

# success story



## Extra-Energie sparen mit CAREL retail sistema

### WO

- Azzano Decimo, PN (I)  
ASPIAG SERVICE (Despar Nordest)  
• Eurospar-Supermarkt

### WAS

- “Exzellenter” Supermarkt:  
• Von FriulFrigo Codroipo (UD) projektierte und installierte Kältesysteme

### WARUM

- Für eine leistungstechnische Gegenüberstellung
- Reelle Einsatzumgebung der modernsten
- Energieeinsparmaßnahmen

### “Exzellenter” EUROSPAR-Supermarkt

In einem ehrgeizigen Projekt haben Aspiag, CAREL und FriulFrigo ihre Kompetenzen vereint, um auf wissenschaftlicher Basis zu ermitteln, wie weit der Energieverbrauch in der Lebensmittelkühlung in einem modernen, “grünen” Supermarkt gesenkt werden kann. Als prioritäres Ziel wurde das Interesse des Auftraggebers an der Berechnung der Extrakosten und der Amortisationszeiten der Investition berücksichtigt.

So sollte gemessen werden, wie und wie viel jede einzelne Lösung zur Einsparung beiträgt und welche Auswirkung die kombinierte Verwendung der verschiedenen Lösungen auf eine betriebene Anlage hat.

Für die Kälteanlagen wurden im Voraus die am Markt verfügbaren Lösungen berücksichtigt und jene ausgesondert, die kein angemessenes Payback garantierten.

Das strenge Testprotokoll des Thermodynamiklabors von CAREL ermöglichte die Erfassung einer relevanten und signifikanten Datenmenge.

Der im November 2009 eröffnete Supermarkt liefert auch weiterhin wertvolle Informationen in den einzelnen Saisonen und Betriebsmodalitäten.

Worin unterscheidet sich diese Maßnahme von einer einfachen Anwendung neuer Lösungen?

Ein konventioneller Feldtest lässt allgemein breite Interpretationsmargen, weil jede Installation einzigartig und - auch zwischen ähnlichen Supermärkten - nur geringfügig vergleichbar ist:

- Im Eurospar von Azzano X konnten dagegen die Projektprognosen, die Labortests und die realen Ergebnisse unter den verschiedenen Betriebsbedingungen verglichen werden, weil alle Funktionen aktiviert und deaktiviert werden konnten, um deren Wirksamkeit in Wiederholung der Prüfungen bei gleichen Lastbedingungen zu messen.
- Es gab keine übertriebene Optimierung oder Superexperten, die sich monatelang um jedes Detail kümmern, um unerreichbare Leistungen in “echten Supermärkten” zu erzielen.
- Für die Prüfungen wurden Standard-Konfigurationen verwendet. Im Falle der Änderung eines jeglichen Parameters wurden die Messungen wiederholt.

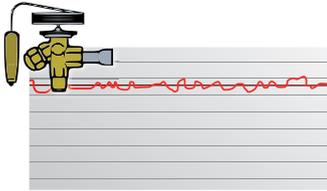
Neben den anderen interessanten Ergebnissen wird aufgezeigt, wie dank einer sorgfältigen Wahl der Bauteile und einer ausgezeichneten Anlagenrealisierung bedeutende Energieeinsparungen auch bei begrenzten Investitionen und niedrigen Zusatzkosten erzielt werden können.



## “Traditioneller” Supermarkt

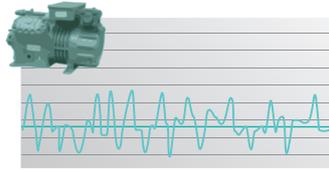
Als typischer “traditioneller” Supermarkt wurde eine Installation mit mechanischen Thermostatventilen, zwei Verbundkälteanlagen ohne leistungsgeregelte oder drehzahlgesteuerte Verdichter und ohne besondere Drucksollwertregelungsvorkehrungen gewählt.

### Mechanisches Ventil



Der Verflüssigungsdruck wird konstant gehalten, um die Expansionsventile in den Kälteanlagen aufgrund deren niedriger Adaptionsfähigkeit nicht erneut eichen zu müssen

### Kein Drehzahlregler

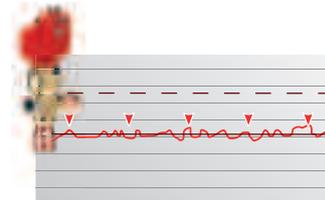


Unpräzise Saugdruckregelung aufgrund des Nichtvorhandenseins von Kühlleistungsregelorganen (EIN/AUS-Verdichter)

## “Fortschrittlicher” Supermarkt

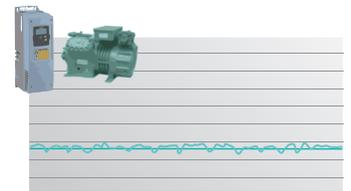
Als “fortschrittlicher” Supermarkt wurde eine Anlage bezeichnet, in der elektronische Expansionsventile in den Kühlstellen eingesetzt werden, und wo die Verdichterdrehzahl der Verbundkälteanlagen mittels Drehzahlregler geändert werden kann. Außerdem ist der Verflüssigungsdruck mit angemessenen Steuerungen nicht gebunden, weil die elektronischen Ventile mit variablen Drucksprüngen arbeiten können.

### Elektronisches Ventil



Die Außentemperatur der kalten Monate kann genutzt werden, um die Verflüssigungstemperatur zu senken

### Drehzahlregler

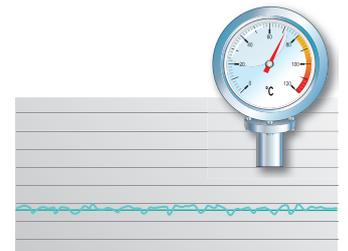


Die Saugdruckregelung erfolgt stufenlos und präzise

**Fortschrittlicher =**

### Fixer Saugdrucksollwert

Der Saugdrucksollwert wird unabhängig von der Kühlstellenanforderung immer konstant gehalten. So kann es vorkommen, dass der Arbeitspunkt der Verbundkälteanlage in Bezug auf die Klimabedingungen übermäßig niedrig und nicht erforderlich ist.



### Eurospar-Supermarkt (ASPIAG) in Azzano Decimo

#### Anlagendaten

- Oberfläche: 1.500 m<sup>2</sup>
- Kühlmöbel im mittleren Plusbereich: 15
- Tiefkühlmöbel: 11
- Kühlräume im mittleren Plusbereich: 6
- Tiefkühlräume: 2

#### Verbundkälteanlage im mittleren Plusbereich:

- 3 Verdichter insgesamt
- 1 drehzahlgesteuerter Verdichter (35 – 100%)
- Gesamtleistung 100 kW
- Verflüssigungsregister mit 6 drehzahlgesteuerten Ventilatoren

#### Tiefkühlverbundanlage:

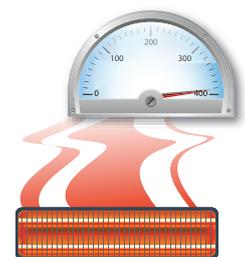
- 3 Verdichter insgesamt
- 1 drehzahlgesteuerter Verdichter (35 – 100%)
- Gesamtleistung 50 kW
- Wärmetauscher für Unterkühlung
- Verflüssigungsregister mit 4 drehzahlgesteuerten Ventilatoren

#### CAREL-Steuerungen

Verbundkälteanlagen: pRack pR100  
Kühlmöbel/Kühlräume: MPXPRO step3  
Expansionsventile: E<sup>2</sup>V  
Supervisor: PlantVisorPRO Touch Hyper

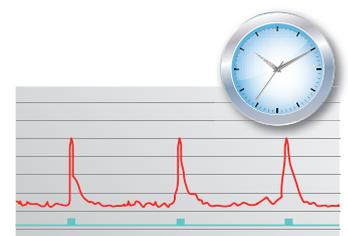
### Antibeslagheizungen mit fixem Arbeitszyklus

Die Antibeslagheizungen werden auf eine Fixleistung eingestellt (allgemein 100%). Dies führt immer dann zu einer Stromverschwendung, wenn eine mindere Erwärmung der Kühlmöbelvetrinen ausreichen würde.



### Geplante Abtauzyklen

Die Abtauungen werden zu festgelegten Zeiten oder Zeitintervallen ausgeführt, unabhängig von der realen Eisbildung. Die Anzahl der Abtauungen wird aus Sicherheitsgründen oft überdimensioniert.



## “Exzellenter” Supermarkt

Für die Realisierung des “fortschrittlicher” Supermarktes wurden einige Anlagenbetriebsänderungen zur Steigerung der Energieeffizienz angebracht. Es wurde eine Realanlage gewählt, in der detaillierte Stromverbrauchsmessungen durchgeführt werden konnten, um die Energieeinsparung im Zusammenhang mit den angewandten technologischen Verbesserungen zu berechnen:

- frei schwankender Saugdruck;
- intelligente Antibeschlagheizungsregelung;
- optimierte “Skip Defrost”-Abtaungen.

Wichtig anzumerken ist, dass der Einsatz von Technologien, die den “fortschrittlichen” Supermarkt vom “exzellenten” Supermarkt differenzieren, prozentmäßig sehr geringe Zusatzkosten mit sich bringt.

Der frei schwankende Saugdruck ist eine Zusatzfunktion des PlantVisor-PRO-Supervisors; bei der Wahl der MPXPro-Steuerung für die Kühlstellen gehören “Skip Defrost” und die autoadaptive Antibeschlagheizungsregelung zu den Funktionen, die nur aktiviert und konfiguriert werden müssen. Praktisch zu Nullkosten.

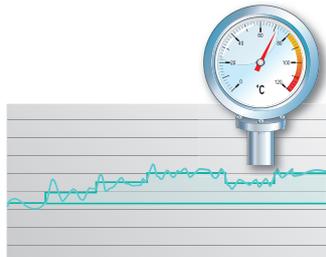


### Frei schwankender Saugdruck

Der Saugdrucksollwert wird in Abhängigkeit der Kühlmöbelanforderungen angepasst.

Der Algorithmus erkennt die kritischen Kühlstellen, die eine höhere Leistung von der Verbundkälteanlage fordern, und die Regelung wird demzufolge geändert.

Auf diese Weise verbraucht die Verbundkälteanlage jederzeit und vollautomatisch nicht mehr als unbedingt nötig.



### Antibeschlagheizungen mit autoadaptivem Algorithmus

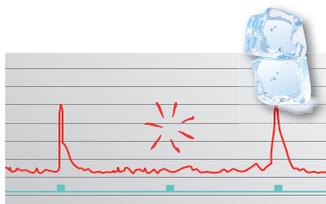
Die Antibeschlagheizungen werden mittels variablem Arbeitszyklus angesteuert. Die Leistung wird in Abhängigkeit der Raumtemperatur und Raumfeuchte sowie der Kühlstellenvitrinen- und -rahmentemperatur dosiert. Ein zusätzlicher Algorithmus schätzt außerdem die Vitrinen- und Taupunkttemperatur: Auf diese Weise können die Antibeschlagheizungen den Bedingungen gemäß verwendet werden, ohne weitere Fühler in die Kühlmöbel einbauen zu müssen.



### Skip Defrost

Je nach Dauer der vorhergehenden Abtaungen können unnütze Abtaungen vermieden werden.

Die Dauer einer Abtaung hängt von der Eismenge ab, die sich auf dem Kühlregister gebildet hat; in Abhängigkeit der vorhergehenden Abtauzeiten und weiterer Verfeinerungsparameter können bis zu maximal drei aufeinander folgende Abtaungen übersprungen werden.



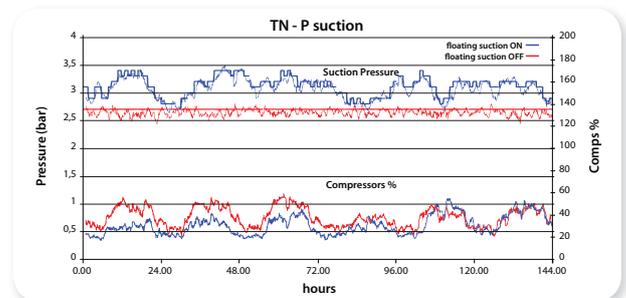
## Prüfmethode

Die Prüfmethode zielte darauf ab, möglichst vergleichbare Daten zu erhalten; als Bezugspunkt wurde der Betrieb des “fortschrittlichen” Supermarktes verwendet: Alle Kälteanlagen wurden mit elektronischen Expansionsventilen ausgerüstet, die Verbundanlagen mit Drehzahlreglern auf dem ersten Verdichter. Die Verflüssigung konnte auch in der kalten Saison an die Außentemperatur angepasst werden. Die Parameter der elektronischen Steuerungen, die nicht von den verschiedenen Betriebstechnologien abhängig waren, wurden konstant beibehalten, um eine direkte Entsprechung zwischen der getesteten Funktion und der Energieeinsparungsquote zu erlangen.

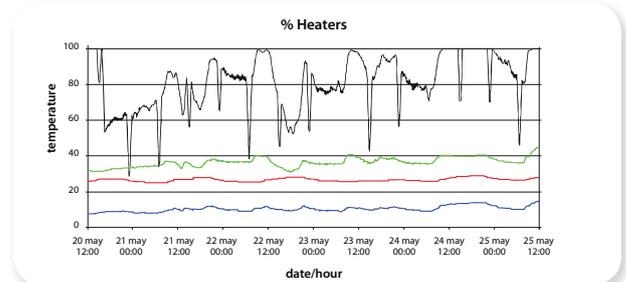
Die Verbundkälteanlagen wurden mit denselben Verflüssigungssollwerten betrieben.

Die Tests erstreckten sich über diverse Monate, wobei der Betrieb des “fortschrittlichen” Supermarktes mit jenem des “exzellenten” Supermarktes wöchentlich abgewechselt wurde; es wurden Perioden gewählt, die aus der Sicht der Außenklimabedingungen vergleichbar waren, um alsdann die Energieeinsparung berechnen zu können.

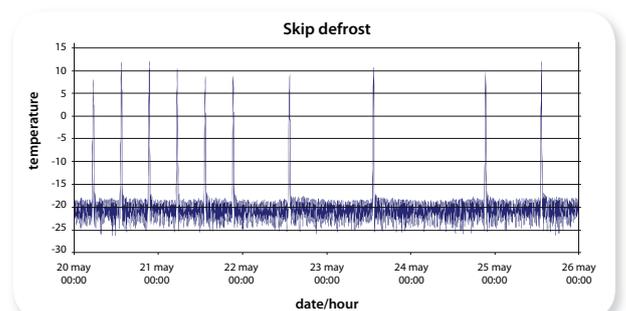
Die Messproben wurden alle 5 Minuten entnommen.



Bei aktiver Funktion des frei schwankenden Saugdruckes (floating suction) wird der Verdampfungsdruck in Abhängigkeit der verlangten Leistung optimiert (Tag/Nacht, Sommer/Winter); somit wird bei der Verbundkälteanlage immer nur die unbedingt nötige Leistung angefordert



Wie beobachtet werden kann, liegt das Verhältnis zwischen Feuchte und Aktivierungsprozentsatz der Antibeschlagheizungen auf einem Mittelwert stark unter den “typischen” 100%



Im Laufe von 6 Tagen konnten bis zu 7 Abtaungen vermieden werden

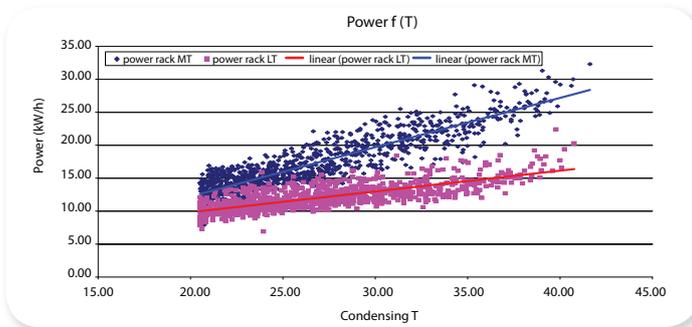


## Ergebnisse

Die Tests wurden für zehn Monate lang fortgesetzt; dabei wurden die Betriebsmodi des "fortschrittlichen Supermarktes" und des "exzellenten Supermarktes" mit den zu testenden Technologien abgewechselt. Das erzielte Durchschnittsergebnis berücksichtigt den gesamten Testzeitraum; davon ausgeschlossen wurden nur die Wartungszeiten, die anomalen Betriebszeiten oder jene Zeiträume, in denen andere Tests durchgeführt wurden. Außerdem wurden zwei repräsentative Perioden gewählt, in denen die Außentemperatur nahezu konstant war, um die realen Zeiträume mit oder ohne Verwendung der verschiedenen Technologien direkt zu vergleichen. Schließlich wurde jeder Technologie die entsprechende Energieeinsparquote zugewiesen.

### Allgemeine Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der alleinigen effektiven Testperioden wurde ein lineares Modell für das Verhältnis Stromaufnahme / Verflüssigungstemperatur eingesetzt. Auf der Grundlage dieses Verhältnisses und der Betriebsstunden jeder Technologie wurden die Verbrauchsdaten verglichen; die Ergebnisse sind in der Tabelle angeführt.



Durchschnittswerte verteilt auf 6 Monate			
März - August 2010	Exzellente	Fortschrittlich	Einsparung
Dauer	62 Tage	102 Tage	
Außentemperatur	19,3 °C	19,3 °C	
Leistungsaufnahme / Betriebsstunden	32,7 kW	36,3 kW	10 %

## Schlussfolgerungen

Angesichts weiterer Erfahrungen von CAREL im Bereich der Energieeinsparung und aufgrund der Ergebnisse der zahlreichen, in Azzano X durchgeführten Tests konnten auch allgemeine Schlussfolgerungen gezogen werden. Die Wahl des Überganges von einem "traditionellen" Supermarkt zu einem "fortschrittlichen" Supermarkt bringt die Installation von elektronischen Ventilen mit den entsprechenden Kühlstellensteuerungen und von Verdichter-Drehzahlreglern in den Verbundkältenlagen mit sich. Diese Wahl impliziert somit Investitionskosten, die sich durch die Stromkosteneinsparung in Höhe von 20% rechtfertigen. Ausgehend von dieser Lösung, die an und für sich schon fortschrittlich ist, lässt der "exzellente" Supermarkt eine zusätzliche Einsparung von 10% bis 15% praktisch zu Nullkosten zu, da diese Technologien in den MPXPRO-Steuerungen bereits vorhanden sind, oder weil es sich um zusätzliche Plug-ins des PlantVisorPRO-Supervisors handelt.

### Punktuelle Ergebnisse

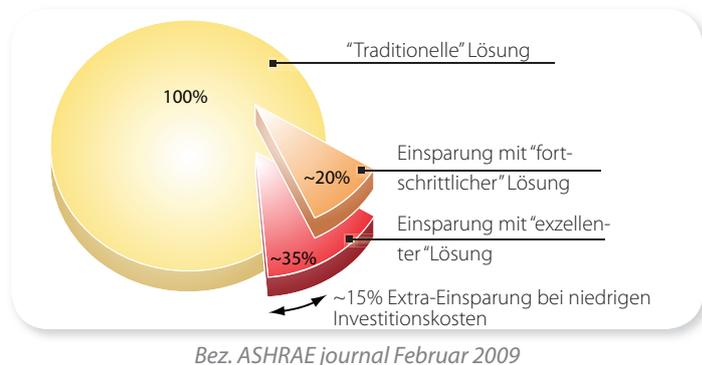
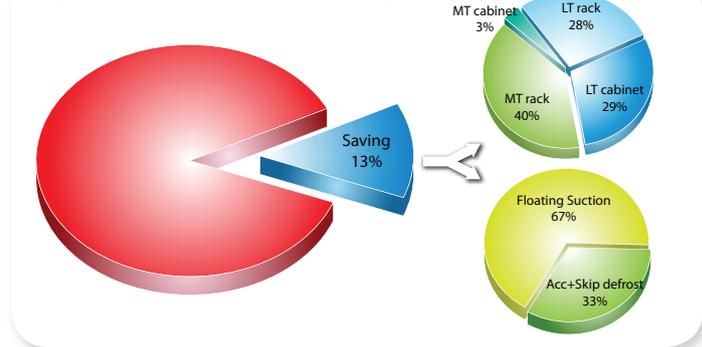
Durch die Wahl von Perioden mit nahezu konstanter Außentemperatur konnten punktuelle Vergleiche zwischen dem "fortschrittlichen" und dem "verbesserten" Betrieb gezogen werden. Die winterlichen Daten sind besser als die Daten im Sommer, weil die Wirksamkeit der Funktion des frei schwankenden Saugdruckes und die Raumfeuchte anders ausfallen.

Test 1 - Dauer 144 h			
Mai 2010	Exzellente	Fortschrittlich	Einsparung
Außentemperatur	20,7 °C	19,9 °C	
Verbrauch - Drehzahlregler EIN	4729 kWh	5457 kWh	13 %

Test 2 - Dauer 456 h			
Juli - August 2010	Exzellente	Fortschrittlich	Einsparung
Außentemperatur	24,2 °C	24,9 °C	
Verbrauch - Drehzahlregler EIN	18133 kWh	19660 kWh	8 %

### Zuweisung der Energieeinsparung

Das Diagramm macht unmittelbar die sich für die verschiedenen Technologien ergebende Energieeinsparung deutlich.



### Headquarters ITALY

CAREL INDUSTRIES HQs  
Via dell'Industria, 11  
35020 Brugine - Padova (Italy)  
Tel. (+39) 0499 716611  
Fax (+39) 0499 716600  
carel@carel.com

### Sales organization

CAREL Asia - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Australia - [www.carel.com.au](http://www.carel.com.au)  
CAREL China - [www.carel-china.com](http://www.carel-china.com)  
CAREL Deutschland - [www.carel.de](http://www.carel.de)  
CAREL France - [www.carelfrence.fr](http://www.carelfrence.fr)  
CAREL Iberica - [www.carel.es](http://www.carel.es)  
CAREL India - [www.carel.in](http://www.carel.in)

### Affiliates

CAREL HVAC/R Korea - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Russia - [www.carelrussia.com](http://www.carelrussia.com)  
CAREL South Africa - [www.carelcontrols.co.za](http://www.carelcontrols.co.za)  
CAREL Sud America - [www.carel.com.br](http://www.carel.com.br)  
CAREL U.K. - [www.careluuk.co.uk](http://www.careluuk.co.uk)  
CAREL U.S.A. - [www.carelususa.com](http://www.carelususa.com)

CAREL Czech & Slovakia - [www.carel-cz.cz](http://www.carel-cz.cz)  
CAREL Korea (for retail market) - [www.carel.co.kr](http://www.carel.co.kr)  
CAREL Ireland - [www.carel.com](http://www.carel.com)  
CAREL Thailand - [www.carel.co.th](http://www.carel.co.th)  
CAREL Turkey - [www.carel.com.tr](http://www.carel.com.tr)