen in einzelnen Räumen kann ein einzelner Lüfter direkt in den zu entlüftenden Raum eingebaut werden. Da der Ventilatormotor im Raum sitzt, muss ein Laufgeräusch in Kauf genommen werden. In den Sanitärräumen ist dies unproblematisch. Die Einzelraumlüftung kann durch Nachströmöffnungen in den Außenwänden der Wohn- und Schlaf räume ergänzt werden.

Der Lüfter sollte 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 ca. 8 Euro pro Jahr.
- Die Investitionskosten für einen Einzelraum-entlüfter (ohne Zuluftventil) liegen pro Raum bei ca. 200 bis 250 Euro.

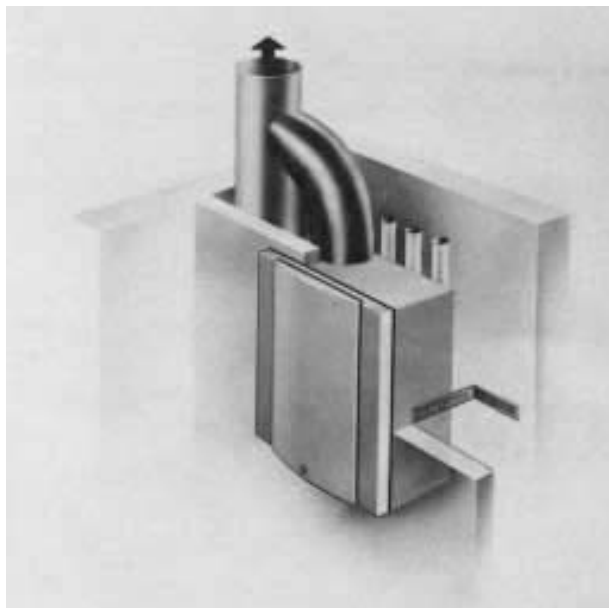


Abb. 4: Ventilator zur Einzelraumlüftung

Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung

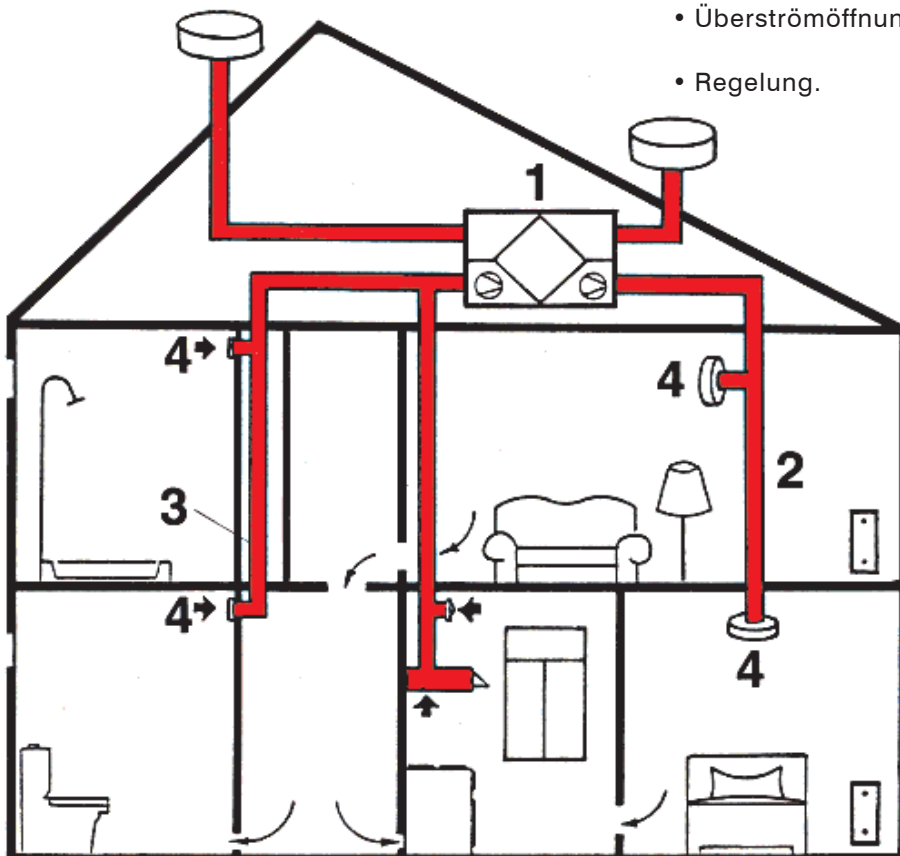
Durch Einsatz von Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung lässt sich unter optimalen Bedingungen mindestens eine Halbierung der Lüftungswärmeverluste erzielen. Die mögliche Energieeinsparung ist jedoch neben der Güte der Anlage auch an bauliche Voraussetzungen gebunden. Die folgenden Voraussetzungen 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.

Im Unterschied zu Abluftsystemen strömt hier die Frischluft nicht direkt von außen in die Räume. Sie wird in der Regel außen zentral angesaugt und über ein eigenes Kanalsystem den Wohn- und Schlafräumen zugeführt. Frischluft und Abluft werden dabei durch einen Wärmetauscher geführt, in dem 50 bis 90 % des Wärmeinhalts der abgesaugten Luft für die Vorwärmung der Frischluft genutzt werden. Bei den Wärmetauschern wird zwischen Kreuzstrom- und Gegenstromwärmetauschern unterschieden. Der Gegenstromwärmetauscher weist derzeit den effektivsten Wärmerückgewinnungsgrad auf. Frischluft- und Abluftstrom laufen streng getrennt, so dass keine Vermischung oder Geruchsübertragung stattfindet (keine Umluft).

Die Bestandteile von Wärmerückgewinnungsanlagen sind:

- Ventilatorzentralgerät mit Wärmetauscher(1),
- Zuluftkanalsystem zu den Wohn- und Schlafräumen (2),
- Abluftkanalsystem von den Ablufträumen (Küche, Bad, WC) (3),
- Lufteinlässe und -auslässe, z. B. Tellerventile (4),
- Überströmöffnungen in Innentüren
- Regelung.



Zu-/Abluftsystem mit Wärmerückgewinnung über Plattenwärmetauscher

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 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 bis 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 haben.

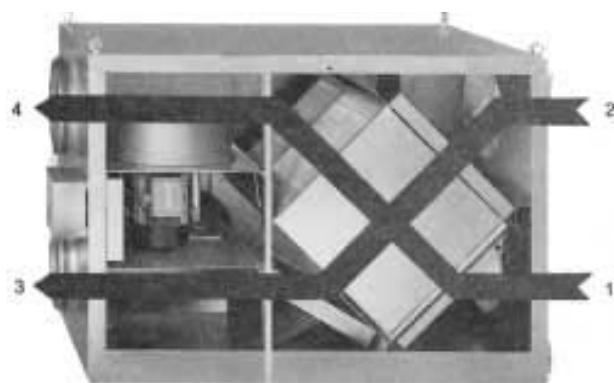


Abb.6: Prinzip Zu-/Abluftgerät(Wärmetauscher)

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



Abb. 5: Schalldämpfer im Rohrnetz einer Zu-/Abluftanlage. Das Rohrnetz muss aus glatten Materialien mit geringem Strömungswiderstand bestehen (hier: Wickelfalzrohr).

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 Wohnungslüftungsanlagen 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 14 Cent/kWh (Antriebsenergie Wärmepumpe) und einem Preis der rückgewonnenen Heizwärme von 3,5 Cent pro kWh müsste die Wärmepumpen-Leistungsziffer bei 4 liegen, wenn ein Betriebskostenvorteil erzielt werden soll. In Forschungsprojekten gemessene Wärmepumpen erzielten jedoch in der Regel nur Leistungsziffern unter 3.

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

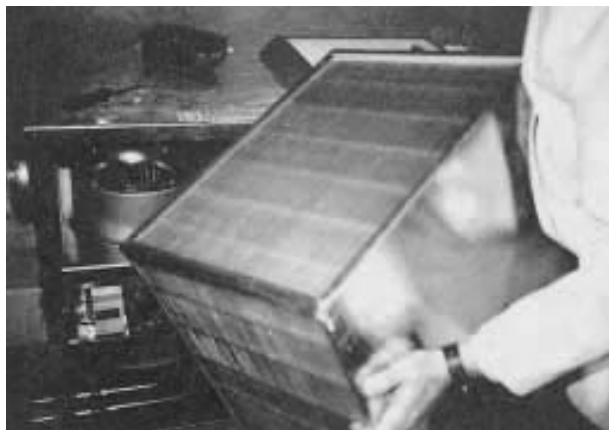


Abb. 7: Herzstück der Anlage: ein Plattenwärmetauscher

Investitionskosten der kontrollierten Wohnungslüftung

Die Investitionskosten für die kontrollierte Wohnungslüftung liegen beim Neubau in den folgenden Größenordnungen:

- **Abluftanlagen: 15 - 20 Euro/m² Wohnfläche (1.800 - 2.300 Euro pro Einfamilienhaus),**
- **Wärmerückgewinnung: 40 - 60 Euro/m² Wohnfläche (mit Planungskosten, 4.500 bis 7.500 Euro pro Einfamilienhaus)**
- Zum Vergleich: im Wohnungsneubau liegen die reinen Baukosten in Hessen zwischen 900 und 1.100 Euro pro m² Wohnfläche.

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.

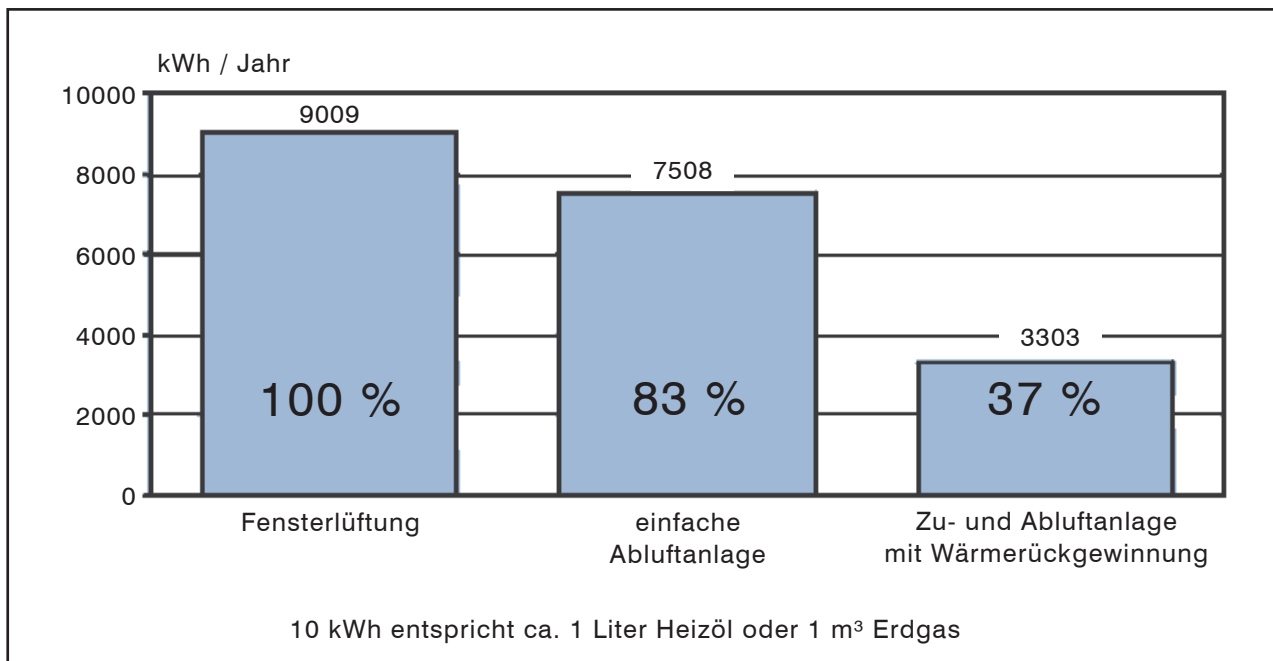
Energieeinsparung

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 (Gebäudehülle in 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 nicht immer eine Verhaltensänderung erwartet werden, so dass die Lüftungswärmeverluste unter Umständen

- Bei einer Abluftanlage können die jährlichen Lüftungswärmeverluste um ca. 15 % geringer sein als bei der Fensterlüftung.
- Bei Wärmerückgewinnung können die Lüftungswärmeverluste je nach Wirkungsgrad gegenüber einer Abluftanlage nochmals um mehr als die Hälfte reduziert werden, wenn die genannten Voraussetzungen (Seiten 5 und 9) erfüllt sind.



Grafik: Lüftungswärmeverluste einer Heizperiode am Beispiel eines Einfamilienhauses (210 m² Wohnfläche) bei unterschiedlicher Lüftung.

Der gesamte Heizwärmebedarf des Beispiel-Gebäudes liegt mit Fensterlüftung bei 15.417 kWh pro Jahr (ca. 1.550 Liter Heizöl), mit Abluftanlage bei 13.955 kWh und mit einer eingebauten Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung (Wirkungsgrad: $\eta = 0,7$) bei 9.904 kWh pro Jahr.

Bezogen auf die Wohnfläche ergibt sich für das Gebäude ein Energiekennwert Heizwärme von 73, 66 und 47 kWh/(m²*Jahr), wobei auf die Lüftungswärmeverluste 43, 36 und 17 kWh/m² Wohnfläche und Jahr entfallen.

Heizenergieeinsparung und Stromeinsatz

In einem energetischen Aufwand-Nutzen-Vergleich ist auch der zusätzliche Stromeinsatz 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 Haushaltsgeräteausrüstung können trotz des zusätzlichen Stromverbrauchs einer Lüftungsanlage einen bis zu 40% geringeren Jahresstromverbrauch

aufweisen, als ein heute durchschnittlicher Haushalt (ca. 2.000 statt 3.200 kWh/Jahr).

- Die Primärenergiebilanz von Lüftungsanlagen ist positiv, wenn Planung, Ausführung und Betrieb sorgfältig vorgenommen werden: dann kann zwischen 8 (Abluftanlagen) und 14 (Wärmerückgewinnung) mal mehr Heizenergie eingespart werden, als Ventilatorstrom verbraucht wird.

Wirtschaftlichkeit

Abluftanlagen dienen vor allem der besseren Raumluftqualität. Die Investition in Abluftanlagen sollte aus Gründen der Lufthygiene zum normalen Standard eines Neubaus gehören.

Anlagen mit Wärmerückgewinnung können nur dann wirtschaftlich bewertet werden, 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 Wärmerückgewinnung abzuziehen.

Unter diesen Annahmen ergibt sich: gegenüber dem mittleren Preis jeder verbrauchten Kilowattstunde Heizenergie (im Mittel der nächsten

30 Jahre) von ca. 8 Cent/kWh (0,80 Euro/Liter Heizöl; bei 8% Energiepreissteigerung pro Jahr) kostet eine durch die Investition in einer Wärmerückgewinnungsanlage eingesparte kWh Heizenergie etwa 15 bis 20 Cent/kWh (1,50 bis 2,00 Euro/Liter Heizöl).

Für Anlagen mit Wärmerückgewinnung wird sich eine Wirtschaftlichkeit nur dann erzielen lassen, wenn ihre Investitionskosten sinken und ein sparsamer Stromverbrauch sichergestellt ist. Sie sind bereits heute zu empfehlen, wenn ihr Zusatznutzen für den Bewohner im Vordergrund steht und optimale Einsatzvoraussetzungen hergestellt werden können.

Technik vor allem für den Neubau

Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung lassen sich in erster Linie für den Neubau einsetzen, da sie hier bereits in der Planung berücksichtigt werden können. Die kontrollierte Wohnungslüftung ist ein Bestandteil der Niedrigenergiebauweise. Die ersten hessischen Niedrigenergiehäuser sind überwiegend mit Abluftanlagen ausgestattet.

Für den nachträglichen Einbau in bestehende Gebäude lassen sich vor allem dezentrale Abluft-

anlagen (Einzellüfter) einsetzen. Ob zentrale Abluft oder Wärmerückgewinnungsanlagen in Frage kommen, kann nur nach genauer Prüfung des Aufwandes, der Bedingungen und Kosten im Einzelfall bestimmt werden. Bei Gebäuden mit vorhandener Schachtentlüftung (innenliegende Bäder) bietet sich evtl. die Möglichkeit, durch Einbau von Nachströmöffnungen in die Außenwände der Wohnräume auch eine kontrollierte 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 bei längerer Abwesenheit im Urlaub und 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.
- Auch die Einbindung von Dunstabzugshauben ist möglich. Sie weisen einen deutlichen Vorteil gegenüber den Umlufthauben auf. Wichtig ist es, eine Haube mit großem Auffangraum zu wählen, die tief (ca. 60 cm) über dem Herd angebracht wird, um den Auffanggrad zu erhöhen.
Fettfilter in Dunstabzugshauben regelmäßig kontrollieren und bei Bedarf ersetzen. Auswaschbare Streckmetallfilter mindestens monatlich reinigen (Spülmaschine oder kochendes Wasser mit Vollwaschmittel). Beim Betrieb von Dunstabzugshauben kein Küchenfenster öffnen, der Luftstrom kann Gerüche und Wasserdampf vom Herd weg in die Wohnung drücken.



Abb. 9: Dunstabzugshaube, richtig angebracht

- Regelmäßige Säuberung der Ventilein- und Auslässe in den Zimmern nach Augenschein.
- 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).

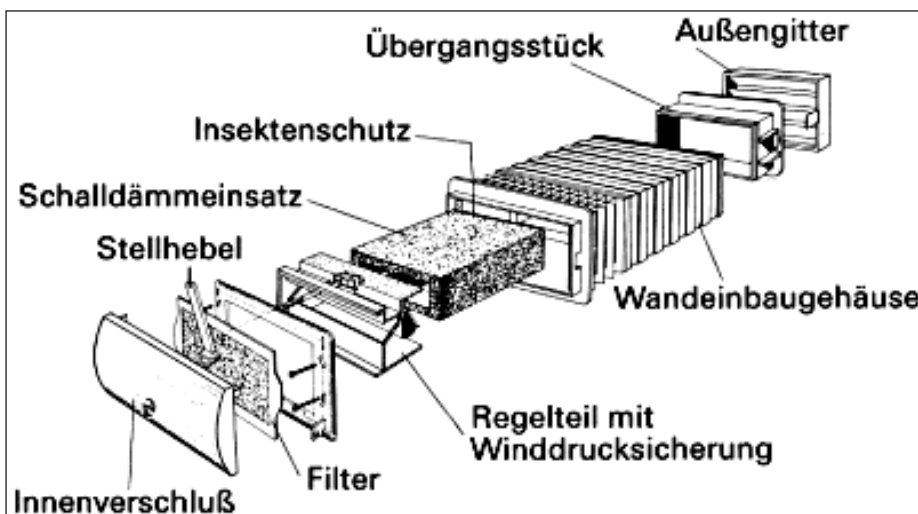


Abb.8: Detailzeichnung einer Nachströmöffnung für Montage in der Außenwand (rechts = außen) mit Schalldämmelementen, Insektenschutzgitter und Filter (linke Seite).

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

Der Umgang mit der Lüftungsanlage

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

- 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 Dichtigkeit der Gebäudehülle.
- Anlagenteile und Kanalsysteme müssen richtig dimensioniert werden, damit ein energiesparender Betrieb ohne Geräusch- und Zugluftbelastungen möglich ist.
- Die Leistungsfähigkeit der Anlage sollte auf eine normale Nutzung des Gebäudes abgestimmt sein, seltene Belastungsspitzen können durch kurzzeitige Fensterlüftung abgefangen werden.



Abb. 10 a und b: Zuluftelemente im Fensterrahmen oder unterhalb der Fensterbank. Durch diese günstigen Anordnungsmöglichkeiten lassen sich die Geräte gut warten.

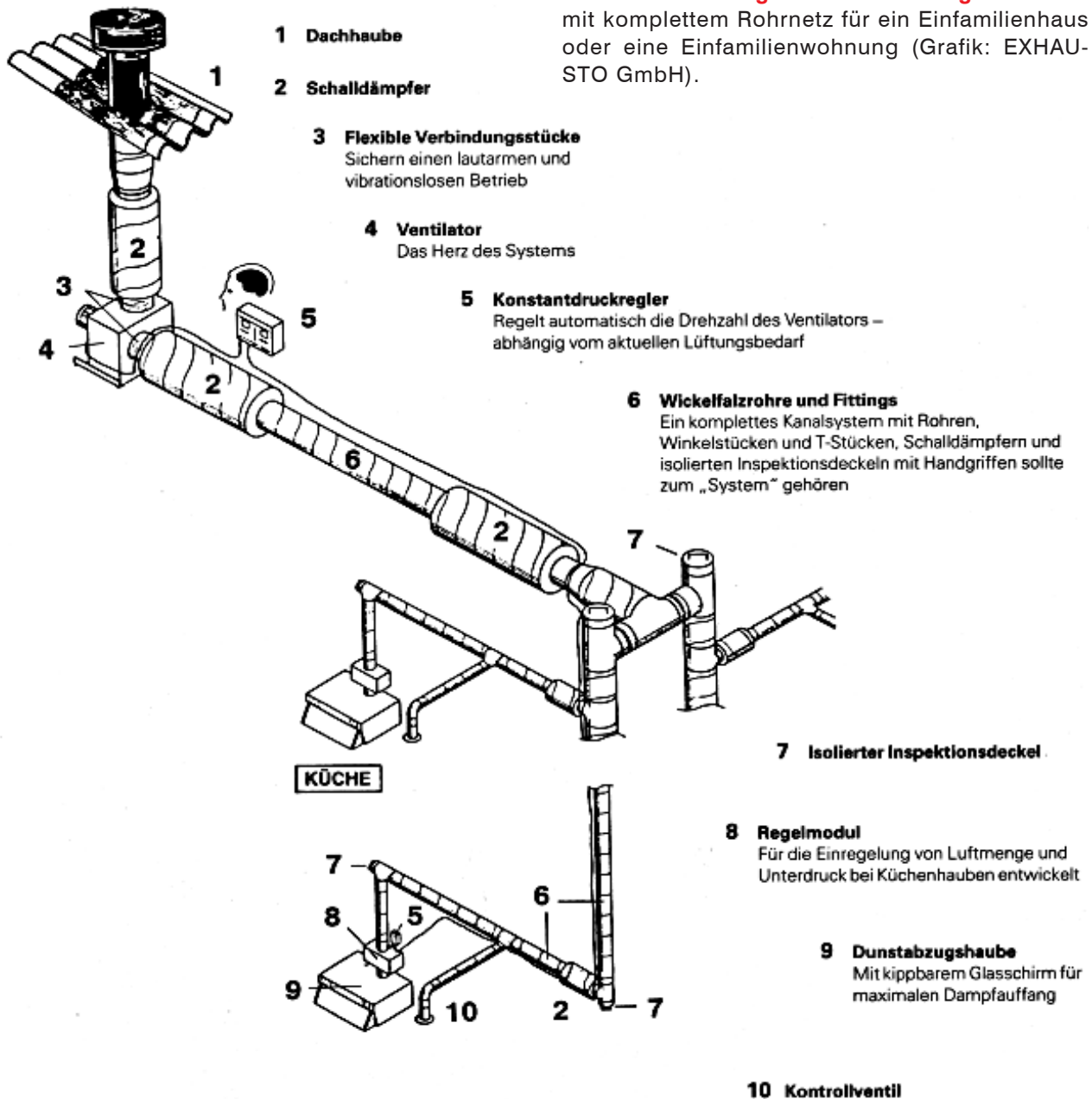
Geignete Maßnahmen in Ihrem Fall

... 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.

Schemazeichnung einer Abluftanlage

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



Impressum:

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt,
Landwirtschaft und Forsten
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 3109, 65021 Wiesbaden
wiss. Betreuung: IWU, Institut Wohnen und Umwelt,
Annastraße 15, 64285 Darmstadt
Texte: Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und
ökologische Konzepte, Tübingen, Johannes Werner;
IWU, Werner Eicke-Hennig, Jens Knissel
Grafik, Fotos: Claudia Pomowski, Aereco GmbH, Bundesamt
für Konjunkturfragen Bern, Dornier GmbH, ebök, Eicke-Hennig,
Exhausto GmbH, Fläkt-Schweden, Fresh GmbH, Ingenieurge-
meinschaft Bau+Energie GbR, Lunos GmbH, Rusitschka
Gestaltung: Harms & v. Ketelhodt
Austraße 7, 61440 Oberursel/Taunus
Ausgabe: 03/98, Überarbeitung: 4/02
Nachdruck und Vervielfältigung auch in Auszügen nur mit
Genehmigung des Herausgebers.
ISBN 3-89274-091-7

Titelfoto:

Das Titelfoto zeigt einen Ausschnitt des Kanalnetzes einer Wärmerückgewinnungsanlage, verlegt im Dach-Abseitenraum sowie den Wärmetauscher der Anlage