

Bild 5: Eingebauter Luftherhitzer

Schlafzimmer nachts mit etwa 40 m<sup>3</sup>/h versorgt wird und ein störungsfreier Schlaf bei geschlossenem Fenster angestrebt wird, so sollte der durch die Anlage verursachte Geräuschpegel auf jeden Fall unter 30 dB(A) liegen. Bei der Dimensionierung ist das Eigengeräusch des Luftauslasses zu berücksichtigen (Bild 4).

Wie aus den Bildern 5 und 6 zu erkennen ist, bestehen die Leitungen aus Spiralfalzrohr. Die erforderlichen Form- und Verbindungsstücke sind mit einer umlaufenden Gummilippendichtung versehen und brauchen deshalb nicht mit anderen Dichtungsmitteln versehen zu werden. Der Zusammenbau erfolgt durch einfaches Einstecken. Jede Verbindungsstelle wird mit einer Blechtreibschraube gegen Ver-rutschen gesichert. Die Befestigung der Leitungen am Baukörper erfolgt mit Montagelochband.

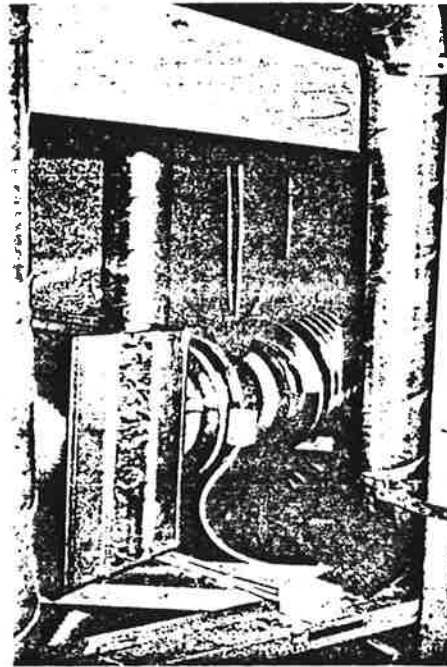


Bild 6: Eingebauter Feinstfilter

Der Anlageneinregulierung ist besondere Sorgfalt zu widmen. Schlecht eingestellte Anlagen führen zu Unzufriedenheit der Nutzer und schädigen den Ruf des Systems und der Branche. Die Einregulierung ist Sache von Fachkundigen, die auch über die erforderlichen Meßgeräte verfügen.

850 4230

## Wohnungslüftung und Luftheizung

Von H.-J. Bierling<sup>1)</sup>

850 4230 Au  
 1350



Der Beitrag nennt die Probleme, die in höhergedämmten Wohnungen und Häusern durch unsachgemäßes Lüften entstehen. Darauf aufbauend werden die Vorzüge eines Systems zur Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung dargestellt. Im zweiten Teil des Aufsatzes wird ein solches Lüftungssystem kombiniert mit einer Luftheizung vorgestellt.

Mit der zunehmenden Erkenntnis, daß für das gut wärme-gedämmte und dichte Haus eine kontrollierte, zentrale Lüftung notwendig ist, wird die Frage aufgeworfen, ob die Lüftung nicht zugleich auch die Heizung sein kann.

### Notwendiger Außenluftwechsel

Bei der Wohnungslüftung wird allgemein ein halbfacher bis einfacher Außenluftwechsel pro Stunde als ideal angestrebt,

um eine gute Luftqualität in der Wohnung zu erhalten. Die verbrauchte, mit Kohlendioxid angereicherte, mit Schadstoffen verunreinigte und mit Wasserdampf erfüllte Wohnungsluft muß gegen Frischluft ausgetauscht werden. Durch Baustoffe, gebeizte und mit Formaldehyd behandelte Hölzer und auch von Textilien werden Schadstoffe frei, die durch ständige Lüftung abgeführt werden müssen.

### Luftkreislauf für die Luftheizung

Für eine völlig ausreichende Lüftung genügt, auf die Wohnung bezogen, ein einfacher Luftwechsel. Für die Wohnraumbe-

<sup>1)</sup> Dipl.-Ing. H.-J. Bierling, Schrag GmbH, Ebersbach

heizung ist ein so geringer Luftkreislauf jedoch nicht genügend. Es soll im Raum möglichst gleichmäßige Lufttemperatur herrschen. Ein nicht ständig beheizter Raum soll schnell erwärmt werden können. Zur Behaglichkeit in einem Raum gehören neben der Raumlufttemperatur auch die Oberflächentemperaturen der Raumschließungsflächen, der Fenster, die Luftbewegung im Aufenthaltsbereich; die Raumluftfeuchte – die Reinheit der Luft und die Akustik.

Diese Komponenten sind von der Heizleistung und vom Luftvolumen der Luftheizung wie auch von der Wärmedämmung und der Dichtheit der Bauelemente abhängig. Die bisherigen Erfahrungen zeigten folgendes:

- Bei einem Wärmebedarf von etwa  $100 \text{ W/m}^2$  ist ein vierfacher Luftkreislauf vom Lüftheizergerät zum Wohnraum notwendig.
- Ist der Wärmebedarf etwa  $80 \text{ W/m}^2$ , eine Größe, die heute bei sehr vielen Neubauten erreicht wird, wird ein dreifacher Luftkreislauf zur Beheizung benötigt, um eine gleichmäßige Lufttemperatur im Raum zu haben.
- Bei noch höherer Wärmedämmung und damit bei einem Wärmebedarf von etwa  $60 \text{ W/m}^2$  reicht ein zweimaliger Luftkreislauf aus.
- Ist eine Superwärmedämmung vorhanden und damit der Wärmebedarf nur etwa  $40 \text{ W/m}^2$ , dürfte ein einmaliger Luftkreislauf ausreichen.

Damit wäre der Zustand wahrscheinlich erreicht, wo mit der Lüftung zugleich auch geheizt werden könnte. Doch ist hier noch nicht geklärt, ob dann die Lüftung mit Heizung überhaupt unterschiedliche Raumtemperaturen noch zuläßt, oder ob in der gesamten Wohnung eine Einheitstemperatur herrscht.

Denn Architekten, Bauherren und Hygieniker fordern unterschiedliche Temperaturen in den einzelnen Räumen und die Möglichkeit, schnell Temperaturänderungen vornehmen zu können, wenn durch Sonneneinstrahlung oder durch zusätzliche Wärmequellen wie Menschen, Beleuchtung usw. die Raumtemperatur über den Soll-Wert ansteigt. Ein einfacher Luftwechsel pro Stunde ist zu gering, um wirksam reagieren zu können.

Überlieferungen, Gewohnheiten und Trägheit werden doch nur einen sehr langsamen Wandel in den Heizvorstellungen zulassen. Hier spielt der Architekt eine große Rolle, der gerne viel Mühe für seine persönliche Architektur aufwendet, jedoch wenig Interesse an der Haustechnik hat.

Der Heizungsbauer hat gute Erfahrungen mit seiner, wohl meist Wasserheizung gemacht, so daß er für Neues kein Interesse und auch keine Zeit hat.

Die durch Verordnungen und Gesetze geforderte hohe Wärmedämmung und die dichte Bauweise werden vom Architekten und Handwerker, bezogen auf die Heizung und Lüftung einer Wohnung oder eines Hauses, noch nicht angemessen berücksichtigt. Man reagiert zunächst dadurch, daß man kleinere Kessel wählt, bessere Regelanlagen verwendet und immer mehr zur Fußbodenheizung übergeht. Für die Lüftung hat dann eben die Hausfrau zu sorgen.

Kommt in der Planungsphase das Gespräch auf die Lüftung, dann scheitert diese meist an dem Planungsaufwand und den Erstellungskosten, ferner an der zu langen Amortisationszeit. Das Wohlbehagen, das durch eine gute Lüftung erreicht wird, ist eben nicht sichtbar.

Der Architekt berücksichtigt bei der Planung noch nicht die notwendige Leitungsführung für die Lüftung und die dazu erforderliche Raumzuordnung, auch nicht den Raumbedarf für die Lüftungsgeräte. Der Einbau der Lüftungsanschlüsse und der Luftleitungen im Rohbau ist für den Architekten oder Bauleiter noch ungewohnt, so daß der kostengünstige

Zeitpunkt übersehen wird. Die Luftleitungen haben zu große Dimensionen und bei geplänkter Wärmerückgewinnung sollten sie beim Einbau gegen Wärmeverlust isoliert werden.

Auch das Bauhandwerk, das die Lüftung einbauen sollte, ist noch nicht fest bestimmt. Nach dem Berufsbild ist der Heizungs- und Lüftungsbauer der Fachmann dafür. Doch wird dieser meist erst nach Abschluß der Rohbauarbeiten auf den Bau kommen und dann kann vieles nicht mehr gemacht werden.

Der Sanitärinstallateur und der Bauklempner sind frühzeitiger am Bau, doch die Lüftung ist nicht ihr Arbeitsgebiet. Dafür ist der Elektriker über lange Zeit am Bau und auch schon in der Rohbauphase. Der Elektriker wäre auch sonst in vielem der Richtige, denn die elektrischen Anschlüsse müssen in jedem Fall von ihm ausgeführt werden, doch läßt sein Berufsbild die Montage von Lüftungs- und Heizungsanlagen nicht zu.

Die mechanische, zentrale Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung ist eine zukünftige Notwendigkeit, um Energie zu sparen und um ein gutes Innenraumklima zu schaffen.

Die Wohnungslüftung ist ein unabhängiges System, das mit allen Heizungsmöglichkeiten kombiniert werden kann. Zur Luftheizung ist die zentrale Entlüftung der Naßräume mit Wärmerückgewinnung die ideale Ergänzung.

Die Aufgabe der zentralen, mechanischen Lüftung ist, über das ganze Jahr hindurch, für einen bestimmten Außenluftwechsel zu sorgen. Für eine Wohnung liegt dieser zwischen 1/2 bis einfach. Die Luftabsaugung sollte in den am meisten durch Verunreinigung und Wasserdampf belasteten Räume erfolgen: Von der Küche, dem Hausarbeitsraum, vom WC, der Dusche und dem Badezimmer.

Die neue, frische Außenluft muß kontrolliert, das heißt im Volumen festgelegt in die Wohn- und Schlafräume nachströmen oder diesen Räumen zugeführt werden. Aufgrund dieser zentralen Voraussetzung muß man einsehen, daß dies nur eine mechanische, kontrollierte Be- und Entlüftung vermag.

Die mechanische, kontrollierte Wohnungsbe- und entlüftung kann zudem auch noch die Wärmerückgewinnung ermöglichen (Bild 1 und 2). Damit wird der Lüftungswärmebedarf festgelegt. Bei der Wärmebedarfsberechnung kann dann der errechnete Lüftungswärmebedarf gestrichen werden, dafür wird der Wärmebedarf des Luftvolumenstroms in der festgelegten Größe berechnet und der Heizungsplanung zugrunde gelegt.

#### Beispiel

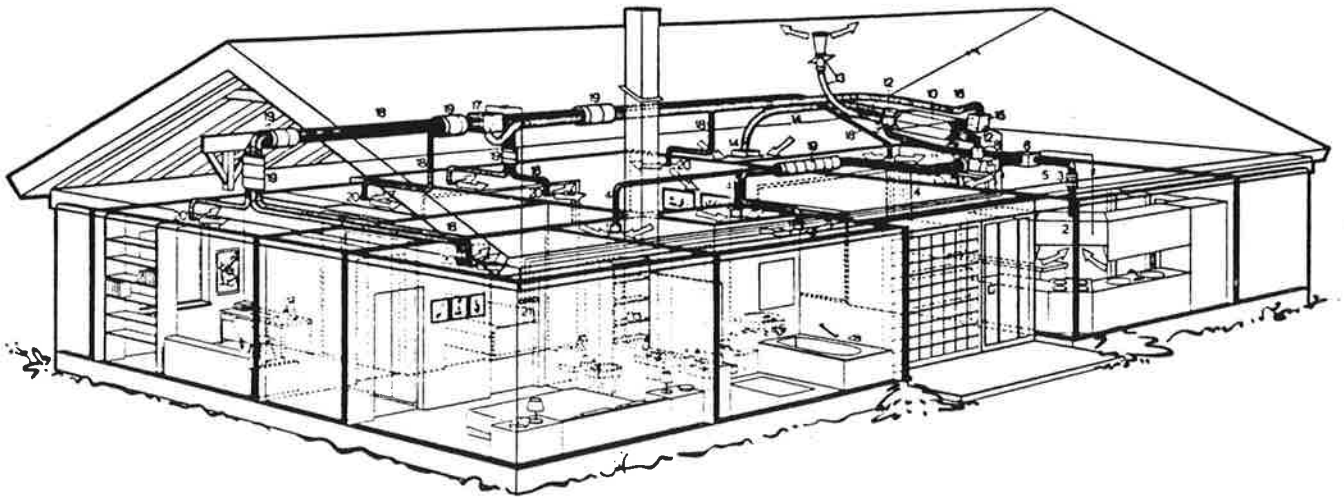
Lüftungsvolumen  $240 \text{ m}^3/\text{h}$ , Sollraumtemperatur  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ , Außentemperatur  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$  und Wärmerückgewinnungsgrad 60 %.

$$\begin{aligned} 240 \times (15 + 22) \times 1,2 \times 0,24 &= 2557 \text{ W} \\ \text{Rückgewinnung } 60 \% &= 1534 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\text{Lüftungswärmebedarf} \quad 1023 \text{ W.}$$

Die wichtigsten Punkte für die Wohnungslüftung sind:

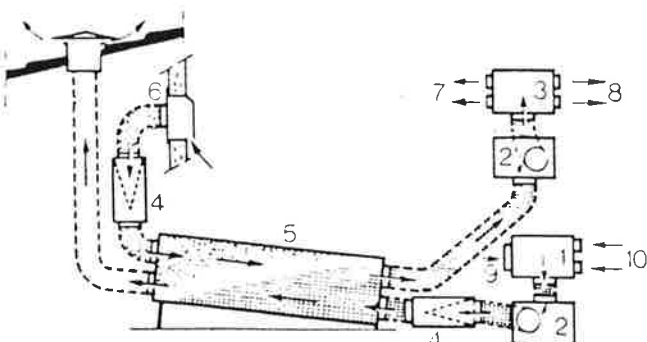
- Sparsame, aber ständige Belüftung der Wohn- und Schlafräume.
- Sparsame, aber ausreichende Entlüftung der Naßräume, Küche, WC, Bad und Dusche.
- Luftströmung von den Wohn- und Schlafräumen zu den Naßräumen, um eine Übertragung von Gerüchen, Wasserdampf usw. in den Wohnbereich zu verhindern. (Durch die ständige Luftabsaugung ist in den Naßräumen immer ein nicht wahrnehmbarer Unterdruck).



1 Abluftanschlüsse mit Filtern in den Naßräumen, 2 Küchenabluflhaube mit Beleuchtung und Umschalter, 3 Deckendurchgang mit Flammenschutzkappe, 4 flexible Abluftleitungen (80 mm  $\phi$ ), 5 flexible Küchenabluflleitung (150 mm  $\phi$ ), 6 Abluftsammler mit Umschalteneinrichtung, 7 Fortluftventilator 35 W, 8 Dreiwege-Ventil für Sommerumschaltung, 9 By-pass-Leitung und T-Anschlußstück, 10 Gegenstrom-Wärmeaustauscher (Wirkungsgrad 65 %), 11 Kondenswasserabfluß, 12 Trommelluftfilter, 13 Fortluftleitung und Dachdurchführung, 14 Außenluftanschluß und Außenluftleitung 150 mm  $\phi$ , flexibel, 15 Zuluftventilator 35 W, 16 Zuluftleitung für die von der Fortluft angewärmte Außenluft (150 mm  $\phi$ ), 17 Zuluftverteiler mit Umschalteneinrichtung, 18 Zuluftleitungen, 80 mm  $\phi$ , flexibel, 19 Isolierung der Be- und Entlüftungsleitungen, 20 Zuluftdüsen, 21 Ein-Aus-Schalter für jeden Ventilator und Umschalter für Sommer- und Zeitschaltuhr

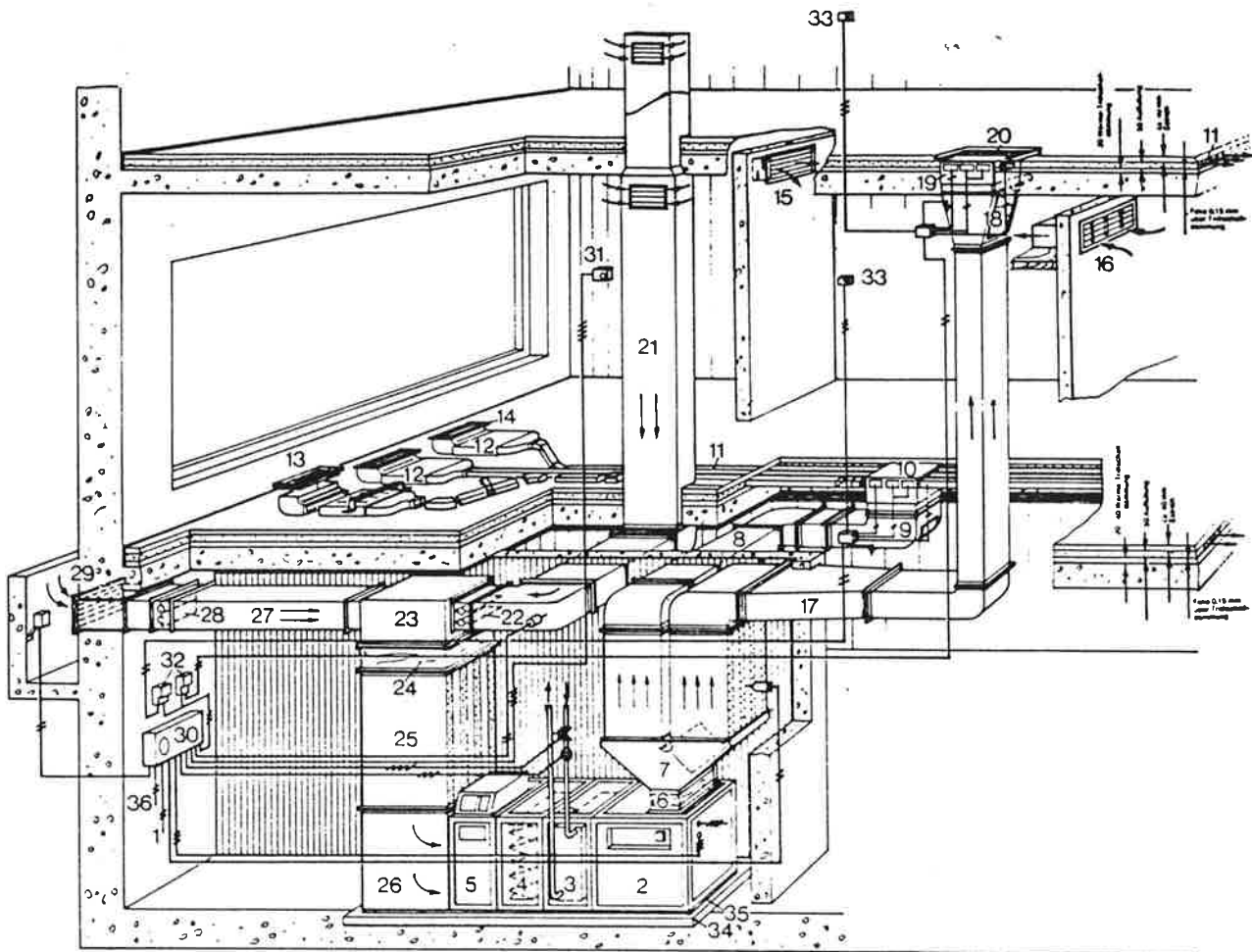
Bild 1: System für kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung

- Von der Abwärme, die mit der verunreinigten Luft ins Freie abgeführt wird, ist die neue Außenluft anzuwärmen. Dazu Verwendung von möglichst großflächigen Wärmeaustauschern, die nicht zu großen Luftwiderstand haben und auch gereinigt werden können. Beispiel: Raumluft 22 °C, Außenluft 0 °C, zugeführte Außenluft nach dem Wärmeaustauscher + 15 °C und Fortluft 7 °C.
- Zugfreie Luftbewegung im Wohnbereich und Durchströmungsmöglichkeit der Luft durch die ganze Wohnung zu den Naßräumen. Im Innenbereich keine dichten Türen und genügender Türabstand vom Fußboden. Durch die stetige Durchspülung der Wohnung ist der Luftzustand so gut, daß kein Bedürfnis zum Fensterlüften mehr besteht.
- Filterung der angesaugten Außenluft und der Abluft vor dem Wärmeaustauscher durch großflächige Filter, um mit einer Wartung pro Jahr auszukommen.
- Filterung der Abluft an den Absaugventilen und in der Küchenhaube, damit die Luftleitungen nicht verschmutzen. Leichtes Auswechseln der Abluftfilter.
- Steuerungsmöglichkeiten zur Konzentration der eingeführten Außenluft, tagsüber auf den Wohnbereich bzw. nachts auf die Schlafräume.
- Steuerungsmöglichkeit zur erhöhten Entlüftung der Küche während des Kochens – bei gleichzeitiger Verminderung der Abluftmengen aus den übrigen Naßräumen.
- In der Küche sollte die verunreinigte Luft sowohl über dem Herd, als auch an der Decke abgesaugt werden. Bei der Anordnung der beiden Absaugstellen braucht die Abfuhrmenge nicht sehr groß zu sein – etwa 120 bis 180 m<sup>3</sup>/h und keine 600 m<sup>3</sup>/h.
- Minimale oder keine Entlüftungsgerausche durch akustische Überlegungen der Geräte-Hersteller. Entfernte Aufstellung und getrennte Luftsammler mit Luftmengenumschaltung.
- Amortisation des Investitions-Mehraufwandes durch Minderverbrauch an Heizenergie. Die Gegenstrom-Wärmeaustauscher haben einen Wärmerückgewinnungsgrad bis zu 70 %. Bei eingebauten Anlagen berichten die Betreiber von einer Einsparung bis zu 25 % bei den Heizkosten.
- Möglichst geringer Stromverbrauch für die Ventilatoren. Dadurch müssen allerdings die Lüftungsleitungen groß genug dimensioniert werden, um geringe Reibungswiderstände zu haben. Für die Herdabsaugung Rohrdurchmesser 150 mm für die Absaugleitungen der übrigen Naßräume und von der Küchendecke 80 Durchmesser oder die Luftleitungen mit 50 x 100 mm.
- Die Anlagen der Wohnungslüftung sollten als komplette Baukästen mit allen benötigten Bauteilen angeboten werden.
- Die Planungsangaben sollten einfach, jedoch umfassend genug sein, so daß der Architekt in seinen Planungszeichnungen die Lüftungsanlage mit einplanen kann. Es zeigte sich bisher, daß die Zusammenarbeit Architekt und Planer nicht genügend und der Zeitaufwand für den Planer zu groß ist.
- Die Herstellerangaben für die Montage sollten so gut sein,



1 Verteiler der Abluft, 2 Ventilatorkasten, 3 Verteiler der Zuluft, 4 Trommelfilter, 5 Wärmeaustauscher, 6 Außenluft-Ansauggitter, 7 Wohnraum, 8 Schlafräume, 9 Küche, 10 WC und Bad

Bild 2: Schema der Wärmerückgewinnung im Luftsystem



- 1 Wärmegerät, 2 Klima-Lüftungseinheit mit Armaturenbrett und stufenlos regelbarem Ventilator, 3 Wärmeaustauscher, 4 Feinstaubfilter, 5 Elektro-Luftfilter, 6 flexibler Flansch, 7 Zuluftverteiler mit Schöpfungen, 8 Zuluftleitung für Erdgeschoß, 9 Anschlußbogen für Revisionsöffnung, 10 Verteiler für Erdgeschoß mit Luftklappen, 11 Luftleitungen im Estrich eingegossen, 12 Zuluftauslässe mit Schalldämpfern, 13 Auflegitter bei Teppichboden, 14 Einlegitter bei Fliesenboden, 15 Telefoneschalldämpfer mit zwei Gittern für Umluft bei abgehängter Decke, 17 Zuluftleitung für das Obergeschoß, 18 Übergangsstück mit Revisionsöffnung, 19 Verteiler für Obergeschoß mit Luftklappen, 20 Bodenrahmen mit Revisionsöffnung, 21 geschlossene Umluftleitung, 22 Jalousieklappe Umluft, 23 Mischkasten Umluft-Außenluft, 24 flexibler Flansch, 25 Umluftschalldämpfer, 26 Umluftanschluß, 27 Außenluftleitung, 28 Außenluftklappe dicht, 29 Außenluftgitter, 30 Regelung, 31 Wähler für Regelung, 32 Transformator für Luftklappen 220/24 Volt, 33 Raumthermostate mit Umschaltung Sommer/Winter, 34 Gerätesockel 50–60 mm hoch (bauseits), 35 Schaumgummiplatte 6 mm, 36 zum Vorlauffühler des Wärmegeräts

Bild 3: Klima-Zentralheizung mit Luftleitungen im Format 50 x 100 mm

daß der Handwerksmeister die Anlage von seinen Leuten, ohne Schulung, montieren lassen kann.

Diese mechanischen Lüftungen können zu jedem Heizsystem eingebaut werden.

Bei Einzelfeuerungsstätten muß jedoch die Zuluft generell größer als die Fortluft sein (entsprechend der Anzahl der Feuerstätten).

### Lüftung und Luftheizung

Ideal ist die Kombination der mechanischen Be- und Entlüftung mit der Luftheizung. Auch hier gibt es natürlich verschiedene Ausführungsmöglichkeiten und Komfortstufen (Bild 3).

Eine solche Anlage muß rechtzeitig, vor Fertigstellung der endgültigen Baupläne, von einem erfahrenen Ingenieurbüro geplant werden. Gewisse Kenntnisse sollte auch der Architekt bei der Grundrißplanung haben.

Bei der Luftheizung mit den kleinen Luftleitungen, die im Fußboden verlegt werden, kann man für die Vorplanung

pro Leitung eine Luftmenge von  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  und eine Heizleistung von  $400 \text{ W}$  annehmen. Entsprechend dem Wärmebedarf muß die entsprechende Anzahl von Luftleitungen vorgesehen werden.

In der Regel wird pro Geschoß ein Verteiler für die kleinen Leitungen benötigt. Ist das Haus sehr großflächig, wird für den Wohn- und Schlafbereich je ein Verteiler gewählt. Die Verteiler müssen von unten oder oben zugänglich sein (Bild 4).

Vom Luftheizgerät führt eine Sammelleitung zum Verteiler. Sie ist so zu dimensionieren, daß die Luftgeschwindigkeit um  $3 \text{ m/s}$  liegt.

Die Umluft aus allen Wohnräumen muß zum Luftheizgerät zurückgeführt werden. Eine geschlossene Umluftleitung, mit der Öffnung unterhalb der Decke, ist empfehlenswert. Wenn das Treppenhaus bis zum Keller oder Untergeschoß offen ist, kann unter Umständen auch dieses als Umluftleitung verwendet werden. Vom Treppenhaus wird dann die Umluft über einen Schalldämpfer angesaugt.

Die Umluft aus den einzelnen Räumen wird über Ausgleichsöffnungen oberhalb der Türen – in der Regel mit Schall-

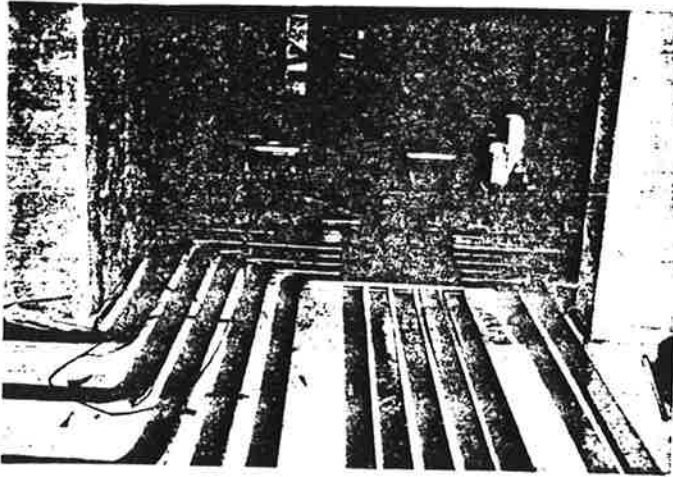


Bild 4: Verteiler und Luftleitungen bevor der Estrich verlegt wird

dämpfen – der Absaugstelle zugeführt. Jeder Raum kann durch einen Raumthermostaten individuell nachgeregelt werden. Die Raumthermostate betätigen die Luftklappen in den Verteilern.

Bei der Kombination mit zentraler Entlüftung werden WC, Dusche und Baderäume ständig von der Luft mit Wohnungstemperatur durchspült, je nach Raumgröße 2- bis 10mal. Damit sind diese Räume für den normalen Bedarf warm genug. Für eine kurzzeitige, höhere Raumtemperatur wird dann am wirtschaftlichsten ein elektrischer Schnellheizer mit Thermostat eingeschaltet.

Die wichtigsten Vorteile der Luftheizung sind folgende:

- Angenehmes, gesundes, dem individuellen Behaglichkeitsgefühl entsprechendes Raumklima zu jeder Jahreszeit (also nicht nur zum Heizen im Winter).
- Günstiges Temperaturprofil, das heißt geringstmögliche Temperaturunterschiede im Aufenthaltsbereich der Personen, auch bei hohen Räumen.
- Staub, Lärm und Ungeziefer bleiben „draußen“. Die Fensterlüftung ist Vergangenheit, denn auch bei geschlossenem Fenster bringt die Luftzentralheizung stets frische, gefilterte Luft.
- Schnelles Anheizen und Anpassen an sich ändernde Witterung durch automatische Regelung bedeutet erhebliche Energieeinsparung.
- Der Fußboden wird durch das im Estrich verlegte Mini-Luftleitungssystem angenehm erwärmt. Fußbodentemperatur liegt maximal 2 K über der Raumtemperatur.
- Bei tief herabgezogenen Fenstern ist ungestörter Blick nach draußen möglich. Der Kälteeinfall wird durch die aufsteigende, zugeführte Warmluft abgeschirmt.

- Decken, Wände und Vorhänge bleiben durch die ständige Luftfilterung länger sauber. Höchstens einmaliges Reinigen der Vorhänge im Jahr genügt. Dadurch werden die Mehrkosten der Klima-Zentralheizung in wenigen Jahren aufgewogen.
- Die Klima-Zentralheizung benötigt keine Heizkörper im Raum, so daß mehr Fläche zur Verfügung steht.
- Der nachträgliche Einbau einer zentralen Luftbefeuchtung zur Erreichung der notwendigen relativen Luftfeuchtigkeit im Winter ist jederzeit möglich.
- Durch Einbau eines Elektro-Luftfilters können Zigarettenrauch, feinste Staubpartikel, Aerosole, Pollen, Bakterien und dergleichen absorbiert werden.
- Der Wärmebedarf, bei Neubauten ohnehin durch gute Wärmedämmung recht niedrig, wird bei zentraler Entlüftung der Naßräume zusätzlich gesenkt. Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung nutzen dabei die warme Fortluft zur Vorwärmung der dosiert zugeführten Außenluft.
- Die Klimazentralheizung bietet ideale Voraussetzungen für die spätere Umrüstung auf den wirtschaftlichen Wärmepumpenbetrieb mit elektrischem Antrieb und in naher Zukunft mit Gasantrieb oder durch Heizöl.

Als Komfort-Variante bei der Luftheizung, kombiniert mit mechanischer Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung, kann noch eine einschaltbare, direkte Belüftung der Schlafräume installiert werden. Von der Außenluftzuleitung kann durch ein Dreiwegeventil eine entsprechende Luftmenge direkt den Schlafräumen zugeführt werden, während die Restluftmenge der allgemeinen Zuluft zugeleitet wird. Es werden dann in der Regel dem Elternschlafraum 2 x 30 m<sup>3</sup>/h und den Kinderzimmern je 30 m<sup>3</sup>/h zugeführt. Durch die eingebauten Luftmengenregler im Verteiler kann die Zuluftmenge genau dosiert werden.

Die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, daß bei der Luftheizung mit kombinierter Be- und Entlüftung eine zusätzliche Luftbefeuchtung nicht notwendig ist. Die Installation einer Luftheizung ist schnell und einfach durchgeführt. Der Arbeitsaufwand für ein Einfamilienhaus liegt bei 80 bis 100 Stunden.

Die Anschaffungskosten für eine Luftheizung sind etwas höher als bei einer üblichen Warmwasser-Zentralheizung. Es wird dafür aber viel mehr geboten und an Heizkosten etwa 25 % eingespart.

Die Wartung entspricht etwa jeder anderen Heizung. Zur Kesselüberprüfung kommt noch das Reinigen und Austauschen der Filter hinzu.

Der Markt zeigt nun langsam, daß die Notwendigkeit der kontrollierten, mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung, anerkannt wird.

Das „Non-Plus-Ultra“ wäre, eine vollwertige Luftheizung, kombiniert mit einer mechanischen Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung.