



Vierstufiger Wärmerückgewinn im Großmarkt

Ein transkritisches CO₂-Boostersystem mit einer vierstufigen Wärmerückgewinnung sorgt in einem Großmarkt jedes Jahr für Einsparungen von 200.000 Euro/235.756 USD. Im Objekt wurden 1,4 Mio. Euro/1.650.880 USD netto in den Umbau der Kältetechnik investiert, doch sind die jährlichen Einsparungen bei den Betriebskosten so hoch, dass der Return on Investment nach heutigen Erkenntnissen bereits nach etwa fünf Jahren erreicht sein wird.

Den Löwenanteil der Energiekosten im Lebensmitteleinzelhandel beansprucht die Kühltechnik, und zwar durchschnittlich 45 Prozent. Gleichzeitig ist die Abwärme einer durchschnittlichen Supermarkt-Kälteanlage um ein Vielfaches höher als der jährliche Bedarf an Wärme. Das ist Grund genug, um auf der Basis einer Wirtschaftlichkeitsberechnung an dieser Stelle Sparpotenzial zu erschließen. Die gesamte Technik eines Großmarktes wurde entsprechend dieses planerischen Ansatzes von 2014 bis 2015 umgebaut.

Im Altbestand des Großhändlers befanden sich eine zentrale R-22-Kälteanlage sowie zwei dezentrale Kälteanlagen. Das zu kühlende Raumvolumen betrug 3.600 m³/127.134 ft³ und der Jahresenergieverbrauch lag bei rund 2,4 Mio. kWh / 8.188,8 MBTU. Im Rahmen des Umbaus wurden die Normal- und Tiefkälte-Kühlkapazitäten um rund 80



Übersicht

Geschäftsfeld:	Gewerbekälte
Anwendung:	Supermarktkälte
Land:	Deutschland
Fluid:	CO ₂
Produkt:	Gaskühler V-SHAPE Vario GVD (neu: GCDV AS) Wärmepumpenverdampfer CXGHN (neu: GACV CX) Verdampfer CUBIC Vario CXGHF (neu: GACV CX) Verdampfer SLIM Compact CXGDF (neu: GASC CX) Verdampfer FLAT Compact DHF (neu: GADC CX)

Güntner GmbH & Co. KG
Hans-Güntner-Straße 2 – 6
82256 FÜRSTENFELDBRUCK
GERMANY
www.guentner.de



▲ Im Maschinenraum stehen zehn hocheffiziente Verdichter, die variabel einsetzbar sind und über die Verdampfungstemperatur Kälte für vier Temperaturstufen bereitstellen können.



▲ In den Verarbeitungs- und Kommissionier-Räumen wurden zum vorbeugenden Korrosionsschutz Güntner CO₂-Verdampfer in Edelstahlausführung und mit Epoxy-Lamellen vom Typ DHF und GHF eingebaut

Prozent auf ein Raumvolumen von 6.500 m³/229.548 ft³ erweitert. Zusätzlich zum gekühlten Raumvolumen wurden 150 Meter/492 ft Kühlmöbel installiert.

Trotz dieser Kühlkapazitätserweiterung um ca. 80 Prozent liegt der Energieverbrauch des Großmarktes heute pro Jahr bei rund 1,6 Mio. kWh/5.459 MBTU. Da rund 400.000 kWh/1.365 MBTU Wärme rückgewonnen werden können, können außerdem zwei Drittel des Heizbedarfs „regenerativ“ gedeckt werden.

Neben dieser Einsparung von rund 33 Prozent der Energiekosten ist mit der neuen Ausstattung der Warenumsatz um 3,5 Prozent angestiegen, was das Geschäftsergebnis des Großmarktes zusätzlich verbessert.

Transkritisches CO₂-Booster-Kälteverbund

Der neue transkritische CO₂-Booster-Kälteverbund befolgt konsequent die vom planenden und ausführenden Systemanbieter Meilbeck Kälte- und Klimatechnik aufgestellten Grundprinzipien: Zum einen erfolgt die Kühlung bedarfsorientiert und zum anderen wird die Abwärme über Schnittstellen für innerbetriebliche Belange (Brauchwasser, Heizung, Lüftung) eingesetzt und nur dann an die Umgebung abgeführt, wenn sie sich (z. B. bei hohen Außentemperaturen) nicht sinnvoll im Objekt nutzen lässt.

Im Maschinenraum stehen zehn hocheffiziente Verdichter, die variabel einsetzbar sind und über die Verdampfungstemperatur Kälte für vier Temperaturstufen bereitstellen können. Die einzelnen Temperaturzonen sind jeweils teilredundant ausgelegt und die Verdichter-Gruppen sind über ein geregeltes Ventil miteinander verbunden. Etwaige Ausfälle können daher von anderen Verdichtern problemlos kompensiert werden. Das Kältemittel CO₂ wird nach dem Austritt aus dem Güntner Gaskühler V-SHAPE Vario GVD künstlich unterkühlt, um thermodynamische Verluste durch Flash-Gas in den Kältemittelleitungen zu senken und auf diese Weise ein stabiles Anlagenverhalten bzw. eine höhere Effizienz der Anlage zu erreichen. Der ErP-konforme CO₂-Gaskühler ist sowohl für einen transkritischen Betrieb (518 kW/1,515 MBTU/h Leistung) als auch für einen subkritischen Betrieb (444 kW/1,515 MBTU/h Leistung) ausgelegt – das heißt für maximal 120 bar/1.741 psi und 150 °C/302 °F.

Je nach Leistungsanforderung und Raumgröße sind die Normal- und Tiefkühlager bzw. Verkaufsflächen für Fleisch, MoPro sowie Obst und Gemüse und die Schleusen zwischen den einzelnen Temperaturzonen mit Güntner CO₂-Direktverdampfern CUBIC Vario CXGHF (neu: GACV CX) oder Verdampfern vom Typ SLIM Compact CXGDF (neu: GASC CX) bzw. FLAT Compact DHF (neu: GADC CX) ausgestattet.

In den Verarbeitungs- und Kommissionier-Räumen wurden zum vorbeugenden Korrosionsschutz Güntner CO₂-Verdampfer vom Typ DHF und GHF in Edelstahlausführung und mit Epoxy-Lamellen eingebaut.

Autoadaptive Systemregelung

Die Tiefkälte für TK-Lagerräume wird mit -34 °C/-29 °F Verdampfungstemperatur erzeugt, die TK-Kühlmöbel benötigen -29 °C/-20,2 °F, die Normalkälte -7 °C/19,4 °F und die Klimaanlage -1 °C/30,2 °F. Die Kühlmöbel und Kühlräume sind zur optimalen Regelung mit elektronischen Expansionsventilen ausgestattet. Durch eine Vernetzung findet die Systemregelung autoadaptiv den besten Betriebspunkt. Auch die Abtaugung von Kühlräumen und -möbeln erfolgt mit Hilfe autoadaptiver Abtauverfahren.

Der Tiefkühlverbund wurde so ausgelegt, dass er sowohl die TK-Möbel als auch die TK-Räume bedienen kann. Dies erfolgt jeweils mit Einheiten aus zwei und drei Verdichtern. Auch in der Normalkühlung wird diese „Aufteilung“ bei der Versorgung der Klimaanlage und der Normalkälte-Lager angewendet. Durch diese bedarfsgerechte Auslegung auf die tatsächlich benötigten Temperaturniveaus (und nicht nur jeweils auf das tiefere der beiden) sinkt der Energieverbrauch für die Temperierung, und die Kühlung orientiert sich an den zu kühlenden Lebensmitteln.

Güntner GmbH & Co. KG
Hans-Güntner-Straße 2 – 6
82256 FÜRSTENFELDBRUCK
GERMANY
www.guentner.de



▲ Das Kältemittel CO₂ wird nach dem Austritt aus dem Güntner Gaskühler V-SHAPE Vario GVD künstlich unterkühlt, um thermodynamische Verluste durch Flash-Gas in den Kältemittelleitungen zu reduzieren und auf diese Weise ein stabiles Anlagenverhalten bzw. eine höhere Effizienz der Anlage zu erreichen.



▲ Die Wärme wird zunächst in einen Warmwasser-Pufferspeicher mit einem Füllvolumen von 6.500 l/229,5 ft³ zwischengespeichert, sodass die Anlage flexibel auf Wärmeanforderungen reagieren kann und Leistungsschwankungen in der Wärmerückgewinnung gut ausgeglichen werden können.

Güntner GmbH & Co. KG
Hans-Güntner-Straße 2 – 6
82256 FÜRSTENFELDBRUCK
GERMANY
www.guentner.de

Member of Güntner Group 

Die Meilbeck Kälte- und Klimatechnik beziffert die Einsparungen durch diese Zonenregelung auf rund 10 Prozent der Betriebskosten. Der skalierbare Wärmerückgewinn ist an dieser Stelle die Voraussetzung für die Steigerung der Effizienz insgesamt.

Güntner V-SHAPE Vario GVD als Gaskühler im vierstufigen Wärmerückgewinn

Der Wärmerückgewinn aus dem CO₂-Heißgas erfolgt in vier Stufen und wird über elektronische Ventile gesteuert. In der ersten Stufe wird das Heißgas über Plattenwärmeübertrager gegen einen Heißwasserkreis gefahren und enthitzt das Heißgas bzw. erwärmt das Brauchwasser. Die Wärme wird zunächst in einen Warmwasser-Pufferspeicher mit einem Füllvolumen von 6.500 l/229,5 ft³ zwischengespeichert, sodass die Anlage flexibel auf Wärmeanforderungen reagieren kann und Leistungsschwankungen in der Wärmerückgewinnung gut ausgeglichen werden können.

Etwa 25 Prozent der Wärme des Heißgases werden in diesem Schritt bereits abgeführt. Über zwei weitere parallel geschaltete Plattenwärmeübertrager kann Wärme auf einen Heizkreislauf übertragen werden, was nochmals bis zu 35 Prozent der Wärme aus dem bereits enthitzten Heißgas abführt. In der dritten Stufe kommt ein Güntner V-SHAPE Vario GVD zum Einsatz, der ausschließlich nicht nutzbare Wärme an die Umgebung abführt. Über einen Bypass kann der Gaskühler bei hohem Wärmebedarf auch vollständig umgangen werden; die Wärme des Heißgases wird dann zu 100 Prozent zurückgewonnen bzw. einer betrieblichen Nutzung zugeführt. Der Güntner CO₂-Gaskühler V-SHAPE Vario GVD stellt insgesamt 520 kWh / 1,774 MBTU Verflüssiger-Leistung bereit.

CO₂-Wärmepumpenverdampfer für Heizzwecke

Wird mehr Wärme benötigt, als Kälteanlage oder Kühlstellen bereitstellen, besteht die Möglichkeit, dass zwei CO₂-Wärmepumpenverdampfer zugeschaltet werden, um die Wärmebedarfsspitzen abzudecken. Sie haben einen COP von bis zu 4,2. Zusammen mit der Abwärme der Kälteanlagen ist das Verbundsystem in der Lage, eine mittlere Wärmeleistung von 300 kW/1,024 MBTU/h für das Brauchwasser und die Heizung bereitzustellen. Das sind rund zwei Drittel der durchschnittlich benötigten Wärme, sodass der bauseits vorhandene Brennkessel ausschließlich genutzt wird, um winterliche Spitzenlasten aufzufangen, oder wenn die Außentemperaturen auf Werte unter -5 °C/-23 °F sinken.

Komplexe Regelung

Die Herausforderung für die Regelung einer solch komplexen transkritischen CO₂-Kälteanlage mit mehreren Temperaturzonen besteht darin, dass alle Kältekreise miteinander verbunden sind und jeder Eingriff in einen Kreis Auswirkungen auf die anderen hat. Die speziell für den Betrieb transkritischer CO₂-Systeme entwickelte Verbundsteuerung regelt im Einzelnen den Saugdruck (ND), den Mitteldruck (MD über den Druck im Kältemittelsammler), den Hochdruck (HD) sowie den Gaskühler. Der Niederdruckbereich der Booster-Anlage wird separat über eine Verbundsteuerung gesteuert.

Die Wärmerückgewinnungs-Funktionen sind in die Verbundsteuerung integriert, sodass der aktuelle Betriebszustand der Kälteanlage stets mit der Wärmerückgewinnung koordiniert werden kann. Der konkrete Wärmebedarf wird jeweils über ein analoges Heizungsstellensignal an die vierstufige Wärmerückgewinnung übermittelt. Durch diese Vernetzung findet die Systemregelung autoadaptiv den optimalen, also wirtschaftlichsten Betriebspunkt.

Energiemanagement

Um die Anlage energetisch und damit wirtschaftlich noch weiter optimieren zu können, werden Energieverbrauchsdaten engmaschig aufgezeichnet und analysiert, um

weiteres Einsparpotenzial zu erschließen. Schließlich ist Energiemanagement laut Systemanbieter Meilbeck ein Verbesserungsprozess im laufenden Betrieb, der kontinuierlich dafür sorgt, dass eine Anlage zunehmend effizienter läuft.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil dieses transkritischen Booster-Systems ist, dass es für den Leistungsbereich zwischen 100 und 1.000 kWh/341.200 und 3.412.000 BTU/h skalierbar und damit auf höchst unterschiedliche Anwendungen zu adaptieren ist.