

WÄRME RÜCKGEWINNEN – STROM SPAREN

Bei Lüftungsanlagen ist Wärmerückgewinnung nach den heutigen Effizienzkriterien unentbehrlich. Eine Möglichkeit hierfür bieten Kreislaufverbundsysteme mit getrenntem Zu- und Abluftstrom. Mit integrierten multifunktionalen Wärmetauschern zum Nacherhitzen oder Nachkühlen bieten diese Systeme weiteres Sparpotenzial.

TEXT: Thomas Westerdorf, Gea Air Treatment/Gea Heat Exchangers **GRAFIKEN:** Gea Air Treatment  www.energy20.net/PDF/E2K14850

Drei Arten der Wärmerückgewinnung (WRG) haben sich in Nichtwohngebäuden mit zentralen Lüftungsgeräten etabliert: Rotationswärmetauscher, Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher und Kreislaufverbundsysteme (KVS). Der Einsatz von KVS bietet Vorteile, wenn Luftströme strikt getrennt sind oder Sicherheitsaspekte separate Ströme erforderlich machen, wie es etwa in Kliniken, Laboratorien oder Großküchen die Regel ist. Für den Einsatz eines KVS spricht zudem dessen kompakte Bauweise, die das System auch für Bestandsgebäude interessant macht. Weiterhin eröffnet ein multifunktionales KVS zusätzliches Potenzial zum Energiesparen, indem Wärmetauscher Funktionen übernehmen wie Nacherhitzen oder Nachkühlen der Zuluft.

In einem Kreislaufverbundsystem wird die Abluft über einen Wärmetauscher geführt, in dem die thermische Energie an einen Solekreislauf übergeben wird. Im Heizfall würde die Sole also durch die Abluft erwärmt. Anschließend wird die Sole mit Hilfe einer Pumpe zu einem zweiten Wärmetauscher transportiert, der sich im Zuluftstrom befindet. Dort gibt die Sole die zuvor aufgenommene thermische Energie an die kühle Zuluft ab und erwärmt diese. Danach wird die Sole wieder zum Abluftgerät gepumpt.

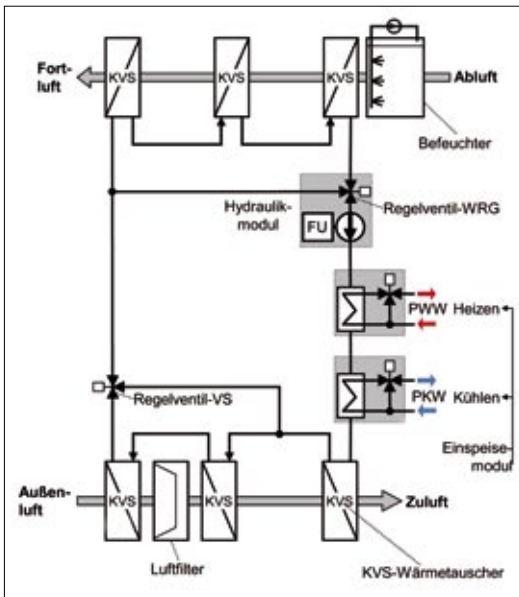
Dieses Prinzip ist bei räumlich getrennt aufgestellten Zu- und Abluftgeräten ebenso anwendbar wie bei benachbarten Geräten. Ein KVS ist somit auch in Bestandsgebäuden umsetzbar, in denen Zu- und Abluftgeräte aus Platzgründen oder wegen der Statik separat aufgestellt werden müssen (siehe auch Kasten). Die wichtigsten Eigenschaften eines Kreislaufverbundsystems sind:

- ▶ Es ist kompakt.
- ▶ Der Rückgewinnungsgrad ist durch die Flussgeschwindigkeit der Sole regelbar.
- ▶ Der typische Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung liegt bei $\eta = 60$ bis 75 %, maximal bei etwa 80 %.
- ▶ Es erfordert einen Sole-Kreislauf und Pumpenergie.

Hoher Grad der Wärmerückgewinnung

Im Sinne eines niedrigen Heiz- oder Kühlenergiebedarfs gilt es, einen hohen Wärmerückgewinnungsgrad, also eine hohe Rückwärmzahl (RWZ), zu ermöglichen. Die RWZ gibt das Verhältnis der übertragenen Temperatur zu dem Temperaturunterschied der Eintrittsmedien an. Gleichzeitig sollen die Druckverluste im Gerät niedrig bleiben, damit die elektrische Leistungsaufnahme für den Lufttransport nicht über Gebühr steigt [1]. Der Grund: Die WRG stellt einen pneumatischen Widerstand dar, der typischerweise mit steigender RWZ zunimmt. Die Wärmetauscher sind daher auf einen effektiven Wärmeübergang bei geringen Druckverlusten optimiert. So erzielt zum Beispiel ein Zentrallüftungsgerät mit dem KVS Gea Ecoflow ein Wärmerückgewinn bis etwa 80 Prozent bei angemessenen Druckverlusten mit den folgenden Maßnahmen:

- ▶ Auslegen der Luftgeschwindigkeit im Gerätequerschnitt auf maximal $1,8$ m/s
- ▶ Wärmetauscher mit mehreren Rohrreihen
- ▶ Full-Face-Wärmetauscher, bei denen der Gerätequerschnitt optimal für den Wärmeübergang genutzt werden kann. Bei



Multifunktionales System: Die für die Zuluft-Zieltemperatur erforderliche thermische Energie wird in den Solekreislauf der Wärmerückgewinnung – außerhalb des Lüftungsgeräts – eingebracht.

ihnen befinden sich die Sammler außerhalb des Luftstroms.

- ▶ Gegebenenfalls einer Reihenschaltung mehrerer Wärmetauscher
- ▶ Optimales Abstimmen von Luft- und Solemassenstrom durch drehzahlgeregelte Pumpen
- ▶ Regeln der KVS-Pumpe anhand von Zu- und Ablufttemperatur, Soletemperatur und transportierter Luftmenge

Zusätzliches Energiespar-Potenzial

Ein sogenanntes multifunktionales System kann zusätzliches Energiesparpotenzial eröffnen. Es handelt sich dabei um ein KVS, bei dem die Wärmetauscher zusätzliche Funktionen übernehmen, zum Beispiel das Nacherhitzen oder Nachkühlen der Zuluft. Die Einkopplung der thermischen Energie ist bei

KOSTENGÜNSTIG(ER) KÜHLEN

Multifunktionale Systeme bieten die Option auf weiteres Sparpotenzial, denn sie erlauben die Kombination mit einer adiabaten Kühlung im Abluftstrom. Der Temperaturabfall stellt sich durch Wasseraufnahme bei gleichbleibender Enthalpie ein; pro Gramm verdunstetes Wasser (g/kg) kühlt die Luft um etwa 2,5 Kelvin ab. Die Verdunstungskühlung reduziert im Sommer die Betriebsstunden wie auch den Leistungsbedarf eines Kaltwassererzeugers. Daher muss ein elektrischer Kaltwassererzeuger selbst bei hohen Außentemperaturen über 30 °C Außenlufttemperatur nur eine geringe zusätzliche Kälteleistung aufbringen. Er würde daher vorrangig im Teillastbetrieb laufen oder könnte kleiner ausgelegt werden.

geeigneter Auslegung auf niedrigem (Heizfall) oder hohem (Kühlfall) Temperaturniveau möglich. Das erleichtert auch, regenerative Energiequellen wie eine Wärmepumpe mit Brunnenwasser zu integrieren. Bei multifunktionalen Systemen wird Heiz- oder Kühlenergie über Wärmetauscher in den Solekreislauf eingebracht, die außerhalb der Lüftungsgeräte installiert werden. Heiz- oder Kühlenergie können dabei beispielsweise die Gasheizung, die Wärmepumpe, der Kaltwassererzeuger oder das Grundwasser liefern.

Typischerweise ist die RWZ dieser multifunktionalen Systeme etwas niedriger als bei einem normalen KVS. Doch was auf den ersten Blick paradox erscheint, ergibt bei genauer Analyse Sinn. Multifunktionale Systeme wie Gea Multiflow sparen an anderer Stelle: beim Stromverbrauch. Das Einkoppeln thermischer Energie über die KVS-Wärmetauscher kann den Einbau von Nacherhitzern oder -kühlern im Lüftungsgerät entbehrlich machen. Dadurch reduzieren sich die Druckverluste und damit die erforderliche Ventilatorleistung.

Die Gesamteffizienz entscheidet

Eine Beispielrechnung soll obiges verdeutlichen: Verglichen werden die Betriebskosten eines Lüftungsgeräts mit Gea Ecoflow (KVS) und Gea Multiflow (multifunktionales System) für den erdachten Fall einer Installation in einem Krankenhaus in Frankfurt am Main. Es wird daher ein Gerätebetrieb an allen Wochentagen vorausgesetzt. Für beide Geräte werden die gleiche Luftgeschwindigkeit, Luftdurchsatz, Zieltemperatur, Ablufttemperatur sowie äußere Randbedingungen (Außentemperatur) angenommen. Beim Heizkreislauf wird von einer Vor- und Rücklauftemperatur von 50 beziehungsweise



Baulängen von Zentrallüftungsgeräten: Der geringe Platzbedarf mehrfachfunktionaler Systeme (oben) fällt besonders bei Sanierungsmaßnahmen ins Gewicht.

35 °C ausgegangen. Die Preise für Heizenergie und Strom werden für den Vergleich konstant gehalten und orientieren sich an den typischen Preisen im Jahr 2012 – angenommen: 0,06 Euro/kWh Gas, 0,15 Euro/kWh Strom. Die Berechnung bezieht Wetterdaten für den Standort Frankfurt am Main ein.

Beim konventionellen KVS ergibt sich eine RWZ von 0,77, beim multifunktionalen System eine RWZ von 0,75. Dies führt dazu, dass beim multifunktionalen System mehr Energie zum Erwärmen oder Kühlen der Zuluft aufgewendet werden muss, um die Zieltemperatur zu erreichen. Auch die Stromaufnahme der Solepumpe fällt höher aus.

In Summe sind für Heizen, Kühlen und Pumpen etwa 2400 Euro pro Jahr mehr erforderlich. Im Gegenzug fallen jedoch die Druckverluste für Nacherhitzer und -kühler weg. Dies verringert die Stromaufnahme des Ventilators, so dass hier 2700 Euro pro Jahr gespart werden können. Das multifunktionale System führt in der Beispielrechnung somit zu ei-

ner Ersparnis bei den Gesamtbetriebskosten von etwa 300 Euro im Jahr.

Berechnung der Life-Cycle-Costs

Dass die Energiekosten eines Lüftungsgeräts mit WRG nicht allein von der Höhe der Rückgewinnung bestimmt werden, sondern auch von den durch WRG bedingten Druckverlusten und etlichen weiteren Faktoren, sollte Gebäudebetreiber, Planer und Investoren zum Vergleichen ermutigen. Eingesparte zuluftseitige Druckverluste bei Nachkühler oder Nacherhitzer spielen eine wichtige Rolle. Eine ebenso wichtige Rolle spielt die Möglichkeit, erneuerbare Energiequellen wie Brunnenwasser zu nutzen. Es lohnt sich daher oft, parallel zum KVS die Life-Cycle-Costs eines mehrfachfunktionalen Systems zu ermitteln und die Wirtschaftlichkeitsberechnungen gegenüberzustellen.

In anderen Fällen sind multifunktionale Systeme ohnehin der Königsweg zu mehr Effizienz. Etwa wenn der Platz für ein Gerät mit hochwertigem KVS und Nacherhitzer oder -kühler nicht bereitsteht. Hier fällt die Kompaktheit der Zentrallüftungsgeräte mit multifunktionalem System ins Gewicht, denn es wird nicht nur der Raum und Druckverlust des Nacherhitzers oder -kühlers gespart, auch die zur Reinigung dieser Wärmetauscher erforderliche Revisionskammer kann entfallen. □

Weitere Informationen

- [1] Dr. Volkard Nobis: Wärmerückgewinnung – aber nicht um jeden Preis, Energy 2.0, November 2009, S. 34 ff
- [2] WMI News / BSRIA 2013 BEMS report 56242

> MORE@CLICK E2K14850

IN DER KÜRZE LIEGT DIE WÜRZE

Geräte mit konventionellen Kreislaufverbundsystemen mit Nacherhitzer und/oder Nachkühler sind typischerweise länger als solche mit einem mehrfachfunktionalen System. Dieser Vorteil kann bei Sanierungen entscheidend sein: Ältere Nichtwohngebäude mit relativ kleinen Technikräumen schränken in etlichen Fällen die mögliche Gerätebaulänge ein. Da rund 85 Prozent aller Gewerbegebäude in Europa bereits vor 1990 gebaut wurden, fast die Hälfte davon sogar vor 1960 [2], eröffnen kompakte Geräte auf Basis multifunktionaler Systeme oft die einzige Möglichkeit, den Zielkonflikt aus niedriger Luftgeschwindigkeit, hoher Wärmerückgewinnung und geringem Platzbedarf optimal zu lösen.