

Der Lebensmittel-Einzelhandel im Wandel

# Energiesparendes Kälte-Klima-Kombisystem für den Convenience-Store

Achim Zeller, Brüssel

*Kaum eine andere Branche ist derzeit einem größeren Wandel unterzogen wie der Lebensmittel-Einzelhandel. Ein Hyperwettbewerb gekennzeichnet durch Expansionsprogramme, Übernahmen und Umstrukturierung. Ein weiterer Trend, die Umschichtung im Shopportfolio, ist bereits im Ausland, so z.B. in Japan, England und Belgien, auszumachen. Hier gibt es eine klare Entwicklung – vom Hypermarkt auf der „grünen Wiese“ zurück in die Innenstädte und Wohngebiete – hin zum Convenience Store.*

Hierbei entstehen im Bezug auf die verwendete Anlagentechnik erhöhte (lokale) Umwelt-Anforderungen, wie z.B. ein deutliches Augenmerk auf die Reduktion der tatsächlichen Schallemissionen aber auch das Phänomen des „optischen Schalls“ – also einer Anlagentechnik, die schon zu laut aussieht.

Ein weiteres Spannungsfeld liegt in den allgemein sehr beengten Platzverhältnissen. Technik- und Serviceflächen sind im besten Falle ein notwendiges Übel – und immer zu knapp bemessen.

Zusätzliche Belastungen auf den Einzelhändler sind ein steigender Druck von Verbraucher- und Umweltschutzorganisationen und die explodierenden Energiepreise.

Während die prozentualen Strompreiserhöhungen, gemessen an den Steigerungen für Öl und Gas, für den Verbraucher noch relativ moderat ausfallen, sind die Entwicklungen im Bereich der Industrie schon als dramatisch zu bezeichnen. Teilweise sind Einzelhändler in 2005 mit Erhöhungen um 40% konfrontiert worden.

In einer Branche, in der die erzielten Gewinnmargen teilweise auf gleichem Niveau liegen wie die Kosten für Energie werden massive Anstrengungen unternommen, um die Energieverbräuche nachhaltig zu reduzieren. Als Reaktion darauf werden z.B. in England im großen Stil Energieparexperten gesucht und eingestellt.

Aber die Forderungen des Einzelhandels speziell an unsere Branche gehen über die reine Energieeinsparung hinaus. Der englische Kältetechnik-Verantwortliche einer großen Supermarktkette forderte das Streben nach

- Einfachheit (Simplicity)
- Wiederholbarkeit (Repeatability)
- Nachhaltigkeit (Sustainability)
- Hochwertigkeit (Value) und
- Kostengünstigkeit (Low Cost)

als vordringliche Treiber in der Zusammenarbeit mit der Industrie. Und genau hier setzt der DAIKIN Conveni-Pack an.

zum Autor

**Achim Zeller,**  
Senior Executive  
New Business,  
Daikin Europe NV,  
Brussels Office



## Der DAIKIN Conveni-Pack – Das Konzept

Bislang waren die Systeme für die Gewerbekälte, also Normal- und Tiefkühlung, und die Klimatisierung bzw. Heizung, speziell im kleineren Leistungsbereich voneinander getrennt. DAIKIN bietet nun mit dem Conveni-Pack erstmals ein System an, mit dem Kühlmöbel, Tiefkühlmöbel und Wärmepumpen-Klima-Innengeräte in einem System, ja sogar in einem Kältemittelkreislauf, integriert werden können.

- Die herausragendsten Merkmale sind
- eine bis zu 50%ige Energieeinsparung
  - ein deutlich leiserer Betrieb und
  - eine geringere Aufstellungsfläche

Als Vortrag gehalten anlässlich der Deutschen Kälte-Klima-Tagung des DKV am 17. 11. 2005 in Würzburg.



Bild 1 Der schematische Systemaufbau eines Conveni-Pack Systems



Bild 2 Die Systembausteine des Conveni-Pack-Systems

---

im Vergleich zu konventionellen Einzelsystemen. Das System ist für kleine bis mittelgroße Ladenformate konzipiert – also genau dem Bereich, der bislang die geringste energetische Optimierung erfahren hat.

Der Conveni-Pack basiert auf der mehr als 25-jährigen Erfahrung mit der VRV-Technologie und wurde in Zusammenarbeit mit führenden japanischen Convenience-Store-Betreibern entwickelt. Derzeit kann DAIKIN auf die positiven Erfahrungen mit mehr als 1600 Systemen zurückgreifen. Der Einführung nach Europa ging die intensive Betriebsprüfung unter hiesigen Bedingungen voraus. Im DAIKIN-Werk in Ostende läuft seit September 2004 ein Demoshop unter realen Bedingungen.

Zum Conveni-Pack-System gehören mehrere System-Bausteine:

- die Außeneinheit
- ein optionales TK-Booster-Verdichter-Set mit einer separaten Inverter-Leistungselektronik
- eine Auswahl an VRV-Inneneinheiten sowie
- ein Zentralregler, Sensoren und ein Kühlstelleninterface

Durch seine offene Systemarchitektur lassen sich beliebige Kühl- bzw. Tiefkühlmöbel aber auch normale Ventilator-Luftkühler in das System integrieren.

Die Außeneinheit AC15 verfügt über einen Kern-Leistungsbereich von min. 9,0 kW Kälteleistung bei  $-10^{\circ}\text{C}$  und einer minimalen Klima-Kühlleistung von 14,2 kW, die sich dann ergeben würde, wenn die max. Normalkühl-Kälteleistung von 13,5 kW abgefordert würde. Bei einer geringeren NK-Anforderung bis hinunter zu 9,0 und weniger, würde die sich ergebende Klima-Kälteleistung bis zu max. 23,6 kW anwachsen.

Dieser Leistungsbereich wurde wegen der exakten Deckung mit dem Bedarf eines Convenience Stores in Japan gewählt und passt hier auch bei kleineren Ladenformaten und auch bei Tankstellenshops.

Bei einem größeren Leistungsbedarf lassen sich dann mehrere Conveni-Pack AC15 in einem Laden parallel betreiben, wodurch sich ein Anwendungskorridor multipler Systeme ergibt. Außerhalb dieses Korridors sind die Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten ohnehin beschränkt und man kann dann weitere individuelle Klimageräte bzw. den Einsatz von steckfertigen Kühlmöbeln hinzu projektieren.

## **Die Arbeitsweise**

Schaut man sich den Systemaufbau des Conveni-Pack an, dann sind die folgenden Baugruppen von besonderem Interesse:

**A.** Der Conveni-Pack ist ein Dreileiter-System. Neben den Gasleitungen für das  $-10^{\circ}\text{C}$  NK-Niveau und der Klimaseite mit einem Niveau von  $+7^{\circ}\text{C}$  fürs Kühlen bzw. bis  $+55^{\circ}\text{C}$  im Heizfall gibt es eine gemeinsame Flüssigkeitsleitung.

**B.** Das Herz des Systems bilden drei heißgasgekühlte Scroll-Verdichter – ein Inverter-Verdichter und zwei Standard-Verdichter. Von der Zuordnung her arbeitet der Inverter-Verdichter immer auf der NK-Seite, während der Standard-2-Verdichter der Klimaseite zugeordnet ist. Das System erhält nun seine Leistungsflexibilität über den Standard-1-Verdichter. Dieser Verdichter wird vom System mit Priorität der NK-Seite zugeordnet. Ist jedoch der Bedarf auf der NK-Seite gedeckt, kann der Verdichter der Klimaseite aufgeschaltet werden. Hierdurch erklärt sich auch die Leistungsflexibilität über den Kernbereich hinaus. Die Leistung des Kernbereichs wird durch den jeweiligen Hauptverdichter (Inverter oder Standard-2) erbracht. Die erweiterte Leistung kommt durch den Standard-1-Verdichter, der zu unterschiedlichen Anteilen auf der NK-(Priorität) oder der Klima-Seite mitarbeitet.

**C.** Ein weiterer Verdichter im System ist der als Satellit ausgeführte Booster-Verdichter der Niederdruckstufe – einer zweistufigen Verdichtung für die Tiefkühlung, die im folgenden noch detailliert erörtert wird.

**D.** Der Wärmetauscher des Außengeräts ist leistungsregelbar und kann bedarfsweise als Verflüssiger bzw. als Wärmepumpen-Verdampfer genutzt werden.

**E.** Wichtig für den variablen Betrieb des Conveni-Pack sind verschiedene Umschaltventile im System. Die Ventile, in der Zeichnung oberhalb der Verdichter, sorgen im Heizfall dafür, dass das Heißgas zwischen den Klima-Innengeräten und dem Verflüssiger bedarfsgerecht aufgeteilt wird. Während des Klima-Kühlbedarfs trennen sie den Heißgasstrom, der zum Verflüssiger geht und den Sauggasstrom zum Klimaverdichter.

**F.** Die Ventile auf der unteren Seite des Schaubildes sind verantwortlich für die Verdichter-Konfiguration. Wie schon zuvor erwähnt, kann hiermit der Standard-1-Verdichter bedarfsgerecht der NK- bzw. der Klimaseite aufgeschaltet werden.

Eine weitere wichtige Funktion ist, dass im Falle eines Verdichterschadens über diese Ventile eine Not-Konfiguration ge-

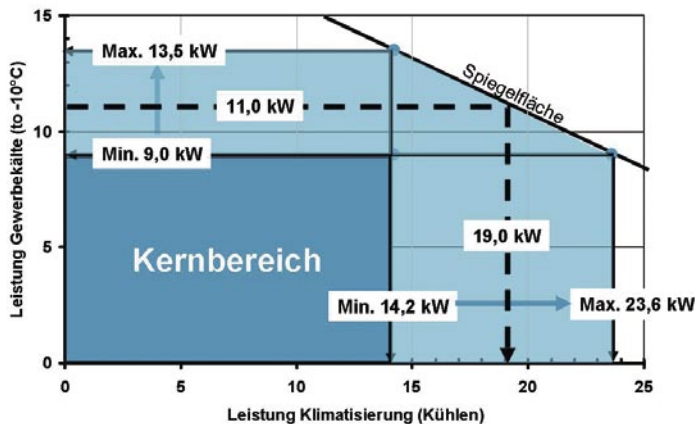


Bild 3 Der Leistungsbereich des Conveni-Pack AC15

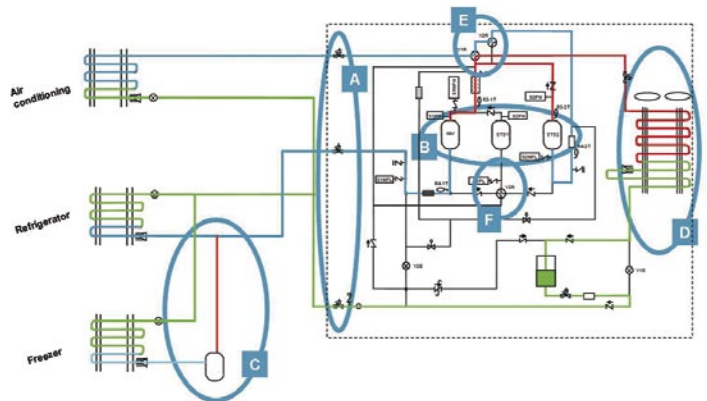


Bild 4 Der Systemaufbau des Conveni-Pack

schaltet werden kann, die auch den Klima-Verdichter (Standard-2) auf der NK-Seite arbeiten lassen kann. Hierdurch ist höchstmögliche Notfallsicherheit für die angeschlossene Gewerbekälte gewährleistet.

Vom Systemaufbau kommen wir direkt zu den verschiedenen Betriebsarten. Hier unterscheiden wir grundsätzlich, ob sich die Innengeräte im Kühl- oder Heizmodus befinden.

Für den Kühlbetrieb stehen 11 Betriebsarten zur Verfügung, die sich am Verhältnis des Leistungsbedarfs auf der Gewerbekälte- und der Klima-Seite orientieren. Ein Teil der 11 Betriebsarten sind dem Notbetrieb vorbehalten.

Im Heizmodus sind es sogar 14 verschiedene Modi, was durch die unterschiedlichen Bedingungen während des Wärmepumpen- und beim Wärmerückgewinnungs-Betrieb begründet ist.

Nachfolgend schauen wir uns zur Verdeutlichung einige typische Konstellationen einmal näher an.

Beim Sommerbetrieb befinden sich die Innengeräte im Kühlmodus. Inverter- und Standard1-Verdichter arbeiten auf der -10°C-Verdampfungsseite, während die Klimageräte vom Standard-2-Verdichter bedient werden. Der gemeinsame Heißgasstrom wird im Außengerät verflüssigt und über die gemeinsame Flüssigkeits-Leitung an die Kühlstellen verteilt.

Zu Beginn der Übergangszeit liegt bei den Innengeräten bereits Heizbedarf an. Das aus dem Normalkältebedarf erzeugte Heißgas übersteigt aber den Bedarf der Innengeräte. Aus diesem Grunde wird der überschüssige Heißgas-Anteil im Außenverflüssiger verarbeitet. Das heißt: Parallele Verflüssigung sowohl Innen als auch Außen, bei Ausschöpfung des größtmöglichen Wärmerückgewinnungs-Potenzials.

Der energetische Idealfall liegt natürlich dann vor, wenn die Heißgaslieferung aus der Gewerbekälte den Bedarf der Klimageräte deckt. Hierbei wird das volle Wärmerückgewinnungspotenzial ausgeschöpft und die Innengeräte sind für die Verflüssigung allein zuständig.

Unter extremen Winterbedingungen, wenn der Heißgasstrom der Normalkühlung nicht ausreicht, kann die Heizleistung durch die Wärmerückgewinnung mit einer zusätzlichen Wärmepumpenfunktion erweitert werden. Nur dann schaltet sich der Standard-2-Verdichter im Heizbetrieb hinzu und gewinnt Wärmeanteile aus der Außenluft über den Außenwärmetauscher.

### Die Wahl des Kältemittels

Bei der Wahl des geeigneten Kältemittels waren verschiedene Designvorgaben zu berücksichtigen. Die Wesentlichen davon waren:

- Es sollte ein Kältemittel für alle drei Temperaturbereiche gefunden werden. Diese Forderung ergab sich daraus, dass keine Kompromisse bei der Wärmerückgewinnung, durch indirekte Wärmeübertragung, gemacht werden sollten.
- Die Wirtschaftlichkeit des Gesamtpakets stand im Vordergrund. Es ging nicht darum die beste Leistungszahl nur in Teilbereichen zu erzielen.
- Kompromisse bei der Betriebssicherheit waren ein absolutes Tabu, deshalb ging es darum ein Kältemittel zu verwenden, das seine Praxistauglichkeit bereits bewiesen hatte.

- Ein weiteres, vor allen Dingen auch kommerziell entscheidendes Kriterium, war die Kompatibilität mit den marktüblichen Luftkühlern und Kühlmöbeln. Der Conveni-Pack sollte auf breiter Basis praktisch einsetzbar sein, und nicht nur im Laboratorium seine theoretische Machbarkeit demonstrieren.

Nach ausführlichen internen Untersuchungen entschied man sich für das Kältemittel R407C als das Kältemittel des Conveni-Pack.

Die Hauptgründe in der Übersicht:

- R407C hat sich als beste Alternative für das gesamte Spektrum Klima - Wärmepumpe - Normalkühl - Tiefkühl herausgestellt.
- Ein hoher Wirkungsgrad im Gesamtsystem.
- Das direkte GWP wurde im Vergleich zu R404A halbiert.
- Und praktisch sowie theoretisch ergeben sich weitestgehend identische Wärmetauscher-Leistungen bei R404A Wärmetauschern, wenn sie mit R407C betrieben werden - entsprechende Expansionsventile sind natürlich die Voraussetzung.

Dies wurde auch noch einmal von der Küba-Kältetechnik bestätigt, die für DAIKIN theoretisch die Verhältnisse an einem Standardwärmetauscher S-SGA41 jeweils mit R404A und mit R407C gerechnet haben. Lediglich beim Kältemittel-Massenstrom liegen die Kältemittel stoffwertemäßig bedingt auseinander. In allen Leistungs- und Luftparametern liegen die Werte im Promillebereich beieinander. Unsere bisherigen praktischen Erfahrungen bestätigen die Theorie.

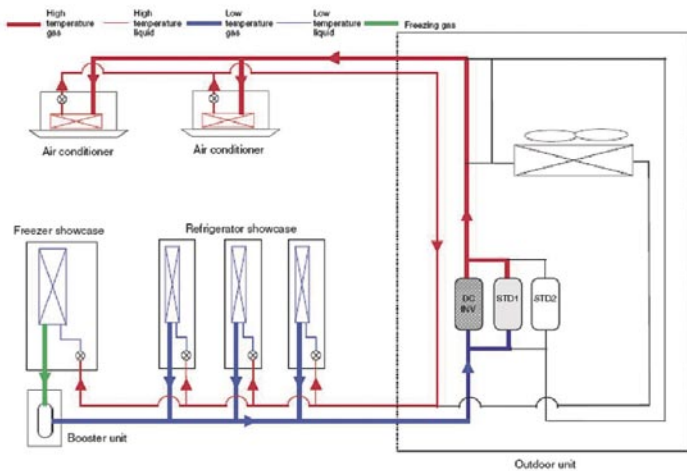


Bild 5 Der Conveni-Pack im Wärmerückgewinnungs-Betrieb

### Die Tiefkühlung mit dem Booster-Verdichter

Nachdem jetzt die Frage nach dem derzeit besten Kältemittel für den Conveni-Pack erläutert wurde, kommen wir in der Folge zum Booster-Verdichter Konzept.

Bedarfsweise lassen sich an den Conveni-Pack auch Tiefkühlstellen anschließen. Hierzu bedient man sich dem Prinzip der zweistufigen Verdichtung. Dies geschieht in der Form, dass in die Nähe (bis zu 10 m) des Tiefkühlverdampfers ein Satellitenverdichter montiert wird. Dieser Verdichter, ein frequenz geregelter Swingverdichter, ist in einem schallgedämmten Gehäuse untergebracht und verdichtet nah an der Kühlstelle von  $-35^{\circ}\text{C}$  auf ein Druckniveau von ca. 3,2 bar, dem Druck in der  $-10^{\circ}\text{C}$ -Saugleitung. Die Regel- und Leistungselektronik ist in einem separaten Gehäuse untergebracht.

Im nachfolgenden h log p Diagramm sind einmal separate einstufige Verdichtungen für die Normal- und die Tiefkühlstufe eingetragen. Bei der Verwendung von R407C würde bei der Tiefkühlung ein Druckverhältnis von 15,9<sup>1</sup> zu überwinden sein, und eine Verdichtungs-Endtemperatur von 130<sup>2</sup> wäre die Folge.

Durch die zweistufige Verdichtung hingegen erfolgt die Verdichtung in zwei Schritten mit den Druckverhältnissen 2,9 und 5,5. Hieraus ergibt sich auch ein geringerer Kraftbedarf. Die Verdichtungs-Endtemperatur wird um 40K gesenkt und liegt dann bei moderaten 90<sup>2</sup>°C. Ein weiterer Vorteil ist die Vereinfachung, weil Verkürzung, der Montage und die deutlich kürzere Ausführung der Tiefkühl-Saugleitung mit Ihrer deutlich dickeren Isolierung.

Jeder Booster Verdichter hat eine nominale Leistung von 1,3 kW bei  $t_o = -35^{\circ}\text{C}$ . Es lassen sich bis zu 2 Booster-Verdichter an einem Conveni-Pack anschließen, wodurch sich aber die potenzielle Kälteleistung auf der Normalkühl-Seite entsprechend (zzgl. der Verdichterleistung) verringert.

Nachdem wir uns bisher mit den kälte-technischen Komponenten des Systems befasst haben, wenden wir uns jetzt der Regelung und Systemanalyse zu.

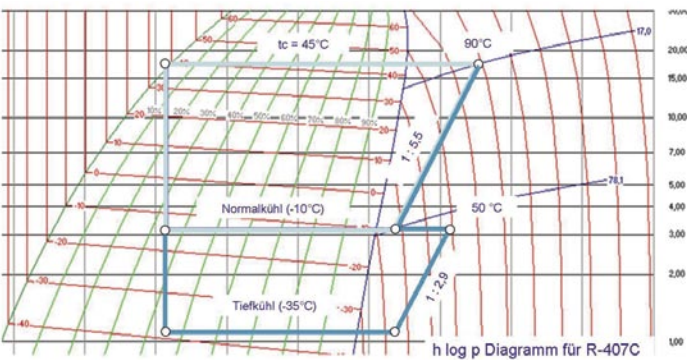


Bild 6 Die zweistufige Booster-Verdichtung im h log p Diagramm

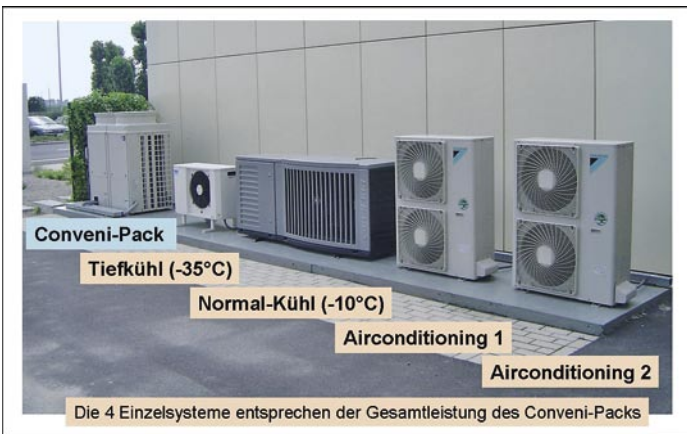


Bild 7 Platzeinsparung im Vergleich zu Einzelsystemen

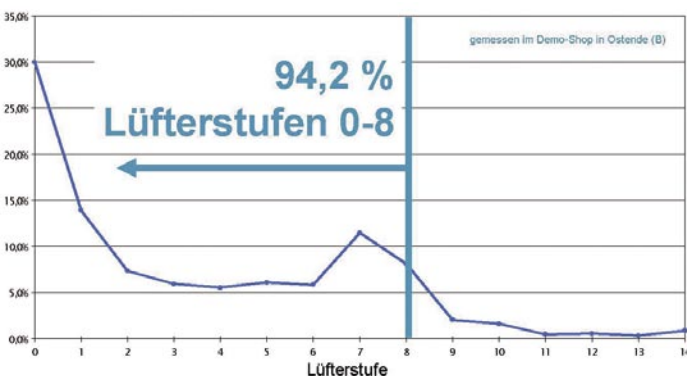


Bild 8 Verteilung der Lüfterstufen im realen Betrieb

<sup>1</sup> Druckverhältnis bei R-404A: ca. 12,5 bar

<sup>2</sup> Verdichtungs-Endtemperatur bei R-404A: ca. 100<sup>2</sup>°C

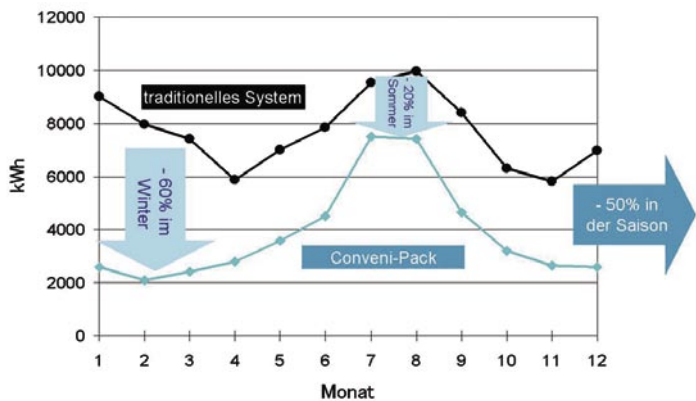


Bild 9 Saisonale Energieeinsparung für einen japanischen Convenience-Store

## Zentral-Regelung und Fernanalyse

Die Klimageräte werden – wie bisher gewohnt – über den DAIKIN DIII-Bus angeschaltet.

Die Leistungsregelung auf der NK-Seite ist über den Saugdruck gesteuert. Hierdurch ist eine möglichst breite Anwendung gewährleistet. Die Kühlstellen-Magnetventile werden lediglich über die Außeneinheit freigegeben. Geschaltet werden Sie über einen beliebigen Kühlstellenregler.

Die Anbindung an den Zentralregler erfolgt über ein Kühlstellen-Interface, an das bis zu drei Kühlstellen angeschlossen werden. Als Eingaben dienen die Störmeldungen des Kühlstellenreglers und die Kühlstellentemperaturen, die über Thermostoren erfasst wird.

Der Zentralregler erlaubt primär die Kontrolle des Klimasystems, einschließlich der Zeitschaltprogramme und der Zieltemperaturvorgaben. Weiterhin dient es als Display für Störmeldungen.

Die Kühlstellen-Temperaturen werden hier gespeichert und lassen sich sowohl tabellarisch als auch grafisch abrufen. Hierdurch lassen sich Tagesgänge für die Systemanalyse heranziehen.

Die aber vielleicht wichtigste Funktion liegt im Hintergrund. Der Zentralregler dient als Schnittstelle für den Airnet-Service. Was nun ist der Airnet-Service?

Airnet ist ein 24h/365 Tage Online-Überwachungssystem mit zwei Pfeilern:

- Der sofortigen Meldung von akuten Funktionsstörungen an einen festgelegten Verteiler. Wobei Detailinformationen über den Betrieb in der letzten Stunde vor der Störung im Internet abrufbar sind.
- Der kontinuierlichen Sammlung umfassender Betriebsdaten. Diese Betriebsdaten werden über eine Vorhersage Logik ausgewertet. Hierdurch ermöglicht Airnet pro-aktive Service-Einsätze.

Die Folgen hiervon sind:

- Niedrigere Wartungs-, Instandhaltungs- und Reparaturkosten.
- Durch das Vermeiden von kritischen Betriebszuständen verlängert sich die Lebensdauer der Anlage.
- Die Sicherstellung des optimalen Anlagenbetriebs, ist eine wesentliche Voraussetzung für einen dauerhaft reduzierten Stromverbrauch.
- Und letztendlich erhöht sich die Betriebssicherheit der Anlage.

An dieser Stelle ist es sicher interessant, einen kurzen Blick auf die Vorhersagemethodik zu werfen:

Der Zentralregler holt sich alle 60 Sekunden eine Vielzahl von analogen und digitalen Werten von der Außen- und den Inneneinheiten. Diese Werte werden mehrmals täglich an ein Airnet-Kontrollcenter übermittelt und dort analysiert. Bei Abweichungen erstellt das System Fehlervorhersagen in drei Prioritäten. Von Level 1 „Fehler wird vorhergesagt innerhalb eines Tages“ bis zu Level 3 „... innerhalb weniger Monate“.

Nachdem wir das System im Zusammenspiel kennen gelernt haben, ist es an der Zeit, sich einmal die Nutzervorteile im Überblick anzusehen.

## Vorteile bei der Aufstellung des Systems

Den ersten großen Vorteil bezieht der Conveni-Pack aus der Integration der Einzelsysteme. Hierdurch spart der Conveni-Pack ca. 60% Aufstellungsfläche.

Weitere Vorteile bei der Aufstellung des Conveni-Pack unter den begrenzten räumlichen Bedingungen und den erhöhten Anforderungen sind:

- Ein Aufstellungsradius von bis zu 100 Metern erlaubt die Aufstellung am Ort der geringsten Beeinträchtigung.
- 30 Meter Höhendifferenz zwischen Kühlmöbeln und Maschine ermöglicht die Aufstellung auf Dächern.
- Ventilatoren mit einer externen Pressung von 60 Pa erlauben auch die Aufstellung in innen liegenden Maschinenräumen.
- Mehrere Maschinen können „in Reihen“, „im Block“, „über Eck“ oder auch verteilt, z. B. auf dem Flachdach aufgestellt werden.

## Schalldruckpegel und Betriebsverhalten des Conveni-Pack

Der Conveni-Pack ist verwandt mit den DAIKIN-VRV-Außeneinheiten. Daher profitiert er von der langen Erfahrung dieser Systeme auch in Bezug auf die Schallreduktion. Die Katalog-Schalldruckangaben liegen mit 57 dB(A) in 1 Meter Entfernung auf dem selben Niveau wie bei vergleichbaren VRV-Einheiten, die über viele Jahre eine hohe Akzeptanz selbst im schwierigen Innenstadt-Umfeld bewiesen haben.

Aber es ist an dieser Stelle interessant, sich einmal anzusehen, unter welchen Bedingungen diese Katalogangaben zustande kommen. Einerseits werden sie gemessen im schalltoten Raum bei halbkugelförmiger Ausbreitung, was nicht unbedingt den Praxisbedingungen entspricht. Andererseits erfolgen die Messungen aber auch unter den schwierigsten Bedingungen. Das heißt: in der höchsten Lüfterstufe, bei vollem Einsatz aller Verdichter und bei 35 °C Umgebungstemperatur, was zu vergleichsweise hohen Drücken im System führt.

Aber auch das sind nicht die Praxisbedingungen...

Während der intensiven Messungen am DAIKIN-Demo-Shop in Ostende werden auch Messungen des Betriebsverhaltens durchgeführt. Die Betrachtungen zeigen, dass sich 94% der Lüfterarbeit in den Lüfterstufen 0–8 abspielt. Die Stufen 9–14, bei denen beide Lüfter arbeiten, kommen nur in weniger als 6% des Jahres zum Einsatz.

Eine zusätzliche Nachtschall-Funktion ermöglicht es, das System über eine Zeitschaltfunktion so zu verriegeln, dass eine höhere Lüfterstufe als z.B. Stufe 8 während dieser Zeit nicht angefahren werden kann.

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch beim Verdichter-Laufmuster. Zum einen lässt sich sehr deutlich erkennen, dass sich das

---

System durch einen moderaten Dauerlauf auszeichnet. In 85% der Zeit läuft das System nur mit einem Verdichter und in weiteren 10% mit zwei Verdichtern. Die Extreme, in denen alle Verdichter laufen oder stehen bilden die Ausnahme.

An der vorgenannten Betriebsweise lässt sich erkennen, dass der Conveni-Pack ein kontinuierlich arbeitendes System mit sehr geringer Tendenz zum Vollast-Betrieb ist.

Das ist einerseits gut für die praktische Schallentwicklung – aber auch für die Lebensdauer, wie man sich leicht vorstellen kann.

### ***Den Energiebedarf senken – die Wirtschaftlichkeit erhöhen***

Die hohen Energieeinsparungen des Conveni-Pack kommen durch ein umfassendes Maßnahmenpaket. Unter japanischen Klima- und Ladenbedingungen kommt der größte Anteil mit 23% aus der Wärmerückgewinnung. Durch den konsequenten Einsatz modernster Techniken lassen sich weitere entscheidende Potenziale aktivieren:

- 12% bringt die Inverter-DC-Antriebstechnik für den Inverterverdichter und die Wärmetauscher-Lüfter.
- Mit der zweistufigen Verdichtung auf der Tiefkühlseite erschließen sich weitere 6%.
- Eine  $p_o$ -Regelung, die den jeweils höchstmöglichen Saugdruck ansteuert, und dabei den, je nach Saugvolumenstrom, variierenden Druckverlust des Netzes berücksichtigt, ermöglicht eine 4%-ige Einsparung.
- 3% ist der Beitrag einer optimierten Verflüssigungsdruck-Regelung, die die Balance zwischen dem energetischen Optimum und dem technisch erforderlichen Druckniveau herstellt.
- Im Gegensatz zur Wärmepumpe, wo bei tieferen Außentemperaturen der Verdampfer von Zeit zu Zeit abgetaut werden muss, entfällt dieses Abtauen durch den Einsatz der Wärmerückgewinnung. Erfreuliche 2% Energieeinsparung sind das Resultat.

So lassen sich unter japanischen Bedingungen bis zu 50% Energie im Vergleich zu separaten Systemen mit konventioneller Technik einsparen.

Bei diesen 50% handelt es sich um die saisonale Energieeinsparung. Bedingt durch die Wärmerückgewinnung fällt die Einsparung in der Übergangszeit und im Winter deutlich höher als im Sommer aus. Für Anwendungen in Nordeuropa besteht daher die Aussicht, dass die Einsparungspotenziale durch die längere Heizsaison sogar noch höher ausfallen werden. Vergleichsmessungen an Musteranlagen und Schwestershops werden hierauf zukünftig eine Antwort geben können.

Diese enormen Einsparungspotenziale haben nicht nur japanische Betreiber überzeugt, sondern dem Conveni-Pack in 2003 eine wahre Flut an wichtigen nationalen Auszeichnungen eingebracht. Unter anderem:

- Die „Große Auszeichnung für Energieeinsparung“ des Ministeriums für Wirtschaft, Handel und Industrie“. (Interessant zu bemerken ist, dass der Prius, Toyotas viel beachtetes Hybrid-Fahrzeug, den zweiten Preis hinter dem Conveni-Pack belegt hat.)
- Den Preis für „Maßnahmen zur Reduktion der Erderwärmung“ des Umweltministeriums.

## Fallstudie für einen englischen Convenience-Store Betreiber

Im Rahmen der europäischen Markteinführung haben wir eng mit einigen führenden Convenience-Store Betreibern in England kooperiert.

Hier haben wir in Europa den am weitest entwickelten Markt für Convenience Stores ermittelt.

Für einen dieser Betreiber haben wir in der ersten Phase verschiedene real ausgeführte Läden mit einer durchschnittlichen Verkaufsfläche von 200 m<sup>2</sup> und einer durchschnittlichen NK-Kälteleistung von 45 kW analysiert. Die untersuchten Läden hatten eine unterschiedliche technische Ausstattung und in der Simulation haben wir zwischen 50 und 70% der Kühlstellen an den Conveni-Pack angebunden. Der Rest war in steckerfertiger Ausführung. Hierbei ergab sich in der Simulation ein energetisch – betriebswirtschaftliches Optimum.

Das Ergebnis der Simulation lässt sich für den einzelnen Laden wie folgt zusammenfassen:

### Einsparungen

Elektroenergie:	105 000 kWh/a
Stromkosten:	8 085 €/a (bei 7,7ct/kWh)
CO <sub>2</sub> -Ausstoß:	46 280 kg/a
	(UK: 0,442 kg CO <sub>2</sub> /kWh)
	54 285 kg/a
	(D: 0,517 kg CO <sub>2</sub> /kWh)

Bei kompletter Anbindung aller Kühlstellen an den Conveni-Pack würden die Einsparungen entsprechend höher ausfallen.

### Komfort

Die untersuchten Läden sind wegen der hohen installierten Kälteleistung problematisch kalt. Die projektierten Heizleistungen beim Conveni-Pack liegen je nach Läden zwischen 25 und 100% höher.

### Wirtschaftlichkeit

Eine Amortisation der Mehrinvestition war bei unter englischen Bedingungen nach 1,5 bis 3,25 Jahren gegeben. Je nachdem, ob das System normal abgeschrieben wurde, oder nach dem „ECA-Incentive-Scheme“ im ersten Jahr voll als Kosten eingebracht werden konnte.

## Zusammenfassung – Die Betreiber Vorteile im Überblick

Aus der Betreibersicht lassen sich die wesentlichen Vorteile des Conveni-Pack wie folgt zusammenfassen:

- Eine bis zu 50%-ige Senkung des Energiebedarfs
- führt bei gleichzeitiger Steigerung des Komforts
- zu einer signifikanten Erhöhung der Wirtschaftlichkeit unter „Total Cost of Ownership“-Betrachtungen.
- Gleichzeitig ist durch den kompakten und modularen Systemaufbau die Aufstellung deutlich vereinfacht.

- Geringe Schallemissionen und ein Nachtmodus ermöglichen die Aufstellung auch in kritischen Umgebungen.

## Der Ausblick

Derzeit geht die Markteinführung in England in die letzte Phase – die Errichtung von Demonstrations-Läden mit verschiedenen Endkunden. Der Verkaufsstart in England ist geplant im 2. Quartal 2006.

Derzeit bereitet DAIKIN Europa die zweite Phase vor, in der weitere geeignete Märkte zur Einführung des Conveni-Pack in Europa gesucht werden. Deutschland ist hierfür ein Kandidat.

In Deutschland sollen in 2006 einige Musterläden mit ausgesuchten Endkunden errichtet werden. Vor einer breiteren Markteinführung wird die benötigte Infrastruktur aufgebaut und ein entsprechendes Trainingsprogramm der Marktpartner durchgeführt.

## Das Resümee

Der Conveni-Pack, entwickelt für einen Bedarfsfall in Japan, ist ein Konzept, das sich auch in Europa auf breiter Basis einsetzen lässt.

Conveni-Pack ermöglicht signifikante Einsparungen bei Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen, bei gleichzeitiger Komfortsteigerung.

Das Produkt ist ein gutes Beispiel dafür, wie bei konsequenter Umsetzung der technischen Möglichkeiten, traditionelle Bereiche bei gegebener Wirtschaftlichkeit revolutioniert werden können.

Von der politischen Landschaft her wäre es wünschenswert, für die initiale Mehrinvestition in derartige energiesparende Technologien entsprechende Anreize zu schaffen. England ist mit dem „Carbon Trust“ und dem ECA-Programm (Enhanced Capital Allowance) hierfür sicherlich ein gutes Beispiel.

Der Conveni-Pack erweitert den oberen Leistungsbereich, in dem heutzutage aus Kostengründen energetische Optimierungen im Wesentlichen durchgeführt werden, vom Prestige-Projekt in die breite Masse der Anwendungen.

... Und es wäre ein Produkt gewesen, das aufgrund des von einigen Seiten gewünschten F-Gase Verbots ab 2010 verboten gewesen wäre! Wie es derzeit aussieht, kommt es glücklicherweise wohl (noch) nicht dazu! ■