

## ***Lüftungs-Leitfaden für Planer***

Moderne Systeme zur Wohnungslüftung sorgen für gesunden, geregelten und energiesparenden Luftaustausch. Zum einen verbessert sich dadurch das Raumklima, weil die Zuluft gefiltert und Schadstoffe beziehungsweise zu hohe Feuchtigkeit abgeführt werden. Zum anderen unterbindet die integrierte Wärmerückgewinnung den größten Teil der sonst üblichen Wärmeverluste. Dies spart Heizkosten.

Anlagen zur geregelten Wohnungslüftung setzen sich bei den Bauherren immer mehr durch. Neben physiologischen und bautechnischen Aspekten spielt für Bauunternehmer und Planer auch die rechtliche Situation eine entscheidende Rolle. Schnell und einfach lassen sich solche Anlagen jedoch installieren, wenn der Fachmann bei der Planung einige Punkte in Form der wichtigen Normen und Richtlinien beachtet.

### **Rechtliche Situation**

Im Vergleich zu anderen regenerativen und energieeinsparenden Maßnahmen ist die Rechtslage für Lüftungs-Systeme sehr positiv. Die Rechtsgrundlagen [1] basieren auf dem bürgerlichen Gesetzbuch (BGB § 634 Abs. 1 und § 635) und dem VOB-Bauvertrag (VOB/B § 13 Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7 und § 4 Nr. 7). In punkto Lüftung lässt sich daraus folgendes ableiten: Der Einbau einer Wohnungslüftungsanlage zur Vermeidung von Feuchteschäden entspricht den anerkannten Regeln der Technik. Wer dennoch aus Kostengründen den Einbau einer solchen Anlage ablehnt und damit Gebäudeschäden riskiert, muss mit Ansprüchen auf Erfüllung und Nachbesserung rechnen. In einem solchen Fall haften Planer und Unternehmer. Sie tragen die Kosten für den nachträglichen Anlageneinbau.

Die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks richtet sich nach dem gewöhnlichen Gebrauch. Das beinhaltet eine Heizungsabsenkung ebenso wie beispielsweise eine Fensterlüftung zweimal pro Tag. Fachleute fordern zwar alternativ zur geregelten Lüftungsanlage eine Stoßlüftung - am besten etwa alle zwei bis drei Stunden. In der Realität lüften die Bewohner jedoch viel seltener. Darunter leidet allerdings die Gebrauchstauglichkeit des Gebäudes. Doch berufstätige Paare beispielsweise können die Lüftungsforderungen der Experten kaum erfüllen. Darum ist für die Planung und Ausführung eines Bauwerks der gewöhnliche Gebrauch ausschlaggebend. Eventuelle Gewährleistungsansprüche belaufen sich üblicherweise auf fünf Jahre. Tritt innerhalb dieses Zeitraums ein Schadensfall auf, beispielsweise durch Feuchte und Schimmelschäden (was auf Grund der vorgeschriebenen Gebäudedichtigkeit nach DIN 4108-7 [2] sehr wahrscheinlich ist), kann der Bewohner dafür nicht haftbar gemacht werden. Meist ist sogar ein schriftlicher Hinweis des Bauunternehmers gegenüber dem Bauherrn völlig unzureichend und wird daher im Rechtsstreit nicht als Schuldentlastung anerkannt.

Im übrigen müssen die Bewohner einer Aufforderung, zu Lüftungszwecken die Fenster schräg zu stellen, nicht nachkommen. Eine Hausratversicherung kann hieraus zudem ein erhöhtes Einbruchsrisiko ableiten und im Schadensfall eine Erstattung verweigern. In den kommenden ein bis zwei Jahren wird dazu ein richtungsweisendes Urteil vom Bundesgerichtshof (BGH) erwartet. Zur Zeit werden bereits mehrere

Fälle dieser Art vor untergeordneten Instanzen verhandelt, die über kurz oder lang zu einem Grundsatzurteil des BGH führen werden.

Hat sich ein Hauseigentümer für die Installation einer Lüftungsanlage entschieden, stehen dem Planer grundsätzlich zwei unterschiedliche Systeme zur Verfügung: Ein einfaches und entsprechend kostengünstiges System, bestehend aus einer Abluftanlage mit Nachströmöffnungen in der Außenwand, oder eine Zentralanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG). Beide Systeme haben Vor- und Nachteile [3]. Ein schonender Umgang mit den natürlichen Ressourcen und der Bau dichter und gut gedämmter Gebäude ist heute schon Standard. Für den Einbau von Nachströmelementen müssen bei einfachen Systemen allerdings "Öffnungen" in der Außenwand vorgesehen werden. Daher werden WRG-Anlagen wohl immer mehr an Bedeutung gewinnen. Ihre Funktion und Planung stehen daher im Mittelpunkt dieses Beitrags.

### Zentrale Wohnungslüftung mit WRG

Wie ein System zur zentralen Wohnungslüftung mit WRG funktioniert, zeigt Bild 1: Das Gebäude wird unterteilt in den Abluftbereich mit Küche, Bad, WC und Dusche und den Zuluftbereich mit Schlaf- und Wohnräumen. Flure und Dielen dienen dabei zum Überströmen der Luft vom Zuluft- in den Abluftbereich. Im Abluftbereich fallen Gerüche und Feuchtigkeit an. Deshalb wird hier ständig Luft aus dem Gebäude abgeführt. Mit der gleichen Menge an frischer Luft werden wiederum die Zuluftbereiche versorgt. Durch den Wärmeübertrager des Gerätes wird dabei ein Großteil der Abluftwärme auf die Außenluft übertragen und so nahezu auf Raumtemperatur vorerwärmt. Damit die Bewohner auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen keine Einbußen in Sachen Behaglichkeit haben, können sie die Temperatur der Zuluft mit einem Heizregister erhöhen.

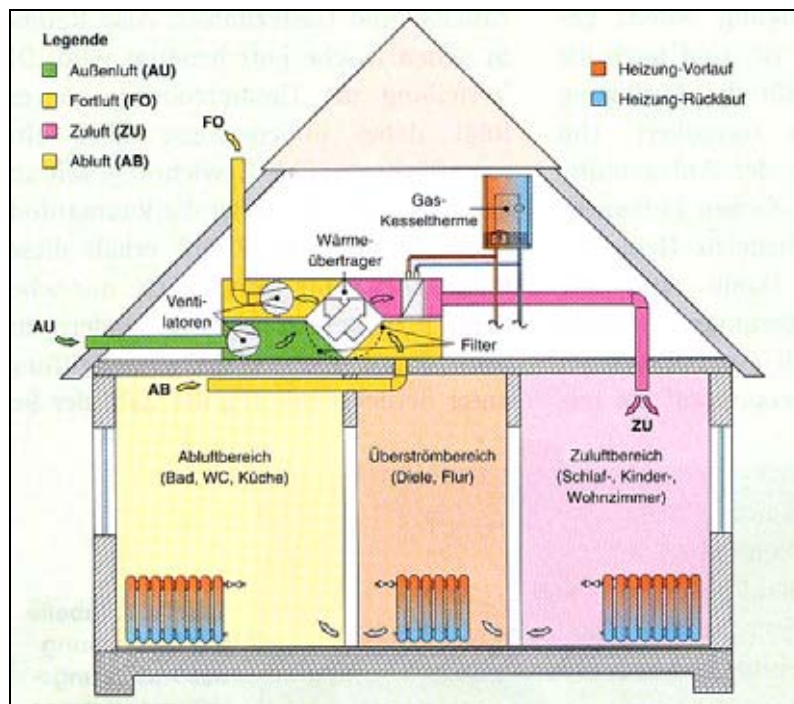


Bild 1 Ein System zur zentralen Wohnungslüftung mit WRG am Beispiel des Junkers-Systems Ae-rastar

In der DIN 4701 Teil 10 [4], in der die Anlagentechnik für Heizung, Lüftung und Warmwassererzeugung bereits gemäß EnEV abgebildet ist, sind auch die Rahmenbedingungen für die Auslegung von Lüftungsanlagen formuliert. Um Energie zu sparen, ist der Anlagenluftwechsel auf einen 0,4-fachen Luftwechsel, bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen, festgelegt. Damit sind alle hygienischen Anforderungen erfüllt, denn daraus lässt sich ein Luftwechsel von etwa 1,0-fach, bezogen auf die reinen Zulufräume, berechnen. Eine Anlage kann aber auch auf einen höheren Luftwechsel als den Normluftwechsel ausgelegt werden. Durch übermäßiges Lüften verringert sich jedoch die Menge der anrechenbaren Wärme. Eine energetische Verschlechterung der Anlage ist die Folge. Dies wird in DIN 4701-10 entsprechend berücksichtigt.

## Auslegungsvolumenstrom und Geräteauswahl

Welches Lüftungsgerät das richtige ist, hängt vom erforderlichen Luftvolumenstrom ab. Der Planer kann den benötigten Auslegungsvolumenstrom einfach aus dem Produkt des beheizten Gebäudevolumens und dem Luftwechsel ermitteln. Eine übersichtliche Tabelle, die in den Planungsunterlagen der Gerätehersteller zu finden ist, erleichtert dabei die Berechnung [5] (Tabelle 1).

Ist der Auslegungsvolumenstrom bekannt, kann das dazu passende Lüftungsgerät ausgewählt werden. Der Planer sollte dabei darauf achten, dass der Volumenstrom durch den Einsatzbereich des gewünschten Lüftungsgerätes abgedeckt wird. Überprüfen kann er dies durch die Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt). Nicht zugelassene Lüftungsgeräte dürfen gemäß Bauproduktenrichtlinie nicht eingesetzt werden.

1	Beheizte Gesamtnutzfläche	___ m <sup>2</sup>
2	Raumhöhe (Standard 2,5 m)	___ m
3	Beheiztes Gebäudevolumen (1 × 2)	___ m <sup>3</sup>
4	Luftwechsel (Standard 0,4 1/h)	___ 1/h
5	Auslegungsvolumenstrom (3 × 4)	___ m <sup>3</sup> /h

Tabelle 1 Tabelle zur Berechnung des Auslegungsvolumenstromes

Der ermittelte Auslegungsvolumenstrom, der für Zuluft und Abluft gleich ist, wird nun auf die einzelnen Räume unter Berücksichtigung von Zuluft- und Abluftbereich verteilt. Der Zuluftbereich enthält dabei gemäß Bild 1. Schlafzimmer, Kinder- und Wohnzimmer sowie Arbeits- und Gästezimmer. Also Räume, in denen frische Luft benötigt wird. Die Verteilung der Gesamtzuluftmenge erfolgt dabei üblicherweise über eine raumflächenmäßige Gewichtung. Mit anderen Worten: Je größer die Raumgrundfläche, desto mehr Zuluft erhält dieser Raum. Dies sollte jedoch nicht nur schematisch umgesetzt werden, sondern zudem durch eine Plausibilitätsprüfung, unter Berücksichtigung der Zahl der Bewohner, überprüft werden. Ein Wohnzimmer kann zum Beispiel zu einem flächengleichen Schlafzimmer mit einer höheren Zuluftmenge beaufschlagt werden, da sich dort zeitweise die gesamte Familie aufhält.

Zum Abluftbereich gehören Küche, Dusche/Bad, WC und Hauswirtschaftsraum - eben alle Räume, in denen Feuchtigkeit und Gerüche entstehen und abgeführt werden müssen. Im Vergleich zur Zuluftseite sind die Ablufträume meist wesentlich kleiner. Deshalb wird die Abluftmenge üblicherweise gleich mit Erfahrungswerten für den

Luftwechsel berechnet. Die Luftwechselwerte liegen je nach Raumart zwischen einem ein- bis vierfachen Austausch pro Stunde und können den gängigen Planungsunterlagen entnommen werden. Es empfiehlt sich, den hier vorhandenen Spielraum auch zu nutzen. Bei Badezimmern zum Beispiel ist stets zu überlegen, ob ein 3-facher Luftwechsel nicht zu Zugerscheinungen führen kann. Ist dies der Fall, ist es sinnvoll, einen niedrigeren Luftwechsel zugunsten der Absaugleistung in der Küche vorzusehen. Generell sollte der Planer den Abluftvolumenstrom dem Zuluftvolumenstrom anpassen und auf die für fensterlose Ablufträume nach DIN 1946 Teil 6 [6] vorgeschriebene Mindestabsaugmenge von 20 bzw. 40 m<sup>3</sup>/h achten.

## **Entwurf der Leitungsführung**

Hat der Planer die jeweiligen Raumlufthmengen bestimmt, gilt es, als nächstes die Luftführung im Gebäude unter die Lupe zu nehmen. Besonders wichtig ist die Zuluftführung, um eine gute Luftverteilung und eine angenehme Behaglichkeit ohne Zugerscheinungen zu erhalten. Vorteilhaft ist es, die Zuluft im Außenwandbereich des Raumes einströmen zu lassen. Das sichert die Raumdurchspülung zur Innentür, weil die Luft in Richtung des Druckgefälles zu den Ablufträumen strömt. Eine elegante Lösung ist die Überlagerung mit der thermischen Strömung der Heizkörper. Die gemischte Strömung aus Zuluft- und Raumlufth garantiert den Bewohnern eine zugfreie Frischluftversorgung. Die Zuluft kann entweder über Deckenluftauslässe oder über Bodenkanäle eingebracht werden. Die Lufteinbringung vom Innenkern, zum Beispiel aus abgehängten Fluren, eignet sich besonders für kostengünstige Lösungen in Etagenwohnungen. Da diese Luftströmung aber der thermischen Heizkörperströmung entgegenwirkt, sollte die Zuluft möglichst auf Raumtemperatur nacherwärmt sein. Herabfallende Kaltluftströmungen und Zugerscheinungen werden so vermieden.

Die Abluftabsaugung bildet nur in der unmittelbaren Umgebung eine kugelförmige Luftströmung, jedoch ohne Tiefenwirkung. Das wirkt sich nur minimal auf die Luftverteilung aus. Die Ventile sollte man am besten über oder neben den Entstehungsorten von Gerüchen montieren, damit diese möglichst schnell abgeführt werden. Das Küchenabluftventil wird zur Aufnahme von Wärme und höherer Luftfeuchte in der Nähe des Herdes platziert. Aus hygienischen Gründen ist es aber nicht ratsam, eine Dunstabzugshaube in das Abluftsystem der Lüftung zu integrieren, da Fett-Mitriss und Ablagerungen nicht auszuschließen sind. Um Wärmeverluste zu vermeiden, sollte der Planer in Kombination mit einer Lüftungsanlage Umlufthauben mit Fettfilterung oder Ablufthauben mit automatisch öffnenden Außenluft-Nachströmöffnungen einsetzen. Beide Anlagen beeinflussen die Absaugleistung des Küchenabluftventils nicht.

Ist die raumweise Be- und Entlüftung geklärt, bestimmt der Planer gemeinsam mit dem Bauherrn einen geeigneten Aufstellort für die Lüftungsanlage. Danach kann die endgültige Leitungsführung im Gebäude festgelegt werden. Hier empfiehlt es sich, eine Grobskizze der Leitungsführung und der Durchstoßpunkte durch Decken und Wände anzufertigen. Dabei beginnt man mit der Einzeichnung der Leitungen in dem Geschoss, das vom Aufstellungsraum am weitesten entfernt ist. Auf diese Weise können die längsten und kritischsten Leitungen entlang von oder innerhalb durchgehender Wände oder Schächte platziert werden. Kann der Planer den Gerätestandort frei wählen, sollte die kostengünstigste Lösung favorisiert werden. Beispielsweise indem man das Gerät in der Nähe der Steigleitungen oder großer Rohrdurchmesser aufstellt. Das spart Material und Kosten. Zu vermeiden ist dabei aber, dass aus Kos-

tengründen alle Verteilleitungen für Zuluft und alle Sammelleitungen für Abluft in jeweils einen zentralen Steigstrang münden. Dadurch kann störender Telefoneschall zwischen den Räumen entstehen.

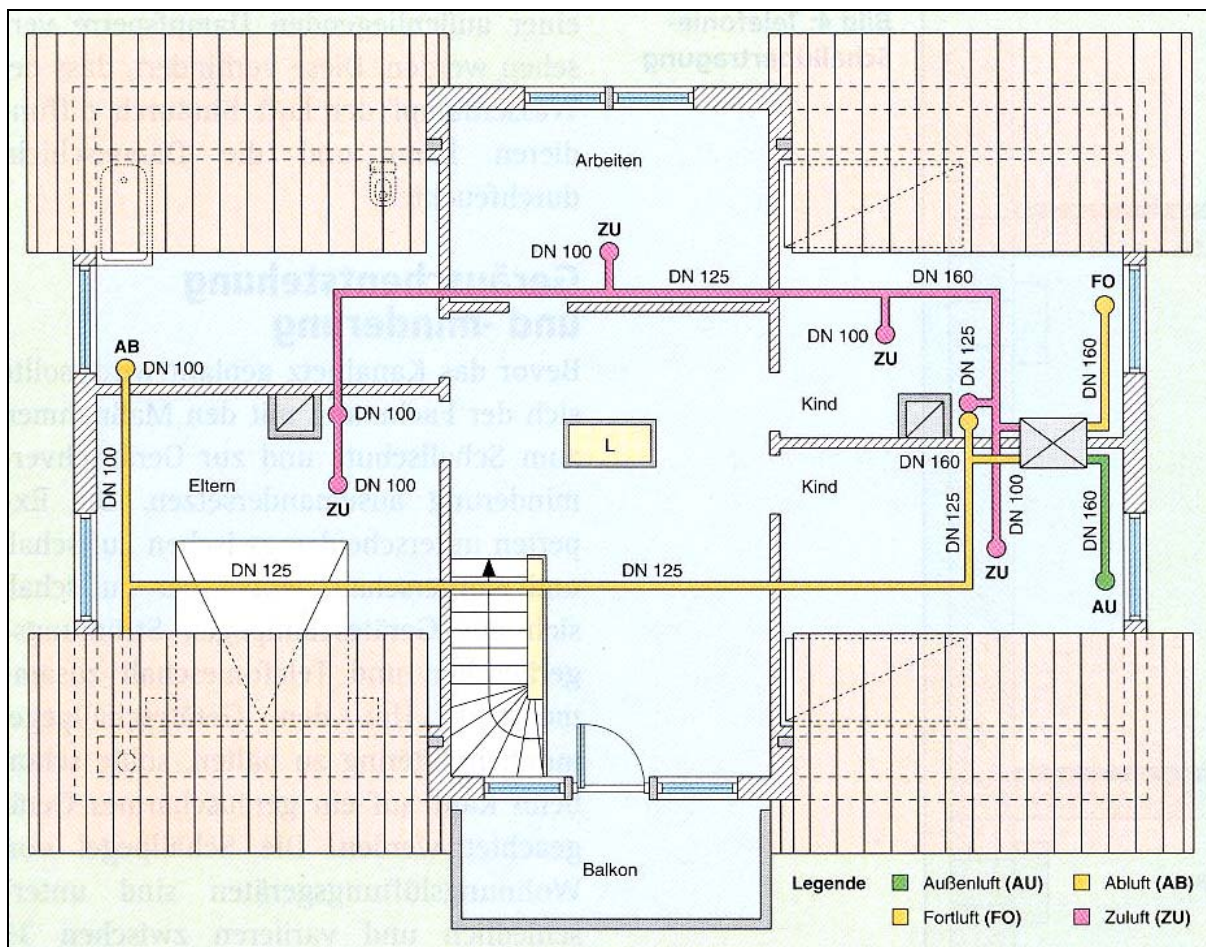


Bild 2 Entwurf einer Leitungsführung für eine Geräte-Installation auf dem Dachboden

Auch die aus Tabellen oder Diagrammen ermittelten Rohrenweiten sind Bestandteil der Grobskizze. Basis dafür ist eine konstante Strömungsgeschwindigkeit von 3 m/s. Höhere Werte sollten vermieden werden, weil dadurch Geräusche entstehen. Niedrigere Strömungsgeschwindigkeiten bedingen große Rohrenweiten und damit erhöhte Kosten und das Problem, wo man diese Leitungen unterbringt.

### Geräteaufstellung

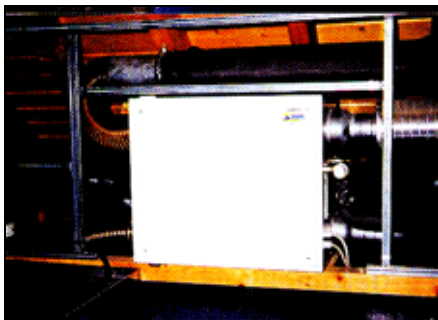
Energetisch betrachtet ist es vorteilhaft, das Gerät innerhalb der wärmedämmten Gebäudehülle unterzubringen. Dadurch werden Wärmeverluste weitgehend verhindert. Für die Außenluft- und Fortluftleitung sind im Aufstellungsraum stets kurze Leitungslängen vorzusehen (gemäß DIN 4701 - 10 möglichst unter 2 m). Das hat nicht nur energetische Vorteile, sondern ist auf Grund geringerer Rohrlängen auch kostengünstiger.

In der Praxis werden größere Lüftungsgeräte im Einfamilienhaus meist auf dem Dachboden installiert. Dadurch lässt sich eine einfache, zentrale und preiswerte Luftverteilung realisieren. Damit die Bewohner nicht zu viel Raum des Speichers opfern

müssen, empfiehlt es sich, querverlaufende Luftleitungen im Außenbereich des Dachbodens zu verlegen.

Speziell für Apartments konzipierte kleinere Geräte finden oft in Abstellkammern und Nischen Platz. Daher kommt es bei diesen Systemen besonders auf Geräuscharmheit an. In jedem Fall muss im Aufstellungsraum ein elektrischer Anschluss und eine Möglichkeit zur Kondensateinleitung vorhanden sein.

Für die meisten Lüftungsgeräte gilt, dass die Aufstell-Raumtemperatur nicht unter 0 °C liegen darf, da sonst wasserführende Anlagenteile einfrieren und die Wärmeverluste über Gehäuse und Luftleitungen zu groß werden. Enthält das Lüftungsgerät ein Nachheizregister, lässt sich dieses hydraulisch wie ein zusätzlicher Heizkörper in den Heizkreis einbinden.



*Bild 3 Geräteaufstellung auf dem Dachboden*

Befinden sich Lüftungsgerät und Wärmeerzeuger im selben Raum, sind bei der Planung die Anforderungen und Vorschriften der Installationsanleitung des Wärmeerzeugers zu berücksichtigen. Auch die Vorgaben des Arbeitsblattes G 670 [7] sind verbindlich. Bei einem raumluftabhängigen Wärmeerzeuger muss das Lüftungsgerät eine geschlossene Luftführung haben. Das bedeutet, der Raum darf in die Be- und Entlüftung nicht eingebunden sein. Außerdem darf kein Raumverbund zwischen Aufstellungsort und dem von der Lüftung versorgten Teil des Gebäudes bestehen. Lüftungsgerät und raumluftabhängige Wärmeerzeuger wie Kachelofen oder Pelletsofen dürfen nur dann gleichzeitig betrieben werden, wenn der Wärmeerzeuger über eine unabhängige Verbrennungsluftzufuhr verfügt - zum Beispiel über einen separaten Kanal oder Schacht. Auch der Einsatz eines Luft-Abgas-Systems LAS ist möglich. Ohne diese Luftversorgung muss die Lüftungsanlage bei jeder Inbetriebnahme des Wärmeerzeugers abgeschaltet werden. Diese Problematik beschäftigt die Experten noch. Deshalb ist auch eine Rücksprache mit dem Bezirksschornsteinfeger angebracht. Der Benutzer kann eine solche Situation derzeit nur vermeiden, wenn er seine Wohnung mit einem raumluftunabhängigen Wärmeerzeuger beheizt.

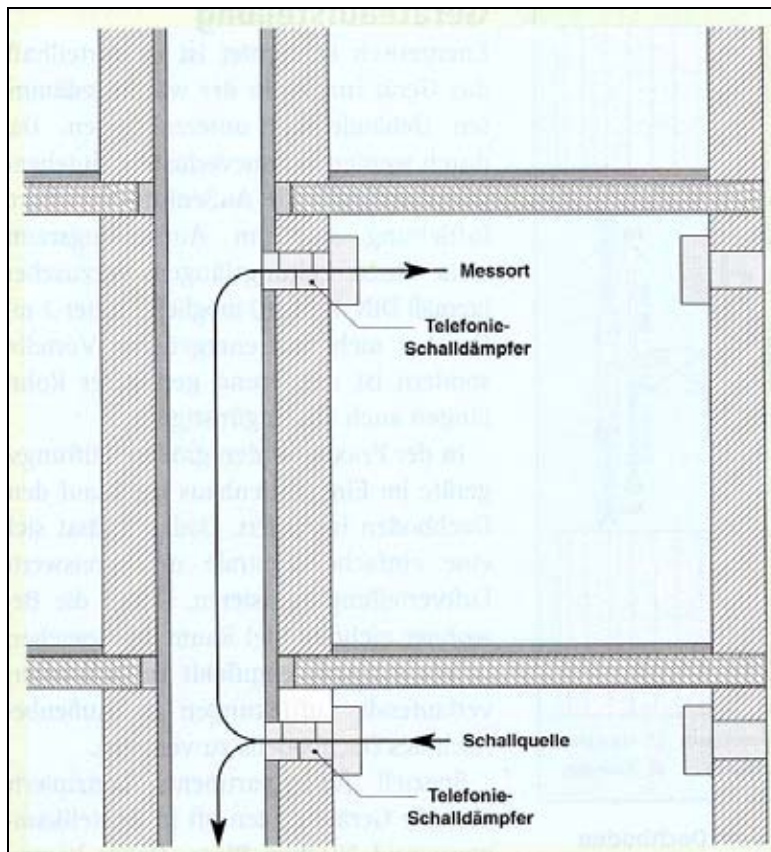


Bild 4 Telefonie-Schallübertragung

## Luftleitungen und Kanäle

Für die Luftleitungen haben sich glattwandige verzinkte Wickelfalzrohre bewährt, weil sich darin keine Verunreinigungen festsetzen können. Ergänzend können auch Flachkanäle zum Einsatz kommen. Flexible Schläuche haben durch ihre hohe Beweglichkeit vor allem bei komplizierter Kanalführung und kürzeren Leitungsabschnitten ihre Berechtigung. Sie sind aber durch den deutlich höheren Druckverlust im Vergleich zu Wickelfalzrohren wesentlich sorgfältiger zu planen.

Für die jährlich oder alle zwei Jahre fällige Überprüfung und gegebenenfalls Reinigung der Luftkanäle sind Reinigungsöffnungen mit Verschlüssen in ausreichender Zahl vorzusehen [8]. Bezüglich der Inspektion und Reinigung gibt es von den verschiedenen Bundesländern unterschiedliche Vorschriften. Hier ist auf die länderspezifische Bauordnung zu achten, beziehungsweise Rücksprache mit dem Bezirks-Schornsteinfeger zu halten.

Zu- und Abluftrohre müssen in unbeheizten Bereichen zur Vermeidung von Wärmeverlusten gedämmt werden, wobei je nach Temperaturdifferenz bis zu 50 mm Dämmstärke zu empfehlen sind. Wird eine Rohrführung von Zuluft und Abluft innerhalb beheizter Bereiche vorgesehen, erübrigt sich eine Wärmedämmung. Außenluft- und Fortluftleitungen, deren Temperatur oft erheblich unter der Raumtemperatur liegen, müssen zusätzlich zu der Dämmdicke von 50 mm mit einer außenliegenden Dampfsperre versehen werden. Diese verhindert, dass der Wasserdampf der Luft hindurch diffundieren kann und die Dämmschicht durchleuchtet.

## Geräuschartstehung und -minderung

Bevor das Kanalnetz geplant wird, sollte sich der Fachmann mit den Maßnahmen zum Schallschutz und zur Geräuschverminderung auseinandersetzen. Die Experten unterscheiden zwischen Luftschall und Körperschall, wobei der Luftschall sich aus Geräteschallpegel, Strömungsgeräuschen und Telefonieschall zusammensetzt. Um den Geräteschallpegel möglichst gering zu halten, sollte schon beim Kauf auf ein geräuscharmes Gerät geachtet werden. Die Schallpegel von Wohnungslüftungsgeräten sind unterschiedlich und variieren zwischen 35 dB(A) und mehr als 70 dB(A). Da das menschliche Gehör eine Schallpegelerhöhung um 10 dB(A) als doppelt so laut empfindet, wird schnell deutlich, dass dieser Punkt bei der Planung sehr wichtig ist. Generell sind auch bei leisen Geräten zentrale Schalldämpfer einzuplanen. Schließlich dürfen nach DIN 1946 Teil 2 [9] bzw. DIN 4109 Teil 5 [10] in Schlafräumen Schallpegel von 30 dB(A) nicht überschritten werden - in Sonderfällen ist dieser Grenzwert sogar noch geringer.

Strömungsgeräusche werden am sichersten durch eine angemessene Kanalnetzdimensionierung verhindert. Das heißt, eine Strömungsgeschwindigkeit von 3 m/s in den Hauptkanälen sollte nicht überschritten werden. Mit Annäherung an die Lufteintritts- oder Luftaustrittsstelle des Raumes gelten 2 m/s als Obergrenze. Auch zuluft- und abluftseitige Stellglieder wie Drosselklappen oder Volumenstromregler gehören zum Kanalnetz. Es wäre ein fataler Fehler, die VolumenstromEinstellung nur an den Ventilen bewerkstelligen zu wollen. Die Folge wären Strömungsgeräusche an den Aus- und Einlässen in Gerätenähe. Zurückzuführen ist das auf den erforderlichen stark verkleinerten Ventil-Ringspalt. Glatte wandige Wickelfalzrohre sind gegenüber flexiblen Rohrleitungen geräuschärmer.

Werden Geräusche von Raum zu Raum durch das Kanalnetz übertragen, spricht man von Telefonieschall. Um diese Geräusche zu vermeiden, gibt es zwei Möglichkeiten: Wird jeder Raum mit einer separaten Luftleitung versorgt, schwächt sich der Telefonieschall auf einem weiten Weg durch das Kanalnetz von einem Raum zum anderen ab. Eine gute Lösung, die jedoch nicht immer praktikabel ist. Eine weitere Möglichkeit sind Telefonie-Schalldämpfer, die in die schallübertragende Verbindungsleitung zwischen den Räumen eingebaut werden (Bild 4) und so den Großteil des Schalls absorbieren. Bei solchen Entscheidungen ist es wichtig, auch die Nutzung der Räume zu beachten. Die Anbindung eines Wohnzimmers und eines Schlafzimmers an eine gemeinsame Versorgungsleitung sollte statt mit einem Telefonie-Schalldämpfer besser mit getrennten Leitungen gelöst werden.

Der Körperschall ist im Vergleich zu anderen Schallarten durch die Planung nur gering zu beeinflussen. Hier kommt es auf die Qualität der praktischen Ausführung und der Installation an. Das Lüftungsgerät sollte auf einer körperschallisolierenden Unterlage, wie zum Beispiel einer schwingungsdämpfenden Matte, aufgestellt werden. Die Kanalbindung sollte nicht starr an den Anschlüssen des Lüftungsgerätes erfolgen. Segeltuchstutzen oder elastische Verbindungen haben sich zur Verbindung bewährt. Zur Leitungsmontage sollte der Installateur nur Rohrschellen mit Gummieinlagen verwenden.

## Detaildimensionierung und Druckverlust

Steht der Entwurf mit der Leitungsführung, kann der Planer aus der Grobskizze eine detaillierte Zeichnung mit allen wesentlichen Komponenten für die Druckverlustberechnung erstellen (Bild 5).

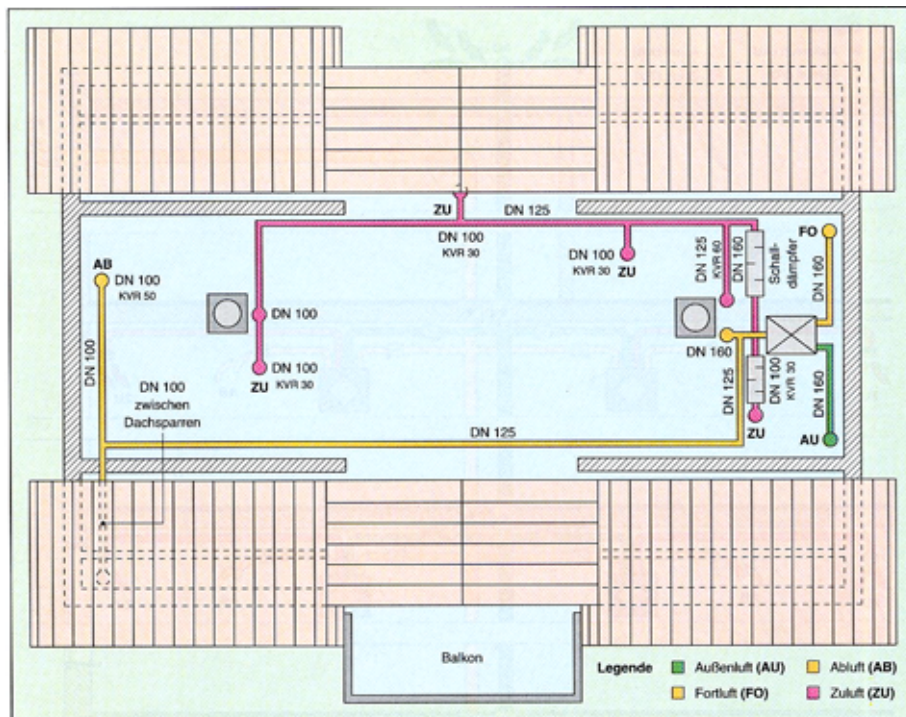


Bild 5 Detaillierte Kanalnetzdarstellung

Über Programme oder Formblätter kann der Druckverlust mit dieser Anlagendarstellung berechnet werden. Zu beachten ist dabei, dass der Zuluftventilator den Druckverlust von der Außenluftansaugung bis zum ungünstigsten Zuluftventil überwinden muss. Der Fortluftventilator muss analog dazu den Widerstand vom ungünstigsten Abluftventil bis zum Fortluftauslass abdecken. Basierend auf den berechneten Druckverlusten und dem zugehörigen Auslegungsvolumenstrom wird der Betriebspunkt im Luftleistungsdiagramm festgelegt. Liegt der ermittelte Betriebspunkt zwischen den Drehzahlstufen eines Gerätes, ergibt sich in der Praxis üblicherweise ein Betrieb auf der höheren der beiden Stufen.

## Anlagenplanung in Mehrfamilienhäusern

Die Planung von Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern ist gegenüber Einfamilienhäusern aufwendiger. Es gibt mehr Vorschriften, die zu beachten sind insbesondere die Musterbauordnung [11] und die Bauordnungen der einzelnen Länder zur Brandübertragung zwischen einzelnen Brandabschnitten. Maßnahmen gegen das ungewollte Ein- oder Ausströmen von Luft aus anderen Wohneinheiten sind ebenfalls vorgeschrieben.

Prinzipiell kommen für eine Lüftungstechnische Lösung mit gemeinsamen Verteil- und Sammelkanälen zwei Umsetzungsmöglichkeiten in Frage. Eine Möglichkeit ist ein Großgerät, das die Be- und Entlüftung sämtlicher Wohnungen über ein entsprechen-

des Kanalnetz zentral übernimmt. Dieses Zentralgerät bietet den Vorteil, dass sich die Wartung auf ein Gerät beschränkt und die Anschaffungskosten geringer sind. Mehrkosten entstehen allerdings durch eine separate Möglichkeit zur Volumenstromerhöhung und -absenkung für jede Wohneinheit. Deshalb muss jede Wohnung zusätzlich zu den erforderlichen Brandschutz- und Rückschlagklappen mit variablen Volumenstromreglern ausgestattet sein, die nicht nur teurer sind, sondern auch regelmäßig gewartet werden müssen.

Ein separates Lüftungsgerät in jeder Wohnung des Mehrfamilienhauses ist die zweite Möglichkeit. Dieses wird über zentrale Verteil- und Sammelkanäle mit einer Abzweigung für jede Wohnung versorgt (Bild 6). Wie beim Zentralgerät sind auch bei dieser Lösung Brandschutzklappen mit Prüfzeugnis nach DIN 4102 [12] zwischen den einzelnen Brandabschnitten notwendig. Die erforderlichen Feuerwiderstandsklassen der Luftleitungen sind in DIN 4102 Teil 6 aufgeführt. Die Feuerwiderstandsdauer von Decken, Brandwänden und Flurwänden sind in Abhängigkeit von der Zahl der Geschosse in der Musterbauordnung beziehungsweise den Ländervarianten festgelegt. Ebenso sind auch hier Rückschlagklappen gegen das ungewollte Ein- oder Ausströmen von Luft aus anderen Wohneinheiten vorzusehen. Geregelt ist der Einsatz von Rückschlagklappen in DIN 18017 Teil 3 [13]. Separate Wohnungslüftungsgeräte können die Bewohner nach ihren Wünschen betreiben. Sie lassen sich einfach bedienen und der Einbau und die Inbetriebnahme der Anlage ist für den Installateur einfach zu bewerkstelligen.

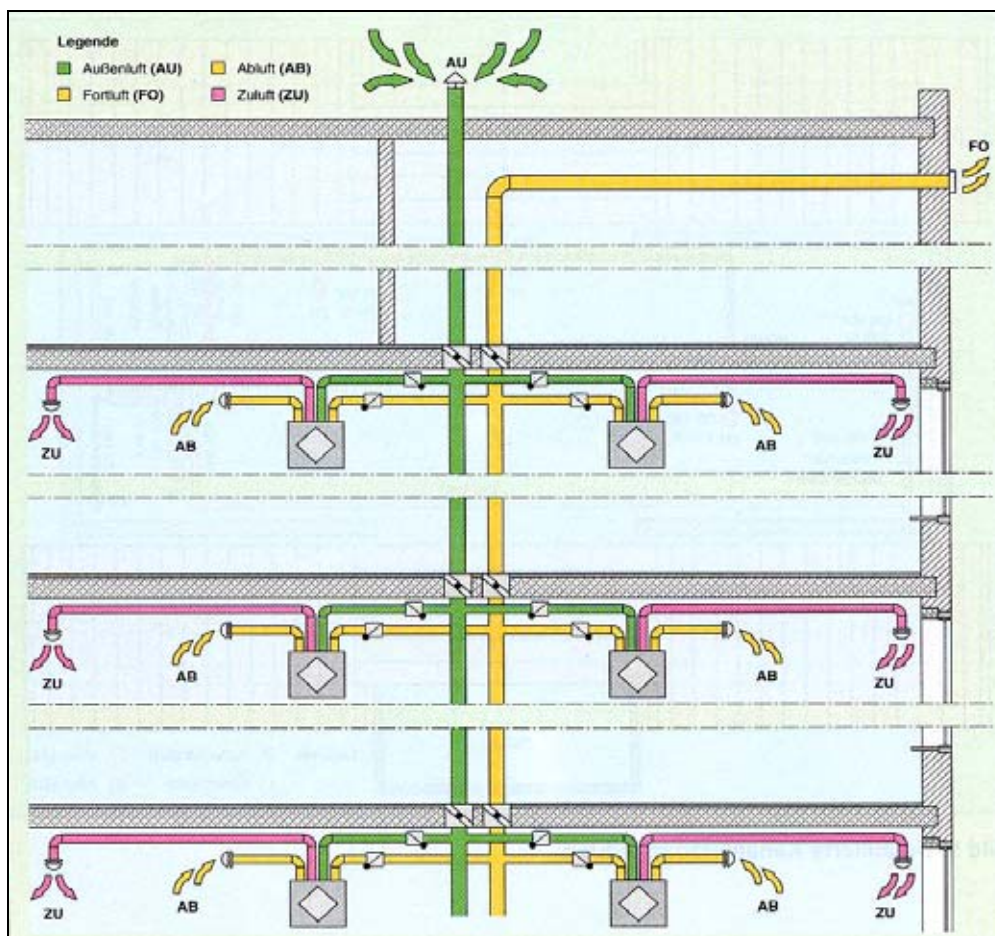


Bild 6 Dezentrale Be- und Entlüftung im Mehrfamilienhaus

## Wirtschaftlichkeit

Die EnEV löst die Wärmeschutzverordnung 1995 (WschV) ab. Dadurch konkurrieren jetzt nicht mehr primär die Aufwendungen für den Wärmeschutz mit den Kosten einer Lüftungsanlage [14]. Andere regenerative Anlagentechniken jeweils in Verbindung mit einer entsprechenden Heiztechnik und Trinkwassererwärmung (DIN 4701-10) kommen hinzu. Dennoch ist es möglich, die Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen abzuschätzen. Sie wird bestimmt durch die Einsparungen durch die Wärmerückgewinnung, durch die Einsparungen an baulichen Maßnahmen durch die verbesserte Anlagenaufwandszahl und durch Förderprogramme.

## Einsparungen durch WRG

Für die Einsparungen durch die WRG sind gemäß folgender einfacher Berechnungsformel der Betriebsvolumenstrom  $\dot{V}$  der Anlage, die mittlere Ablufttemperatur  $t_{AB}$ , die mittlere Außentemperatur der Heizperiode für den Betriebsort gemäß DIN 4710 [15] und der Wärmebereitstellungsgrad bzw. Rückgewinnungsfaktor  $\Phi$  entscheidend. Daraus kann die mittlere zurückgewonnene Wärmeleistung durch das Lüftungsgerät berechnet werden.

$$\dot{Q} = 0,34 \times \dot{V} \times (t_{AB} - t_{AU}) \times \Phi$$

Durch Einsetzen realistischer Zahlenwerte ergibt sich für ein System mit 80 % WRG eine Wärmeleistung von

$$\dot{Q} = 1\,086 \text{ W.}$$

Über die gesamte betrachtete Heizperiode mit der Betriebszeit  $z$  von sieben Monaten (= 210 Tage = 5 040 Stunden) ergibt sich eine insgesamt zurückgewonnene Wärmemenge von

$$Q = \dot{Q} \times z = 1\,086 \text{ W} \times 5\,040 \text{ h} = 5\,473 \text{ kWh}$$

Die eingesparten Brennstoffkosten liegen mit einem Gaspreis von 0,04 €/kWh bei 219,- €.

Die gleichzeitig anfallenden Stromkosten liegen bei einer marktüblichen Geräteleistungsaufnahme von 90 W mit einem Strompreis von 0,15 €/kWh bei 68,- € pro Jahr.

Die Kosteneinsparung (eingesparte Brennstoffkosten - Stromkosten) für den betrachteten Betriebszeitraum durch die Wärmerückgewinnungsanlage beträgt damit im Vergleich zu einer optimalen und luftwechselidentischen Fensterlüftung 151,- € (praktisch ließe sich eine solche Fensterlüftung jedoch gar nicht realisieren).

## Einsparungen an baulichen Maßnahmen

Die Einsparungen an baulichen Maßnahmen sind durch die energetischen Auswirkungen der Wohnungslüftung mit WRG auf den Energiebedarf des Gebäudes nachvollziehbar. Dafür ist eine vergleichende Bewertung von gebäude- und anlagentechnischen

nischen Maßnahmen notwendig. Abweichend von anderen Studien zu diesem Thema [16] wird aber nicht nur der Grenzbereich der EnEV untersucht. Auf Basis eines identischen Primärenergiebedarfs werden bessere Werte als das Anforderungsniveau berücksichtigt, um die Vorteile der Lüftung mit WRG deutlich und bewertbar zu machen.

Betrachtet wird ein freistellendes Einfamilienhaus ( $A/V = 0,75$ ) mit  $195 \text{ m}^2$ . Für dieses Gebäude wurden die Investitions-Mehrkosten der Gebäudedämmung AK gegenüber den Mindestanforderungen als Funktion des Jahresheizwärmebedarfs untersucht und ermittelt [17]:

$$\Delta K = 389\,900 - 14\,973 \times q_h + 194,3 \times q_h^2 - 0,851 \times q_h^3$$

$q_h$  = spezifischer Heizwärmebedarf in  $\text{kWh/m}^2\text{a}$

Wird nun für dieses Gebäude ein spezifischer Primärenergiebedarf von  $q_{PE} = 110 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  festgelegt, in den nach EnEV sowohl der Dämmstandard als auch die Anlagentechnik eingehen, so kann aus den unterschiedlichen Anlagenaufwandszahlen  $e_{PE}$  die Differenz des spezifischen Heizwärmebedarfs  $q_h$  berechnet werden. Die Anlagentechnik besteht dabei zum einen aus einer Brennwertheizung  $55/45 \text{ °C}$  mit Radiatoren und innenliegender Verteilung und zum anderen aus einer Brennwertheizung der vorgenannten Art in Verbindung mit einer effizienten Lüftungsanlage mit WRG:

$$q_{PE} = q_h \times e_{PE} = q_{h,B} \times e_{PE,B} = q_{h,B} + L \times e_{PE,B+L}$$

$q_{h,B}$  = spezifischer Heizwärmebedarf bei der Brennwertheizung

$e_{PE,B}$  = Anlagenaufwandszahl bei der Brennwertheizung

$q_{h,B+L}$  = spezifischer Heizwärmebedarf bei Brennwertheizung + Lüftung mit WRG

$e_{PE,B+L}$  = Anlagenaufwandszahl bei Brennwertheizung + Lüftung mit WRG.

Für die Berechnung der Anlagenaufwandszahlen wurden die Standardwerte des Kurzverfahrens nach DIN 4701-10 unter energetisch vorteilhaften Bedingungen (ge-regelte Pumpe, Thermostatventile 1 K ... ) gewählt, was die Berechnung einfacher nachvollziehbar macht.

Für die Brennwertheizung ergibt sich eine Anlagenaufwandszahl von  $e_{PE,B} = 1,38$  bei einem spezifischen Heizwärmebedarf von  $q_{h,B} = 67,50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , damit die Primärenergiebedarfs-Forderung von  $110 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  erfüllt ist.

Für die Investitions-Mehrkosten gemäß obengenannter Beziehung folgt daraus:

$$\Delta K = 389\,900 - 14\,973 \times 67,50 + 194,3 \times (67,50)^2 - 0,851 \times (67,50)^3$$
$$\Delta K = - 132,- \text{ DM} = - 67,- \text{ €}$$

Das negative Vorzeichen zeigt, dass durch die effiziente Anlagentechnik keine Mehrkosten für die Gebäudedämmung, sondern Investitions-Minderkosten von  $67,- \text{ €}$  entstehen.

Die Kombination aus Brennwertheizung und Lüftung mit WRG erreicht eine Anlagenaufwandszahl von  $e_{PE,B+L} = 1,21$  bei einem spezifischen Heizwärmebedarf von  $q_{h,B+L} = 79,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  und erfüllt dabei ebenfalls die Primärenergiebedarfs-Forderung von  $110 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$ .

Die Investitions-Minderkosten für die Gebäudedämmung betragen damit:

$$\Delta K = 389\,900 - 14\,973 \times 79,00 + 194,3 \times (79,00)^2 - 0,851 \times (79,00)^3$$
$$\Delta K = -4\,219,- \text{ DM} = -2\,153,- \text{ €}$$

Daraus wird ersichtlich, dass der Einsatz einer Wohnungslüftung mit WRG in diesem Fall gegen Minderkosten an der Gebäudedämmung von rund  $2\,100,- \text{ €}$  verrechnet werden kann. Da in den kommenden Jahren eine weitere stufenweise Verschärfung der ENEC vorgesehen ist, wird dies weitere Kostenvorteile zu Gunsten der Lüftung mit sich bringen. Für ein gesundes Wohnen kommt man in den heute luftdicht abgeschlossenen Gebäuden ohne eine Wohnungslüftung mit einer entsprechenden Frischluftversorgung ohnehin kaum noch aus.

## Förderprogramme

Auch eine Förderung durch Bund und Länder beeinflusst die Wirtschaftlichkeit einer Wohnungslüftung. Auf Bundesebene steht derzeit ein Förderprogramm zur Verfügung. Nach dem KfW-Programm zur  $\text{CO}_2$ -Minderung werden zinsgünstig langfristige Finanzierungen zur Energieeinsparung in Wohngebäuden gefördert. Finanziert werden auch Wärmerückgewinnungsanlagen und speziell Energiesparhäuser. Für ein Energiesparhaus 60 mit einem Jahres-Primärenergiebedarf von  $60 \text{ kWh je m}^2$  wird ein Kredit von  $30\,000,- \text{ €}$  gewährt. Für ein Energiesparhaus 40 mit  $40 \text{ kWh je m}^2$  liegt der Kreditbetrag sogar bei  $50\,000,- \text{ €}$ . Beide Arten von Energiesparhäusern sind ohne den Einsatz einer Lüftungsanlage mit WRG nicht denkbar.

## Fazit

Der Einsatz einer Lüftung mit WRG ist für Gebäude mit niedrigem Energiebedarf wirtschaftlich. Vernünftige Amortisationszeiten ergeben sich allein durch die Betriebskosteneinsparung über die WRG noch nicht. Interessant wird die Berechnung aber, wenn man Einsparungen bei den baulichen Maßnahmen und die Fördermöglichkeiten mit einbezieht. Würde der Eigentümer eines Gebäudes mit einer Wohnfläche von rund  $200 \text{ m}^2$  in eine Anlage zur Wohnungslüftung investieren, müsste er inklusive Montage mit einem Betrag von  $7\,000,- \text{ €}$  rechnen.

Mit einem Lüftungssystem steigt allerdings auch der Wert der Immobilie, was eine Kaufentscheidung günstig beeinflussen kann. Im Hinblick auf die Wärmedämmung stellt sich die Frage, ob eine dichte Bauweise überhaupt sinnvoll ist, wenn dadurch ein unangenehmes Raumklima wegen unzureichender Lüftung entsteht. Von den damit verbundenen hygienischen Problemen ganz abzusehen. Eine Lüftungsanlage schützt zudem die Bausubstanz und steigert den Wohnkomfort, weil Lärm und Luftverunreinigungen draußen bleiben. Nicht zuletzt erhöht sich durch Lüftung bei geschlossenen Fenstern die Einbruchssicherheit, was sich in einer wirtschaftlichen Betrachtung gar nicht in Zahlen ausdrücken lässt.

Bei einem energetischen Vergleich zwischen einer Solaranlage und einer Lüftungsanlage mit WRG schneiden beide Anlagen nach DIN 4701-10 in etwa gleich gut ab. Zwar sind die Investitionskosten für eine Solaranlage aufgrund besserer Akzeptanz auf dem deutschen Markt und höherer Absatzmengen geringer. Für den Einbau einer Lüftungsanlage spricht jedoch die günstige rechtliche Situation, weil sich dadurch langfristig Mängel an Gebäuden vermeiden lassen.

## Literatur

- [1] Fachvortrag Anwaltskanzlei Heiermann, Franke, Knipp im Rahmen des Conit-Lüftungsseminars 2001
- [2] DIN 4108-7 (08/01): Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Luftdichtheit von Gebäuden
- [3] Allgaier: Lüftung mit Wärmerückgewinnung im Niedrigenergiehaus (Heizungsjournal 7-8/98)
- [4] DIN 4701-10: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
- [5] Fa. Junkers: Planungsunterlage Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung AE-RASTAR
- [6] DIN 1946-6 (10/98): Raumluftechnik – Lüftung von Wohnungen
- [7] DVGW G 670: Aufstellung von Gasfeuerstätten in Räumen mit mechanischen Entlüftungseinrichtungen
- [8] EN V 12097: Luftleitungen – Anforderungen an Luftleitungsbauteile zur Wartung
- [9] DIN 1946-2: Raumluftechnik – Gesundheitstechnische Anforderungen
- [10] DIN 4109-5: Schallschutz im Hochbau – Schallschutz gegenüber Geräuschen aus haustechnischen Anlagen
- [11] DIBt Berlin: Bauaufsichtliche Richtlinien über die brandschutztechnischen Anforderungen an Lüftungsanlagen in Gebäuden
- [12] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- [13] DIN 18017-3: Lüftung von Bädern und Toiletten ohne Außenfenster – mit Ventilatoren
- [14] Allgaier: Wirtschaftlichkeit der Lüftung – Lohnt sich der Wärmetauscher (SI 10/00)
- [15] DIN 4710: Meteorologische Daten zur Berechnung des Energieverbrauchs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen
- [16] VENTECS: Vergleichende Bewertung von gebäude- und anlagentechnischen Maßnahmen zur Energieeinsparung
- [17] Hauser: Berechnungen zur künftigen Energieeinsparverordnung – Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz

Quelle: TAB 2/2002