



Foto: dip-origami mark GmbH + Co. KG

Im Jahr 2016 wurde mit dem Bau der neuen dm-Unternehmenszentrale in Karlsruhe begonnen.

Die „atmende“ Fassade der dm-Unternehmenszentrale in Karlsruhe

Be- und Entlüftung von Großraumbüros und Besprechungsräumen durch effiziente dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung

Im Juli 2016 begann der Bau der neuen dm-Unternehmenszentrale in Karlsruhe, das so genannte „dialogicum“. Die Zentrale bietet bis zu 1.800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Platz. Eine große Rolle spielte in der Planung neben der aufwendigen Architektur auch die hohe Effizienz der technischen Systeme. Ein wichtiger Baustein waren dabei die 945 verbauten dezentralen Fassadenlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung, die zusätzlich über zwei Wärmeübertrager verfügen, um die thermische Behaglichkeit im Sommer respektive Winter gewährleisten zu können.



Pascal Wenz B.Eng.,
Projektleiter,
Haag GmbH,
Landau in der Pfalz

Das Fassadenlüftungsgerät

Die Luft muss diskontinuierlich in einen Raum eingebracht bzw. hinausbefördert werden, um eine instationäre Raumströmung erzeugen zu können. Das hat zur Fol-

ge, dass die Luftmengen an den Zu- und Abluftdurchlässen in den Räumen zyklisch variieren.

Bei einem Fassadenlüftungsgerät wird die Luftrichtung mithilfe eines integrierten Klappensystems umgekehrt. Das hat den Vorteil, dass der Ventilator die Drehrichtung nicht umkehren muss. Dadurch ergibt sich ein hoher Wirkungsgrad des EC-Ventilators und die Schallemissionen verbleiben auf einem gleichbleibenden Niveau. Die Führung der Außen- und Fortluft über nur einen Kanal hat außerdem den Vorteil, dass der benötigte Kanal einfacher in die Fassade integriert werden kann.

Ein weiterer Vorteil, der sich durch die dezentralen Lüftungsgeräte ergibt, ist eine energetisch hocheffiziente regenerative Wär-

merückgewinnung. Um einen mittleren Volumenstrom von 120 m³/h zu fördern, muss dieser je Luftrichtung 240 m³/h als momentaner Wert betrachtet werden. Der entstehende Schalleistungspegel darf dabei 45 dB(A) nicht überschreiten. Die dafür benötigten Schalldämpfer und übrigen Komponenten werden durch einen F7-Filter in der Außenluft und einen G2-Filter in der Abluft geschützt.

Der Hersteller spricht bei einer instationär zyklischen Versorgung eines Raumes mit Zuluft und Abluft von „der Atmung“.

Wärmerückgewinnung

Bei dezentralen Lüftungsgeräten mit Ab- und Zuluftfunktion ist eine effiziente Wärmerückgewinnung wichtig, um die Energiebe-



darfskosten im Winter zu minimieren. Dem Konzept kommt dabei zugute, dass die Ersparnis des zweiten Luftweges mehr Raum für die Wärmerückgewinnung schafft. Die Oberflächengröße des Wärmespeichers ist für die Auf- und Abgabe der Energie ein wichtiger Faktor.

In Abbildung 3 werden die Lufttemperaturen des Lüftungsgerätes mit integriertem Regenerator dargestellt. Die beiden Teilzyklen „Einatmen“ und „Ausatmen“ ergeben einen Gesamtzyklus. Vom „Einatmen“ wird gesprochen, wenn frische Luft in den Raum gefördert wird; vom „Ausatmen“ beim Auspusten der verbrauchten Luft. Von der Zyklusdauer und der Höhe des Volumenstroms ist abhängig, ob der maximale Temperaturänderungsgrad von 90 Prozent erreicht werden kann.

Das Lüftungskonzept

Der zyklisch variierende Volumenstrom der Fassadenlüftungsgeräte verursacht in der Regel Druckschwankungen im Raum, wenn temporär unterschiedliche Volumenströme in der Zu- und Abluft gefahren werden. Den Druckschwankungen kann mit der Installation mehrerer Geräte im Raum entgegengewirkt werden. Im Master-Slave-Prinzip kommunizieren mindestens zwei Geräte in einem Raum miteinander: Während eines der Geräte „einatmet“, „atmet“ das zweite Gerät aus. Der Druckausgleich im Raum ist durch die Zu- und Abfuhr der identischen Luftvolumenströme gegeben, wie in Abbildung 5 zu sehen.

Einen weiteren Ausgleich der Druckschwankungen ermöglichen Luftdurchlässe, die eine Ausgleichsströmung im Gebäude erlauben. Auch bei dieser Lösung wird auf das Master-Slave-Prinzip zurückgegriffen: Dabei wird lediglich ein Lüftungsgerät in einem Raum vorgesehen, das mit einem zweiten Gerät in einem anderen Raum kommuniziert. Es ist dabei unbedingt darauf zu achten, dass eine Ausgleichsströmung zwischen beiden Räumen entstehen kann. Die dazu nötigen Öffnungen können mittels schalldämmten Überströmelementen oder Türspalten realisiert werden. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, können dadurch ebenfalls innenliegende Räume und Flure be- und entlüftet werden.

Des Weiteren kann auf die Funktion einer Hybrid-Lüftung zurückgegriffen werden, die durch eine Kopplung mit einer Fensteröffnung ausgelöst wird. An Tagen, an denen eine hohe Kühlleistung benötigt wird, kann die Atemfunktion abgeschaltet werden – die Abluft entweicht bei gekipptem Fenster über die Fensteröffnung. Es muss berücksichtigt

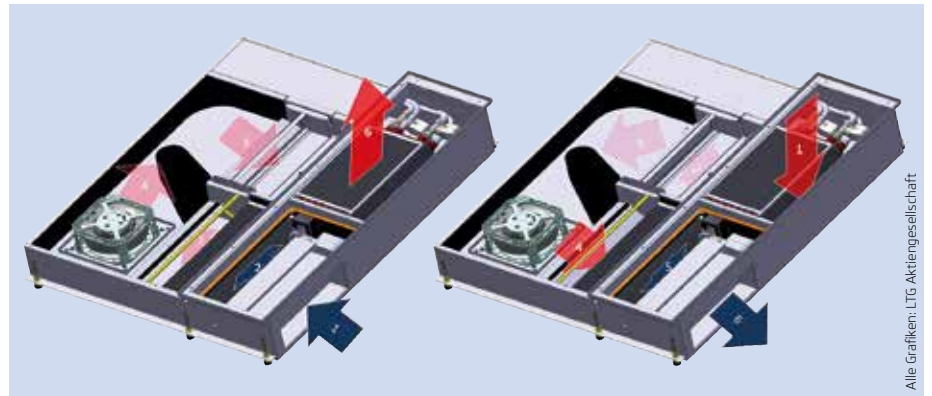


Abbildung 2: Aufbau des Fassadenlüftungsgerätes: a) beim „Einatmen“ werden nacheinander durchströmt: Frischluftklappe – Wärmerückgewinnung – saugseitige Klappe zur Strömungsumkehr – EC-Ventilator – druckseitige Klappe zur Strömungsumkehr – Wärmeübertrager b) beim „Ausatmen“: Wärmetauscherbypass – saugseitige Klappe zur Strömungsumkehr – EC-Ventilator – druckseitige Klappe zur Strömungsumkehr – Wärmerückgewinner – Frischluftklappe

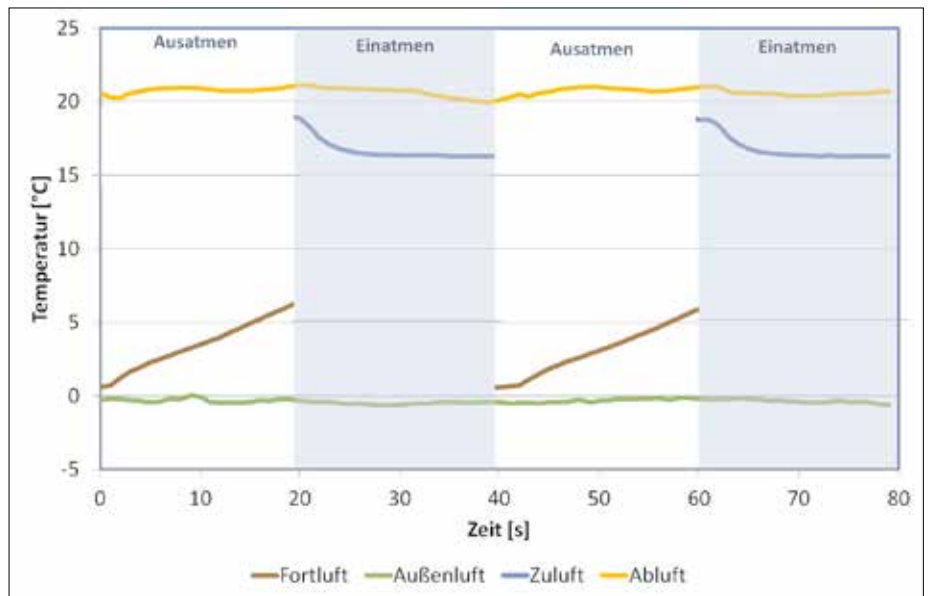


Abbildung 3: Temperaturverläufe der regenerativen Wärmerückgewinnung in einem Fassadenlüftungsgerät

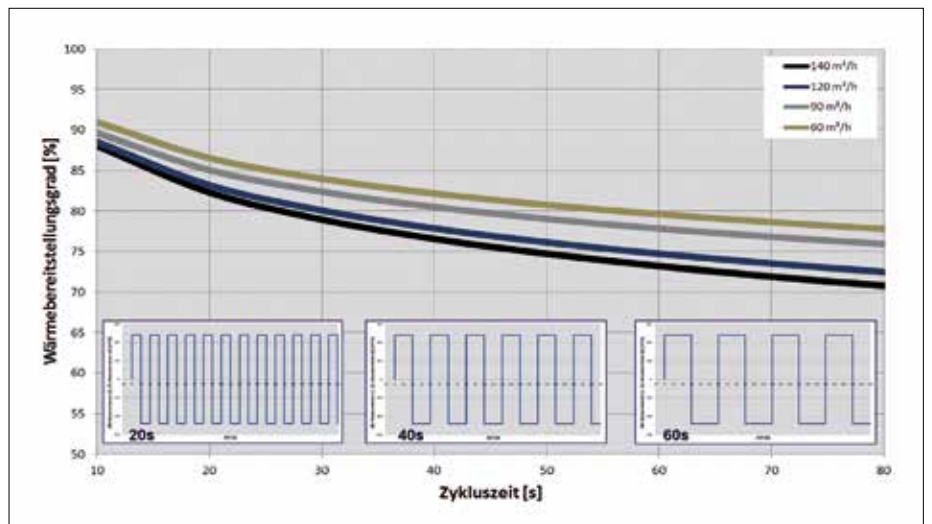


Abbildung 4: Die Höhe des Temperaturänderungsgrades nimmt mit Verminderung des Volumenstroms und Verkürzung der Zykluszeit zu.

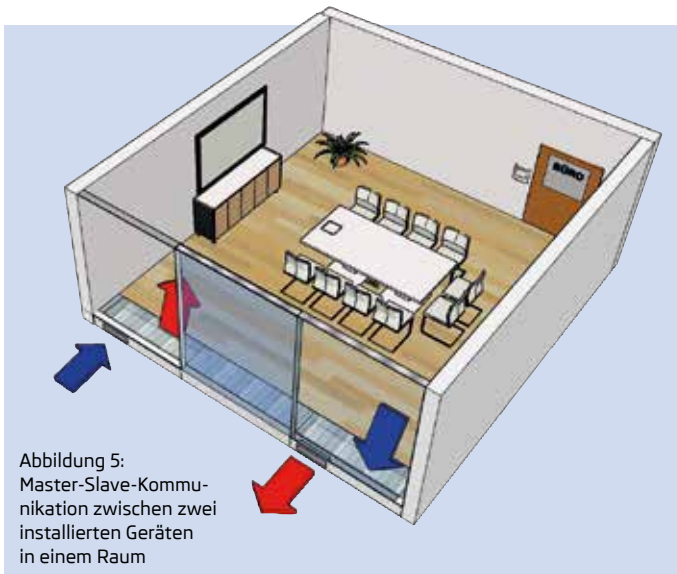


Abbildung 5: Master-Slave-Kommunikation zwischen zwei installierten Geräten in einem Raum

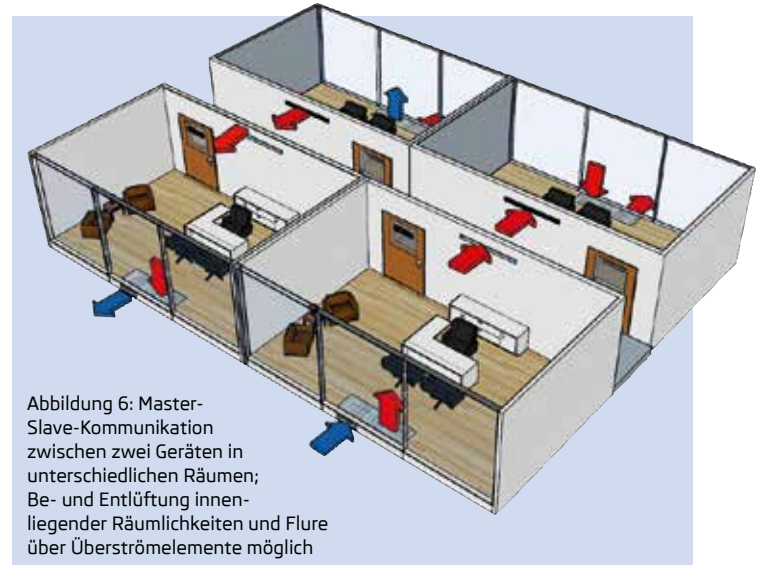


Abbildung 6: Master-Slave-Kommunikation zwischen zwei Geräten in unterschiedlichen Räumen; Be- und Entlüftung innenliegender Räumlichkeiten und Flure über Überströmelemente möglich

werden, dass dadurch der Zuluftvolumenstrom verdoppelt und die Kühlleistung nahezu verdoppelt werden.

Umsetzung im dm-dialogicum

Zur Abdeckung des Kühl- und Heizfalls wurden insgesamt 945 dezentrale Lüftungsgeräte im Verwaltungsgebäude und im Parkhaus vorgesehen. Im Verwaltungsgebäude wird der Großteil der Fläche als Großraumbüro genutzt. In der Regel befinden sich pro Großraumbüro 16 Fassadenlüftungsgeräte für den Doppelbodeneinbau. Außerdem werden zwei Umluftgeräte zur Spitzenlastkühlung betrieben, die ebenfalls im Doppelboden installiert wurden. Sie unterscheiden sich nicht nur in der Luftführung, sondern auch in der Vorlauftemperatur des Kältemediums. Die Fassadenlüftungsgeräte werden im Kühlfall mit den Systemtemperaturen 16/19 °C betrieben und die Umluftgeräte, die zur Spitzenlastabdeckung bzw. Entfeuchtung des Raumes dienen sollen, mit 10/16 °C. Im Heizfall verfügen beide Gerätetypen über die Systemtemperaturen von 40/34 °C.

Die zuvor erwähnten Großraumbüros weisen eine vorteilhafte Geometrie bezüglich der Längenverhältnisse der Fassade zu den Innenwänden auf, um ein Lüftungskonzept der „atmenden“ Geräte umzusetzen. Darüber hinaus verfügen alle Großraumbüros über zwei Fassaden, die jeweils in nördlicher und südlicher Himmelsrichtung angeordnet sind.

Die Gerätepaare werden in der Master-Slave-Funktion betrieben. Die einzelnen Geräte durchlaufen einen unabhängigen Zyklus, wobei hier die Druckschwankungen nicht von Relevanz sind, da das Verhältnis von Raumvolumen zu einzelnen Volumen-

strömen der Fassadengeräte vernachlässigbar ist. Durch die kurze Zykluszeit von 20 Sekunden und einen Luftvolumenstrom von 120 m³/h, respektive 240 m³/h je Lüftrichtung, wird eine hohe Wärmerückgewinnung erzielt. In der Nacht nutzt der Betreiber eine weitere Funktion der Fassadengeräte: In den Großraumbüros werden alle Geräte in einem Hybridmodus zur Nachtauskühlung genutzt. Dabei muss ein Delta Theta von 3 K zwischen der Außen- und der Innentemperatur herrschen. Zusätzlich darf die Außentemperatur minimal 13 °C betragen und die Innentemperatur muss die Solltemperatur von 22 °C um mindestens 3 K überschritten haben. Bei Einsetzen der Hybridlüftung oder Nachtauskühlung wird die Zykluszeit der kompletten Geräte in den Großraumbüros außer Kraft gesetzt. Um einen Austausch des Raumluftvolumens während der Nachtauskühlung gewährleisten zu können, saugen alle Geräte auf der Nordseite die kühle Außenluft an und die auf der südlichen Seite installierten Geräte befördern die Luft über die Fassade wieder nach außen.

Wie Abbildung 7 ebenfalls zu entnehmen ist, wurden in jedem Großraumbüro zwei „Think-Tanks“ vorgesehen, die ebenfalls durch Fassadenlüftungsgeräte be- und entlüftet werden. Sie wurden speziell für dieses Vorhaben entwickelt. Aus ursprünglich einem Gerät wurde eine Inneneinheit mit dem Klappensystem und dem Wärmeübertrager sowie eine separate Außeneinheit mit der Wärmerückgewinnung und Fassadenanschluss. Die Innen- und Außeneinheit sind über einen einfachen Lüftungskanal miteinander verbunden. Um einen Über- oder Unterdruck in den „Denkzellen“ zu verhindern, wurden Überströmelemente mit integrierter Schalldämpfung installiert.

Neben den Großraumbüros mit „Think-Tanks“, wurden kleinere Besprechungsräume und kleinere Büroräume mit Fassadenlüftungsgeräten ausgestattet. In der Regel wurden hier drei bzw. zwei Fassadenlüftungsgeräte und ein Umluftkühlgerät vorgesehen, wie in Abbildung 8 erkennbar. Auch hier kommt die Master-Slave-Funktion zur Ausführung. Allerdings verfügen diese Räumlichkeiten nur über eine Fassade in eine Himmelsrichtung. Das Lüftungskonzept kann dadurch uneingeschränkt ausgeführt werden, zusätzlich kann durch den Nutzer manuell die Hybridlüftung über die Fensterfassade ausgelöst werden.

Regelung und Gebäudeleittechnik

Die Anforderung der Lüftungsgeräte erfolgt zunächst über die Uhrzeit, um vor Arbeitsbeginn die Räumlichkeiten mit Frischluft zu fluten. Nach dem Fluten der Büroflächen erhalten die Fassadengeräte die Anforderung über einen Präsenzmelder mit 15 Minuten Nachlaufzeit. In dieser Zeit werden die vorgesehenen Zyklen des Luftaustauschs durchlaufen. Sollte niemand in dem Raum sein, wird die Anforderung über die Temperatur erfolgen. Bei einem Delta Theta von +/-2,5 K zur Solltemperatur von 22 °C werden die Geräte in den einzelnen Büros angefordert.

Alle Parameter, die im Zusammenhang der Anforderung stehen, können über die Gebäudeleittechnik (GLT) nach Bedarf angepasst werden. Darüber hinaus ist es möglich, die Parameter der Volumenströme und Temperaturen der einzelnen Büros zu ändern. Wie in Abbildung 9 zu erkennen ist, kann auch die hybride Lüftung über die GLT ausgelöst werden. ◀



Abbildung 7:
Planausschnitt – Grundriss Großraumbüro;
Umluftgeräte grün dargestellt; Fassaden-
lüftungsgeräte in weiß



Abbildung 8:
Planausschnitt – Grundriss Besprechungsraum;
Umluftgeräte grün dargestellt; Fassadenlüftungs-
geräte in weiß

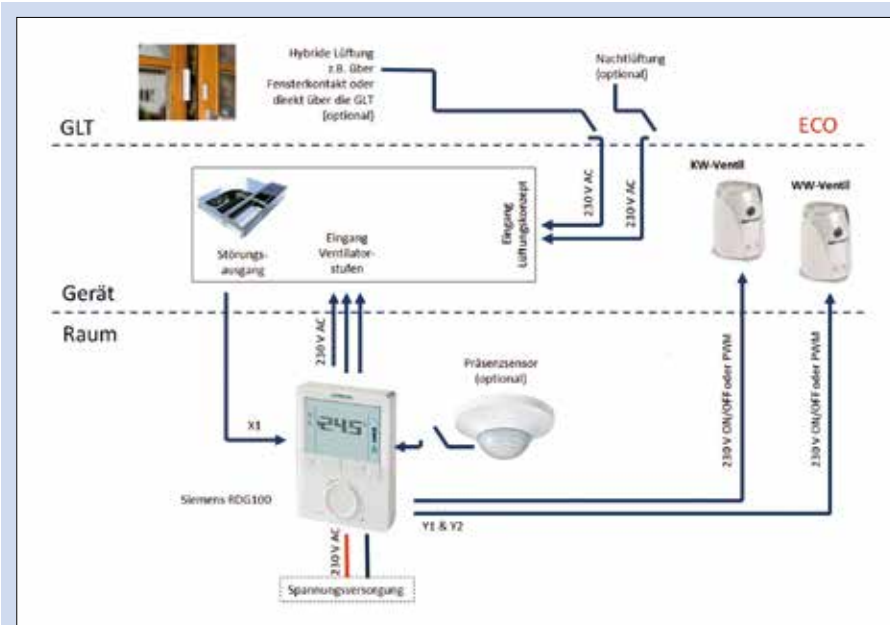


Abbildung 9: Einfaches Regelschema
mit Raum- und GLT-Optionen