

Displacement-(Quellluft-)Verfahren

# Energieeffiziente Klimatisierung für kleine Rechnerräume

Neben Doppelboden und Luftkanalnetz etabliert sich für die Kühlung kompakter Rechner- und Serverräume mittelständischen Zuschnitts zunehmend das Displacement-Verfahren. Es wurde ursprünglich für die Komfortklimatisierung entwickelt, Vergleiche mit herkömmlichen Verfahren zeigen sein Potenzial in der neuen Umgebung.

Für die Kühlung von Technikräumen hat die Klimatechnik zwei Standard-Vorgehensweisen entwickelt, das Klimatisieren über den Doppelboden und das Einbringen der Kaltluft von oben in den zu kühlenden Raum. Der größte Teil der Rechenzentren wird über einen aufgeständerten Boden klimatisiert. Dazu wird konditionierte Luft in einen ca. 40 bis 50 cm hohen Doppelboden eingebracht.

Durch den offenen Boden der Rechner-schränke gelangt die Kaltluft direkt an die zu kühlenden Elektronik-einheiten. Die Erzeugung eines Druckes von 70 bis 80 Pa stellt dabei die gleichmäßige Vertei-

lung der Kaltluft im Hohlraum sicher. Das Verfahren ist bis heute erste Wahl für alle großflächigen Rechenzentren. Alternativ wird die Kaltluft über ein Luftkanalnetz verteilt und nach unten ausgeblasen. Die bei dieser Lösung starke Durchmischung von kalter und warmer Luft erfordert eine niedrige Zulufttemperatur, damit das benötigte Temperaturniveau gehalten werden kann.

## Quellluftverfahren

Zunehmend findet als dritter Lösungsweg das Quellluft- oder Displacementverfahren in Technikräumen Verwendung. Das Prinzip ist aus der Komfortklimatisierung bekannt. Dabei wird ein kühler Luftstrom ebenerdig mit geringer Geschwindigkeit ausgeblasen. Die Luft erwärmt sich an warmen Objekten und steigt an ihnen auf.

Displacement-Systeme in Rechnerräumen erzeugen durch die laminare Strömung im Raum Luftschichten mit einem Tempe-

raturgefälle von 1 bis 2 K/m. Die Rechenanlagen stellen ihre Versorgung selbst sicher, indem sie die benötigte Kaltluftmenge in Abhängigkeit von ihrer Wärmelast aus den kalten Luftschichten in Bodennähe ansaugen. Dadurch werden alle Wärmequellen gleichmäßig von Kaltluft bestrichen; Hotspots werden vermieden.

Besonders gute Voraussetzungen ergeben sich für das Displacement-Verfahren in mittelständischen Unternehmen, wo für die wachsende Anzahl kleinerer Serverräume auch ohne aufwendige Ausbaumaßnahmen eine optimale Versorgung der Rechner mit Kaltluft sichergestellt werden kann.

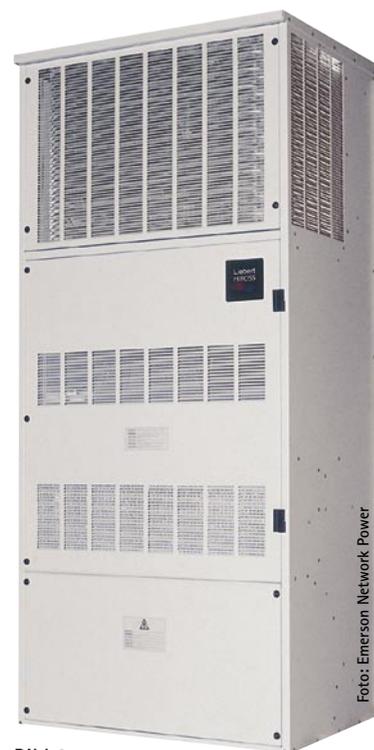


Bild 2  
Kompakt-Klimagerät Hiwall TD  
(Downflow/Displacement)

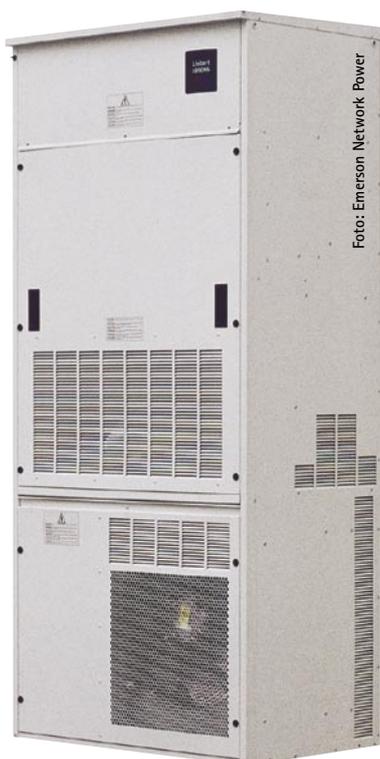


Bild 1  
Kompakt-Klimagerät Hiwall TT (Upflow)

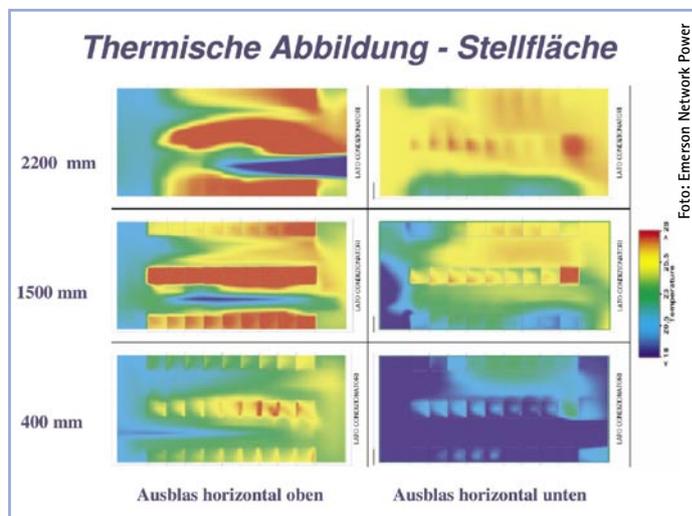


Bild 3  
Thermische Abbildung  
der Stellfläche

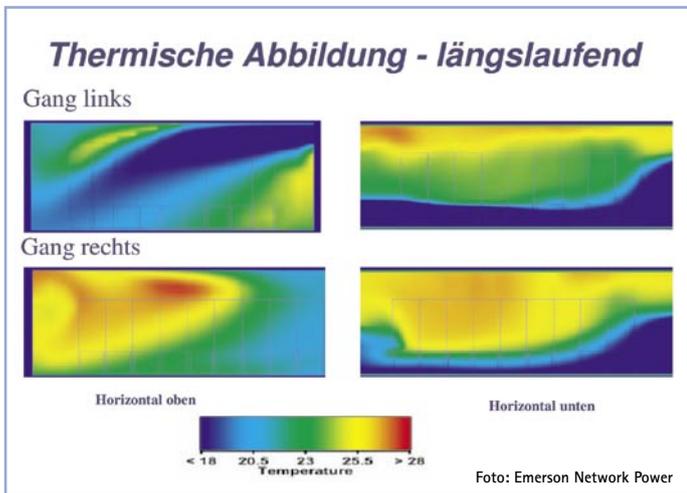


Bild 4  
Thermische Abbildung  
längs laufend

ferenz zwischen Rückluft und Verdampfer abhängt, reicht aufgrund der höheren Rücklufttemperatur eine höhere Verdampfer-temperatur für die Kühlung derselben Wärmelast aus.

Der Kühlprozess findet insgesamt auf einem höheren Temperaturniveau statt als bei herkömmlichen Systemen. Der geringere Druckunterschied zwischen Verdampfer und Kondensator senkt den Energieverbrauch; die Kälteleistung wird durch weniger Energieeinsatz erreicht. Zugleich

### Temperaturverteilung

Zwei Hiwall-Systeme (Emerson Network Power) eines als Upflow-Gerät, eines in der Displacement-Ausführung (Bilder 1 und 2) wurden an zwei Standorten mit jeweils 10kW sensibler thermischer Last installiert. Die Ähnlichkeit der Standorte hinsichtlich Aufbau und Wärmelast ermöglicht eine aussagekräftige Gegenüberstellung der thermischen Abbildungen. Insgesamt verteilt das Displacement-Verfahren die Kaltluft günstiger für die gleichmäßige Kühlung der Rechner. Die thermische Abbildung der Stellfläche (Bild 3) zeigt die Luftverteilung in 0,4, 1,5 und 2,2m Raumhöhe, links die Upflow-Variante, rechts die Displacement-Version.

Beim Quellluft-Verfahren ist die gleichmäßigere Ausbreitung der konditionierten Luft über die gesamte Stellfläche deutlich erkennbar. Das Upflow-Verfahren stellt den Rechnern im Ansaugbereich hingegen durchmischte Luft mit höherer Temperatur zur Verfügung. Bereits in Bodennähe sind einige Racks nicht ausreichend mit Kaltluft versorgt. Die längs laufende thermische Abbildung (Bild 4) zeigt, dass bei der Upflow-Variante die Temperatur in Abhängigkeit vom Aufstellort der Klimateinheit in den Gängen rechts und links der mittleren Schrankreihe stark differiert. Beim Displacement-Verfahren sind der Kaltluftsee in Bodennähe sowie die Luftschichtungen in beiden Gängen gut zu erkennen.

### Energieverbrauch im Vergleich

Das Quellluftverfahren führt nicht nur zu einer für die Rechenanlagen günstigeren Temperaturverteilung, sondern auch zu niedrigeren Energiekosten für die Kühlung. Da Kalt- und Warmluft sich nicht vermischen, entnehmen die Klimateinheiten sehr warme Abluft aus den Bereichen oberhalb der Racks. Weil die Wärmeableitung von der Temperaturdif-

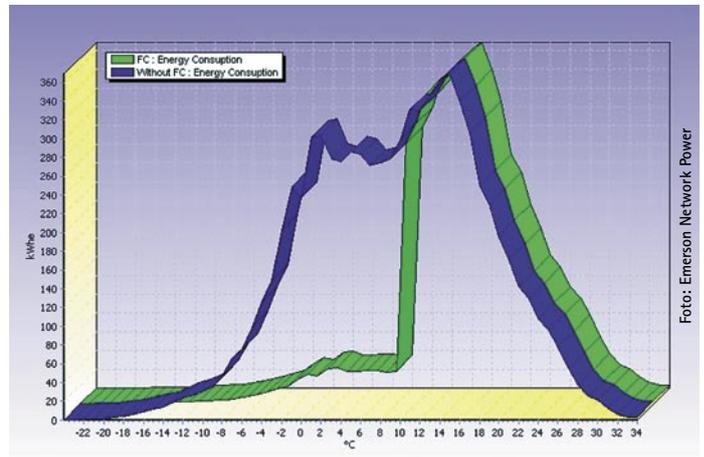
sinkt der Energiebedarf für den Ventilator. Der Betriebsdatenvergleich zeigt einen Energieverbrauch von 21,9 MWh<sub>el</sub> beim Quellluftverfahren gegenüber 22,3 MWh<sub>el</sub> beim Upflow-Gerät.

## Freikühlung spart Energie

Erhebliches Energiesparpotenzial bietet die Nutzung von freier Kühlung bei niedrigen Außentemperaturen. Das kommt besonders beim Displacement-Verfahren zum Tragen. Aufgrund der Luftschichtung und der daraus resultierenden hohen Rücklufttemperatur kann die Außenluft noch bei Temperaturen von 15 bis 20 °C zur Kühlung eingesetzt werden. Die Bedeutung der Luftfeuchte muss mit dem Betreiber geklärt werden, gegebenenfalls sind Luftbefeuchter einzusetzen.

Der Standort mit Quellluftverfahren benötigt mit freier Kühlung lediglich 8,9 MWh<sub>el</sub>, weniger als die Hälfte des Energieverbrauchs ohne freie Kühlung. Die Energie-Einsparung gegenüber dem Upflow-Standort mit 12,1 MWh<sub>el</sub> im Freikühlmodus beträgt rund 25%. Nebeneffekt der freien Kühlung: Die Komponenten der Klimasysteme werden weniger beansprucht und haben eine längere Lebensdauer.

Bild 5  
Verbrauch HPS  
mit (grün) und  
ohne Freikühlung  
(blau)



## Optimierte Technik

Für Anwendungen in Gebäuden hat Emerson Network Power die Hybridanlage „High Performance Split“ (HPS) im Displacement-Verfahren entwickelt. Günstige Verbrauchswerte sind auf ein bei Splitsystemen nicht übliches Freikühlmodul zurückzuführen. Bild 5 zeigt die Auswertung für eine in München installierte HPS-Anlage mit 6 kW sensibler Kälteleistung. Der Energiebedarf ohne Freikühlung beträgt 8,2 MWh<sub>el</sub>. Mit Freikühlrichtung liegt er bei rund 3,2 MWh<sub>el</sub>, also fast 40% niedriger.

Noch deutlichere Energieeinsparungen ergeben sich gegenüber „gewöhnlichen Komfort-Splitsystemen“. Im Unterschied zu speziell auf die Anforderungen von Technikräumen abgestimmte Klimasysteme verschwenden sie in der Regel rund

30% des Energieverbrauchs für eine gar nicht erwünschte Entfeuchtung. Und bei den deutlichen Unterschieden im Energiekonsum nützen auch die rund 25% günstigeren Anschaffungskosten wenig: Die höheren Anschaffungskosten für eine Hybridanlage amortisieren sich meistens innerhalb von drei Jahren. Zusätzlich weisen sie eine längere Lebensdauer auf. ←



Christian Richter,  
Key Account Manager,  
Emerson Network Power



Foto: Airwell

Montage einer 20 Tonnen schweren IPOC-Dachklimazentrale

Die bei Mahle installierten Dachzentralen IPOC (Intelligent, Pre-assembled, Outdoor, Customized-System) N 1000I-SA in Sonderausführung sind jeweils für eine Luftleistung von 100 000 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Durch die kompakte Ausführung und die komplette, werkseitige Vorfertigung wurden die mit zehn LKWs angelieferten, jeweils 20 Tonnen schweren und 13 bzw. 17 m langen Geräte an nur einem Tag auf das Hallendach gehoben und fertig montiert. Da bei der Nockenwellenfertigung auch ölhaltige Luft anfällt, mussten zusätzlich Ölabscheider und Metallfilter integriert werden. Ergänzt wurde die Lüftungsanlage durch vier Prozess-Abluftventilatoren in einer Sonderausführung für fetthaltige Fortluft mit je 20 000 m<sup>3</sup>/h für die Produktionsmaschinen.

## Luftaufbereitung für 400 000 m<sup>3</sup>/h

# Montage an einem Tag

Vier riesige IPOC-Luftaufbereitungsanlagen hat Airwell ACE Klimatechnik, Frankfurt, kürzlich für die Nockenwellenfertigung von Mahle im brandenburgischen Wustermark ausgeliefert.

Die Heizung der Produktionshallen übernehmen je Gerät zwei integrierte, mit Gas direkt befeuerte Wärmeübertrager mit je 350 kW Leistung. Insgesamt wurden so 2,8 MW Heizleistung auf dem Dach installiert. Im Vergleich zu herkömmlichen Heizungs-Systemen mit Pumpenwarmwasser wird so ein höherer Wirkungsgrad erzielt, gleichzeitig entfällt der hydraulische Frostschutz. Alle Geräte sind mit der Steuerungs- und Regelungstechnik IPOC-Tronic ausgestattet. Sie basiert auf frei programmierbaren DDC-Systemen und setzt auf den offenen LON-Standard. Ein in jedem Gerät integrierter, werkseitig fertig verdrahteter Schaltschrank enthält alle erforderlichen Komponenten. Über einen OPC-Server können Daten an ein übergeordnetes Leitsystem übergeben und dort visualisiert werden. ←

Airwell ACE Klimatechnik, 60437 Frankfurt am Main  
Telefon (0 69) 50 70 20, Telefax (0 69) 50 70 22 50  
www.airwell.de