

Energieeffiziente, dezentrale Lüftung in der Fassade

Von Dr.-Ing. Hans Werner Roth

Die „ideale“ Fassade steuert ihre Durchlässigkeit für Luft- und Energieströme mit dem Ziel, eine gute Innenraumqualität zu erreichen. Die Innenraumqualität wird durch messbare Kriterien der Luftqualität, thermischen Behaglichkeit, Tageslichtqualität und Raumakustik bestimmt. Sie kann nach der DIN EN 15251 /1/ klassifiziert und zertifiziert werden.

Rein passive Elemente in der Fassade reichen nicht aus, um z. B. zeitweise hohe Winddruckdifferenzen, Temperaturunterschiede außen-innen oder eine zu hohe solare Direktstrahlung energieeffizient auszuregulieren. Verkehrslärm, Windgeräusche, Feinstaub oder Pollen in der Außenluft schränken die freie Lüftung ein. Ein 2-Personen-Zellenbüro ist nur an 15 bis 25% der Stunden im Jahr besetzt /2/, in denen Fenster und Sonnenschutz betätigt werden können. Der Jahresenergieverbrauch wird jedoch weitgehend durch die Zeit bestimmt, in der die Räume nicht genutzt werden.

Die „ideale“ Fassade verfügt über einen verstellbaren, außenliegenden, bzw. gut hinterlüfteten Sonnenschutz und vereint die freie und maschinell kontrollierte Lüftung (Hybridlüftung). Da sich jeder an die Fassade angrenzende Raum individuell belüften und temperieren lässt, sind die Voraussetzungen für einen energieeffizienten Betrieb optimal:

- Der Außenluft-Volumenstrom kann über Präsenzmelder oder manuelles Schalten der Personendichte angepasst werden. Ein Temperaturregler steuert die Heiz- und Kühlventile, um einen vorgegebenen Sollwert einzuhalten.
- Zwischen Heiz- und Kühlgrenze darf die Raumtemperatur gleiten. In dieser Übergangszeit kann häufig auch frei gelüftet werden. Die Heiz- und Kühlventile sind geschlossen.
- Bei Abwesenheit wird der Ventilator ausgeschaltet oder so betrieben, dass eine Grenztemperatur und ein Minimalluftwechsel eingehalten werden. Die Minimierung der Betriebsstunden und des maschinell geförderten Außenluftstroms spart Kosten für Lufttransport und Luftaufbereitung.
- Die freie Kühlung kann voll genutzt werden, um Strom für die Kälteerzeugung zu sparen. Eine Nachtauskühlung mit Ventilator ist unterhalb eines Stromaufwands von $1W_{el}$ pro m^2 Nutzfläche energetisch vertretbar und mit dezentraler Lüftung erreichbar.

Dezentrale Zuluftgeräte im Boden integriert

Bild 1 zeigt schematisch zwei repräsentative dezentrale Lüftungssysteme. Sie unterscheiden sich durch die maschinelle Zu- und Abluftführung. Systeme mit maschineller Abluft und freier Zuluft, wie auch mit maschineller Zuluft, kombiniert mit freier Abluft (mit Rückschlagklappe in Fassade) haben sich bei größeren Bürogebäuden aufgrund der höheren Windbelastung nicht bewährt. Die von reinen Zuluftgeräten geförderte Zuluft belüftet den Raum und strömt über schallgedämpfte Luftdurchlässe in die Innenzone, von wo sie maschinell abgesaugt wird. Dieses System setzt man in Hochhäusern oder größeren Bürogebäuden ein, wo eine zentrale Abluftanlage für innenliegende Nebenräume ohnehin erforderlich ist. Die dezentralen Zuluftgeräte lassen sich platzsparend im Bodenhohlraum entlang der Fassade einbauen. Das dezentrale Lüftungsgerät FVD (s. Bild 2) kommt mit einer lichten Höhe von 220 mm aus. Es wird an eine wettergeschützte Außenluftöffnung in der Fassade und an das im Boden verlegte Kalt- u. Warmwassernetz angeschlossen. Das FVD-Gerät versorgt einen Büro- oder Hotelraum mit einem Außenluft-Volumenstrom zwischen 40 und 120 m^3/h und damit Nutzflächen zwischen 20 und 30 m^2 .

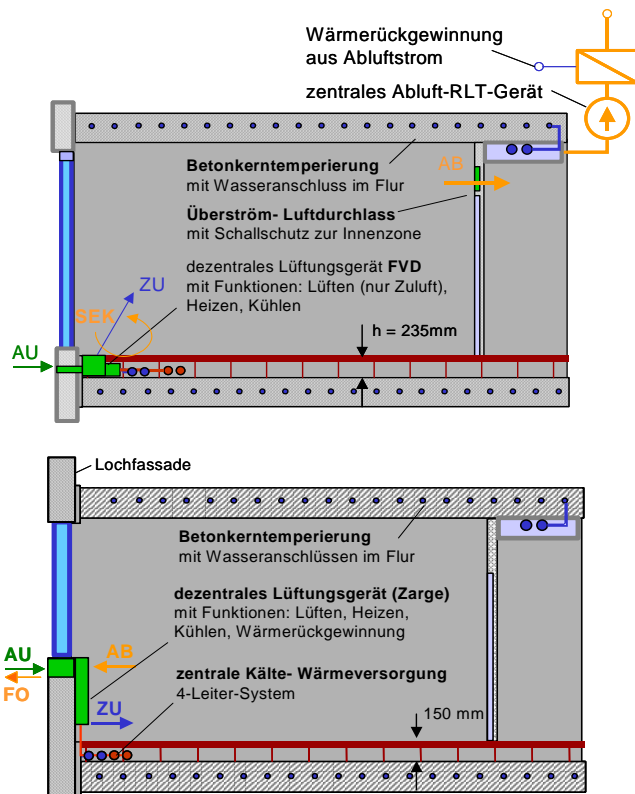


Bild 1 (links): Systemskizzen dezentraler Lüftungssysteme an der Fassade

Bild 2 (unten): Dezentrales Lüftungsgerät FVD zum Einbau in Zwischenböden



Der Energiebedarf des Lufttransports ist bei der dezentralen Lüftung wegen der wegfallenden Druckverluste der Luftverteilung niedriger als bei der zentralen Lüftung: Für 120 m³/h benötigt das FVD-Lüftungsgerät eine elektrische Leistung von 20 W, ein zentraler Zuluftventilator für den gleichen Luftstrom anteilig 60 bis 100 W, also das drei- bis fünffache. Vergleicht man 1700 Jahres-Betriebsstunden einer dezentralen Lüftung mit 3400 h einer zentralen Lüftung, so liegt das Einsparpotential für die Luftbehandlung beim Faktor 2. Die Jahres-Stromarbeit des dezentralen Lufttransports kann um das 6- bis 10-fache niedriger sein. Um Betriebskosten zu sparen, verzichtet man bei der dezentralen Lüftung auf eine Be- und Entfeuchtung des Zuluftstroms.

Ausnahmen sind Museen, in denen die Raumfeuchte kontrolliert und geregelt werden muss. Ein Beispiel für eine dezentrale Klimatisierung eines historischen Gebäudes ist das Deutsche Historische Museum in Berlin /3/. Die Zuluftführung aus dem Boden schirmt warme oder kalte Glasflächen gut ab und vermindert damit den Strahlungsaustausch mit Personen, die nahe an der Fassade sitzen. Durch die Induktion der mit Filterqualität F7 gereinigten Außenluft, die durch den Wärmeübertrager geblasen wird, wird ein zusätzlicher Sekundärluftstrom gefördert, der die Raumheiz- und Kühlleistung des FVD-Lüftungsgeräts auf z. B. 400 W erhöht.

Reichen diese Leistungen nicht aus, so kann das FVD-Lüftungsgerät mit einem zusätzlichen Ventilator ausgestattet werden (s. FVDplus in Bild 3). Damit steht an sehr kalten Winternächten im Sekundärluftbetrieb eine hohe Wiederaufheizreserve zur Verfügung. Im Sommer kann der Raum mit dem hygienisch notwendigen minimalen Außenluftstrom belüftet und im Sekundärluftbetrieb mit z. B. 600 W gekühlt werden.

Bei Neubauten ist die relativ preiswerte Betonkerntemperierung eine ideale Ergänzung der Raumtemperierung. In der Heizperiode reicht diese thermisch träge Flächentemperierung aus, um das Gebäude nachts nicht zu stark auskühlen zu lassen. Über die „schnelle Luftheizung“ des dezentralen Lüftungsgeräts kann tagsüber die individuell gewünschte Raumtemperatur vom Raumnutzer eingestellt werden. Im Sommer kann die Betondecke als Wärmespeicher Kühllasten bis zu 30 W/m² aufnehmen. Da dieser Speicher nachts entladen wird, steht die Kälteanlage tagsüber zu 100 % für die Kühlung des Außenluftstroms zur Verfügung.

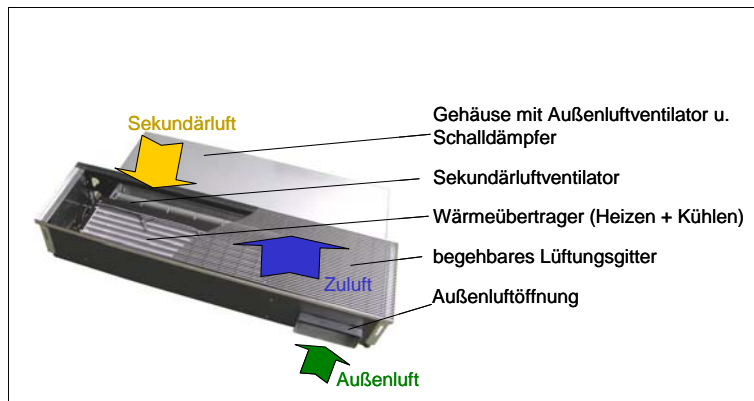


Bild 3:
 Dezentrales Lüftungsgerät FVDplus
 mit Sekundärluftventilator

Kompakte Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung, direkt in der Fassade

Dezentrale Systeme mit Zu- und Abluftventilatoren können die Abwärme der Fortluft direkt auf den kalten Zuluftstrom übertragen. Das FVM-Gerät verwendet, wie in Bild 4 dargestellt, einen regenerativen Wärmerückgewinner mit rotierender Speichermasse. Damit lassen sich bis zu 55 % der Abwärme nutzen. Die sorptive Beschichtung der Speichermasse überträgt auch Feuchte und verhindert eine zu niedrige Luftfeuchte im Winter und das Vereisen der Strömungsquerschnitte. Die Wärmerückgewinnung und der leistungsfähige Wärmeübertrager ermöglichen niedrige Vorlauftemperaturen des Heizungswassers und damit auch die Nutzung von Umweltenergie mit niedrigen Aufwandszahlen. So kann z. B. die Außenluft bei $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ mit nur 40-grädigem Heizungswasser noch auf $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ erwärmt werden. Das FVM-Gerät verfügt ebenso über einen zusätzlichen Sekundärluftventilator, der nur dann eingeschaltet wird, wenn die Außentemperatur stark von der Raumtemperatur abweicht.

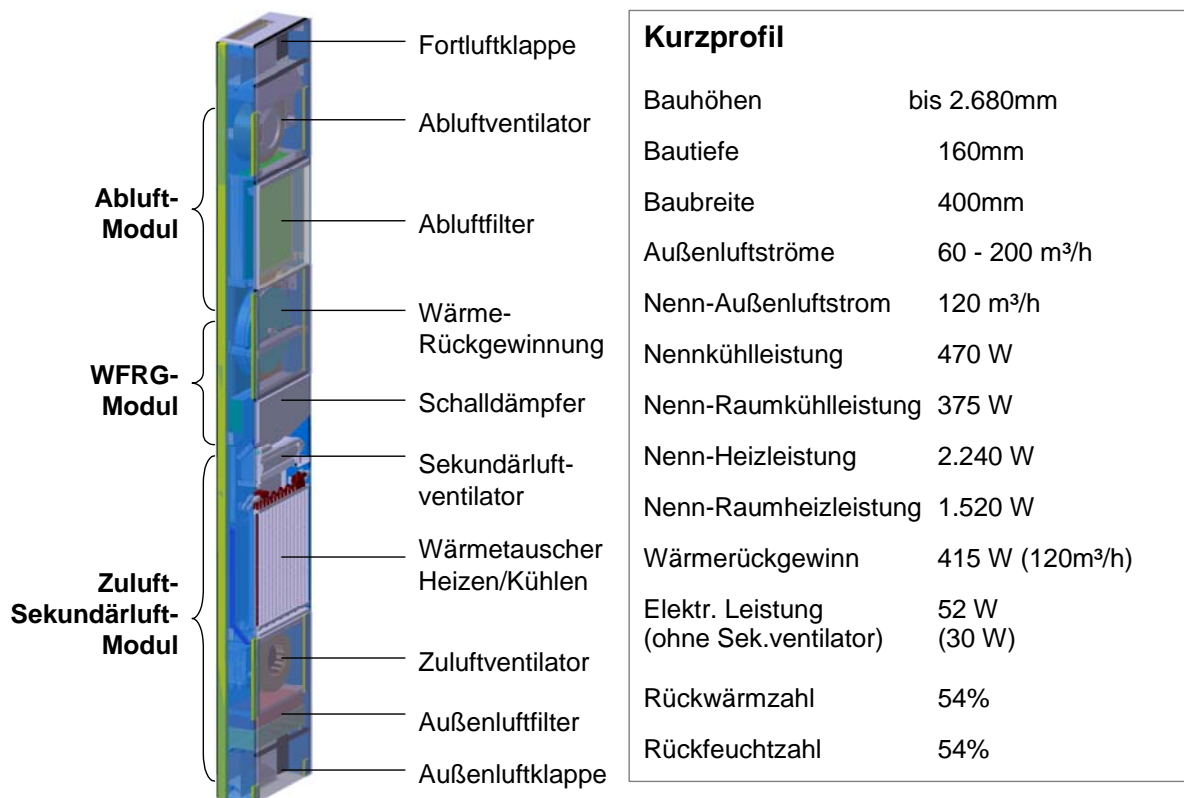


Bild 4: Dezentrales Lüftungsgerät flächenbündig in der Fassade integriert

Das FVM-Gerät ist für den vertikalen Einbau in elementierte Fassaden konzipiert. Es kann sowohl bei Neubauten, z. B. Büros oder Hotels, wie auch im Verlauf einer Fassadenerneuerung eingesetzt werden. In Bild 5 ist eine Doppelachse mit raumhoher Verglasung schematisch dargestellt. Sie besteht aus einem nicht transparenten, schlanken, 450 mm breiten und 220 mm tiefen Fassadenelement, einem öffenbaren und einem festverglasten Fenster. Das Lüftungsgerät FVM beansprucht innerhalb der Fassade nur eine Breite von 400 mm und eine Tiefe von 160 mm. Die „Technikmodule“ sind mit einem Vakuumpaneel isoliert und garantieren den EnEV-Wärmeschutz auch ohne Einbau des Lüftungsgeräts. Somit lassen sie sich, flexibel und modular, auch mit reinen Heizmodulen oder Umluftkühlgeräten aus- und umrüsten. Die Außenluftöffnungen können für die freie Lüftung genutzt und mit isolierten Dichtklappen motorisch geschlossen werden. Der Nutzer bedient seine Geräte an der Frontplatte, die vom Architekten gestaltet werden kann.

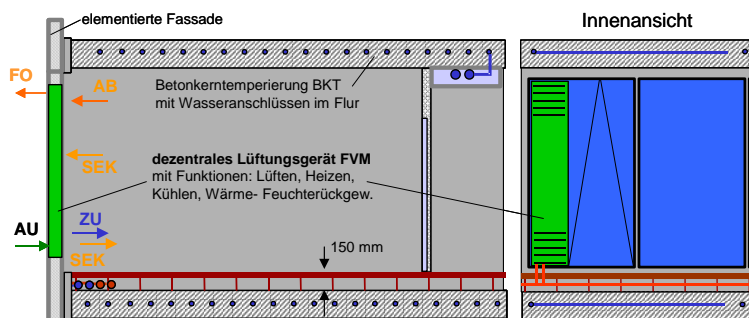


Bild 5:
Prinzipieller Fassadenaufbau mit integriertem Lüftungsgerät FVM

Grundsätzlich sind alle dezentralen Lüftungsgeräte mit motorisch betätigten Lüftungsklappen ausgerüstet, die bei Stromausfall selbsttätig schließen. Eine Temperaturüberwachung verhindert das Einfrieren der Wärmeübertrager, wenn die Warmwasserversorgung ausfallen sollte. Die vom Hersteller optimierte MSR-Technik sorgt für einen störungsfreien und energieeffizienten Betrieb. Die werkseitig verdrahteten und geprüften Geräte lassen sich mit wenigen Handgriffen einbauen und in Betrieb nehmen.

Fazit

Dezentrale Lüftungsgeräte zeichnen sich durch eine hohe Akzeptanz der Nutzer, Flächenwirtschaftlichkeit und Flexibilität bezüglich Nutzung und Investitionen aus. Sie lassen sich mit niedrigem Bedarf an Primärenergie betreiben. Sie können werkseitig weitgehend vorgefertigt werden, um die Montage und Inbetriebnahme zu beschleunigen. Sie sind eine anspruchsvolle und innovative Alternative zu zentralen Lüftungssystemen.

Eine Wirtschaftlichkeit der Nutzungskosten lässt sich im Vergleich zu zentralen RLT-Anlagen darstellen, wenn die zusätzlichen Kosten für Technikräume, Geschosserhöhung und Mietflächenverluste einbezogen werden können. Bei Sanierungen im Bestand, wo man eine maschinelle Lüftung nachrüsten möchte, wie auch bei denkmalgeschützten Gebäuden gibt es häufig keine Alternative zur dezentralen Lüftung /3/.

- /1/ DIN EN 15251, Eingangsparemeter für das Raumklima zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden, 2007
- /2/ Annahmen: Eine Person arbeitet im Jahr an 216 Tagen (d/a) 1600h im Büro; das Doppelbüro ist mit 2 Personen an 230 d/a mit durchschnittlich 9h/d besetzt; bei einer Anwesenheit am Arbeitsplatz von 80% sind dies 19% der Jahresstunden.
- /3/ Ralf Wagner: Dezentrale Klimatisierung mit Be- und Entfeuchtung, HLH 10/2004

Dr.-Ing. Hans Werner Roth, Leiter Technische Innovationen, LTG Aktiengesellschaft, Stuttgart