



LÜFTEN, HEIZEN UND KÜHLEN MIT DEZENTRALEN DACHGERÄTEN

Aufgabenstellung

Es handelt sich um einen Maschinenbaubetrieb, bei dem fertigungsbedingt große innere Wärmelasten vorhanden sind. Die daraus resultierenden hohen Raumtemperaturen während der Sommermonate sollen durch Zwangskühlung reduziert werden. Das Einhalten einer bestimmten Maximaltemperatur ist aber nicht Aufgabe, vielmehr soll möglichst rationell und kostengünstig – das betrifft Investition und Betriebskosten – für angenehmeres Raumklima auch während der heißen Zeit gesorgt werden.

Hallenabmessungen: Länge 80 m, Breite 40 m, Höhe 9 m

Transmissionswärmebedarf: 320 kW (bei -12°C)

Außenluftmenge: ca. zweifacher Luftwechsel oder $18\text{ m}^3/\text{h}$ Außenluft pro m^2 Hallenfläche

Kühlleistung: mind. 280 kW (bei $30^{\circ}\text{C}/40\%$ r. F.)

Lösung

Installiert wurden 8 Dachlüftungsgeräte des Typs LHKW 8 (Bild 1)

- mit Wärme- und Kälterückgewinnung
- mit Außenluft- und Umluftbetrieb
- mit automatisch gesteuerter Zuluftverteilung

Dipl.-Ing. Edgar Beck*, Vaduz

Das Beheizen von Industrieräumen ist in unseren Breiten – zumindest in Nord- und Mitteleuropa – selbstverständlich. Auch die Be- und Entlüftung ist üblich; die Quantität hängt ab von der notwendigen Sauerstoffversorgung und von den abzutransportierenden Schadstoffmengen. Nicht so selbstverständlich und üblich ist es, daß Industrieräume gekühlt werden. Falls dies aber notwendig ist – aus komfort- oder produktionstechnischen Gründen – ergeben sich daraus besondere Anforderungen an die Lüftungsanlage. Diese Anforderungen werden in einem, zur Verdeutlichung etwas modifizierten, Praxisbeispiel näher erläutert.

- mit zentralem, modular aufgebautem Schaltschrank zur Steuerung und Regelung jedes einzelnen Gerätes

- ohne Zu- und Abluftkanäle

Die Zu- und Fortluftleistung jedes Gerätes beträgt $8000\text{ m}^3/\text{h}$; das ergibt eine Gesamtluftmenge von $64\,000\text{ m}^3/\text{h}$ oder einen 2,2-fachen Außenluftwechsel. Die spezifische Luftleistung beträgt $20\text{ m}^3/\text{h}$ pro m^2 . Die Geräte wurden symmetrisch angeordnet (Bild 2).

Die Gründe für eine dezentrale Lösung (Bild 3) waren folgende:

- Mit den einzelnen Geräten ist das Lüftungssystem sehr flexibel und leicht an unterschiedliche Betriebsanforderungen anpaßbar.
- Durch den Einsatz mehrerer Geräte ist hohe Betriebssicherheit gegeben.
- Durch die Installation der Geräte im Hallendach wird Raum eingespart.
- Der Kranbetrieb wird nicht durch Zu- oder Abluftkanäle behindert.
- Die Betriebskosten sind durch den integrierten Plattenwärmetauscher zur Wärme- und Kälterückgewinnung gering.
- Die Luftverteilung erfolgt von oben nach unten. Dadurch ist kaum Temperaturschichtung in der Halle gegeben, was wiederum Energiekosten spart.
- Die Lufteinbringung ist durch die automatische Steuerung des Drallluftverteilers zugreifbar.

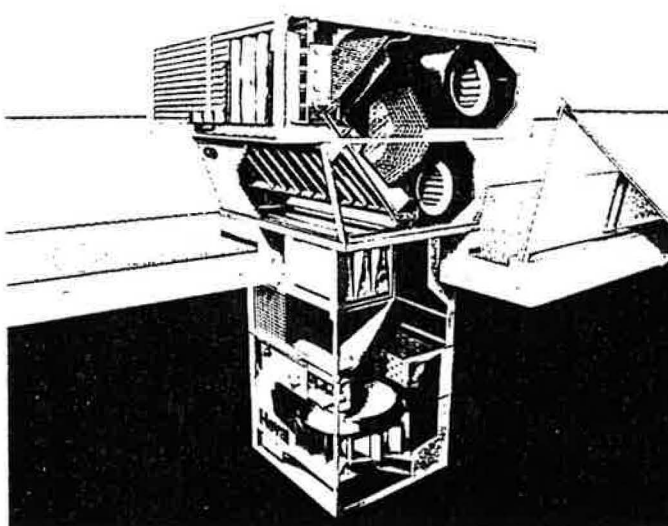


Bild 1: Dezentrales Dachlüftungsgerät zum Heizen und Kühlen von Industrieräumen (mit Wärme-/Kälterückgewinnung)

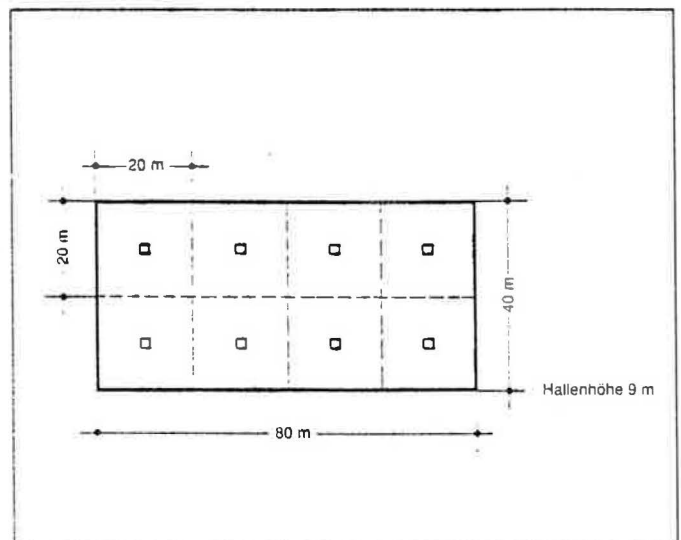


Bild 2: Es sind acht Geräte symmetrisch im Hallendach installiert

* Dipl.-Ing., Dipl. Wirtsch. Ing. Edgar Beck ist Leiter der Abteilung Verkauf und Marketing der Gustav Ospeit Hoivalwerk AG, Vaduz.



- Der Mehraufwand für die Kühlung ist gering, da die Heizbatterie auch zur Kühlung verwendet wird.
- Durch die Aufteilung in mehrere Regel- und Steuerzonen sind unterschiedliche Betriebsbedingungen in der Halle, wie z. B. Betriebszeiten oder Solltemperaturen, möglich.

Betriebsarten

Mit den in Bild 1 gezeigten dezentralen Dachlüftungsgeräten sind folgende Betriebszustände möglich:

- Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung und Heizung
- Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung, aber ohne Heizung
- Be- und Entlüftung ohne Wärme-/Kälterückgewinnung
- Be- und Entlüftung mit Kälterückgewinnung, aber ohne Kühlung
- Be- und Entlüftung mit Kälterückgewinnung und Kühlung
- Umluftheizung während Betriebsruhe, z. B. Wochenende oder Nacht
- Bereitstellung für Umluftheizung

Zusätzlich zu diesen automatisch gesteuerten Betriebsarten läßt sich von Hand noch für jedes Gerät der reine Fortluftbetrieb einstellen. Dabei ist der Zuluftventilator abgeschaltet.

Besonderheiten beim Heizbetrieb

Zur Heizung des Raumes sind pro Gerät 126 kW notwendig, d. h. 40 kW für den Transmissionswärmebedarf und 86 kW für den Lüftungswärmebedarf (bei -12°C Außentemperatur und 20°C Raumsolltemperatur). Ca. 50 kW davon (= 60% des Lüftungswärmebedarfs, 40% des gesamten Wärmebedarfs) werden durch die Wärmerückgewinnung mit dem Plattenwärmetauscher erbracht, so daß die erforderliche Leistung der Heizbatterie nur noch 76 kW beträgt. Wegen der notwendigen Kühlleistung sind jedoch Register mit einer Heizleistung von 145 kW (bei $\text{PWW } 90/70^{\circ}\text{C}$) installiert.

Um Energie zu sparen, arbeiten die Lüftungsgeräte während Betriebsruhe, d. h. an Wochenenden, während der Nacht oder in Ferienzeiten, im Umluftbetrieb. Die Raumsolltemperatur wird während dieser Zeit automatisch reduziert. Das Wiederaufheizen auf die Betriebssolltemperatur erfolgt ebenfalls im Umluftbetrieb, automatisch gesteuert durch den zentralen Schaltschrank.

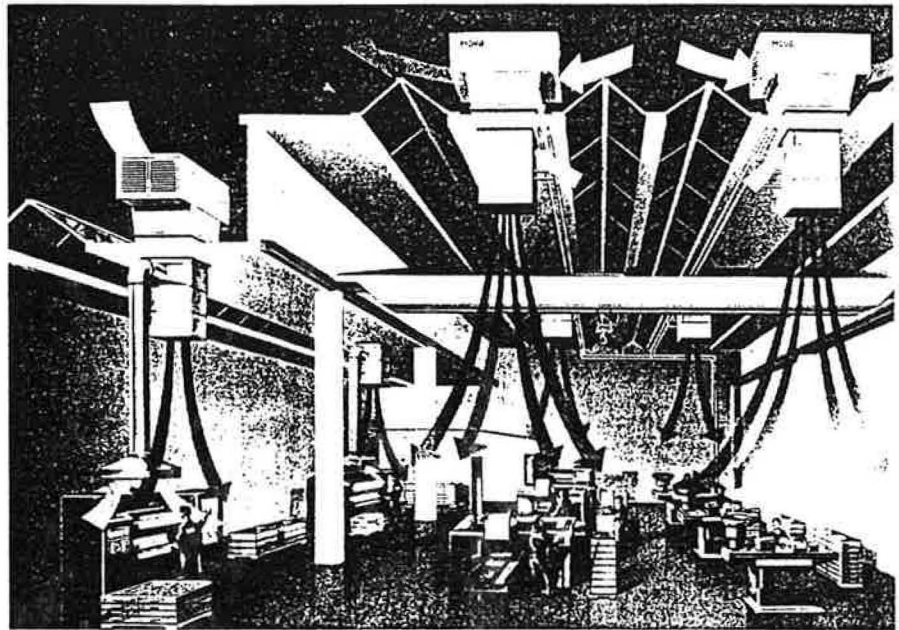


Bild 3: Dezentrale Lüftungsgeräte bieten viele Vorteile

Im Heizbetrieb ist es wichtig, daß die Temperatur im Raum überall gleich ist. Dies ist nicht nur eine Forderung der Produktion. Auch für die Minimierung des Wärmeverlustes ist es notwendig, daß nicht z. B. unterhalb des Daches deutlich höhere Temperaturen herrschen als im Aufenthaltsbereich. Die aus physikalischen Gründen immer vorhandene Stratifikation muß also möglichst gering gehalten werden. Das ist vor allen Dingen eine Frage der Luftführung und der Luftmenge. Der Luftverteilung kommt hier also eine große Verantwortung zu. In diesem Beispiel wird die Zuluft mit einem Dralluftverteiler verteilt. Dieser wird als Funktion der Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumluft automatisch so gesteuert, daß die Zuluft die Aufenthaltszone zugfrei durchspült (Bild 4).

Besonderheiten beim Kühlbetrieb

Die installierten Heizbatterien werden während des Sommers auch für die Kühlung verwendet. Bei einer Außentemperatur von $30^{\circ}\text{C}/40\%$ r. F. beträgt die Kühlleistung 33 kW. Bei insgesamt acht installierten Geräten ergibt dies eine Gesamtleistung von 264 kW. Die geforderten 280 kW werden damit also nicht erreicht. Hier hilft aber wiederum der im Gerät installierte Plattenwärmetauscher, der auch für die Kälterückgewinnung eingesetzt wird.

Bei einer Ablufttemperatur von 24°C beträgt seine Kühlleistung 9,5 kW; damit wird die Außenluft auf $26,3^{\circ}\text{C}$ vorgekühlt. Bei dieser Temperatur beträgt die Batteriekühlleistung aber nur noch ca. 28 kW; insgesamt ergibt das also 37,5 kW pro Gerät. Mit der Kälterückgewinnung erhält man somit eine Gesamtleistung von 300 kW – 20 kW mehr als gefordert!

Für den Kühlbetrieb sind noch folgende Besonderheiten zu beachten: Beim Abkühlen der warmen Außenluft kann es zu Kondensation kommen. Damit kein Kondensat mit der Zuluft in den Raum gelangt, ist nach der Heiz-/Kühlbatterie ein speziell konstruierter Tropfenabscheider installiert (Bild 5). Für diese in der Lüftungstechnik nicht übliche Anordnung im vertikalen Luftstrom waren spezielle Versuche und Entwicklungen notwendig, bis das auftretende Kondensat sicher und zuverlässig abgeschieden und abgeleitet werden konnte. Bei der Installation der Geräte ist auf die einwandfreie Ableitung des abgeschiedenen Kondensats zu achten. (Bei tiefen Außentemperaturen kann natürlich auch Kondensat in der Abluft entstehen. Dieses Kondensat wird im Plattenwärmetauscher gesammelt und aufs Dach abgeleitet.)

Ein weiteres Problem könnte die Kondensation der warmen Raumluft außen am Gerät sein. Mit der installierten Leistung ist bei dieser Anlage aber keine Gefahr gegeben.