

Effiziente Raumlüftung erfrischt die Energiebilanz

André Meyer

Allein in Deutschland entfallen nach Angaben des Bundesbauministeriums 40 % des gesamten Energieverbrauchs auf öffentliche und private Gebäude. Sie verursachen fast ein Drittel des gesamten CO₂-Ausstoßes. Maßgeblichen Anteil daran haben die Lüftungssysteme. Sie energetisch optimal zu steuern, ist daher eine der herausfordernden Aufgaben der Messtechnik in den kommenden Jahren.

Im Vergleich zu den Investitionen und Innovationen bei Heizungstechnik, Fassadendämmung oder Dachsanierung spielen Raumlüftungstechnische (RLT)-Anlagen in der öffentlichen Wahrnehmung eine eher untergeordnete Rolle - in den Überlegungen für eine optimierte Gebäudeausrüstung allerdings nicht: Das Umweltbundesamt z. B. rechnet, dass allein durch effiziente Lüftungssysteme in Industrie- und Gewerbebetrieben rund 7 Mrd. kWh Strom gespart würden. Derzeit schlucken Ventilatoren in RLT-Anlagen bis zu 20 % der gewerblich genutzten elektrischen Energie. Davon wird etwa ein Drittel benötigt, um den Strömungswiderstand der Luftfilter zu überwinden - also um einen Druckverlust auszugleichen. Nun sind Druckverluste im Kreislauf einer RLT-Anlage die Regel, sie entstehen u. a. bei der Aufbereitung, am Wärmetauscher, im Kanalsystem und an den Lüftungsclappen.

Strömungswiderstand bis zu sechs Mal stärker

Die Luft muss zirkulieren, und das kostet entsprechend Energie. Innerhalb dieses

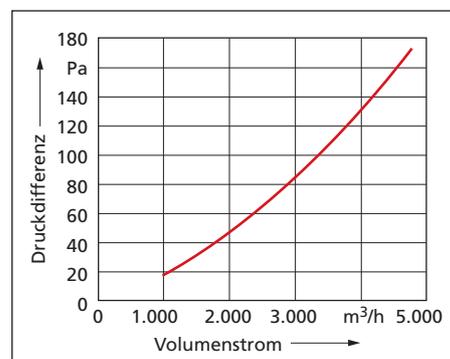
Zyklus stellen die Luftfilter die größte zu überwindende Hürde dar. Während des Betriebs lagert sich in ihnen zunehmend Schmutz und Staub ab. Je nach Beschaffenheit steigt der Filterwiderstand im Laufe der Zeit um das Drei- bis Sechsfache und analog dazu der Stromverbrauch. Eine unzureichende Überwachung oder eine verspätete Wartung des Filters verschärfen diesen Prozess.

Zu stark verschmutzte Filter sind aber nicht nur aus ökologischer und ökonomischer Sicht von Nachteil - sie bergen darüber hinaus ein hygienisches Risiko: Aus Gründen der Energieeinsparung schließen moderne Fenster und Türen die Räume nahezu luftdicht ab. Für Gesundheit und Wohlbefinden (sowohl in Wohnungen als auch am Arbeitsplatz) ist eine einwandfrei funktionierende technische Belüftung umso wichtiger, denn der typische Mitteleuropäer verbringt im Durchschnitt etwa 90 % seiner Lebenszeit in Innenräumen (Verkehrsmittel inklusive).

Stromverbrauch halbiert

Die Investition in exakt kontrollierte und zeitgenau gewartete Luftfilter lohnt sich also aus mehreren Gründen.

Wie sehr sie sich auszahlt, hat z. B. die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) bei ihrem eigenen Lüftungssystem ermittelt.



Filter Anfangsdruckdifferenz: Verhältnis Volumenstrom zum Differenzdruck

Dessen 232 Filter bewältigten während einer Betriebszeit von 5.800 h/a fast 788.800 m³ Luft bei einem Druckverlust von 240 Pa.

Bei einem Wirkungsgrad der eingesetzten Ventilatoren von 0,55 und einem Strompreis von 0,12 €/kWh kam die Hochschule unterm Strich auf Energiekosten von insgesamt 66.546 €.

Berücksichtigt man, dass die Energiekosten in der Life-Cycle-Bilanz eines jeden Luftfilters ohnehin mit 80 % zu Buche schlagen, ist die Entscheidung der ETZH für energieeffizientere Luftfilter leicht nachzuvollziehen: Der Energieaufwand hat sich seit dem Umstieg um 50 % reduziert.

Der Autor

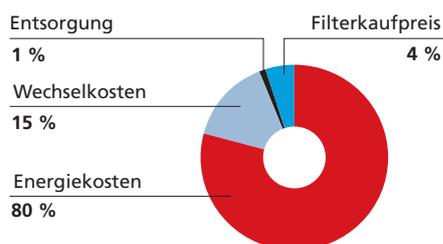
Dipl.-Ing. (FH) André Meyer,
Leiter Verkauf International WIKA
Alexander Wiegand SE & Co. KG, Schweizer
Niederlassung MANOMETER AG, Hitzkirch

$$E = \left(\frac{\dot{v} \cdot dp \cdot t}{\eta \cdot 1.000 \cdot 3.600} \right) \cdot k \text{ [kWh/a]}$$

Berechnungsbeispiel ETH Zürich¹

\dot{v}	Luftmenge	788.800	[m ³ /h]
dp	Druckverlust ((Anfangsdruck)/2)	240	[Pa]
t	Betriebszeit	5.800	[h/a]
η	Wirkungsgrad Ventilator	0,55	[-]
k	Strompreis	0,12	[€/a]
E	Energiekosten (232 Filter)	66,546	[€/a]

Kostenbilanz Luftfilter



Berechnungsbeispiel für die Kosten der Druckverluste über die Luftfilter

¹ Quelle: Schweizer Hygienetagung 2013, Max Amstutz

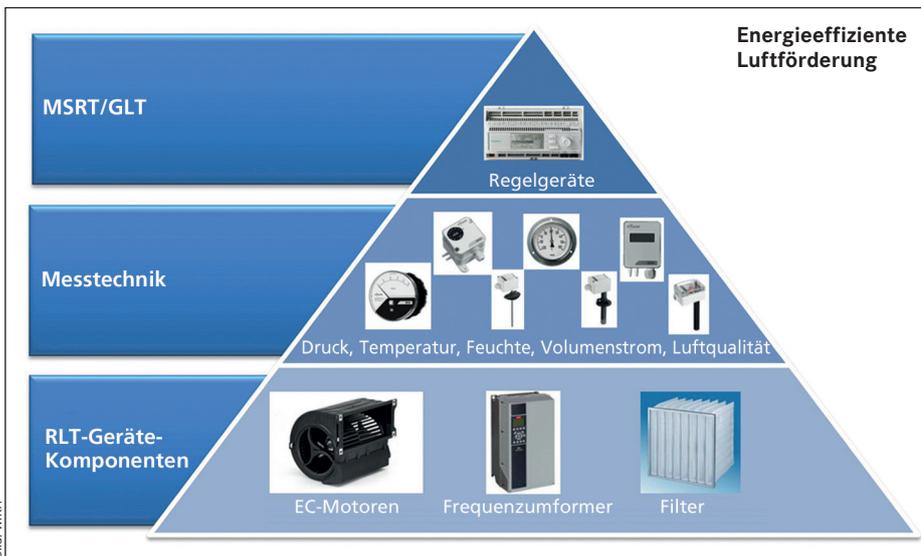


Bild: WIK A

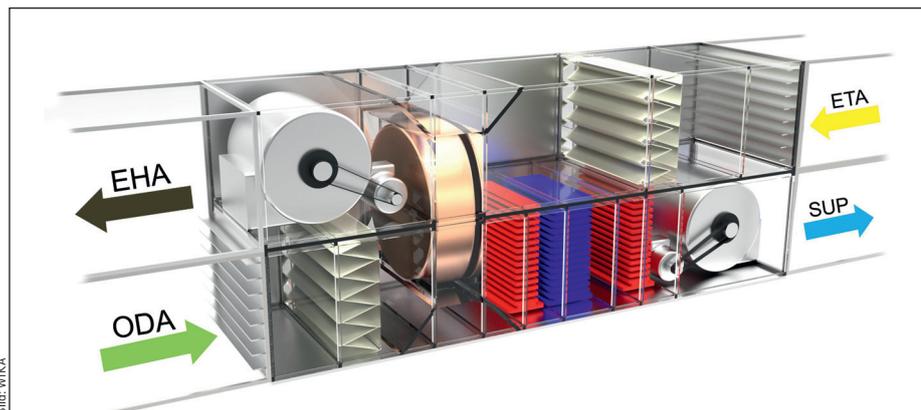


Bild: WIK A

Zentrallüftungsgerät



Bild: WIK A

„Air2guide“ Produktfamilie

Weitere Maßnahmen zur Energieeinsparung in RLT-Anlagen wären:

- frequenzgeregelter Lüfter und Ventilatoren mit hohem Wirkungsgrad
- niedrige Luftströmungsgeschwindigkeiten oder
- eine bedarfsgeregelte Lüftung über CO₂/VOC-Messung.

Entscheidend für die Effizienz jeder Filterlösung ist die genaue Kontrolle ihres Widerstands, die über die Messung des Druckverlustes erfolgt.

Dazu muss an jedem Filter ein Manometer installiert werden, der die Differenz zwischen den Drücken vor und hinter dem Schadstofffänger ermittelt. Von seiner Exaktheit hängt es ab, ob die Filter zum definierten Zeitpunkt gewartet oder ausgetauscht werden. Dazu eignen sich Niederdruckmessgeräte, z. B. aus dem air2guide-Programm von WIK A, das speziell auf die Anforderungen der Raumlufttechnik zugeschnitten wurde. Die besondere Herausforderung bei der Entwicklung von

Differenzdruckmessgeräten im Niederdruckbereich besteht in den geringen Kräften, die dem Messwerk zur Verfügung stehen. Bei Druckdifferenzen von 50 Pa sind es lediglich ein paar zehntel Newton. Der Differenzdruckmanometer aus der air2guide-Reihe umfasst zwei geschlossene Kammern für Plus/Minus-Druck, die mit einer Silikonmembrane von einander getrennt sind. Die Druckdifferenz bewirkt, dass sich die Sensoreinheit im Verhältnis zur Druckänderung gegen die Messfeder bewegt.

Berührungsloses Magnetprinzip

Die Kraft, die die Membrane an das mechanische Zeigerwerk weitergibt, darf durch interne Verluste nicht reduziert werden. Nur so wird eine präzise Übertragung gewährleistet und ein einwandfreies Messergebnis dargestellt.

Um dies zu ermöglichen, hat WIK A ein berührungsloses Magnetprinzip entwickelt, das mit Membranen aus Silikon und Nitrilkautschuk (NBR) gleichermaßen funktioniert. Durch das spezielle Zweikammersystem ist der Raum zwischen Zifferblatt und Sichtscheibe drucklos, was Beeinträchtigungen durch Kondenswasser und Verschmutzungen ausschließt.

Die Präzision des Manometers wird durch das Gehäusematerial unterstützt. Anstatt wie sonst üblich aus Metall besteht es aus glasfaserverstärktem Kunststoff, der Messfehler durch Fremddrücke und -temperaturen verhindert. Dieser Kunststoff zeichnet sich durch hohe Festigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht aus.

Der Effizienzgedanke, dem die Manometer unterliegen, spiegelt sich auch in der Montage wider: Ein- und Ausbau erfolgt werkzeugfrei, was den Zeitaufwand im Vergleich zu herkömmlichen Modellen um die Hälfte reduziert.

Fazit

Das Fraunhofer-Institut hat in einer Studie der Fehlererkennung und -diagnose ein großes Potenzial für Verbesserungen geschrieben. Hierbei müssen die Hersteller von Messtechnik zukunftsweisende Lösungen bereitstellen, um die ökologischen Ziele so ökonomisch wie möglich zu erreichen. Denn die wirtschaftlichen Herausforderungen von Industrie und Gewerbe, Wohnungswirtschaft und öffentlicher Hand, die gesetzliche Rahmenbedingungen wie die Energieeinsparverordnung in Deutschland hervorrufen, sind schon jetzt enorm.