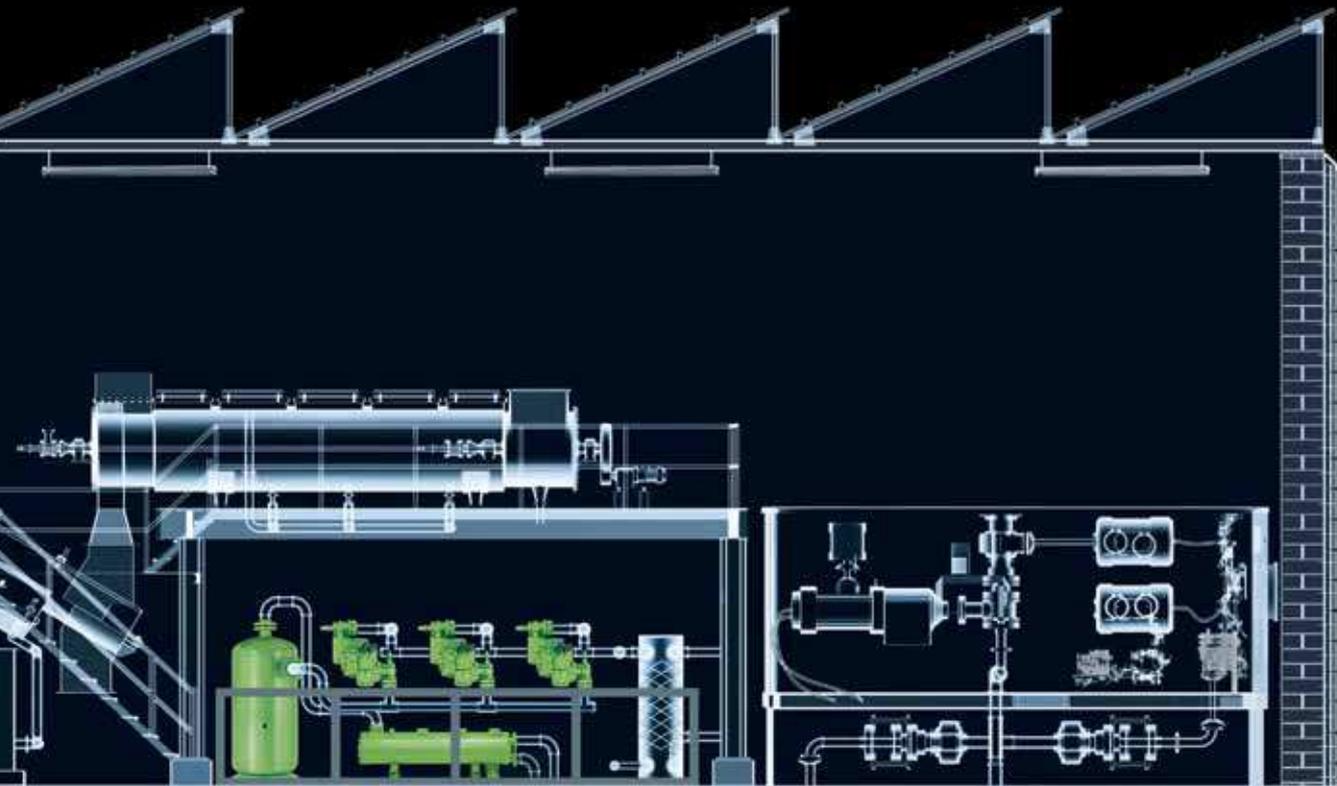




Sonderausgabe
Großkältetechnik



GROSSKÄLTE GIBT ES NICHT VON DER STANGE.
DAFÜR ABER EFFIZIENZ IN SERIE.

Hohe Effizienz auch für größte Anlagen: Das breite BITZER Portfolio an offenen sowie halbhermetischen Kolben- und Schraubenverdichtern bietet Ihnen absolute Flexibilität bei der Planung von Anlagen wie auch bei ihrer Anpassung auf Voll- und Teillastbetrieb. Bei BITZER finden Sie Lösungen für NH₃, CO₂ oder R134a ebenso wie für Booster-, Kaskaden- oder einstufige Anlagen. So haben Sie auch Anlagen bis in den Megawatt-Leistungsbereich umweltfreundlich und energieeffizient im Griff. Weitere Informationen erhalten Sie unter www.bitzer.de



DAS HERZ DER FRISCHE

Natürliche Kältemittel im Fokus



Über die F-Gas-Verordnung ist in der Kältebranche schon viel gesagt und geschrieben worden – die KKA stellt da keine Ausnahme dar. Dass die Verordnung enorme Auswirkungen auf Planung, Installation und Betrieb von Kälte- und Klimaanlage haben wird, haben die meisten Akteure mittlerweile wohl begriffen. Zwischen Begreifen und

Handeln liegt jedoch mitunter noch ein weiter Weg. Nach wie vor schieben viele Betreiber notwendige Erneuerungen bzw. Anpassungen ihrer Kältetechnik auf die lange Bank und hoffen, dass es schon nicht so schlimm kommen wird, bzw. dass ihr Kältefachbetrieb schon irgendwie noch das für Reparaturen erforderliche „alte“ Kältemittel auftreiben wird. Dass es spätestens 2018 eng werden wird, darauf weisen die Kältemittel-Hersteller gebetsmühlenartig hin. Und sie machen auch Ernst. So kündigte Anfang April 2017 Honeywell an, dass man den Verkauf der Kältemittel R404A und R507 in der Europäischen Union im Jahr 2018 einstellen will, um die von der F-Gas-Verordnung festgelegten Fristen und Quoten einhalten zu können. Das Unternehmen greift zu dieser Maßnahme, da es aufgrund des Zeitplans der F-Gas-Verordnung von Lieferengpässen bei Produkten mit hohen GWP-Werten ausgeht. Es wird also für alle Betreiber allerhöchste Zeit, die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen.

Die Betreiber vieler Anlagen, die in dieser KKA-Sonderausgabe vorgestellt werden, haben die Zeichen der Zeit erkannt und sie setzen auf natürliche Kältemittel. Im Bereich der Industriekälte ist das bekanntermaßen leichter umzusetzen und natürliche Kältemittel wie Ammoniak sind hier in vielen Fällen auch in der Vergangenheit schon die erste Wahl gewesen und werden es auch künftig sein. Aber die Bandbreite der Einsatzmöglichkeiten von natürlichen Kältemitteln ist beachtlich – und nicht nur auf Ammoniak beschränkt. Das zeigen z.B. die Artikel „R134a/R744-Kaskaden mit Monitoring-System“ auf S. 58 über ein Tiefkühlager, „Go Green mit natürlichen Kältemitteln“ auf S. 16 über die Kältezentrale bei einem Bio-Großhändler (mit Ammoniak und Kohlendioxid), „Tiefkälte wirtschaftlich erzeugt“ auf S. 46 über eine Propen-Containeranlage für ein Pharmaunternehmen, „98.000 Liter Wärmeträger im Einsatz“ auf S. 31 über ein Distributionszentrum für Frischeprodukte (indirektes System mit Ammoniak als Kältemittel und „Temper -20“ als Kälte-träger), „Abwärme aus industriellen Prozessen abführen“ auf S. 26 über den Einsatz von Wasser als Kältemittel oder der Beitrag „Grüne Kühlung für grüne Ware“ auf S. 36 über eine CO₂-Kältemaschine zur Lagerkühlung. Ich wünsche Ihnen viel fachliche Freude bei der Lektüre dieser Sonderausgabe und entsprechende Inspiration, auch im eigenen Wirkungskreis Projekte mit natürlichen Kältemitteln umzusetzen. Ihr Christoph Brauneis

C. Brauneis

HVAC/R
Service Products



Universelle
Kondensat-
pumpe



Combi

Gobi II

Die Multifunktionszentrale

Die neuen REFCO Kondensatpumpen mit unübertroffener Funktionenvielfalt. Ein Produkt für alle Anwendungen.



Geräuschloser Modus
An Kapazität der Klimaanlage anpassbare, konfigurierbare Pumpenleistung



Diagnose-LED
Für eine korrekte Erstinstallation und einfachere Service-Eingriffe



USB-Anschluss
Zum Einsehen des Pumpeneinsatzes



Digitaler Sensor
Einzigartiger digitaler Wasserstandssensor



Universell einsetzbar
6 000 BTU/h bis 120 000 BTU/h (1,75kW bis 35kW)



Integrierte austauschbare 10A Sicherung
Werkseitig installierte austauschbare 5 × 20mm 10A Glassicherung

www.condensate-pumps.com

REFCO Manufacturing Ltd.
6285 Hitzkirch - Switzerland
www.refco.ch

Rubriken

Editorial	1
Aktuell	4-11
Produkte	68-71
Vorschau	72
Impressum	72



12

Schwenkbare Ventilatoren

Kühlung für ein Rechengenie



34



46

Tiefkälte mit natürlichen Kältemitteln



42

Kälte­dämmung im Pumpspeicherwerk

Fertigung eines NH₃-Maschinen­satzes bei TEKO (www.teko-gmbh.com) in Altenstadt



Technik

Ventilatoren	
Schwenkbare Ventilatoren auf Ostseefähre	12
Lagerkühlung	
„Go Green“ mit natürlichen Kältemitteln	16
Turboverdichter	
Welches Einsparpotenzial steckt in „alten“ Kältemaschinen?	20
Brandschutz	
Das größte Tiefkühlhochregallager der Welt	24
Abwärmenutzung	
Abwärme aus industriellen Prozessen abführen	26
Logistikzentrum	
98.000 Liter Wärmeträger im Einsatz	31
Energieeffizienz	
Innovationstreiber Energieeffizienz	32
IT-Kühlung	
Kongeniale Kühlung für ein Rechengenie	34
Gemüselagerung	
Grüne Kühlung für grüne Ware	36
Lagerkühlung	
365 Tage knackig frisches Obst und Gemüse	38
Dämmung	
Kälte­dämmung im Pumpspeicherwerk	42
Natürliche Kältemittel	
Tiefkälte wirtschaftlich erzeugt – mit natürlichem Kältemittel	46
Simulation	
Bewertung innovativer Kälteprozesse	48
Wärmepumpen	
Autarke Heiz- und Warmwasserversorgung	53
Kaskadenanlage	
R134a/R744-Kaskaden mit Monitoring-System	58
Rückkühler	
Hygiene und die VDI 2047-2	62
Natürliche Kältemittel	
EDEKA-Markt nutzt natürliche Kältemittel	64

**POLAROX****ROXSTA**

Die umweltfreundlichen Kälteanlagen mit CO₂

POLAROX kann flexibel mit jeder Normalkühleinheit zum Beispiel R134a, Propan- oder Ammoniak gekoppelt werden. Die Kaskadentechnik von TEKO bietet Ihnen enorme Effizienzvorteile. Diese können Sie jetzt für sehr kleine bis große Leistungsbereiche einsetzen (2 bis 380 kW).

ROXSTA passt perfekt auf Anforderungen von kleinen bis mittleren Supermärkten, kleinere Logistikhäuser oder auch die Obst- und Gemüse-kühlung. Das ROXSTAsmart-Konzept ist eine lohnenswerte Alternative zur bisherigen F-Gas-Technik. Sie investieren in zukunfts-sichere Anlagen. BAFA-Förderung ist je nach Anwendung möglich.

Die TEKO POLAROX- und ROXSTA-Serien erhalten Sie wie gewohnt bei Ihrer REISS-Niederlassung, natürlich perfekt geplant und zum besten Preis.

Munters

Indirektes Verdunstungskühlsystem für Rechenzentrum

In Hofkirchen entstand für die Hartl Group ein neues Rechenzentrum, das eine ältere Anlage ersetzt, die nicht mehr auf dem neuesten Stand war. Das neue Rechenzentrum verfügt über moderne Lösungen in den Bereichen Sicherheit, Energieeffizienz und Storage. Dabei wurde auch besonderes Augenmerk auf den Einsatz einer energieeffizienten Kältetechnik gelegt.

Die 1992 gegründete Hartl Group betreut ihre Kunden als Komplett-Dienstleister in allen Fragen der IT, und bietet mit dem neuen Rechenzentrum die Möglichkeit, Ressourcen zu optimieren und mit maßgeschneiderten Branchenlösungen zahlreiche Anforderungen zu erfüllen. So bietet die Hartl Group ihren Kunden eine große Bandbreite an Dienstleistungen, wie Private/Hybrid/Public Cloud-Szenarien, Consulting und Prozessoptimierung, Storage, Backup und Virtualisierung.

Das neue Rechenzentrum hostet Daten für kleinere und größere lokale Unternehmen, für Banken, etc. und wird insgesamt



Die beiden „Oasis200“-Systeme wurden direkt neben dem mit einer Solaranlage ausgestatteten RZ installiert.

64 Racks aufnehmen und mit einer IT-Last von bis zu 600 kW arbeiten können.

Bei der Planung des neuen Rechenzentrums wurde Firmengründer Peter Hartl bei seiner Suche nach einer energieeffizienten Kühllösung auf Munters aufmerksam. Bestrebt den PUE so gering wie möglich zu halten, entschied er sich für den Einsatz des indirekten Munters-Verdunstungskühlsystem

„Oasis“ (www.munters.com/Oasis).

Im Vergleich zu konventionellen DX-basierten Kühllösungen für Rechenzentren spart das System nach Angaben des Herstellers in der Regel bis zu 75 % Energie. Dies gelingt vor allem durch den Verzicht auf Kompressoren und den reduzierten Bedarf für Ventilatoren.

Munters erarbeitete ein Konzept mit zwei „Oasis 200“-Systemen, das die Anforderungen an eine ganzjährig exakt geregelte Temperatur von 23-25 °C im Rechenzentrum erfüllt.

Die Systeme wurden für die Installation im Freien ausgelegt. Rücken an Rücken stehend, mit den Luftein- und -auslässen an den Seiten ermöglichen sie eine



Peter Hartl, Geschäftsführer der Hartl Group, und Anton Immerz, Key Application Manager Data Center der Munters GmbH, vor dem Verdunstungskühlsystem

direkte Verbindung an das Gebäude. Ein Verlegen von Luftkanälen war nicht nötig. Die Installation wurde dadurch sehr einfach. Innerhalb und außerhalb des Gebäudes erfolgten bereits Vorbereitungen für die Installation von zwei weiteren „Oasis“-Systemen, die bei zukünftiger Erweiterung der Rechenzentrums-Kapazität zum Einsatz kommen werden.

Die Anlagen wurden Anfang Februar 2016 installiert und arbeiten seitdem zu Peter Hartls vollster Zufriedenheit. Ganz besonders schätzt Peter Hartl:

- › die einfache Installation und Unkompliziertheit der Lösung,
- › den Betrieb der Systeme ohne jegliches Kühlmittel oder Kühlwasser,
- › den sehr niedrigen PUE-Wert, der in Kombination mit anderen Energiesparmaßnahmen (USV-Lösung, Gestaltungskonzept der Innenausstattung, etc.) erfolgreich bei einem extrem niedrigen Wert von weniger als 1,1 gehalten wird.

Zur weiteren Reduzierung des Energieverbrauchs ist eine 100 kW-Solaranlage auf dem Dach des Gebäudes installiert. Das Rechenzentrum wird nach der TÜV-Kategorie 3+ zertifiziert. Die Hartl Group hat einen starken Fokus auf Sicherheitsfragen, wie Backup-Systeme für die Stromversorgung, erweiterte Zutrittskontrolle und Brandschutz. Im Falle einer Unterbrechung der öffentlichen Wasserversorgung kann für die „Oasis“-Systeme das Wasser aus dem Schwimmbad verwendet werden, das den Mitarbeitern neben einem Fitnessraum zur Entspannung zur Verfügung steht.



Der Pool des Fitness-Bereichs ist so ausgelegt, dass er als Back-up die Wasserversorgung für den unwahrscheinlichen Fall einer Unterbrechung der öffentlichen Wasserversorgung übernehmen kann.

Produkte und Lösungen für die Kälte- und Klimatechnik

E-NEWS

Einfach unter www.danfoss.de/news registrieren!

Die Danfoss-Produktpalette – alles aus einer Hand

Danfoss Kälte- und Klimatechnik ist ein weltweit führender Hersteller von Komponenten für die Gewerbe- und Industriekälte, Supermarktanwendungen sowie Anbieter für Lösungen im Bereich Klimatechnik. Hauptaugenmerk liegt auf qualitativ hochwertigen Produkten und Bauteilen sowie Systemen zur Leistungsoptimierung und Reduzierung der Betriebskosten von Kälte-, Klimaanlage und Wärmepumpen.

Wir bieten eines der weltweit umfassendsten Portfolios an innovativen Bauteilen und Systemen für Kälte- und Klimaanlage. In Kombination mit einer starken Logistik sowie einer moderaten Preisgestaltung sind wir für Sie der ideale Partner zum Erreichen Ihrer Geschäftsziele.



Mehr unter www.danfoss.de/kaelte

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

RLT in der Elbphilharmonie

Die Elbphilharmonie in Hamburg, das neue Wahrzeichen der Hansestadt, feierte ihre weltweit beachtete Eröffnung mit einem Konzert im Herzstück des Gebäudekomplexes – dem Großen Saal. Als einer der modernsten Konzertsäle der Welt stellt dieser hohe Anforderungen an Lüftung und Klimatisierung: exzellente Raumluft bei möglicher Geräuschlosigkeit. Die Planer der Elbphilharmonie arbeiteten hier u.a. mit der Firma AL-KO Therm (www.al-ko.com/de) zusammen.



Fotos: AL-KO Therm

Rund 2100 Besucher finden im Großen Saal Platz, dazu kommen Sänger und Instrumentalisten. Eine Herausforderung für die Raumluft, denn einerseits müssen die thermischen Bedingungen im Saal jederzeit konstant sein, da die exklusiven Instrumente sowie einzigartigen Stimmen der Künstler äußerst sensibel auf Veränderungen reagieren. Andererseits muss die Raumlufttechnik im Konzertsaal ihre Arbeit verrichten, ohne wahrnehmbar zu sein. Um diese Vorgaben zu erfüllen, setzt AL-KO seine modular aufgebauten „AT 4-F“-Geräte nach T2/TB2 (EN 1886) und VDI 6022 ein. Das individuelle Baukastensystem ermöglicht die angepasste Konfiguration für eine optimale Funktionsweise, Energieeffizienz und Kosten. Radialventilatoren mit Flachriemenantrieb bieten Laufruhe sowie geringe Schallemissionen. Der strömungsgünstig und turbulenzarm angeordnete Schalldämpfer aus Mineralfaserplatten

gewährleistet die Einhaltung der strengen akustischen Vorgaben der Elbphilharmonie. „Unsere Anlage ist für die vollständige Klimatisierung des Großen Saals verantwortlich, sprich heizen, kühlen, be- und entfeuchten. Dabei sorgt unser AT4-Baukastensystem dafür, dass wir für jede Funktion die ideale Lösung anbieten können. Beispielsweise verwenden wir in der Elbphilharmonie zur Partikelreduzierung der Außenluft ausschließlich Kassettenfeinstaubfilter als V-Zellenfilter der Klasse F9“, erläutert Aike Loudovici von AL-KO Therm. Neben der Erfüllung der akustischen Erfordernisse legte AL-KO großen Wert auf Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz. Aufgrund der speziellen Gebäudegeometrie ist die Entscheidung zu Gunsten leistungsfähiger Kreislaufverbund-Systeme der WRG-Klasse H3 nach EN 13053/2010 gefallen. Dadurch wird ein hoher Wirkungsgrad von 65 % bei der Wärmerückgewinnung erzielt.



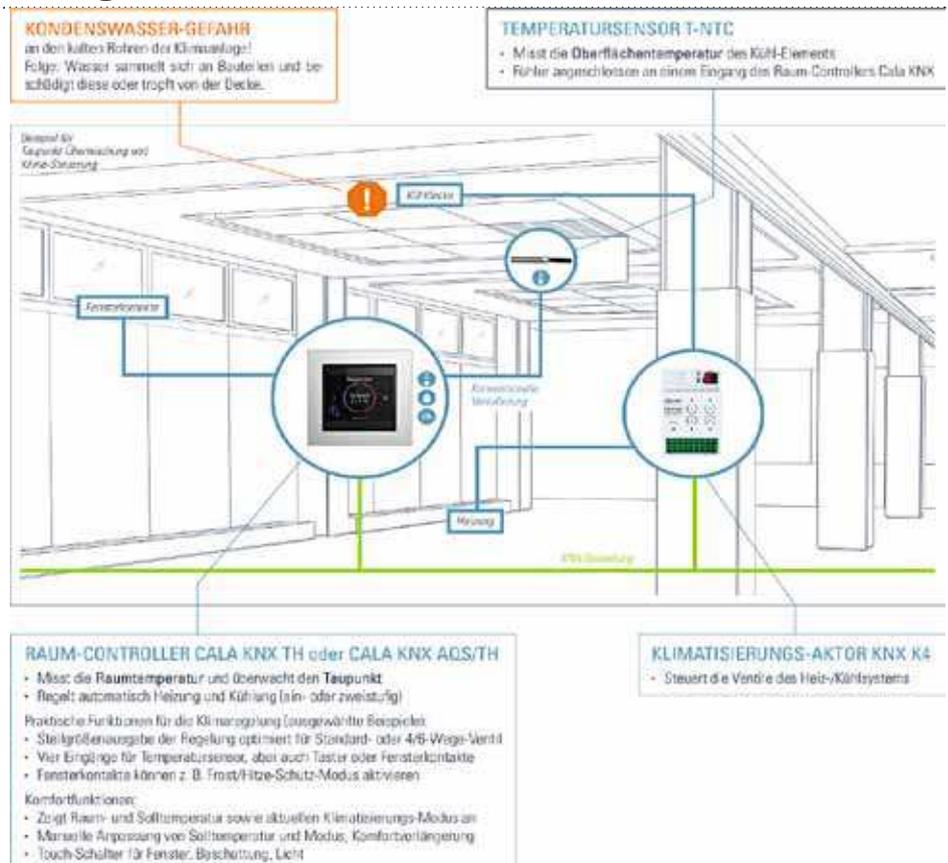
Foto: AL-KO Therm

Kondenswasserbildung vermeiden

Mit dem Thema Taupunkt beschäftigt sich ein Info-Flyer der Elsner Elektronik GmbH (www.elsner-elektronik.de). Das Thema rückt oft erst ins Bewusstsein, wenn die Auswirkung sichtbar wird: Kondenswasser. Dieses entsteht häufig an den Bauteilen von Kühlsystemen, z.B. an kalten Rohren und Flächen. Die Feuchtigkeit der wärmeren Raumluft setzt sich hier ab, wenn sich die Oberflächentemperatur des Kühlsystems (Klimaanlage) und die Taupunkttemperatur des Wasserdampfes in der Luft einander annähern.

Durch eine Taupunktüberwachung ist es möglich, rechtzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten, damit nicht durch von der Decke herabtropfendes Wasser die Bausubstanz auf Dauer geschädigt wird. Durch die smarte Verknüpfung von Elsner-Elektronik-Sensoren, Raum-Controllern und Aktoren im KNX-System lässt sich dies in jedem Projekt realisieren.

Der Info-Flyer ist abrufbar unter www.elsner-elektronik.de/de/service/broschueren.





Ganz groß im Kühlen.

Axialventilatoren bis 1.600 mm Durchmesser.



EC-Mitteldruckventilatoren von ebm-papst beeindrucken nicht nur durch ihre Größe, sondern auch durch ihre Leistung.

- Hocheffiziente GreenTech EC-Technologie
- Stufenlose Drehzahlregelung
- Maximaler Volumenstrom
- Motor, Elektronik und Aerodynamik als Komplettpaket

Mehr Informationen für Ihre Anwendung: ebmpapst.com/mitteldruck

ebmpapst

Die Wahl der Ingenieure

Alois Müller

KWKK-Anlage bei Dachser



Das Dachser-Logistikzentrum Allgäu in Memmingen ist einer der größten Dachser-Standorte weltweit.

Foto: Dachser SE

Über 440 t weniger CO₂ pro Jahr und eine bedeutende Kostenersparnis: Davon profitiert die Niederlassung der Dachser SE in Memmingen dank der neu errichteten Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage (KWKK), die von der Alois Müller GmbH (ebenfalls Memmingen, www.alois-mueller.com) realisiert wurde. „Die KWKK-Anlage bei Dachser ist ein echtes Vorzeigeprojekt und ein tolles Beispiel, wie effiziente und umweltfreundliche Energieversorgung für einen Industriebetrieb funktioniert. Gerade hier brauchen wir intelligente und pfiffige Lösungen, wie eben die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung. Denn in der Industrie liegt das größte Energie-Einsparpotenzial und somit auch eine Riesen-Chance für eine erfolgreiche Ener-

gievende“, so Andreas Müller, Geschäftsführer der Alois Müller GmbH. Zusammen mit der e-con AG (www.econ-ag.com), einem Unternehmen der Alois Müller Gruppe mit Sitz in Memmingen, haben die Energiespezialisten das Projekt geplant und betreut. Das Dachser-Logistikzentrum Allgäu in Memmingen ist mit rund 800 Mitarbeitern, einem Areal von 150.000 m² sowie einer Stellplatzkapazität von 165.000 Palettenstellplätzen einer der größten Dachser-Standorte weltweit und hat sich neben der Kontraktlogistik für Konsum- und Industriegüter auf die Lagerung und die Distribution von temperaturregeführten Lebensmitteln in der Business Line Food Logistics spezialisiert. Hier werden in der Memminger Niederlassung pro Tag Waren

mit dem Gewicht von 2800 t bewegt. Kälte ist in diesem Geschäft ein absolutes Muss. Im 20.000 m² großen Distributionszentrum für den Lebensmittelbereich werden Molke-reiprodukte und Schokolade in verschiedenen Temperaturbereichen zwischen 2 und 15 °C gelagert. Neben Kälte benötigt Dachser aber auch Wärme für die temperierten Lager mit unterschiedlichen Temperaturbereichen, in denen vor allem Produkte für die Verpackungsindustrie gelagert werden. Mit der KWKK-Anlage spart die Dachser-Niederlassung in Memmingen nicht nur 442 Tonnen CO₂ pro Jahr, sondern erzeugt die Energie verbrauchsgerecht vor Ort zu konstanten und kalkulierbaren Kosten. Betrieben wird die Anlage über ein Blockheizkraftwerk (BHKW). Das liefert dem Dachser-Logistikzentrum 70 % des benötigten Stroms und 100 % Wärmeleistung. Ein Teil der Wärme wird in einer Absorptionskältemaschine, die an das BHKW gekoppelt ist, in Kälte umgewandelt. Zudem ist eine geothermische Brunnenanlage in das Energiekonzept integriert.

„Dank des ausgeklügelten Systems sind wir nicht nur eine der größten, sondern wahrscheinlich auch eine der modernsten Dachser-Niederlassungen weltweit und bestens für die Herausforderungen der Zukunft gerüstet“, zog Thomas Henkel, Niederlassungsleiter bei Dachser SE in Memmingen, ein Resümee. Nicht nur Dachser, sondern auch die benachbarte Gefro Reformversand Frommlet KG profitiert von dem Energiekonzept: Sie bekommt gut 70 kW aus der KWKK-Anlage von Dachser.

Das Blockheizkraftwerk für die Energieerzeugung in der KWKK-Anlage wird mit Erd-



Foto: Alois Müller

Das Blockheizkraftwerk der KWKK-Anlage erzeugt die gesamte Wärme und 70 % des Stroms, die das Dachser-Logistikzentrum in Memmingen benötigt.

gas betrieben und erreicht eine maximale elektrische Leistung von 637 kW. Diese wird in das interne Dachser-Stromnetz eingespeist. Zudem erzielt das BHKW eine maximale Wärmeleistung von 818 kW, die primär zum Heizen genutzt wird. „Die Kraft-Wärme-Kopplung spart rund 30 % Energie und ca. 40 % CO₂ im Vergleich zu einer getrennten Strom- und Wärmeerzeugung. Beim Einsatz von erneuerbaren Energien sinkt der CO₂-Ausstoß sogar auf nahezu Null“, erklärte Joachim Maier, Geschäftsführer der ebenfalls am Projekt beteiligten Energas BHKW GmbH.

In der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage wird ein Teil der erzeugten Wärme anschließend in einer Absorptionskältemaschine in Kälte umgewandelt. Diese wird bei Dachser zum Kühlen der Hallen genutzt, in denen Lebensmittel gelagert werden. Als natürliche Kühlmittel für die Absorptionskältemaschine dienen Ammoniak und Wasser. In der KWKK-Anlage bei Dachser werden so maximal 818 kW Wärmeleistung zu maximal 540 kW Kälteleistung.

Die im Gesamtkonzept integrierte geothermische Brunnenanlage dient zur Rückkühlung des Absorbers. Die Anlage, bestehend aus drei Entnahmebrunnen und drei Rückgabebrunnen mit einer Tiefe von jeweils 15 m, hat eine Förderleistung von 56 l/s. „Dadurch erzielen wir bei Dachser eine Kühlleistung von 1200 kW. Und das, obwohl das Wasserwirtschaftsamt Kempten diesem Projekt anfangs eher skeptisch gegenüberstand“, erläuterte Alois Jäger, Geschäftsführer der BauGrund Süd.



Foto: Alois Müller

Mithilfe modernster Technik überwachen die Energiespezialisten der e-con AG die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlage der Dachser-Niederlassung in Memmingen.



Unsere neuen Opteon™ Kältemittel ...

- erfüllen die F-Gas Verordnung
- ermöglichen schnelle & einfache Retrofits, Umbauten und Neuanlagen
- sind für alle Anwendungen geeignet
- reduzieren die Umweltbelastung

„Ihre Niedrig-GWP Produkte mit Zukunft!“

Joachim Gerstel
Leiter Marktentwicklung Chemours
Deutschland | BeNeLux
Österreich | Schweiz

Unsere Vertriebspartner
in der DACH-Region unter:
www.opteon.com/de



Clivet

Klimaanlage für chinesischen Megastore

Der chinesische Megastore in Agrate Brianza in der Nähe von Mailand wurde am 1. Dezember 2016 eröffnet. Auf 56.000 m² werden in 400 Geschäften, die ausschließlich chinesischen Herstellern zur Verfügung stehen, Kleidung, Modeschmuck, Einrichtungsgegenstände, Haushaltswaren und Kosmetika verkauft.

Die Firma Gianni Benvenuto Spa war für die Gebäudetechnik verantwortlich. Deren technischer Leiter Gianfranco Gianni erläutert die technischen Besonderheiten: „Da es sich um ein Großhandelsgeschäft handelt, weist die Struktur eine eher spartanische Ausführung auf. Die Geschäfte sind Verkaufsboxen mit 2 m hohen Trennwänden, die nach oben hin geöffnet sind. Die aufbereitete Luft wird in den gesamten Raum und nicht nur in das einzelne Geschäft durch Leitungen eingeführt, die dank eines Mikrolochsystems einen hohen induktiven Effekt zwi-



schen der eingeführten Luft und der Raumluft erzeugen. Als Grundlage wurde die Typologie der Hochinduktionsleitungen verwendet, denn da die getrennten Geschäfte auf drei vertikalen Ebenen liegen, ist es wichtig, dass die Luft bewegt wird, um eine angemessene Heizung oder Kühlung zu gewährleisten. Die Leitungen

haben einen gesamten Luftdurchsatz von 480.000 m³ für den gesamten Raum der beiden Ebenen, die von acht Maschinen (vier für die obere Etage und vier für das Erdgeschoss) zu je 60.000 m³/h aufbereitet wird. Die Leistung der Maschinen variiert je nach Typ des eingesetzten Rooftops: Es sind vier Maschinen mit je 360 kW Kühlung und weitere vier mit je 393 kW Kühlung vorhanden. Zum Einsatz kamen Rooftop-Klimageräte mit Direktexpansion von Clivet (www.clivet.com) für Räume mit mittelhohem Aufkommen der Baureihe „ClivetPack² CSRN-XHE2“ (Luftdurchsatz von 22.000 bis 60.000 m³/h).

Technische Merkmale der Klimageräte:

- › Doppelter Kühlkreislauf mit modularen Scroll-Verdichtern
- › Vorrichtung zur Senkung des Verbrauchs der Lüfter im Außenbereich mit variabler Geschwindigkeit (Phasenanschnitt)
- › Automatische Lüftererneuerung und Verwaltung der Free-Cooling-Funktion
- › Abluftvorrichtung mit thermodynamischer Rückgewin-



nung der Abluft anhand des spezifischen Wärmetauschers „THOR“ (THERModynamic Overboost Recovery). Die in der Abluft enthaltene Energie wird wieder genutzt und der Aufbereitung über den Kältekreislauf zugeführt, wodurch die Gesamteffizienz der Einheiten verbessert wird.

- › Die Einheiten sind kompakt und eignen sich auch für die Installation auf kleinen Flächen, wobei sie den Luftein- und -auslass horizontal oder von unten ermöglichen.
- › Durch das Packaged-System sind die Geräte mit allem, was die Anlage für den Anschluss an das Strom- und Lüftungsnetz benötigt, ausgestattet und sofort startklar.
- › Die Einheiten sind mit Diffusoren für „AxiTop“-Axialventilatoren ausgestattet, die eine hohe Laufruhe ermöglichen und die Schallemissionen um 3 dB(A) reduzieren.

VDKL

Leitfaden für Kühlhäuser

Der VDKL-Leitfaden ist eine praxisgerechte Arbeitshilfe für Kühlhäuser. Er berücksichtigt alle wesentlichen gesetzlich erforderlichen Prüfungen. Darüber hinaus beinhaltet er aber auch empfohlene Wartungsmaßnahmen, die sich in der Kühlhauspraxis als technisch sinnvoll erwiesen haben. Dem Verband Deutscher Kühlhäuser und Kühllogistikunternehmen e.V. (www.vdkl.de) gelang es aufgrund einer hochkarätig besetzten, engagierten Arbeitsgruppe sowie der Unterstützung von TÜV SÜD, diesen Leitfaden zu erstellen und zu

veröffentlichen. Erhältlich ist er im VDKL-Online-Shop gegen eine Schutzgebühr von 199 € zzgl. MwSt. und Porto.



Mobil in Time

Notfall in der Pharmaindustrie

Schon kleinste Unterbrechungen in der Produktion können in der Pharmaindustrie zu hohen Umsatzverlusten führen. Funktioniert die Prozesskälte nicht einwandfrei, droht teurer Stillstand. Um die komplexe Kühlung für chemische Prozesse im Notfall aufrechtzuerhalten, muss jeder Handgriff sitzen – schnelles Handeln und erfahrene Profis sind gefragt. Durch einen Defekt an der hausinternen Kälteanlage drohte der BIPSO GmbH (www.bispo.de) in Singen eine Minderung der verfügbaren Prozesskälteleistung. Der Spezialist für Mietkälte Mobil in Time (www.mobilin-time.com) wurde mit der schnellstmöglichen Überbrückung durch den Einsatz mobiler Kältezentralen beauftragt. Um diese vor Ort im temporären Umfeld betreiben zu können, wurde zusätzlich die mobile Stromversorgung durch Mobil in Time sichergestellt. Dank des großen Anlagenparks der Firma, welcher mobile Kälte in allen Leistungsklassen sowie ein umfassendes Zubehörprogramm bietet, konnte das benötigte Komplettpaket innerhalb von 48 Stunden geliefert werden. Eingesetzt wurden zwei Kaltwassersätze des Typs „KM Cool“ mit je 370 kW Kälteleistung und ein Plattenwärmetauscher mit 1 MW Leistung.



Besonders leistungsfähiger Plattenwärmetauscher im Einsatz



Mobil in Time liefert der BIPSO GmbH mobile Prozesskälte zur Überbrückung

Opteon XP40

Refrigerant (R-449A)



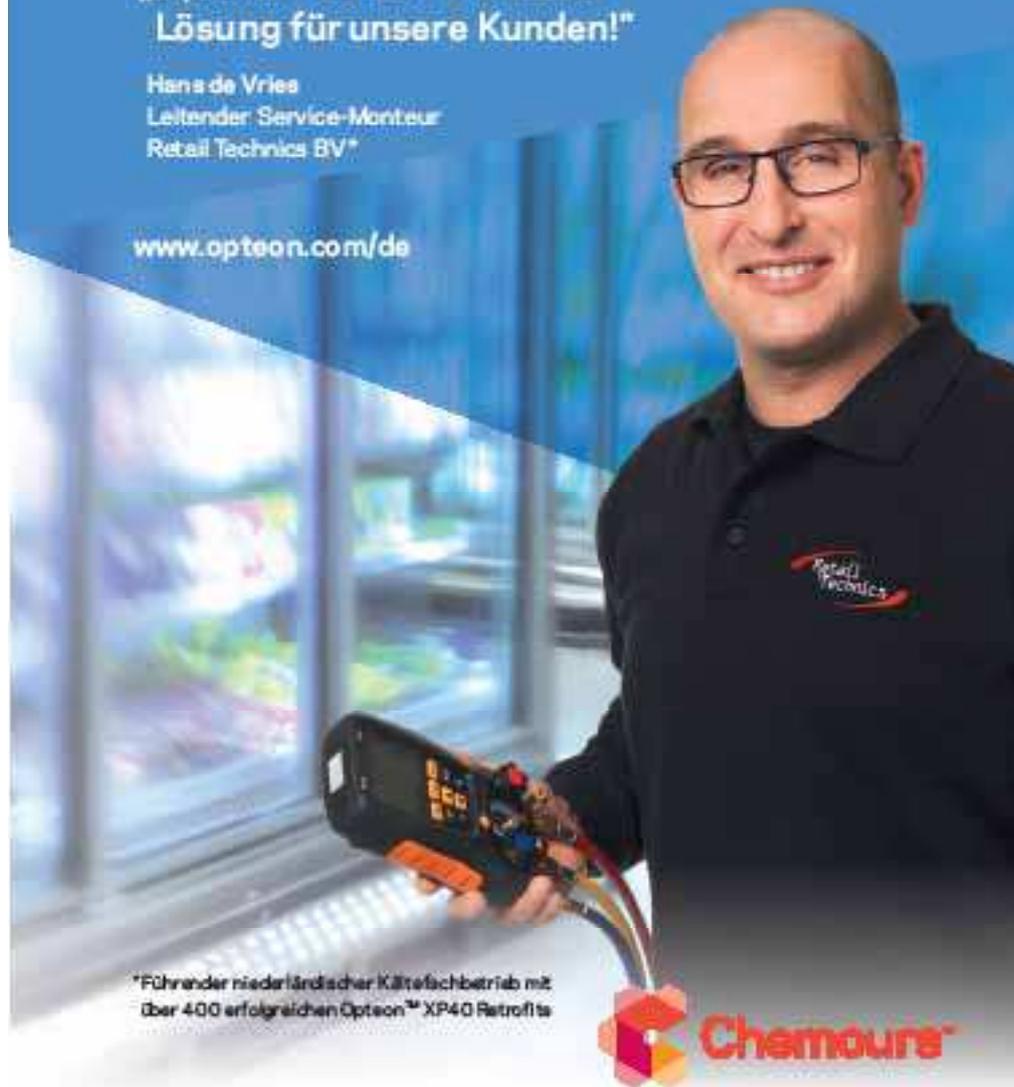
Darum verwenden wir Opteon™ XP40:

- optimale Leistung & Ressourceneffizienz
- einfache Handhabung
- nicht entflammbar, A1 klassifiziert
- 64% geringerer GWP als R-404A
- von Handel und Komponenten-Herstellern gelistet

„Opteon™ XP40 – die beste Lösung für unsere Kunden!“

Hans de Vries
Leitender Service-Monteur
Retail Technics BV*

www.opteon.com/de



*Führender niederländischer Kältefachbetrieb mit über 400 erfolgreichen Opteon™ XP40 Retrofits





Bild 1: Die dänische Hybridfähre Prinsesse Benedikte verkehrt zwischen Puttgarden und Rødby. Dank der Ventilatoren von ebm-papst werden pro Jahr 2 Mio. kWh eingespart.

Foto: Scandlines/Michael Dietz

Schwenkbare Ventilatoren auf Ostseefähre

Lüftungs-Retrofit spart pro Jahr 2 Mio. kWh

Patrick Stern,
Marktmanager Kältetechnik,
ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG,
Mulfingen

Nachhaltigkeit spielt in der Strategie der deutsch-dänischen Reederei Scandlines eine wichtige Rolle. Mit Hybridfähren und kontinuierlichen Effizienzprojekten arbeitet das Unternehmen auf ein ehrgeiziges Ziel hin: null Emissionen. Einen großen Schritt machte Scandlines mit dem Lüftungs-Retrofit des Autodecks. Statt alter AC-Ventilatoren arbeiten dort nun effiziente explosionsgeschützte EC-Ventilatoren, die auf einer schwenkbaren Platte montiert sind.

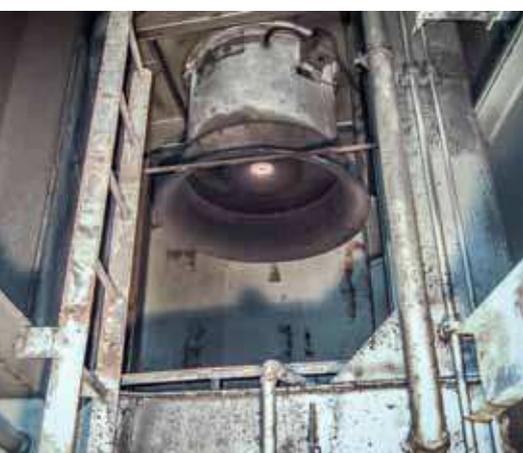


Foto: ebm-papst

Bild 2: Vor dem Retrofit belüfteten große AC-Ventilatoren das Autodeck. Dafür mussten sie zeitweise rückwärts laufen – eine besonders ineffiziente Betriebsart.

Wer sich auf der Route von Deutschland nach Dänemark für eine Schifffahrt entscheidet, landet höchstwahrscheinlich auf einer Fähre der Reederei Scandlines. Mit ein wenig Glück ist es sogar die Hybridfähre Prinsesse Benedikte, die die Strecke zwischen dem deutschen Puttgarden und dem dänischen Rødby befährt (Bild 1). Sie repräsentiert die Scandlines-Philosophie, deren Ziel es ist, die Emissionen der gesamten Flotte stetig zu reduzieren. Das ehrgeizige Ziel: null Emissionen. Im Maschinenraum der Fähre steht deshalb neben den üblichen Dieselgeneratoren auch ein Batterieblock, weitere sollen folgen. Schnell war klar, dass es auf Dauer nicht wirtschaftlich wäre, die Leistung der Schiffsdiesel nur Stück für Stück

durch Energie aus Batterien zu ersetzen. Das Schiff musste auch Strom sparen, um die Anzahl und damit die Kosten der teuren elektrischen Energiespeicher im Rahmen zu halten. Also tauschte Scandlines Wasserpumpen aus, stellte die Beleuchtung auf LED um und schickte die Kapitäne der Schiffe zu Trainings in energiesparender Fahrweise.

Potenziale bei der Belüftung

Im Jahr 2015 nahm sich die Reederei dann die Belüftung des Schiffs vor. Während der Überfahrt brachten bis dahin sechs große AC-Ventilatoren frische Luft von außen aufs geschlossene Deck, zwei beförderten die verbrauchte Luft nach außen. Im Hafen standen dann zwei Ventilatoren still,



Foto: ebm-papst

Bild 3: Bei der Belüftung des Autodecks sah Carsten Johansen, Chef-Ingenieur bei Scandlines, große Potenziale für mehr Energieeffizienz. Dank des Retrofits konnte er diese realisieren.

während die anderen sechs das Schiff entlüfteten. Da bei den beiden Betriebsarten die Luft jeweils in die entgegengesetzte Richtung gefördert werden musste, liefen immer einige Ventilatoren rückwärts (Bild 2). Diese Betriebsart ist besonders ineffizient, da Ventilatoren immer für eine Förderrichtung ausgelegt sind und im Rückwärtsbetrieb drastisch mehr Energie verbrauchen. Dieser Problematik war sich auch Carsten Johansen, der Chef-Ingenieur von Scandlines, bewusst, weshalb er ebm-papst um eine Lösung bat (Bild 3). „Da der Verbrauch in diesem Bereich enorm hoch war, hofften wir hier eine große Menge Energie einsparen zu können“, erklärt Johansen.



Foto: ebm-papst

Bild 4: Damit die Ventilatoren nicht mehr rückwärts laufen müssen, werden sie auf schwenkbaren, quadratischen Metallplatten angebracht. Dadurch laufen sie immer in der Richtung, für die sie optimal ausgelegt sind.

INSTALLIERTER BRANDSCHUTZ

DIE FLEXIBLE BRANDSCHUTZABSCHOTTUNG FÜR ROHRDURCHFÜHRUNGEN



Mit Armaflex Protect lassen sich nichtbrennbare sowie brennbare Rohrleitungen unkomplizierter denn je abschotten. Ob in Decken, Massivwänden oder Leichtbauwänden, Armaflex Protect gewährleistet in allen Bauteilen sicheren Brandschutz, ganz ohne aufwendige Zusatzmaßnahmen.

Geben Sie sich nicht mit herkömmlichen Isolierung-en zufrieden, sondern vertrauen Sie dem neuen Standard für Leistung, Effizienz und Flexibilität. **Install it. Trust it.**

Armaflex[®] Protect

 **armacell[®]**

Tel.: +49 25 17 60 30 • www.armacell.de
info.de@armacell.com

So wird das Autodeck belüftet

Liegt die Fähre im Hafen, sind die Tore zum Kai geöffnet, damit ausreichend Luft auf das Autodeck strömt. Für den Luftaustausch sind dann zwei FanGrids nach außen gedreht, um den Luftzug weiter zu fördern.

Während der Überfahrt fördern die zwei FanGrids im hinteren Teil des Schiffs die Luft nach innen und die zwei FanGrids im vorderen Teil der Fähre wieder nach außen. So wird verhindert, dass Salzwasserspritzer in die Lüftung gelangen.

Um Zeit in den Häfen zu sparen, haben die Fähren zwei Brücken, sodass sie nicht wenden müssen. Das Schiff fährt also aus der gleichen Position wieder zurück. Da nun der ehemals vordere Teil des Schiff der hintere ist und umgekehrt, werden die Ventilatoren jeweils in die andere Förderrichtung gedreht.

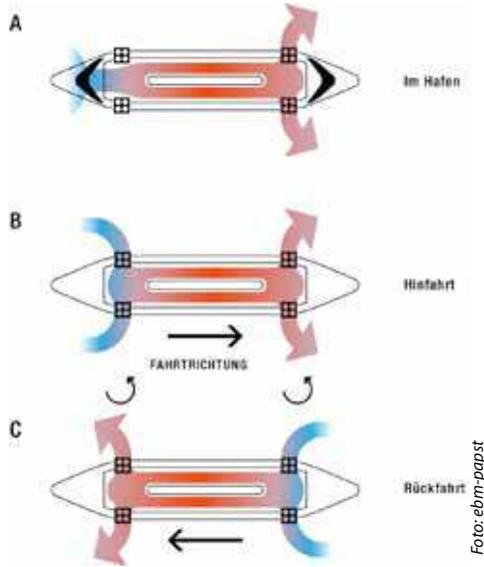


Bild 6: Klimatisierung des Autodecks

Foto: ebm-papst

Und sie drehen sich doch

Damit die Ventilatoren nicht mehr rückwärts laufen müssen, werden sie auf schwenkbaren, quadratischen Metallplatten angebracht. Sie können in die benötigte Förderrichtung gedreht werden. Dadurch fördern die Ventilatoren die Luft immer in die Richtung, für die sie optimal ausgelegt sind. Am Schiff konnten dafür keine Umbauten vorgenommen werden. Doch trotz des begrenzten Bauraums funktioniert das Prinzip optimal (Bild 4).

Eine weitere Stellschraube für mehr Effizienz liegt im Wechsel der Ventilatorentechnologie: Statt AC-Ventilatoren schleusen nun „HyBlade“-EC-Axialventilatoren die Luft durch das Autodeck. Diese lassen sich stufenlos regeln und somit exakt an die tatsächlich benötigte Leistung anpassen, die schwankt je nachdem, wie viele Autos und Lkw auf dem Deck stehen. Weiterhin

werden statt wie bisher einzelne große Ventilatoren nun FanGrids mit je vier kleineren Ventilatoren eingesetzt. Dadurch vergrößert sich die Fläche, über die die Luft gefördert wird, sodass der Luftaustausch auf dem Autodeck weiter optimiert wird.

Die „HyBlade“-Ventilatoren verbinden auf effiziente Weise die Vorzüge zweier unterschiedlicher Materialien: Während die korrosionsbeständige Aluminiumstruktur im Kern des Flügels eine dauerhafte Verbindung zum Rotor sicherstellt, verleiht der Mantel aus glasfaserverstärktem Kunststoff dem Flügel eine nach aerodynamischen Kriterien optimierte Form. Dieser leichte Mantel wirkt sich deutlich auf das Gesamtgewicht des Ventilators aus und trägt durch sein gutes Dämpfungsverhalten zur Geräuschreduzierung bei.

Explosionsschutz Ventilatoren

Da auf der Fähre auch Lkw mit entzündbaren Stoffen den Fehrmarnbelt überqueren, stellte Scandlines eine weitere wichtige Anforderung an die Ventilatoren: Sie mussten explosionsschutz sein. Auch diese Vorgabe konnte ebm-papst erfüllen, da das Unternehmen als erster Hersteller weltweit EC-Ventilatoren in ATEX-Ausführung

entwickelte. Ihre Laufradfestigkeit übertrifft die Normanforderungen, ein Erdungsanschluss leitet elektrostatische Aufladungen ab und die Leistungselektronik ist druckfest gekapselt. Die Ventilatoren sind gemäß der europäischen Produktrichtlinie ATEX 94/9/EG („Atmosphäre Explosive“, die europäische Richtlinie zum Explosionsschutz) geprüft und zertifiziert. So erfüllen die Ventilatoren alle Anforderungen, die an Geräte in explosionsgefährdeten Zonen gestellt werden (Bild 5).

Das Gesamtpaket aus Produkt und Lösungsansatz überzeugte Scandlines, sodass die Reederei den Umbau einer Testeinheit in Auftrag gab. Die Vergleichsmessungen für den Energieverbrauch nach der Umrüstung übertrafen die Prognosen: Hatte der einzelne große AC-Ventilator bisher 180 kWh verbraucht, so benötigen die vier EC-Ventilatoren zusammen nur noch 30 kWh. Daher nahm Scandlines bei der nächsten Routine-Wartung den Umbau der kompletten Belüftung für das Autodeck vor. Statt acht großen AC-Ventilatoren fördern nun vier FanGrids mit jeweils vier EC-Ventilatoren die Luft über das Autodeck. Im gleichen Umbauschritt ersetzte die Reederei alte AC-Ventilatoren für die Kabinenklimatisierung durch EC-Ventilatoren.

Immense Einsparungen

Das Ergebnis: Auf einem Schiff spart Scandlines dank des Umbaus nun 2 Mio. kWh/a. „Das ist für uns ein riesiger Sprung“, erklärt Johansen. „Nach diesem erfolgreichen Pilotprojekt werden wir die Lösung auch auf den anderen drei Fähren installieren lassen, die zwischen Puttgarden und Rødby fahren.“ Im nächsten Schritt will die Reederei dann den Umbau des zweiten Autodecks der Fähren prüfen.



Bild 5: Die EC-Axialventilatoren lassen sich bequem auf die tatsächlich benötigte Leistung anpassen und sind für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassen.

Online Plus



Den Link zu einem Film über das Scandlines-Projekt finden Sie in der Online-Ausgabe dieses Beitrags. Webcode KKA33Y1YL ins Suchfeld eingeben.



**” VOLL AUF MICH
EINGESTELLT
BEDEUTET FÜR MICH:
KOMPLEXE HERAUS-
FORDERUNGEN
ENTSPANNT
ZU MEISTERN. “**

Sich mit dem 2-Minuten-Konfigurator von WOLF einen kompletten Überblick über ein Projekt verschaffen. Mit der modularen Bauweise des Klimagerätes KG TOP jeden Kundenwunsch erfüllen - vom Schwimmbad bis zum Krankenhaus. Die Betriebskosten senken und die Umwelt schonen. Effizient arbeiten. Alles in 2 Minuten: Dabei kann man in 2 Minuten sonst nicht mal ein Ei kochen.

Noch mehr Entspannung: PRO.WOLF.EU

VOLL AUF MICH EINGESTELLT.

WOLF



R717-Kaltsoleerzeuger



R717-Kaltsoleerzeuger mit der Abscheider-Verdampfer-Economiser-Sektion

„Go Green“ mit natürlichen Kältemitteln

Ein Anlagenkonzept passend zur Unternehmensphilosophie

Axel Kähn,
Leitung Technik,
Robert Schiessl GmbH,
Oberhaching

Die Weiling GmbH, ein Großhändler für Bio-Obst und -Gemüse, hat seinen Firmenstammsitz in Coesfeld um 12.500 m² auf nun 23.300 m² Lagerfläche erweitert. Da das neue Hochregallager gekühlt ist und diese zusätzlich benötigte Kälteleistung nicht von der bestehenden Kühlanlage abgedeckt werden konnte und die vorhandenen R134a- und R404A-Anlagen aus dem Altbestand gegen eine effizientere und zeitgemäße Lösung ersetzt werden sollten, wurde eine komplett neue Kälteerzeugung für das gesamte Objekt geplant und errichtet.

Die Firma Weiling GmbH wurde 1975 als Bio-Großhandels-Unternehmen gegründet und hat sich vom Bio-Pionier zu einem Unternehmen mit aktuell 600 Mitarbeitern entwickelt. Der Hauptsitz des Unternehmens befindet sich in Coesfeld, ein weiterer Standort wurde 2010 in Lonsee errichtet. Weiling beliefert über 1000 selbständige Bio-Läden und Bio-Supermärkte mit feinsten Bio-Waren

aus einem über 12.000 Artikel umfassenden Sortiment: von knackfrischem Bio-Obst und -Gemüse, feinstem Bio-Käse und Molkereiprodukten bis hin zu vielfältigen Bio-Weinen. Die Firma Weiling hat sich auf die Fahne geschrieben, ihren ganz persönlichen Beitrag zu einer für Menschen sozial-fairen und umweltfreundlichen Welt zu leisten. Passend zur Unternehmensphilosophie

wurde dabei auf eine Lösung mit rein natürlichen Kältemitteln Ammoniak (R717) und Kohlendioxid (R744) gesetzt. Auch bei der eingesetzten Wärmeträgermischung wurde eine ökologische Lösung aus nachwachsenden Rohstoffen ausgewählt, welche zu 100% biologisch abbaubar ist und zudem auch die HTX-1-Zulassung für den Einsatz im lebensmittelnahen Bereich hat.

Den Auftrag für dieses neue Projekt erhielt die Firma Kälte Klima Peters (www.kkpeters.de) zusammen mit ihrem Vorlieferanten, der Robert Schiessl GmbH (www.schiessl-kaelte.de). Beide Unternehmen waren auch schon mit der Umsetzung der Kälteerzeugung am Standort Lonsee beauftragt.

Die Kältezentrale in Coesfeld besteht nun aus einem R717-Kaltsoleerzeuger mit drei „OSKA7452-K“-Schraubenverdichtern von Bitzer (www.bitzer.de), der eine Kälteleistung von 555 kW bei $t_0 = -9\text{ °C}$ und $T_c = 32\text{ °C}$



Das neue Hochregallager (im Hintergrund zu sehen)

UMWELTFREUNDLICHE KÄLTESYSTEME



- › Sub- und Transkritische CO₂ Systeme
- › Verdichtersätze- und Verbundanlagen
- › Kaltwassersätze
- › Wärmepumpen
- › R744 [CO₂]
- › R717 [NH₃]
- › R290 [Propan]
- › HFOs [R1234yf, -ze, R32]

Auf Kundenwunsch fertigen wir nach wie vor auch Kältesysteme und -anlagen zum Betrieb mit HFKWs.

compact Kältetechnik GmbH
Dieselstraße 3 | 01257 Dresden
Tel. +49 (0) 351 207970

www.compact-kaeltetechnik.de



R744-Tiefkühlverbund

liefert. Von dieser Anlage wird das Kaltsole-Netz (-7/-2 °C) versorgt. Ein zweiter R717-Kaltsoleerzeuger mit vier „OSKA7472“-Schraubenverdichtern von Bitzer liefert 1290 kW bei $t_0 = -2$ °C und $T_c = 32$ °C. Hiermit wird das Kaltsole-Netz (0/4 °C) gekühlt. Für die Tiefkühlung kommen zwei baugleiche R744-Verbundanlagen mit je drei „4FSL-7K-40S“-Verdichtern von Bitzer zum Einsatz. Jede Verbundanlage hat eine Kälteleistung von 86 kW bei $t_0 = -31$ °C und $T_c = -3$ °C. Die Anlagen werden immer im subkritischen Betrieb gefahren und die Verflüssigung wird über die Kaltsole der R717-Anlagen realisiert. Die beiden Kaltsole-Netze versorgen alle gekühlten Flächen und Kühlräume bis auf die beiden Tiefkühlager. Insgesamt wird dabei eine Fläche von 10.500 m² gekühlt. Das Hochregallager mit seiner Grundfläche von ca. 1100 m² und 34 m Höhe ist dabei ebenfalls nicht mit eingerechnet. Das Lager hat innen einen Sollwert-Bereich von 10-21 °C. Je nach Außentemperatur wird deshalb beim Erreichen von 10 °C innerhalb des Lagers geheizt und bei 21 °C gekühlt.

Anlagendaten

Ca. 10.500 m² gekühlte Flächen im Bereich Normalkühlung und Klimatisierung

Ca. 1300 m² Tiefkühlung

Zusätzlich das Hochregallager mit 1100 m² / 34 m Höhe (Klimatisierung)

Kaltsoleerzeuger 1

drei Bitzer-Schraubenverdichter „OSKA7452-K“

Kälteleistung: 555 kW bei $t_0 = -9$ °C und $T_c = 32$ °C

Kältemittel: R717

Kälte-träger: „Coracon WT EKO F-14“,

Netz -7/-2 °C

Kaltsoleerzeuger 2

vier Bitzer-Schraubenverdichter „OSKA7472“

Kälteleistung: 1290 kW bei $t_0 = -2$ °C und $T_c = 32$ °C

Kältemittel: R717

Kälte-träger: „Coracon WT EKO F-14“, Netz 0/4 °C

Tiefkühl-Verbundanlagen

zwei baugleiche Anlagen mit je drei halbhermetischen Bitzer-Kolbenverdichtern

„4FSL-7K-40S“

Kälteleistung: 86 kW bei $t_0 = -31$ °C und

$T_c = -3$ °C

Kältemittel: R744

Verflüssiger / Ölkühler

Fabrikat Thermofin

Luftkühler

Für Kälte-träger und Direktexpansion

Fabrikat Thermofin

Planung und Erstellung der Anlagen

Robert Schiessl GmbH / Herr Jan Schulte

Kälte – Klima Peters in Meerbusch



Touch-Panel mit Übersichtsbildschirm für R717-Kaltsoleerzeuger



Blick von unten in das Hochregallager



Kühlraum mit knackig-frischem Gemüse



Tiefkühlager 1



Sprinklerwassertank/Pufferspeicher für Wärmerückgewinnung

Die beiden Tiefkühlräume haben zusammen eine Fläche von ca. 1300 m². Die Tiefkühlung wird über die zwei R744-Anlagen mit Direktexpansion bewerkstelligt. Dabei bedient jeweils ein Verbund 50 % der Verdampfer in beiden Kühlräumen. Sollte es zu einem Ausfall einer Anlage kommen, so ist eine

Redundanzfunktion durch die zweite Anlage gewährleistet.

Alle Anlagen sind mit Wärmetauschern zur Wärmerückgewinnung ausgerüstet. Die Abwärme wird über einen Zwischenkreis entweder direkt zur Gebäudeheizung genutzt oder in den als Pufferspeicher fungierenden

Löschwassertank mit 750.000 l Volumen eingebracht. Die Temperatur im Pufferspeicher variiert dadurch zwischen 28 und 40 °C.

Erst wenn keine oder nur wenig Gebäudeheizung benötigt wird und der Pufferspeicher vollständig geladen ist, wird die Verflüssigungswärme über drei luftgekühlte V-Verflüssiger von ThermoFin (www.thermo-fin.de) abgeführt. Für die Gebäudeheizung müssen deshalb keine zusätzlichen fossilen Brennstoffe mehr eingesetzt werden.

Die gesamte Anlage wird über eine vollvernetzte Siemens SPS-Steuerung kontrolliert und geregelt. Die Steuerung regelt und visualisiert die gesamte Kälteerzeugung mit allen angeschlossenen Kühlstellen sowie die Wärmerückgewinnung und der Gebäudeheizung. Über das Touch-Panel oder über Internet können alle Funktionen und Daten der gesamten Anlage in übersichtlichen Bildschirmmasken angezeigt und verändert werden. Diese Art des Anlagen-Managements ist für ein Projekt in dieser Größenordnung absolut notwendig und ermöglicht dem Betreiber- und Service-Personal einen schnellen Überblick und Zugriff auf die Gesamtanlage.



V-Verflüssiger für R717-Kaltsoleerzeuger

Millionenfach einzigartig!



Egal welche Anforderung Sie haben:
Der neue Verflüssiger FLAT Vario kann's

Mit der modularen Typenvielfalt des FLAT Vario setzen wir einen neuen Standard. Millionen Varianten, aber nur 1 Parameter, der zählt: Sie. Aus Ihren Anforderungen konfiguriert unser bewährter Güntner Product Configurator (GPC) dynamisch Ihr individuelles Gerät. Schnell, zuverlässig und exakt auf Ihre Anwendung ausgelegt. Immer auf den Punkt.



www.guentner.de

Welches Einsparpotenzial steckt in „alten“ Kältemaschinen?

Kaltwassersatz mit ölfreiem Turboverdichter für die Rupp+Hubrach Optik GmbH

Bernd Bürner,
Geschäftsführender Gesellschafter, hekra
Kälte- und Klimatechnik GmbH,
Lauf an der Pegnitz

Bei der Firma Rupp+Hubrach wird Prozesskälte in Form von Kaltwasser für verschiedene Fertigungsprozesse und die Klimatisierung benötigt. Als eine von insgesamt drei Kältemaschinen versorgt nun eine neue Anlage, welche als Austausch für eine veraltete Hubkolbenanlage installiert wurde, das Kaltwassernetz. Bei Rupp+Hubrach soll der Umweltschutzgedanke am Standort Bamberg nicht nur im Kernprozess, der Herstellung von Brillengläsern, gefestigt werden. Auch in Unterstützungsprozessen, wie der Versorgung der Fertigungsanlagen mit Kühlwasser, achtet das Unternehmen auf den Einsatz umweltfreundlicher Technik.

Welcher Unternehmer investiert schon gerne in eine Anlage, die seiner Einschätzung nach nichts mit dem Kernprozess zu tun hat? Und so ergibt es sich, dass Anlagen, die zur Bereitstellung von „Betriebshilfsstoffen“ wie Kaltwasser dienen, mit dem Unternehmen altern. Es ändern sich Fertigungsprozesse, die Produktionsmengen variieren und im schlimmsten Falle sind die Kollegen, die die Anlage seit dem Zeitpunkt der Anschaffung betreiben, in den Ruhestand gegangen.

Im Laufe der Zeit werden Reparaturen durchgeführt und, aufgrund gesetzlicher Forderungen, Kältemittel angepasst oder umgestellt. Das Ergebnis dieser Thematik trifft man bei vielen Unternehmen an. Es besteht die Meinung, die Anlage sei genau richtig so, wie sie ist, da diese ja schon seit Jahren betrieben wird und seither keine größeren Schäden aufgetreten sind. Die Änderung der Randbedingungen und der meist nicht mehr optimale Betriebspunkt

der Anlagen sind den Entscheidern oft nicht wirklich bewusst.

Potenzial einer Anlagenmodernisierung aufzeigen

Bei der Firma Rupp+Hubrach sollte dies, und auch das ist vermutlich bei vielen Anwendern ähnlich, ohne große Investition erfolgen und in einem absehbaren Zeitraum eindeutige Ergebnisse zu einschlägigen Einsparmöglichkeiten liefern. So entschlossen



Technikraum mit dem Kaltwassersatz mit ölfreiem Turboverdichter



Der Austausch der Anlage musste über einen vorhandenen Lastenaufzug mit festen, vorgegebenen Maßen und beschränkter Förderlast erfolgen.

sich der Anlagenplaner und der Chef der Haustechnik auf Kundenseite zu einer Ausarbeitung im Rahmen einer Masterarbeit an der TU Esslingen. Eine Studentin erarbeitete ein Konzept, welches die Lastverhältnisse der veralteten Kälteanlagen in Abhängigkeit der äußeren Einflussfaktoren (Produktionsvolumen und Außenlufttemperatur) erfassen konnte. Im Rahmen der Langzeitmessung, welche die erforderlichen Daten über mehrere Monate aufzeichnete, wurden so die realen Bedingungen im Kaltwassernetz erfasst und konnten anschließend in energetischer Hinsicht bewertet werden. Auf Basis der erfassten Daten wurde dann die Wirtschaftlichkeit verschiedener neuer Konzepte betrachtet. Eine bedeutende Erkenntnis war zum Beispiel der nur geringe Einfluss der Außenlufttemperatur auf die abgeforderte Kälteleistung. Durch die vorangehenden Optimierungen des Gesamtsystems durch das kundeninterne Facility Management wurde hier bereits eine Vielzahl von Einsparungen erzielt. Die Ergebnisse der Ausarbeitung ergaben somit einen hohen Teillastanteil der Kälteanlage bei leicht angehobenen Vorlauftemperaturen. Dazu Jürgen Fösel, Umweltbeauftragter bei Rupp+Hubrach: „Das Ergebnis der Betrachtung: 30 % Einsparpotenzial! Das wäre mit vielen kleinen Einzelmaßnahmen nicht zu machen gewesen. Deshalb haben wir uns im Bereich Kälteerzeugung für einen kompletten Neuanfang entschieden.“ Neben all den wirtschaftlichen Randbedingungen kamen nun für die Umsetzung weitere, praktische Wünsche des Kunden mit hinzu. Da die vorhandene Kältemaschine im Kellergeschoss des Gebäudes aufgestellt war und im Geschoss darüber Laborarbeitsplätze angeordnet sind, sollte die Neuanlage zur Minimierung der Rohrleitungsarbeiten

an der vorhandenen Stelle im Kellergeschoss aufgestellt werden und zusätzlich, für die sich darüber befindlichen Arbeitsplätze, die Geräuschemission verringert werden. Der Austausch der Anlage musste über einen vorhandenen Lastenaufzug mit festen, vorgegebenen Maßen und beschränkter Förderlast erfolgen. Ebenso musste auf alle Transportwege innerhalb und außerhalb des Gebäudes Rücksicht genommen wer-

Rupp+Hubrach Optik GmbH

Bereits seit 1922 entwickelt und produziert der deutsche Brillenglaserhersteller Rupp+Hubrach erstklassige Marken-Gläser. Im Fokus: Brillengläser, die die persönlichen Sehgewohnheiten ebenso wie die individuelle Anatomie des Gesichts schon im Fertigungsprozess berücksichtigen. Dazu entwickelt r+h seine Fertigung laufend weiter und ist mit dem Stand der Produktion, den Arbeitsprozessen und maschinellen Einrichtungen marktführend. Dies wirkt sich auch positiv auf die Umwelt aus: Rupp+Hubrach wurde bereits für verantwortungsbewussten Umgang mit den natürlichen Ressourcen ausgezeichnet.
www.brillenglas.de



Die Regelung der Anlage erfolgt durch den Basic Controller Siemens Simatic S7-1200.

hekra Kälte- und Klimatechnik GmbH

Die hekra Kälte- und Klimatechnik GmbH bietet seit 2012 maßgeschneiderte Lösungen und jahrzehntelange Erfahrung im Bereich Kältetechnik, Klimatechnik, Wärmerückgewinnung, Energiesparsystemen und Lüftungsanlagen. Das Leistungsportfolio deckt sowohl die Konzeption und Umsetzung in der eigenen Fertigung ab, als auch die Entwicklung von Schaltanlagen und Regelungskonzepten. Darüber hinaus ist das inhabergeführte Unternehmen spezialisiert auf die Umsetzung und Einhaltung von ATEX- und Reinraum-Richtlinien. hekra realisierte als Partner u.a. Anlagen für Siemens, MAN, BMW und Emerson.
www.hekra-gmbh.com

den. Der vorgegebene Zeitplan gab für den Austausch, inklusive Demontage der Altanlage und Anpassung der vorhandenen Rohrleitungen, ein Zeitfenster von drei Tagen vor, vorzugsweise innerhalb eines Wochenendes, um die laufende Produktion möglichst wenig zu beeinträchtigen.

Kaltwassersatz mit ölfreiem Turboverdichter

Die Auswertung all der Anforderungen, in Verbindung mit dem vorhandenen Budget, ließ die Wahl auf einen Kaltwassersatz mit einem ölfreien Turboverdichter fallen. Das im Vorfeld ermittelte Lastprofil zeigte deutlich auf, dass ein ölfreier Turboverdichter in genau dieser Anwendung seine Stärken ausspielen kann. Die konstante Teillastanforderung und die gelegentlichen Anforderungen der Lastspitze lassen den stufenlos regelbaren Turbinenverdichter immer in seinem effizienten Betriebsbereich arbeiten. Hinzu kommen weitere Vorteile, wie zum Beispiel der verhältnismäßig niedrige Anlaufstrom und eine extreme Laufruhe der Maschine. Da die Standardanbieter dieser hocheffizienten Systeme keine passende Lösung für die örtlichen Gegebenheiten anboten, fiel die Wahl auf eine nach Kundenvorgaben aufgebaute Kompaktanlage der Firma hekra Kälte- und Klimatechnik GmbH, die als eine der wenigen OEM-Partner von Danfoss Turbocor befähigt ist, diese ölfreie Turbotechnologie einzusetzen. Dadurch, dass sowohl das Engineering als auch die Produktion in Deutschland angesiedelt ist, konnte die Umsetzung und Anpassung an die Kundenvorgaben ohne Verlust von Informationen und bei maximaler Flexibilität umgesetzt werden. So wurden Wünsche wie einheitliche Pumpenhersteller im ganzen Werksgelände und eine Bus-Anbindung, mit

Übergabe aller wichtigen Kompressorparameter umgesetzt bei nur einem Ansprechpartner auf Herstellerseite.

Der Verdichter ist nicht auf dem freien Markt verfügbar und nur über speziell zertifizierte OEM-Partner (original equipment manufacturer) von Danfoss Turbocor Compressors Inc. zu beziehen. Auch im Bereich der Wartung dürfen, aufgrund der komplexen Regelparameter und Einsatzbedingungen, nur zertifizierte Techniker Arbeiten an dem Gerät durchführen. Auch diesbezüglich kann auf die fachliche und zertifizierte Kompetenz der Firma hekra zurückgegriffen werden.

In einem Abstimmungsprozess mit den angrenzenden Gewerken und dem Anbieter der übergeordneten Gebäudeleittechnik wurden alle Schnittstellen genau definiert und speziell die Kommunikation zwischen bauseitiger Leittechnik und Kälteanlage eindeutig festgelegt. Um den vorgegebenen Zeitplan einhalten zu können, mussten die kompletten Rohrleitungen vorgefertigt werden. Mit Hilfe von 3D-Modellen und einer präzisen Detailplanung konnte auch dieser oftmals kritische Punkt gelöst werden.

Die Demontage der Altanlage und die Einbringung der Neuanlage erfolgten ohne größere Probleme nach Zeitplan. Im Zuge des Umbaus wurden auch die Umwälzpumpen zu den Nasskühltürmen und die Pumpen zum Kaltwasser-Hausnetz gegen Pumpen der Energieeffizienzklasse IE3 ausgetauscht. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit wurden die Pumpenstationen als redundante Systeme mit variabler Drehzahl (Regelung mit Frequenzumformer) aufgebaut.

Kundenspezifische Lösung und Visualisierung

Generell wurde bei der Auslegung der Anlagenkomponenten jedes Bauteil auf den speziellen Anwendungsfall des Kunden dimensioniert. Hier liegt die Stärke des Anlagenbauers. Der Wärmetauscher wurde bei Alfa Laval in Italien kundenspezifisch ausgelegt. Hierbei handelt es sich um einen überfluteten Wärmetauscher, extra für ölfreie Anwendungen. Der Kondensator, vom gleichen Hersteller, wurde ebenfalls auf das örtlich gegebene Kühlwassernetz ausgelegt. Die Regelung der Anlage erfolgt durch den Basic Controller Siemens Simatic S7-1200. Hier wurde, als Besonderheit, eine kundenspezifische Schnittstelle zu einer älteren Siemens-Gebäudeleittechnik-Software umgesetzt. Zusätzlich wurde ein Datalogging

und eine Remote-Service-Schnittstelle installiert. Diese zusätzlichen Features erlauben der Anlage das Senden einer Wartungsmeldung an den Hersteller, wenn sich ein Anlagenparameter verändert, oder das Auslesen und die Analyse verschiedenster Betriebsparameter aus der Ferne. Somit kann die Anlage nachträglich im realen Betrieb mit geringem Aufwand analysiert und, falls nötig, optimiert werden. Neben all den technischen Feinheiten wurde vor allem darauf geachtet, dass der Kunde über die Touch-Bedienoberfläche eine verständliche und übersichtliche Darstellung der Lastanforderungen und relevanten Betriebsparameter, inklusive Pumpenstation, erhält. Auch hier wurde die Visualisierung mit dem Kunden gemeinsam erarbeitet und umgesetzt.

Rechnet sich der Mehraufwand für die individuelle Anlagenkonfiguration?

Die der Anschaffung zugrundeliegenden Abschätzungen der Einsparpotenziale sagten in einem üblichen Betriebsjahr eine Einsparung allein von Betriebskosten in Höhe von ca. 50.000 € pro Jahr voraus. Nach einem Jahr Betrieb im Feld wurde nahezu eine Punktlandung erreicht. Zusätzlich sind die Stromspitzen, die bei der Altanlage beim Starten der konventionellen Hubkolben entstanden, egalisiert worden.

Durch die Investition in redundante Pumpen mit Energieeffizienzklasse IE3 und Frequenzrichter-basierter Drehzahlregelung wurde die Betriebssicherheit erhöht und dem aktuellen Stand der Technik genüge getan. Die individuelle Konfiguration der Kälteanlage für die Anwendung beim Kunden ermöglicht bei verhältnismäßig geringer finanzieller Mehrinvestition ein höchst effizientes System, welches nach einer Amortisationszeit von nur etwas mehr als zwei Jahren bares Geld alleine durch niedrigeren Energieverbrauch spart.

Fazit

Wie so oft sind die großen



Blick in den Schaltschrank des Kaltwassersatzes

Einsparpotenziale in Fertigungsbetrieben nicht immer sofort ersichtlich. Der Unternehmer neigt dazu, seine reinen Fertigungsprozesse und deren Kosten immer im Fokus zu haben und Kosten, die umgelegt auf die gesamte Infrastruktur gering erscheinen, zu vernachlässigen. Speziell dieses Beispiel einer gründlichen Analyse der Betriebsparameter und der zugehörigen Fertigungskapazitäten ermöglichte eine genaue Kostenabschätzung und rechtfertigte die Investition in eine neue, speziell an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Anlage. Nur durch das hohe technische Verständnis auf Bauherrenseite und der offenen Kommunikation der verschiedenen Projektbeteiligten konnte eine optimale Lösung erreicht werden. Eine frühe Einbindung des potenziellen Anlagenbauers ermöglichte hier die Dimensionierung der Anlagenkomponenten nach den aktuellen technischen Vorgaben, unter

Berücksichtigung der technisch machbaren Grenzen. Hervorzuheben an dieser Vorgehensweise ist auch die Einbindung der Hochschulen (TH Esslingen und TH Nürnberg) im Zuge zweier Masterarbeiten. Speziell bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde so eine neutrale Instanz eingebunden, die eine weitere Sichtweise auf den Betrieb und den Unterhalt einer Anlage einbringen konnte.

Nur durch diese Teamarbeit war es möglich, dem Bauherrn eine optimale Anlage für die Zukunft an die Hand zu geben und bemerkenswerte Einsparungen zu sichern.



Das Projekt wurde beim Chillventa Award 2016 in der Kategorie „Klimatechnik“ mit dem ersten Preis ausgezeichnet. Auch 2018 wird es wieder einen Chillventa Award geben. Halten Sie schon 2017 Ausschau nach würdigen Projekten, die Sie einreichen können!



NH₃-Maschinensatz AMMON



Freon-Schraubenverbund SCREWPACK



CO₂-Kaskade POLAROX industrial
subkritisch gepumpt



Freon-Schraubenverbund SCREWPACK

Welches Konzept / Kältemittel ist das Richtige für Ihr Projekt?

Leistungsbereiche bis 5 MW.

- Hohe Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit bei **NH₃-Anlagen**
- Hochwertige, günstige Alternativen mit **Freon-Kältemitteln**
- Maximale Flexibilität bei **transkritischen CO₂-Maschinensätzen**
- Effizienter Anlagenbetrieb durch **CO₂-Kaskaden (subkritisch gepumpt)**
- Sichere Prozessregelung durch **Wurm-Regelelektronik**

www.teko-gmbh.com



CO₂-Maschinensatz ROXSTA industrial

Das größte Tiefkühlhochregallager der Welt

Aktives Brandvermeidungssystem bei Preferred Freezer Services

Katrin Strübe,
Wagner Group GmbH,
Langenhagen

Es sind Zahlen der Superlative: Drei Schutzbereiche mit 1,05 Mio m³ Volumen, 35 m hohe Regalsysteme, 117.000 Palettenstellplätze und ein Auftragsvolumen von mehr als 100 Mio US\$. Das automatisierte Tiefkühlhochregallager von Preferred Freezer Services im amerikanischen Richland, Washington State, ist das weltweit größte seiner Art. Im Juli 2015 in Betrieb genommen, werden dort etwa 900.000 t tiefgefrorene Lebensmittel pro Jahr – überwiegend Pommes Frites für den Markt an der Westküste – ein- und ausgelagert. Das Lager der Superlative wird mit einem aktiven Brandvermeidungssystem geschützt.

Das Tiefkühlhochregallager von Preferred Freezer Services ist in mehreren Punkten einzigartig. Allein die Bauweise ist für die USA ungewöhnlich: Im Land, in dem es an Platz nicht mangelt, sind Hochregallager eher selten, Tiefkühlhochregallager erst recht. Doch Preferred Freezer Services entschied sich ganz bewusst dafür, da diese Bauweise für den automatisierten Logistikprozess für die Warenlagerung und -verteilung die effizienteste und beste Lösung darstellt. Brandschutztechnisch stellen Lager dieser Größenordnung und Bauhöhe jedoch eine besondere Herausforderung dar.

Sprinkleranlage oder Feuerwehr – beides kommt nicht rechtzeitig an
Üblicherweise wird in den USA konventio-

nelle Sprinklertechnik verbaut. Bei Regalsystemen mit großen Höhen stoßen diese Systeme jedoch schnell an ihre Grenzen: Bei diesem Hochregallager mit über 35 m Höhe ist nicht gewährleistet, dass das Löschwasser im Brandfall auch am Brandherd ankommt. Denn bei stark verdichteten Lagern kann sich das Löschwasser innerhalb der Regalsysteme „verlieren“, ehe es das ausgebrochene Feuer erreicht. Selbst wenn im Falle einer rechtzeitigen Branddetektion und Sprinklerauslösung das Löschwasser in Gang kommt, wird dieses mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht die Brandquelle gezielt treffen: Die konstanten Luftbewegungen im Hochregallager würden dazu führen, dass das vertikal austretende Sprinklerwasser als Eiswasser verwirbelt wird. Eine weitere Op-

tion, dass die Feuerwehr einen möglichen Brand bekämpfen kann, wurde als nahezu unmöglich eingestuft. Die ca. 144 m langen Gassen und sehr hohen Regale sowie die dunkle, eiskalte Raumumgebung würden die Einsatzkräfte der Feuerwehr an ihre körperlichen und technischen Grenzen bringen. Die nutzungsbedingt sehr dichte Gebäudehülle beschränkt außerdem die Zugangsmöglichkeiten von außen.

Zu diesem Schluss kam das beauftragte Planungsbüro, das den Risikobericht erstellte, in dem insbesondere die enormen Dimensionen dieses Tiefkühlhochregallagers in Bezug auf die Standardmarktlösungen bewertet wurden. Für Preferred Freezer Services und seinen General Manager, Burnie Taylor, stellen beide Optionen eine unbefriedigende Lösung dar, zumal Erfahrungen zeigen, dass 50 bis 70 % der Schäden innerhalb eines Lagers durch gebohrte Wasserrohrleitungen von Sprinkleranlagen sowie undichte oder im laufenden Betrieb abgebrochene Sprinklerköpfe entstehen. „Unser Lager muss unter allen Umständen 24/7 in Betrieb sein. Unterbrechungen welcher Art auch immer können wir uns nicht erlauben“, erklärt Burnie Taylor. „Das Horrorszenario eines Brandes wäre nicht nur eine Bedrohung für das Unternehmen, es würde die gesamte Region empfindlich treffen.“ Kurz: Die Folgen für den Betreiber, die Mitarbeiter sowie für die gesamte Region um Richland herum wären katastrophal. Die Wahl für die bestgeeignete Brandschutzlösung fiel daher auf das aktive Brandvermeidungssystem „OxyReduct“ von Wagner (www.wagnergroup.com).



Preferred Freezer Services, US-Anbieter von Tiefkühllogistik für die Lebensmittelindustrie, setzt in Sachen Brandschutz auf Risikominimierung anstelle von Schadensregulierung.



Die logistisch effiziente Cladded-Rack-Bauweise ist in den USA noch nicht so weit verbreitet wie in Europa.



Als erstes Gebäude in den USA wird das Lager von Preferred Freezer Services mit „OxyReduct“-Technologie geschützt.

Brandrisiken minimieren, bevor sie entstehen

Die Brandvermeidungsanlage, die im Tiefkühlager von Preferred Freezer verbaut wurde, ist eine individuell auf die baulichen Gegebenheiten angepasste „OxyReduct Pressure Swing Adsorption“ (PSA)-Anlage. Ihr Prinzip basiert auf der Absenkung des Sauerstoffgehalts mittels kontrollierter Stickstoffzufuhr. Der festgesetzte Restsauerstoffanteil wurde anhand durchgeführter Brandversuche ermittelt und berücksichtigt die Entzündungsgrenzen der eingelagerten Waren, verpackt in versandfertigen Kartons, sowie die Minusgrade (-23 °C) im Lager. Zugrunde gelegt wurden hierzu die gemäß VdS-Richtlinien festgelegten Entzündungsgrenzen für Feststoffe.

Für das vollautomatisierte Tiefkühlager von Preferred Freezer Services wurde der Sauerstoffanteil auf 16 Vol.-% abgesenkt, sodass sich ein Brand faktisch nicht mehr entwickeln oder ausbreiten kann. Die PSA-Anlage generiert Stickstoff mit Hilfe von Aktivkohle direkt aus der Umgebungsluft. Hierzu wird die Luft in einen CMS-Behälter (engl.: Carbon Molecular Sieve) gedrückt, wo die Aktivkohle den enthaltenen Sauerstoff an sich bindet und ihn somit von den Stickstoffmolekülen trennt. Der freigesetzte Stickstoff kann dann in den Schutzbereich eingeleitet werden. Zur Kontrolle des Luftverhältnisses im Schutzbereich dienen die Sauerstoffsensoren der „OxyControl“-Steuerung. Diese stellen sicher, dass die Stickstoffzufuhr und der Sauerstoffgehalt im Schutzbereich optimal aufeinander abgestimmt sind und die Sauerstoffkonzentration permanent auf dem festgelegten Niveau gehalten wird.



thermofin
best answers - GERMANY

Look into the Future






Ihr Partner in der Großkältetechnik

- » individuelle Lösungen
- » zukunftsorientierte Technologien
- » umweltfreundliche Kältemittel



thermofin® begleitet
Ihren Erfolg!





thermofin GmbH • Am Windrad 1 • DE-08468 Heinsdorfergrund
www.thermofin.de • Telefon: +49 (0) 3765 3800-0

Abwärme aus industriellen Prozessen abführen

Effizienter Einsatz von Wasser als Kältemittel

Dr.-Ing. Jürgen Süß,
Dipl.-Ing. (FH) Florian Hanslik,
Efficient Energy GmbH,
Feldkirchen

In dem Beitrag wird ein Konzept vorgestellt, mit dem sich aus industriellen Prozessen die entstehende Abwärme sehr effizient an die Umgebung abführen lässt. In diversen Tests wurden unter realen Betriebsbedingungen bis zu 80 % der Energiekosten für die Kälteerzeugung eingespart und auch diese Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt und erläutert. Neben dem erheblichen Energieeinsparpotential ist ein weiterer Vorteil, dass die Kälteerzeugung, beziehungsweise der Transport der Abwärme durch die Maschine, ausschließlich mit reinem Wasser, also R718 als Kältemittel, erfolgt.

Weltweit müssen immer mehr Geräte und industrielle Prozesse gekühlt und Gebäude klimatisiert werden. Damit steigt der globale Stromverbrauch zur Deckung des Kühlbedarfs – und je weniger Energie jedes einzelne Kälte- und Klimaprodukt zum Betrieb benötigt, umso besser wird die Umwelteffizienz. Hinzu kommen die verschärfte F-Gase-Verordnung, nach der bis zum Jahr 2030 das CO₂-Äquivalent der F-Gase EU-weit um fast 80 % zu verringern ist, und die Öko-design-Richtlinie, die auch für Kälteanlagen Mindesteffizienzwerte vorsieht.

In den kommenden Jahren wird die derzeit klassische industrielle Wärmeabfuhr den gesetzlichen Normen und Richtlinien nicht mehr genügen. Kühlturmanwendungen bieten im betrachteten Temperaturbereich zwar eine effiziente Art der Rückkühlung,

aber aufgrund von Schwadenbildung und Legionellengefahr führen gesetzliche Auflagen zu hohen Kosten. Hinzu kommen Wasserverbrauch und -aufbereitung sowie die Begrenzung durch die Feuchtkugeltemperatur. Der Einsatz von Wasser als Kältemittel bietet hier eine zukunftsweisende und nachhaltige Alternative.

Die Idee, Wasser als Kältemittel einzusetzen, ist nicht neu. In Absorptionsprozessen – zunächst mit Schwefelsäure und später dann mit Lithiumbromid – wird dies bereits in bedeutendem industriellem Umfang umgesetzt. Dampfstrahlkälteerzeugung mit Wasser stellt hingegen eine Nischenanwendung dar und die Verwendung von Wasser als Kältemittel in Kompressionskälteanlagen ließ sich bisher nicht in einem Serienprodukt wirtschaftlich umsetzen.

Dies konnte nur durch ein komplett neues Verfahren und eine neue Technologie realisiert werden, die von der Efficient Energy GmbH entwickelt und mit dem „eChiller“ zur Serienreife gebracht wurde. Die Technologie des „eChillers“ weist im Leistungsbereich von 35 kW pro Maschine bis zu 80 % Energieersparnis gegenüber dem Stand der Technik auf. Im Folgenden wird der Kälteprozess mit Wasser, sowie die neuartige Technologie des „eChillers“ beschrieben, mit der die Verwendung von Wasser als Kältemittel für Kompressionskälteanlagen möglich gemacht wurde. Es werden sowohl Einsatzgebiete und Anwendungen, als auch die Leistungs- und Betriebsdaten aufgezeigt und mit Daten anhand von Referenzprojekten belegt.

Der Kälteprozess mit Wasser (R718) als Kältemittel

Herkömmliche Kaltwassersätze arbeiten üblicherweise mit fluorierten Kohlenwasserstoffen, die einen erheblichen Beitrag zum Treibhauseffekt leisten und daher zunehmend von der Gesetzgebung in ihrer Anwendung eingeschränkt werden.

Wasser als Kältemittel hat exzellente stoffliche und thermodynamische Eigenschaften, ist unkompliziert und leicht verfügbar. Wasser ist ein sehr stabiles Molekül, das weder ein Treibhaus- noch ein Ozonabbaupotenzial hat, und es ist die einzige chemische Verbindung auf der Erde, die in der Natur als Flüssigkeit, als Festkörper und als Gas vorkommt. Bei der Verwendung in einer Kälteanlage tritt es flüssig und gasförmig

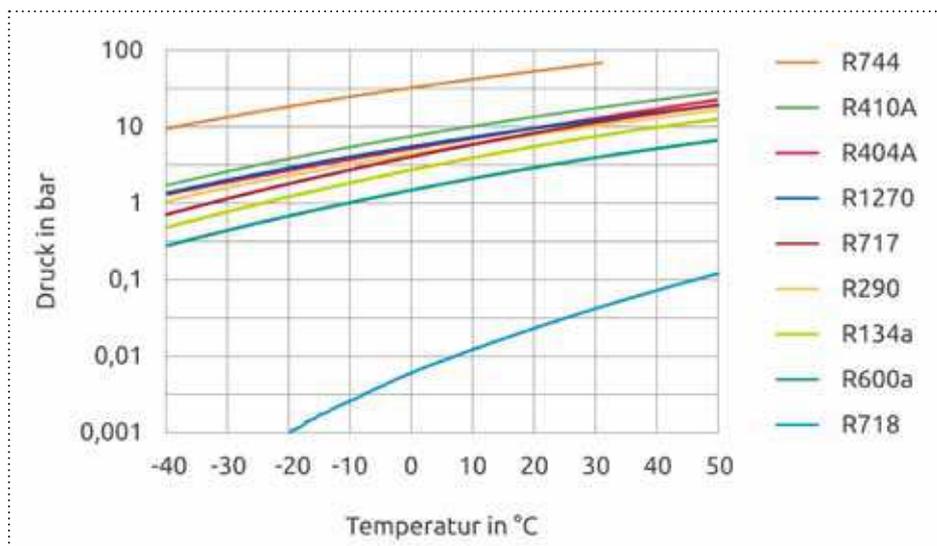


Abbildung 1: Dampfdruckkurven einiger Kältemittel

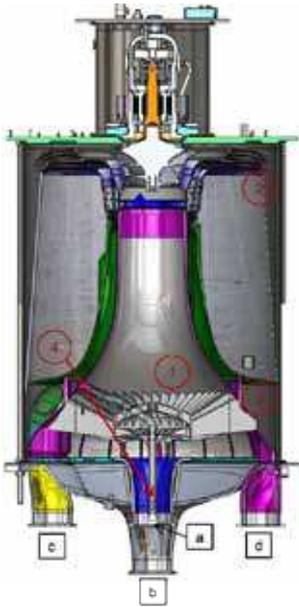


Abbildung 2: Querschnitt Kältemodul

auf, wobei der thermodynamische Kreisprozess im Vakuum stattfindet. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kaltwassersätzen wird das Kältemittel nicht durch Wärmeeintrag sondern durch Absenken des Systemdrucks auf Sattdampfdruckniveau zum Verdampfen gebracht. In Abbildung 1 ist die Dampfdruckkurve von Wasser im Vergleich zu traditionellen Kältemitteln dargestellt. Während CO_2 , also R744, die höchsten Drücke aller Kältemittel aufweist, liegt die Dampfdruckkurve von Wasser (R718) so, dass sich im üblichen Temperaturbereich für Kühlanwendungen Drücke zwischen 10 und 100 mbar ergeben. Die Anwendung von Wasser in Kompressionskälteanlagen unterhalb von 0°C wird in der Regel vermieden.

Neben dem Betrieb im Vakuum ist das Dichteverhältnis zwischen flüssigem Wasser und gasförmigem Wasserdampf bei den gegebenen Druckbedingungen eine weitere Herausforderung. Die Dichte von flüssigem Wasser beträgt 1000 kg/m^3 , die von Wasserdampf im Betriebsbereich der Anlage hingegen $20\text{-}100\text{ g/m}^3$. Das ist ein für die Kältetechnik sehr großes Verhältnis. Wegen der geringen Gasdichte muss das Verdichterkonzept so gewählt werden, dass keine Nachteile durch die geringe volumetrische Kälteleistung von Wasser oder durch zusätzliche Druckverluste beim Ansaugen durch den Verdichter entstehen. Daher wurden für den „eChiller“ neue Komponenten entwickelt, wie der hocheffiziente, elektronisch geregelte Turboverdichter und die besonders effizienten Verdampfer und Verflüssiger.

Technologie und Arbeitsweise des „eChillers“

Der „eChiller“ arbeitet mit der Direktverdampfung von Wasser in einem vakuumdichten System und geschlossenen Kreislauf, der über Plattenwärmeübertrager hydraulisch vom externen Kühl- und Kaltwasserkreis getrennt ist.

Die zentrale Bedeutung haben dabei die beiden identisch aufgebauten Kältemodule, von denen eines in Abbildung 2 dargestellt ist. In jedem Kältemodul wird der komplette thermodynamische Kreisprozess abgebildet.

Der Verdampfer und der Verflüssiger sind verschachtelt aufgebaut, um eine kompakte Bauweise erreichen zu können. Über den mittleren Stutzen (a) des Kältemoduls tritt das abzukühlende Kaltwasser mit einem Volumenstrom von ca. 2 l/s in den Verdampfer (1) ein. Hier herrscht ein Druck, der dem Sattdampfdruck der gewünschten Wasseraustrittstemperatur aus dem Verdampfer entspricht. Es wird so viel Wasser verdampft, bis sich das überhitzte Wasser nahezu auf die Sattdampf Temperatur abgekühlt hat. Das abgekühlte Kaltwasser wird nach unten

Mehr Schubkraft für die Kälte- und Klimatechnik



Als Europas Nr.1 im Bereich der Kühltaschen und Wärmeträgermedien sorgen wir mit unseren **TYFOXIT**- und **TYFOCOR**-Produkten für den zuverlässigen und langlebigen Betrieb von Klimaanlage, Kühlaggregate und Wärmepumpen. Qualität – made in Germany.



www.tyfo.de

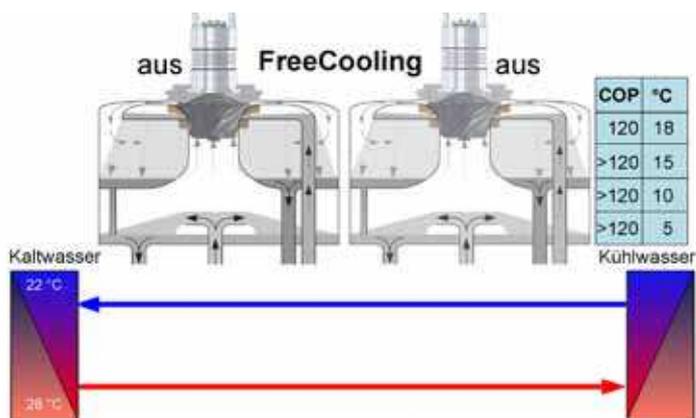


Abbildung 3: Betriebszustand FreeCooling

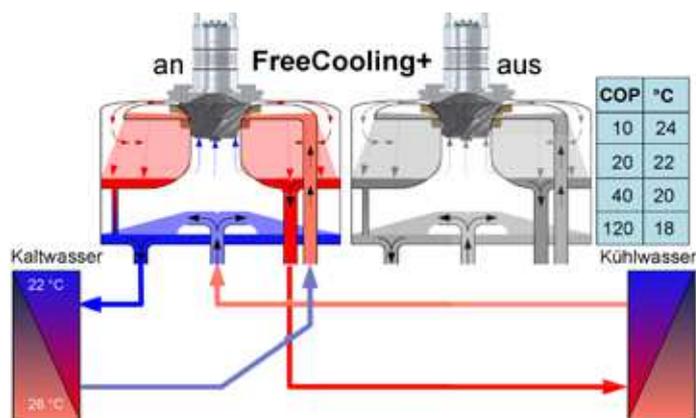


Abbildung 4: Betriebszustand FreeCooling+

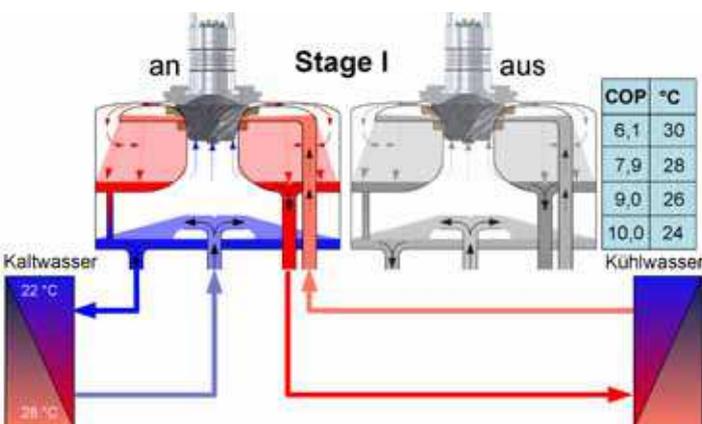


Abbildung 5: Betriebszustand Stage 1

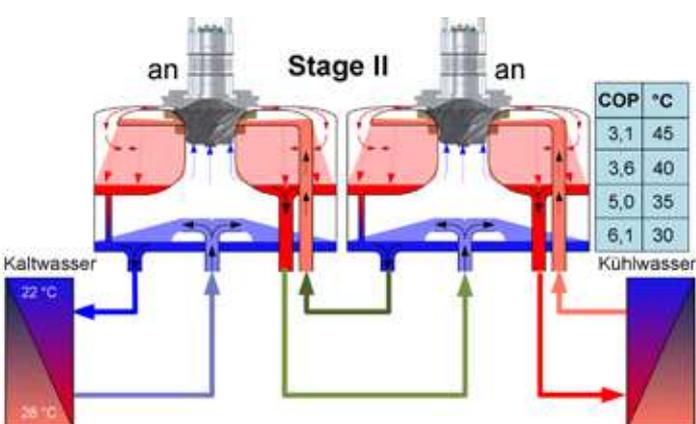


Abbildung 6: Betriebszustand Stage 2

aus dem Behälter geleitet (b). Die maximal entstandene Dampfmasse entspricht dabei etwa lediglich 1 % des umgewälzten Massenstroms an Kaltwasser.

Der entstandene Dampf wird durch den Turboverdichter angesaugt und auf ein höheres Druck- und Temperaturniveau gebracht. Das maximal erreichbare Druckverhältnis liegt derzeit durch die gewählte Drehzahlbegrenzung der Verdichter bei ca. 90.000 Umdrehungen pro Minute im Bereich von 3,5. Die Verdichtung beginnt ab ca. 40.000 Umdrehungen pro Minute mit einem Druckverhältnis von 1 und kann von dort bis zum maximalen Druckverhältnis stufenlos gesteigert werden.

Der verdichtete überhitzte Wasserdampf strömt in den Verflüssiger (2) ein und trifft dort auf das Kühlwasser. Das Kühlwasser wird dem Kältemodul ebenfalls von unten (c) zugeführt. Durch die spezielle Ausgestaltung des Verflüssigers wird erreicht, dass der Wasserdampf seine komplette Energie an das umlaufende Wasser abgeben kann (3) und so völlig auskondensiert. Das dadurch erwärmte Kühlwasser wird nach unten aus dem Kältemodul (d) abgeleitet.

Um den thermodynamischen Kreislauf zu schließen, wird die verdampfte Wasser-

menge aus dem Verflüssiger über das selbstregulierende Expansionsorgan (4) in den Verdampfer zurückgeführt, das ebenfalls ab einem Druckverhältnis von 1 an stufenlos bis zum vollen Druckverhältnis arbeiten kann. In Abhängigkeit der Wärmesenkentemperatur kann diesem Prozess das zweite Kältemodul als Kaskade nachgeschaltet werden. Der „eChiller“ kennt neben dem Standby-Modus vier unterschiedliche Betriebszustände (FreeCooling, FreeCooling PLUS, Stage 1 und Stage 2), die anhand der obenstehenden Abbildungen näher beschrieben werden.

Die vier dargestellten Betriebszustände beziehen sich alle auf den Nennarbeitspunkt, Kaltwasserein- und -austritt sind dann 28°C/22°C und die Kälteleistung beträgt 35 kW. Die resultierenden COP-Werte werden jeweils bei Vollast in Abhängigkeit der Kühlwassereintrittstemperatur angegeben. Im reinen FreeCooling-Zustand kann das gewünschte Kaltwasser bis zu einer Kühlwassereintrittstemperatur von 18°C ohne Verdichterarbeit bereitgestellt werden. Die 4 K Temperaturdifferenz zwischen Kühlwassereintritts- und Kaltwasseraustrittstemperatur resultieren aus den Übertragungsverlusten in den Plattenwärmeübertragern. Steigt die Kühlwassereintrittstemperatur

über 18°C, schaltet der „eChiller“ automatisch in den Betriebszustand FreeCooling PLUS. Dabei wird zunächst nur die erste Verdichterstufe aktiviert. Im Gegensatz zum herkömmlichen Stage 1-Zustand wird in diesem Sonderzustand das bereitgestellte Kühlwasser auf die gewünschte Kaltwasseraustrittstemperatur abgekühlt. Das eintretende Kaltwasser (28°C) wird erwärmt und an die Wärmesenke abgegeben. Dadurch muss nicht die komplette Kälteleistung durch Verdichterarbeit erzeugt werden und folglich ergeben sich vergleichsweise hohe COP-Werte. Bei einer Kühlwassereintrittstemperatur von 24°C wechselt die Anlage in den herkömmlichen Stage 1-Zustand. Hier wird die komplette Kälteleistung durch Verdichterarbeit erzeugt. Die Verdichterdrehzahl richtet sich jeweils nach der Kühlwassereintrittstemperatur. Sobald die Kühlwassereintrittstemperatur 30°C übersteigt, reicht der Druckhub der ersten Verdichterstufe nicht länger aus, um die erforderliche Temperaturerhöhung zu erzeugen und es wird in den Stage 2-Zustand geschaltet. Verdichterstufe 2 wird aktiviert. Wie in den Abbildungen 3 bis 6 zu erkennen ist, sinkt der COP mit steigender Kühlwassereintrittstemperatur stetig. Das

hängt mit der direkten Abhängigkeit der Drehzahl zur Kühlwassertemperatur und dem damit höheren elektrischen Energiebedarf zusammen. Der modulare Aufbau des Systems erlaubt es, durch die dargestellte Verschaltung der Kältemodule sowohl in Abhängigkeit der inneren Wärmelast als auch der Außentemperatur nur die Anlagenteile zu betreiben, die notwendig sind, um die jeweils geforderte Kälteleistung zu erbringen. Dadurch wird gewährleistet, dass die Maschine immer im optimalen Arbeitsbereich und somit mit dem minimal notwendigen Energieaufwand betrieben wird.

Einsatzgebiet und Anwendung

Diese vorgestellte Technologie ist ideal geeignet für alle Anwendungen, die ganzjährig einen konstanten Kühlbedarf haben. Besonders geeignet ist der „eChiller“ für die IT-Kühlung von Serverräumen, sowie in der Prozesskühlung in der Industrie (Abwärme Kunststoffspritzguss, Zerspanende Bearbeitungszentren, Chemische Prozesse, Bioreaktoren). Weitere Bereiche sind die Gebäudeklimatisierung (Betonkernaktivierung, Kühldecken und Zuluftanlagen) sowie der Lebensmittelbereich (CO₂-Kaskade). Die Betriebsgrenzen des „eChillers“ sind in Abbildung 7 dargestellt.

DMK Deutsches Milchkontor GmbH – Der erste „eChiller“ im Dauertest

Seit Ende 2014 wird beim DMK Deutsches Milchkontor GmbH der „eChiller“ am Standort Seckenhausen bei Bremen dazu eingesetzt, die Abwärme eines Serverraums über einen luftgekühlten Trockenkühler an die Umgebung abzuführen. Der Kühlbedarf der Anwendung beträgt über das Jahr konstant ca. 25 kW und die Kaltgangtemperatur soll in einem Bereich zwischen 25 und 26 °C gehalten werden. Wie bei derartigen Anwendungen üblich, ist auch hier eine Redundanz in Form einer Kälteanlage mit R410A und Freikühlung installiert.

Daher bestand die Möglichkeit des direkten energetischen Vergleichs der beiden Maschinen, die über den gesamten Versuchszeitraum parallel betrieben wurden. Eine Einschätzung des Einflusses unterschiedlicher klimatischer Bedingungen auf den jeweiligen Energieverbrauch war somit möglich.

Im Jahr 2015 wurden vom dort installierten „eChiller“ insgesamt über 170 MWh Kälteleistung bereitgestellt. Die über das gesamte

Jahr gemittelte Kälteleistungszahl betrug ungefähr 14 kWh Nutzen/kWh Aufwand und lag damit um den Faktor 3 bis 4 höher im Vergleich zu der am selben Standort installierten Redundanzanlage.

Nachfolgend findet sich in Abbildung 8 die Gegenüberstellung der in jedem Monat erzeugten Kälteleistungen der beiden installierten Anlagen.

Der Einsatz des „eChillers“ führte im Jahr 2015 damit zu einer signifikanten Stromersparnis von etwa 50.000 kWh bzw. einer Stromkostensparnis von ca. 7000 Euro oder einer Verringerung des CO₂-Emissionsäquivalents von ca. 31 t CO₂.

Ein Erfolg, der dazu motivierte, im August 2015 einen weiteren „eChiller“ am selben Standort in einem weiteren Rechenzentrum in Betrieb zu nehmen. Auch für diesen Serverraum wurde eine 100-%ige Redundanz in Form einer Standardkälteanlage installiert.

Temperierung eines Spritzgusswerkzeugs für Kunststoff

Im zweiten Referenzprojekt geht es um die Kühlung eines Werkzeugs in der Spritzgussindustrie am Standort Mannheim, bei dem folgende Spezifikationen erfüllt werden sollen:

- Geforderte Kälteleistung: 70 kW konstant
- Massenstrom Kaltwasser: 2,8 kg/s
- Werkzeugeintritt: 25 °C
- Werkzeugaustritt: 28 °C
- Wärmesenke: Trockenkühler

Die sich dazu ergebende Betriebscharakteristik ist in Abbildung 9 dargestellt.

Es ist dabei notwendig, zwei „eChiller“-Modelle zu installieren, wobei es wegen der Leistungsfähigkeit der eingesetzten Plattenwärmeüber ausreichend ist, über 5640 Stunden des Jahres lediglich eine der Anlage zu betreiben, die im Freikühlmodus läuft.

Diese Maschine entfernt dann mit einem Energieaufwand von lediglich 300 W die 70 kW Abwärme aus dem Spritzgusswerkzeug und hat damit einen COP-Wert von über 230, was für den Freikühlbetrieb ein üblicher Wert ist. Die zweite Anlage ist während dieser Zeit nicht in Betrieb.

Die übrige Zeit des Jahres, also circa 3135 Stunden, würde über jede der beiden „eChiller“ eine Abwärmemenge von 35 kW, also in der Summe die geforderten 70, aus dem Werkzeug entfernt.

Beide Anlagen laufen je nach Umgebungstemperatur wie bereits beschrieben im einstufigen oder zweistufigen Betrieb. In diesem Zeitraum erreichen die Anlagen zusammen einen durchschnittlichen COP-Wert über 23, da die durchschnittliche Leistungsaufnahme je Maschine etwa 3 kW beträgt.

Über ein gesamtes Jahr betrachtet, ist damit die gesamte Wärmeabfuhr von 610 MWh mit einem über das Jahr gemittelten COP von nahezu 160 zu erreichen, wobei die erforderliche elektrische Leistungsaufnahme der beiden Maschinen bei ca. 17 MWh liegt.

Schlussfolgerungen

Wasser (R718) als Kältemittel ist als Idee nicht neu, aber die erfolgreiche Umsetzung, auf die hier eingegangen wurde, ist in diesem

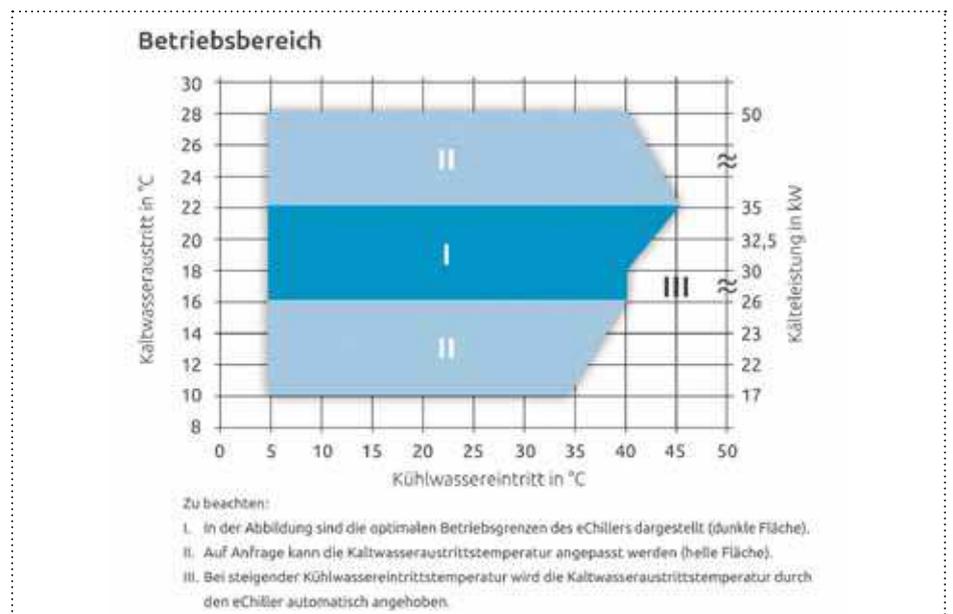


Abbildung 7: Betriebsgrenzen

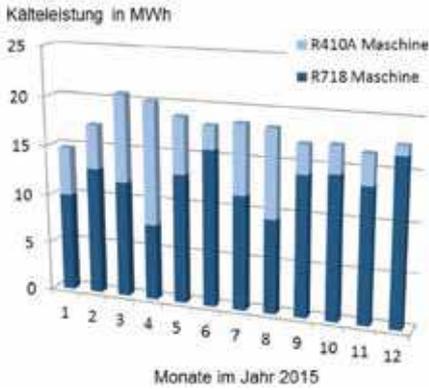


Abbildung 8: Kälteleistung des „eChillers“ pro Monat im Vergleich zur Redundanzanlage im Jahr 2015

Anwendungs- und Leistungsbereich von 35 kW pro Maschine einzigartig und weist ein großes wirtschaftliches Potential auf. Die Technologie basiert auf dem Kaltdampfprozess in einem geschlossenen Kreislauf. Dieser Prozess findet anforderungsbezogen in einem Vakuum bei niedrigen Drücken zwischen ca. 10 und ca. 100 mbar und damit in einem Temperaturbereich zwischen ca. 5 °C und ca. 50 °C statt. Für dieses Verfahren mussten nahezu alle Komponenten neu entwickelt beziehungsweise qualifiziert werden. Kernstück der Entwicklung sind der

hocheffiziente, elektronisch geregelte Turboverdichter und der Verdampfer bzw. Verflüssiger, die jeweils in zwei baugleichen Modulen integriert sind. Der Betriebszustand und damit die elektrische Leistungsaufnahme hängen direkt von der bereitgestellten Kühlwassertemperatur ab.

Dabei ist zu beachten, dass das Verdichtungsverhältnis und damit die Temperaturerhöhung durch das System immer nur so groß sein muss, wie es erforderlich ist, um den Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und -senke sowie Wärmeübertragungsverluste zu überwinden, damit die Abgabe der Kälteleistung an die Wärmesenke erfolgen kann. Ab einer Kühlwassertemperatur von unterhalb 18 °C ist kein Betrieb der Verdichter notwendig, um die Abwärme an die Umgebung abführen zu können, wenn die zu erzeugende Kaltwassertemperatur bei 22 °C liegt.



Das Projekt „DMK Deutsches Milchkontor GmbH“ wurde beim Chillventa Award 2016 in der Kategorie „Klimatechnik“ eingereicht und schaffte es auf die Short-List der Jury. Auch 2018 wird es wieder einen Chillventa Award geben. Halten Sie schon 2017 Ausschau nach würdigen Projekten, die Sie einreichen können!

Die Maschine erzielt aufgrund der intelligenten Verschaltung der einzelnen Module und einer optimierten freien Kühlung hohe Wirkungsgrade und Arbeitszahlen. Die Leistungsdaten sowie die Zuverlässigkeit des „eChillers“ konnten in bislang mehr als 260 Betriebsmonaten nachgewiesen werden. Resultierend aus dieser Laufzeit wurden Stand April 2017 mehr als 280.000 Euro Stromkosten oder 1120 t CO₂-Äquivalent eingespart. Des Weiteren wurden die Leistungsdaten des „eChillers“ auch auf Prüfständen namhafter Kälteanlagenhersteller in Dänemark und Italien sowie vom TÜV Süd nachgemessen und erfolgreich bestätigt.

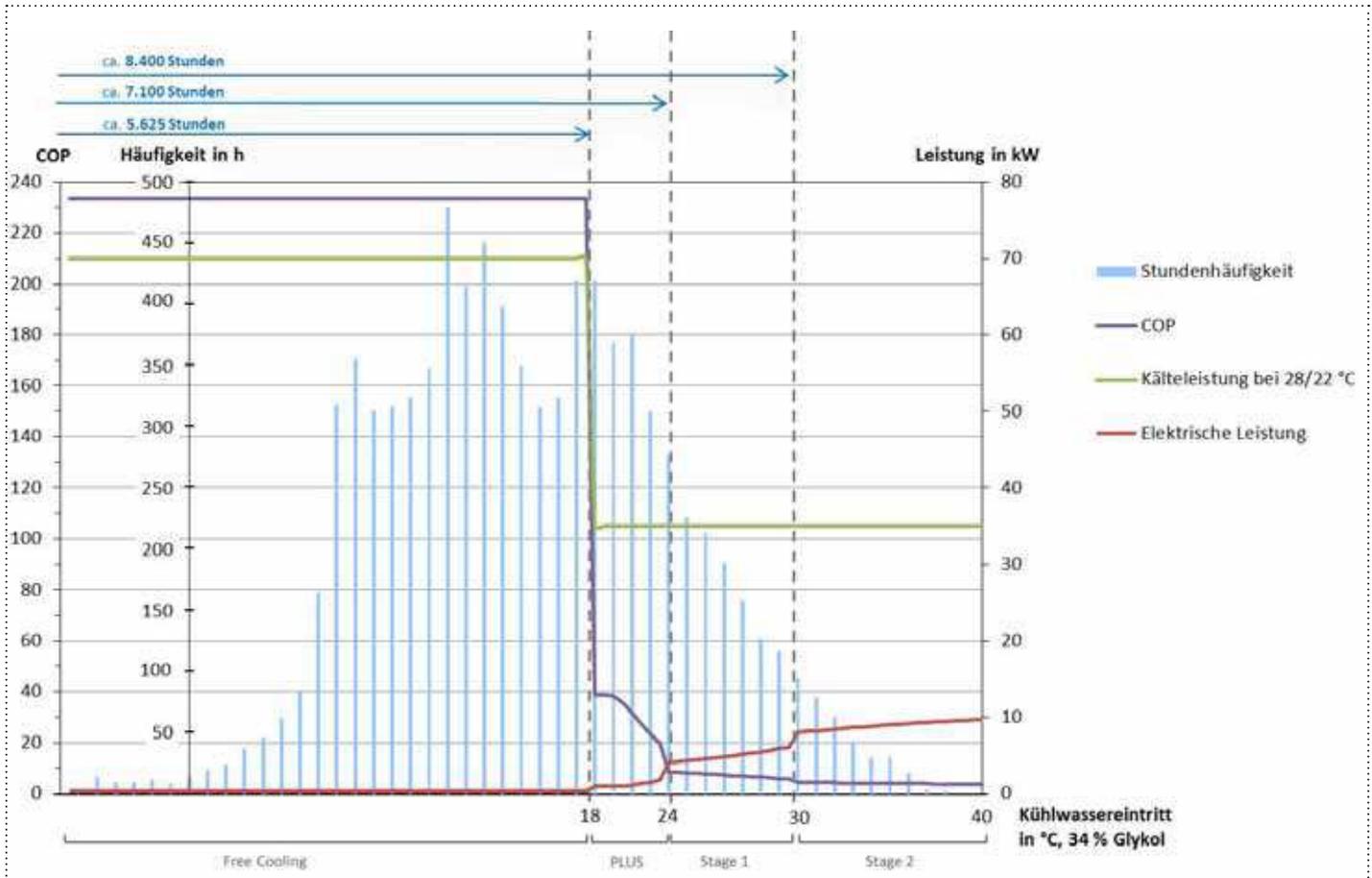


Abbildung 9: Betriebscharakteristik eines der beiden „eChiller“ zur Kühlung eines Spritzgusswerkzeugs für Kunststoff

98.000 Liter Wärmeträger im Einsatz

Shared Fresh Center von XPO/Albert Heijn

*Delphine Martin,
European Marketing Manager,
Climalife*

Das Shared Fresh Center von Albert Heijn in Nieuwegein ist mit einer Fläche von fast 42.000 m² eines der größten Distributionszentren von Frischprodukten in den Niederlanden. Im Gebäude muss eine konstante Temperatur zwischen 0 und 2 °C eingehalten werden. Zum Einsatz kommt ein indirektes System, mit NH₃ als Kältemittel und „Temper -20“ als Wärmeträger für den Kälte transfer.

Für alle beteiligten Seiten war das Projekt Shared Fresh Center von Albert Heijn in Nieuwegein eine wahre Herkulesaufgabe. Im Januar 2014 kontaktierte der Unternehmer Pleijsier Bouw zum ersten Mal das Unternehmen Voets & Donkers, da er nach einer Lösung suchte, um die Luft im Shared Fresh Center konstant auf einer Temperatur zwischen 0 und 2 °C zu halten. In Anbetracht der zahlreichen logistischen Vorgänge, die dort täglich abgewickelt werden, war das keine einfache Aufgabe. Das dort arbeitende Personal, die verschiedenen Wege der Gabelstapler und dort geparkte Lkws waren nur einige der Faktoren, die Einfluss auf die Umgebungstemperaturen haben. Erschwerend kam hinzu, dass der Raum auf Höhe der Decke sehr begrenzt war, weshalb die Installation von Standard-Kühlgeräten nicht möglich war.

Zusammenarbeit von Voets & Donkers/Climalife

Voets & Donkers (www.voetsdonkers.nl), ein niederländischer Kältefachbetrieb spezialisiert auf die Entwicklung, Produktion und Konzeption von Kühl- und Luftaufbereitungsanlagen, übernahm dieses Projekt und erstellte sämtliche Zeichnungen in 3D. Während der Konzeptionsphase nahm der Geschäftsführer Marc Voets schnell Kontakt mit John Fischer auf, dem Vertriebsleiter von Climalife (<http://de.climalife.dehon.com>), um denkbare Lösungen zu besprechen. Nach einer Studie schlug Climalife ein indirektes System vor, mit NH₃ als Kältemittel und „Temper -20“ als Wärmeträger für den Kälte transfer. Der Kunde entschied sich aufgrund der guten Zusammenarbeit in den letzten Jahren und der Betreuung während des Projektes für Climalife.



Die Wahl für eine umweltfreundliche Lösung

Eine Kühlanlage muss effizient sein, aber gleichzeitig natürlich auch nachhaltig. Um dieses Ziel zu erfüllen, wurden EC-Ventilatoren mit einstellbarer Drehzahl eingebaut. Im Frühling, im Herbst und im Winter ist die Drehzahl nicht so hoch, nur bei höheren Temperaturen. Diese Art von Betrieb führt zu beträchtlichen Energieeinsparungen. Es wurden mehr als 1000 Ventilatoren dieser Art eingebaut. Außerdem wurden für dieses Projekt ausschließlich natürliche Produkte verwendet. Die Projektverantwortlichen entschieden sich für NH₃ als Kältemittel und für „Temper“ als Wärmeträger. Temper ist ein gebrauchsfertiger Wärmeträger auf Basis von Acetat und Kaliumformiat, ungiftig, mit einer schwachen Viskosität und gut biologisch abbaubar. Dieses Produkt enthält außerdem besondere Korrosionsschutzinhibitoren, welche die Kreisläufe langfristig schützen. Am Ende wurden für diese Arbeiten 98.000 l „Temper“ mit einem Frostschutz von -20 °C verwendet.

Mittlerweile wurde das neue Distributionszentrum in Betrieb genommen und sowohl der Betreiber als auch Voets & Donkers und Climalife sind sehr zufrieden mit dem Resultat und der gut funktionierenden engen Zusammenarbeit zwischen allen Projektbeteiligten. (Quelle: Climalife Contact #10)

Shared Fresh Center de XPO AH Nieuwegein

Fläche: 40.000 m³

Temperatur: 0 bis 2 °C

Kältemittel: Ammoniak 2 x 500 kg

Wärmeträger: „Temper -20“ : 98.000 Liter

Kälteleistung: 2,8 MW

Antriebsleistung: 4 x 250 kW, frequenzgeregelt

Pumpenleistung: 3 x 75 kW, frequenzgeregelt/Redundanz von 50 %

Anzahl der Kühlgeräte: 201

Ventilatoren: 1042 Gleichstrommotoren (EC)

mit einstellbarer Drehzahl

Innovationstreiber Energieeffizienz

Kältetechnik im Aufbruch

Jörn Stiegelmeier,
Leiter Technologie und Entwicklung,
ENGIE Refrigeration,
Lindau

Wie sieht die Kältetechnik von morgen aus? Worin liegen in Zukunft die Herausforderungen für die Branche? Nach wie vor spielen die Themen Nachhaltigkeit und Energieeffizienz die herausragende Rolle. Das wird sich auch in den kommenden Jahren nicht ändern.

In der Kältetechnik sind fortlaufende Innovationen von höchster Relevanz. Das hat mehrere Gründe: Zum einen müssen die Emissionen, die bei der Kälteerzeugung entstehen, weiterhin reduziert werden. Dank F-Gase-Verordnung und Ökodesign-Richtlinie sind die Anforderungen vom Gesetzgeber klar festgelegt. Es wird allerdings noch Jahre dauern, bis alle alten Geräte ausgetauscht sind. Zum anderen steigt der Bedarf an Kälte kontinuierlich: 16 % des Stromverbrauchs in Deutschland fließen in die Kälteerzeugung. Allein in den vergangenen elf Jahren ist der Energieverbrauch für kältetechnische Prozesse um 24 % angestiegen. Gleichzeitig sind die Kunden in zunehmendem Maße daran interessiert, Energie und damit Kosten zu sparen. Das heißt, wir brauchen Innovationen, die eine effiziente und nachhaltige Kälteerzeugung ermöglichen und dabei gleichzeitig den erhöhten Bedarf decken.

„Grüne Kälte“ punktet

Die Energiewende und das Bestreben nachhaltiger zu wirtschaften sind derzeit für viele Branchen Innovationstreiber – auch für die Kälteindustrie. ENGIE Refrigeration (www.engie-refrigeration.de) hat in den vergangenen Jahren immer mehr Kältemaschinen auf den Markt gebracht, die mit „grüner Kälte“ punkten, etwa den „Quantum G“, der mit dem umweltfreundlichen Kältemittel R1234ze betrieben wird und gleichzeitig überaus effizient ist. Auch der mit dem natürlichen Kältemittel Ammoniak befüllte „Amonum“ ist im Betrieb sehr wirtschaftlich und dabei zu 100 % klimaneutral.

Entscheidend: das Kältemittel

Das verwendete Kältemittel spielt eine entscheidende Rolle beim Thema Nachhaltigkeit. Wichtig ist dabei der GWP-Wert, also das Global Warming Potential, eines Kältemittels.

Je niedriger dieser Wert ist, desto besser ist die Klimaverträglichkeit. Die Kältemittel, die ENGIE Refrigeration für seine Kälteanlagen „Quantum G“ und „Amonum“ benutzt, haben beide einen sehr niedrigen GWP-Wert: Bei R1234ze liegt er unter 1, bei Ammoniak bei 0.

Energieeffizienz auch in Teillast

Neben dem Kältemittel ist die Energieeffizienz einer Kältemaschine wichtig. Das umweltfreundlichste Kältemittel nutzt wenig, wenn die Kältemaschine unverhältnismäßig viel Strom verbraucht. Besonders relevant ist die Effizienz im Teillastbetrieb. Denn aufgrund der schwankenden Außentemperaturen arbeiten Kältemaschinen nur wenige Stunden im Jahr unter Vollastbedingungen, jedoch sehr viele Stunden im Teillastbetrieb. Der „Quantum“ ist im Teillastbetrieb besonders effizient. Alle Berechnungen beweisen, dass sich dadurch die vergleichsweise ho-



„Quantum A“ mit freier Kühlung. Hier ist eine solche Kältemaschine auf dem neuen Teststand von ENGIE Refrigeration in Lindau zu sehen.



Der „Quantum G“ wird mit dem umweltfreundlichen Kältemittel R1234ze betrieben und ist auch als Containerlösung erhältlich, wie hier zu sehen.

hen Investitionskosten für die Kältemaschine schnell amortisieren: nach etwa viereinhalb Jahren beim Einsatz zur Klimatisierung und bereits nach zwei Jahren bei der Prozesskühlung. Bei der Lebenszeit einer Kältemaschine von etwa 15 Jahren kann der Betreiber Betriebskosteneinsparungen erzielen, welche die Investitionskosten um ein Vielfaches übersteigen. Besonders zukunftsorientiert ist der luftgekühlte „Quantum A“ mit integrierter Freikühlung. Diese Kältemaschine kann im Teillastbetrieb bei niedrigen Außentemperaturen Kälteleistung bereitstellen, ohne dass der Verdichter in Betrieb ist. Die Freikühlmodule sind direkt in die Verflüssigermodule integriert und müssen so nicht als separate Einheit bereitgestellt werden – ein und derselbe Ventilator ermöglicht den Freikühl- und den normalen Kältemaschinenbetrieb. Der Betreiber spart Investitionskosten und Platz. Nicht zuletzt sinkt der Stromverbrauch drastisch. Ein klarer Trend geht auch zu energieeffizienten Lösungen, die gleichzeitig Kälte und Wärme liefern können, zum Beispiel Kältemaschinen mit Doppelkondensatoren. Diese nutzen die Abwärme der Kälteerzeugung zur Wärmerückgewinnung, etwa um Brauchwasser zu erwärmen.

District Cooling

In den kommenden Jahren wird auch die zentralisierte Kälteerzeugung in Fern- bzw. Nahkältenetzen immer wichtiger werden; Stichwort District Cooling. Kältespeicher dienen hier zur Entlastung der Stromnetze und können auch die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung maßgeblich voranbringen. Durch diese Netze werden mehrere Verbraucher durch ein weit verzweigtes Rohrleitungssystem mit Kälteleistung versorgt, die in einer Kältezentrale erzeugt wird. Beim Verbraucher ist in der Regel lediglich eine Übergabestation installiert. Durch ihre hohe thermische

Speicherkapazität können Fern- und Nahkältenetze besonders effizient in ein Smart Grid – ein intelligentes Stromnetz, welches

das Zusammenspiel von Energieangebot und -nachfrage reguliert – integriert und dort betrieben werden.

Digitalisierung bestimmt die Zukunft

Neben Nachhaltigkeit und Energieeffizienz ist die Digitalisierung ein wichtiger Innovationstreiber: Auch die Kälteindustrie muss Schritt halten und mit Smart-Grid-Komponenten auf die Anforderungen des Marktes reagieren. Mit der Digitalisierung gehen zudem auch neue Einsatzmöglichkeiten für Kältemaschinen einher, etwa in immer größeren Rechenzentren.

WITT

Partner für Kältefachfirmen

Teil Ihres TEAMS!

- Anlegung und Beratung für wirtschaftlich durchdachte Lösungen
- Über 120 Jahre Erfahrung mit Kälteanlagen und natürlichen Kältemitteln
- Unterstützung vom Beginn bis Ende Ihrer Projekte

TH WITT Kältemaschinenfabrik GmbH

Löhndorfer Str. • 51071 Aachen
 ☎ 0241 1 82 08-0
 ☎ 0241 1 82 08-490
 info@th-witt.com

www.th-witt.com

Kongeniale Kühlung für ein Rechengenie

Turbokältemaschine für Rechenzentrum der TU Darmstadt

Sonja Spudat,
Carrier Klimatechnik GmbH,
Ismaning

Die TU Darmstadt ist seit kurzem Standort eines der 100 schnellsten Hochleistungsrechner in Europa. Das Rechengenie steht den Wissenschaftlern aller hessischen Universitäten für ihre Forschungsarbeit zur Verfügung. Auf dem Campusgelände an der Lichtwiese bekam der Rechner ein eigenes Gebäude, ausgestattet mit einem hoch effizienten, Glykol-freien Klimasystem, einer Kombination aus Freier Kühlung und „gleitender Ergänzung“ durch eine Turbokältemaschine.

Der von IBM gelieferte Lichtenberg-Hochleistungsrechner schafft die unglaubliche Zahl von 4,2 Billionen Rechenoperationen in einer Sekunde und ist so flexibel aufgebaut, dass er für unterschiedlichste Programme, Simulationen und Berechnungen die passende Architektur bereit hält. „Da die typische Lebensdauer – insbesondere von komplexen Ingenieursanwendungen – mehrere Rechnergenerationen umfasst, ist diese Nachhaltigkeit heute wichtig“, heißt es in einer Pressemeldung der TU Darmstadt.

Intelligentes Klimakonzept

Die Generalplanung für das Rechnergebäude und die TGA wurden im Auftrag der TU Darmstadt von der heutigen IPF Engineering GmbH/SWJ-Gruppe in enger Zusammenarbeit mit IBM als Hersteller des Rechners entwickelt. Vorgabe war, keine wasserschädigenden Stoffe im Kühlsystem zu verwenden und so lange wie möglich mit Freier Kühlung zu arbeiten. Entstanden ist ein raffiniertes Zusammenspiel von Freier Kühlung, dem „iDataplex“-Kühlsystem von

IBM und einer Carrier-Turbokältemaschine vom Typ „19XRV“ mit 1,7 MW Kälteleistung und Drehzahlregelung über Frequenzumrichter mit aktiven Gleichrichtern, die sich bei Bedarf „gleitend“ in den Prozess einfügt.

Priorität Freie Kühlung

Die Rechnermodule sind mit dem „iDataplex“-Gehäuse ausgestattet, das wassergekühlte Rücktüren beinhaltet. Das Kaltwasser für dieses System kommt primär vom geschlossenen Freikühler. Die Kaltwassertemperatur von 17 °C/ 23 °C stellt sicher,

- › dass die kalte Luft über die Serverracks einen genügend großen Abstand zum Taupunkt hat und damit ein trockener Wärmeaustausch sichergestellt ist,
- › dass möglichst lange mit freier Kühlung gearbeitet werden kann (mindestens 8000 Betriebsstunden pro Jahr), und
- › dass bei Zuschalten der Turbokältemaschine eine sehr hohe Effizienz der mechanischen Kälteerzeugung erreicht wird.

Das IBM-Kühlsystem ist über Monitoring mit der Gebäudeleittechnik verbunden, so dass auf etwaige Störungen sehr schnell reagiert werden kann. Die vom Deutschen Wetterdienst in Offenbach gemessene Jahresmittel-Außentemperatur für Hessen liegt bei 9,9 °C. Die Kälteanlage schaltet bei einer Außentemperatur von ≤ 18 °C zu 100 % in Freikühlbetrieb.

Kältemaschine mit Frequenzumrichter

Wenn die Freie Kühlung für die Kälteversorgung nicht mehr ausreicht, wird sie durch die nachgeschaltete Turbokältemaschine unterstützt. Da diese auch Teillasten bis 10 %



Carrier-Turbokältemaschine



Der Rechneraum der TU Darmstadt

sicher und effizient fahren kann, geschieht dies nahezu übergangslos. Der Freikühler übernimmt dann auch in Doppelfunktion die Rückkühlung der Kältemaschine.

Die „19XRV“-Turbokältemaschine von Carrier (www.carrier.de) zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus – im Teillastbetrieb erreicht sie einen EER von über 13. Die Rückwirkungen des Frequenzumformers, der eingangsseitig mit IGBTs ausgerüstet ist, auf Netz liegen bei der gewählten Technologie bei unter 5 %. Zum Vergleich: Übliche Gleichrichter weisen eine „Netzverschmutzung“ durch harmonische Oberwellen von ca. 40 % auf. Außerdem erlaubt der Frequenzumformer eine Reduzierung des Anlaufstroms weit unter den Betriebsstrom. Auch dies vermindert die Belastung des Stromnetzes und seiner Komponenten. Durch den Einsatz dieser innovativen IT und der Kühlsystemkomponenten wird nachweislich ein PUE von 1,2 erreicht.

Der halbhermetische Kompressor und der an der Maschine aufgebaute und bereits fertig verdrahtete Frequenzrichter sind kältemittelgekühlt. Ihre Abwärme wird direkt über den Kühlkreislauf wieder abgeführt.

Sicherheit vor Frost und Störungen

Der berieselte Freikühler ist leicht schräg aufgestellt. Bei Frostgefahr oder Stromausfall kann das Wasser innerhalb von weniger als 40 Sekunden in den im Gebäude frost-

frei aufgestellten Funktionsbehälter entleert werden. Eine Ausgleichsleitung zwischen Funktionsbehälter und Freikühler sorgt dafür, dass in einem solchen Fall die durch das nach unten strömende Wasser verdrängte Luft in den Freikühler „ausbläst“. Eine motorgetriebene Jalousie am Rückkühler wird bei tiefen Umgebungstemperaturen zur Temperaturregelung eingesetzt, damit selbst bei extrem niedrigen Außentemperaturen die Kaltwassertemperatur für das Rechenzentrum sichergestellt ist.

Der 18 m³ fassende Pufferspeicher erlaubt den Betrieb der Anlage über ca. eine halbe Stunde ohne Kälteerzeugung, so dass im Notfall alle Systeme problemlos heruntergefahren werden können, ohne einen Verlust von Daten zu riskieren.

Auf die Zukunft ausgerichtet

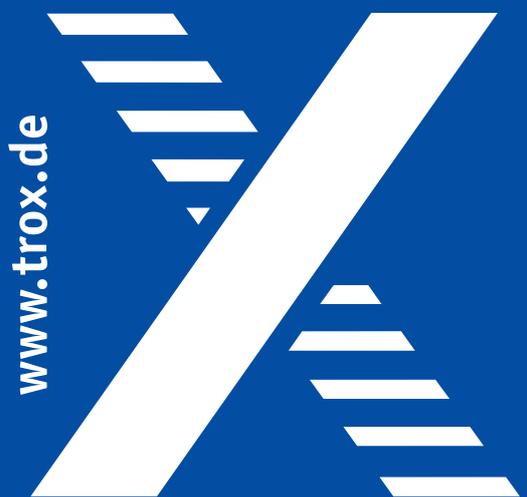
Das Gesamtkonzept für den Hochleistungsrechner, das der TU Darmstadt den Sieg in der Ausschreibung des Bundes eintrug, war nicht nur gründlich und bis ins kleinste Detail geplant, sondern auch langfristig angelegt. Immer mehr lösen Simulationen die experimentelle Forschung ab, was ständig steigende Rechnerleistungen erfordert. Darum wurden IBM-Rechner mit kleinem foot print – viel Rechenleistung auf wenig Platz – ausgewählt, das Gebäude erlaubt eine Erweiterung der Rechnerarchitektur und auch das Energiekonzept ist auf zukünftige Anforderungen ausgerichtet.

Bis zu 60% sparen.

Der Ersparnis-Rechner zeigt's:



- www.trox.de/lcc
- Volumenstrom eingeben, Ersparnis ablesen
- TROX kontaktieren



TROX® TECHNIK
The art of handling air



Einbringung der „ROXSTaindustrial“-Kältemaschine

Grüne Kühlung für grüne Ware

CO₂-Kältemaschine zur Lagerkühlung

*Matthias Bethke,
Key Account Manager Industriekälte,
TEKO Gesellschaft für Kältetechnik mbH,
Altenstadt*

Der Gemüsebaubetrieb Steegmüller in der Pfalz rüstete im Frühjahr 2016 seine Lagerkapazitäten von fünf auf insgesamt elf Kühllagerräume auf. Der Betreiber entschied sich bei der damit einhergehenden Erweiterung der Kälteanlage für eine Kältemaschine mit dem Kältemittel CO₂ – eine Entscheidung, bei der gleichermaßen ökologische wie ökonomische Gründe eine Rolle spielten.

Der Anbaubetrieb Peter Steegmüller in Weingarten, im Herzen der Südpfalz, baut ganzjährig Gemüse und Freiland-Salate an. In seiner Region zählt er zu den großen Gemüsebaubetrieben. Die Qualität seiner Erzeugnisse ist Herrn Steegmüller besonders wichtig. So steht die Überwachung und Sicherstellung der Warenqualität für ihn an erster Stelle. Von der Ernte auf dem Feld bis zur Kühlung des frisch geernteten Gemüses vergeht maximal eine Stunde – das garan-

tiert höchste Frische und Genuss! Umso wichtiger ist ihm hierbei eine verlässliche Kühlung.

Sein Geschäft macht Steegmüller ganzjährig über die Eigenproduktion. Von April bis November werden Radieschen, Rettiche und Salate geerntet. Von Mai bis Februar ist Chinakohl-Saison. Lediglich im März ist das Lager leer – dann stehen Wartung und Reinigung von schwer zugänglichen Anlagenteilen an. Steegmüller vermarktet an

Großmarktkunden und den Gemüsegroßhandel. Im Lebensmitteleinzelhandel finden sich daher oft unter den vielen Eigennamen Produkte aus dem Steegmüller-Anbau. Da er keinem Erzeugermarkt angehört, wird der Verkauf in Eigenregie organisiert.

660 Paletten-Stellplätze sicher gekühlt

Im Frühjahr 2016 erweiterte Steegmüller seinen Betrieb von fünf auf insgesamt elf



Der Gemüsebaubetrieb Steegmüller in der Pfalz setzt auf natürliche Kältemittel.



Steegmüller erweiterte 2016 seinen Betrieb von fünf auf insgesamt elf Kühllager.



„ROXSTA industrial“-Kältemaschine in der Kältezentrale

Kühlager plus einen ebenfalls gekühlten Kommissionierraum. In seinem Kühlager hat er nun Platz für 60 Paletten pro Kühlraum. Bei elf Kühlräumen entspricht das 660 Paletten-Stellplätzen (633,60 m² reine Bodenfläche) – und dabei ist der Kommissionierraum noch nicht berücksichtigt. Nachdem die Kälteleistung der seit vielen Jahren laufenden TEKO-Anlage (www.teko-gmbh.com) nicht mehr ausreichte, war die Anschaffung einer zweiten Maschine notwendig. In Beratung mit dem zuständigen Kältefachbetrieb B+D Kälte- und Klimatechnik GmbH aus Bellheim entschied sich Steegmüller für einen TEKO-Maschinensatz „ROXSTA industrial“ mit dem natürlichen Kältemittel CO₂.

„Die Entscheidung für CO₂ erfolgte aus eigener Überzeugung, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch getrieben ist! Da Kohlendioxid natürlich und in großen Mengen in der Erdatmosphäre vorkommt, wird es langfristig als Kältemittel zur Verfügung stehen und belastet mit dem geringen GWP 1 zudem auch nicht die Umwelt. Trotz höherer Anschaffungskosten der Kälteanlage sehen wir im Kältemittel CO₂ die Zukunft – als Alternative zu anderen Kältemitteln“, so Peter Steegmüller.

Gekühlt werden durch den CO₂-Maschinensatz „ROXSTA“ die sechs neuen Kühlager, sowie der Kommissionierraum. Die fünf älteren Kühlräume (einer davon ist ein Schnellkühlraum) werden weiterhin über die alte Bestands-Kälteanlage gekühlt. Somit stehen



Bei der Regeltechnik wird auf das „Frigolink“-System von Wurm gesetzt.

beim unwahrscheinlichen Ausfall einer Anlage immer mindestens fünf Kühlräume zur Verfügung.

Technische Daten

Der neue CO₂-Maschinensatz „ROXSTA industrial“ hat eine Kälteleistung von ca. 450 kW, zusammen mit der Altanlage ergibt sich eine Gesamtleistung von ca. 800 kW. Bei der Regeltechnik wird auf das „Frigolink“-System von Wurm Systeme aus Remscheid (www.wurm.de) gesetzt, welches bereits in der Bestandsanlage lange Jahre seine Dienste leistet. Die Modularität der Wurm-Regeltechnik ermöglicht die Erweiterung

des Bestandssystems und integriert auf einfachstem Weg den aktuellsten Stand der Regeltechnik mit dem Bestandssystem auf einer Plattform. Somit steht dem Fachbetrieb B+D ein Monitoring-System für alle Anlagenteile zur Verfügung, welches sowohl Fernwartung als auch Analyse und Störmanagement ermöglicht.

„Frigotaktplus“ regelt und managt die Kühlstellen und Verbundanlagen. Unter dem Motto „Freshness first“ werden die Kühlstellen mit der geforderten Lagertemperatur des entsprechenden Kühlgutes versorgt und regeln dabei eine maximal mögliche Verdampfungstemperatur der Anlage aus. Das hat positive Auswirkungen auf die Effizienz der gesamten Anlage.

„Smartflow+“ regelt dabei dynamisch den optimalen Füllungsgrad des Verdampfers anhand der hinterlegten thermodynamischen Modelle. Beide Regelverfahren in Kombination sorgen für einen möglichst ruhigen und energetischen Anlagenbetrieb.

Die regeltechnischen Aufgaben des transkritischen CO₂-Prozesses übernimmt ebenfalls ein Modul von Wurm, welches sich um die Regelung der redundanten Hoch- und Mitteldruckventile, die Gaskühlerregelung als auch die Ansteuerung der verbauten ECO-Verdichter kümmert.

Nach Einschätzung von TEKO und den bisher geführten Gesprächen sind natürliche Kältemittel im Agrarbereich noch lange nicht so verbreitet wie beispielsweise im Lebensmittel Einzelhandel. Mit der Entscheidung zum Kältemittel CO₂ ist Steegmüller ein Vorreiter unter den Gemüseanbaubetrieben.



Gaskühler

365 Tage knackig frisches Obst und Gemüse

Luftkühler und Verflüssiger für OGA / OGV Nordbaden eG

Güntner GmbH & Co. KG,
Fürstenfeldbruck

Der neue Standort der Obst- und Gemüseerzeuger-Organisation OGA / OGV Nordbaden eG im Bruchsaler Industriegebiet West zählt zu den modernsten Obst- und Gemüse-Logistikzentren Europas. Seit dem Frühjahr 2015 sorgen Luftkühler und Verflüssiger im neuen Logistikzentrum dafür, dass die Qualität der empfindlichen Ware stimmt. In den Lagerräumen stellt eine geringe Temperaturdifferenz an den Agrarkühlern eine niedrige Produktentfeuchtung sicher und Flüssigkeitskühler mit überfluteter Verdampfung bieten die höchstmögliche Energieeffizienz.



Um eine gute Raumdurchdringung zu erreichen, sind die Güntner-Luftkühler in der 12 °C temperierten Kommissionier-Halle mit zusätzlichen Weitwurfdüsen ausgestattet.

Hohe Qualität und Quantität sind bei Obst und Gemüse zentrale Forderungen des Lebensmittel-Einzelhandels. Jede Obst- und Gemüsesorte hat jedoch individuelle Ansprüche an Luftfeuchte und Temperatur und hält sich auch unter Schutzatmosphäre verschieden lange frisch. In der Planungsphase für das neue Lager der Bruchsaler OGA / OGV eG spielte daher der Aspekt des schnellen Wechsels von „produktindividuellen“ Betriebsparametern pro Kühlzelle neben der Forderung nach einer umweltfreundlichen und energieeffizienten Lösung eine zentrale Rolle.

Natürliche Kältemittel

Da eine nachhaltige Wirtschaftsweise zu den Unternehmensgrundsätzen der Genossenschaft gehört, hat sich die Geschäftsführung für den Einsatz der natürlichen, effizienten und umweltfreundlichen Kältemittel Ammoniak und CO₂ entschieden. Schließlich werden von der 17.400 m² großen Fläche des Bruchsaler Logistikzentrums 5.560 m² gekühlt. Das auf den Kälteanlagenbau für Obst und Gemüse spezialisierte Unternehmen Frigotec GmbH Kälte- und Verfahrenstechnik aus Landsberg hat die Kältetechnik, die Regelungs- und Steuerungstechnik sowie

die CA/ULO-Lagertechnik für das gesamte Logistikzentrum geliefert, installiert und in Betrieb genommen. Das deutsche Ingenieurbüro Brunnenkant aus Wiesloch war verantwortlich für die Planung, Bauleitung und die Abnahme der Kälteanlage.

Um möglichst viele verschiedene Produkte und unterschiedlich große Chargen gleichzeitig lagern zu können, wurde das Lager in 32 kleine und mittlere Kühlräume aufgeteilt. Diese werden über einen Wasser/Glykol-Kreislauf mit Kälte versorgt. In allen gekühlten Räumen kommen Güntner-Luftkühler zum Einsatz (www.guentner.eu).



Sole-Luftkühler mit aufklappbaren, Schwitzwasser-freien Wannen

Kurze Wege

Die internen Transportwege für die Ware aber auch die installierten Versorgungsleitungen wurden so kurz wie möglich und überwiegend kreuzungsfrei angelegt; die Lagerräume sind entsprechend dem Verarbeitungsverlauf angeordnet und teilweise mit einem Befeuchtungssystem von der Frigotec GmbH ausgestattet. Auf diese Weise wird in Bruchsal das Lagerprinzip „First in – first out“ konsequent umgesetzt.

Zwischen 90 und 150 Mitarbeiter arbeiten je nach Saison im Obst- und Gemüselogistikzentrum. An 17 flexiblen Verpackungslinien wird die Ware nach den Vorgaben der Kunden verpackt und anschließend kommissioniert. Marktpartner der Genossenschaft sind die großen Ketten des Lebensmittel-Einzelhandels sowie spezialisierte Großhändler. Für einen reibungslosen Warenein- und -ausgang stehen 18 Andockstationen für LKW zur Verfügung.

Äpfel, Spargel und Erdbeeren können unter „Controlled Atmosphere“ in 20 CA- bzw. ULO-Räumen (Ultra Low Oxygen) gelagert und Zuckermais kann schockgefrostet werden. Weiterhin stehen in Bruchsal fünf Schnellkühlräume, vier Kommissionier-räume, eine Kommissionierhalle und zwei Packstationsbereiche zur Verfügung.

Energieeffizienter Betrieb

Um bei der Kälteerzeugung Energiekosten einzusparen, sind alle Antriebe der Verdichter-Aggregate sowie der Kalt- und Warmsolepumpen mit Frequenzumrichtern



In den Schnellkühlräumen wird der Luftstrom mit beweglichen Folienblenden gelenkt.

zur stufenlosen Drehzahlregelung ausgestattet. Die Ventilator-Motoren der Verflüssiger, Flüssigkeitskühler und Luftkühler von Güntner sind mit EC-Ventilatoren ausgerüstet. Damit arbeiten neben den Verdichter-Aggregaten auch alle anderen Antriebe besonders energieeffizient. Weiterhin ist das Lager komplett mit LED-Leuchtmitteln ausgestattet.

Eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Logistikzentrums erzeugt Strom für den Eigenbedarf und deckt rund 30 % des Strombedarfs ab. Insbesondere in den Sommermonaten, wenn der Kältebedarf am höchsten ist, hat sich diese Form der Energieeinsparung bereits bewährt. Verglichen

mit der Kältetechnik am alten Standort, der außerdem weniger Warendurchsatz hatte, verbraucht das neue Logistikzentrum rund 30 % weniger Energie.

Ammoniak nur im Primärkältekreis

Die gesamte Kälte- und Versorgungstechnik ist in einer Technik-Etage oberhalb der Lagerräume installiert. In diesem Geschoss ist ein geschlossener Maschinenraum für die Kältetechnik eingebaut. Die Trockensprinkleranlage befindet sich in der Installationsebene über den Kühlräumen. Auch befindet sich hier die Druckausgleichsanlage jedes Schutzgas-Lagerraums, die bei Bedarf Schutzgas aufnehmen und abgeben kann. Für die Kälteerzeugung stehen drei NH₃-Flüssigkeitskühler mit Schraubenkompressoren und überfluteter Verdampfung zur Verfügung. Jeder Flüssigkeitskühler hat eine Kälteleistung von 600 kW. Zwei Flüssigkeitskühler versorgen die Kühlräume über einen Solekreislauf mit -11 °C/-5 °C. Das dritte Aggregat liefert Klimakälte an den Kommissionier-Bereich mit -1 °C /5 °C. Die Verrohrung wurde komplett in Edelstahl ausgeführt.

Durch den Einsatz der überfluteten Verdampfung ist keine Mindesttemperatur-Differenz im Verdampfer erforderlich. Besonders im Teillastbereich (Langlagerphase) werden damit kleine Temperaturdifferenzen und somit hohe Verdampfungstemperaturen erreicht. Auf diese Weise werden die Energieverluste, die sich bei der Übertragung auf den Sekundärkreislauf ergeben, zum großen Teil kompensiert.



Die Verflüssiger haben eine Leistung von zusammen 3.100 kW und stehen in einem Verbund auf dem Dach neben der Photovoltaik-Anlage.



Die CO₂-Anlage (t₀ = -35 °C) arbeitet ausschließlich im subkritischen Bereich und besteht aus einem Verbund von sechs Kompressoren, die jeweils eine Kälteleistung von 65 kW haben.



Um im Schockfroster eine gleichmäßige Verteilung der Luft durch das Gefriergut – z. B. Süßmais Kolben – zu gewährleisten, führen Luftleitbleche die kalte Luft durch das Gefriergut.

Schnellkühlung mit Zwangsluftführung

Die frisch angelieferte Ware wird nach Bedarf zunächst in Schnellkühlräumen auf ihre jeweilige Lagertemperatur gebracht. Fünf Güntner-Luftkühler Typ „S-GGHN“ mit je 100 bzw. 70 kW sorgen für die Abkühlung der Ware.

Die Schnellkühlräume sind dafür ausgelegt, um beispielsweise innerhalb von 24 Stunden die Kerntemperatur von Süßmais von 32 °C auf 1 °C herunterzukühlen. Bewegliche Folienblenden führen die Kaltluft gezielt durch die Paletten-Stapel. Diese Zwangslüftung verhindert, dass innerhalb der Stapel Warmnester verbleiben.



Zur Kälteerzeugung sind drei NH₃-Flüssigkeitskühler mit Schraubenkompressoren und je 600 kW Kälteleistung installiert. Zwei dieser Geräte stellen Kaltsole mit -11 °C/-5 °C für die Kühlräume zur Verfügung, und ein NH₃-Flüssigkeitskühler stellt Kaltsole mit -1 °C/5 °C für die Klimakälte zur Verfügung.

In allen Kühl- und Lagerräumen sind „AGRI“-Kühler von Güntner in der Ausführung „Fluid pump“ installiert, die über den Kaltsolekreis mit Kälte versorgt werden. Diese lassen sich im Teillastbetrieb deutlich feiner einregulieren als Direktverdampfer.

Für die CA-/ULO-Räume kommen dabei insgesamt 29 „AGRI“-Luftkühler mit drückenden Ventilatoren zum Einsatz. Für eine stufenlose Regelung der Sole-Vorlauftemperatur ist jeder Raum mit einer eigenen Ventilstation ausgerüstet. Die Luftkühler haben je nach Raumgröße eine Leistung zwischen 10 kW und 26 kW.

Durch die minimale Differenz zwischen der Soletemperatur und der Raumluft, die mit den „AGRI“-Kühlern erreicht werden kann, ist besonders bei Langzeitlagerung die Entfeuchtung der eingelagerten Produkte sehr gering – es kann eine relative Luftfeuchtigkeit von bis zu 98 % erreicht werden. Die tatsächlich eingestellte relative Luftfeuchtigkeit wird in Abhängigkeit vom Produkt oder auch dem eingesetzten Verpackungsmaterial individuell justiert.

Subkritische CO₂-Anlage

Im Obst- und Gemüselager wird ganzjährig Tiefkälte benötigt, welche über eine CO₂-Anlage bereitgestellt wird. Die CO₂-Anlage für den Froster- und die TK-Räume mit t₀ = -35 °C arbeitet ausschließlich im subkritischen Bereich. Sie besteht aus einem Verbund von sechs Kompressoren, die jeweils eine Kälteleistung von 65 kW haben. Die Kondensationswärme des CO₂-Kreislaufs wird über einen Plattenwärmeübertrager auf den Wasser/Glykol-Kreislauf der Klimakälte übertragen und abgeführt.

Mit der CO₂-Kälte werden ein Güntner-Schockfroster, Typ „S-CXGHN“, sowie fünf baugleiche Güntner-CO₂-Direktverdampfer, Typ „CXGHN“, in zwei Tiefkühlräumen versorgt. Der leistungsstarke CO₂-Froster (150 kW) ist über der Gefrierzelle, die zehn Hordenwagen aufnehmen kann, positioniert. Um eine gleichmäßige Verteilung der Luft durch die Hordenwagen mit z. B. Süßmais Kolben zu gewährleisten, führen Luftleitbleche die kalte Luft durch das Gefriergut.

Vier Radialventilatoren ohne Keilriemen (wartungsfrei) sorgen für die Luftumwälzung mit 112.000 m³ pro Stunde und einer externen Pressung von 120 Pa. Block und Wanne der sechs CO₂-Verdampfer werden durch einen integrierten Solekreislauf mit Warmsole abgetaut.

Gekühlte Kommissionier-Flächen

Im Gegensatz zu den Lagerräumen mit je nach Belegung verschiedenen Klimabedingungen werden die Verkehrs- und Kommissionierflächen ganzjährig konstant auf eine Raumtemperatur von 12 °C gekühlt. Insgesamt 24 „GGHN“-Sole-Luftkühler von Güntner kühlen die Kommissionier-Halle, vier Kommissionier-Räume sowie weitere Bereiche. Die Luftkühler haben eine Leistung zwischen 15 und 44 kW. Sie werden im Umluftbetrieb abgetaut. Um eine große Wurfweite zu erreichen, sind die Luftkühler in der 12 °C kalten Kommissionier-Halle mit zusätzlichen Weitwurfdüsen ausgestattet. Im Verkaufsraum sorgt ein zugluftarmer „GGDF“-Verdampfer von Güntner mit 5 kW Kälteleistung für die richtige Temperatur. Klimakälte wird über einen eigenen Solekreislauf (0 °C/5 °C) zu den Verbrauchern im



Die umfangreiche Verrohrung, die Luftsäcke der CA-/ULO- Druckausgleichsanlage sowie die Trockensprinkler-Anlage befinden sich oberhalb der Lagerräume.



Zwei Tiefkühlräume werden über fünf CO₂-Direktverdampfer, Typ „CXGHN“, versorgt. Die Abtauung erfolgt über einen separaten, integrierten Warmsolekreislauf.

Warenein- und -ausgang, den Büroräumen sowie im Maschinenraum transportiert.

Pufferspeicher für Kalt- und Warmsole

Der Solekreis für die Klimakälte ist über einen Plattenwärmeübertrager mit dem Solekreis für die Lagerräume verbunden. Für jeden Kreislauf ist ein 10 m³ großer Pufferspeicher eingebaut. Im Falle einer Störung steht damit eine redundante Kälteleistung zur Verfügung.

Die nutzbare Kompressionswärme aus den Kälteanlagen wird auf einen Warmsolekreis (+55 °C/+45 °C) mit einem Pufferspeicher und eigener Pumpengruppe übertragen. Die Warmsole wird für die Abtauung der Luftkühler für Plus- und Tiefkälte eingesetzt. Dazu sind die einzelnen Räume oder Bereiche mit separaten Ventilstationen und Pumpen ausgestattet, die jeweils individuell für die Abtauung umgeschaltet werden.

Die Warmsole speist darüber hinaus auch die Fußbodenheizung des Gebäudes. Wird keine Heizleistung benötigt, kühlt ein Güntner-Flüssigkeitskühler, Typ „GFH“, mit einer Leistung von 300 kW die 55 °C warme Sole auf 45 °C ab.

Ammoniak-Verflüssiger

Die nicht nutzbare Wärme wird besonders in den Einlagerungsmonaten über sechs luftgekühlte Güntner-Ammoniak-Verflüssiger, Typ „AGVH“, abgeführt. Die OGA und OGV e. G. hat sich für diese Lösung entschieden, da die Verflüssiger nur einen minimalen Wartungsaufwand beanspruchen und keine zusätzlichen Kosten für Wasser und Chemikalien anfallen.

Insgesamt ist eine Verflüssiger-Leistung von 3.100 kW installiert. Die Verflüssiger stehen in einem Verbund auf dem Dach neben der Photovoltaik-Anlage und sind für eine maximale Umgebungstemperatur von 36 °C ausgelegt.

Um 100 % Betriebssicherheit auch bei hohen sommerlichen Temperaturspitzen zu gewährleisten, wurden die Ammoniak-Verflüssiger zusätzlich mit einem Besprüh-System ausgerüstet.

Intelligente Steuerung

Die einzelnen Kühlräume haben über das ganze Jahr betrachtet eine höchst unterschiedliche Auslastung. Daher erfassen in den Langzeitkühlräumen Messfühler kontinuierlich die Parameter Luftgeschwindigkeit, Luftfeuchte und Raumtemperatur. Die Lagertemperatur der einzelnen Kühlräume kann entsprechend den Bedürfnissen des Lagergutes punktgenau zwischen 0 °C und 10 °C geregelt werden, die relative Luftfeuchte beträgt maximal 98 %.

Bis zu drei Luftbefeuchter pro Kühlzelle erhöhen bei Bedarf die Luftfeuchtigkeit in der

einzelnen Kühlzelle. Temperaturfühler an den Luftkühlern sorgen für bedarfsgerechte Abtauzyklen.

Die gesamte Regelung der Kältetechnik und Kühlräume ist von der Frigotec GmbH über ein zentrales SPS-Netzwerk automatisiert und zusammengefasst. So werden alle Prozesse überwacht, gesteuert, geregelt und optimiert. Pro Beschickungsgang ist jeweils eine dezentrale Bedieneinheit mit Touchscreen installiert, damit die Mitarbeiter einzelne Bereiche schnell und unkompliziert bedienen können.

Die zentrale Steuereinheit steht im Büro der technischen Betriebsleitung. Alle Daten werden visualisiert. Auf die Daten kann sowohl intern über einen Bildschirmarbeitsplatz zugegriffen werden als auch extern über das Internet. Damit hat die komplette SPS-Steuerung und PC-Technik eine Fernservice-Zugriffsmöglichkeit. Das erleichtert im Störfall die Bedienung sowie die Fehlersuche.

Seit der Inbetriebnahme des neuen Logistiklagers im Frühjahr 2015 läuft die Kälteanlage zur vollen Zufriedenheit aller Beteiligten.



Das Produktportfolio der genossenschaftlich organisierten Vermarktungseinrichtung OGA und OGV Nordbaden eG umfasst Spargel, Zuckermais, Erdbeeren, Beerenobst, Steinobst, Äpfel und Birnen sowie eine Vielzahl an Gemüse und Salaten.



Mitarbeiter der Firma Suter vor den Dämmarbeiten in einem der Stollen des Kraftwerks

(Foto: Armacell)

Kälte­dämmung im Pumpspeicherwerk

Bau der Superlative im hohen Gebirge

Dipl.-Ing. Michaela Störkmann,
Armacell Technical Manager EMEA,
Münster

In den Glarner Alpen entsteht derzeit ein Jahrhundertprojekt: Mit dem Projekt „Linthal 2015“ wird die Leistung des Pumpspeicherwerks Linth-Limmern um ein Vielfaches erhöht und eine flexible Stromproduktion ermöglicht. Zur Dämmung aller Kälteanlage­teile wurde der halogenfreie Dämmstoff «NH/Armaflex» und für Leitungsdurchführungen die flexible Brandabschottung «Armaflex Protect» eingesetzt.

Die Schweiz verfügt über keine fossilen Rohstoffe und setzt daher zur Energieversorgung verstärkt auf Wasserkraft. Über die Hälfte des in der Schweiz produzierten Stroms stammt aus Wasserkraftwerken. Damit zählt die Schweiz nach Norwegen und Österreich zu den europäischen Spitzenreitern in der Nutzung dieser Technologie. In der Schweiz gibt es zwar rund 100 Stauseen zur Stromerzeugung, doch nur 15 davon verfügen über ein Pumpsystem.

2,1 Mrd. Euro Baukosten

Das derzeit bedeutendste Ausbauprojekt im schweizerischen Wasserkraft-Sektor ist „Linthal 2015“, an dem der Schweizer Energiekonzern Axpo zu 85 % und der Kanton Glarus zu 15 % beteiligt sind. 2,1 Milliarden Franken fließen in den Bau der Superlative. Ein neues, unterirdisch angelegtes Pumpspeicherwerk wird Wasser aus dem Limmernsee in den 630 m höher gelegenen Muttsee zurückpumpen und bei Bedarf wie-

der zur Stromproduktion nutzen. Das neue Pumpspeicherwerk wird eine Pumpleistung und eine Turbinenleistung von je 1000 MW (4 x 250 MW) aufweisen und ist damit das stärkste Pumpspeicherwerk in der Schweiz. Der untere See, der Limmernsee, wurde vor einem halben Jahrhundert aufgestaut und liegt auf einer Höhe von 1857 m. Für das obere Becken, den Muttsee, wurde eine neue Staumauer errichtet, die das bisherige Speichervolumen von 9 auf 25 Mio. m³

nahezu verdreifacht. Mit einer Höhe von 2474 m ist der Muttsee damit der höchste Stausee Europas. Das spektakulärste Element dürfte die über 1 km lange Schwergewichtstaumauer sein – die längste Staumauer der Schweiz und die höchstgelegene Europas.



(Foto: Axpo)

Mit einer Höhe von 2474 m ist der Muttsee der höchste Stausee Europas.

Logistische Meisterleistung

Eine der größten Herausforderungen war die Logistik: Bagger, Lastwagen, Kräne, Baustoffe, Installationen – alles musste in der genauen Abfolge und zum richtigen Zeitpunkt hochgebracht werden. In 530.000 Fahrten wurden gut 2,1 Mio. t Material hoch geschafft und so die bis zu 500 Arbeiter auf der Baustelle versorgt. Dabei setzte man auf das Prinzip der Containerlogistik, ähnlich wie sie in Seehäfen betrieben wird. Auf dem Basisinstallationsplatz war ein Team von über 70 Logistik- und Transportspezialisten an sieben Tagen in der Woche rund um die Uhr im Einsatz. Zum Transport der vier je 200 t schweren Transformatoren musste eigens eine weitere, vier Kilometer lange Standseilbahn gebaut werden, für die ein Tunnel in den Berg gefräst wurde. Die Transformatoren waren zu schwer für die Transportseilbahn, die bis zu 40 t tragen kann. Über zwei Wochen waren sie per Schiff, Bahn und Lkw von Bonn bis Linthal unterwegs, bis sie schließlich mit der Standseilbahn an ihren Einsatzort gebracht wurden.



Karl Podhradsky, Gesamt-Projektleiter bei der Firma Engie Services AG Zürich

Karl Podhradsky: „Das Kraftwerk Linth-Limmern hat eine elektrische Gesamtleistung von einem Gigawatt. Es handelt sich also um eine sehr, sehr große Anlage. Wir von der Firma Engie Services AG haben die gesamte Kälte- und Heizungsanlage geplant und installiert. Dazu gehörte auch die Dämmung der Anlagenteile. Die ganzen Kälteinstallationen wurden mit „NH/Armaflex“, dem halogenfreien Dämmstoff von Armacell ausgeführt. So können wir ausschließen, dass sich im Brandfall aggressive Stoffe bilden, die die Anlage schädigen könnten. Sämtliche Durchbrüche sind mit „Armaflex Protect“ gedämmt worden. Denn alle Wände und Decken sind Brandabschnitte und die Durchführungen mussten entsprechend der Vorgabe der Feuerpolizei abgeschottet werden.“

Maschinen im Fels

Das eigentliche Herzstück des Projekts bil-

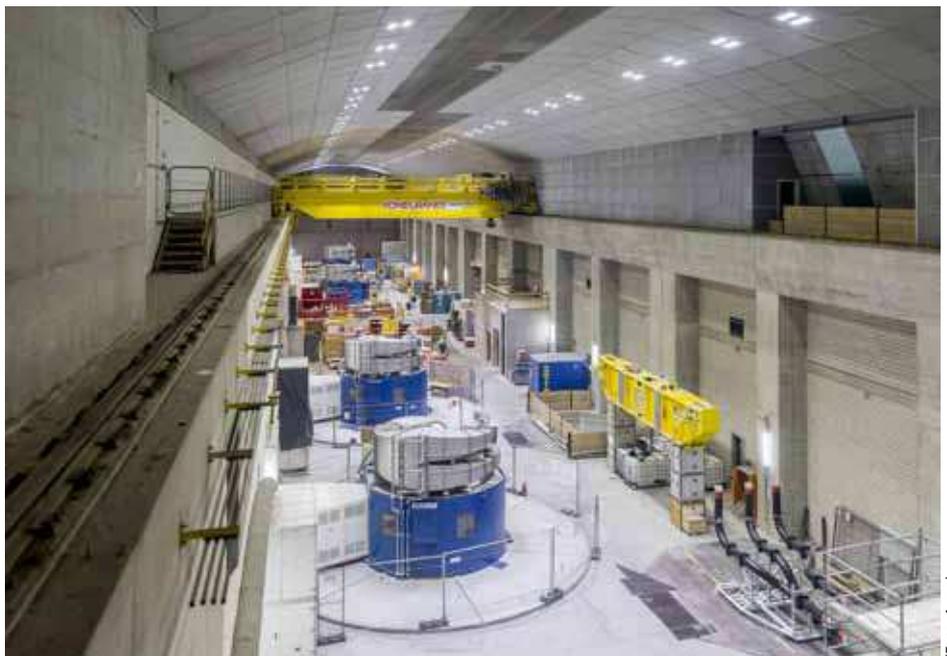
det die Kavernenzentrale. Zunächst wurden zwei riesige Kavernen aus dem massiven Gestein herausgesprengt. Die größere Maschinenkaverne ist mit einer Länge von 150 m und einer Höhe von 53 m größer als die Zürcher Bahnhofshalle. Zu den wichtigsten Teilen der hydraulischen Maschinen gehören je vier mächtige Pumpturbinen, Spiralgehäuse,

Saugrohre und Kugelschieber. Die elektrische Maschine, der Stator und Rotor werden vor Ort in der Maschinenkaverne zum Generator zusammengebaut und in Kleinstarbeit aufeinander abgestimmt; das alles in vierfacher Ausführung. Die neuartigen, in der Drehzahl regelbaren Asynchronmaschinen, die extra für dieses Projekt entwickelt wur-



(Foto: Armacell)

„NH/Armaflex“-Dämmungen (Rotorkühlung); im Durchbruch: Brandschutzbarriere „Armaflex Protect“



(Foto: Axpo)

Die Maschinenkaverne beherbergt die vier Maschinengruppen mit einer Leistung von je 250 MW.



(Foto: Armaflex®)

Dämmung eines Bogens einer Kälteverteilung – auch Überkopfmontage gelingt mit dem Material.



(Foto: Armaflex®)

Dämmarbeiten in der Kälteverteilung. Vorn im Bild: mit „NH/Armaflex“ gedämmter Schmutzfänger

den, erlauben eine Leistungssteuerung des Pumpspeicherwerks. Abhängig davon, wie groß der Stromüberschuss im Netz ist, ermöglichen die Generatoren ein Hoch- oder Runterfahren der Leistung im Pumpbetrieb. Die Transformatoren wurden in der etwas kleineren Transformatorenkaverne installiert. Bevor sie in Betrieb genommen werden, werden sie an die Kühlanlage angeschlossen und mit Öl gefüllt, so dass sie letztlich ein Gesamtgewicht von 250 t erreichen. Sie werden die Generatorspannung des neuen Pumpspeicherwerks von 18 kV auf 400 kV wandeln.

Halogenfreie Dämmung

Alle kältetechnischen Rohrleitungen und weitere Anlagenteile in der Maschinenkaverne, in der Trafokaverne sowie in den vier Verbindungsstollen zwischen den Kavernen

wurden mit dem halogenfreien „NH/Armaflex“ gedämmt. Der Elastomerdämmstoff für besonders hohe Anforderungen an die Sicherheit enthält keine Chloride und Bromide und ist PVC-frei. Er verfügt über eine niedrige Rauchentwicklung sowohl unter brennenden als auch unter schwelenden Bedingungen. Das Produkt besitzt ein gutes praktisches Brandverhalten: Es ist selbstverlöschend, nicht tropfend und leitet Feuer im Brandfall nicht weiter. Zudem minimiert „NH/Armaflex“ das Risiko von Folgeschäden, die im Brandfall oft ein Vielfaches der Kosten des eigentlichen Brandschadens annehmen. Das Produkt setzt im Brandfall keine korrosiven Gase frei, die in Verbindung mit Löschwasser aggressive Säuren bilden könnten. Der Dämmstoff ist UL-zugelassen und IMO-zertifiziert.

Zur Dämmung des Kühl- und Kaltwasser-

netzes mit Temperaturen von 10/17 °C bzw. -1/+4°C kam nur ein geschlossenzelliger Dämmstoff in Frage. Elastomerdämmstoffe wie „NH/Armaflex“ schützen die Anlagenteile sicher vor dem Entstehen von Tauwasser und Energieverlusten. „Armaflex“-Dämmstoffe benötigen keine zusätzliche Dampfbremse. Während die Dampfbremse bei herkömmlichen Dämmstoffen auf eine dünne, leicht zu beschädigende Folie konzentriert ist, baut sich der hohe Widerstand gegen Wasserdampfdiffusion bei den „Armaflex“-Produkten über die gesamte Dämmschichtdicke – Zelle für Zelle – auf.

Die gesamten Kälteanlagen wurden von der Firma Engie Services AG aus Zürich installiert. Gedämmt wurden die Installationen von der Firma Suter aus Dietikon. Sie isolierten Rohrleitungen mit Durchmessern bis zu DN 600, Umwälzpumpen, Wärmetauscher, Ventile, Absperrklappen, Schmutzfänger, Schwingungsdämpfer, Absperrkugelhähne, Verteiler und weitere Anlagenteile. Dabei kamen Schläuche und Platten in Dämmschichtdicken von 13 bis 32 mm zum Einsatz, der Großteil der Anlagen wurde mit 25 und 32 mm starkem Material gedämmt.

Dirk Lummitsch: „Die Firma Suter ist auf der einer der höchsten alpinen Baustelle Europas für die technischen Isolationen zuständig. Dadurch, dass unsere Firma einen sehr hohen Qualitätsanspruch hat, war es für uns selbstverständlich, nur mit den besten Materialien zu arbeiten, sprich: mit „NH/Armaflex“ und „Armaflex“-Kleber. Der Vorteil liegt auf der Hand: Der Dämm-

stoff lässt sich leicht verarbeiten, gut verbauen und wenn man sauber arbeitet, sieht es auch noch gut aus. Für mich eines der schönsten und besten Materialien überhaupt. Mit der pünktlichen Anlieferung der Materialien auf die Baustelle hat unser Lieferant, die Firma Regisol, uns bestens bei diesem Jahrhundertprojekt unterstützt. Ich bin insgesamt sehr zufrieden mit unserer Arbeit.“



Dirk Lummitsch, bauleitender Monteur bei der Firma Suter (Baden)



Dämmarbeiten in der Trafokaverne: Mit „NH/Armaflex“ gedämmte Kühlwasserleitungen. Im Bereich der Abschottungen wurde die Brandschutzbarriere „Armaflex Protect“ eingesetzt. (Die warmgehenden Leitungen wurden mit Mineralwolle gedämmt und PVC ummantelt.)



Paolo Bencivinni, Verkaufsmitarbeiter bei der Firma Regisol AG (Busswil, Bern)

Bereitstellplatz in Tierfehd wurden sie dann in Containern mit der Transportseilbahn auf 1700 m Höhe gebracht. Neben Baustoffen und Anlageteilen wurden auch Bagger, Kräne und Bohrjumbos mit der Bahn transportiert. Das waren spektakuläre Bilder.“

Paolo Bencivinni: „Bei so einem riesigen Projekt auf einer Höhe von 1700 m ist die Logistik eine enorme Herausforderung. Aber letztlich ist alles eine Frage der Koordination. Wir haben von der Firma Suter genaue Instruktionen bekommen, wann welche Dämmstoffe für welchen Bauabschnitt benötigt wurden. Um das Material vor Wind und Regen zu schützen, wurden die vollen Paletten in Schrumpffolie eingeschweißt, zusätzlich mit wetterfester Folie verpackt und separat gelagert. Vom

und 425 m² „Armaflex Protect“-Platten auf die höchste Gebirgsbaustelle Europas. Seit dem Frühjahr 2014 waren ständig vier Isolierer der Firma Suter vor Ort und installierten die Dämmstoffe.

Im Jahr 2015 konnte die erste Maschinengruppe mit dem Netz synchronisiert werden. Im Sommer 2016 wurde die neue Nuttsee-Staumauer mit dem offiziellen Stauprogramm getestet und Mitte 2017 werden die Maschinengruppen 3 und 4 ans Netz gehen. Dann nimmt das PSW Limmern offiziell den kommerziellen Betrieb auf.

nahmen abgeschottet werden und erreichen einen Feuerwiderstand von 90 Minuten. Durch Kombination der Eigenschaften des flexiblen Elastomer-Schaums mit einem intumeszierenden Dämmschichtbildner ist eine Brandübertragung ausgeschlossen. Gleichzeitig gewährleistet das flexible Abschottungssystem eine effektive thermische Dämmung und sicheren Tauwasserschutz. „Armaflex Protect“ lässt sich einfach verarbeiten. Zur Abschottung von Rohrleitungen mit Durchmessern von 22 bis 89 mm setzten die Monteure der Firma Suter 25 mm dicke Schläuche ein. Auf Leitungen mit Durchmessern über 89 mm wurden 13 mm dicke Platten zweilagig installiert. Nach Verklebung der Längsnaht wurden die Platten zusätzlich mit Wickeldraht fixiert.

Insgesamt lieferte der Dämmstoffhändler Regisol rund 5000 m „NH/Armaflex“-Schläuche und 5200 m² „NH/Armaflex“-Platten sowie ca. 450 m „Armaflex Protect“-Schläuche



(Foto: Armacell)

Mit „NH/Armaflex“ gedämmte Luftkanäle zur Umluftkühlung. Da die Mediumtemperatur deutlich unter der Umgebungstemperatur liegt, müssen sie vor dem Entstehen von Tauwasser geschützt werden.



(Foto: Armacell)

Dämmarbeiten im Bereich der Kaltwasserübergabe. Hier wurde im Deckendurchbruch die Brandschutzbarriere „Armaflex Protect“ eingesetzt und die Leitungen mit Kupferband geredet.

Tiefkälte wirtschaftlich erzeugt – mit natürlichem Kältemittel

Propen-Containeranlage für Pharmaunternehmen

*Dipl.-Ing. Christoph Wiemer,
Vertriebsleiter Sonderanlagen,
L&R Kältetechnik GmbH & Co. KG*

Für ein namhaftes Unternehmen der Pharmaindustrie projektierte L&R Kältetechnik eine Tiefkälteanlage, die das natürliche Kältemittel Propen nutzt und als Containeranlage gebaut und ausgeliefert wurde. Die Anlage arbeitet zuverlässig und – nicht zuletzt dank des gewählten Kältemittels – außerordentlich energieeffizient.

Tiefkälteanlagen gehören zur Standardausrüstung von Produktionsstätten der Pharmaindustrie. Viele Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukte müssen bei tiefen Temperaturen verarbeitet oder gelagert werden, um ihre Wirksamkeit zu erhalten. Deshalb zählt die pharmazeutische Industrie für L&R (www.lr-kaelte.de) zu den wichtigsten Zielbranchen, wenn es um die Projektierung von Anlagen geht, die Kälte unterhalb des Gefrierpunktes – bis herab zu -100 °C – bereitstellen.

Gefragt: Strategie für den „Phase down“

Dass nicht nur in dieser Branche eine verstärkte Nachfrage nach Tiefkälteanlagen zu verzeichnen ist, hat seinen Grund auch in der Gesetzgebung, genauer gesagt in der EU-Verordnung über teilweise halogenierte fluorierte Kohlenwasserstoffe (H-FKWs). Die F-Gase-Verordnung trifft Regelungen zum schrittweisen „Phase down“ oder „Phase out“ von Produktion und Gebrauch von H-FKW-haltigen Kältemitteln, die zu den Verursachern des Treibhauseffektes gehören. Davon sind auch gängige Kältemittel betroffen – und zwar nicht nur solche, die bei konventionellen Industrie-Kälteanlagen zum Einsatz kommen, sondern auch Kältemittel, die sich insbesondere für Tiefkälteanlagen eignen. Die Anwender solcher Anlagen müssen sich also eine Strategie überlegen, wie sie den „Phase-down“ gestalten.

Viele Unternehmen – unter ihnen ein überproportional hoher Anteil von Großkonzernen – handeln pro-aktiv und haben ihren internen „Phase-down“ vorverlegt. Einige Anwender verwenden sogar schon jetzt keine H-FKW-haltigen Kältemittel mehr und

nutzen nur noch Anlagen, die mit natürlichen Kältemitteln wie Ammoniak, Propan oder Butan befüllt sind.

Diese Technologie ist erprobt und bewährt. Vor allem Ammoniak-Anlagen befinden sich in nennenswerter Anzahl im Markt, und das nicht erst seit gestern. Einige der allerersten industriellen Kühlmaschinen, die Carl von Linde ab 1876 entwickelte und baute, verwendeten bereits Ammoniak als Kältemittel.

Vorgabe: Tiefkälteanlage mit natürlichem Kältemittel

Der Pharmahersteller, der über ein Pla-

nungsbüro eine Tiefkälteanlage bei L&R anfragte, gehört zu den Unternehmen, die schon jetzt H-FKW aus der gesamten Produktion verbannt und den „Phase down“ eingeleitet haben. Selbst bei „normalen“ Haushalt-Kühlschränken, die z.B. in den Kantinen und Cafeterias des Unternehmens verwendet werden, sind nur noch Geräte in Betrieb, die mit natürlichen Kältemitteln wie Isobutan (R600a) befüllt sind.

Als an einem der zahlreichen Standorte eine vorhandene Tiefkälteanlage, die verschiedene Produktionsanlagen für die biotechnologische Erzeugung von Pharmazeutika temperiert, erneuert werden



Die Containerbauweise ermöglicht die weitestgehende Vormontage beim Anlagenhersteller.

sollte, stand daher fest, dass die Kältetechnik auch hier mit natürlichen Kältemitteln arbeiten soll.

Aufgabe: Kühlung von Rührwerksbehältern

Konkret kühlt die Anlage mehrere Rührwerksbehälter. Damit verfolgt der Betreiber zwei Ziele: Das Produkt soll bei einer definierten Temperatur gelagert werden, um seine Wirksamkeit zu behalten. Zugleich soll einer exothermen Reaktion durch die Vermischung der Produktbestandteile entgegengewirkt werden.

Benötigt wurde – so die Vorgaben des Planungsbüros – eine Kälteleistung von 42 kW bei -35 °C Austrittstemperatur bzw. eine Leistung von 96 kW bei -15 °C Austrittstemperatur. Die Ingenieure des L&R-Geschäftsfelds „Sonderanlagen“ projektierten für diese Anforderung eine wassergekühlte Anlage mit zwei Kältekreisläufen, die auch beim Ausfall eines der beiden Kreisläufe noch so viel Kälte bereitstellt, dass zumindest ein Teil der Produktion weiterlaufen kann. Die jeweils benötigte Kälteleistung kann stufenweise und bedarfsgerecht von 0 bis 100 % skaliert werden.

Entscheidung für Propen als Kältemittel

Als Kältemittel wählten die L&R-Experten Propen/ Propylen (R1270). Dieser Kohlenwasserstoff gehört zu den natürlichen Kältemitteln. Allgemein ist er aber vor allem bekannt, weil er durch Polymerisation zu Polypropylen – einem der gebräuchlichsten Kunststoffe – wird. In Kälteanlagen hat sich Propen ebenfalls bewährt. Die Anwender profitieren hier – abgesehen von der Umweltverträglichkeit – zusätzlich davon, dass sich im Vergleich zu R22-Anlagen Energieeinsparungen realisieren lassen.

Mit Blick auf Nachhaltigkeit und Umweltschutz bietet dieses Kältemittel in der Tat hervorragende Werte. Das Ozonabbaupotenzial (ODP) liegt bei Null und der GWP-Wert als Messgröße für das Treibhauspotenzial beträgt 2, während H-FKW-haltige Kältemittel für Tiefkälte-Anwendungen wie etwa R404A und R507 GWP-Werte um 3800 erreichen.

Zu beachten ist jedoch, dass Propen entzündlich ist und der Anwender somit ein Explosionsschutzkonzept erstellen muss. Dieses Dokument stellt dar, wie entzündliche Gase abgeleitet werden, wenn sie im Schadensfall aus dem Ge-

häuse austreten. Solche Anforderungen gelten jedoch ebenso für diverse andere Anlagen in der Pharmaindustrie und sind dem Anwender somit bestens bekannt. Das eigentliche Kühlmedium Baysilone, mit dem der Doppelmantel der Rührwerksbehälter befüllt ist, gilt ebenfalls als erprobt und bewährt.

Platzsparende Container-Bauweise

Die gesamte Tiefkälteanlage wurde in einem Container mit vier Metern Länge untergebracht, der im Gebäude aufgestellt wurde. Die Containerbauweise bietet den Vorteil, dass sich die Anlage schon im Werk verrohren lässt und installationsfertig ausgeliefert werden kann – das verkürzt die Montage und Inbetriebnahme. Eine Gas-Ex-Überwachung gehört zu den Sicherheitseinrichtungen. Der klimatisierte Schaltschrank wurde auf einem Skid montiert und mit dem Container verbunden.

Steuerung sorgt für Transparenz und Effizienz

L&R-Kälteanlagen sind traditionell mit einer Frigocontrol-Steuerung auf Siemens S7-Basis ausgestattet, die L&R eigens für die Anforderungen der Kältetechnik entwickelt hat und im eigenen Hause programmiert. Ein Touch Panel als Mensch-Maschine-Schnittstelle schafft die Voraussetzung für

Transparenz und einfache Bedienung. Die Anlagenkomponenten sind über Profibus vernetzt.

Fazit: Eine nachhaltige Lösung

Die Factory Acceptance Tests (FAT) von Kältemaschine und Schaltschrank bei L&R verliefen reibungslos, so dass die Anlage planmäßig ihren Betrieb aufnehmen konnte. Seitdem arbeitet sie zur vollen Zufriedenheit und stellt die benötigte Tiefkälte zuverlässig und wirtschaftlich bereit. Zudem kann die Anlage über alle „Phase down“-Intervalle der F-Gase-Verordnung hinaus betrieben werden, weil ein natürliches Kältemittel mit einem Ozonabbaupotenzial von Null und einem GWP-Wert von 2 zum Einsatz kommt. Somit handelt es sich um eine in jeder Hinsicht nachhaltige Lösung, zumal Propen-Tiefkälteanlagen auch außerordentlich energieeffizient arbeiten.



Die Kälteanlage für die Pharma-Industrie erzeugt Tiefkälte im Bereich von -15 bis -35 °C und arbeitet mit dem natürlichen Kältemittel Propen.

Bewertung innovativer Kälteprozesse

Dynamische Simulation, Einsparpotenziale und Anwendung

Dipl.-Ing. (BA) Gerhard Frei, MBA,

SIMREFF GmbH,

München,

www.simreff.com

Dipl.-Oec. Steffen Klein,

Combitherm GmbH,

Fellbach,

www.combitherm.de

Die Steigerung der Produktivität, der Energieeffizienz und der Produktqualität gewinnen bei Produktionsprozessen mit Kälteanwendung immer mehr an Bedeutung. Eine innovative Konzeptfindung im Einklang mit Verordnungen und angepasst an den Kälteanwendungsprozess erfordert neue Bewertungsmethoden. Mit dynamischer Systemsimulation in der Kältetechnik können sowohl ungenutzte Energieeinsparpotenziale erkannt werden, als auch innovative Kälteprozesse bewertet und untereinander verglichen werden.

Der Energiebedarf der in Deutschland installierten Kältesysteme beträgt ca. 15 % des gesamten deutschen Elektroenergiebedarfs. In Deutschland sind ca. 120 Mio. Kälteanlagen installiert und im Bereich der Industrie- und Prozesskälte ist der Verbrauch an elektrischer Energie in einem Zeitraum von zehn Jahren (1999 bis 2010) um 51 % angewachsen [1] [2]. Betreiber von Kälteanlagen sind nach EU-Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU) dazu verpflichtet, die Gesamtenergiebilanz zu verbessern. Des Weiteren sind Betreiber bestrebt, die Produktionsnebenkosten zu senken, um die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dabei fehlt es oft an Wissen, um Kälteprozesse fachgerecht und effizient zu optimieren.

Innovative Kälteprozesse

Die Kombination aus Kältekonzept, Kältemittel, Füllmenge, Aufstellungsort und effizienter Betrieb der Anlage über den Lebenszykluszeitraum stellt Betreiber, Planer und

Anlagenbauer vor neue Herausforderungen. Die verschärfte F-Gase-Verordnung fordert bis zum Jahr 2030, das CO₂-Äquivalent der F-Gase EU-weit um fast 80 % zu verringern. Komponenten der Kälteanlagen müssen unter Berücksichtigung der Wahl des Kältemittels und der Systemfüllmenge (GWP) Mindesteffizienzwerte nach Ökodesign-Richtlinie erfüllen. Das Effizienzsteigerungspotenzial für Kälteprozesse liegt, je nach Anlage und Standort, im Bereich von 10-40 %, verbunden mit einer Kosteneinsparung und einer Verbesserung der CO₂-Bilanz (siehe Abbildung 1) [3]. Gesamtprozessoptimierung und Effizienzsteigerung werden oftmals nur teilweise oder gar nicht ausgeschöpft. Diese können allerdings durch dynamische Systemsimulation und eine ganzheitliche Betrachtung von Kältebelastung, Kälteanlage und Wirtschaftlichkeit aufgezeigt werden. Das sollte stets vor dem Hintergrund einer Betrachtung der Lebenszykluskosten geschehen, da die kumulierten Energiekosten die

Investitionskosten um ein Fünf- bis Zehnfaches übersteigen können. Benchmarking, energetische Bewertung und Vergleich von Kälteanlagen nach Energieeffizienzgraden gewinnen in den nächsten Jahren immer mehr an Bedeutung. Die SIMREFF-Methodik der dynamischen Systemsimulation ermöglicht es, all diesen Vorgaben gerecht zu werden, innovative Konzepte zu erarbeiten und Systemkomponenten zu optimieren.

Methodik SIMREFF

Die Methodik SIMREFF (Simulation, Refrigeration & Efficiency) stellt eine wissensbasierte Dienstleistung zur Planung, Inbetriebnahme und Betriebsoptimierung von Kälteanlagen dar. Angewendet wird die neu entwickelte SIMREFF-Simulationssoftware. SIMREFF verknüpft und simuliert dynamisch drei Prozesse und führt zu einer ganzheitlichen Betrachtung (Abbildung 2). Jeder Prozessschritt wird durch einen Simulationsbaustein, den Anwender-, Kälte- und



Abbildungen 1+2: Effizienzsteigerungspotenzial an Kälteanlagen (links) und Dynamische Verknüpfung und ganzheitliche Betrachtung (rechts)

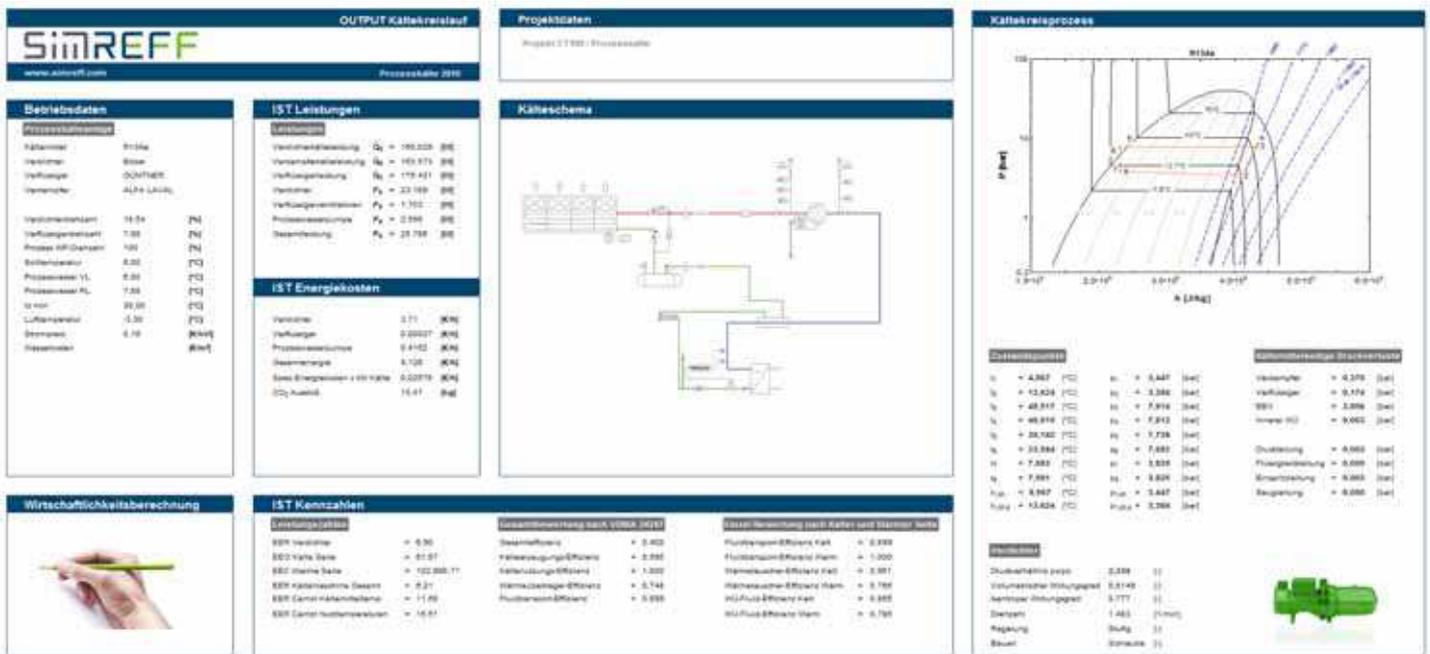


Abbildung 3: OUTPUT-Programmoberfläche des Kälteprozesses mit Ist-Kennzahlen

Wirtschaftlichkeitsprozess, abgebildet. In Abhängigkeit von Produktionsweise, Klimabedingungen und Teillastverhalten wird für ein Jahr ein stündliches Kältebedarfsprofil berechnet und daraus wird das effizienteste und wirtschaftlichste Kälteanlagen- und Regelungskonzept ermittelt. Die Innovation dieser Systemsimulation besteht in der detailgetreuen Modellierung und Abbildung sowie Verknüpfung der Einzelprozesse.

Dieser Systemsimulation liegen mathematische und physikalische Modelle, ein fundiertes Wissen über Anwendungsprozesse und das Wissen über Betriebsverhalten der eingesetzten kältetechnischen Komponenten und Systeme zugrunde. Ergänzt werden diese Systemstudien durch wirtschaftliche Analysen. Eine Abbildung innovativer Kälteprozesse, Kälte-Wärme-Kopplungen oder kombinierte Gebäudekonzepte mit Prozesskälte, Wärmepumpe und Freier-Kühlung

Tabelle 1: Lastprofil Randbedingungen

Umschaltpunkte und Lastprofil Randbedingungen

	Volllast	Grundlast
Kühllast	kW 920	320
Grenzwerte der Außentemperatur	°C 32	≤ 12
Teillastverhalten zwischen den Grenztemperaturen	°C stetig	konstant

können im SIMREF-Modell umgesetzt und neutral verglichen werden. Kundenspezifische Auslegungstools und Anlagenkonzepte können individuell realisiert werden und für BAFA-Anträge bewertet werden, wie jüngst geschehen für die hoch zu bewertende Innovation, den „eChiller“ mit Wasser als Kältemittel.

SiMREF-Softwaremodell

Das SiMREF-Rechenmodell besteht aus divers in Tabellenform angeordneten Eingabe- und Ausgabemasken. Die grafische Nutzeroberfläche ermöglicht es, die erstellten Simulationsmodelle zu parametrieren und die Berechnungen durchzuführen. Es können Herstellerangaben der verwend-

EE für EFFIZIENTE ENERGIE

Wir bauen Kältetechnik der Zukunft auf die viele Unternehmen vertrauen

Infos und Messetermine unter efficient-energy.com

100 %

Wasser als Kältemittel

80 %

Energiekosteneinsparung

efficient energy

be part of tomorrow

ten Komponenten eingegeben oder aktuelle Betriebsgrößen des zu berechnenden Lastzustands vordefiniert werden. Die Anwenderprozessmaske wurde für die unterschiedlichsten Lastprofile und Prozesse gestaltet und legt u.a. die Verwendung der Klimadaten fest. Es können deutsche Standorte, nach dem Testreferenzjahr des Deutschen Wetterdienstes, oder internationale Wetterdaten, aus der ASHRAE-Klimadatenbank, verwendet werden. Die dynamische stündliche Lastprofil-Abbildung des Anwenderprozesses kann auf Basis von Monats-, Wochen- oder Stundenwerten erfolgen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, einen stündlichen Kälteleistungsbedarf aus einer thermisch-energetischen Gebäudesimulation einzulesen oder direkt den stündlichen Kälteleistungsbedarf von Lüftungsanlagen durch das integrierte h,x-Modul zu ermitteln. Somit steht ein vollständiges stündliches Lastprofil der Kälteanlage über 8760 h/a zur Verfügung. Kern der Simulation ist die exakte Abbildung des Kälteprozesses, der je nach Anwendung variiert. Hierzu zählen neben dem/den Verdichter(n) auch die Abbildung der Wärmeübertrager, Ventilatoren und Sekundärkreisumpen. Das Simulationsmodell der Kältemaschine wurde in einer Softwareumgebung mit integrierter Stoffdatenbank entwickelt. Zur Parametrierung des Verdichters werden Hersteller-



Abbildung 4: Combitherm-Industrie-Prozesskälteanlage

daten nach DIN EN 12900 [4] benötigt und für die Simulation in Polynome umgeformt, woraus Wirkungsgrade abgeleitet werden. Zur Abbildung stetiger Verdichterdrehzahlen werden die Polynome für unterschiedliche Drehzahlen ermittelt und unbekannte Drehzahlen werden interpoliert. Auch für Wärmeübertrager werden Auslegungsdaten der Hersteller verwendet. Um auch das Teillastverhalten auf der Wärmeauf- und

-abnahmeseite abbilden zu können, werden vorab die Wärmeübergangskoeffizienten bei unterschiedlichen Kältemittel- und Fluidmassenströmen abgeleitet. Aus den daraus gewonnenen Daten werden neue Exponentialfunktionen gebildet, die eine Beschreibung des Teillastverhaltens und der Wärmeübergangskoeffizienten im aktuellen Betriebspunkt ermöglichen. Das so entwickelte Modell, z.B. einer Kompressionskältemaschine, ermöglicht die Berechnung verschiedenster Betriebspunkte der Anlage unter Berücksichtigung sämtlicher Anlagen-druckverluste, kältemittel-, prozesswasser- und kühlwasserseitig.

Tabelle 2: Vergleich der Regelkonzepte

Vergleich der Regelkonzepte

		Regelstrategie <i>tc_{min} konst.</i>	SIMREFF OPT- Load-Polynom
Min. Verflüssigungstemperatur <i>tc_{min}</i>	°C	30°C konstant	variabel ≥ 25°C
Jahresbetriebsstunden	h/a	8760	8760
Jahreskühlenergie	kWh/a	3.373.081	3.373.081
Jahresstromenergie	kWh/a	536.700	474.031
Min. Leistungszahl <i>EER_{KM}</i>	-	3,10	2,90
Max. Leistungszahl <i>EER_{KM}</i>	-	6,79	8,45
Mittlere Leistungszahl <i>EER_{KM}</i> über 8760 h/a	-	6,49	7,60
Min. elektr. Leistungsaufnahme	kWh	47,13	37,87
Max. elektr. Leistungsaufnahme	kWh	295,93	316,33
Jahresmittelwert elektr. Leistungsaufnahme	kWh	61,27	54,11
Strompreis	€/kWh	0,16	0,16
Kosten elektrische Energie Kältemaschine	€/a	85.872 €	75.845 €
Energieeinsparpotenzial	%/a	-	11,7
CO ₂ -Einsparpotenzial	t/a	-	33,5
Kosten Regelstrategie (Simulation/Umsetzung)	€	-	5.800
Return-on-Investment (ROI)	Monate	-	~ 6

SIMREFF-Bewertung

Mit Hilfe des Simulationsmodells wird das Betriebsverhalten einer realen Kälteanlage unter verschiedensten Umgebungstemperaturen und Lastanforderungen abgeleitet. Aus der Simulation sind dynamische, optimal angepasste Betriebsparameter, wie optimale Verflüssigungstemperaturen, Regelstrategien oder Umschaltunkte bei Nutzung von freier Kühlung abzuleiten und in Form von Gleichungen darstellbar. Um das Optimierungspotential aufzuzeigen, wird die Simulation mit verschiedenen Anlagenkomponenten und Regelparametern durchgeführt. Nach der Simulation werden energetische Jahreskennzahlen, wie beispielsweise Jahresarbeitszahlen (SEER für verschiedene Bilanzgrenzen), Leistungszahlen (EER an beliebigen Betriebspunkten) und

Effizienzwirkungsgrade der Kälteanlage in Anlehnung an VDMA 24247 [5], ausgewiesen. Die Software ermöglicht neben der stündlichen Abbildung (siehe Abbildung 6) des Anwenderkühlprozesses und der Kälteanlage eine Bewertung der Investitions- und Betriebskosten. D.h. die Lebenszykluskosten werden unter Berücksichtigung von Risiko- und Sensitivitätsanalysen über den Betriebszeitraum der Anlage ermittelt. Alle relevanten Eingaben und alle Ergebnisse werden nach der Berechnung automatisch grafisch und tabellarisch aufbereitet und in Masken ausgegeben. Abbildung 3 zeigt beispielhaft eine OUTPUT-Oberfläche der entwickelten Software SiMREFF, die IST-Leistungen und Kennzahlen darstellt.

SIMREFF unterstützt somit Beratungsleistungen nach dem EDL-Gesetz bzw. kann zur softwaregestützten Energieberatung für Kälteanlagen im Rahmen eines BAFA-Energieaudits verwendet werden. Das Berechnungsverfahren bietet eine einheitliche Vergleichsbasis für unterschiedliche Kälteanlagenkonzepte und eignet sich zur neutralen energetischen Beurteilung und Optimierung von Anlagen. Es findet Einsatz sowohl in der Planung als auch bei der Bewertung von Anlagen im Bestand.

Anwendung in der Praxis

Am Beispiel einer industriellen Prozesskälteanlage wird eine mögliche Anwendung der SiMREFF-Simulationssoftware erläutert. Die Hauptkomponenten der Kälteanlage wurden bereits in der Planung durch den Hersteller in Hinblick auf einen effizienten

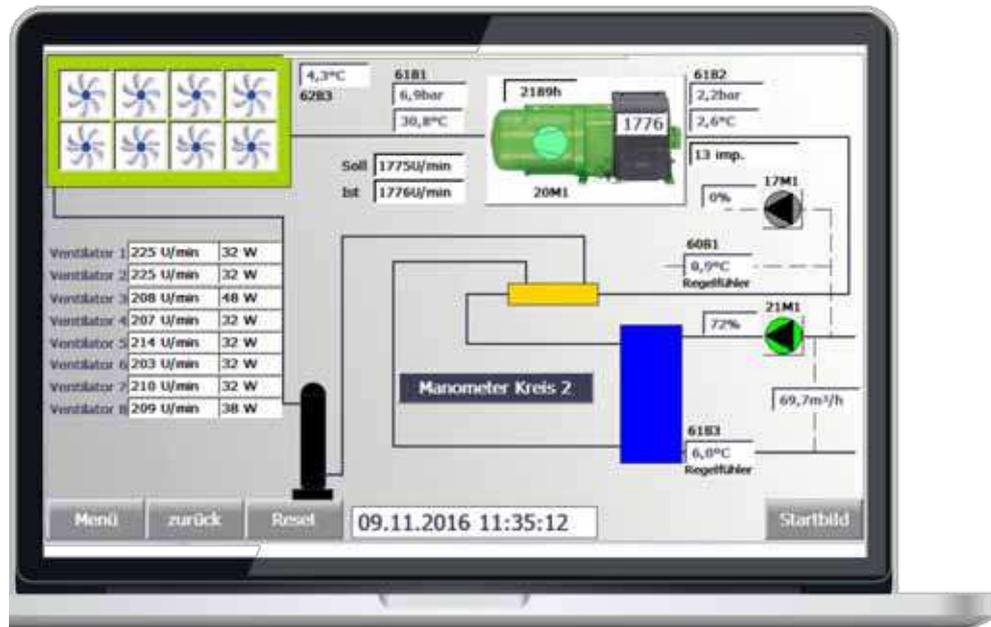


Abbildung 5: Bildschirm der Industrie-Prozesskälteanlage mit Ist-Daten der SiMREFF-Regelstrategie

Anlagenbetrieb aufeinander abgestimmt. Die Herausforderung für SiMREFF bestand in einer weiteren Effizienzsteigerung der Anlage durch die Definition einer optimierten und implementierbaren Regelstrategie. Bei der Anlage handelt es sich um eine von der Combitherm GmbH für Außenaufstellung geplante Industrie-Prozesskälteanlage (siehe Abbildung 4). Diese besteht aus zwei getrennten R134a-Kältekreisläufen, Verflüssigern mit EC-Ventilatoren, drehzahlregulierten Schraubenverdichtern sowie zwei drehzahlregulierten Prozesswasserpumpen. Die Prozesskälte (6/12 °C) wird ganzjährig für Labors, Produktionsmaschinen und zusätzlich in den Sommermonaten für

die Gebäudeklimatisierung eingesetzt. Die Produktion erfolgt im Dreischichtbetrieb. Somit resultieren annähernd 8760 h Betriebsstunden im Jahr. Für die Generierung des Kältebelastungsprofils (Anwenderprozess) ist ein außentemperaturabhängiges Lastprofil mit einer Grundlast von 320 kW und einer maximalen Kühllast von 920 kW ermittelt worden. Die maximale Last tritt ab einer Außenlufttemperatur von 32 °C auf. Wesentliche Randbedingungen zum Lastprofil sind aus Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Kältemaschine wurde für dieses individuelle Kundenprojekt mit dem SiMREFF-Simulationsmodell abgebildet. Auf Basis des vorhin genannten Lastprofils oder der



GLYKOSOL N

DIE **ENERGIE** FÜR EIN PROFESSIONELLES KLIMA

Kälte- und Wärmeträgerflüssigkeit auf Basis Monoethylenglykol für technische Anwendungen

pro KÜHLSOLE GmbH

Am Langen Graben 37
D-52353 Düren

Tel.: +49 2421 59196-0
info@prokuehlsole.de

www.prokuehlsole.de

pro
KÜHL
SOLE



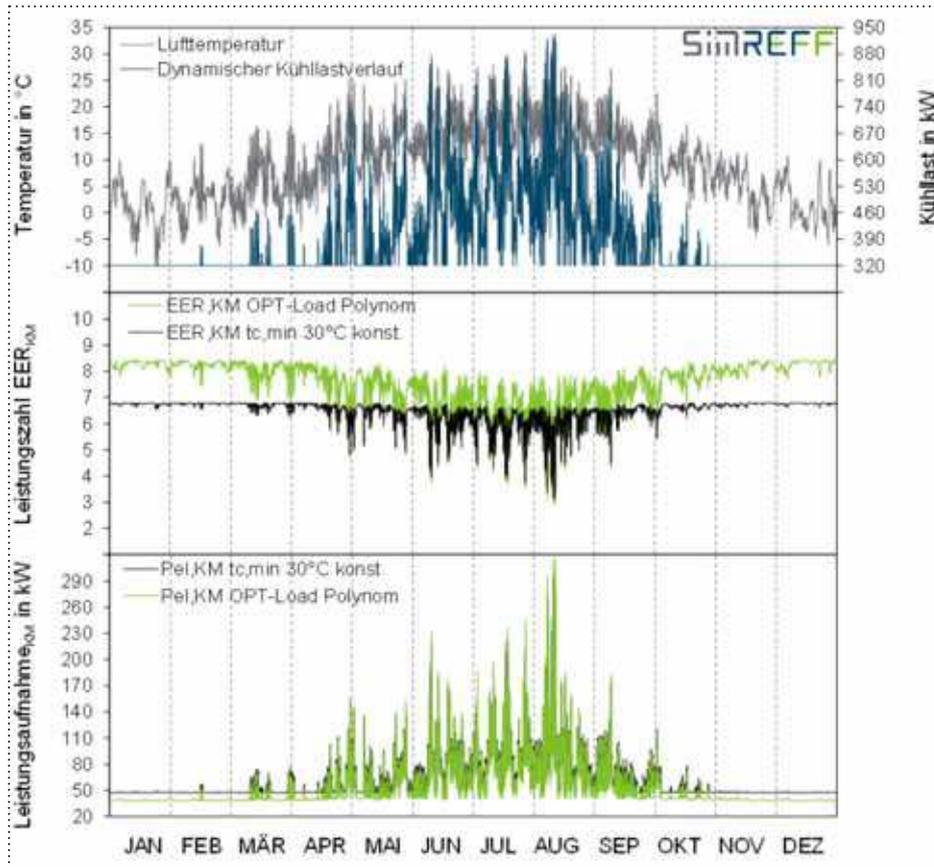


Abbildung 6: Dynamischer Produktionskühlprozess: Außentemperatur und Vergleich von Leistungszahl und Leistungsaufnahme der Prozesskälteanlage im Jahresverlauf über 8760 h/a

Teillastverhältnisse, der Verdichter-Polynome, der Wärmeübertrager-Kennzahlen, der Druckverluste im Kältekreislauf und Energieverbräuche der Prozesswasserpumpen wurde eine Jahressimulation durchgeführt. Aufbauend auf diesem Modell wurden aus der Jahressimulation optimierte Regelstrategien abgeleitet und mit Energiebilanzen ausgewertet. Die für den Standort und entsprechend dem Lastprofil effizienteste Variante wurde identifiziert und daraus ein neues gesamtes spezifisches SiMREFF-Kälteanlagen-Polynom erzeugt. Das sogenannte SiMREFF-OPT-Load-Polynom wurde letztendlich in die speicherprogrammierbare Regelung (SPS) der realen Combitherm-Kälteanlage implementiert, siehe Abbildung 5.

Ein Vergleich zwischen einer Regelstrategie mit konstanter Verflüssigungstemperatur ($t_{c,min}$ konst.) und der optimierten SiMREFF-Regelstrategie (OPT-Load-Polynom) zeigt Tabelle 2 und Abbildung 6. Die statische Regelstrategie regelt die Verflüssigungstemperatur auf konstant 30 °C, während die dynamische Regelstrategie eine variable Verflüssigungstemperatur von minimal 25 °C zulässt. Eine

variable Verflüssigungstemperatur führt zu einer Betriebsweise, die die Komponenten, Verdichter und Verflüssigungsventilatoren in einem energetisch optimalen Gleichgewicht hält. Dies wiederum ermöglicht einen energetisch optimierten Betrieb der Gesamtkälteanlage unter schwankenden Lastanforderungen und Außentemperaturen. Es ergeben sich Einsparungen an elektrischer Energie von ca. 63 MWh/a und der ermittelte mittlere EER über 8760 h/a steigt um ca. 15 % von 6,49 auf 7,60 an. Ein Vergleich der Leistungszahlen für die beiden Betriebsweisen ist in Abbildung 6 dargestellt. Durch diese regelungstechnische Optimierung an der Kältemaschine ergibt sich eine Einsparung von ca. 12 % bzw. 11.676 €/a (Strompreis 0,16 Ct/kWh). Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung des spezifisch erstellten SiMREFF-OPT-Load-Polynoms, ermittelt aus der Simulationsberechnung, ein beachtliches Optimierungspotential birgt (vgl. Abbildung 6). Dies setzt allerdings präzise Kenntnisse des Lastverlaufs auf Betreiberseite voraus. In Unkenntnis eines Lastprofils hat die statische Regelstrategie nach wie vor ihre Berechtigung.

Fazit

Die angewandte Methodik SiMREFF zeigt am Beispiel des Praxisobjekts, dass bedingt durch eine optimierte Betriebsweise ohne einen Austausch von Komponenten, Einsparungen von bis zu 12 % bei einem Return-on-Investment (ROI) von sechs Monaten möglich sind. Dieses Ergebnis deckt sich mit den möglichen Effizienzsteigerungspotenzialen, wie in Abbildung 1 dargestellt. Die Auswertung von Monitoringdaten an dieser Anlage und ein erster Vergleich von Einzelergebnissen aus der Simulation mit aktuellen Anlagendaten zeigt, dass das SiMREFF-OPT-Load-Polynom erfolgreich in die Anlagenregelung implementiert wurde. Die Gesamtprozessoptimierung und die Effizienzsteigerung können erst durch die dynamische Systemsimulation und eine ganzheitliche Betrachtung des Anwender-, Kälte- und Wirtschaftlichkeitsprozess erreicht werden.

Das Effizienzsteigerungspotenzial für Kälteprozesse liegt je nach Anlage und Standort im Bereich von 10-40 % und es gilt dieses individuell zu identifizieren. Innovative Kälteprozesse können im SiMREFF-Modell abgebildet und neutral verglichen werden. Die Ergebnisse können daher auch zur softwaregestützten Energieberatung für Kälteanlagen im Rahmen eines BAFA-Energieaudits herangezogen werden.

Literatur

- [1] Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein, 2002. Energiebedarf für die technische Erzeugung von Kälte. Statusbericht des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins Nr. 22. ILK, FKW Uni Essen, Stuttgart.
- [2] Daten aus Arnemann et al: Kältetechnologien in Deutschland, Studie, Hochschule Karlsruhe, Projektträger Jülich 2013
- [3] Positionspapier des Forschungsrats Kältetechnik e.V., 2012. Klimaschutzbeitrag von Kälte- und Klimaanlageanlagen, Verbesserung der Energieeffizienz, Verminderung von treibhausrelevanten Emissionen. Verfügbar unter http://fkt.com/fileadmin/user_upload/Positionspapier/Positionspapier_Klimaschutzbeitrag.pdf [26.01.2017].
- [4] Deutsches Institut für Normung e.V., 2013. DIN EN 12900: Kältemittel-Verdichter – Nennbedingungen, Toleranzen und Darstellung von Leistungsdaten des Herstellers. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [5] Verein Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), 2011. VDMA 2427-2: Energieeffizienz von Kälteanlagen Teil 2: Anforderungen an das Anlagenkonzept und die Komponenten. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

Autarke Heiz- und Warmwasserversorgung

Wärmepumpe für die Mensa der FH Südwestfalen

*Dipl.-Ing. (FH) Jan Hübner,
Dürr thermea GmbH,
Ottendorf-Okrilla*

In der Kantine der Fachhochschule Südwestfalen in Soest wird die Abluft aus der Lüftungs- und Kälteanlage als Wärmequelle für die Beheizung der Mensa genutzt. Eine Hochtemperaturwärmepumpe gewinnt daraus so viel Heizenergie, dass sie damit 85 % des Wärmebedarfs deckt. Die CO₂-Emissionen der gesamten FH Soest wurden um 18 % gesenkt und so seit 2011 rund 178.000 € Energiekosten eingespart sowie 900 t CO₂-Emissionen vermieden. Bei einem Investitionsvolumen von rund 100.000 Euro ergibt sich ein Return on Investment (RoI) von 3,4 Jahren, was einer Rendite von 30 % entspricht.

Die Wärmepumpenanlage ist seit März 2011 in Betrieb und arbeitet seitdem zuverlässig. Sie deckt nach aktuellen Messungen über 85 % des Wärmebedarfs der Mensa (siehe Bild „Wärmebedarfsdeckung“, gelbe Fläche, zeigt noch den geplanten 2/3 Deckungsgrad). Außerdem ist die Reduzierung der Wärmeverluste im Nahwärmenetz ersichtlich (rote Fläche). Im Sommer treten keine Netzverluste mehr auf. Die erreichte Verringerung des Wärmebedarfs in der Heizperiode 2010/2011 (blaue Fläche) ist Ergebnis vorangegangener Modernisierungsmaßnahmen. Schon nach einer Betriebszeit von ca. zwölf Monaten herrschte große Zufriedenheit beim Endkunden und beim Planer. Die Erwartungen hinsichtlich der technischen Parameter und des Betriebsverhaltens wurden voll erfüllt und in den folgenden Jahren zum Teil sogar übertroffen.

Die verwendeten „thermeco₂“-Wärmepumpen können aufgrund der hochdruckseitig transkritischen Prozessführung hohe Vorlauftemperaturen mit hohem COP bereitstellen. Damit eröffnen diese Maschinen neue Einsatzmöglichkeiten im Gebäudebestand. Eine Steigerung der Wärmepumpeneffizienz ist durch die Reduzierung der Heizungsrücklauftemperaturen möglich. Bei dem Projekt in Soest ergriff der Planer im Zuge der Anlagenmodernisierung wirksame Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperaturen. Durch diese Maßnahmen und die „thermeco₂“-Technologie kann die erwartete Jahresarbeitszahl um mehr als 10 % übertroffen werden.

Projektaufgaben und Projektziele

Die Mensa an der Fachhochschule Südwestfalen in Soest ist zur Wärme- und Warmwasserversorgung in ein Nahwärmenetz einge-

bunden. Der Betrieb des Nahwärmenetzes wird durch unwirtschaftliche Lastzustände gekennzeichnet, die zu hohen Betriebskosten in der Liegenschaftswärmeversorgung führen. Insbesondere im Sommer, wenn die Mensa der einzige Wärmeverbraucher im gesamten Liegenschaftsnetz ist, betragen die Wärmeverluste der Erzeugung und Verteilung laut Betreiber mehr als 80 %, im Jahresdurchschnitt mehr als 30 %. Hinzu kommt der Energieaufwand für den Betrieb der Umwälzpumpen. Im Mensagebäude gibt es einen bisher ungenutzten Abluftstrom sowie Abwärme einer Kleinkälteanlage. Vor dem Hintergrund dieser verfügbaren Abwärmequellen soll die Warmwasserversorgung ganzjährig und die Wärmeversorgung außerhalb der Heizperiode mittels einer Wärmepumpe autark erfolgen, um die Wärmekosten und die anrechenbaren CO₂-Emissionen zu reduzieren.



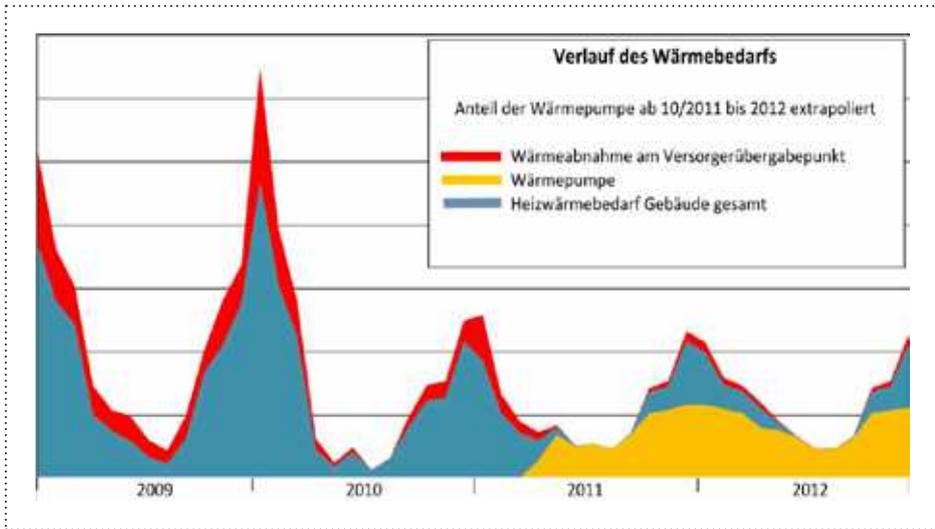
Foto: Jörg Fallmeier © BLB NRW

Martin Reiß von der Bau- und Liegenschaftsbetriebs-Niederlassung Soest freut sich über die Einspareffekte, die die neue Wärmepumpe erzielt und sie auch für andere Anwendungen interessant macht.



Foto: Fachhochschule Südwestfalen - Campus Soest

Über die Wärmepumpenanlage in der Mensa der FH in Soest liegen Betriebserfahrungen aus sechs Jahren vor.



Quelle: Dürr thermea GmbH

Wärmebedarfsdeckung

In dieser Zeit kann der Nahwärmenetzanschluss stillgelegt werden. Damit entfallen Elektroenergiekosten für den Betrieb der Umwälzpumpen, der Gebläsebrenner sowie Wärmeverluste im Rohrleitungsnetz und bei der Erzeugung.

Durch die Abwärmenutzung der Kleinkälteanlage soll sich deren Rückkühltemperaturniveau von 40-50 °C auf 20 °C reduzieren, sodass der COP dieser Kältemaschine deutlich verbessert werden kann und darüber hinaus Kosten für den Betrieb von Rückkühlanlagen (Ventilatoren) eingespart werden.

Technische Lösung

Wärmepumpenauswahl

Für herkömmliche Wärmepumpen ist der Einsatzfall aufgrund der hohen Vorlauftemperaturen der bestehenden Heizungsanlage und den in einem großen Temperaturbereich schwankenden Wärmequellen ungeeignet.

Fündig wurde der Planer bei Dürr thermea, einem deutschen Hersteller von transkritischen CO₂-Hochtemperaturwärmepumpen. Die CO₂-Wärmepumpe wurde gewählt, da sie die Möglichkeit bietet, die bestehenden Netztemperaturen zu liefern, darüber hinaus mit Vorlauftemperaturen bis zu 90 °C noch Reserven hat und auch parallel zu der Fernwärmeeinspeisung betrieben werden kann. Weiterhin ist durch die hochwertige und flexible Steuerung der Wärmepumpe Betriebssicherheit in allen denkbaren Betriebssituationen gegeben.

Für die Lösung der Aufgabe wurde der Maschinentyp „thermeco₂ HHR 45“ in Wasser/Wasser-Ausführung in Zusammenarbeit mit dem Planer ausgewählt. Es handelt sich um

den kleinsten Typ der Baureihe „thermeco₂ HHR“, die aus fünf Grundtypen im Leistungsbereich 45 bis 1500 kW besteht.

Die Maschine ist mit einem frequenzgeregelten halbhermetischen Hubkolbenverdichter ausgerüstet, der auf einen hochdruckseitig transkritischen CO₂-Kreislauf mit innerem Wärmeübertrager arbeitet. Da sich aufgrund der hochdruckseitig transkritischen Prozessführung das Kältemittel bei der Wärmeabgabe an das Heizmedium nicht verflüssigt, spricht man im Folgenden nicht von Kondensatoren, sondern von Gaskühlern.

Einbindung der Wärmepumpe in das Wärmequellensystem

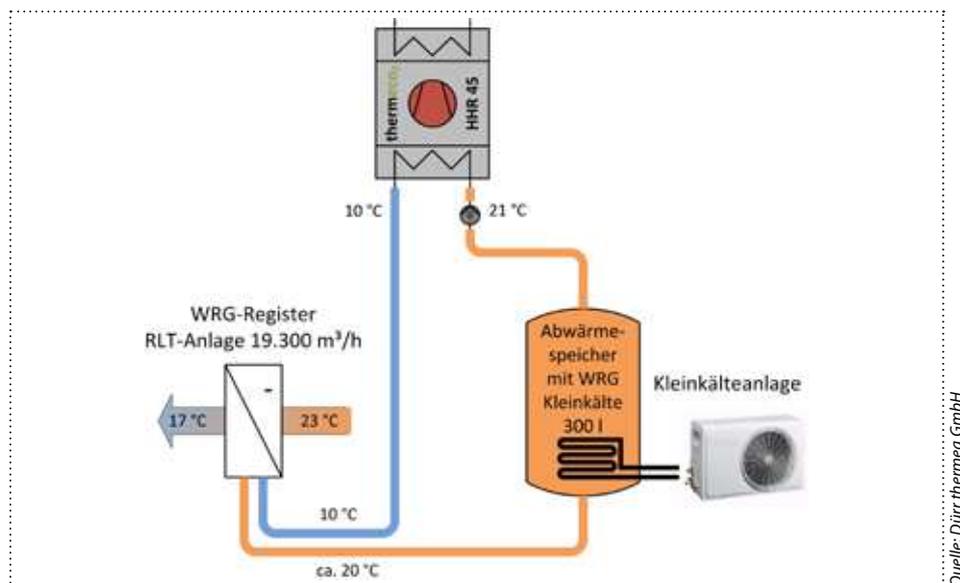
Als Wärmequelle dienen die Abluft der Lüftungsanlage der Mensa und die Abwärme der Kleinkälteanlage. Das Abluftregister und die Wärmerückgewinnung der Kälteanlage

sind hydraulisch in Reihe in den Wärmequellenkreislauf eingebunden (siehe Grafik „Wärmequellenkreislauf“). Dabei stellt die neu installierte WRG in der Abluftanlage den mit Abstand größten Teil der benötigten Wärmequellenkapazität.

Der 300 Liter-Abwärmespeicher gehört zur Bestandsanlage und konnte weiter verwendet werden. Der eingebaute Rohrwendelkondensator überträgt die Abwärme (ca. 3,8 kW Dauerleistung) der Kleinkälteanlage auf das Wärmequellenwasser. Bei längerem Stillstand der Wärmepumpe kann der Abwärmespeicher durch den Kondensator der Kleinkälteanlage auf über 50 °C erwärmt werden. Dieser Betriebszustand führt bei herkömmlichen Wärmepumpen zu Störungen und Abschaltungen. Die interne Regelung der „thermeco₂“-Wärmepumpe wurde entsprechend angepasst, um diese kurzzeitig hohen Wärmequellentemperaturen sicher zu verarbeiten.

Im Wärmequellenkreislauf sorgt eine drehzahlgeregelte Umwälzpumpe für die notwendige Druckdifferenz von maximal 0,68 bar zur Durchströmung des Verdampfers und des Lüftungsregisters sowie der übrigen Anlagenteile. Die Pumpe wird von der übergeordneten Gebäudeleittechnik (GLT) eingeschaltet und erhält im Betrieb ebenfalls von der GLT ein 0...10 V-Signal zur Drehzahlregelung.

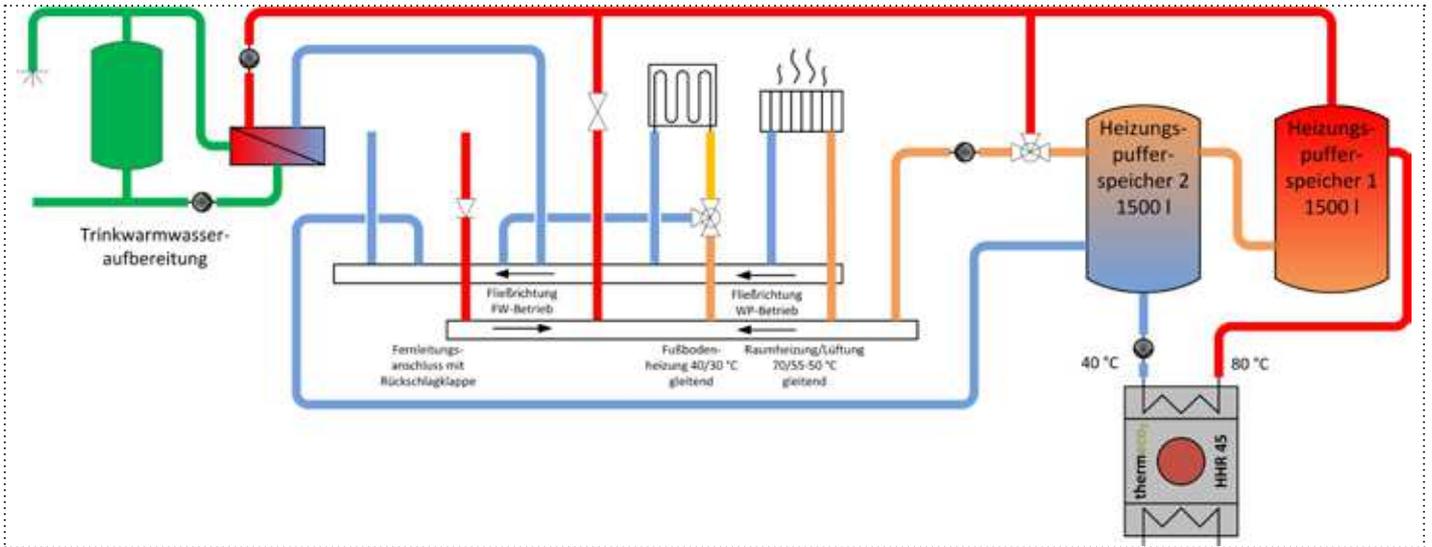
Führungsgröße für die Drehzahlregelung der Wärmequellenpumpe ist die Verdampferaustrittstemperatur. Wenn die Austrittstemperatur unter den Sollwert abfällt, wird die Drehzahl der Pumpe erhöht, damit die Temperatur nicht weiter, im schlechtesten



Wärmequellenkreislauf

Fall bis in den Frostbereich, abfällt. Hier

Quelle: Dürr thermea GmbH



Quelle: Dürr thermea GmbH

Wärmesenkenkreislauf

würde die Maschine über den Saugdruckwächter abschalten. Bauseits wurde die Verdampferaustrittstemperatur mit Temperaturfühlern in Tauchhülsen erfasst. Da die Zeitkonstante dieser Temperaturmessstellen verhältnismäßig groß ist, wurde die Drehzahl ausgehend von der Startdrehzahl der Verdampferpumpe anfangs nicht schnell

genug angehoben, so dass es im Inbetriebnahmezeitraum zu Saugdruckstörungen kam. Der Fehler trat insbesondere dann auf, wenn die Küche noch nicht in Betrieb war und noch wenig Abwärme anfiel. Diese Saugdruckstörungen konnten durch eine Anhebung der Startdrehzahl der Pumpe vermieden werden. Eine mögliche, allerdings aufwendigere Lösung des Problems

wäre der Einsatz schnellerer Temperaturfühler gewesen.

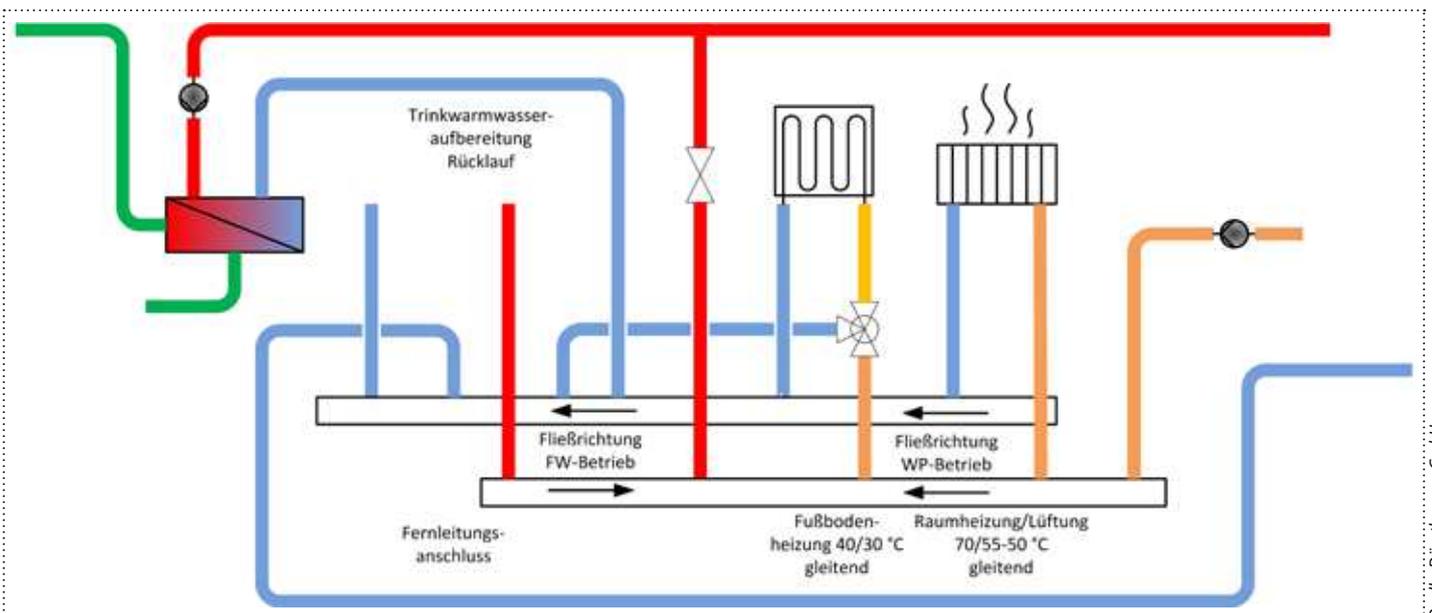
Einbindung der Wärmepumpe in das Wärmeversorgungssystem

Das vorhandene Heizungssystem des Mensagebäudes umfasst nebenstehende Heizkreise. In der Übergangszeit ist vorrangig die Fußbodenheizung in Betrieb. Im Sommerbetrieb wird wenig Heizleistung zum Nachheizen in der Lüftungsanlage benötigt. Ganzjährig wird die Warmwasserbereitung betrieben.

Wärmepumpe Speicherung und Verteilung

Um die effizienzverbessernden niedrigen Heizungs- vor- und -rücklauftemperaturen zu erreichen, hat der Kunde unter anderem

Bezeichnung	Auslegungsleistung	Auslegungsspreizung	Bemerkung
Besucher WC	1 kW	70/55 °C	gleitend gemäß Heizkurve
Küche Strang Nord/Ost	24 kW	70/55 °C	gleitend gemäß Heizkurve
Personal Strang Süd/West	7 kW	70/55 °C	gleitend gemäß Heizkurve
Fußbodenheizung	40 kW	40/30 °C	gleitend gemäß Heizkurve
Lüftungsanlage	230 kW	70/50 °C	gleitend gemäß Heizkurve
Warmwasserbereitung	11-66 kW	66/40 °C	konstant



Quelle: Dürr thermea GmbH

Verteiler

TECHNIK › Wärmepumpe

folgende Anpassungen der Bestandsanlage durchgeführt:

- 1.) Einsatz von zwei in Reihe geschalteten Heizungspufferspeichern
- 2.) Hochtemperatur- und Niedertemperatur-Speicherentladung zur bedarfsgerechten Versorgung der unterschiedlichen Verbrauchertemperaturniveaus
- 3.) Vorregelungen Vorlauftemperatur des Heizungsverteilers und des Fußbodenregelkreises gemäß Heizkurve
- 4.) Rückklufttemperaturauskühlung durch Reihenschaltung der Hochtemperaturheizkreise und der Fußbodenheizung.

Die zwei in Reihe geschalteten Heizungspufferspeicher ermöglichen eine Wärmeentnahme auf zwei verschiedenen Temperaturniveaus ohne eine starke Durchmischung der thermischen Schichten. Die Verbraucher mit niedrigen Temperaturanforderungen erhalten eine bedarfsgerechte Versorgung aus dem mittleren Bereich des Speichers 2, während die Trinkwasserversorgung am oberen Bereich des Speichers 1 angekoppelt ist.

Betriebszustand 1: Ausschließlicher Betrieb der Warmwasserbereitung

Wenn nur die Warmwasserbereitung Wärme aus den Pufferspeichern nutzt, ist der Bypassanschluss des 3-Wegeventils geschlossen. Das Trinkwasserladesystem wurde dahingehend verändert, dass das kalte Frischwasser immer in einem Durchlauf auf Speichersolltemperatur erwärmt wird. Anschließend wurden die Abschalttemperaturen der Ladung neu festgelegt. Durch diese Maßnahmen konnte die Anzahl der Ladezyklen pro Tag von 12 auf 7 verringert werden. Dadurch



Quelle: Dürr thermea GmbH

Die verwendete „thermeco₂ HHR 45“ in Wasser/Wasser-Ausführung

treten hohe Rückklufttemperaturen nur in kurzen und ausgeprägten Spitzen auf. Die Rückklufttemperaturen der bestehenden Warmwasserbereitungsanlagen sind solange niedrig, wie im unteren Bereich des Trinkwasserspeichers noch kaltes Trinkwasser vorliegt. Wenn der Speicher fast durchgeladen ist, kommen kurzzeitig hohe Rückklufttemperaturen zustande, die sich im Sommer mit den niedrigen Rückklufttemperaturen der

Lüftungsanlage und im Winter auch mit den niedrigen Rückklufttemperaturen der Fußbodenheizung mischen, so dass die Gaskühlereintrittstemperatur an der Wärmepumpe stets unter 35 °C (max. 40 °C) liegt.

Betriebszustand 2: Ausschließlicher Betrieb des Heizungsverteilers

In diesem Betriebspunkt wird die vom Verteiler geforderte Vorlauftemperatur am

Ausbildung zum Staatlich geprüften Techniker

Wir starten am 1. September!

Kälte

2 Jahre Techniker **Kälte**

Vollzeit | September 2017

4 1/2 Jahre Techniker **Kälte**

Teilzeit | Februar 2018* *alle 2 Jahre



www.fs-technik-glauchau.de

STW Steinbeis-Transferzentrum
Fachschule für Technik
der Steinbeis-Stiftung

Talstr. 87 | D-08371 Glauchau
Fon: +49 3763 18481 | info@fs-technik-glauchau.de
www.fs-technik-glauchau.de

17.05.2017/01

Wir sind schon da,
wenn Sie uns brauchen!

**Online-Wasser-
Management 4.0**

Unterstützt bei der Einhaltung
der Hygiene-Richtlinie
VDI 2047 Blatt 2 und der
zukünftigen 42. BImSchV

Ihr Dienstleister für Kühlwasser
Seit mehr als 85 Jahren

dr.hartmann
www.dr-hartmann-chemie.eu



3-Wege-Mischventil bedarfsgerecht vorge-regelt.

Wenn der Heizungspufferspeicher 2 zu stark entladen ist und der Sollwert unterschritten wird, kann Wasser aus dem Heizungspuffer-speicher 1 beigemischt werden. Diese Schal-tung hat den Vorteil, dass Rücklaufwasser mit hohen Temperaturen (z.B. 50 °C) nochmals gemischt und zum Verteiler gebracht wer-den kann. Die Wärmepumpe wird erst dann wieder eingeschaltet, wenn die Temperatur unten im Speicher 2 unter 40 °C fällt oder die Temperatur oben im Speicher 1 unter der Solltemperatur liegt, so dass die Solltem-peratur nicht mehr zur Verfügung gestellt werden kann.

In der Mensa wurde wie beschrieben eine Reihenschaltung der Wärmeverbraucher eingeführt. Zuerst werden die statischen Heizflächen und Lüftungsregister mit hohen Vorlauftemperaturenanforderungen versorgt. Der gesammelte Rücklauf dieser Verbraucher und der Warmwasserbereitung wird anschließend als Vorlauf der Fußbodenhei-zung genutzt und weiter abgekühlt. Diese Reihenschaltung bringt effektiv niedrigere Rücklauftemperaturen, die sich positiv auf den COP der Wärmepumpe auswirken. Durch Reihenschaltung der Verbraucher mit einer Fußbodenheizung am Ende der Kette konnte die Rücklaufumtemperatur um über 5 K abge-senkt werden (Messwerte).

Im vereinfachten Schema ist die Fließrich-tung des Wassers in den verschiedenen Betriebszuständen Fernwärmeversorgung und Wärmepumpenversorgung dargestellt. Durch die Anordnung der Verteilerabgänge in der dargestellten Reihenfolge ist auch ein Parallelbetrieb der Fernwärme mit der Wär-mepumpe möglich. Dazu liefert die Vertei-lerpumpe einen konstanten Differenzdruck, der die Rückschlagklappe des Fernwärme-anschlusses geschlossen hält. Bei großem Wärmebedarf der Verbraucher sinkt der Dif-ferenzdruck am Verteiler ab. In diesem Fall öffnet die Rückschlagklappe, so dass zusätz-liche Wärme von der Fernwärme eingespeist wird. Der Abgang zur Warmwasserbereitung am Vorlaufverteiler ist im Normalbetrieb ge-schlossen und kann bei Ausfall der Wärme-pumpe manuell aktiviert werden.

Betriebserfahrungen

Aus der ständigen Überwachung des COP und der Jahresarbeitszahl zeigte sich, dass der COP bei den aktuellen Betriebsbedin-gungen, Wärmequelle 20 °C / 10 °C am Ver-

Wärmesenkenkreislauf -

Gaskühlerpumpe

Gaskühlerpumpe EIN:

Wenn Wärmepumpe in Betrieb

Gaskühlerpumpe AUS:

Wenn Wärmepumpe nicht in Betrieb ist (minimale Nachlaufzeit)

Drehzahl erhöhen:

Wenn Gaskühleraustrittstemperatur > Sollwert (z.B. 80 °C)

Drehzahl senken: Wenn Gaskühleraustritts-temperatur < Sollwert (z.B. 80 °C)

Wärmepumpe

Freigabe (WP EIN):

Wenn Puffer 2, $T_{\text{unten}} < 40 \text{ °C}$ ODER

wenn Puffer 1, $T_{\text{oben}} < \text{Solltemperatur} - 5\text{K}$ (z.B. durch Abkühlung bei längerem Stillstand)

Wärmepumpe AUS:

Wenn Puffer 2, $T_{\text{unten}} > 45 \text{ °C}$ UND

wenn Puffer 1, $T_{\text{oben}} \leq \text{Solltemperatur}$

Die Wärmepumpe arbeitet wärmegeführt, d.h. sie wird in Abhängigkeit des Ladezustandes des Heizungspufferspeichers zu- oder abgeschaltet.

dampfer und Warmwasser 30 °C / 75 °C am Gaskühler, deutlich über 3,5 liegt. Die Jahres-arbeitszahl erreicht einen Wert von über 3,2 und liegt somit über den Erwartungen. Die besten COPs sind in der Übergangszeit, bei laufender Fußbodenheizung, zu erzielen, so dass die Jahresarbeitszahl über 10 % höher ausfällt als geplant.

Nachfolgend ist der Verlauf der wichtigsten Temperaturen über einen Zeitraum von 18 Stunden beschrieben. Der Heizbeginn liegt um 04:00 Uhr und der Küchenschluss um 16:00 Uhr. Die Temperatur des Warmwasser-vorlaufs auf der Heizungsseite ist konstant 75 °C, während die Rücklaufumtemperatur ent-sprechend des Speicherladezustandes der Trinkwarmwasserbereitung schwankt. Es gibt sieben Ladezyklen des Trinkwasserspeichers. Jeder Zyklus dauert ca. 30 Minuten. Vor der Optimierung des Trinkwarmwasserladesys-tems gab es durchschnittlich zwölf Ladezyk-len täglich. Anfängliche Schwankungen der Vorlaufumtemperatur um den Sollwert konnten durch Abstimmung des Regelbereiches der Pumpe mit der Anlagenkennlinie beseitigt werden. Je nach Pumpen- und Rohrnetz-kennlinie kann eine kleine Änderung der Pumpendrehzahl zu einer großen Änderung des Fördervolumenstromes führen, so dass eine genaue Austrittstemperaturregelung unmöglich wird. Im konkreten Fall musste das Signal zur Drehzahlverstellung in klei-neren Schritten erhöht werden (0,1 V- statt 1 V-Schritte).

Vom Betreiber wird der größte Vorteil der verwendeten Wärmepumpe gegenüber „her-kömmlichen“ Maschinen in der Flexibilität gesehen. Die Wärmepumpe kann sowohl ver-dampfer- als auch gaskühlerseitig ein enorm

großes Temperaturband abdecken, so dass immer Reserven für „extreme“ Betriebszu-stände vorhanden sind. Beispielsweise beim Einsatz der Maschine als Kältemaschine kann ein zu klein dimensionierter Rückkühler kom-pensiert werden, indem einfach kurzzeitig der Vorlauf angehoben wird.

Der Einsatz der Hochtemperaturwärme-pumpe führt für den Liegenschaftsbetreiber zu Energiekosteneinsparungen und leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der knappen öffentlichen Kassen.

Nach sechs Betriebsjahren ist festzustellen, dass die geplanten Einsparungen deutlich übertroffen werden. Dazu tragen die höhere Jahresarbeitszahl aber auch viele vorher un-berücksichtigte Nebeneffekte bei:

- › Höhere thermische Leistung der Maschine durch optimierte Betriebsbedingungen er-höhrt Wärmedeckungsgrad und jährliche Außerbetriebnahmedauer der Fernwärme bei gleichen Investitionskosten.
- › Elektroenergiekosten für den Betrieb der Fernwärme-Umwälzpumpen, der Gebläse-brenner sowie Wärmeverluste im Rohrlei-tungsnetz und bei der Erzeugung entfallen.
- › Deutliche Leistungs- und COP-Verbesse-rung der Kleinkälteanlage. Kosten für den Betrieb von Rückkühlanlagen (Ventilatoren) werden eingespart.

Der Einsatz des umweltfreundlichen Kälte-mittels Kohlendioxid ist absolut zukunftsssi-cher. Aus Betreibersicht ist sowohl die gute und langfristig preisgünstige Verfügbarkeit, als auch der geringe Bürokratieaufwand im Umgang mit dem Kältemittel vorteilhaft.

R134a/R744-Kaskaden mit Monitoring-System

Gewinner beim Chillventa Award 2016 in der Kategorie Gewerbekälte

Tim Keilhauer,
Rütgers GmbH & Co. KG,
Mannheim

Für die Firma Cytec Solvay in Östringen wurde von Rütgers Kälte Klima ein neues Tiefkühlager mit davor geschaltetem Vorkühlraum realisiert. Bei dem Projekt kamen zwei R134a/R744-Kaskaden im Zusammenspiel mit dem „rütgers:care Monitoring System“ zum Einsatz. Neben der Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten von Kaskaden-Systemen mit dem umweltfreundlichen Kältemittel CO₂ wird nachfolgend veranschaulicht, welche Vorteile sich aus einer R134a/R744-Kaskade im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen ergeben.

Die Firma Cytec Solvay Group in Östringen hatte die Anforderung, ein Tiefkühlager (Freezer) mit einem vorgeschalteten Normkühlager (Coolroom) in ihrer Werkserweiterung zu erbauen. Die technischen Anforderungen, wie die errechnete Kühllast, Daten und Pläne zur Kühlhalle, etc. wurden durch den Planer, die T.P.I. Trippe und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, im Vorfeld detailliert ausgearbeitet und den Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt.

In der Angebotsphase gab es unterschiedliche Konzepte, wie solch ein System aussehen könnte. Ein Mitbewerber hatte ein Konzept vorgelegt, welches Kälteanlagen mit dem Kältemittel R407F vorgesehen hätte, was aus Sicht von Rütgers in der heutigen Zeit ein absolutes No-Go ist. Zudem waren

die Anlagen so konzipiert und ausgelegt, dass diese leistungstechnisch und thermisch am Limit betrieben worden wären. Die Alternativlösung von Rütgers, die den Zuschlag bekam, setzt als Basis auf eine „[CF] Systems“-Anlage der Christof Fischer GmbH. Dabei handelt es sich um eine R134a/R744 (CO₂)-Kaskade in Containerbauweise zur Kühlung des Coolrooms und Freezers. Trotz der höheren Investitionskosten für eine Kälteanlage mit einem natürlichen Kältemittel entschied sich der Kunde für das umweltbewusste und effiziente System einer R134a/R744-Kaskade in redundanter Ausführung und den Einsatz des „rütgers:care Monitoring Systems“.

Die Planungsphase

Nach der Vorabplanung und Angebotsphase

wurde die detaillierte Projektplanung durch Rütgers ausgearbeitet. Im Einzelnen war das:

- › Erstellung des Zeitplans zur Montage und Inbetriebnahme
- › Ausarbeitung der detaillierten Aufstellungsplanung der beiden Technikcontainer und luftgekühlten Verflüssiger für die R134a-Stufen
- › Ermittlung der korrekten Montageposition der Decken-Luftkühler in den Kühlräumen aufgrund der hohen Wurfweite der Lüfter
- › Berechnung und Dimensionierung des Rohrleitungssystems (extrem wichtiges Thema, da lange Rohrleitungslängen benötigt wurden)
- › Planung und Organisation der kompletten Elektroinstallation von und zu den Technikcontainern sowie den einzelnen Kühlstellen



CO₂-Stufe der Kältekaskade



R134a-Stufe der Kältekaskade



Der „Freezer“

- › Planung und Koordination der Material-Anlieferungen
- › Koordination der Montage und Inbetriebnahme
- › Sicherheitsmanagement auf der Baustelle

Herausforderungen bei der Montage

Nach Fertigstellung der detaillierten Planung und Aufstellung der Komponenten auf dem Dach des Gebäudes konnte die Montage der Luftkühlverdampfer und Rohrleitungen beginnen. Die beiden Kaskadenanlagen wurden auf dem Dach des

Cytec Solvay-Gebäudes in zwei Technikcontainern installiert. Mit ihnen wird der Coolroom auf +4 °C (R134a) und der Freezer auf -23 °C (R744) gekühlt. Jede Kaskade arbeitet als eigenständiges System, wodurch eine Redundanz von 100 % erreicht wird. Zu den technischen Besonderheiten zählen ein ausgeklügeltes Ölmanagementsystem, die Beheizung der Tauwasserwannen und -leitungen, eine Gaswarnanlage in den Technikcontainern, die Containerkühlung mit Inverter-Splitgeräten, die Einbindung der Kaskaden in ein Prozessleitsystem mit Trendaufzeichnungen der Messdaten, die Archivierung der Störmeldungen und eine Visualisierung der Kaskaden über Touchpanel. Neben dem Einsatz von SPS wurden die Anlagen auch mit dem beschriebenen „rütgers:care Monitoring System“ ausgerüstet, wodurch eine noch höhere Anlagenverfügbarkeit, ein effizienter Betrieb und eine optimierte Wartung gewährleistet werden. Die baulichen Gegebenheiten erlaubten nur ein allmähliches Abkühlen der Räume um 3 K pro Tag (14 Tage, bis im Freezer der Sollwert erreicht wurde). Auch dieser Abkühlvorgang wurde über das Monitoring-System gesteuert.

Die Montage vor Ort beim Kunden wurde Ende November 2015 angefangen und Anfang März 2016 beendet, was ein effizientes Arbeiten widerspiegelt, da die hohen Sicherheitsbestimmungen vor Ort die Montage

nur einen langsamen Arbeitsfortschritt ermöglichten. Eine besondere Herausforderung hierbei stellte die Montage der Rohrleitungen dar. Diese sollten so versteckt wie möglich, aber dennoch gut zugänglich und zugleich so kurz wie möglich verlegt werden. Außerdem ist die korrekte Montage der Leitungen und Installation von Ölhebepöcken und ähnlichem, gerade hier im Falle der Tiefkühlung, extrem wichtig. Das System beinhaltet zwar ein ausgeklügeltes Ölma-



Das Projekt wurde beim Chillventa Award 2016 in der Kategorie „Gewerbekälte“ eingereicht und schaffte es ganz nach oben auf dem Siegerpodest. Auch 2018 wird es wieder einen Chillventa Award geben. Halten Sie schon 2017 Ausschau nach würdigen Projekten, die Sie einreichen können!



nagementsystem, welches einen sehr hohen Abscheidegrad hat, dennoch gelangt immer noch ein kleiner Anteil des Öls aus den Verdichtern in den Kältekreislauf außerhalb des Technikcontainers. Außerdem musste bedacht werden, dass durch das Kältemittel R744 in der Tiefkühlstufe ein höherer Druck als zum Beispiel bei einem herkömmlichen HFKW-Kältemittel erreicht wird.

Ein ebenso wichtiges Augenmerk lag auf den Tauwasserablaufleitungen und den Tauwasserwannen unter den Verdampfern. Diese mussten aufgrund der niedrigen Temperatur von -23 °C im Freezer beheizt werden, da sich sonst nach wenigen Abtauzyklen sehr viel Eis ansammelt, welches irgendwann die Fläche des Verdampfers bedeckt und somit keine oder nur noch wenig Leistung übertragen werden kann. Innerhalb des Freezers mussten sämtliche Komponenten so verbaut werden, dass diese den tiefen Minustemperaturen standhalten und die Teile nicht nach kürzester Zeit einfach von der Decke fallen.

In den Technikcontainern selbst wurde eine Gaswarnanlage installiert, welche

bei Austreten von R134a oder R744 durch eine Leckage erst eine Warnung über eine gelbe Blitzleuchte und bei einem Alarm mit einer roten Blitzleuchte und schrilltem Signalton der Hupe die Gefahr signalisiert. Blitzleuchten und Hupen wurden nebst Not-Aus-Schaltern an den Containern sowohl innen als auch außen montiert.

Zur Kühlung der Komponenten im Containerinneren (Aufheizung durch Sonneneinstrahlung sowie Abwärme durch die Verdichter, Rohrleitungen, Sammler, Ölabscheider, Schaltschrank, etc.) wurden zwei effiziente Inverter-Split-Klimasysteme mit je 5,0 kW Kälteleistung montiert. Beide Klimasysteme besitzen eine unabhängig übergeordnete Steuerung, welche neben einer Sequenz- und Störumschaltung auch Spitzenlasten erkennt und bei Bedarf das zweite Klimagerät automatisch aktiviert und bei sinkender Last auch wieder deaktiviert. Die Meldung bei Störung des Klimasystems der Containerkühlung an die Steuerungen der Kaskaden und an das Prozessleitsystem versteht sich von selbst.

Beide Kaskaden, genauer gesagt deren Steuerungen (SPS), wurden via PROFINET in das werksseitige Prozessleitsystem eingebunden, wodurch nebst Trendaufzeichnung von sämtlichen Messdaten aus dem Kältekreislauf, den Kühlräumen und Archivierung der Störmeldungen auch von überall aus dem Werk (natürlich nur mit entsprechender Berechtigung) auf die Visualisierung der Kaskaden-Touchpanel zugegriffen werden kann, was wiederum für eine einfache Statusabfrage oder ggf. Sollwertänderung den Gang auf das Dach des Gebäudes zu den Kaskaden überflüssig macht.

Last but not least sind die Kaskaden mit dem „rütgers:care Monitoring System“ ausgerüstet, welches neben dem herkömmlichen Wartungsvertrag zur Instandhaltung und Erfüllung der gesetzlichen Vorschriften ein zusätzliches Plus an Betriebssicherheit und Anlagenverfügbarkeit darstellt.

Das „rütgers:care Monitoring System“

Um die vom Kunden geforderte extrem hohe Anlagenverfügbarkeit und Reaktionszeit zu gewährleisten, war es von grundlegender Bedeutung, das „rütgers:care Monitoring System“ zum Einsatz zu bringen. Dabei handelt es sich um ein System, das Rütgers eigenständig entwickelt hat und das im Februar 2016 die Auszeichnung „100 Orte für Industrie 4.0“ vom Land Baden-Württemberg erhalten hat. „rütgers:care“ bietet nebst herkömmlichen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten noch mehr Betriebssicherheit und Energiekostensparnis für Kälteanlagen.

Bei dem Monitoring-System wird die M2M-Anbindung über einen kleinen Router, installiert im Schaltschrank der Maschine(n) beim Kunden vor Ort, realisiert. Dabei ist egal, von welchem Ort aus der Zugriff erfolgt und ob diese Anbindung per bauseitig gestellten Internetanschluss oder über eine mobile Datenfunkverbindung (3G/4G) erfolgt. Neben Störmeldebenebenachrichtigung an beliebig viele E-Mail-Adressen sowie kontinuierliche Datenaufzeichnung mit sehr kurzen Intervallen besteht zudem noch die Möglichkeit des Zugriffs auf die beim Kunden vor Ort installierte SPS-Steuerung inklusive Visualisierung des Touchscreen-Displays – eine Bedienmöglichkeit wie live vor Ort. Die von Rütgers Kälte Klima erarbeitete Lösung ist individuell und somit mit allen gängigen SPS-Steuerungen sowie Kompaktsteuerungen über Feldbusprotokolle, wie Modbus und ähnlichem einsetzbar. In der Rütgers-Zentrale in Mannheim laufen alle Messdaten von jeder einzelnen Kälteanlage auf, wo diese dank neuester IT-Technik in Sekundenschnelle in einer Datenbank verarbeitet werden. Tägliche, wöchentliche oder monatliche Reporte (je nach abgeschlossenem Vertrag) geben dem Kunden die Möglichkeit, visuell das Betriebsverhalten seiner Anlage(n) zu begutachten. Zudem erfolgt durch qualifiziertes Fachpersonal eine Auswertung aller wichtigen Messdaten, um ggf. ungünstige Betriebsverhalten aufzudecken und Optimierungsbedarf / vorbeugende Wartungen aufzuzeigen. Durch vorbeugende Wartungsmaßnahmen kann die Betriebssicherheit deutlich gesteigert werden, da lange im Vorfeld erkannt wird, wenn z.B. ein Sensor oder ähnliches von den Sollwerten abweicht und dieser dann rechtzeitig vor einem Totalausfall gewechselt werden kann.



Der „Coolroom“



Das „rütgers:care Monitoring System“ behält alle Parameter der Anlage im Blick.

Bei Benachrichtigung durch eine Störmeldung per E-Mail kann innerhalb von wenigen Minuten eine Analyse der aktuellen Messdaten erfolgen, um so das Problem zu lokalisieren und ggf. direkt zu beheben. Sollte eine Störungsursachenbehebung aus der Ferne nicht möglich sein, so kann Rütgers in der Regel zumindest dem Techniker direkt die benötigten Ersatzteile mitgeben, um eine schnelle und kostengünstige Reparatur zu gewährleisten.

Die Inbetriebnahme

Ein nahtloser Übergang von der Montage zur Inbetriebnahme des kompletten Kältesystems erfolgte nach Abschluss der Montagearbeiten im März 2016. Die beiden Inbetriebnahme-Techniker Stefan Sohn und Tim Keilhauer von Rütgers begannen mit dem Ablassen des getrockneten Stickstoffs aus den technisch dichten Kältekreisläufen. Während die Vakuumpumpen einige Tage in Betrieb waren, um das gewünschte Endvakuum zu erreichen, wurden nach er-

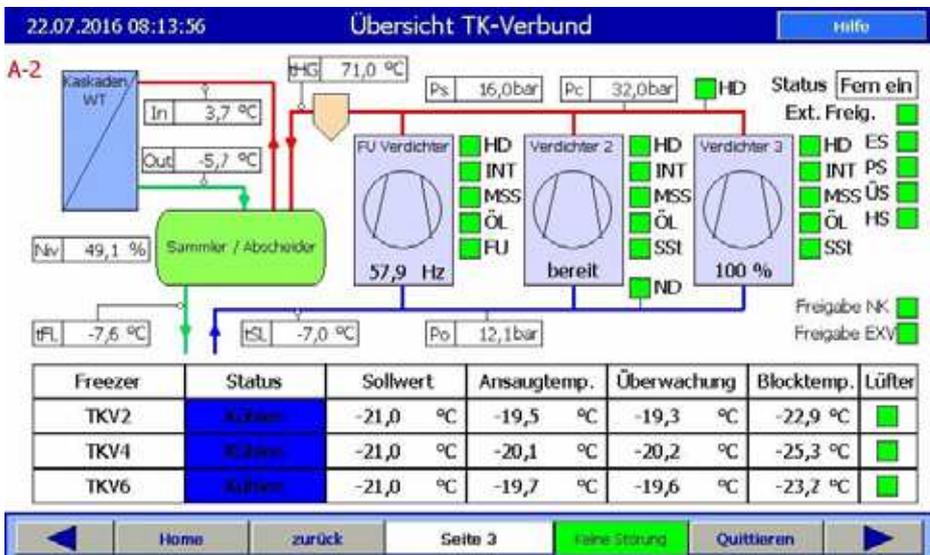
folgreichen elektrischen Tests, wie Isolationsmessungen und ähnlichem, die ersten E/A-Checks durchgeführt.

Nach der Befüllung der NK-Kreisläufe mit je 256 kg R134a stieß zur Inbetriebnahme der Kaskaden noch der Techniker Marco Funes von Fischer Kälte-Klima mit hinzu. Zuerst wurde die R134a-Stufe einer Kaskade angefahren um den Cooldown-Vorgang im Coolroom einzuleiten. Aufgrund des Betonbodens und der Kühlhallen-Paneele durfte der Kühlraum pro Tag maximal nur um drei Kelvin abgekühlt werden.

Als nächstes wurden die R744-Kreisläufe mit 171 kg Kältemittel befüllt und in Betrieb genommen. Auch im Freezer durfte nur mit maximal drei Kelvin pro Tag abgekühlt werden. Schnell zeigte sich, dass die Anlage auch den Anfahrbetrieb aus hohen Raumtemperaturen, außerhalb der eigentlichen Auslegungsbedingungen, ohne Probleme absolvieren konnte.

Da die Abkühlprozedur im Freezer bis auf den Sollwert von -23 °C gut 14 Tage dauerte, wurde das „rütgers:care Monitoring System“ direkt bei der Inbetriebnahme voll eingesetzt. Anstatt täglich ca. 80 km mit dem Auto hin- und herzufahren, konnte das Anpassen der Regelparameter im Cooldown-Vorgang bequem, einfach und ökologisch vom Büro aus erfolgen. Zugleich wurde mit dem System der Abkühlvorgang messdatentechnisch zum Zweck der Dokumentation erfasst.

Die akribische Planung im Vorfeld zahlte sich aus: Das geplante System machte nach abschließender Inbetriebnahme keine Probleme und hielt das Normal- und Tiefkühlager auf Solltemperatur.



Visualisierung der Kaskade am Touchpanel

More than cold.

KÄLTETECHNIK FÜR EXTREME EINSATZFÄLLE

INDIVIDUELLE LÖSUNGEN FÜR TIEFSTTEMPERATUREN BIS -120 °C

- Tieftemperaturflüssigkeitskühler
- Tieftemperaturlagerung bis -80 °C
- Plattenfroster bis -80 °C
- Bodengefrieranlagen
- Umweltsimulationskammern
- Kälte-Therapiekammern bis -110 °C

L&R Kältetechnik GmbH & Co.KG
 Hachener Strasse 90a-c
 59846 Sundern-Hachen • Germany
 T +49 2935 96614-0
 info@lr-kaelte.de • www.lr-kaelte.de

Hygiene und die VDI 2047-2

Meldepflicht für alte und neue Rückkühlanlagen

Dominik Kranzer,
Fürth

Noch in diesem Jahr werden höchstwahrscheinlich die Empfehlungen der seit Januar 2015 geltenden VDI-Richtlinie „2047-2“ als Verordnung des Bundesimmissionsschutzgesetzes verpflichtenden Charakter bekommen. Spätestens dann wird es die von den Gesundheitsbehörden schon lange geforderte Meldepflicht für alte und neue Rückkühlanlagen geben. Die Verantwortlichkeiten für Planer und Ingenieure, Hersteller und Ersteller und vor allem Betreiber ändern sich dadurch schlagartig. Zwei Projekte, bei denen geprüfte Rückkühler zum Einsatz kamen, zeigen, wie man den Hygieneanforderungen gerecht werden kann.

Das Europäische Parlament in Luxemburg, der Präsidentenpalast in Tiflis und das Umweltbundesamt in Dessau gehören zur Referenzliste der Zirндorfer Unternehmensgruppe Michelbach (www.michelbach-gruppe.de). Bei allen aufgeführten Referenzen kommt der Premium-Rückkühler zum Einsatz: ein Rückkühler, der nach der Hygiene-Konformitätsprüfung nach VDI 2047-2 des Hygiene-Instituts des Ruhrgebietes geprüft ist und damit die entsprechende Richtlinie von morgen schon heute erfüllt – noch bevor die Verordnung überhaupt im Gesetz verankert ist. „Michelbach ist auf diesem Gebiet ein Vorreiter, da die Standards schon weit früher erfüllt wurden“, bestätigt Sandra Horn, Bereichsleiterin Raumlufttechnik vom Hygiene-Institut des Ruhrgebiets. Gerade der Hygieneaspekt hat die Gesundheitsbranche auf den Plan gerufen. „Im Krankenhausbereich ist der hygienische Aspekt wesentlich und in einer Rückkühlanlage darf es kein stehendes Wasser geben“, bestätigt Kay-Uwe Hempel, leitender Dipl.-Ing. der Helios Facility-Management Mitte

GmbH am Erfurter Standort – ein Grund, warum speziell die Gesundheitsbranche auf geprüfte Rückkühler setzt.

„Gerade durch die Legionellenproblematik und zahlreiche Infektionsfälle wie in Ulm 2010 war es wichtig, dass sich auf diesem Gebiet etwas tut“, findet Sandra Horn. Allerdings legt sie auch den Finger in die Wunde: „Zwölf EU-Länder haben verbindliche Gesetze hinsichtlich nasser Kühltürme. Deutschland noch nicht.“ Die Betreiber am Helios Klinikum Erfurt waren auf der Suche nach einer effizienten und hygienischen Lösung für einen Rückkühler, um ihre Serverräume zu kühlen. Eine hygienegeprüfte Lösung war bei der Entscheidung wesentlich, denn Kay-Uwe Hempel sagt: „Die VDI-Richtlinie macht absolut Sinn, denn dadurch gelten verschärfte Bedingungen.“ Als Betreiber hat er durch die Michelbach-Anlage auch weniger zu tun. „Unsere Anlage läuft chemie- und glykolfrei. Dadurch fällt das Zugeben oder Nachdosieren von Bioziden komplett weg. Wir haben keine Stagnations-

bereiche und die Anlage wird ausschließlich mit Permeat zerstäubt“, weiß Ercan Bilgilioglu-Michelbach, Vorstandsvorsitzender der Michelbach AG. Zudem sind eine Vielzahl an Komponenten wie Glykolfpumpe, Plattentauscher, Glykolfüllung oder Protektoren hinfällig – und können somit auch nicht über die Jahre kaputt gehen. Die Nachteile beim Einsatz von glykolphaltigen Rückkühlssystemen gehören somit auch der Vergangenheit an, wie die Reduzierung von Wärmeübergangszahlen von Wasser, die Erhöhung von Dichte und Zähigkeit und die Tatsache, dass Glykol wassergefährdend ist. Die Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit sowie die kompromisslose Hygiene seiner Anlagen liegen Ercan Bilgilioglu-Michelbach besonders am Herzen. Die Anschaffungskosten werden durch die deutlich geringeren Betriebskosten schnell amortisiert. Ein Aspekt, den TGA-Planer leider nicht immer berücksichtigen, so Bilgilioglu-Michelbach.

Rückkühler arbeitet „flüsterleise“

Die Standortfrage ist dank des ausgeklügelten Schallschutzes schnell beantwortet. „Der Rückkühler arbeitet flüsterleise – das muss er auch, da er in unmittelbarer Nähe zu unserem Bettenhaus steht“, betont Hempel, der schon öfter auf das futuristisch anmutende Gerät angesprochen wurde. Auch die Effizienz der Anlage hinsichtlich elektrischer Leistungsaufnahme, die Qualität und Bauweise der Bauteile, die Frostfreihaltung und die eigenständige Entwässerung der Michelbach-Rückkühler werden von Hempel geschätzt.

Einsparungen bei den Betriebskosten

Das Telekom-Rechenzentrum in Dortmund, die Psychiatrie in Tauberbischofsheim, das



Bildquelle: HELIOS Klinikum Erfurt

Arbeitet flüsterleise, steht direkt im Gelände und wird unterirdisch versorgt: der Michelbach-Rückkühler am Helios Klinikum Erfurt.

Klinikum Leverkusen, das Universitätsklinikum in Würzburg oder ganz neu das Universitätsklinikum in Dresden: Auch bei diesen Projekten kommen Rückkühler aus dem Hause Michelbach zum Einsatz. Die Einsparungen bei einem glykolfreien Rückkühlsystem sind hoch. Allein in Sachen Hydraulik ist ein geringer Volumenstrom notwendig, minimiert sich der Druckverlust und es wird deutlich weniger Leistung für die Pumpe benötigt. Michelbach rechnet allein hier eine Leistungseinsparnis von 54 % vor. „Pro Jahr entspricht dies einer Summe von über 12.000 €, wenn man von 15 Cent pro Kilowattstunde ausgeht und mit knapp 9000 Betriebsstunden kalkuliert“, erklärt Bilgilioglu-Michelbach. Und auch in Sachen Aerodynamik lässt sich Leistung einsparen: Bei gleichbleibendem Volumenstrom gibt es beim glykolfreien Rückkühlsystem deutlich weniger Druckverlust und auch die Wellenleistung des Ventilators wird von 38,5 kW auf 28 kW gesenkt, so dass beim Betrieb mit Wasser 27 % eingespart werden können. Aufs ganze Jahr gesehen, macht dies immerhin knapp 14.000 € aus.

Einsatz bei der Nürnberger Versicherungsgruppe

Zahlen, die auch die Nürnberger Versicherungsgruppe und das IBB Ingenieurbüro in Person von Andreas Birlenbach überzeugten: „Die Qualität der Produkte aus dem Hause Michelbach hat mich langfristig überzeugt. Der Mehrpreis gegenüber Massenprodukten wird durch die Effizienz der Geräte und der Langlebigkeit wieder kompensiert.“ Für die Nürnberger Versicherungsgruppe hatte das Ingenieurbüro den Auftrag, einen Rückkühler zu finden, der sich in den elliptischen Baukörper ohne sichtbare Veränderung auf dem Dach integriert, der geräuscharm arbeitet und sowohl keine sichtbaren als auch unsichtbaren Nebelschwaden im Kühlbetrieb hinterlässt. Die Entscheidung pro Michelbach begründet Andreas Birlenbach wie folgt: „Der Premium-Rückkühler senkt die Betriebskosten spürbar, verzichtet komplett auf Salz und Chemie, hat einen deutlich geringeren Wasserverbrauch, da keine Abschlämmung im Rückkühler erforderlich ist. Die Leistungsangaben konnten auch unter extremen Außenbedingungen problemlos eingehalten werden.“ Die VDI 2047 Blatt 2 spielte beim Kunden eine „essenzielle Rolle“, da die Hygiene in vielen Anwendungsfällen absolute Priorität habe, so Birlenbach. Der Betreiber müsse sich auf die zugesagten Ei-



Bildquelle: Nürnberger Versicherungsgruppe

Die Premium-Rückkühler für die Nürnberger Versicherungsgruppe wurden ohne sichtbare Veränderung auf dem Dach in den elliptischen Baukörper integriert.

genschaften einer Anlage verlassen können. Die Konformitätsprüfung nach VDI 2047 Blatt 2 schaffe hierfür auch ein stückweit Transparenz. „Je weniger Chemie für die Wasserhygiene notwendig ist, desto besser ist es für das Handling der Anlagen beim Betreiber, da erfahrungsgemäß Nachlässigkeiten in der Wartung und Instandhaltung auftreten“, weiß Birlenbach. Für ihn war und ist es an der Zeit, „dass hier verbindliche Regeln aufgestellt werden“. Seine Erfahrungen zeigen, dass oft aus Kostengründen eine fachgerechte Wartung von Rückkühlsystemen vernachlässigt und die davon ausgehende Gefahr durch die Belastung mit Keimen und Verunreinigungen oftmals unterschätzt und manchmal auch ignoriert werde. Die Nürnberger Versicherungsgruppe ist sehr zufrieden mit ihren zehn Rückkühlern: „Durch die Erneuerung der Rückkühlwerke konnten wir 10 % des Gesamtenergieverbrauchs einsparen. Allein 2015 haben wir rund 235.000 kWh Strom und 6000 m³ Wasser weniger verbraucht als im Vorjahr. Für uns bedeutet das, dass wir uns jährlich 70.000 € an Energiekosten und rund 21.500 € an Wartungskosten ein-

sparen“, betont Michael Hinterleitner von der Nürnberger Versicherungsgruppe. Der Kälteanlagenbauermeister lobt die Ausführungsqualität der Geräte, die Verwendung von korrosionsbeständigen Materialien und die kompetente Beratung der Firma Michelbach von Anfang an.

Verschärfte Vorgaben für Planer und Betreiber

Sollte das Gesetz um eine verpflichtende Verordnung erweitert werden, gelten vor allem für Betreiber verschärfte Vorgaben. Die Anlagen müssen nicht nur gemeldet, sondern auch in regelmäßigen Abständen untersucht werden. Aber auch für Ingenieure gelten dann neue Vorgaben, die eine spezifizierte Integration in die Planung von neuen Anlagen vorsehen. Zudem sei der Besuch von Schulungen und Seminaren erforderlich. Und: Auch die Kundenaufklärung in Form von detaillierten Informationen und Hinweisen auf Betreiberpflichten müsse deutlich kommuniziert werden. Für eine wesentlich höhere Hygienequalität nehme man diese Hürden, aber gerne in Kauf, so Birlenbach.

EDEKA-Markt nutzt natürliche Kältemittel

Überfluteter Kälteanlagenbetrieb im Umwälzbetrieb mit CO₂

*compact Kältetechnik GmbH,
Dresden*

Die Erarbeitung des Großmarktes der MIOS Großhandel GmbH in Frankfurt/Oder stellte die Projektbeteiligten vor eine besondere Herausforderung. Die Aufgabe für die in Bochum ansässige Emcot Group bestand in der Umsetzung der Kundenanforderung, im gesamten Markt die Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln abzufahren und dabei innovative Technik zu verwenden.

Der EDEKA-Markt MIOS in Frankfurt/Oder verfügt über eine Verkaufsfläche von 4071 m². Neben den Kühlräumen für Normal- und Tiefkühlung sollen 66 laufende Meter NK-Möbel und 43 laufende Meter TK-Möbel installiert werden. Das entspricht einer Gesamtkälteleistung von 200 kW in der Normalkühlung und 80 kW für die Tiefkühlung. Die Projektleiter der Emcot Group entwickelten gemeinsam mit compact Kältetechnik (www.compact-kaeltetechnik.de) das optimal für dieses Projekt passende Anlagenkonzept. Die Wahl für das Tiefkühlkältemittel fiel

schnell auf CO₂. Die Erarbeitung des Gesamtkonzepts für das Normalkühl-Kältesystem nahm deutlich mehr Zeit in Anspruch. Die Optionen CO₂-Booster und Kaskade wurden sorgfältig verglichen und gegeneinander abgewogen. Schließlich präsentierte die Emcot Group ihrem Auftraggeber EDEKA das finale Konzept für einen überfluteten Anlagenbetrieb mit CO₂.

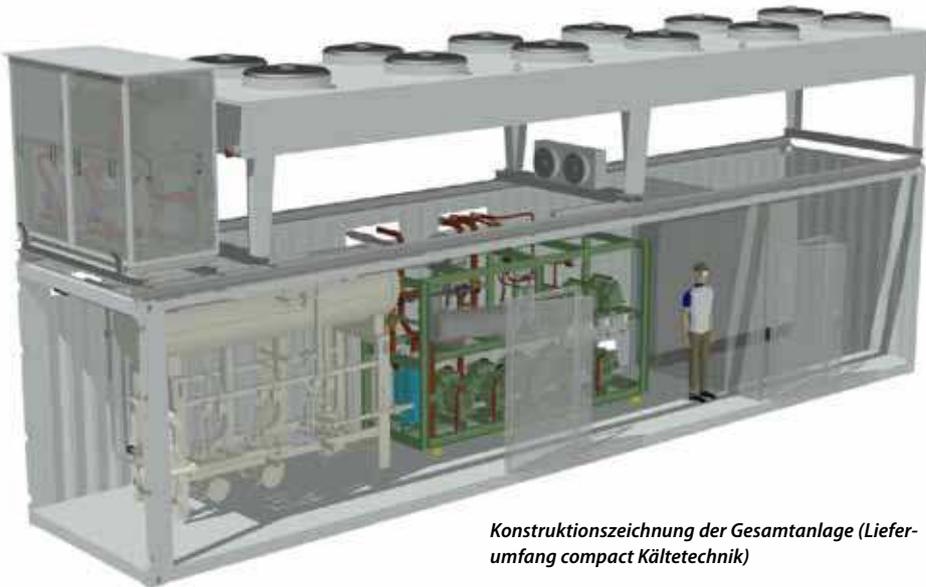
Die überflutete Fahrweise

Anlagen mit überfluteter Fahrweise besitzen auf der Niederdruckseite einen Kältemittelbehälter, den sogenannten Abscheider, in

dem flüssiges Kältemittel mit einer Gasüberlagerung unter Sattdampfbedingungen vorgehalten wird. Der Füllstand des Abscheiders wird entweder über einen mechanischen Schwimmerregler (Hoch- oder Niederdruckschwimmer) geregelt oder es ist eine Füllstandsregelung mit einer Füllstandssonde und einem Regelventil in der Flüssigkeitsvorlaufleitung installiert. Der Druck im Abscheider wird auf einem bestimmten Wert gehalten, welcher durch die erforderlichen Temperaturen an den Kühlstellen festgelegt ist. Die Kältemittelverdichter saugen das Gas aus dem oberen



Kältekaskade



Konstruktionszeichnung der Gesamtanlage (Lieferumfang compact Kältetechnik)

Bereich des Abscheiders ab, wodurch das Sattdampfgleichgewicht bei der geforderten Temperatur im Abscheider erhalten bleibt. Im vorliegenden Fall wird das CO₂ in Form von Sattdampf über zwei Kaskadenwärmetauscher wieder verflüssigt.

Eine Variante der Rückverflüssigung in überfluteten Anlagen ist die Thermosiphonverflüssigung über einen Kaskadenwärmetauscher. Sie kann eingesetzt werden, wenn die Rückverflüssigung über ein anderes Medium (z.B. Propan/Propen) erfolgen soll.

Rückverflüssigung über Verbundanlage

Im speziellen Fall erfolgt die Rückverflüssigung über eine Verbundanlage mit fünf 6-Zylinder-Hubkolbenverdichtern von Bitzer. Als Kältemittel kommt Propen (R1270) zum Einsatz. Dieses hat einen GWP von 2, befindet sich in der Fluidgruppe 1 und in der Sicherheitsklasse A3. Durch die Brennbarkeit ergeben sich diverse Sicherheitseinrichtungen an der Maschine. Durch die Aufstellung im Freien können Risiken minimiert werden. So wird im Havariefall das brennbare Kältemittel einfach an die Umgebung abgeleitet. Oberhalb des Abscheiders wird ein Plattenwärmeübertrager installiert. Der obere Eintritt des Plattenwärmeübertragers ist mit dem Abscheider verbunden und nimmt sattdampfförmiges Kältemittel auf. Das CO₂ verflüssigt durch die Verdampfung von Propen im Kaskadentauscher und gelangt flüssig in den unteren Raum des Abscheiders. Diese Kältemaschine von compact Kältetechnik hat aufgrund des verwendeten Plattenwärmeübertragers und des berechneten Vorlagevolumens im Abscheider geringe Füllmengen.

Einsatz von Pumpenanlagen

In Kälteanlagen mit vielen angeschlossenen Verdampfern und bei längeren Strömungswegen mit lastabhängigen Druckverlusten können auf Grund dieser Störgrößen keine befriedigenden Regelungen an den einzelnen Verdampfern erreicht werden. Um diesem entgegenzuwirken, werden Pumpenanlagen eingesetzt, um die Verdampfer überflutet zu betreiben. Die Pumpen saugen Kältemittel aus dem unteren Teil des Abscheiders (Flüssigphase) an und erhöhen den Druck des Kältemittels, um die Kühlstellen gleichmäßig zu beaufschlagen. Der Druck liegt oberhalb des Sattdampfdruckes, was ein Ausdampfen des Kältemittels in den Rohrleitungen zu den Kühlstellen verhindert. Das an den Kühlstellen verdampfte Kältemittel wird wieder zum Abscheider zurückgeleitet.

Typische Einsatzgebiete von CO₂-Anlagen mit Pumpenbetrieb sind:

- > Kühlhäuser,
- > Brauereien,
- > Schlachthäuser,
- > Chemische Industrie,
- > Eislaufhallen.

Die Kältemittelfüllmengen von Kälteanlagen mit Pumpenbetrieb können sehr groß sein; sie liegen zwischen einer und 200 Tonnen. Die für den Betrieb des EDEKA-Marktes MIOS im Voraus berechnete Füllmenge beträgt 1200 kg an CO₂ und liegt damit in einem mittleren Bereich.

Die Vorteile

Neben den unbestritten guten Umwelteigenschaften von CO₂ (GWP = 1) ist ein weiterer nennenswerter Vorteil der günstige Preis

Kälte mieten...

...so bleiben Sie auf Kurs.

Service-Hotline:
0800-12 24 100*

* Deutschlandweit gebührenfrei anrufen.



Mietkälte-Lösungen von A bis Z...



Prozesskühlung/ Klimatisierung



Zubehör



QR-Code mit mobiler Website

acr chiller rent GmbH
www.ac-rent.de

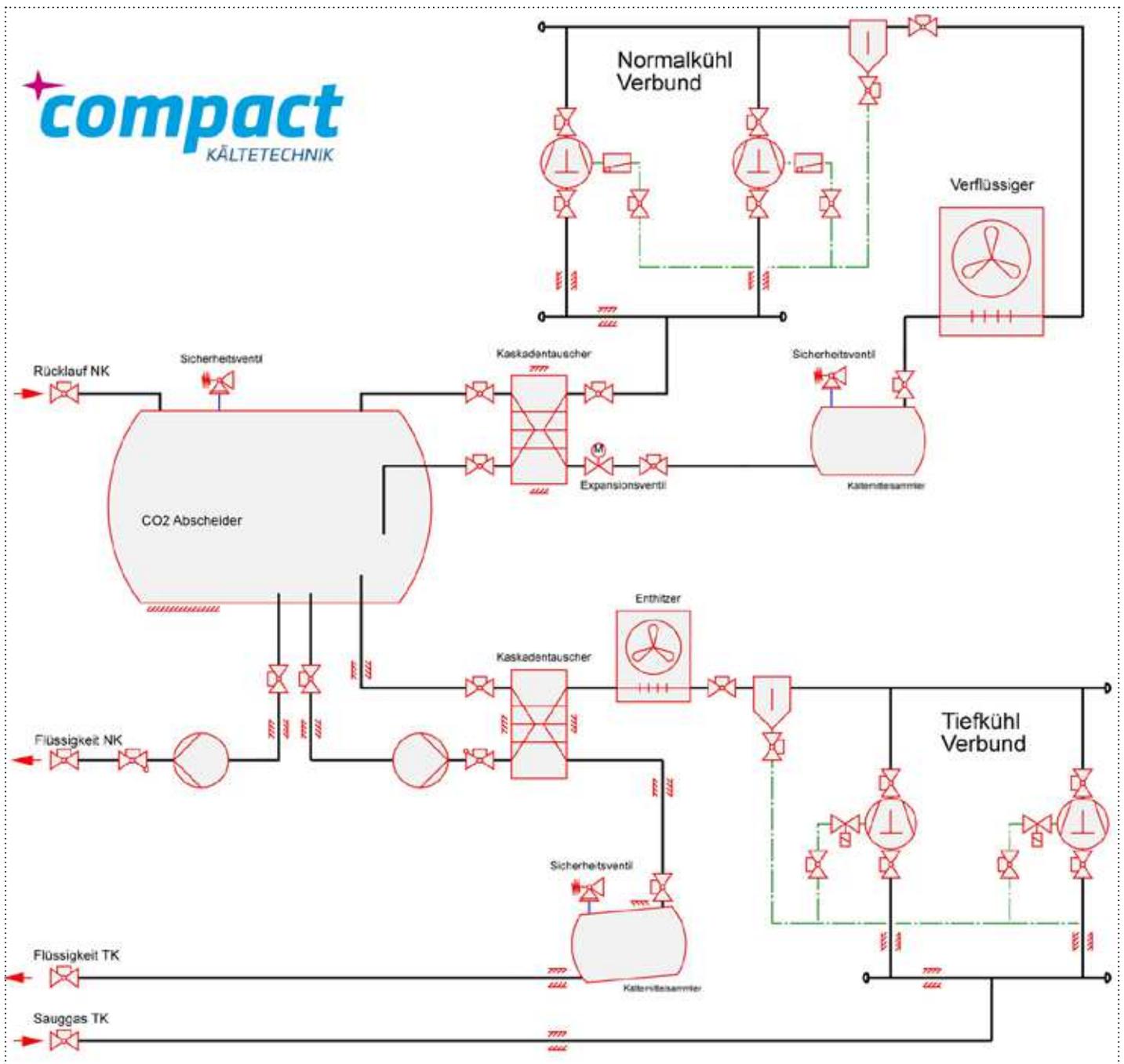
von Kohlenstoffdioxid gegenüber anderen Kältemitteln. Darüber hinaus stellt das im Abscheider entspannte Kältemittel gespeicherte Kälteenergie dar. Damit möchte die Emcot Group zum einen Lastspitzen überbrücken und zum anderen eine Maschinen-Stillstandszeit für einen Wartungseinsatz überbrücken.

Die Pumpenanlagen werden in der Regel zweistufig ausgeführt, wenn an den Kühlstellen unterschiedliche Temperaturen erforderlich sind (zum Beispiel Kühlhaus, Verladezone/Frischhaltebereich: +4 °C; Tiefkühlung:

-30 °C). Die Tiefkühlleistung wird über eine weitere Kaskadenstufe bereitgestellt. Der Wärmeübergang in den Verdampfern erfolgt über eine Direktverdampfung.

Durch die Installation der Gesamtanlage in einem 40 Fuß-Container mit aufgebautem Verflüssiger für Propen wird die Kältemaschine als Gesamteinheit am Bestimmungsort komplettiert. Der Schaltschrank samt Elreha-Steuerung befindet sich hierbei in einem abgetrennten Bereich im Container, um jegliche Zündquellen von den Kältemaschinen fernzuhalten.

Mit dem Bau der Gesamtanlage hat die Emcot Group die compact Kältetechnik beauftragt, einen Spezialisten, wenn es um kältetechnische Sonderlösungen geht. Die Firma compact Kältetechnik GmbH fertigt seit 2005 komplette CO₂-Maschinen für den trans- und subkritischen Betrieb. Durch den Bau diverser Ammoniak-Großanlagen ist auch der Pumpenumwälzbetrieb für die compact Kältetechnik kein Neuland mehr. Hierdurch können Know-how und Synergieeffekte der verschiedenen Abteilungen inhouse optimal genutzt werden.



Fließbild der Anlage

FLÜSSIGKEITS- VERTEILER!

Alles rund um die
Kälte- und Klimatechnik
finden Sie in jeder KKA.



**JETZT
ZUGREIFEN!**

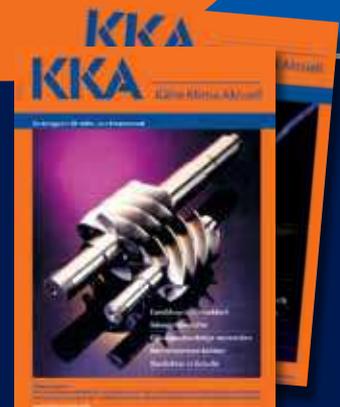
2 Ausgaben KKA testen
zum reduzierten
Preis von

NUR €19,50

inklusive MwSt. und Versandkosten
statt € 40,- im Einzelverkauf

KKA, das Fachmagazin für
ausführende Kälte- und Klima-Anlagenbauer.
Freuen Sie sich auf:

- interessante vor Ort-Berichte
- Neues aus der Branche
- Produkte in der Anwendung
- alles zum Thema erfolgreiche Betriebsführung
... und vieles mehr



JETZT ALLE ABO-VORTEILE NUTZEN UND GLEICH BESTELLEN!
www.kka-online.info/abo • 05241/80-90884

Modulares Konzept für Kaltwassererzeuger

Mitsubishi Electric

Der modular aufgebaute Kaltwassererzeuger von Mitsubishi Electric ist nur 90 cm tief und die Luft wird nicht, wie sonst üblich, nach oben, sondern nach vorne ausgeblasen. Es lassen sich bis zu sechs Module je 90 kW Kühl- bzw. Heizleistung durch Verbindungskits zusammenschließen; was Gesamtleistungen von bis zu 540 kW ermöglicht. Darüber hinaus sind die Geräuschemissionen mit 65 dB(A) (in 1 m Abstand) sehr gering.

Ferner lässt sich der Kaltwassererzeuger nicht nur auf dem



Quelle: Mitsubishi Electric

Dach, sondern auch an einer Hausfassade installieren. Geeignet ist der „e-Series Chiller“ in erster Linie für Aufgaben in der Prozesskälte und -kühlung. Bei einem Delta-t von max. 10 °C kann das erzeugte Kaltwasser Temperaturen von bis zu -8 °C aufweisen. Die Effizienz wird u.a. durch einen zweistufigen Kältekreislauf gesteigert. Die Lösung des Luftansaug- und des Luftausblases maximiert die Leistungsfähigkeit des

Wärmetauschers durch einen identischen Abstand auf der Vorder- und Rückseite. Zudem verhindert das Ventilator-Design, dass sich Turbulenzen bilden können. Die Steuerungseinheit ist zentral an der vorderen Geräteseite platziert, um Wartungsarbeiten zu vereinfachen.

Mitsubishi Electric Europe B.V.
40880 Ratingen
02102 486-0
les@meg.mee.com
www.mitsubishi-les.de

Hohe EER- und COP-Werte

Panasonic

Die „ECOi EX“-Geräte (EX = Eco Extreme) von Panasonic haben einen EER-Wert von bis zu 4,7 und einen COP-Wert von bis zu 5,13. Diese Werte werden u.a. durch die Röhrenstruktur der eingebauten Wärmetauscher erreicht. Zudem bestehen die Geräte aus drei Schichten, die die nutzbare Wärmetauscherfläche ebenfalls erhöhen.

Auch bei extremen Temperaturen laufen die Geräte zuverlässig: Kühlbetrieb bei -10 bis 52 °C, Heizbetrieb bei -25 bis 18 °C. Darüber hinaus sind die Geräte durch den neuen Lüfter und die aerodynamisch überarbeitete Luftausblasöffnung

sehr leise. Des Weiteren können Gesamtleitungslängen von bis zu 1000 m realisiert werden, wobei der Abstand zum am weitesten entfernten Innengerät bis zu 200 m betragen kann; in der Höhe lassen sich bis zu 50 m zwischen Außen- und Innengerät überwinden und die einzelnen Innengeräte können in Abständen von bis zu 30 m installiert werden.

Mit der kostenlosen Software „VRF-Designer“ werden die benötigten Anlagenkomponenten in importierte Gebäudezeichnungen (z.B. AutoCAD) eingesetzt. Aus diesen Vorgaben werden dann Leitungslängen und zusätzliche Kältemittelfüllmengen automatisch berechnet und ausgewiesen. Die Anlagen können durch eine Kaskadierung der vier leistungsstärksten Geräte eine Größe von bis zu 224 kW haben.

Panasonic Marketing Europe GmbH
65203 Wiesbaden
0611 235-0
klimaanlagen@eu.panasonic.com
www.aircon.panasonic.eu



Ammoniak-Wärmepumpe

GEA

Bei „GEA RedAstrum“ handelt es sich um eine Baureihe von standardisierten Ammoniak-Wärmepumpen, die für die Innenaufstellung konzipiert ist. Ammoniak als Betriebsstoff verbleibt hierbei in der Technikzentrale. Die Verteilung der Wärme erfolgt über einen Wasserkreislauf, was den Einsatzbereich erweitert. Die Leistung des „RedAstrum“ und die auf einem Temperaturniveau zwischen 55 und 80 °C bereitgestellte Wärme sind prädestiniert für Industrieanwendungen – insbesondere für die Heißwasserbereitung in industriellen Prozessen – oder für die Einspeisung von Wärme in Nah- und Fernwärmenetzen. Neben seiner Effizienz spielt die

Wärmepumpe einen weiteren Vorzug aus: Dank ihrer kompakten Bauform lässt sie sich gut in Maschinenräume einbringen. Für einen niedrigen Stromverbrauch in Voll- und Teillast sorgen drehzahlregelte Schraubenverdichter mit einem optimalen internen Volumenverhältnis und Wärmeübertrager, die bereits in den „GEA Blu“-Flüssigkeitskühlsätzen verwendet werden. Letztere sorgen für einen sehr guten Wärmeübergang vom Ammoniak- auf den Wasserkreislauf.

GEA Group Aktiengesellschaft
40468 Düsseldorf
0211 9136-1503
nadine.gerndorf@gea.com
www.gea.com



Exakte Temperaturführung LED in Kühlhäusern

L&R Kältetechnik



Foto: L&R

Viele Prozesse der Oberflächen-technik wie etwa die Galvanik erfordern eine exakte Temperaturführung, ebenso die gebräuchlichsten Verfahren der Kunststoffverarbeitung. Für diese Anwendungen eignet sich die „ECOPRO“-Serie von L&R Kältetechnik.

Bei dieser Baureihe kommen neueste Komponentengenerationen zur Anwendung. Einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung leisten die drehzahlgeregelten, halbhermetischen Bitzer-Schraubenverdichter. Sie sind stufenlos regelbar im Leistungsbereich von 16 bis 100 % und arbeiten daher insbesondere im Teillastbetrieb mit niedrigerem Energieeinsatz. Die Kühlung

der integrierten Umrichter erfolgt über das Kältemittel. Die Pumpen der Kälteanlagen sind ebenfalls drehzahlgeregelt und mit den neuen „SuPremE“-Antrieben von KSB ausgerüstet. Die Kombination von Synchron-Reluktanzmotoren und Frequenzumrichtern erlaubt vor allem im Teillastbetrieb Energieeinsparungen von bis zu 70 %. Auch bei den Wärmetauschern und Kondensatoren nutzen die „ECOPRO“-Anlagen neueste und effizienzsteigernde Technik.

L&R Kältetechnik GmbH & Co. KG
59846 Sundern
02935 966140
info@lr-kaelte.de
www.lr-kaelte.de

Wasco



Foto: Wasco

Leuchten und Treiber in Kühlhäusern müssen auf die Anforderungen des niedrigen Temperaturbereichs ausgelegt sein. In Lagerbereichen mit hoher Nutzungsfrequenz ist zudem die Beschlagfreiheit der Leuchten wichtig. Hier stoßen Beleuchtungslösungen wie HQL-Strahler oder Leuchtstoff-Leuchten an ihre technischen Grenzen. Zudem tragen sie eine zusätzliche Wärmelast in die Kühlzellen ein. Die Beleuchtung muss den extremen klimatischen Bedingungen standhalten sowie möglichst energieeffizient und wartungsfrei sein. Es ist auch wichtig, wenn das Licht kurzfristig ein- und ausschaltbar ist. Diesen Anforderungen wird das LED-Hallen-Lichtband „Redox“

von Wasco gerecht. In der Ausführung IP66 ist es staubdicht und gegen starkes Strahlwasser geschützt. Zudem können mit der vorhandenen Splitterschutzprüfung auch sensible Hallenbereiche nach HACCP- und IFS-Standard sicher ausgeleuchtet werden. Die LED, Kunststoffe, Dichtungen und Materialien trotzen auch Temperaturen von bis zu -40 °C. Beim Einsatz erzeugt das Hallen-Lichtband ein homogenes LED-Licht mit optional bis zu 185 Lumen pro Watt (lm/W) und erzeugt dabei nur eine geringe Wärmelast.

Wasco GmbH
26506 Norden
04931 97204-0
info@wasco.eu
www.wasco.eu

Niederdruck-Axialventilatoren

ebm-papst

Die energiesparenden EC-Niederdruck-Axialventilatoren von ebm-papst sind mit stabilen, aus glasfaserverstärktem Polyester gefertigten FPX-Laufräder der Firma Howden versehen. Die Schaufeln gewährleisten eine hohe Dämpfung mechanischer Vibrationen und bedürfen nur geringer Wartung. In Kombination mit EC-Motoren von ebm-papst werden Luftleistungen von bis zu 84.000 m³/h erreicht und damit Anwendungen mit Drücken bis 150 Pa möglich. Die Laufräder haben einen Durchmesser von 60

Zoll. Darüber hinaus sind die Axialventilatoren mit allen für den Betrieb notwendigen Funktionen ausgestattet. Des Weiteren sind die EC-Ventilatoren durch die integrierte Steuerelektronik stufenlos regelbar. So kann die Drehzahl immer bedarfsgerecht an die Anforderungen angepasst werden. Am Tag können die Ventilatoren volle Leistung erzeugen und bei weniger Beanspruchung, z.B. in der Nacht, arbeiten die Ventilatoren im Teillastbetrieb. Das reduziert die Geräuschentwicklung, spart Energie und damit Geld.



Quelle: ebm-papst GmbH & Co. KG

ebm-papst GmbH & Co. KG
74673 Muldingen
07938 81-0
info1@de.ebmpapst.com
www.ebmpapst.com



Luftkühler für Industrieanwendungen

Kelvion

Der „DV-Radion“ von Kelvion ist ein zweiseitig ausblasender Luftkühler für Industrieanwendungen. Statt mit Axial- arbeitet er mit Radialventilatoren – ein Novum bei derartigen Industriekühlern.

Die Radialventilatoren haben ein optimiertes Flügeldesign und erfüllen die ErP-Richtlinie. Durch die konstruktiv bedingte Luftführung im 90°-Winkel fallen die Leistungsverluste im Vergleich zu Kühlern mit Axialventilatoren geringer aus. Zugleich wird die Anströmung

des Wärmetauschers verbessert, was eine geringere Gerätehöhe bei gleicher Kühlleistung ermöglicht.

Im Wärmetauscher selbst sorgen innenberippte Rohre für einen guten Wärmeübertrag. Neben seiner Effizienz bietet der „DV-Radion“ auch ein ästhetisches Äußeres, ein leises Betriebsgeräusch und eine im Hinblick auf Hygiene und Reinigung durchdachte Konstruktion. Z.B. verfügt der Luftkühler über ein verbessertes Tropfwannendesign

mit Spritzwasserschutz und sämtliche Komponenten sind leicht zugänglich und gut zu reinigen. Der Luftkühler wird in verschiedenen Baugrößen und für unterschiedliche Medien angeboten.

Kelvion Holding GmbH
44809 Bochum
0234 980-0
info@kelvion.com
www.kelvion.com

Für hohen Kühlbedarf

engie



Die Rückkühlwerke der Baureihe „Ventum-Modupol“ der engie Refrigeration wurden komplett überarbeitet. Die standardisierten, vorgefertigten Kühltürme können sowohl komplett als auch in einzelnen Teilen geliefert werden.

Außerdem sind sie in verschiedenen Ausführungsgrößen erhältlich, so dass sie individuell an die Gegebenheiten beim Kunden angepasst werden können. Das Gehäuse besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), der korrosions-, witterungs- und alterungsbeständig ist. Aufgrund der vormontierten Gehäuseeinheit kann der Kühlturm schnell und effizient vor Ort aufgebaut und gleich in Betrieb genommen werden. Des Weiteren verfügen die Ver-

dunstungskühltürme über ein selbstleerendes Becken aus GFK, das die Bildung von Mikroorganismen verhindert und durch große Inspektionsöffnungen ist der Kühlturm leicht zu reinigen und kann unkompliziert desinfiziert werden.

Die „Modupol“-Kühltürme eignen sich besonders für Anwendungen mit einem hohen Kühlbedarf: Sie können pro Zelle bis zu 2700 m³ Wasser rückkühlen.

engie Refrigeration GmbH
88131 Lindau
08382 706-0
info@de.engie.com
www.engie-refrigeration.de

Eisbildung vermeiden

Swegon



Das Swegon-Wärmepumpensortiment aus dem Hause Blue Box wird mit einer neuen, umschaltbaren Luft/Wasser-Wärmepumpe in den Leistungsreichen von 40 kW bis 200 kW erweitert: die neue Serie „ZETA REV HP XT“. Die für den Heizfall optimierte Serie hat einen COP von über 3,5 und im Kühlfall einen EER von über 3,0. Die Luft/Wasser-Wärmepumpe ist bei Außentemperaturen bis -20 °C und Warmwassertemperaturen bis 65 °C einsetzbar.

Durch das Verlegen einer Heißgasleitung in den unteren Teil des Wärmetauschers wird eine dort sonst besonders starke Eisbildung im Heizmodus quasi vermieden und die Abtauzeiten verringert bzw. die Effizienz der Wärmepumpe gesteigert. Die

bedarfsgerechte Aktivierung dieser Funktion erst um den Gefrierpunkt unterstützt die Gesamteffizienz des Heizbetriebes. Eine weitere patentierte Funktion während des Abtauvorgangs beschleunigt diesen. Am Ende des Abtauprozesses werden die Ventilatoren des Gerätes in umgedrehter Richtung gestartet. Dadurch wird Restwasser des Abtauvorganges aus den Registern geblasen und kann nicht wieder anfrieren.

Swegon Germany GmbH
85748 Garching
089 326 70-0
info@swegon.de
www.swegon.de



Kältemittelsensoren

smartGAS

Die smartGAS GmbH bietet Kältemittelsensoren in den Versionen „BasicEvo“ und „ConnectEvo“ für Messbereiche von 1000 oder 2000 ppm für eine Vielzahl von Gasen, wie R134a, R404a, R125 etc. an. Standardisierte Schnittstellen erleichtern die Einbindung der driftarmen Gassensoren, die nahezu vollständig kompatibel zur ersten Generation der Kältemittelsensoren von smartGAS sind.

Es gibt optionales Zubehör für den sicheren Einbau mit IP54-Schutz inklusive aller erforderlichen Kalibriertools. Damit sind Herausforderungen beim

Gerätedesign, kurze Ansprechzeiten oder der Spritzwasser- und Staubschutz leicht zu bewältigen.

Neben der Überwachung der Umgebungsluft in Kühlanlagen, Lebensmittellagern und Kühlhäusern eignen sich die NDIR-Gas-Sensoren für Kältemittelüberwachung auch für die kontinuierliche Gasüberwachung in Klimaräumen und die wissenschaftliche Forschung.

smartGAS Mikrosensorik GmbH
74080 Heilbronn
07131 797553-0
mail@smartgas.eu
www.smartgas.eu/de/

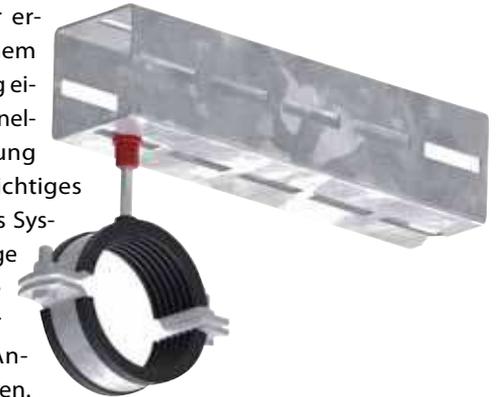
Schwerlastmontagesystem

Mefa

Das Schwerlastmontagesystem „Centum“ von Mefa kommt überall dort zum Einsatz, wo große Rohrdimensionen und schwere Lasten installiert werden. Ergänzend dazu bietet der Hersteller für Befestigungstechnik nun den „Centum“-Direktanschluss an. Dieser ermöglicht mit nur einem Bauteil die Herstellung einer einfachen und schnellen Gewindeanbindung an die Profile. Ein wichtiges Qualitätsmerkmal des Systems ist die zuverlässige und hochbelastbare Verschraubung der Profile mit vielen Anbindungsmöglichkeiten.

Doch auch bei Schwerlastsystemen ist es oftmals notwendig, kleinere Leitungen zu befestigen oder einfachere Anschlüsse zu realisieren, was nun mit dem

Direktanschluss möglich ist. Der Direktanschluss eignet sich für die Gewindeanschlüsse M10 oder M12 und ist mit bis zu 3 kN belastbar. Eine integrierte Sperre ermöglicht ein problemloses Eindrehen ohne Gegenhalten.



Mefa Befestigungs- und Montagesysteme GmbH
74635 Kupferzell
07944 64-0
info@mefa.de
www.mefa.de

Luftschleier für Industrietore

Sonniger

Die beiden Luftschleier „Guard“ (Standard) und „GuardPro“ (Industrie) der Sonniger GmbH verhindern unkontrollierten Wärmeverlust bei immer wieder geöffneten Türen oder Toren. „Guard“ erreicht einen Luftstrom von bis zu 3,5 m, der „GuardPro“ von bis zu 7,5 m. „Guard“ empfiehlt sich vor allem für den Einsatz in Läden, Kaufhäusern

und Einkaufszentren. Er dient aber auch als Schutzschleier in Produktionsstätten, an denen mit öligen Stoffen, chemischen Dämpfen und anderen potentiellen Luftverunreinigungen hantiert wird. Erhältlich ist er in drei Größen – mit Wärmetauscher, mit Elektroheizung oder ohne Heizung. „GuardPro“ dient dem Aufbau einer Schutzbarriere im Bereich von Industrietoren gegen Wärmeverluste. Durch seine gezielte Ausrichtung verhindert er das Eindringen kalter Luft in das Gebäude von außen. Im Sommer kommt er ohne Heizung zum Einsatz und schützt hier vor dem Eindringen großer Hitze, gleichzeitig aber auch vor z.B. Staub oder Insekten. Das Modell steht in zwei verschie-

denen Leistungsklassen (150 und 200 W) zur Verfügung und kann sowohl horizontal als auch vertikal montiert werden.

Sonniger GmbH
48607 Ochtrup
02553 7249-400
info-de@sonniger.com
www.sonniger.com



Gesellschaft für
Kältetechnik-
Klimatechnik mbH

GfKK
ERFAHRUNG INNOVATION

Kälteanlagen + Komponenten

- Klimakälte
- Industriekälte
- Eissportkälte



- Kalt-/ Klimawasser
- IT-Klima
- Eisspeicher

BERATUNG MONTAGE SERVICE

Dieselstr. 7
50859 Köln
Tel: 02234 / 4006-0
Fax: 02234 / 48303

Gradestr. 113-119
12347 Berlin
Tel: 030 / 600994-0
Fax: 030 / 600994-99

www.gfkk.de - Mail: info@gfkk.de

Abwärmepotential nutzbar machen

Bei der umfassenden Modernisierung eines denkmalgeschützten Mehrfamilienhauses in Marienberg sollten ressourcenschonende Technologien zur energetischen Versorgung des Gebäudes zum Einsatz kommen. Der Bauherr entschied sich für eine außergewöhnliche Kombination aus einer gasbetriebenen Brennwert-Absorptionswärmepumpe mit einer Solarthermie-Anlage und Erdwärmekollektoren; zudem wurden sämtliche Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung im Gebäude ausgeschöpft.



Data Center Cooling bei Google

Für ein neues Rechenzentrum, das Google im finnischen Hamina gebaut hat, wurde auch ein Kühlsystem benötigt: Um die unzähligen vernetzten Server in dem 9000 m² großen Komplex auf Betriebstemperatur zu halten, sind Hochleistungspumpen installiert worden. Nicht weil sie grün aussehen, sondern tatsächlich auch sind – von der Energieeffizienz über die Zuverlässigkeit bis zur Lebensdauer.

Gehry-Bauten mit Lüftungsanlagen modernisiert

Im silbernen Gehry-Bau im Düsseldorfer Medienhafen wurden die Räume kernsaniert. Planer und Installateure standen bei der zeitgemäßen Modernisierung gleichermaßen vor besonderen Herausforderungen. Das verdeutlicht der Einbau zweier Lüftungsgeräte im Zuge der Kernsaniierung des silbernen Bauwerks.



KKA – Kälte Klima Aktuell

36. Jahrgang 2017
ISSN 0722-4605

Fachmagazin für alle Bereiche des Anlagenbaus sowie des System- und Gerätevertriebs auf dem Sektor der Kälte- und Klimatechnik inkl. der damit verbundenen Gebiete wie Energieeinsparung, Umweltschutz usw. „KKA – Kälte Klima Aktuell“ ist offizielles Organ der Verbände:

- > ÜWG Überwachungsgemeinschaft Kälte- und Klimatechnik e.V.
- > Kälte- und Klimatechnik-Innung Nordrhein
- > Fachinnung für Kälte- und Klimatechnik für den Regierungsbezirk Arnsberg
- > Innung für Kälte- und Klimatechnik Bremen-Oldenburg
- > Innung für Kälte- und Klimatechnik Berlin-Brandenburg

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Straße 55, Postfach 120
33311 Gütersloh, Deutschland,
www.bauverlag.de

Redaktion

Chefredakteur:
Christoph Brauneis, Telefon: +49 5241 80-75029,
Fax +49 5241 80-9313
christoph.brauneis@bauverlag.de

stellvertretender Chefredakteur:
Marcus Lauster, Telefon: +49 5241 80-74286,
marcus.lauster@bauverlag.de

Sascha Brakmüller, Telefon: +49 5241 80-2648,
sascha.brakmueller@bauverlag.de

Marlene Klocke, Telefon: +49 5241 80-82982,
marlene.klocke@bauverlag.de

Stefanie Schnippenkötter, Telefon: +49 5241 80-1036,
stefanie.schnippenkoetter@bauverlag.de

Redaktionsbüro

Cornelia Otto,
Telefon: +49 5241 80-2132,
cornelia.otto@bauverlag.de

Layout

Kristin Nierodzik, Telefon: +49 5241 80-88551,
kristin.nierodzik@bauverlag.de

Head of Sales

(verantwortlich für den Anzeigenteil)
Andreas Kirchgessner
Telefon: +49 5241 80-2322

E-Mail: andreas.kirchgessner@bauverlag.de

Herbert Walhorn

Telefon: +49 5241 80-2232

E-Mail: herbert.walhorn@bauverlag.de

Head of International Sales

Ingo Wanders
Telefon: +49 5241 8041973
Telefax: +49 5241 80641973
E-Mail: Ingo.Wanders@bauverlag.de

Head of Digital Sales

Axel Gase-Jochens
Telefon: +49 5241 807938
Telefax: +49 5241 8067938
E-Mail: Axel.Gase-Jochens@bauverlag.de

Auslandsvertretungen

Italien:
Ediconsult Internazionale S.r.l.
Piazza Fontane Marose, 3
16123 Genova
Telefon: +39 010 583684
Telefax: +39 010 5566578
costruzioni@ediconsult.com

USA / Canada:

Detlef Fox,
Telefon: +1 212 896-3881,
Fax: +1 212 629-3988,
detleffox@comcast.net
Anzeigenpreisliste Nr. 30 vom 1.10.2016, Advertisement
Price List No. 30 dated Oct. 1, 2016 is currently valid

Geschäftsführer

Karl-Heinz Müller, Telefon: +49 5241 80-2476

Verlagsleiter

Markus Gorisch, Telefon: +49 5241 80-2513

Abonnentenbetreuung & Leserservice

Abonnements können direkt beim Verlag oder bei jeder Buchhandlung bestellt werden. Bauverlag BV GmbH, Avenwedder Straße 55, 33311 Gütersloh, Deutschland
Der Leserservice ist von Montag bis Freitag persönlich erreichbar von 9.00 bis 12.00 und von 13.00 bis 17.00 Uhr (freitags bis 16.00 Uhr).
Telefon: +49 5241 80-90884, Fax: +49 5241 80-690880,
E-Mail: leserservice@bauverlag.de

Marketing & Vertrieb

Michael Osterkamp, Telefon: +49 5241 80-2167,
Fax: +49 5241 80-645834

Bezugspreise und -zeit

KKA Kälte Klima Aktuell erscheint mit 6 Ausgaben sowie 1 Ausgabe KKA Großkältetechnik pro Jahr. Jahresabonnements (inklusive Versandkosten und Einkaufsführer Bau):
Inland Euro 89,00
Studenten Euro 56,00
Ausland Euro 94,00
Die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag
Einzelheft Euro 20,00 (inklusive Versandkosten)

Ein Abonnement gilt für ein Jahr und verlängert sich danach jeweils um ein weiteres Jahr, wenn es nicht schriftlich mit einer Frist von drei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums gekündigt wird.

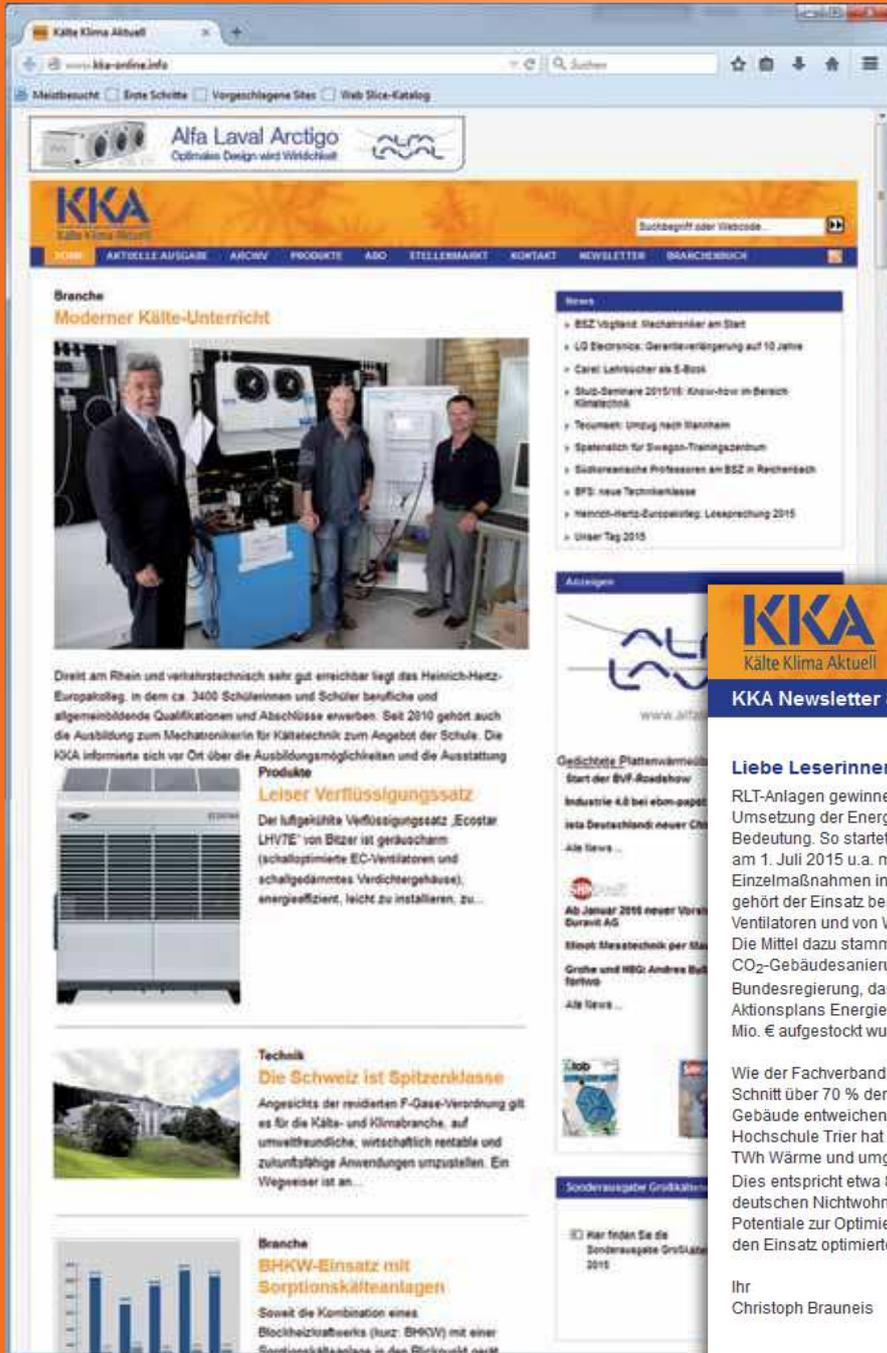
Veröffentlichungen

Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das alleinige Veröffentlichungs- und Verbreitungsrecht des Verlages über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Die inhaltliche Verantwortung mit Namen gezeichneter Beiträge übernimmt der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung oder Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und Übertragen in Form von Daten. Die Allgemeinen Geschäftsbedingungen des Bauverlags finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de.

Druck

Bösmann Medien und Druck GmbH & Co. KG





KKA

Kälte Klima Aktuell

KKA Newsletter 8|2015, www.kka-online.info

Liebe Leserinnen, liebe Leser!

RLT-Anlagen gewinnen als Faktor zur Umsetzung der Energiewende immer mehr an Bedeutung. So startete die KfW-Bankengruppe am 1. Juli 2015 u.a. mit der Förderung von Einzelmaßnahmen in diesem Bereich. Dazu gehört der Einsatz besonders sparsamer Ventilatoren und von Wärmerückgewinnung. Die Mittel dazu stammen aus dem CO₂-Gebäudesanierungsprogramm der Bundesregierung, das im Zuge des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) um 200 Mio. € aufgestockt wurde.



Das Redaktionsteam: (v.l.n.r.)
Sascha Brakmüller, Marcus Lauster,
Christoph Brauneis, Cornelia Otto und
Stefanie Schnippenkötter

Wie der Fachverband Gebäude-Klima e.V. (FGK) mitteilt, gewinnen RLT-Anlagen im Schnitt über 70 % der Raumwärme zurück, die ansonsten ungenutzt aus dem Gebäude entweichen würde. Eine Studie des Umwelt-Campus Birkenfeld an der Hochschule Trier hat ergeben, dass dadurch im Jahr 2014 in Deutschland etwa 22 TWh Wärme und umgerechnet rund 6 Mio. t CO₂-Emissionen eingespart wurden. Dies entspricht etwa 8 % des gesamten Endenergieverbrauchs der rund 2,7 Mio. deutschen Nichtwohngebäude. Nichtwohngebäude bieten hier noch weitere Potentiale zur Optimierung an. Daher sollte bei der Planung und der Ausführung auf den Einsatz optimierter RLT-Anlagen vermehrt Wert gelegt werden.

Ihr
Christoph Brauneis

Was noch erwähnt werden muss
Wir bieten Ihnen auf unserer Webseite www.kka-online.info mehr Service, mehr Inhalt und mehr Fachwissen. Es werden Ihnen zu gesuchten und/oder ausgewählten Artikeln weitere, themenverwandte Beiträge angezeigt, damit Sie sich auch über das thematische Umfeld gänzlich informieren können. Klicken Sie mal rein, es lohnt sich!

Branchenbuch

der Kälte- und Klimatechnik

Hersteller und Lieferanten im Überblick

Einfach scannen und direkt anmelden für den KKA-Newsletter.





SCHIESSL

STARKER PARTNER...

...für schwere Projekte!

Wenn es darum geht, die Wünsche ihrer Kunden zu realisieren, haben Sie mit der Schiessl Projektbetreuung jederzeit den richtigen Partner an Ihrer Seite.

Individuell – kompetent – zuverlässig!

Nutzen Sie unsere Leistungen als erfahrener und innovativer Großhändler für Kälte und Klimaanlagenbedarf mit eigener Projektbetreuung!



www.schiessl-kaelte.com