



Energiekostenreduzierung in Supermärkten

Nutzung der Abwärme der Kälteanlagen zu Heizzwecken

Die Energiereduzierung in Supermärkten gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die Kälteanlage in Supermärkten verursachen den größten Energieverbrauch. Demzufolge ist hier die optimale Nutzung des Energiesparpotentials besonders sinnvoll, z.B. mit der Nutzung der Abwärme der Kälteanlagen für Heizzwecke.

Hierzu bedarf es aber einer genauen Betrachtung nicht nur der Kälteanlagen, sondern auch der Heizsysteme unter Einbeziehung der installierten Wärme durch Beleuchtung, Backöfen usw.

Ein kürzlich erschienener Bericht kommt in seinen sehr umfangreichen, aber auch theoretischen Ausführung zu dem Ergebnis, dass die Wärmerückgewinnung in Supermärkten bei einem Kostenverhältnis Strom : Wärme von 1,5 : 1,0 bzw. 2,0 : 1,0 nicht mehr wirtschaftlich sinnvoll ist.

Leider fehlen in diesem Bericht jegliche Zahlen, um dieses Ergebnis nachvollziehen zu können.

Wir haben in unserer langjährigen Erfahrung der Nutzung der Abwärme aus Kälteanlagen – auch in Supermärkten – ein anderes Ergebnis feststellen können, welches auch durch konkrete Zahlen belegt werden kann.

Als sehr gutes Beispiel stellen sich hier Supermärkte dar, die ausschließlich mit der Abwärme der Kälteanlagen beheizt werden. In unserem Kundenkreis sind einige Märkte installiert worden, in denen alle relevanten Messdaten sowohl von der Kälte- als auch von der Heizungsseite erfasst und geschrieben werden.

Es handelt sich hierbei um kleinere Märkte mit einer Fläche von ca. 800 qm. Die Kälteanlage besteht aus einem 3-Verbund für die Normalkühlung und einem Duo-Verdichter für die Tiefkühlung.

Beide Anlagen sind auf einer gemeinsamen Druckleitung geschaltet, so dass für die Wärmerückgewinnung auch nur ein Kondensator erforderlich ist.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Raumtemperatur im Markt und in den Sozialräumen ist eine Luft/Wasserwärmepumpe installiert, die erst ab einer Außentemperatur von $+0^{\circ}\text{C}$ zugeschaltet werden kann.

Als Alternative hierzu sind einige Märkte auch mit einer sog. Wärmepumpenschaltung der vorhandenen Kompressoren ausgerüstet.

Die Wärmerückgewinnung Heizung ist nicht wie üblich in Reihe zum luftgekühlten Kondensator geschaltet, sondern über ein 3-Wege-Ventil parallel zum luftgekühlten Kondensator.

Durch Aufzeichnungen der Ventilstellung ist sehr anschaulich dargestellt, wann und wie oft die Kondensationswärme für die Beheizung genutzt und wann Energie über den luftgekühlten Kondensator abgeführt wird.

Auf der Heizseite sind Deckenluftheritzer installiert und in einem Markt Deckenstrahlungsplatten, die in 4 mtr. Höhe angebracht sind.

Auch bei einer Vorlauftemperatur von $+35^{\circ}\text{C}$ wird mit den Deckenstrahlungsplatten eine ausreichende Beheizung des Marktes sichergestellt und mit den Deckenluftheritzern kann auch bei diesen geringen Vorlauftemperaturen eine zugfreie Beheizung des Marktes erreicht werden.

Dies sind in der Praxis festgestellte Werte, die nicht den technischen Unterlagen der Heizgerätehersteller entsprechen, da diese eine minimale Vorlauftemperatur von 45°C erfordern.



Energiekostenreduzierung in Supermärkten *Nutzung der Abwärme der Kälteanlagen zu Heizzwecken*

Sicherlich ist es klar, dass die Kälteanlagen eine höhere Leistung bei niedrigen Kondensationstemperaturen bringen, aber bei diesem Anlagenkonzept wird nicht ständig eine hohe Kondensationstemperatur gefahren, sondern nur, wenn sie definitiv für Heizzwecke genutzt wird.

Die Heizkurve wird elektronisch in Abhängigkeit von der Außen- und Raumtemperatur gefahren und somit ist auch eine variable Vorlauftemperatur festzustellen, die eine variable Kondensationstemperatur mit sich bringt.

Bei Außentemperaturen von unter $+5^{\circ}\text{C}$ ist in allen gemessenen Märkten die gesamte Kondensationswärmemenge der Kälteanlage dem Markt zugeführt worden – ohne Umschaltung auf den luftgekühlten Kondensator.

Andererseits ist bei diesen Temperaturen in diesem Winter noch kein mal während der Öffnungszeiten die Zusatzheizung durch die Wärmepumpe eingeschaltet worden, obwohl Außentemperaturen tiefer als $+1^{\circ}\text{C}$ durchaus gegeben waren.

Dies erklärt sich zum Teil auch durch die hohe innere Wärmelast der Märkte, was aber auch bedeutet, dass nachts, wenn die innere Wärmelast abgeschaltet ist und die Kälteaggregate nur minimal laufen, eine Zusatzheizung durch die Wärmepumpe erfolgt.

Bei höheren Außentemperaturen und nicht mehr voller Abnahme der Kondensationswärme durch die Marktbeheizung steigt die Kondensationstemperatur bis zu einem festgelegten Punkt, an dem dann auf dem luftgekühlten Verflüssiger umgeschaltet wird, so dass dann die Anlage mit wesentlich tieferen Kondensationstemperaturen in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur arbeitet. Die Kälteanlage arbeitet nur mit einer erhöhten Kondensationstemperatur, wenn die Heizenergie auch wirklich im Markt abgenommen wird.

Nachfolgend Messdaten bei Temperaturen, die im Winter üblich sind.

*Außentemperatur: $+1^{\circ}\text{C}$
Markttemperatur: $+20^{\circ}\text{C}$
Heizungsvorlauf: $+37^{\circ}\text{C}$
Heizungsrücklauf: $+32^{\circ}\text{C}$
Delta „t“ Heizung: 5 K
Wasservolumenstrom: $7,0\text{ cbm/h}$
Hieraus errechnet sich eine Heizleistung von: 40 kW*



Installierte Kälteanlage

Berechnung der Energieeinsparung durch Absenkung der Kondensationstemperatur

Plus-Verbund 3 x Bitzer 4DC-5.2Y 40S, R404A, to -10°C
 durchschnittliche Tageslaufzeit der Verdichter bei Außentemperaturen unter +5°C: 24 h bezogen auf 1 Verdichter.

Minus-Duo Bitzer 44EC-8.2Y-40S, R404A, to -31°C
 durchschnittliche Tageslaufzeit der Verdichter bei Außentemperaturen unter +5°C: 12 h.

tc +40°C	tc +20°C
Verdampferleistung Q _o 12,82 kW	18,57 kW
Pel 5,95 kW	4,52 kW
Kälteenergie/Tag 12,82 kW x 24 h = 307,68 kWh/Tag	307,68 kWh ÷ 18,57 (kW Q _o) = 16,57 h/Maschinenlaufzeit
Energieverbrauch	
5,95 kW x 24 h = 142,8 kWh	4,52 kW x 16,57 h = 74,9 kWh

tc +40°C	tc +20°C
Verdampferleistung Q _o 7,1 kW	11,64 kW
Pel 6,1 kW	5,68 kW
Kälteenergie/Tag 7,1 kW x 12 h = 307,68 kWh/Tag	85,2 kWh ÷ 11,64 (kW Q _o) = 7,32 h/Maschinenlaufzeit
Energieverbrauch	
6,1 kW x 12 h = 73,2 kWh	5,68 kW x 7,32 h = 41,58 kWh

Durch die Absenkung der Kondensationstemperatur von +40°C auf +20°C ergibt sich somit eine tägliche Energieeinsparung von 142,8 ./ 74,9 = 67,9 kWh

Durch die Absenkung der Kondensationstemperatur von +40°C auf +20°C ergibt sich somit eine tägliche Energieeinsparung von 73,2 ./ 41,58 = 31,62 kWh

Energieeinsparung gesamt:

<i>Plus-Verbund:</i>	<i>67,90 kWh</i>
<i>Minus-Duo:</i>	<i>31,62 kWh</i>
	<hr style="width: 50%; margin: 0;"/> <i>99,52 kWh/Tag</i>

Nutzbare Kondensationswärme für die Marktbeheizung Einsparung von Heizenergie

Durch die Absenkung der Kondensationstemperatur auf +20°C ist die Abwärme der Kälteanlagen für Heizzwecke nicht mehr nutzbar.

Da wie vor beschrieben an sehr vielen Heiztagen die gesamte Kondensationswärmemenge der Kälteanlagen für Heizzwecke genutzt werden kann, ist der Einsparung an elektrischer Energie die gesamte Kondensationswärmemenge an diesen Heiztagen gegenüberzustellen.

Plus-Verbund

Qc je Kompressor: 19,81 kW
Laufzeit bezogen auf 1 Verdichter: 24 h/Tag

$19,81 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 477,84 \text{ kWh/Tag}$

Minus-Duo

Qc: 13,68 kW
Laufzeit: 12 h/Tag

$13,68 \text{ kW} \times 12 \text{ h} = 164,16 \text{ kWh/Tag}$

Der Einsparung an elektrischer Energie von 100 kWh/Tag durch die Absenkung der Kondensationstemperatur steht somit eine Energieeinsparung durch die Marktbeheizung in Höhe von $477,84 + 164,16 = 642 \text{ kWh/Tag}$ gegenüber.

Dies zeigt, dass die Wärmerückgewinnung bis zu einem Kostenverhältnis Strom : Wärme von 6 : 1 wirtschaftlich sein kann.

Ähnliche Messergebnisse liegen auch bei größeren Märkten mit größerer Kälteleistung, aber auch größerer Heizleistung vor und wo der Markt über eine Zentrallüftungsanlage beheizt wird.

Im Zentrallüftungsgerät ist dann ein zusätzliches Heizregister als sog. Vorerwärmer installiert, der auch mit niedrigeren Vorlauftemperaturen und somit niedrigerem t_c die Abwärme der Kälteanlagen für die Beheizung des Marktes nutzbar macht.

Ganz wichtig hierbei ist, dass zu einem Großteil der Heizperiode die gesamte Kondensationswärmemenge der Kälteanlagen für die Grundlastheizung der Märkte genutzt werden kann und die Kälteanlage so gesteuert wird, dass bei geringerem Heizbedarf die Kondensationstemperatur gesenkt werden kann.

Besonders interessant sind neuerliche Heizsysteme, wie z.B. die Fußbodenheizung mit der sog. „Betonkern-Aktivierung“
Hierbei wird die Fußbodenheizung unterhalb der Betonplatte verlegt.

Dies ist ein sehr träges System, was aber in einem Supermarkt nicht von Belang sein wird.

Diese Systeme werden mit einer sehr geringen Vorlauftemperatur von +25°C (knapp oberhalb der Raumtemperatur) gefahren, so dass eine Überheizung des Marktes bei schwankenden Außentemperaturen kaum möglich sein wird.

Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass diese geringe Vorlauftemperatur auch mit einer geringen Kondensationstemperatur bereitgestellt werden kann.

Durch die Strahlung aus dem großen Speicherkern ist eine gleichmäßige Beheizung des Marktes gegeben.

Somit ergeben sich auch keine Einschränkungen bei der Möblierung des Marktes.

Außerdem sind Befestigungsarbeiten im Fußboden durchaus möglich ohne Rohre der Fußbodenheizung zu beschädigen.

Für die wirtschaftliche Nutzung der Abwärme der Kälteanlage im Supermarkt ist es unerlässlich, dass die Heizungsanlage hierzu passt.

Eine intensive Zusammenarbeit in der Planung und Ausführung der Kälte- und Heizungsanlage sowie der Steuerung ist also erforderlich.



DK-Kälteanlagen GmbH

Hollefeldstraße 30
D-48282 Emsdetten

Telefon +49 [0] 25 72 / 93 14 - 0
Fax +49 [0] 25 72 / 9314 - 20

E-Mail: info@dk-kaelteanlagen.de
Internet: www.dk-kaelteanlagen.de