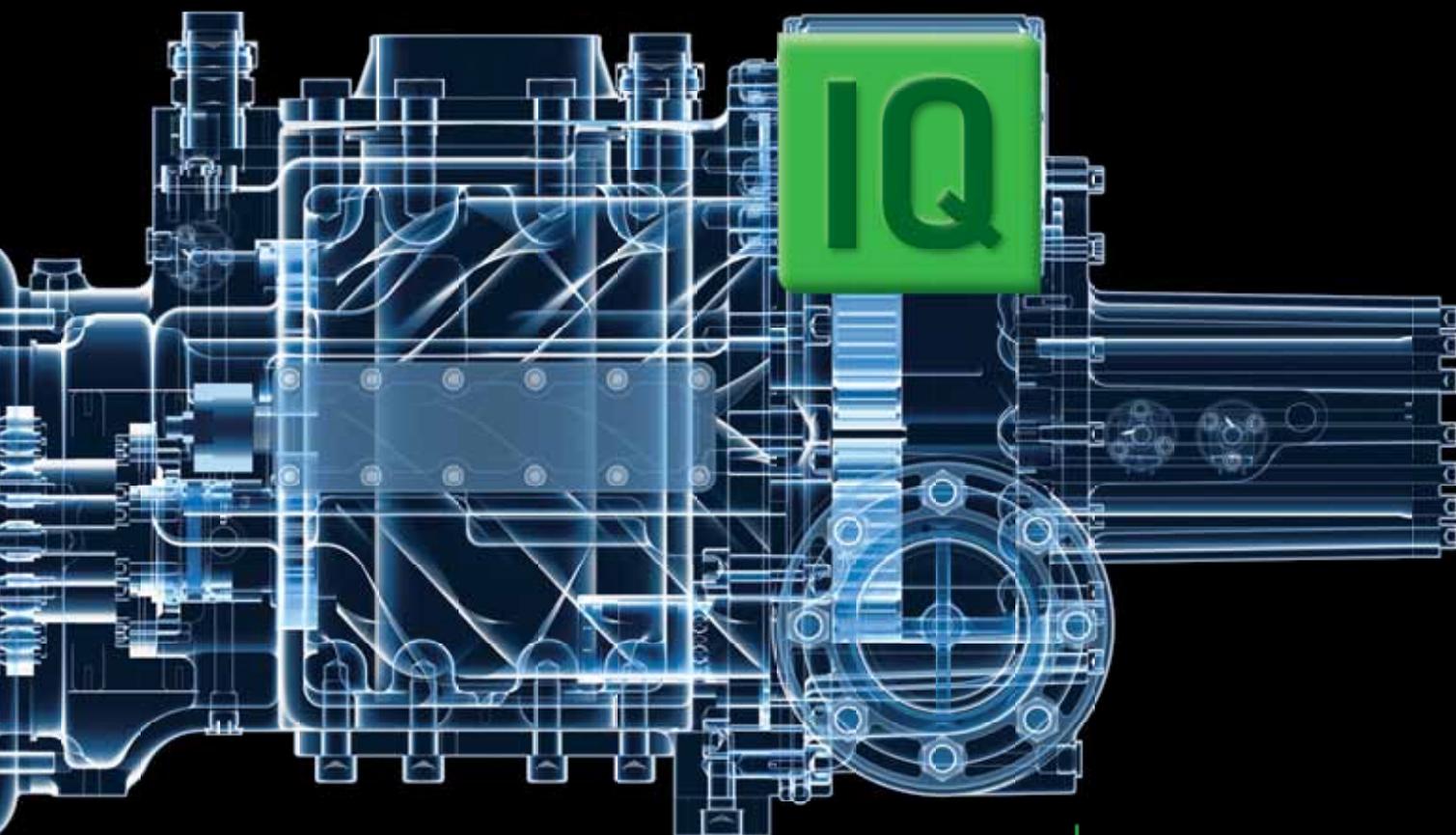


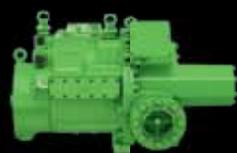


Sonderausgabe
Großkältetechnik



FÜR MEHR LEISTUNG.
MIT MEHR EFFIZIENZ.

Mit der CS.A95 präsentiert BITZER den neuen Star in der Industriekältearena: Er erweitert den Leistungsbereich der BITZER Ammoniak-Schraubenverdichter nach oben und ist im Verbundbetrieb mit den bestehenden CS.A Baureihen kombinierbar. Die intelligente Steuerelektronik sorgt mithilfe des neu entwickelten Leistungs- und Regelschiebers stets für höchste Effizienz und überwacht die Einsatzgrenzen. Die integrierte Modbus-Schnittstelle übernimmt die Kommunikation mit dem übergeordneten Anlagenregler. Erfahren Sie mehr über unsere Produkte unter www.intelligente-verdichter.de



DAS HERZ DER FRISCHE

Fehlendes Know-how für Kältemittel-Alternativen



Kürzlich erzählte mir der Betreiber eines großen Kühltowers in Süddeutschland, dass sein für die Anlage zuständiger Kälte-Fachbetrieb eine Anreise von fast 200 km auf sich nehmen müsse, wenn Wartungs- oder Reparaturarbeiten zu erledigen seien. Bei einem (zum Glück noch

nicht eingetretenen) Notfall seien durch die lange Wegstrecke entsprechende Wartezeiten, bis eine Reparatur erfolgen könne, nicht zu vermeiden. Daher habe er sich entschieden, in eine zusätzliche (kleinere) Kälteanlage zu investieren, um im Fall der Fälle den Ausfall der Haupt-Kälteanlage eine Zeitlang bis zur Reparatur überbrücken zu können. Warum nimmt nun der Betreiber diese Mehrkosten für eine weitere Kälteanlage in Kauf, anstatt einen Fachbetrieb auszuwählen, der seinen Firmensitz in unmittelbarer Nähe hat und entsprechend schnell reagieren könnte? Seine Antwort hat mich dann verblüfft. Er habe in seinem näheren Umkreis keinen Fachbetrieb ausfindig machen können, der das nötige Fachwissen für die Planung, Installation und Wartung einer Ammoniak-Kälteanlage besitzt. Ist das Know-how im Bereich natürliche Kältemittel im Allgemeinen und für Ammoniakanlagen im Speziellen bei unseren Fachbetrieben tatsächlich so dünn gesät oder ist es eine unglückliche Situation und Ausnahme für diese spezielle Region? Das lässt sich von meinem Schreibtisch aus jetzt nicht klären. Aber ich werte die Geschichte trotzdem als ein Indiz dafür, dass sich viele Firmen noch nicht in ausreichender und erforderlicher Weise mit den Alternativen zu gängigen Kältemittellösungen beschäftigt haben. Ammoniak ist in diesem Zusammenhang nur ein Beispiel von vielen. Oder haben Sie schon Anlagen installiert mit Kältemitteln wie Kohlendioxid, Propan oder HFO-Kältemitteln? Wie ist es um die Sorptionstechnik in Ihrem Unternehmen bestellt? Kaltwassersysteme? In einem Jahr, in dem die Auswirkungen der F-Gas-Verordnung mit aller Macht spürbar werden, sind dies Fragen und technische Anforderungen, mit denen Sie sich dringend beschäftigen müssen. Vielleicht können die Beiträge in dieser KKA-Sonderausgabe Großkältetechnik dazu beitragen, Ihnen in diesem Zusammenhang Anregungen zu geben und dass Sie sich mit der ein oder anderen Anlagentechnik etwas näher befassen. Beispielhaft seien die Beiträge über Absorptionskältetechnik auf Seite 22, über Ammoniakanlagen auf Seite 14 und 20 und über eine CO₂-Kaskadenanlage auf S. 56 genannt. Aber natürlich zeigen auch die anderen Beiträge die ganze Bandbreite der spannenden technischen Möglichkeiten, wie man Kälteanlagen mit größeren Dimensionen realisieren kann.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre dieser KKA-Sonderausgabe.

Ihr Christoph Brauneis

**HVAC/R
Service Products**

**Universelle
Kondensat-
pumpe**

Combi

Gobi II

Die Multifunktions- zentrale

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 Erstinstitution und einfachere Service-Eingriffe

USB-Anschluss
Zum Einsehen des Pumpeneinsatzes

Digitaler Sensor
Einzigartige 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 x 20mm 10A Glassicherung

www.condensate-pumps.com

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

Rubriken

Editorial	1
Aktuell	6-10
Produkte	60-63
Vorschau	64
Impressum	64



10

Zeit- und Kostenersparnis mit Pressverbindungstechnik

Absorptionskälteanlage schließt „Sommerlücke“ im Effizienzkonzept



22



26

4,9 MW Großwärmepumpen-Verbundanlage



28

Stille Kühlung für prickelnden Schaumwein

Kälteanlage im Fraunhofer-Zentrum CBP in Leuna
(Quelle: MTA Deutschland GmbH)



Technik

Rohrleitungen	
Zeit- und Kostenersparnis mit Pressverbindungstechnik	10
Tiefkühlager	
Ammoniak-Kälteanlage für Coop-Großbäckerei	14
Entfeuchtung	
Gutes Klima in der Eishalle Freising	16
Turboverdichter	
Fernkältelösung für Gebäudekomplexe	18
Ammoniakanlage	
3-in-1-Maschine für höchste Verfügbarkeit	20
Absorptionskälte	
Absorptionskälteanlage schließt „Sommerlücke“ im Effizienzkonzept	22
Geothermie	
4,9 MW Großwärmepumpen-Verbundanlage	26
Kaltwassersystem	
Stille Kühlung für prickelnden Schaumwein	28
Wärmepumpe	
Industrieller Einsatz einer Rotationswärmepumpe	30
Adiabate Kühlung	
Klimatechnik in der Spritzgießfertigung	37
Prozesskälte	
Effiziente Kühlung für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe	40
Dämmung	
Dämmung für das Louvre des Meeres	45
Verbundanlage	
Einsatz einer inverttergeregelten Verbundkälteanlage	48
Rückkühler	
Trockenkühler kombiniert mit Verdunstungskühlsystem	50
Steuerung	
Fleisch-Tiefkühlung: Komplexe Steuerungsfunktionen einfach umsetzbar	56
Prozesskälte	
Kältetechnik in der Batterieproduktion	58

Die umweltfreundlichen Kälteanlagen



RANSTA*

Die RANSTA-Serie mit dem natürlichen Kältemittel R 290 ist die optimale Plug & Play-Lösung zur Außenaufstellung für die Bereiche Prozesskühlung, Klimatisierung und Gewerbekälte. Die luftgekühlten Kaltwassersätze sind jeweils auch als geräuschreduzierte Variante verfügbar, optional mit Wärmerückgewinnung, Wurm-Regelung und freier Kühlung.

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

ROXSTA*

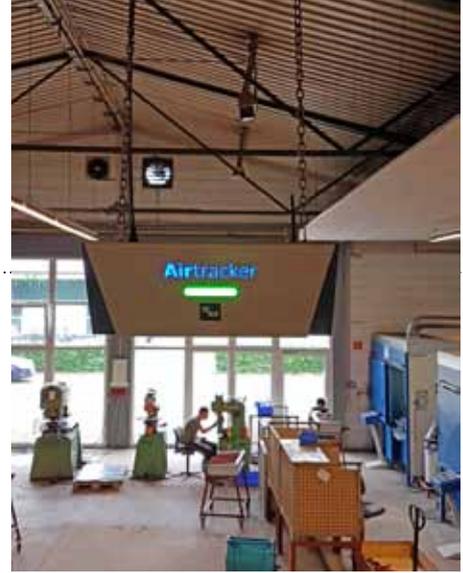
ROXSTA passt perfekt auf Anforderungen von kleinen bis mittleren Supermärkten, kleinere Logistiklager oder auch die Obst- und Gemüse Kühlung. Das ROXSTAsmart-Konzept ist eine lohnenswerte Alternative zur bisherigen F-Gas-Technik. Sie investieren in zukunfts-sichere Anlagen. BAFA-Förderung ist je nach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

Ampel-Sensor überwacht Raumluft

TEKA

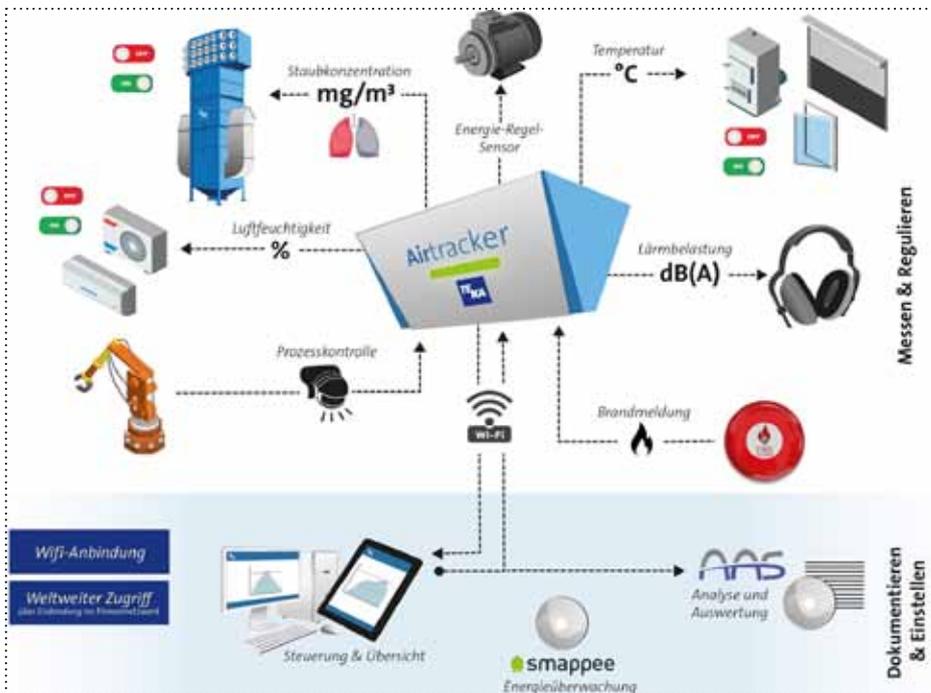
75 Menschen mit und ohne Handicap stehen in der 2000 m² großen Caritas-Metallwerkstatt in Papenburg an den Werkbänken. Vor rund einem Jahr hielt der „Airtracker Basic“ der TEKA Absaug- und Entsorgungstechnologie (www.teka.eu) dort Einzug. Das Multisensoriksystem überwacht seitdem kontinuierlich die Raumluftqualität und die Lärmbelastung insbesondere im Bereich der acht manuellen Schweißplätze und vier Schweißroboter, die mit TEKA-Absauganlagen vom Typ „Filtercube“ ausgestattet sind.

„Wir arbeiten in einer Werkstatt für Menschen mit Behinderungen und einige dieser Menschen sind nicht in der Lage, Gefahren realistisch einzuschätzen“, erklärt Gruppenleiter Dennis Hahn, und fährt fort: „Der Airtracker Basic war für uns gleich interessant. Liefert er doch mit der Feinstaubbelastung und der Lautstärke Informationen über zwei für uns sehr wichtige Dinge. Darüber hinaus lassen sich die Messdaten über das Jahr hinweg dokumentieren und jederzeit abrufen.“ Schon von weitem sichtbar leuchtet das



Der „Airtracker Basic“ misst, reguliert und dokumentiert Parameter wie die Raumluftqualität.

LED-Display des 570 mm breiten, 250 mm tiefen und 220 mm hohen Moduls, das an zentraler Stelle von der Hallendecke hängt, grün auf. Die Feinstaubbelastung in der Fertigung liegt sowohl unter dem vom Anwender individuell einstellbaren Schwellwert als auch unter dem voreingestellten Allgemeinen Staubgrenzwert für die alveolengängige Fraktion von 1,25 mg/m³. Der Staubsensor wertet Staubkonzentrationen mit einer hohen Genauigkeit aus und erfasst selbst kleinste Partikel. Über eine App können die Messwerte auch ortsunabhängig eingesehen und dokumentiert werden. Sollten die Grenzwerte überschritten werden, können die Filteranlagen automatisch angesteuert und deren Leistung bedarfsgerecht hoch- und heruntergefahren werden. Das Multisensoriksystem verfügt noch über weitere Funktionen: So erfasst er Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit und kann mit der Klimaanlage gekoppelt werden. Die Luftfeuchtigkeit kann ebenfalls über das Ansteuern einer entsprechenden Anlage auf den gewünschten Wert eingestellt werden.



Der „Airtracker Basic“ ist als offenes, intelligentes System konzipiert und zeigt, verknüpft mit anderen Technologien, den Weg zum Industrie 4.0-SmartFactory.

Vollautomatisiertes Kaskadenkühlsystem

GEA

Das Schweineschlacht- und Verarbeitungsunternehmen Agroeco-Yug (www.apk-ag-roeco.ru) hat Ende 2017 einen Vertrag mit dem Technologiekonzern GEA (www.gea.com) über die Lieferung, Installation und Inbetriebnahme eines umfassenden Kühlsystems unterzeichnet.

Die genannte Anlage wird in der Region Woronesch errichtet und soll mit einer Kapazität von 600 Schweinen pro Stunde zu einem der größten Unternehmen Russlands für die Schlachtung und Verarbeitung von Schweinen aufgebaut werden. Die Inbe-

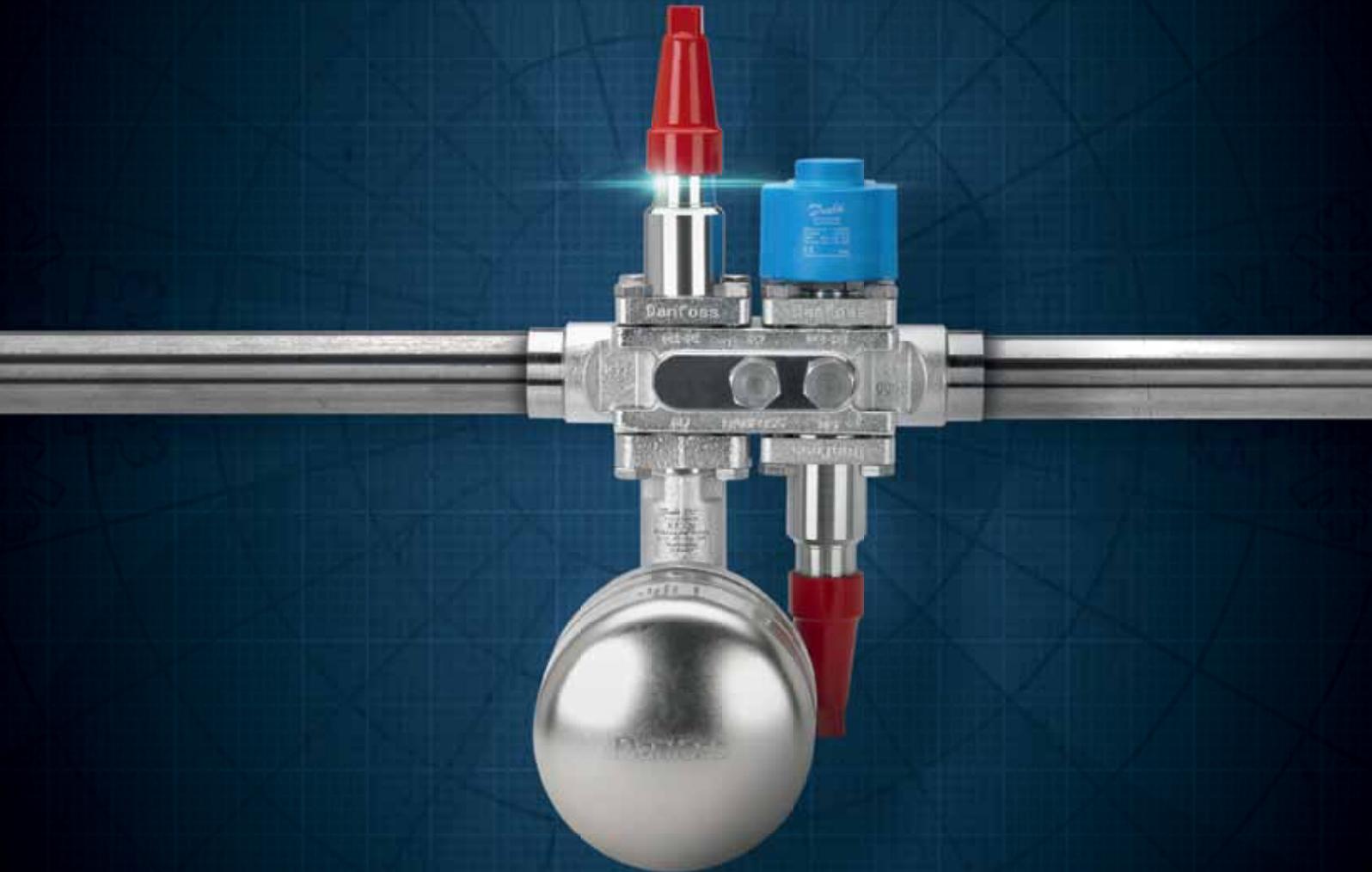
triebnahme ist für das Jahr 2020 geplant. Das vollautomatisierte Kaskadenkühlsystem mit klimaneutralem Ammoniak besteht beispielsweise aus Kompressoranlagen, Verdunstungskondensatoren, kapazitiven Anlagen, Luftkühlern und Plattenfroster. Die Kälteleistung des NH₃-Kreislaufs beträgt 6500 kW bei T₀ = -11 °C und weitere 6500 kW bei T₀ = -14 °C. Um die Verluste für die Umwandlung der Elektrizität und die Baukosten der Umspannstation zu reduzieren, werden Hochspannungsmotoren (10 kV) für Verdichtereinheiten für den NH₃-Kreislauf

installiert. Für die Temperaturprofile -44 °C und -29 °C kommt CO₂ als Kältemittel, für die mittleren Temperaturprofile eine auf -8 °C gekühlte wässrige Lösung von Propylenglykol zum Einsatz.



Abtaumodul für die Danfoss ICF-Ventilstation

Verbesserte Abtauleistung und reduzierter Energieverbrauch



Wissenswertes zum ICFD-Abtaumodul

- Verringert den Heißgasverlust um bis zu 90 %
- Reduziert den Energieverbrauch um bis zu 20 kWh pro Verdampfer und Abtauzyklus (* Angabe basiert auf realen Anwendungsfällen und variiert je nach Systemleistung: Beispielsweise können bei einer Ammoniakanlage für die Kühlung mit einem Verdampfer mit einer Leistung von 66 kW bei -30 °C (19 TR bei -22 °F) pro Verdampfer und Abtauzyklus 20 kWh eingespart werden.)
- Kann je nach Systemspezifikationen die Abtaudauer erheblich verkürzen
- Verbessert den Wirkungsgrad am Montageort

90 %

geringerer
Heißgasverlust
bei der Abtaugung

Erfahren Sie mehr über das ICFD-Abtaumodul auf
www.danfoss.de/icf

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Fernkälte-Netzausbau der Stadtwerke München

Georg Fischer

Die Stadtwerke München (SWM) haben das Fernkältenetz in der Münchner Innenstadt weiter ausgebaut und neue Standorte für Kälteerzeugungsanlagen geschaffen. Die für die neuen Fernkälteleitungen benötigten Rohrleitungskomponenten stammen von Georg Fischer. Den Auftrag zum Einbau der PE 100-Fernkälteleitungen im Projektabschnitt Schwanthalerhöhe und Laim erhielt die Firma Pro Bau Ingenieur- und Rohrleitungsbau aus Passau. Während der Montage kamen «ELGEF Plus»-Elektroschweißmuffen und Anschlusssättel sowie Elektro- und Stumpfschweißmaschinen vom Typ GF 500 und GF 630 von Georg Fischer zum Einsatz. Mit den aufeinander abgestimmten Produkten, Werkzeugen und Plänen lieferte das Unternehmen für das Projekt die Fügetechnik aus einer Hand. „Bei GF sind Produkte, Geräte und Werkzeuge sehr gut aufeinander abgestimmt. So konnten wir ausgezeichnet damit arbeiten und die Leitungen schnell und sicher verlegen“, kommentiert Andreas Weber, Bauleiter bei Pro Bau Ingenieur- und Rohrleitungsbau, den Ablauf des Einbaus. Mit einer neuen Fernkälteinsel im Stadtgebiet schaffen die Stadtwerke München eine komfortable und klimafreundliche Lösung



Foto: Georg Fischer

Die Stumpfschweißmaschine Typ „GF 500“ verbindet einzelne PE-Rohrkomponenten zu einer neuen Fernkälteleitung für die Münchner Innenstadt.

zur Versorgung der Innenstadt. Die Kältezentrale befindet sich im Stachusbauwerk und als Quelle dient der „westliche Stadtgrabenbereich“, der unterirdisch am Stachus vorbeifließt. Durch die Nutzung des natürlichen Kaltwassers wird ein erheblicher Anteil des herkömmlichen Primärenergieaufwandes bei der Kälteerzeugung eingespart. In der Münchner Innenstadt lassen sich so jährlich rund 1000 Tonnen CO₂ einsparen. Die Erzeugungsanlage am Stachus hat mittlerweile eine Leistung von mehr als 12 MW. Über Rohrleitungen werden Büros, Läden

und Haushalte mit zentralem gekühltem Wasser versorgt, das im Anschluss ständig in einem Kreislauf zirkuliert. „Das ist deutlich effizienter als eine Hausklimaanlage. Außerdem bietet der Kreislauf in der Handhabung deutliche Erleichterungen, da es statt umfangreicher Anlagentechnik lediglich eine Übergabestation im Keller gibt“, erklärt Wolfgang Kustermann vom technischen Vertrieb für Versorgungssysteme bei Georg Fischer. Auf seinem Weg verändert sich nur die Temperatur des Wassers, die Flüssigkeit bleibt die Gleiche. So wird die Wasserökologie des Baches nicht angetastet, wenn das unveränderte Medium wieder zurück in das Flussbett fließt. Die SWM sehen den Klimaschutz und die reduzierte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen als eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben an und bauen daher die regenerative Energieversorgung sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor konsequent weiter aus. Vorrang haben für die SWM Projekte in München und der Region. Ein weiterer regionaler Baustein ihres Klimaengagements ist M-Fernkälte. Dank der Ökokälte von Grundwasser und Stadtbächen sinkt der Energieverbrauch für die Kälteerzeugung um rund 70 %.

Raumlufttechnik der Neuen Nationalgalerie in Berlin

Caverion

Caverion übernimmt die Grundinstandsetzung der Raumlufttechnik der Neuen Nationalgalerie in Berlin. Vertragspartner ist das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Berlin im Auftrag der Stiftung Preussischer Kulturbesitz. Die Auftragssumme beläuft sich auf rund 2,7

Millionen Euro. Das Museum beherbergt Kunst des 20. und 21. Jahrhunderts, darunter bedeutende Werke des deutschen Expressionismus. Im Gebäude fand 2004 die mit 1,2 Millionen Besuchern erfolgreichste Ausstellung auf deutschem Boden, „Das MoMA in Berlin“, statt. Gezeigt

wurden 212 Werke aus dem New Yorker Museum of Modern Art. Der Ausstellungsbereich im Obergeschoss hat eine Raumhöhe von 10 m. Gemeinsam mit zwei Untergeschossen beträgt die Gesamtfläche ca. 14.000 m². Insgesamt acht Klimaanlagen mit einer Leistung von

152.000 m³/h installiert Caverion für die Ausstellungsbereiche. Darüber hinaus kommen weitere RLT-Anlagen in den Sozialbereichen, der Garderobe und dem Restaurant zum Einsatz. Auch den Einbau einer Entrauchungsanlage verantwortet das Unternehmen. Die Erneuerung der Raumlufttechnik führt zu einer deutlichen Verbesserung des Innenklimas. Ein Wärmerückgewinnungssystem reduziert gleichzeitig den dafür erforderlichen Energieaufwand. Die Arbeiten haben im März 2018 begonnen und werden voraussichtlich im August 2019 ab geschlossen sein.



© Staatliche Museen zu Berlin / Maximilian Meisse

Die Neue Nationalgalerie in Berlin

Millionenfach einzigartig!

$$\frac{\dot{Q}_e \left(\frac{\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{Propan}}{\sum P \cdot i + \text{H}_2\text{O/Glykol}} \right) \times \frac{L \times B \times H}{(\text{Cu} + \text{VA} + \text{Epoxy}) \times \sum_{i=1}^{4,0 \text{ mm}} \text{LT}_i} \times \frac{\text{dB(A)} \times \text{ErP}^2}{\text{AC} + \text{EC}} = 1$$



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

Klimakammer als Flaggschiff der Forschung

Refrion

Refrion ist ein Unternehmen, das auf die Produktion von industriell einsetzbaren Luftkühlern spezialisiert ist. 2016 hat es in den Bau der europaweit größten Klimakammer für Tests an Dry Coolers investiert. Jüngster Auftrag ist die Installation der Geräte „Superjumbo“ auf den Dächern der neuen Biogasanlage in Benkovac in Kroatien. Dabei handelt es sich um 13 Trockenkühler der leistungsstärksten Serie, die in der Lage sind 14 MW Leistung abzuleiten, um das Wasser in den Kühlkreisläufen der Turbinen zu kühlen. Alle Maschinen sind mit axialen Lüftern und speziellen Filtern ausgerüstet, die das Lamellenpaket des Geräts schützen.

Die Umsetzung der Klimakammer war eine strategische Investition, die bereits im Jahr 2017 dazu geführt hat, zwei große Aufträge abschließen zu können. Der erste, mit einem Wert von mehreren Hunderttausend Euro, betrifft die Installation von adiabaten Kältemaschinen in der Niederlassung eines berühmten Schweizer Uhrenherstellers, während Refrion für den zweiten Auftrag als dritter Partner eines wichtigen Akteurs in der Energiebranche die Trockenkühler gestellt hat.



Daniele Stolfo, Geschäftsführer von Refrion, bestätigt: „Wir sind sehr zufrieden mit diesen Aufträgen, es handelt sich um wichtige Projekte, und zwar nicht nur in Bezug auf ihren wirtschaftlichen Wert, sondern vor allem weil sie zeigen, dass wir unseren Kunden präzise Tests zu den Einheiten, die wir liefern, garantieren können.“

In Bezug auf den Auftrag für Benkovac konnten im Inneren der Klimakammer exakt die vom Kunden bestimmten klimatischen Betriebsverhältnisse hergestellt und Tests zur

Leistung der Energieeffizienz und zum Geräuschbelastung der Refrion-Einheiten durchgeführt werden. Eine Option, die Refrion anbietet, ist ein Schritt voraus hinsichtlich der Eurovent-Zertifizierung, die bereits für das gesamte Angebot von Refrion gilt. Die Klimakammer stellt in diesem Zusammenhang das Flaggschiff in der Tätigkeit von Refrion dar.

Im Bereich Forschung & Entwicklung arbeitet Refrion seit 2014 eng mit Advantech-Time, einem Ableger der Universität von Udine, im Bereich Maschinenbau und virtueller Planung für die Industrie zusammen. Im Rahmen der Partnerschaft tauschen sich die beiden Teams ständig aus, insbesondere, um Testkampagnen für die durchzuführenden Tests in der Klimakammer zu definieren, aber auch bei der Entwicklung von neuen Produkten. Die Ingenieure von Advantech-Time stehen Refrion während der Testphasen zur Seite und ergänzen bei Bedarf die technische Ausstattung mit ihren Messinstrumenten, um höchst präzise Analysedaten zu erhalten.



Rohrbündelwärmeübertrager von Alfa Laval gekauft

Bitzer

Bitzer erweitert sein Portfolio und übernimmt den Bereich Rohrbündelwärmeübertrager von Alfa Laval SpA in Alonte, Norditalien. Ab Anfang Mai ist Bitzer damit der größte unabhängige Hersteller von Rohrbündelwärmeübertragern weltweit. Der Vertrag zwischen Bitzer Italia und Alfa Laval SpA wurde am 3. April 2018 in Mailand unterzeichnet. Die von Alfa Laval

übernommenen Produkte sind für Klima- und Kälteanwendungen ausgelegt und erweitern das Bitzer-Produktsortiment. Bereits seit den 1950er-Jahren stellt Bitzer Verflüssiger für Frisch- und Seewasseranwendungen her. Mit dieser Übernahme erweitert Bitzer sein Produktportfolio. „Für Bitzer ist dies ein wichtiger Schritt, um den Bereich Wärmetauscher und Druckbe-

hälter entscheidend weiterzuentwickeln“, betont Gianni Parlanti, Chief Sales and Marketing Officer. Zu den besonderen Stärken von Alfa Laval gehören das jahrzehntelange Know-how zu Trockenexpansions-Verdampfern, überfluteten Verdampfern sowie Verflüssigern für Frisch- und Seewasseranwendungen bis zu einer Leistung von 2000 kW.

**IMMER ZEITGEMÄSS
ATTRAKTIV AUSSEN**



REVOLUTIONÄR INNEN

Emeritus

- ▶ Kühlleistung **+400%**
- ▶ Geräuschpegel **-6 dB(A)**
- ▶ Aufstellfläche **-80%**



Pressen statt Schweißen: Die Montagezeit der Verbindungstechnik halbiert sich, das Arbeiten über Kopf oder an engen Stellen ist unproblematisch – und ein Brandrisiko wird ausgeschlossen.

Foto: Viega

Zeit- und Kostenersparnis mit Pressverbindungstechnik

Kühlleitungen im „Theresien Center“ in Straubing

Katharina Schulte,
Viega Holding GmbH & Co. KG,
Attendorf

Arbeiten im Bestand bringen für Fachhandwerker andere Herausforderungen mit sich als im Neubau. Besonders knifflig wird es beispielsweise, wenn im laufenden Betrieb eines Einkaufszentrums neue Rohrleitungen installiert werden müssen – wie jetzt im „Theresien Center“, Straubing. Für einen umfangreichen Teilumbau in einem engen Bauzeitenplan war unter anderem die Installation neuer Kühlleitungen notwendig. Wirtschaftlichkeit und Sicherheit sprachen laut Robert Sieber, Chef des ausführenden Unternehmens, dabei eindeutig für ein Rohrleitungssystem mit Pressverbindungstechnik.

Je besser das Wohlfühlklima, umso besser ist auch das Konsumklima – das wissen Betreiber von Einkaufszentren nur zu gut. Frieren oder schwitzen Kunden beim Einkaufen,



Beliebt und gut besucht: das „Theresien Center“ in der Innenstadt von Straubing. Ein Teilumbau schuf Raum für weitere Ladenlokale

sinkt die Verweildauer im Geschäft. Bei deutschlandweit steigenden Durchschnitts- und Spitzentemperaturen sowie internen Wärmelasten durch moderne Verkaufstechnik wächst daher die Bedeutung der Kühlung von Ladenlokalen. So wurde auch bei dem Teilumbau des „Theresien Centers“ in Straubing viel Wert auf eine gleichmäßige Kälteversorgung der neugestalteten Verkaufsflächen gelegt. Bei dem Umbau des etwa 1400 m² großen Gebäudeabschnitts über zwei Etagen waren dafür rund 300 m neue Kühlleitungen notwendig.

Das ortsansässige Unternehmen Sieber Haustechnik GmbH mit seinen 23 Fachhandwerkern erhielt den Zuschlag für alle

Installationen. Doch das Arbeiten im Bestand brachte einige Herausforderungen mit sich – gerade, weil das Einkaufsvergnügen von tausenden Besuchern der beliebten Einkaufsmeile nicht gestört werden durfte.

Sicherheit: Kühlleitungen pressen statt schweißen

Als Kühlleitungen wurden schwarze Stahlrohre in den Dimensionen DN 15 bis DN 50 verlegt. „In der Regel schweißen wir die“, sagt Robert Sieber. „Doch Schweißarbeiten in einem vollbesuchten Einkaufszentrum bergen immer ein gewisses Risiko“, weiß auch der langjährige Unternehmer. Daher wurden die Kühlleitungen im „Theresien

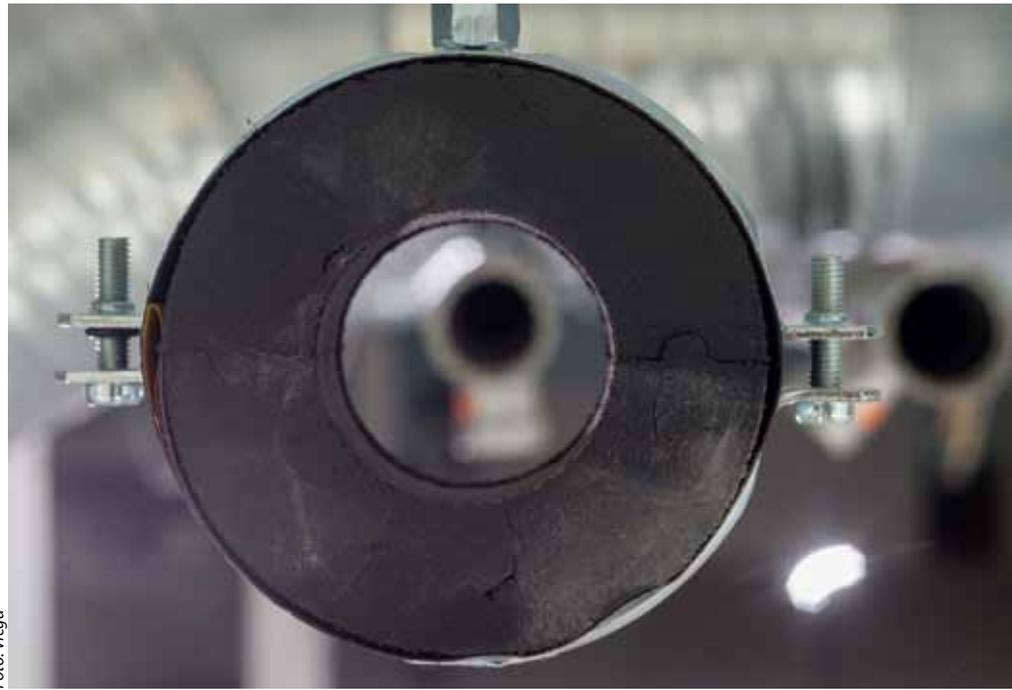
Befestigungen mit der vorgeschriebenen Isolation für Kühlleitungen: Durch die Verwendung vorlackierter Stahlrohre sind auch diese Stellen korrosionsschutz.

Center“ gepresst: mit „Megapress“ von Viega (www.viega.de/megapress). Die Pressverbinder sind geeignet für dickwandige Stahlrohre in Gewinde- und Siederohrqualität ab DN 10 bis DN 50. „Solche Rohre zu pressen spart gegenüber dem Schweißen außerdem etwa die Hälfte an Montagezeit ein“, lautet der Erfahrungswert von Sieber. Außerdem wird das Arbeiten über Kopf und an engen Stellen deutlich leichter. „Hinzu kommt, dass Abkühlzeiten entfallen und wir auf eine Brandwache verzichten konnten“, nennt er weitere Vorteile der Presstechnik bei diesem Projekt.

Zeit- und Kostenersparnis: vorlackierte Stahlleitungen verpressen

Doch das waren nicht die einzigen Zugewinne an Sicherheit und Zeit. Die Monteure von Sieber konnten gleichzeitig bereits vorlackierte Stahlrohre einsetzen.

Foto: Viega



Denn die „Megapress“-Verbinder verfügen über ein spezielles Profil-Dichtelement aus EPDM, das auch bei rauen Oberflächen die Dichtheit absolut sicherstellt. „Mit den vor-

lackierten Rohren haben wir uns den Korrosionsschutzanstrich erspart und damit viel Installationszeit- und Kosten“, hebt Sieber hervor.



 **BerlinerLuft.**

DATACOND® PRÄZISIONSKLIMAGERÄTE

Konzipiert für die besonders effiziente Klimatisierung von Rechenzentren und thermisch hoch belasteten Räumen.

HOHE MODULARITÄT

ERFÜLLT ALLE HYGIENISCHEN ANFORDERUNGEN
(VDI 6022 und VDI 2047)

IN SECHS AUSFÜHRUNGEN
Für alle Varianten der energieeffizienten Klimatisierung.

Präzision. In 6 Varianten.

BerlinerLuft. Technik GmbH
CompetenceCenter Klimatechnik
In der Kolling | 66450 Bexbach

Telefon +49 68 26 - 52 07 0
Telefax +49 68 26 - 52 07 10
E-Mail info@bltk@berlinerluft.de

www.berlinerluft.de



Über den Dächern von Straubing scheint oft die Sonne: Wichtig für den Komfort im Einkaufszentrum ist somit die Kühlanlage, für die ein Teil der Kühlleitungen neu angebunden werden musste.

Foto: Viega

Die DIN 4140 schreibt nämlich für unlegierte Stahlrohre als Kühlleitungen einen Schutzanstrich vor, damit Tauwasser oder andere Feuchtigkeitseinträge die Rohre unter der Dämmung nicht rosten lassen. Zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik, wie ein solcher Schutzanstrich angebracht werden muss, zählt das Arbeitsblatt Q 151 „Korrosionsschutz unter Isolierungen“ der Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. (AGI). Vorgeschrieben sind hier ein Grundanstrich von mindestens 80 µm und ein weiterer Deckanstrich in gleicher Stärke. „Hierfür beauftragen wir in der Regel spezialisierte Kollegen, denn ein solcher Anstrich will gelernt sein“, sagt nicht nur Sieber, sondern auch die Norm: Typischerweise sind solche Stahlrohre nicht gestrahlt. Walzhaut, Zunder und andere Verunreinigungen müssen deshalb zunächst manuell bzw. mechanisch entfernt werden (Details siehe DIN ISO EN 12944). Um eine normgerechte Schichtdicke

zu erreichen, sind außerdem genaue Verarbeitungsgänge und Trocknungszeiten zu beachten – und vieles mehr. Dass diese Abstimmung mit einem weiteren Gewerk durch das Rohrleitungssystem „Megapress“ entfallen konnte, erhöhte somit die Flexibilität und Schnelligkeit der Installation. Außerdem erfüllen industriell lackierte Rohre sicher die Qualitätsanforderungen der Regelwerke für einen dauerhaften Korrosionsschutz.

Dichtheitsprüfung: Verbinder mit „SC-Contur“

Und noch einen weiteren Sicherheitsaspekt erfüllen die Pressverbinder, der sogar über die Anforderungen der Regelwerke hinausgeht: Wie alle Viega-Rohrverbindungssysteme verfügt auch „Megapress“ über die „SC-Contur“. Sie gewährleistet eine Zwangsdichtheit des Verbinders im unverpressten Zustand über den gesamten Prüfbereich



Foto: Viega

Etwa 300 Meter vorlackierte Stahlrohre installierte die Sieber Haustechnik GmbH mit dem Rohrverbindungssystem „Megapress“ von Viega. Dadurch konnte der aufwändige Korrosionsschutzanstrich gespart werden.



Foto: Viega

Anschluss der Kühlaggregate: für jede Anbindung und Abzweigung gibt es den richtigen Verbinder im „Megapress“-Sortiment. Hier ein Schraubübergang zu einem „Easytop“-Kugelhahn als Absperrventil.

Pressen statt Schweißen: Das Verbindungssystem „Megapress“

So, wie Viega mit dem Rohrverbindungssystem „Profipress“ das Lötten von Kupferrohren durch Pressverbindungstechnik ablöste, kann mit „Megapress“ das Schweißen von Rohren über weite Strecken der Installationstechnik ebenfalls durch diese „kalte“ und schnelle Verbindungstechnik ersetzt werden. Derzeit bietet Viega „Megapress“-Verbinder in den Dimensionen DN 10 (3/8 Zoll) bis DN 50 (2 Zoll) für folgende Anwendungen:

Anwendungen

- › Heizung und Kühlung (Zulassung: TÜV)
- › Druckluft und technische Gase (Zulassung: TÜV)
- › Sprinkler und Feuerlöschanlagen (Zulassungen: VdS, FM)
- › Schiffbau (Zulassungen: GL, LR, DNV, ABS, Rina)
- › Industrie (Zulassung: TÜV)

Dickwandige Stahlrohre

- › Gewinderohrqualität nach DIN EN 10255 (Rohrarten H, M, L, L1, L2)
- › Siederohrqualität nach DIN EN 10220/10216-1 (nahtlose Stahlrohre) und DIN EN 10220/10217-1 (längsnahtgeschweißte Rohre)

einer Dichtheitsprüfung – also zwischen 22 mbar und 3 bar bei einer Prüfung mit einem trockenen Medium und 1,0 bis 6,5 bar mit einem nassen. Eine versehentlich vergessene Pressverbindung würde also immer auffallen – sowohl optisch am Verbinder als auch durch Druckabfall am Manometer.

Fazit: Pressen ist wirtschaftlicher

Vorlackierte Kühlleitungen direkt zu verpressen ist in der Gesamtbetrachtung deutlich wirtschaftlicher, rechnet Robert Sieber vor: „Die ‚Megapress‘-Verbinder kosten natürlich mehr als einfache Schweißverbinder. Aber allein die Halbierung der Montagezeit pro Verbindung spielt das locker wieder ein. Bei Kühlleitungen kommt hinzu, dass mit vorlackierten Rohren ein kompletter Arbeitsgang eines weiteren Gewerks entfällt.“ Gerechnet auf die installierten Kälteleitungen im „Theresien Center“ waren das über 100 Arbeitsstunden für das Vorbehandeln und zweimalige Streichen, ohne Berücksichtigung der Trocknungszeiten.



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

Ammoniak-Kälteanlage für Coop-Großbäckerei

Kälteanlagen für vier verschiedene Temperaturniveaus

Beat Schuppisser,
Branch Manager Kältetechnik,
Johnson Controls, Schweiz

In Schafisheim, Schweiz, hat die Coop Genossenschaft ihr bestehendes Verteilzentrum um eine Großbäckerei und Konditorei, ein nationales Tiefkühlager sowie eine Leergutzentrale erweitert. 600 Millionen CHF flossen in das gewaltige, bisher größte Projekt der Firma.

186 m Länge, 102 m Breite, 50 m Höhe, neun Stockwerke: Der Neubau B von Coop hat mit seinen 164.000 m² Bruttogeschossfläche gewaltige Dimensionen. In Schafisheim wird eine der größten Bäckereien der Schweiz betrieben – und eine der modernsten in ganz Europa.

Über 50.000 t Backwaren werden jährlich dort produziert. Die Teiglinge zum Ausbacken in den Supermärkten werden direkt im angrenzenden Tiefkühlager eingelagert, was lange Transporte mit Lastwagen vermeidet. Die Konzentration auf einen Standort sorgt dafür, dass der CO₂-Ausstoß jährlich um mehr als 10.000 t sinken wird.

Vier unabhängige Kälteanlagen

Die Bauzeit des Projekts nahm nahezu drei Jahre in Anspruch. Für Johnson Controls fiel der Startschuss im September 2014: Das Team realisierte Planung, Engineering, Montage, Inbetriebsetzung und Optimierung. Der Kunde entschied sich für Johnson Controls, weil das Unternehmen technisches Fachwissen und langjährige Erfahrung bei

der Konstruktion von industriellen Kälteanlagen mit natürlichen Kältemitteln wie Ammoniak vorweisen kann. Zudem ist die Expertise des Unternehmens im Bereich Steuerung und Regelung von Kälteanlagen groß – viele Referenzobjekte belegen dies eindrucksvoll. Das flächendeckende Netz aus gut ausgebildetem Servicepersonal hat die Wahl zusätzlich vereinfacht.

Die vier Systeme, die nun für Kälte auf unterschiedlichen Temperaturniveaus sorgen, orientieren sich an den Bedürfnissen und Wünschen von Coop. Sie unterstützen die Vision des Unternehmens für mehr Umweltfreundlichkeit und bieten eine hohe Energieeffizienz durch die Verwendung des natürlichen Kältemittels Ammoniak sowie durch drehzahlgeregelte Maschinen und optimales Design. Zudem kann Coop über ein einziges Leitsystem bequem auf die komplette Steuerung der Kälteanlagen zugreifen und erhält die volle Visualisierung der Kälteprozesse und des Ammoniak-Sicherheitskonzeptes einfach per Mausclick am Computer.

Ausschließlich Ammoniak als Kältemittel

Alle von Johnson Controls konstruierten Kälteanlagen in der Großbäckerei werden mit Ammoniak betrieben. Vier Anlagen mit einer Kälteleistung von insgesamt rund 8 MW, die bei Bedarf um weitere drei Verdichter ausgebaut und auf 10 MW aufgestockt werden können, stellen die Kälteversorgung sicher. Die elektrische Anschlussleistung beträgt ca. 4,5 MW. Insgesamt wurden über 12 km Rohr verbaut. Mehr als 110 t Material wurden in der Kältezentrale installiert. Dazu gehören 18 Sabroe-Verdichter. Die komplette EMSR-Technik für die Kälteinstallation ist in rund 100 Schaltschrankfeldern untergebracht.

Der zweistufige Froster mit drei „SAB283“-Schraubenverdichtern für die Niederdruckstufe und drei „SMC116“-Kolbenverdichtern für die Hochdruckstufe produziert eine Kälteleistung von 1,8 MW bei einer Verdampfungstemperatur von -41 °C. Insgesamt 49 Ammoniak-Ventilstationen steuern die Kälteversorgung der Backwarenfroster.

Eine Kälteleistung von 1,7 MW bei -35 °C Verdampfungstemperatur, verteilt über 26 Ammoniak-Ventilstationen, steht für die Tiefkühlung zur Verfügung. Ebenfalls zweistufig, besteht der Booster aus drei „SAB233“-Schraubenverdichtern unten und drei „SMC112“-Kolbenverdichtern oben.

Das Besondere: Beide Anlagen sind mit einem Ammoniak-Pumpensystem ausgestattet. Da die Kältezentrale rund 50 m höher als die tiefste Kühlstelle ist, muss der Flüssigkeitsüberschuss im Pumpensystem in die Kältezentrale zurückgepumpt werden.

Die eingebaute Kaltwasserkühlung hat eine Kälteleistung von 3,5 MW und besteht aus drei „SMC116“-Kolbenverdichtern und zwei Verdampfern bei einer Verdampfungstemperatur



Quelle: Johnson Controls

Mit 164.000 m² Bruttogeschossfläche ist der Coop-Neubau eines der größten Gebäude der Schweiz.



Quelle: Johnson Controls

Alle von Johnson Controls konstruierten Kälteanlagen in der Großbäckerei werden mit Ammoniak betrieben.



Quelle: Johnson Controls

Vier Anlagen mit einer Kälteleistung von insgesamt rund 8 MW stellen die Kälteversorgung sicher.

von 4 °C. Das Kaltwasser dient zur Klimatisierung des Gebäudes. Eine Glykolkühlung mit einer Kälteleistung von 1 MW, bei einer Verdampfungstemperatur von -9 °C, ist mit drei „SMC108“-Kolbenverdichtern und zwei Verdampfern ausgestattet. Mit diesem Kälte-Trägernetz werden alle Kühlräume sowie das Eiswasser für die Teigproduktion gekühlt.

Überzeugender „Rundum-Service“

Eine von Johnson Controls gestellte Bauleitung begleitete den Aufbau der einzelnen Anlagen von Montagebeginn bis Inbetriebnahme vor Ort. Die professionelle Koordination und Kommunikation des Projektteams mit den Fachplanern und Unterlieferanten sicherte die Einhaltung der Termine und des Budgets. Aufgrund dessen übergab Coop im Nachhinein den Servicevertrag für die Wartung der Kälteanlagen auch an Johnson Controls. Den „Rundum-Service“ komplettierten Sicherheitsschulungen, unter anderem über mögliche Gefahren beim Umgang mit Ammoniak. Überdies wurde dem Personal die Bedienung der Kälteanlagen genauestens erläutert.

André Mathys, Kälteplaner Amstein + Walthert Bern AG und seit 01.10.16 bei SSP Kälteplaner AG:

„Johnson Controls hat technische Lösungen realisiert, die unseren hohen ökologischen und ökonomischen Vorgaben bestmöglich gerecht werden. Die Dimensionen dieses Projektes und der hohe Termindruck waren für alle Beteiligten keine alltäglichen Herausforderungen. Johnson Controls stellte jedoch zu jedem Zeitpunkt äußerst kompetente und erfahrene Schlüsselpersonen zur Verfügung, um diese Aufgabe zu meistern. Wir haben Johnson Controls als verbindlichen und leistungsstarken Partner erlebt und sind sowohl mit der Zusammenarbeit als auch mit dem Resultat sehr zufrieden.“

HAUS MEISTER



Commander 43 ist die ideale Regeltechnologie mit maßgeschneiderten Programm- und Timerfunktionen von Störk-Tronic. In allen Bereichen der präzisen Temperaturregelung einsetzbar, z.B. zur Steuerung von Wärmepumpen in der Haustechnik. Außerdem optional perfekt für die bequeme, lückenlose Fernüberwachung vorkonfiguriert.

Ihre Vorteile

- Bis zu 32 Regler vernetzbar
- Optional: Fernüberwachung via Internet am PC
- Optional: Fernüberwachung via Mobile Internet
- 100% MADE IN GERMANY**

Infos unter: Störk-Tronic, Störk GmbH & Co. KG
 Telefon +49 711 - 68661-0
www.stoerk-tronic.com · info@stoerk-tronic.com



STÖRK
TRONIC

100% made in Germany!



Die 2014 eröffnete Eishalle in Freising

Foto: Swegon

Gutes Klima in der Eishalle Freising

Luftentfeuchtung für gute Sicht und perfekte Eisqualität

Isabell Stengel,
Swegon Germany GmbH,
Garching-Hochbrück

In einer Eishalle sollte der Sport und Spaß im Vordergrund stehen. Doch der Spaß hört schnell auf, wenn das Klima nicht stimmt und es zu Kondenswasser- oder Nebelbildung kommt. In der Eishalle Freising wurde dieses mögliche Problem durch den Einsatz einer Luftentfeuchtungsanlage gelöst.



Foto: Swegon

Der Adsorptionsentfeuchter „AirBlue AT 8000“ findet Platz in der Eismeister-Zentrale.

In Eishallen treffen warme Luft und kalte Eisflächen aufeinander. Im Prinzip ist eine geschlossene Eishalle ein großer Kühlschrank. Wenn durch die Lüftungs- und Kühlanlage ständig feuchte Außenluft einströmt, kann es passieren, dass Kondenswasser von der Decke tropft, anschließend friert und dadurch Unebenheiten oder Pfützen auf der Eisfläche entstehen.

So kann es schnell zu gefährlichen Stolperfallen auf dem Eis kommen und die Unfallgefahr für Eisläufer und Eishockeyspieler wird stark erhöht. Außerdem kann es zu Nebelbildung kommen, welche zu einem zusätzlichen Gefahrenfaktor durch eingeschränkte Sicht wird.

Luftentfeuchter als Problemlöser

Unter ständigem Einfluss von zu hoher Feuchtigkeit können Schäden an der Gebäudesubstanz, wie z.B. Schimmelbildung an Gebäude-

teilen, Rost auf Rohren, Metallträgern oder Risse in Bauteilen durch Korrosion oder Fäulnis entstehen. Durch die Luftentfeuchtung wird die Kondenswasserbildung unterbunden und weitere Schäden werden verhindert.

In Eishallen, die nicht professionell entfeuchtet werden, herrscht ein unangenehmes, nasskaltes Raumklima – letztendlich keine gute Voraussetzung für Eislaufspaß oder gar Höchstleistung auf Kufen. Die Folgekosten durch notwendige Sanierungsmaßnahmen aufgrund von mangelnder Luftentfeuchtung werden für den Betreiber schnell sehr hoch. Somit muss die hohe Luftfeuchtigkeit vorbeugend kontrolliert reduziert werden, damit die Eisfläche sicher ist und die Eishalle wirtschaftlich betrieben werden kann.

Für einen zuverlässigen Einsatz, selbst bei äußerst schwierigen Bedingungen, können die „AirBlue“-Adsorptionstrockner von Swe-



Foto: Swegon

Der außenaufgestellte Verflüssiger von BlueBox kühlt die entfeuchtete Prozessluft ab.

gon (www.swegon.de) eingesetzt werden. Gerade bei sehr kalten Umgebungstemperaturen können diese Luftentfeuchter mit der Adsorptionstechnologie ihre Vorteile ausspielen.

Anwendungsbeispiel Freising

Ein gutes Beispiel ist der Einsatz in der Eishalle in Freising. Die 30 x 60 m große Eisfläche wird dauerhaft eisgekühlt und ist sogar Austragungsort für internationale Eishockey-Profi-Spiele. Die Zuschauertribü-

nen bieten insgesamt 2576 Plätze, davon 486 Sitzplätze. Die Raumluft ist durch die vorhandene Lüftungs- und Kühlanlage um einiges wärmer und vor allem relativ feucht.

Hohe Entfeuchtungsleistung

Durch den Einsatz eines „AirBlue“-Adsorptionsentfeuchters „Typ AT 8000“ von Swegon mit 1000 m³/h Luftleistung und einer hohen Entfeuchtungsleistung von 53 kg/h bei 20 °C und 60 % r. F. wird hier die Luftfeuchte auf die benötigten Bedingungen angepasst. Um einen besonders wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten, findet die Regenerationserwärmung durch einen externen Gasbrenner statt. Des Weiteren bietet der „AirBlue AT 8000“ eine externe Pressung von mehr als 300 Pa, realisiert durch seinen starken und energetischen EC-Prozesslüfter. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Luftentfeuchter trotz seiner starken Leistung nur wenig Platz in Anspruch nimmt und somit in der Eismeister-Zentrale problemlos installiert werden konnte. Die Zuluft wird nach dem Adsorptionsprozess zusätzlich sensibel konditioniert. In der Lüftungsanlage ist hierzu ein Direktverdampfungssystem verbaut worden. Mittels eines „BlueBox“-Verflüssigungssatzes „Typ ZETA LE SLN 8.2“ mit drehzahlregeltem Verdichtern und Saugdruckregelung wird die in die Eishalle eingebrachte, entfeuchtete Prozessluft abgekühlt. Die Eishalle in Freising wurde 2014 neu gebaut und blieb seither von Pfützen und Stolperfallen verschont. Auch Nebelbildung, feuchte Decken oder Wände sind der Eishalle in Freising fremd.

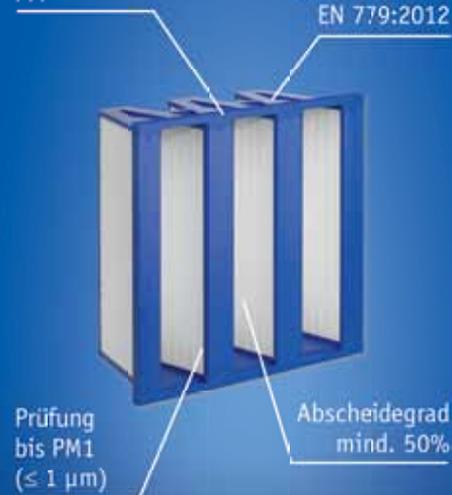


Foto: Swegon

Die Eishalle Freising: Eislaufen dank spiegelglatter Eisfläche und angenehmem Hallenklima

Neue Normierung
nach Partikelgrößen
PM

Ersetzt Prüfnorm
EN 779:2012



ISO 16890 – Jetzt wird's eng!

Die neue Norm für Grob- und Feinstaubfilter

- International einheitliche Filter-Klassifizierung nach Partikelgröße PM
- Ersetzt die EN 779 ab Mitte 2018
- Neue Prüfverfahren mit Prüfaerosolen DEHS / KCl
- Realitätsnahe Klassifizierung v.a. im Hinblick auf Feinstaub
- Anhebung der Mindeststandards zur Verbesserung der Raumluftqualität



ENGIE Refrigeration GmbH

Prädestiniert für District Cooling: Wassergekühlte „Quantum“-Kältemaschinen bieten eine Kälteleistung von bis zu 10 MW.



Produziert werden die „Quantum“-Kältemaschinen in der Unternehmenszentrale von Engie Refrigeration in Lindau am Bodensee.

Fernkältelösung für Gebäudekomplexe

District Cooling in einem französischen Geschäftsviertel

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

Weltweit steigt der Bedarf an Kälte weiter an: Beispielsweise wünschen sich immer mehr Menschen eine Klimaanlage im Büro oder in ihrem Zuhause. Entsprechend gewinnen Fernkältenetze (District Cooling) an Bedeutung, um größere Gebäudekomplexe ökologisch nachhaltig, effizient und sicher mit Kälte zu versorgen. In einem Geschäftsviertel der französischen Hafenstadt Marseille sorgen wassergekühlte „Quantum“-Kältemaschinen mit ölfreier Verdichtertechnologie von Engie Refrigeration für die passende Kühlung.

Angenehme Temperaturen an der Mittelmeerküste: Seit 2016 zeichnet Engie Refrigeration für die zuverlässige Kälteversorgung in den Gebäuden des Geschäftsviertels „Euromediterranée“ in Marseille verantwortlich. Mit einer Fläche von 500.000 m² gehört das „Euromediterranée“ in der südfranzösischen Metropole zu den größten Stadtentwicklungsprojekten Europas. Seit 1996 wird das Gebiet laufend gestaltet und das Stadtbild nachhaltig verändert. In dem Viertel treffen Wirtschaft und Handel aufeinander; finden Bürogebäude, Wohnraum, Bildungseinrichtungen und kreative Kulturzentren einen Platz. Per Fernwärme und -kälte werden die Gebäude des Geschäftsviertels stets mit der passenden Wärme und Kälte versorgt. Für

die Kühlung sind zwei wassergekühlte Kältemaschinen von Engie Refrigeration im Einsatz.

Installiert sind diese in einer Kältezentrale im Meereswärmekraftwerk Thassalia am Marseil-

er Hafen Europort, einem Kraftwerk der Engie-Gruppe, das sich die thermische Energie des Mittelmeers zunutze macht. Dort erzeugen die beiden Maschinen effizient Kälte und geben diese bedarfsgerecht ab: Die Kälte gelangt durch ein weit verzweigtes Rohrleitungssystem mittels temperiertem Wasser zu den einzelnen Gebäuden, in denen in der Regel lediglich eine Übergabestation installiert ist. Derzeit verfügen die beiden wassergekühlten „Quantum“-Kältemaschinen in Marseille über eine Gesamtkälteleistung von 8 MW; damit gehören sie zu den Vorzeigeprojekten im Bereich der Fernkältenetze.



ENGIE Refrigeration GmbH / A. Meysonnier

Effiziente Kälte im Marseiller „Euromediterranée“: Vor Ort nutzt das innovative Engie-Kraftwerk Thassalia die thermische Energie des Mittelmeers.

Entwickelt für District Cooling

Künftig ist Engie Refrigeration für vergleichbare District-Cooling-

Projekte noch stärker aufgestellt: Aufgrund des steigenden Kundenbedarfs nach besonders leistungsfähigen Kältemaschinen hat der Kältespezialist die wassergekühlte „Quantum“-Baureihe weiterentwickelt. Die Kältemaschinen sind mit verschiedenen Kältemittel bis zu einer Leistung von bis zum 10 MW verfügbar. Bei Verwendung des Kältemittels R1234ze mit einem GWP = 7 sind bis zu 8 MW möglich. Beide Varianten sind wahlweise mit acht bis 16 Verdichtern erhältlich. Dank der hohen thermischen Speicherkapazität von Fernkältenetzen können sie besonders effizient in ein Smart Grid integriert und dort betrieben werden. Ein weiterer Vorteil ist die modulare Bauweise, dank der die Kältemaschine und deren Kälteleistung passgenau auf die Kundenansprüche abgestimmt werden: Der „Quantum“ kann in fünf modulare Baugruppen zerlegt und somit auch in enge Maschinenräume eingebaut werden. Zudem ist die Kältemaschine in einem 40-Fuß-High-Cube-Container zu transportieren und damit auch für Lieferungen nach Übersee bestens geeignet. Ebenso kann die Maschine an verschiedenen Einsatzbedingungen ausgerichtet werden. Durch eine spezielle Innenverrohrung ist beispielsweise eine Kühlung mit See- oder Hafenwasser möglich.

25 MW-Kältelösung für Pharmahersteller

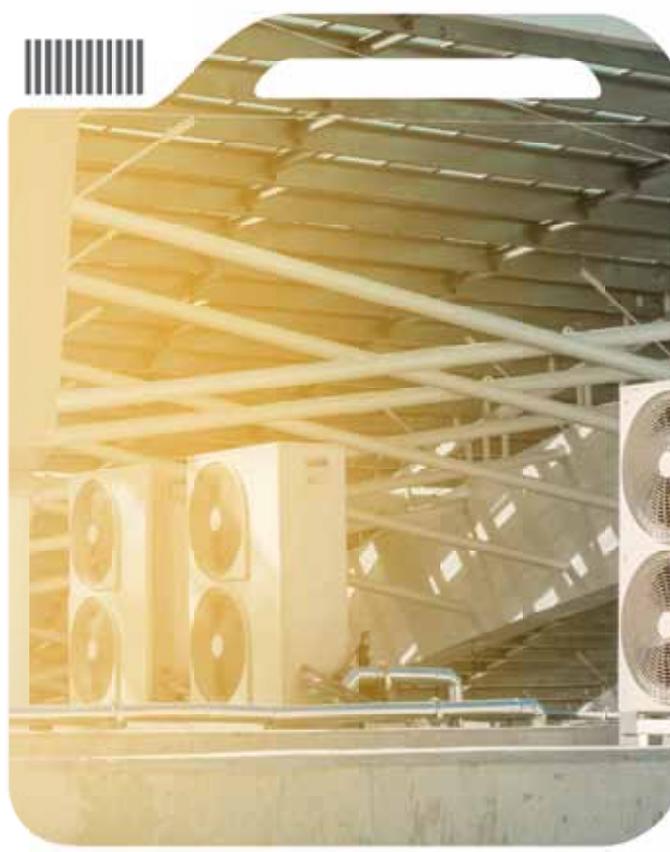
Insbesondere dieser entscheidende Aspekt überzeugte nun einen deutschen Hersteller mit südostasiatischer Produktionsstätte aus dem Bereich der Pharma- und Chemiebranche. Vor wenigen Monaten hat Engie Refrigeration fünf Kältemaschinen der weiterentwickelten Bauart mit insgesamt 25 MW Kälteleistung an diesen Kunden ausgeliefert. Dabei handelt es sich um die derzeit leistungsstärkste wassergekühlte Kältelösung mit ölfreien Verdichtern weltweit. Eine Kältemaschine dieser Bauart ist 3,5 m breit, 7,3 m lang und wiegt insgesamt 31.100 kg. Die Verflüssiger sind mit einer hochwertigen Berohrung für die Kühlung mit Seewasser ausgestattet, zudem besitzen die fünf Kältemaschinen je zehn Verdichter. Diese für die Baureihe typische Redundanz garantiert zum einen die Betriebssicherheit und vereinfacht zudem die Wartung der Verdichter: Diese kann im laufenden Betrieb erfolgen. Damit sorgt der „Quantum“ jetzt auch in Südostasien für eine kraftvolle, effiziente und zukunftsweisende Kälteversorgung.



ENGIE Refrigeration GmbH

Je nach Anforderung können bis zu 16 Verdichter auf einer „Quantum“-Kältemaschine verbaut werden.

SONNIGE AUSSICHTEN FÜR IHRE KÄLTE- UND KLIMAAANLAGEN





Beste Leistung



Optimaler Korrosionsschutz



Höchste Effizienz

Maximale Leistung und optimaler Schutz
 Die effizienten TYFOX[®] Kühltölen und TYFOCOR[®] Wärmeträgermedien gewährleisten den zuverlässigen sowie langlebigen Betrieb Ihrer Kälte- und Klimaanlage. Spitzenqualität vom Marktführer – Made in Germany.



www.tyfo.de



Polytex fertigt mit hoher Fertigungstiefe pro Jahr rund 4 Mio. m² Bodenbeläge für Sport und Freizeit.

Quelle: Polytex

3-in-1-Maschine für höchste Verfügbarkeit

Polytex spart Kosten mit Ammoniak-Kälteanlage

Renate Gratwohl,
Lochau

Für ein kunststoffverarbeitendes Unternehmen, das u.a. Bodenbeläge herstellt, wurde eine Kälteanlage konzipiert und ausgeliefert. Die Anlage nutzt Ammoniak (R717) als Kältemittel und zeichnet sich durch die Kombination von drei völlig eigenständig arbeitenden Maschinen in einem kompakten Gehäuse aus.

Die Polytex GmbH in Grefrath/ Niederrhein fertigt professionelle Sport- und Freizeitbodenbeläge für den Außenbereich – mit



Quelle: GCM

Jede der drei Anlagen wird über einen separaten Schaltschrank gesteuert, wobei eine zentrale Kommunikation sichergestellt ist. Das schafft eine wichtige Voraussetzung für energiesparenden Betrieb.

einer Fertigungstiefe, die in Europa außergewöhnlich ist. Darüber hinaus entwickelt und produziert das Unternehmen auch Masterbatches und Polymergarne. Rund 140 Mitarbeiter produzieren pro Jahr knapp 4 Mio. m² Bodenbeläge.

Auf Grund der stetig steigenden Nachfrage hat Polytex die Fertigungskapazitäten erweitert. Da verschiedene Produktionsprozesse Kälte benötigen, war auch eine Erweiterung bzw. Erneuerung der Kälteanlagen erforderlich. Mit diesem Projekt wandte sich Polytex an die R & Ing. H. Beckmann GmbH in Haan/ Rheinland – ein Spezialist für Kältetechnik, der eng mit der GCM Kältesysteme GmbH zusammenarbeitet. GCM wiederum ist eine Manufaktur von Sonderanlagen, die über

umfassendes Know-how bei der Projektierung und Fertigung von Kältemaschinen mit natürlichen Kältemitteln wie Ammoniak und CO₂ verfügt.

Beckmann und GCM projektieren eine Kälteanlage, die sich durch die Kombination von drei völlig eigenständig arbeitenden Maschinen in einer Baueinheit – und damit durch volle Redundanz – auszeichnet. Eine übergeordnete Steuerung koordiniert den Betrieb der drei Maschinen. Läuft die Anlage, die eine Kälteleistung von 444 kW erreicht, beispielsweise gerade in Teillast und die arbeitende Maschine fällt aus, kann sofort die zweite oder dritte Maschine deren Aufgabe übernehmen.

Der EER („Energy Efficiency Ratio“) von 5,56



Quelle: GCM



Quelle: GCM

Bau der Kälteanlage bei GCM: Das „3-in-1“-Prinzip gewährleistet hohe Redundanz auf kompaktem Raum.

Das Polytex-Gebäude mit den Dachaufbauten aus der Vogelperspektive

demonstriert die hervorragende Effizienz der Anlage, die mit dem natürlichen Kältemittel R717 (Ammoniak) befüllt ist. Über eine integrierte Leistungsmessung kann der Anwender die Effizienz jederzeit überwachen.

Die Entscheidung für Ammoniak als Kältemittel hat Polytex bislang nicht bereut.

Nach problemloser Installation und Inbetriebnahme ist die Anlage nun seit mehr als einem Jahr in Betrieb. Sie arbeitet mit hoher Zuverlässigkeit und sehr geringem Energieaufwand. Messungen zeigen, dass der Energieverbrauch – bezogen auf eine identische Kälteleistung – um etwa 22 % niedriger liegt.

Geräteleistungsdaten

Kälteleistung	444 kW
EER	5,56
Kältemittel	R717 (NH ₃ ; Ammoniak)
Außenlufttemperatur	35 °C
Wassereintrittstemperatur	20 °C
Wasseraustrittstemperatur	15 °C
Schalldruckpegel in 10m	52 db(A)

CHILLVENTA
award 2018

SUPPORTED BY
tab | KKA

**CONNECTING
EXPERTS.**



**Innovationstreiber
gesucht**

Nürnberg 16.–18.10.2018

Sichern Sie sich die Aufmerksamkeit eines hochkarätigen Publikums aus Branchengrößen, Fachpresse und Politik. Überzeugen Sie mit realisierten Projekten, die mit Funktionalität, Energieverbrauch und technischen Innovationen punkten.

BEWERBEN SIE SICH BIS ZUM 29. JUNI 2018 für den Chillventa AWARD – die Auszeichnung für Expertenteams aus Anlagenbauern, Planern und Betreibern auf der Fachmesse für Kälte, Klima, Lüftung und Wärmepumpen!

Call for projects:
chillventa.de/award

Absorptionskälteanlage schließt „Sommerlücke“ im Effizienzkonzept

Kombination von BHKW und Absorptionskälteanlage reduziert CO₂-Emissionen

*Katrin Preller,
Rütgers GmbH & Co. KG,
Mannheim*

Zum Effizienzkonzept eines großen badischen Verpackungsherstellers leistet eine Absorptionskälteanlage einen wichtigen Beitrag. Diese wird zwischen Mai und September mit der Wärme eines am Produktionsstandort errichteten Blockheizkraftwerks (BHKW) betrieben und ermöglicht so die ganzjährige effiziente Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte. Aus der KWK-(Kraft-Wärme-Kopplung)- wird so eine KWKK-(Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung)-Lösung. Die Absorptionskälteanlage wurde als Container-Lösung schlüsselfertig bereitgestellt.

Lange Zeit stand die elektrische Energie im Fokus, wenn es in der Industrie um das Thema Effizienzsteigerung ging. Doch lassen sich Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß deutlich stärker reduzieren, wenn die Einsparpotenziale im Unternehmen medienübergreifend betrachtet werden. Ein gutes Beispiel für so eine ganzheitliche Herangehensweise ist das Energiekonzept für einen großen badischen Verpackungshersteller, das die MVV Enamic GmbH, Tochterunternehmen des Mannheimer Energieversorgers MVV, im vergangenen Jahr umgesetzt hat. Ziel des Kunden ist es, innerhalb von drei Jahren komplett klimaneutral zu produzieren. Mit dem Konzept der MVV Enamic konnten die CO₂-Emissionen bereits deutlich reduziert werden. Parallel sanken die Energiekosten um einen Betrag im ho-

hen fünfstelligen Bereich. Neben der kompletten Umstellung der Beleuchtung auf LED-Leuchtmittel, die mit jährlich 200 t zur CO₂-Reduktion beiträgt, stand die Versorgung mit Strom, Wärme und Kälte bei dem Projekt im Vordergrund. In diesem Bereich sank der CO₂-Ausstoß um 700 t pro Jahr. Vorhandene Anlagen für die Wärme- und Kälteerzeugung waren in die Jahre gekommen, gleichzeitig sollte die Produktion um weitere Linien wachsen. Auf der Basis einer genauen Bedarfsanalyse entwickelte die MVV Enamic GmbH gemeinsam mit dem Kunden ein maßgeschneidertes Energiekonzept. Herzstück ist ein gasbetriebenes BHKW mit einer elektrischen Leistung von 360 kW_{el} und einer Wärmeleistung von 381 kW_{th}, das Strom und Wärme für den Eigenbedarf liefert.

Wärme im Winter, Kälte im Sommer

Eine wichtige Voraussetzung für den effizienten Betrieb des Kraftwerks ist der ganzjährige Wärmebedarf im Unternehmen. So wird die produzierte Wärme im Winter zu Heizzwecken genutzt, während sie in den Sommermonaten mittels einer Absorptionskältemaschine in Kälte umgewandelt und zu Kühlzwecken verwendet wird. Den restlichen Wärme- beziehungsweise Kältebedarf decken ein zusätzlicher Brennkessel sowie ein luftgekühlter Flüssigkeitskühler. „Der Wärmebedarf unseres Kunden besteht ausschließlich für Heizwärme, nicht für Prozesswärme, das heißt, die BHKW-Anlage wäre außerhalb der Heizperiode von Mai bis September außer Betrieb“, erklärt Jürgen Schneider, Projektleiter bei der MVV Enamic GmbH. „Durch den Absorptionskälte-



Foto: Rütgers GmbH & Co. KG

Für die Absorptionskältemaschine, die Pumpen und die zugehörige Regelungs- und Steuerungseinheit entwickelte Rütgers eine maßgeschneiderte Containerlösung.



Foto: Rütgers GmbH & Co. KG

Die Containerlösung fand ihren Platz auf dem Fundament der alten Kälteanlage.



Foto: Shuangliang

Heißwasserbetriebene Absorptionskältemaschine von Rütgers-Shuangliang

betrieb in diesen Monaten kann die Laufzeit des BHKWs um etwa 3100 Volllaststunden erhöht werden. Der Kunde kann dadurch die Eigenerzeugung an Strom um rund 1.100.000 kWh steigern und dementsprechend teuren Strombezug substituieren.“ Rütgers Kälte Klima, Mannheim, ein lokaler Partner der MVV, wurde bereits während der Projektentwicklung in die technische Gesamtkonzeption der Kälteerzeugung mit einbezogen. Nachdem die MVV Enamic GmbH für das Gesamtvorhaben, inklusive der Erneuerung der Heizzentrale und der Kälteversorgung sowie dem Bau eines BHKW, im Contracting beauftragt wurde, erteilte sie Rütgers Kälte Klima den Auftrag zur Errichtung der Kälteerzeugungsanlage sowie für deren hydraulische Anbindung. „Neben der



Foto: Rütgers GmbH & Co. KG

Zunächst wurde die Absorberkältemaschine installiert, im zweiten Schritt der Container als Haube darüber gesetzt.

effiziente Lösungen
MADE IN GERMANY



- ▶ Luftkühler
- ▶ Verdampfer
- ▶ Verflüssiger
- ▶ Isolierkühler
- ▶ Hybridkühler



thermofin GmbH - Am Windrad 1
 08463 Heinsdorfergrund - Germany
 Telefon +49 3765 3800 0
 info@thermofin.de - www.thermofin.de



Rütgers konzipiert seine Containerlösungen als Sondermaschinenbau und stimmt diese exakt auf die Gegebenheiten vor Ort und die Bedürfnisse des Kunden ab.

Foto: Rütgers GmbH & Co. KG

technischen Kompetenz von Rütgers Kälte Klima spielte auch die Regionalität eine Rolle. Sie war unserem Kunden – unter anderem in Hinblick auf den späteren Service – bei der Vergabe sehr wichtig“, beschreibt Schneider einen Grund für die Zusammen-

arbeit mit Rütgers Kälte Klima. Darüber hinaus habe man sich bereits im Rahmen früherer Projekte kennengelernt und gut zusammengearbeitet. Als Vertriebspartner der Hersteller KTK, Shuangliang und Mitsubishi Electric bietet Rütgers mit 150

Die Rütgers GmbH & Co. KG

1919 als Elektro- und Haushaltsgeräte-Großhandlung in Mannheim gegründet, eröffnete Rütgers (www.ruetgers.com) bereits 1927 seine kältetechnische Abteilung mit Kundendienst. Entsprechend basieren die Kompetenzen der Rütgers GmbH & Co. KG, mit Hauptsitz in Mannheim, heute bereits auf fast einem Jahrhundert Erfahrung im Bereich der Kälte- und Klimatechnik für Gebäude sowie der industriellen Kühlung. Als Vertriebspartner für KTK, Shuangliang und Mitsubishi Electric bietet Rütgers Kälte Klima mit 150 Mitarbeitern und insgesamt 12 Standorten deutschlandweit umfassendes Kältetechnik-Know-how und kompetenten Service. Zum Produktportfolio des Unternehmens gehören Luft-Wasser-Wärmepumpen, luft- und wassergekühlte Flüssigkeitskühler, Absorptionskältemaschinen sowie Split- und Multisplit-Klimaanlagen. In Deutschland ist Rütgers Kälte Klima Generalvertreter für Absorptionskältemaschinen von Shuangliang.



Die beim Kälteprozess der Absorptionskältemaschine entstehende Absorptionswärme wird an einen Kühlwasserkreislauf abgegeben ...

Foto: Rütgers GmbH & Co. KG

Mitarbeitern an zwölf deutschen Standorten umfassendes Know-how im Bereich der Kälte- und Klimatechnik für Gebäude sowie der industriellen Kühlung.

Maßgeschneiderte Containerlösung für die Absorptionskälteanlage

Die von Rütgers Kälte Klima bereitgestellten Anlagen dienen der Kühlung von Wasser, das im firmenseitigen Rohrleitungssystem zirkuliert. Die Kaltwassererzeugungsanlage besteht aus einem luftgekühlten Flüssigkeitskühler mit einer Kälteleistung von 1500 kW, einer zweistufigen Absorptionskälteanlage „Rütgers-Shuangliang HSB-165“ mit einer Kälteleistung von 300 kW und einem adiabaten Rückkühlsystem. Eine übergeordnete Steuerung, Pumpen für Kalt-, Kühl- und Heißwasser sowie ein Ausdehnungsgefäß, Rohrleitungseinbauten, regelungs- und sicherheitstechnische Komponenten komplettieren die Anlage.

Der luftgekühlte Flüssigkeitskühler und der Rückkühler wurden außerhalb des Containers aufgestellt. Für die Absorptionskälteanlage, die Pumpen und die zugehörige Regelungs- und Steuerungseinheit entwickelte Rütgers eine maßgeschneiderte Containerlösung, die auf dem Fundament der alten Kälteanlage ihren Platz fand. Zunächst wurde die Absorptionskältemaschine platziert, im zweiten Schritt der Container als Haube darüber gesetzt. Im dritten und entscheidenden Schritt erfolgte die Installation der Anlagentechnik im Inneren der Containeranlage. „Unsere Kunden erhalten ihre Absorptionskälte-Konzepte von uns komplett aus einer Hand“, erklärt Katrin Preller, bei Rütgers zuständig für die Projektierung und den Vertrieb von Absorptionskältetechnik. „Unsere Containerlösungen werden als Sondermaschinenbau konzipiert und exakt auf die Gegebenheiten vor Ort und die Bedürfnisse des Kunden abgestimmt.“

Die Absorptionskältemaschine „Shuangliang“ ist eine Großkältemaschine, die Heißwasser mit einer Temperatur von 85 °C als Antriebsenergie, Lithium-Bromid-Lösung (Sole) als Absorptionsmittel und Wasser als Kältemittel verwendet. Die durch den Kälteprozess entstehende Absorptionswärme wird an einen Kühlwasserkreislauf abgegeben, über den Rückkühler geführt und dann zurück zur Absorptionskältemaschine geleitet.

Übergeordnete Steuerung und Monitoring

Die Kaltwasseranlage wird übergeordnet mit einer Siemens-Regelung gesteuert und geregelt. Diese ist in einem separaten Schaltschrank im Container installiert und sorgt für das optimale Zusammenspiel von Absorptions- und Flüssigkeitskühler „Die Absorptionskälteanlage deckt die Grundlast ab“, erläutert Katrin Preller. „Unter konstanten Betriebsbedingungen und möglichst unter Dauerbetrieb kann eine Absorptionskälteanlage am effektivsten betrieben werden. Der Flüssigkeitskühler kann Bedarfsschwankungen hingegen flexibel ausgleichen und zusätzliche Spitzen im Sommer abdecken.“ Mit dem Monitoringsystem „Rütgers:Care“, das 2016 eine Auszeichnung als Industrie-4.0-Leuchtturmprojekt erhielt, werden Betriebs- und Störmeldungen der Kältemaschinen und der übergeordneten Regelung überwacht und aufgezeichnet. „Wir können mit Rütgers:Care die Mess- und Betriebsdaten der Anlage detailliert analysieren, überwachen und optimiert darstellen“, erklärt Katrin Preller. „Auf diese Weise bieten wir dem Kunden einen individuellen Support und eine Optimierung seiner Anlage und deren Peripheriekomponenten. Im Bedarfsfall können wir bereits frühzeitig Abweichungen im Anlagenverhalten erkennen und schneller reagieren. Dadurch wird gleichzeitig eine erhöhte Anlagenverfügbarkeit gewährleistet.“

Prozesskältebedarf übers Jahr nahezu konstant

Nachdem das BHKW bereits Ende Januar 2017 für die Wärme- und Stromversorgung in Betrieb ging, folgte die Aufstellung der beiden Kältemaschinen einen Monat später. „Als erstes wurde der Flüssigkeitskühler hydraulisch angeschlossen und Mitte Mai in Betrieb genommen, um die Kälteversorgung für den Kunden in den warmen Monaten sicherzustellen“, schildert Schneider den Ablauf. „Im Anschluss erfolgte dann der hydraulische Anschluss der Absorptionskälteanlage und des Rückkühlers. Inbetriebnahme war hier Mitte Juli 2017.“

Durch einen Dreischichtbetrieb an sieben Tagen der Woche ist die Kältelast im Unternehmen nahezu konstant. Messungen im vergangenen Sommer ergaben einen Prozesskältebedarf von 1100 kW bei einer Außentemperatur von 35 °C. Auch übers Jahr betrachtet sind die Schwankungen gering. „In der Übergangs- und Sommerzeit wächst



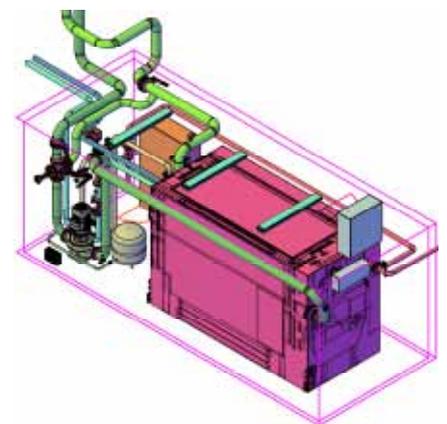
Foto: Rütgers GmbH & Co. KG

... und über einen Rückkühler, der im Winter auch als Freikühler genutzt wird, geleitet.

der Kältebedarf durch die Klimatisierung der Produktionshallen über RLT-Anlagen“, beschreibt Schneider die jahreszeitbedingten Besonderheiten. „Auf der anderen Seite besteht im Winter die Möglichkeit der freien Kühlung, weil dann für die Prozesskälte eine Vorlauftemperatur von 10 °C ausreicht. Bei Außentemperaturen unter 5 °C wird das Kühlwasser direkt über den Rückkühler auf dem Dach geleitet.“

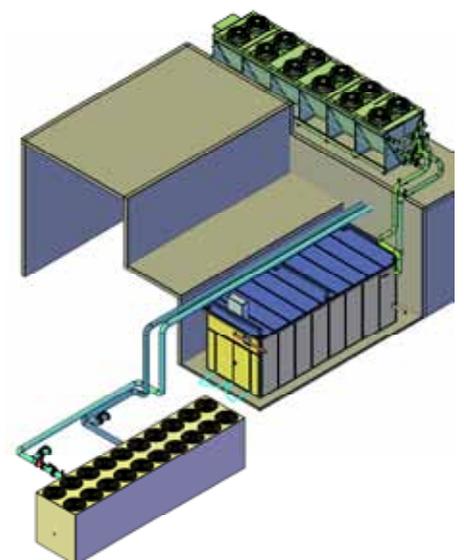
Die Wärme aus dem BHKW fließt zwischen Mai und September komplett in die Absorptionskälteanlage. In den Wintermonaten dient die Wärmeenergie ausschließlich der Gebäudeheizung, die im Zuge des Projektes ebenfalls erneuert wurde. Derzeit tüftelt Schneiders Team noch an der optimalen Fahrweise der Wärme- und Kälteversorgung im Sommer- und Winterbetrieb. „Wir haben getestet, ob Heizung und Absorptionskälte auch parallel über das BHKW betrieben werden können“, nennt Scheider ein Beispiel. „Doch sinkt bei dieser Betriebsweise die Vorlauftemperatur und damit auch der Wirkungsgrad des BHKWs und der Absorptionskälteanlage.“

Von der Kombination von BHKW und Absorptionskälte ist der Projektleiter indes überzeugt. „Die Absorptionskälteanlage hat die Gesamtwirtschaftlichkeit unseres Projekts verbessert“, resümiert Schneider. „Aufgrund der vergleichsweise teuren Anlagentechnik ist Absorptionskälte aber kein Selbstläufer. Sie bietet immer dann eine wirtschaftliche Lösung, wenn die Gaspreise vergleichsweise niedrig und die Strompreise hoch sind. Oder, wenn die Abwärme aus anderen Prozessen genutzt werden kann“, ergänzt Katrin Preller.



Grafik: Rütgers GmbH & Co. KG

Sonderbaulösung: Absorptionskälteanlage im Container, zur individuellen Aufstellung im Freien



Grafik: Rütgers GmbH & Co. KG

Die von Rütgers bereitgestellten Anlagen dienen der Kühlung von Wasser, das im firmenseitigen Rohrleitungssystem zirkuliert. Die Kaltwassererzeugungsanlage besteht aus einem luftgekühlten Flüssigkeitskühler, einer Absorptionskältemaschine „Rütgers-Shuangliang HW-HSB-165“ und einem adiabatischen Rückkühler.
1 – luftgekühlter Flüssigkeitskühler
2 – Container Absorptions-Kältemaschine
3 – Adiabatischer Rückkühler

4,9 MW Großwärmepumpen-Verbundanlage

Effiziente Energiezentralen für CO₂-neutrales ICE-Werk

Michaela Freytag,
Haßfurt

Im Kölner Stadtteil Nippes entsteht zurzeit das erste klimaneutrale ICE-Instandhaltungswerk Deutschlands. Dessen Energiekonzept basiert vorrangig auf der Nutzung des konstant 12,5 °C warmen Grundwassers zur nachhaltigen Beheizung und Kühlung aller Werksteile. Die eingesetzte Systemlösung besteht aus einer 4,9 MW Großwärmepumpen-Verbundanlage mit integrierter Hydraulik und der zugehörigen MSR-Technik.

In der neuen Instandhaltungshalle in Köln werden zukünftig moderne ICE 4-Züge gewartet. Dabei stand für die Deutsche Bahn von Anfang an die klimaneutrale Bilanz der 220 Mio. Euro hohen Investition im Mittelpunkt. So erfolgt die Temperierung des 445 m langen und 50 m breiten Werkes ausschließlich über Geothermie in Verbindung mit einer weitreichenden Betonkernaktivierung, wobei thermoaktive Bauteilsysteme

von Uponor eingesetzt werden. Die Trinkwassererwärmung übernimmt eine 180 m² große Solarthermieanlage auf dem Hallendach mit bis zu 100 kW Gesamtleistung. Bei Bedarf unterstützen drei der Energiezentralen über eine Heißgasauskopplung, mit der im Parallelbetrieb ebenfalls hohe Vorlauftemperaturen zur Erwärmung des Trinkwassers bereitgestellt werden können. Die vierte Energiezentrale verantwortet die

Wasseraufbereitung für die ICE-Enteisungs- und Waschanlage. Den Strom für die Wärmepumpen liefert eine rund 2100 m² große Photovoltaikanlage mit einer installierten Leistung von 300 kW. Reicht der selbst erzeugte Solarstrom nicht aus, kommt ohne Ausnahme Ökostrom zum Einsatz.

Quellenmanagement und Leistungsregulierung

Eine besondere Herausforderung bei der Konzeptionierung der Geothermienutzung lag darin, sowohl das Quellenmanagement als auch die Leistungsregulierung optimal aufeinander abzustimmen und damit die Wärmequellen und -senken gemäß ihres nutzbaren Potenzials auszuwählen und zu betreiben. Gleichzeitig galt es, die großen Heiz- und Kühlleistungen ohne technische Einschränkungen und mit möglichst geringem Wartungsaufwand auf verhältnismäßig kleinem Raum zu realisieren. Aufgrund der langjährigen Erfahrung mit derart komplexen Anlagenanforderungen übernahm Zent-Frenger (www.uponor.de/zent-frenger-energy-solutions) die Planung und Auslegung einer entsprechenden Systemlösung. Diese beinhaltet eine Verschaltung der vier speziell auf das Projekt zugeschnittenen, kompakten Energiezentralen mit allen fünf Förder- und Schluckbrunnen. Dadurch sind die hydraulischen Verhältnisse in der Gesamtanlage stets ausgeglichen, sodass eine Über- oder Unterversorgung einzelner Wärmepumpen vermieden wird. Als hydraulische Weichen fungieren ein 5140 l großer Verteilspeicher auf der Quelleseite sowie zwei Pufferspeicher für Kalt- und Warmwasser mit einem Volumen



Bild: Zent-Frenger

Eine 4,9 MW Großwärmepumpen-Verbundanlage von Zent-Frenger mit integrierter Hydraulik sorgt für eine hocheffiziente Energieerzeugung.

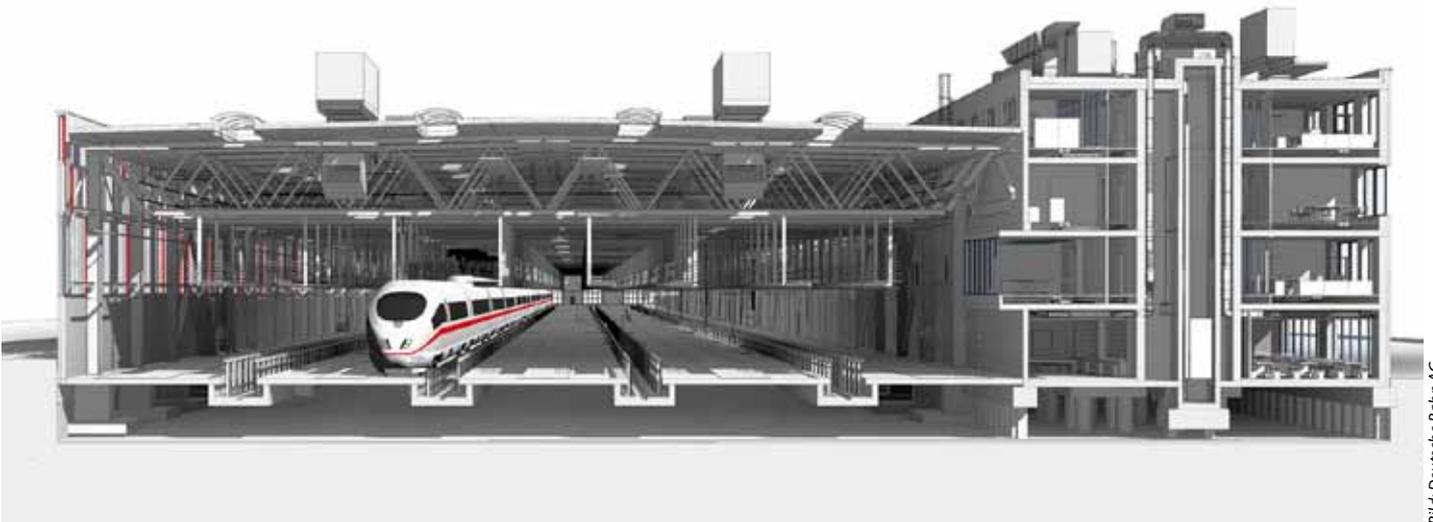


Bild: Deutsche Bahn AG

Die Beheizung und Kühlung aller Werksteile erfolgt ausschließlich durch Geothermienutzung.

von 4400 l bzw. 9077 l auf der Bereitstellungsseite. Das Puffervolumen des Quellenverteilers sowie redundant ausgelegte Kältemittel- und Hydraulikkreisläufe in den Wärmepumpen sichern den Systembetrieb dabei zusätzlich ab. Zum Schutz der Energiezentralen vor unzureichender Wasserqualität wurden die Brunnen, die insgesamt über eine Förderleistung von bis zu 600 m³ pro Stunde verfügen, zudem mit Trenn-Wärmeübertrager-Modulen der Uponor-Tochter ausgestattet.

Energieeffizientes Management der Gesamtanlage

Den Kern der ganzheitlichen Systemlösung bildet die MSR-Technik, die für das energie-

effiziente Management der Gesamtanlage verantwortlich ist. Sie basiert auf einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), die sämtliche Funktionen der Energiezentralen entsprechend den Parametervorgaben regelt und selbst über die jeweils wirtschaftlichste Betriebsart entscheidet. Priorität hat dabei der sogenannte Dualbetrieb, mit dem sich etwa in den Übergangszeiten Heiz- und Kühlanforderungen gleichzeitig hocheffizient abdecken lassen und dadurch sehr hohe COP-Werte erreicht werden. Auch die Umschaltung auf den Naturalkühlbetrieb in den Sommermonaten erfolgt vollautomatisch. Darüber hinaus werden im Rahmen eines Monitorings sämtliche Parameter und Betriebszustände – wie etwa die Pe-



Bild: Bernhard Fischer Luftbildfotografie

Im Kölner Stadtteil Nippes entsteht zurzeit das erste CO₂-neutrale ICE-Instandhaltungswerk Deutschlands.

gelstände der Brunnen, Differenzdrücke an jeder Pumpe sowie die Temperaturen an den Pufferspeichern – kontinuierlich überwacht und die Betriebsabläufe bei Bedarf weiter optimiert.

Praxisnahe, regelkonforme Lösungsvorschläge.

42. BImSchV VDI 2047 Blatt 2

Kühlwassermanagement

- Chemische Produkte
- Wasseranalytik und Auswertung
- Desinfektionen
- Anlagenwartungen
- Dokumentation und Protokollierung
- Betriebstagebuch
- Schulungen

Alles aus einer Hand

Ihr Wasserdienstleister seit über 85 Jahren

dr.hartmann
DIE WASSERPROFIS

dr-hartmann-chemie.eu

Ausbildung zum Staatlich geprüften Techniker

Wir starten am 1. September!

Kälte

2 Jahre Techniker **Kälte**

Vollzeit | September 2018

4 1/2 Jahre Techniker **Kälte**

Teilzeit | Februar 2018*
*alle 2 Jahre Einstieg nach möglich!

www.fs-technik-glauchau.de

st Steinbeis-Transferzentrum Fachschule für Techniker Steinbeis-Stiftung

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

07963 300 81



Quelle: Stulz

Die Kälteanlage wurde im Stulz-Werk Hamburg gefertigt und direkt auf die Baustelle geliefert.



Quelle: Stulz

Der Standort befindet sich mitten im Stadtkern, daher wurde dem Schallschutz besondere Beachtung geschenkt.

Stille Kühlung für prickelnden Schaumwein

Kühlsystem für Rotkäppchen-Mumm

*Oliver Böttcher,
Stulz GmbH,
Hamburg*

Für die Produktion der alkoholfreien Alternativen war Rotkäppchen-Mumm auf der Suche nach einem Kühlsystem für ihre Vakuum-Entalkoholisierung am Standort Eltville am Rhein. Zentrale Herausforderung waren dabei die Minimierung des Schallpegels der laufenden Anlage im Interesse der Anwohner sowie die produktionsbedingten Leistungsschwankungen. In enger Zusammenarbeit zwischen Lieferant und Produktion wurde eine erfolgreiche Lösung gefunden.

Der Kunde

Rotkäppchen-Mumm ist Deutschlands größter Sekthersteller und produziert neben Spirituosen und Weinen wie Chantré, Echter Nordhäuser und Blanchet den bekannten Rotkäppchen Sekt. Mit einem Gesamt-Absatz in 2016 von rund 271 Millionen Flaschen Sekt, Spirituosen, Wein und weinhaltigen Getränken hält das Unternehmen einen Marktanteil von 55,4 % im deutschen Sektmarkt und erzielt damit einen Gesamtumsatz von 986 Millionen Euro.

Das Projekt

Rotkäppchen-Mumm benötigte für seine Produktion alkoholfreier Alternativen wie Rotkäppchen Alkoholfrei und Mumm Dry Jahrgang Alkoholfrei am Standort Eltville eine Kälteanlage für den Prozess der Vakuum-Entalkoholisierung. Der Standort befindet sich jedoch im historischen Stadtkern



Ein Pufferspeicher aus Edelstahl gewährleistet einen ausfallsicheren Betrieb.

Quelle: Stulz

und in unmittelbarer Nähe zum Rheinufer. Im Fokus seitens Rotkäppchen-Mumm stand deshalb die Vorgabe, dass Anwohner nicht durch Geräuschemissionen gestört werden. Die erste Herausforderung lag also darin, ein Kaltwassersystem zu installieren, welches die benötigte Kälteleistung und Betriebssicherheit leisten kann, dies aber bei einem maximal reduzierten Schallpegel. Eine weitere Herausforderung waren die stark schwankenden Wassermengen. Je nach Produktionsphase der Entalkoholisierung ist der Kühlungsbedarf stark schwankend, so dass ein entsprechender Puffer für den ausfallsicheren Betrieb notwendig ist.

Die Planung und Konzeption

Um die benötigte Kühlleistung zu erzeugen, sowie den Ansprüchen des Schallpegels gerecht zu werden, hat sich Rotkäppchen-Mumm für einen „CyberCool 2“ von Stulz mit 860 kW Kälteleistung entschieden. Die „Axi-Top“-Ventilator-Diffusoraufsätze des Gerätes sind speziell darauf ausgelegt, den Wirkungsgrad zu maximieren und dabei ein Minimum an Geräuschemissionen zu gewährleisten. Durch eine bewusste Überdimensionierung der Wärmetauscher des Kaltwassersatzes kann die Anlage zudem mit reduzierter Lüfterdrehzahl betrieben werden. Dies wirkt sich zusätzlich positiv auf die Schalleistung aus. Ein weiterer Vorteil ist die durch die Überdimensionierung gesteigerte Energieeffizienz und Langlebigkeit der Anlage, die selbst mit

Technische Daten

Kälteleistung Q_0 : 860 kW

EER incl. Kaltwasserpumpe: 2,8

Kältemittel: R134a

Verdampfungstemperatur: -2 °C

Kälte Träger: 30 % Propylen-Glycol

Kälte Trägereintritt: +6 °C

Kälte Trägeraustritt: 0 °C

Umgebungstemperatur: +35/-20 °C

Schalleistung: 88 db(A)

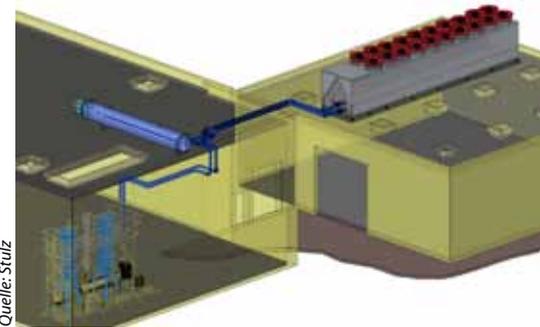
**Verdichterfabrikat und Typ:
Bitzer, Schraubenverdichter**

nur einem Kältekreislauf ca. 70 % der Produktionsleistung abdeckt. Der Prozess der Vakuum-Entalkoholisierung erfordert in den unterschiedlichen Phasen stark unterschiedliche Wassermengen für einen ausfallsicheren Betrieb. Für diese Herausforderung wurde ein 6 m³ großer Pufferspeicher konzipiert und installiert, der je nach Prozessphase immer genügend Wasser bereithält. Die komplette Verrohrung und

der Behälterbau erfolgte in Edelstahl 1.4571 nach AD2000. Darüber hinaus wurde das System mit zwei redundanten Kältekreisläufen versehen, die jeweils mit einem Bitzer-Schraubenkompressor ausgestattet sind.

Die Umsetzung

Die Kälteanlage wurde im Stulz-Werk Hamburg gefertigt und auf dem hauseigenen Leistungsprüfstand auf die jeweiligen Betriebs- und Auslegungsbedingungen getestet. Dadurch konnte die Zeitspanne für die Inbetriebnahme vor Ort deutlich reduziert werden. Die Fertigungs- und Montageplanung mit ihren Einzelkomponenten und der Verrohrung wurden zugunsten einer höheren Planungssicherheit in 3 D geplant und entsprechend vor Ort durchgeführt. Da Rotkäppchen-Mumm eine schlüsselfertige Lösung bei Stulz erworben hatte, wurde die ZÜS-Abnahme von Beginn an koordiniert und kontinuierlich begleitet.



Schemazeichnung der Kälteanlage



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



Industrieller Einsatz einer Rotationswärmepumpe

Wärmeströme aus industriellen Prozessen nutzen

Bernhard Adler, Rainer Mauthner, Andreas Längauer,
ecop Technologies GmbH,
 A-Wien

Die strenger werdenden Richtlinien hinsichtlich CO₂-Emissionen und das Ziel, ein Unternehmen möglichst umweltfreundlich zu betreiben, machen den Einsatz von Wärmepumpen auch in der Industrie immer attraktiver. Als Herausforderung für diese Anlagen ist speziell der Einsatz bei unterschiedlichen und schwankenden Betriebsbedingungen zu nennen. Genau hier liegen die Vorteile einer Rotationswärmepumpe.

Wärmepumpen werden häufig für die Gebäudeheizung verwendet, seit durch größere Heizflächen eine geringere Vorlauftemperatur möglich wurde. In der Industrie wird ebenfalls oft Wärme zum Heizen benötigt, aber anstelle der Raumheizung werden unterschiedliche Prozesse damit betrieben. Bei diesen Prozessen kann oftmals das Temperaturniveau nicht geändert werden. Dieses hohe Temperaturniveau macht es herkömmlichen Wärmepumpen schwer und zum Teil unmöglich diesen Bereich abzudecken. Die von ecop Technologies entwickelte Rotation Heat Pump (RHP) beruht auf einem links laufenden Kreisprozess, der mit einem Joule-Prozess verglichen werden kann. Damit können einerseits Temperaturen bis 150 °C auf der Senkenaustrittsseite geliefert werden. Des weiteren kann ohne Veränderung an der

Wärmepumpe, durch die sich kaum verändernden Stoffwerte des Arbeitsgases, sehr gut auf wechselnde Rahmenbedingungen von Senken und Quellentemperatur reagiert werden, ohne dass der COP stark beeinflusst wird. Da es sich in der Praxis bei Quelle und Senke oft um sensible Wärmeströme handelt, besteht mit dem Joule-Prozess die Möglichkeit, sich dem Temperaturverlauf im Wärmeüberträger besser anzupassen – verglichen mit einem Wärmeaustausch, bei dem das Arbeitsmedium einen Phasenwechsel vollzieht. Der Joule-Prozess bietet somit folgende maßgebliche Vorteile:

- › Hohe Senkenaustrittstemperatur bis 150 °C
- › Flexibilität des Temperaturniveaus
- › Höheres nutzbares Ausgangspotential durch gleitende Temperatur bei der Wärmeübertragung

Das Funktionsprinzip wurde bereits in einer anderen Publikation [3] detailliert vorgestellt, findet sich allerdings in einer verkürzten Form in diesem Beitrag wieder.

Da vor allem in der Industrie noch sehr großes Potential hinsichtlich Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung vorhanden ist, werden exemplarisch verschiedene Einbindungsmöglichkeiten einer Rotationswärmepumpe vorgestellt.

Funktionsweise

Der Kreisprozess kann, wie bereits erwähnt, mit einem linksläufigen Joule-Prozess, welcher auch als Brayton-Prozess bezeichnet wird, verglichen werden. Anstelle von vier Prozessschritten gibt es bei der RHP fünf Schritte (1-5) welche im Folgenden erklärt werden. Die Anschlüsse und Kreisläufe der Wärmequelle werden mit ND1-ND4 bezeichnet, die der Wärmesenke mit HD1-HD4.

Prozessabschnitte

Die einzelnen Schritte des Kreisprozesses werden in Abbildung 1 innerhalb des Rotors sowie in Abbildung 2 in unterschiedlichen Diagrammen dargestellt. Der Prozess besteht vereinfacht durch zwei isobare und zwei isentrope Zustandsänderungen sowie einer kleinen Druckerhöhung, die einen isentropen Wirkungsgrad in der Größenordnung von herkömmlichen Turboverdichtern aufweist. Dieser Prozess kann mit jedem beliebigen Gas als Arbeitsmittel umgesetzt werden. Durch die Einphasigkeit kann, im Gegensatz zum herkömmlichen Zweiphasenprozess, der Joule-Prozess unabhängig vom Arbeitsmedium praktisch in allen Temperatur- und Druckbereichen betrieben werden.

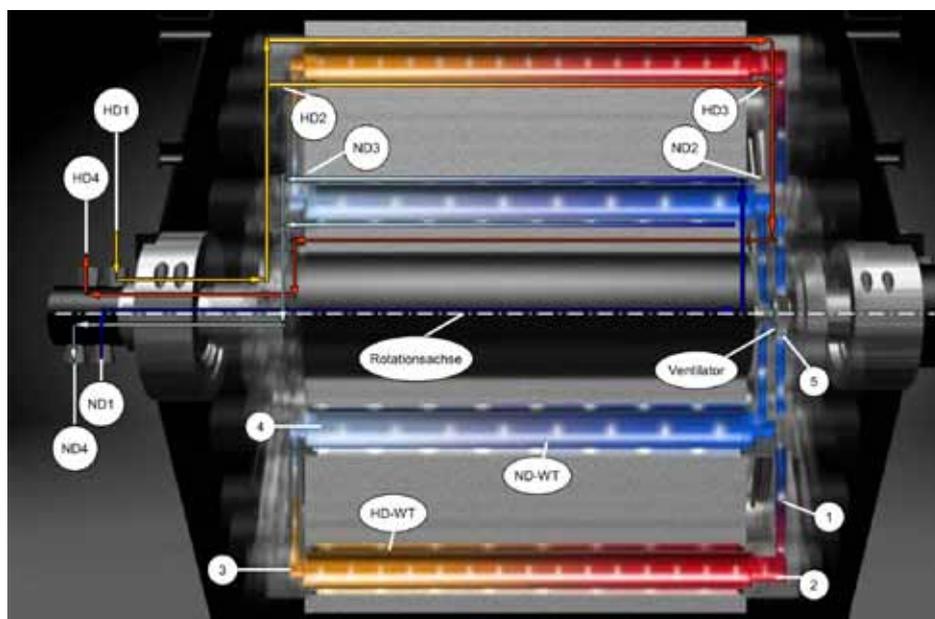


Abbildung 1: Rotationswärmepumpe mit den einzelnen Prozesspunkten

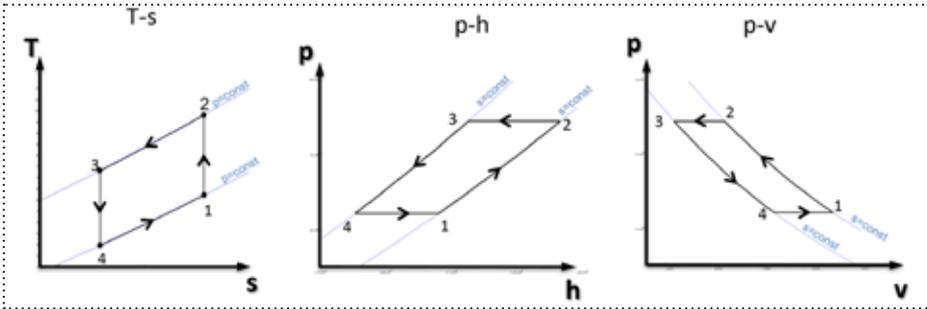


Abbildung 2: RHP-Prozess in unterschiedlichen Diagrammen

Hauptverdichtung

1 nach 2: In diesem Prozessschritt wird das Arbeitsgas annähernd isentrop (reibungsfrei und adiabat) verdichtet. Durch diese Verdichtung steigen Druck und Temperatur des Arbeitsgases auf ein höheres Niveau (um 30 bis 60 K bei der RHP von ecop). Für diese Verdichtung ist Exergie notwendig, welche über Wellenleistung bewerkstelligt wird. Diese Verdichtungsleistung ist im Vergleich zu einer Kompressionswärmepumpe um den Faktor 5 bis 15 größer als bei herkömmlichen Kompressionswärmepumpen mit gleicher Wärmeabgabe. Es sei an dieser Stelle bereits angemerkt, dass dieser Prozessschritt den größten Teil der Verdichtung ausmacht, aber nicht die gesamte.

Wärmeabgabe

2 nach 3: Durch das nun vorliegende höhere Temperaturniveau kann dem Arbeitsgas Wärmeleistung entzogen werden. Dieser Wärmestrom kann über einen weiteren Medienstrom (im Allgemeinen Wasser), der in den Rotor gebracht wird, direkt genutzt werden (HD1, HD4, siehe Abbildung 1). Durch das Entziehen von Wärmeleistung (HD2, HD3) kühlt sich das Arbeitsgas (15 bis 40 K bei der RHP) ab.

Hauptexpansion

3 nach 4: In diesem Schritt expandiert das Arbeitsgas auf ein niedriges Temperaturniveau und gibt dabei Wellenleistung ab. Die Temperatur, um die sich das Arbeitsgas abkühlt, ist annähernd gleich groß wie die Erhöhung durch die Verdichtung. Abweichungen ergeben sich nur durch unterschiedliche spezifische Wärmekapazitäten bei unterschiedlichen Temperaturen, da das Arbeitsgas nicht als ideal angenommen wird. (Die Druckdifferenz durch die Divergenz der Isobaren sowie die Deckung der Rohrreibungsverluste aufgrund der Zirkulation wird in Schritt 5 erzeugt).

Wärmezufuhr

4 nach 5: In diesem Schritt wird dem Arbeitsgas Wärme zugefügt. Diese Wärmeleistung muss von einer Wärmequelle wie bei ande-

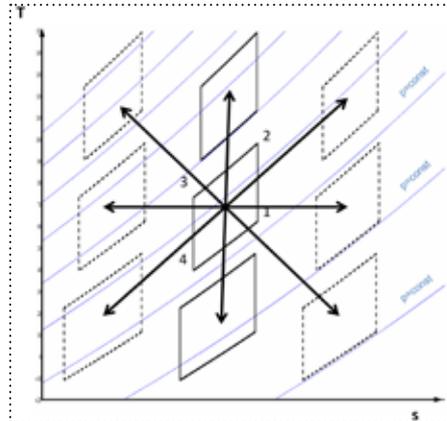


Abbildung 3: Flexibilität bei einem Joule-Prozess, Temperatur und Druck sind entkoppelt

ren Wärmepumpen vorhanden sein. Analog zu Punkt „Wärmeabgabe“ wird der Medienstrom in den Rotor geführt (ND1, ND4), im Gegensatz aber Wärme auf das Arbeitsgas übertragen (ND2, ND3, siehe Abbildung 1).

Nebenverdichtung

5 nach 1: Hauptsächlich durch die Divergenz der Isobaren und zu einem kleinen Teil durch die Reibungsverluste (Druckverluste) muss in diesem Schritt dem Arbeitsmittel durch eine weitere Verdichtung Leistung in Form von Verdichterleistung zugefügt werden. Die Temperaturerhöhung durch diese Verdichtung ist in etwa um den Faktor 10 geringer als bei der Hauptverdichtung von 1 nach 2.

Divergenz der Isobaren

Die Divergenz der Isobaren hat zur Folge, dass

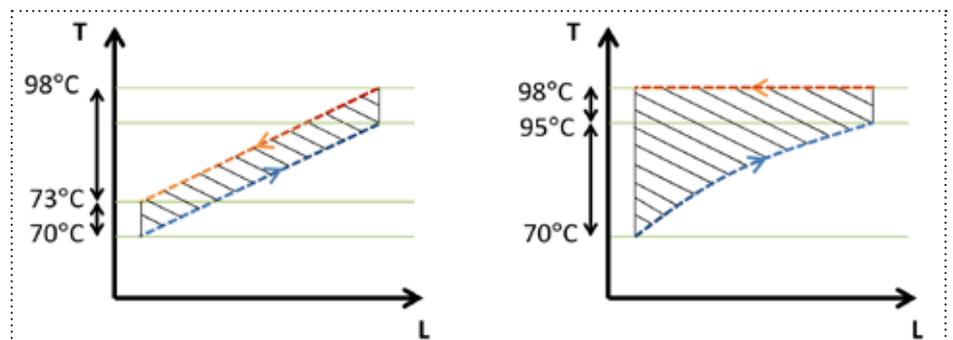


Abbildung 4: Wärmeübertragung bei gleitender Temperatur (links) und mit einem Phasenwechsel (rechts)

ein Gas bei gleichem Ausgangsdruck auf den gleichen Enddruck expandiert, bei einer höheren Starttemperatur mehr Energie freisetzt als ein Gas bei einer niedrigeren Starttemperatur. Dies ist eine physikalische Eigenschaft, die bei allen Gasen auftritt und sich auch in dem Carnotwirkungsgrad widerspiegelt.

Vorteile der RHP

Die Vorteile, die sich durch den Joule-Prozess als Wärmepumpenprozess ergeben, wurden anfangs bereits angeschnitten und an dieser Stelle genauer erläutert.

Hohe Senkenaustrittstemperaturen bis zu 150°C

Da sich die Stoffwerte des Arbeitsgases im Anwendungsbereich kaum ändern, gehen von Quellen- und Senkentemperatur kaum Grenzen für den Wärmepumpenprozess aus. Da auch die Hauptverdichtung sowie die Nebenverdichtung schmierungsfrei erfolgen, kommt vom Schmiermittel ebenfalls keine Beschränkung.

Flexibilität des Temperaturniveaus

Dieser Vorteil geht mit dem oben erwähnten Vorteil einher. Durch die sich kaum ändernden Stoffwerte des Arbeitsgases kann sich, bei einem gekoppelten Temperaturniveau von Quelle und Senke, das Temperaturniveau im Betrieb innerhalb der durch die Maschine vorgegebenen Grenzen ändern. Der Prozess funktioniert ohne Änderungen an der Maschine zwischen -20°C und 150°C und darüber hinaus mit kaum ändernden COP, Abbildung 3.

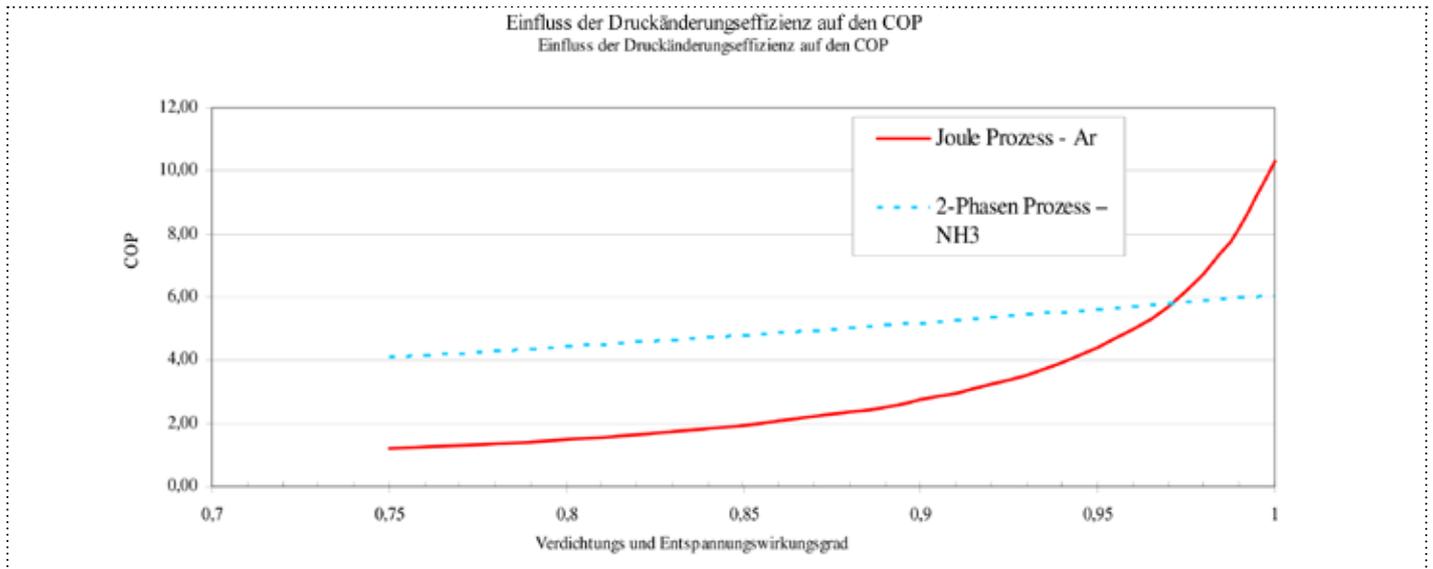


Abbildung 5: Vergleich eines Joule-Prozesses (Argon) mit einem Zweiphasen-Prozess (NH₃) hinsichtlich erreichbaren COP in Abhängigkeit von Verdichter- und Expansionswirkungsgrad

Höheres nutzbares Potential durch gleitende Temperatur bei der Wärmeübertragung

Der dritte Vorteil liegt der Tatsache zugrunde, dass die Wärmeübertragung unter gleitender Temperaturänderung erfolgt. Häufig ist in den Prozessen ein Medium eingesetzt (wie z.B. Wasser), welches bei Wärmezu- bzw. -abfuhr eine Temperaturänderung erfährt. Bei gleichen Wärmekapazitätsströmen beider Medien bleibt die Temperaturdifferenz über die Länge des Wärmeüberträgers gleich. Dies führt zu geringeren Exergieverlusten und erhöht somit das Potenzial des zu erreichenden COP.

In der Abbildung 4 ist die Temperatur über

der Wärmeüberträgerlänge aufgetragen, bei dem die zwei Medien im Gegenstromprinzip durchströmen. Bei Medium 1 (rote Linie) handelt es sich um das Arbeitsgas, welches Wärme an die Wärmesenke (blaue Linie) überträgt. Wird der Massenstrom von Medium 1 erhöht, flacht sich die Kurve ab. Bei einem unendlich großen Massenstrom von Medium 1 würde die rote Linie horizontal verlaufen, wie in der rechten Seite von Abbildung 4 dargestellt. Dieser Verlauf stellt sich auch ein, wenn es sich um einen Zweiphasenprozess handelt, bei dem das Kältemittel beim Wärmeaustausch mit der Quelle kondensiert. Der Vollständigkeit sei erwähnt, dass in

einem solchen Fall die Austrittstemperatur der Senke ebenfalls leicht erhöht wird, weil die Temperaturdifferenz zwischen den zwei Medien größer werden würde. Auf jeden Fall nimmt die Fläche zwischen den zwei Temperaturverläufen zu, welche den Exergieverlust im Wärmeüberträger spiegelt. Der Exergieverlust schlägt sich zwangsläufig auf das Potential des maximal zu erreichenden COP nieder.

Um einen Kreisprozess zu optimieren, ist eine Möglichkeit, die auftretenden Exergieverluste der einzelnen Schritte zu betrachten. Der Exergieverlust eines Wärmestromes lässt sich durch (Gleichung 1) $\dot{E}_v = \dot{E}_{v1} + \dot{E}_{v2}$ errechnen. Die einzelnen Summanden können nach Gleichung 2 berechnet werden. Exergieänderung Medium rot ($Q_1 < 0, \dot{E}_{v1} > 0$)

$$\dot{E}_{v1} = \left(1 - \frac{T_u}{T_m}\right) \cdot Q = \left(1 - \frac{T_u}{T_{11} + T_{12}}\right) \cdot Q_1$$

Exergieänderung von Medium blau gilt analog dazu ($Q_2 > 0, \dot{E}_{v2} > 0$). Weiterhin muss für ein adiabates System bei der Wärmeübertragung Gleichung 3

$Q_1 = Q_2$ gelten, sofern keine chemischen Prozesse ablaufen.

$\dot{E}_{v...}$ Exergieänderung der Wärmeübertragung ($\dot{E}_v > 0$ weil $T_{11} + T_{12} > T_{21} + T_{22}$)

$T_u...$ Umgebungstemperatur (oft mit 293,15K=20°C festgelegt)

$T_{xy}...$ x steht für das Medium (1 ist das rote Medium im Diagramm, 2 das blaue) y steht für den Ein(1) bzw. Austritt(2) des Mediums

Diese Gleichungen zeigen, dass der gesamte Exergieverlust eines Wärmeüberträgers geringer wird, wenn die Temperaturverläufe der beiden Medien möglichst nah beieinander

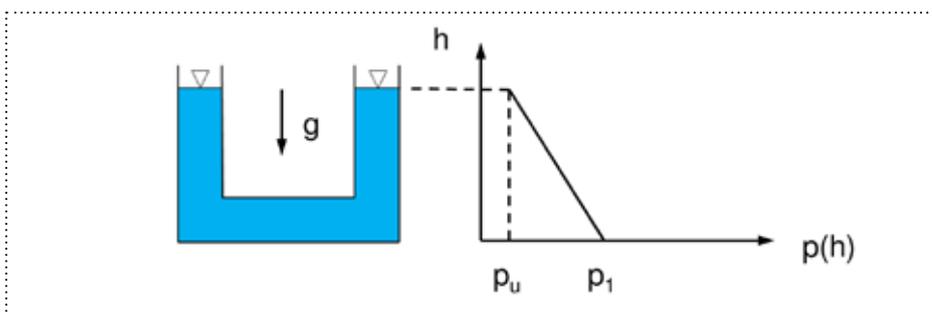


Abbildung 6: Hydrostatischer Druckverlauf

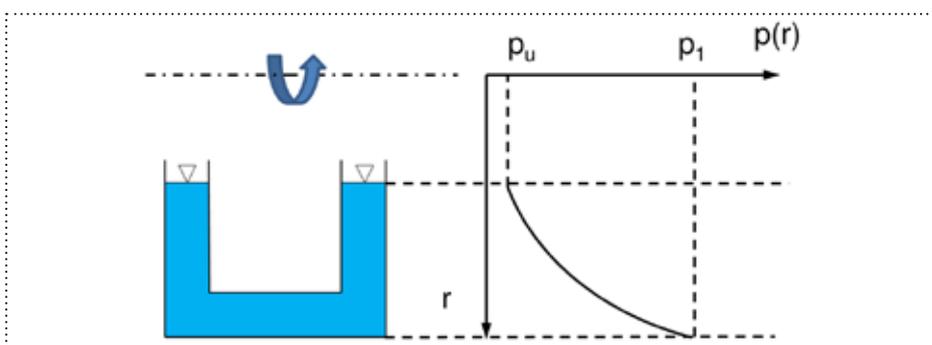


Abbildung 7: Druckaufbau in einem rotierenden System

liegen, bzw. die Fläche zwischen den zwei Linien möglichst klein ist. Dies lässt sich bewerkstelligen, wenn der gleitende Temperaturverlauf eines Mediums auch im Arbeitsmittel realisiert wird. Vor allem durch diesen Effekt erreicht die RHP – welche einen Joule-Prozess umsetzt (Abbildung 2) – im Vergleich zu einem Zweiphasenprozess bei derartigen Anwendungen real einen 100% höheren COP.

Vergleich Joule- und NH₃-Prozess

Um einen Joule-Prozess wirtschaftlich umzusetzen, ist eine sehr reibungsarme Verdichtung sowie Expansion notwendig. Diese effiziente Druckänderung der RHP wurden bereits mit über 99 % in funktionsfähigen Maschinen gemessen [2]. Welchen Einfluss der isentrope Wirkungsgrad auf den COP hat, wird in Abbildung 5 dargestellt. Diesem Diagramm liegt jeweils eine Quelle von 65°C auf 43 °C und einer Senke von 70 °C auf 95 °C zu Grunde. Die Temperaturdifferenz in den Wärmeüberträgern wurde mit 3 K gewählt, bzw. beim NH₃-Prozess mit 3 K Differenz beim Pinch Point. Die gesamte Erstellung der Daten berücksichtigt lediglich den thermodynamischen Kreisprozess mit den Stoffdaten aus [1]. Der Verlauf wurde bei weniger als 75 % isentropen Wirkungsgrad abgeschnitten, weil ansonsten die Verluste beim Joule-Prozess die Wärmeleistung in der Senke übersteigen würde. Erst ab einem isentropen Wirkungsgrad von über 97 % stellt sich ein höherer COP gegenüber dem Zweiphasenprozess ein.

Verdichtung durch Rotation

Bei herkömmlichen Radial- oder Axialverdichtern wird das Gas auf eine hohe Geschwindigkeit gebracht und im Anschluss die Geschwindigkeit in Druck umgewandelt. Diese hohe Geschwindigkeit führt zu hohen Reibungsverlusten, weshalb üblicherweise Wirkungsgrade von ca. 80 % realisiert werden können. Das zirkulierende Arbeitsgas hat absolut gesehen ebenfalls sehr hohe Geschwindigkeiten, da aber alle Rohrleitungen mit dem Arbeitsgas mitrotieren, sind die relativen Geschwindigkeiten relativ gering und führen somit nur zu geringen Druckverlusten. Die Hauptverdichtung erfolgt durch die Zentrifugalkraft, welche im Folgenden zur Vereinfachung mit Wasser (inkompressibel) betrachtet wird. Für den ersten Schritt erfolgt die Analogie zu einem hydrostatischen Druckaufbau (siehe Abbildung 6). Der Druckaufbau erfolgt aufgrund des Schwe-

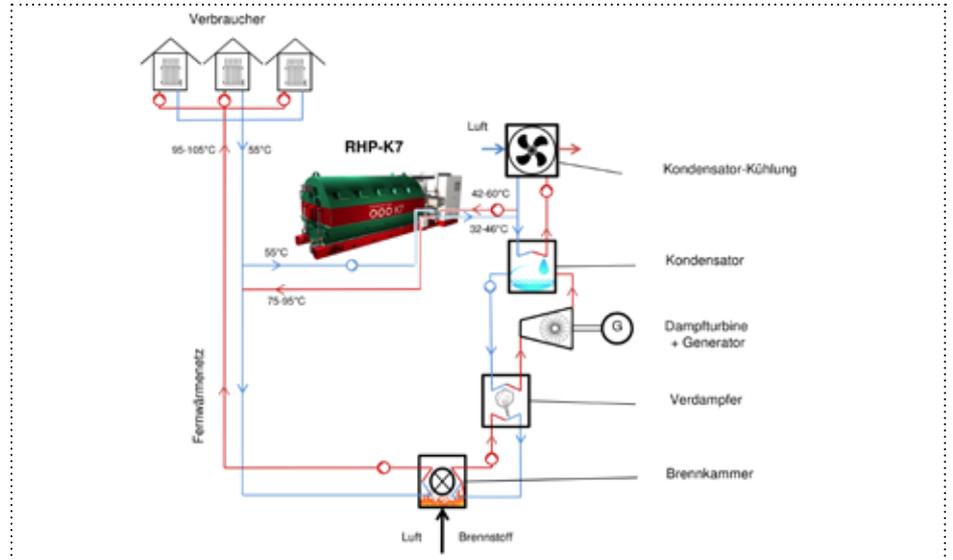


Abbildung 8: Einbindungsschema der Pilotanlage in das bestehende System



Abbildung 9: 700 kW-Pilotanlage

refeldes linear. Bei der RHP erfolgt die Verdichtung über die Zentrifugalkraft, welche gedanklich wie ein Schwerfeld in Abhängigkeit der Drehachse (Abbildung 7) gedacht werden kann. Die Zentrifugalkraft errechnet sich nach Gleichung 4.

$$F_z = m \cdot r \cdot \omega^2$$

F_z... radial wirkende Kraft (Zentrifugalkraft) auf einen Körper wirkend, wenn dieser um eine Achse rotiert.

m... Masse des Körpers auf die die Zentrifugalkraft wirkt

r... radialer Abstand zur Drehachse

ω... Winkelgeschwindigkeit der Rotation

Differenzial angeschrieben folgt Gleichung 5

$$dF_z = r \cdot \omega^2 \cdot dm$$

Für konstanten Querschnitt folgt Gleichung 6

$$dp = \rho \cdot r \cdot \omega^2 \cdot dr$$

Daraus resultiert der Druckverlauf eines inkompressiblen Mediums wie z.B. Wasser in einem rotierenden System nach Gleichung 7.

$$p(r) = \frac{\rho \cdot r^2 \cdot \omega^2}{2} + p_0$$

Die Nebenverdichtung welche unter „Nebenverdichtung“ beschrieben wird, ist für das Zirkulieren des Arbeitsgases und das

Aufrechterhalten des Prozesses notwendig. Aus Gleichung 7 zeigt sich, dass die radiale Erstreckung sowie die Rotationsgeschwindigkeit den gleichen Einfluss auf die Hauptverdichtung haben. Gleichung 7 findet in der RHP bei den inkompressiblen Medien von Senke und Quelle Anwendung. Diese zwei Medien verändern somit die Temperatur bei der Druckänderung praktisch nicht und die Temperaturen der Eintritte der Medien bleiben bis zum Eintritt in den Wärmeüberträger unverändert.

Für das Arbeitsgas gilt die Annahme konstanter Dichte nicht. Die vereinfachte Gleichung 6 kann allgemeiner für das Arbeitsgas in Form von (Gleichung 8)

$$dp = \rho(p_2 T) \cdot r \cdot \omega^2 \cdot dr$$

angeschrieben werden. Wobei der darin enthaltene Druck wiederum als Funktion des Radius dargestellt werden kann. Für die Berechnung des Kreisprozesses ist es jedenfalls erforderlich reale Stoffdaten zu verwenden und daraus die Temperaturerhöhung der Verdichtung zu ermitteln. Erst durch die reibungsarme Verdichtung des Gases mit Hilfe der Zentrifugalkraft ist es möglich, eine Anwendung beim Joule-Prozess interessant zu machen.

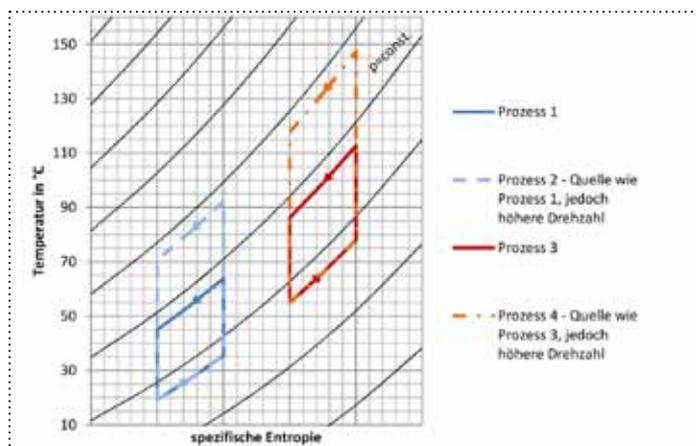


Abbildung 10: Joule-Prozess bei verschiedenen Hauptrotor-Drehzahlen und unterschiedliches Temperaturniveaus

Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie

In der Industrie besteht großes Interesse, bisher nicht genutzte Wärmeströme aus verschiedenen Prozessen direkt zu nutzen und in den Prozess in Form von Wärme bei hoher Temperatur wieder einzuspeisen. In den folgenden Abschnitten sollen verschiedene Einsatzgebiete einer Rotationswärmepumpe, in denen teilweise auch klassische Kondensations-Wärmepumpen bereits Anwendung finden, genauer betrachtet und die Unterschiede zur RHP aufgezeigt werden. Der erste Anwendungsfall beschreibt die aktuelle Einbindung der Pilotanlage in ein Fernwärmenetz, wobei als Quelle die Kondensationswärme eines Dampfturbinenkreislaufes verwendet wird. Weiter wird die mögliche Einbindung über eine Rauchgaskondensation beschrieben, welche für Kraftwerksbetreiber von großem Nutzen sein kann.

Die bereits erwähnte Flexibilität hinsichtlich des Temperaturbereichs, in dem der Joule-Prozess einer RHP stattfindet, ermöglicht eine Vielzahl neuer Anwendungsmöglichkeiten, die bisher nicht oder nur schlecht von Wärmepumpen abgedeckt werden konnten. Wesentliche Anwendungsgebiete hierfür

sind unter anderem Trocknungsprozesse. Als drittes Anwendungsbeispiel wird die Ziegel Trocknung in einem Kammertrockner herangezogen, welche sehr großes Potential hinsichtlich der Wärmerückgewinnung bietet. Bereits in den Vorjahren wurde in Beiträgen von DKV-Tagungen die Anwendung von Wärmepumpen und deren Potential für derartige Prozesse vorgestellt.

Anwendungsbeispiel Pilotanlage

Die bereits installierte Pilotanlage (Abbildung 9, rechts), welche sich derzeit in der Inbetriebnahme befindet, nutzt die über einen Kondensator verfügbare Energie eines Dampfturbinen-Prozesses. Im Detail wird die Kondensationswärme genutzt, welche ursprünglich an die Umgebung abgegeben wurde. Diese wird jetzt durch Temperaturerhebung über die RHP wieder direkt in das Fernwärmenetz eingespeist. In Abbildung 8 ist die Einbindung skizziert, die Betriebspunkte können flexibel an den Sommer- und Winterbetrieb angepasst werden.

Die Drehzahl des in Abbildung 9, links, zu sehenden Rotors der Anlage wird über einen Frequenzumrichter gesteuert, wodurch der Temperaturhub des Arbeitsgases beeinflusst

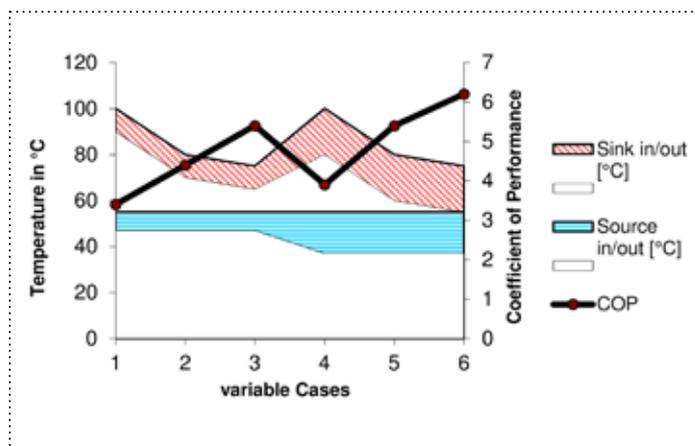


Abbildung 11: Verlauf des COP bei unterschiedlichen Hauptrotordrehzahlen sowie Temperaturniveaus und Wärmeleistungen

wird. Somit kann bei nur geringer Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Senke die Anlage bei niedrigeren Drehzahlen betrieben werden, wodurch sich die Reibungsverluste diverser Lager und Dichtungen verringern. Des Weiteren sinkt die Leistung des Ventilators, da der Druckunterschied durch die Divergenz der Isobaren abnimmt. Daraus resultiert ein geringerer Stromverbrauch und somit ein höherer COP.

Diese Variationen sind in Abbildung 10 für verschiedene Temperaturniveaus exemplarisch dargestellt. Stellt Prozess 1 den Auslegungspunkt dar, so wird, um Prozess 2 zu erreichen, die Drehzahl des Hauptrotors erhöht. Damit verbunden ist ein Anstieg der Ventilator-Leistung im Gaskreislauf, da die Divergenz der Isobaren einen größeren Druckunterschied hervorruft. Daraus resultiert eine steigende elektrische Leistungsaufnahme des Systems und infolge dessen ein reduzierter COP.

Diese Prozesse können nun, je nach Bedarf, einfach zu einem höheren Temperaturniveau verschoben werden, im Diagramm durch den Prozess 3 (geringere Drehzahl) und 4 (höhere Drehzahl) dargestellt. Somit kann mit der gleichen Anlage ein breites Spektrum an Betriebspunkten abgedeckt werden.

In Tabelle 1 und in Abbildung 11 sind verschiedene Betriebspunkte, wie sie mit Hilfe eines Berechnungsskriptes, das den Kreisprozess abbildet, kalkuliert wurden, aufgelistet. In der Berechnung werden sowohl Druckverluste in den Rohrleitungen als auch Reibungsverluste der Lager und Dichtungen berücksichtigt. Die Wärmeübergangskoeffizienten der Wärmeüberträger sind anhand von CFD-Simulationen ermittelt und in die Berechnung implementiert worden.

Tabelle 1: COP Werte für verschiedene Hauptrotordrehzahlen, abgegebene Wärmeleistungen und Temperaturniveaus

COP	Wärmeleistung in kW	Drehzahl in 1/min	T_Senke_Eintritt in °C	T_Senke_Austritt in °C	T_Quelle_Eintritt in °C	T_Quelle_Austritt in °C
3,4	350	1800	90	100	55	47
4,4	350	1500	70	80	55	47
5,4	350	1300	65	75	55	47
3,9	700	1800	80	100	55	37
5,4	700	1500	60	80	55	37
6,2	700	1300	55	75	55	37

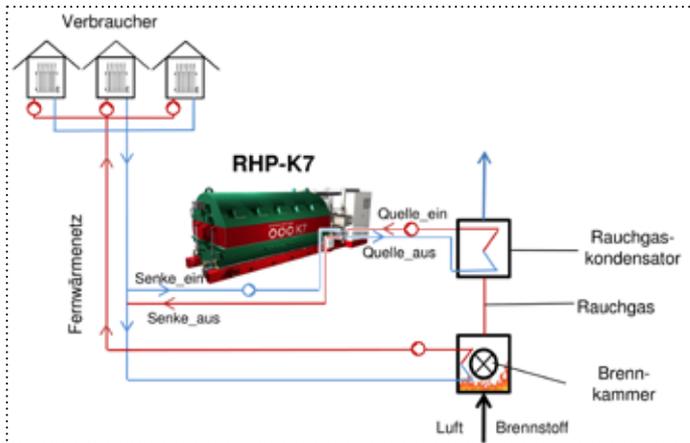


Abbildung 12: Einbindungsschema für die Rauchgaskondensation

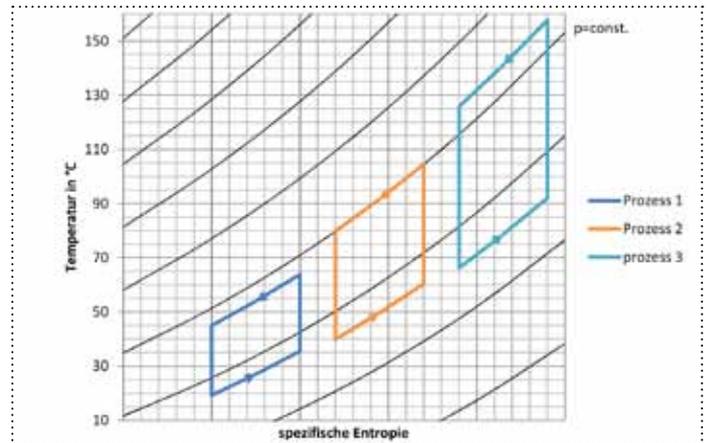


Abbildung 13: Dynamischer Anstieg von Hauptrotordrehzahl und Temperaturniveau

Rauchgaskondensation

Eine weitere, für die Kraftwerksbranche und Industrie sehr wichtige Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung stellt die Rauchgaskondensation dar. Die bereits weit verbreiteten Rekuperatoren, welche zur Nutzung der

Abwärme eingesetzt werden, ermöglichen den Nutzen von Wärme bis zu einem gewissen Temperaturniveau, darunter kann die im Rauchgas enthaltene Wärme ohne Wärmepumpe oft nicht mehr genutzt werden und wird in die Umgebung abgeführt.

Auch in diesem Fall wirkt sich die gleitende Temperatur bei der Wärmeübertragung auf den Gesamtprozess positiv aus. In Abbildung 12 ist die Einbindung der RHP in das Fernwärmenetz über einen Rauchgaskondensator schematisch dargestellt.

Natürliche Kälte mit compact

compact
KÄLTETECHNIK



transkritischer CO₂-Booster



optional erhältlich
mit **C-Ejector**

Optimale Ausstattung:
Auch als **Plug-and-Play-Lösung**.
Extra Energiesparend mit **C-Ejector**.

DIE KÄLTEMASCHINE.

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

Im Wesentlichen beschränken sich die Anschlüsse, wie bei kommerziellen Wärmepumpen, auf Ein- und Austritt von Quelle und Senke sowie die elektrische Versorgung. Abhängig von der Rauchgastemperatur und den Vor- und Rücklauftemperaturen kann durch einfache Steuerung der Anlagen- sowie Ventilator Drehzahl der optimale Betriebspunkt eingestellt und die Wärme über die Senke in das Fernwärmenetz eingespeist werden. Die Betriebspunkte können hierbei durch unterschiedliche Randbedingungen, wie sie etwa durch Sommer- und Winterbetrieb auftreten, variieren. Dies würde den unterschiedlichen Betriebspunkten, wie sie in Abbildung 10 dargestellt sind, entsprechen.

Ziegelrocknung

Trocknungsprozesse sind in der Industrie weit verbreitet und gleichzeitig sehr energieintensive Vorgänge. Rund 12-25 % des industriellen Energieverbrauches fließen in Trocknungsprozesse [4]. Aus diesem Grund sind eine genaue energetische Betrachtung aller Prozesse und eine möglichst effiziente Abwärmenutzung unumgänglich. Weiter spielt beim Einsatz von Wärmepumpen bei diesen Anwendungen das meist hohe Temperaturniveau eine wesentliche Rolle. Enthält ein Produkt sehr viel Wasser und kann dieses nach außen hin abgeben, da es sich beispielsweise um ein poröses Medium (z.B. Ziegel) handelt, so wird es bereits bei niedrigen Temperaturen möglich sein, den Wassergehalt mittels konvektiver Trocknung zu senken. In einem Kammertrockner wird mit fortschreitender Zeit der Randschicht eines Produktes Wasser entzogen. Um nun aber auch in einem überschaubaren Zeitrahmen die inneren Bereiche zu entfeuchten, muss die Temperatur der Trocknungsluft kontinuierlich erhöht werden. Daraus ergeben sich im Weiteren für Wärmepumpen sehr hohe Einsatztemperaturen, welche aktuell für Kompressionswärmepumpen eine Herausforderung darstellen. Dies beruht darauf, dass das Arbeitsmittel sowie der Verdichter an ihre Grenzen stoßen. Diese Abhängigkeiten sind beim flexiblen Joule-Prozess der RHP nicht vorhanden, wodurch auch Temperaturen von 150 °C realisierbar sind. Sowohl die Verdichtung als auch die Wärmeübertragung können problemlos bei dieser Temperatur stattfinden.

Eine wirtschaftlich sinnvolle Abwärmenutzung bedingt somit, falls eine Wärmepumpe für die Verwertung der Abwärme dieses Trocknungsprozesses eingesetzt wird, dass dieses System dynamisch über einen bestimmten Temperaturbereich, mit annähernd gleichbleibend gutem COP, betrieben werden kann.

Ausgehend von Prozess 1 in Abbildung 13, kann bei geringer Drehzahl des Hauptrotors und niedrigen Temperaturen von Quelle und Senke dem Ziegel bereits sehr viel Feuchtigkeit entzogen werden. Nun könnte z.B. durch Feuchtigkeitsmessung der Abluft dynamisch die Temperatur der Zuluft Richtung Prozess 2 erhöht werden. Der Wärmepumpenkreislauf kann dabei ohne weitere Anpassungen diesem Verlauf folgen. Durch Erhöhen der Hauptrotordrehzahl kann eine steigende Temperaturspreizung zwischen Quelle und Senke ausgeglichen werden.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Neben den grundsätzlichen technischen Unterschieden zwischen Kompressionswärmepumpen und Rotationswärmepumpen zeigt sich vor allem der Vorteil des Joule-Prozesses, bei veränderten Randbedingungen ohne Einbußen hinsichtlich des COP arbeiten zu können. Ausschlaggebend sind hierfür die besonders effiziente Verdichtung sowie effiziente Nutzung der Expansion. Weiter können die Wärmeübertrager mit gleitender Temperatur betrieben werden, woraus sich der Exergieverlust bei der Wärmeübertragung minimieren lässt.

Neben bereits bekannten Anwendungsgebieten wie der Rauchgaskondensation sowie der Rückgewinnung der Kondensationswärme in der Industrie und in Kraftwerken zeigt sich ein wesentliches Potential bei Trocknungsvorgängen. Hier bietet durch die dynamisch angepasste Drehzahl des Hauptrotors sowie die generelle Möglichkeit bei höheren Temperaturen betrieben zu werden, die Rotationswärmepumpe Vorteile gegenüber der Kompressionswärmepumpe.

Die Abhängigkeit des COP von der Temperaturspreizung zwischen Quelle und Senke ergibt sich durch die Divergenz der Isobaren. Bei steigender Temperaturdifferenz muss die Drehzahl des Hauptrotors erhöht werden, um den notwendigen Temperaturanstieg des Gases durch die Verdichtung zu errei-

chen. Um den Kreisprozess zu schließen, muss von einem Ventilator die Druckdifferenz, hervorgerufen durch die Divergenz der Isobaren, aufgebaut werden. Die notwendige elektrische Leistung des Ventilators ist unter anderen maßgebend für den erreichbaren COP.

Die optimale Einbindung einer Rotationswärmepumpe ist durch die Möglichkeit, dynamisch zwischen einem großen Bereich von Betriebspunkten zu wechseln, nicht trivial. Zielführend ist jedenfalls eine Simulation mit unterschiedlichen Programmen, die das gesamte System abbilden und auswerten können. Ein mathematisches Modell, welches das dynamische Betriebsverhalten möglichst genau abbildet, könnte in Zukunft noch besser Aufschluss über die Einsatzmöglichkeiten in der Industrie geben.

Literatur

- [1] Nist: <http://webbook.nist.gov/chemistry>, fluid database, Homepage of National Institute of Standards and Technology (NIST), 27.01.2014
- [2] Adler, B., Riepl, S., Ponweiser, K., ECOP industrielle Wärmepumpe mit Edelgaskreislauf bis 150 °C, ECOP Technologies GmbH, VDI-Forum 2015: Großwärmepumpen: Projekte, Erfahrungen und Perspektiven, 16.04.2015, Linz
- [3] Adler, B., Mauthner, R., ecop Technologies GmbH, 14. Symposium Energieinnovation, 10-12.2.2016, Graz Austria
- [4] Lauer mann, M., et. al., Industrielle Trocknung mit Kompressionswärmepumpen – Ein numerischer Vergleich von zwei hydraulischen Einbindungsvarianten an einem konkreten Beispiel, 10. Internationale Energiewirtschaftstagung, 2017, Wien, Austria

Klimatechnik in der Spritzgießfertigung

Adiabatische Kühlung und Schichtlüftung

Uwe Barth,
Colt International GmbH,
Kleve

Hohe Temperaturen sind in der Spritzgießfertigung der Kunststoffindustrie in Verbindung mit den bereits vorhandenen Prozesstemperaturen ein großes Problem. Besonders im Sommer sorgen die hohen Außentemperaturen für ein sehr unangenehmes Klima. Das erschwert die Arbeit der Beschäftigten, setzt der Elektronik der Maschinen zu und kann die Prozesssicherheit gefährden. Abhilfe schafft die richtige Klimatechnik, die auf die jeweiligen Anforderungen des Betriebs abgestimmt sein sollte. Dazu brauchen die betroffenen Unternehmen Partner, die sich auf die Produktionsprozesse einlassen und individuelle Lösungen entwickeln. Wie das gehen kann, zeigt die Zusammenarbeit der Dr. Schneider Unternehmensgruppe, einem Spezialisten in der Kunststoffindustrie, mit den Klimatechnikexperten von Colt International.

In der Spritzgießfertigung der Dr. Schneider Unternehmensgruppe im oberfränkischen Kronach-Neuses arbeiten rund 400 Mitarbeiter im Drei-Schicht-Betrieb. Das Familienunternehmen ist auf hochwertige Kunststoffprodukte für die Automobilindustrie spezialisiert – vom Belüftungssystem über hochintegrierte Verkleidungen und anspruchsvolle Module für Instrumententafeln bis zu Mittelkonsolen. Kunden aus aller Welt vertrauen auf die hochwertigen Kunststoffprodukte und auf die mittlerweile 90-jährige Erfahrung der Spezialisten.

Wie viele andere Hersteller in der Kunststoffindustrie hat auch die Dr. Schneider Unternehmensgruppe mit hohen Temperaturen zu kämpfen. Kein Wunder, stehen doch mehr als 100 Maschinen in der über 11.000 m² großen Fertigungshalle am Stammsitz in Kronach-Neuses, die ein Volumen von über 90.000 m³ hat. „Da kommt eine ganze Menge Prozess- und Eintragswärme zusammen“, sagt Jörg Köstner, der bei der global agierenden Unternehmensgruppe das Gebäudemanagement leitet. Neben der Wärme werden produktions-

bedingt auch Gerüche und Dämpfe frei, die ganzjährig und vor allem im Sommer zu schlechten Luftkonditionen führen. Die Folge ist ein unangenehmes Klima in der Spritzgießfertigung, das den Beschäftigten die Arbeit erschwert. Aber auch die Elektronik der Maschinen leidet unter den Temperaturen. Das kann die Elektronik der Maschinen gefährden und damit die Prozesssicherheit negativ beeinflussen. „Wir wollten also etwas tun, um die Arbeitsbedingungen unserer Mitarbeiter deutlich zu verbessern und dabei als positiven Nebeneffekt unsere Prozesse zu stabilisieren“, beschreibt Jörg Köstner die Motive, sich dieser anspruchsvollen Thematik anzunehmen.

Komponenten müssen ineinandergreifen

Also wandte sich die Dr. Schneider Unternehmensgruppe an Colt International. Das Technologieunternehmen entwickelt Lösungen in der technischen Gebäudeeinrichtung – zum Beispiel in der Klimatechnik. Das 1931 gegründete Familienunternehmen ist in der Branche als Problemlöser bekannt und arbeitet eng und vertrauensvoll mit seinen Kunden zusammen. Auch mit der Dr. Schneider Unternehmensgruppe besteht bereits eine lange und gute Geschäftsbeziehung. Deswegen zögerten Jörg Köstner und die Verantwortlichen der Dr. Schneider Unternehmensgruppe nicht, auf Colt Inter-



Fotos: Colt

Durch vertikale textile Luftauslässe verteilt sich die Luft gleichmäßig über den Heiz- und Kühllastbereich.



Die horizontalen Gewebesläuche schaffen adäquate klimatische Arbeitsbedingungen.

national zuzugehen, um gemeinsam eine Lösung für das Problem der unangenehmen klimatischen Bedingungen in der Spritzgießfertigung zu finden.

Der Arbeitsauftrag war dabei klar formuliert. Das bestehende maschinelle Be- und natürliche Entlüftungssystem sollte überarbeitet werden, um so vor allem für die Mitarbeiter, aber auch für die Produktionsmaschinen adäquate klimatische Arbeitsbedingungen zu schaffen. Dabei sollten die Klima-Experten von Colt International immer auch die Betriebsbedingungen, hygienischen Anforderungen und die wirtschaftlichen Bedingungen für den Fertigungsprozess und seine zukünftigen Anforderungen sicherstellen. Und nicht zuletzt war es auch ein erklärtes Ziel, den Energieverbrauch und den CO₂-Ausstoß auf ein Minimum zu reduzieren. Das entlastet das Klima und spart zugleich Betriebskosten.

Um eine Lösung zu finden, die möglichst individuell auf die Gegebenheiten in der Spritzgießfertigung in Kronach-Neuses eingeht, führte Colt zunächst eine Simulationsberechnung der Lasten durch, also mit jener Wärmemenge, die aus einem Raum abgeführt werden muss, um den Raumluftzustand in einem bestimmten Temperaturbereich zu halten. „Mit einer solchen Simulation können wir die Realität annähernd zu 100 % abbilden“, sagt Uwe Barth, Abteilungsleiter Klimatechnik Süd bei Colt International, der die Simulationsberechnung durchführte. Dabei wird das thermische Raumverhalten mit stündlichen Heiz- und Kühlleistungen ermittelt, damit die Anlagentechnik im Anschluss auf der Basis der stündlichen Verläufe optimal auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt werden kann. Dabei haben Barth und seine Kollegen auch viele weitere Faktoren im

Blick wie den CO₂-Ausstoß, Umweltenergie, Abwärme, Gebäudebedarf, räumliche Besonderheiten in der Produktion, im Lager und in der Kommissionierung oder das Lüftungskonzept. „Alle diese Komponenten müssen ineinandergreifen und optimal zusammenwirken“, beschreibt Barth die Herausforderung.

Die Lösung: Adiabatische Kühlung und Schichtlüftung

Colts Lösung für das Temperaturproblem war schließlich eine Mischung aus dem adiabatischen Kühlsystem „CoolStream“ und eine Be- und Entlüftungsanlage, die nach dem Prinzip der Schichtlüftung arbeitet. „CoolStream“ arbeitet dabei mit Verdunstungskühle. Wenn die Außentemperatur bei rund 32 °C liegt, sorgt der „CoolStream“ trotz der massiven thermischen Belastung in den Produktionsstätten für angenehme



Colts Lösung: Eine Mischung aus dem adiabatischen Kühlsystem „CoolStream“ und einer Be- und Entlüftungsanlage



Der „CoolStream“ arbeitet dabei mit Verdunstungskühle.



Der „CoolStream“ arbeitet gerade bei höheren Außentemperaturen besonders effizient.

Temperaturen und eine hohe Luftqualität. Die von Dr. Schneider vorgegebenen maximalen Temperaturwerte werden auch bei hochsommerlichen Außenbedingungen von 32°C und einer freiwerdenden Wärme von 2,6 MW eingehalten, da der „CoolStream“ gerade bei höheren Außentemperaturen besonders effizient arbeitet. Das adiabatische Kühlsystem saugt dabei die Umgebungsluft an und leitet sie über ein Desorptionsmedium, das laufend mit Wasser benetzt wird. Das Wasser verdunstet und kühlt dabei die Luft. „Gerade in der Kunststoffindustrie ist das die optimale Art der Kühlung. Hinzu kommt, dass sie sich mühelos in bestehende bauliche Gegebenheiten integrieren lässt“, erklärt Experte Barth.

„CoolStream“ ergänzt sich sehr gut mit der Schichtlüftung. Sie sorgt dafür, dass frische Luft in den Produktionsbereich eindringt und verhindert zugleich, dass sie sich mit verunreinigter und thermisch belasteter Hallenluft vermischt. Die eindiffundierende Frischluft unterstützt nämlich die produktionsbedingte Thermik – und beschleunigt so das Aufsteigen der freigesetzten Immissionen, die somit aktiv und schnell aus dem Produktionsbereich gelangen. Darüber hinaus bildet sich ohne Verwirbelung und Schadstoffvermischung ein stabiler Raumluftsee, der verhindert, dass die in den oberen Luftschichten abtransportierten Schadstoffe und Kühllasten wieder in den Arbeitsraum zurückströmen oder abfallen können. „Das sorgt für ein sehr angenehmes Arbeitsklima bei den Beschäftigten im Produktionsbereich“, schildert Barth.

Lösung sorgt für hohe Energieeffizienz

Zugleich arbeitet die eingesetzte Technik sehr effizient. So lässt sich das erforderliche Luftvolumen zum Abführen der Kühllasten von 572.211 m³/h, die bei einer üblichen Auslegung der Anlage nötig wären, auf 416.000 m³/h absenken – das ist eine Reduktion von über 25 %. Das schlägt sich natürlich in den Investitions- und Betriebskosten nieder. Für eine Kühlleistung von 100 kW werden bei einer strombetriebenen Kältemaschine 30 kW elektrischer Leistung benötigt. 30 kW elektrische Leistung verursachen bei einem Preis von 15 Cent/kWh einen Energieaufwand von 4,50 €. Bei einer Kühlleistung von 100 kW werden mit einer adiabatischen Kühlung rund 200 l Stadtwasser benötigt. Der Wasserzins für Stadtwasser beträgt in der Regel 2 €, der Abwasserzins entfällt. Das bedeutet, dass für 100 kW Kühlleistung 40 Cent Wasserkosten entstehen. Im Vergleich ist damit der Energieaufwand für die adiabatische Kühlung deutlich kleiner als eine klassische Kälteanlage. In realen Projekten ist der Faktor in der Regel sogar noch deutlich größer.

„Wir sind sehr zufrieden mit der Nachrüstung und würden es aus heutiger Sicht immer wieder machen“, bilanziert Jörg Köstner und zählt die Vorteile noch einmal auf. „Unsere Mitarbeiter haben deutlich angenehmere Arbeitsbedingungen und unsere Prozesse sind stabiler geworden. Bisher hat diese Technik unsere Erwartungen im Hinblick auf Kühlleistung und Energieeffizienz vollumfänglich erfüllt“, ergänzt der Leiter des Gebäudemanagements.

KÜHL POWER to GO



Rentable Mietlösungen für Kälte, Klima, Wärme und Strom!



Service-Hotline:
0800-12 24 100*

* Deutschlandweit ohne
Gebühren telefonieren



QR-Code
mit mobiler
Website

acr chiller rent GmbH
www.ac-rent.de

Effiziente Kühlung für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe

3,5 MW Kühlleistung für Prozessanlagen im Pilotmaßstab

Marcus Buschka,
Bereichsleiter Engineering,
MTA Deutschland

Bioreaktoren, sogenannte Fermenter, stellen aufgrund des extremen Temperaturniveaus und der zu kühlenden Massen im Kern schon besondere Anforderungen an die einzusetzende Kältetechnik. Das Einbinden zusätzlicher Wärmelasten und eine größtmögliche Energieeinsparung bedingen ein durchdachtes Engineering des kompletten Kühlsystems. Ein gelungenes Beispiel hierfür ist das Fraunhofer-Zentrum CBP in Leuna.

Das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP in Leuna hat sich seit seiner Inbetriebnahme im Jahr 2012 als Prozesszentrum für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe etabliert. Ziel des CBP ist es, innovative biotechnologische und chemische Verfahren in den industriellen Maßstab zu übertragen, um chemische Grundstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen zu können.

Kunststoffe, Lacke oder Klebstoffe sowie viele wichtige Zwischenprodukte der chemischen Industrie werden heute nach wie vor überwiegend aus Erdöl hergestellt. Regenerative Rohstoffe können dazu beitragen, sowohl die Abhängigkeit vom Erdöl als auch die CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Viele solcher Verfahren, die ohne Lebensmittel und Futtermittel auskommen, werden in der Regel zuerst im Labormaßstab erprobt. Das Zentrum in Leuna schließt die Lücke zwischen Labor und industrieller Umsetzung und hilft die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu intensivieren.

Das Fraunhofer-CBP bietet kleinen und mittelständischen Unternehmen die erforderliche Infrastruktur, im Labor entwickelte Technologien unter Produktionsbedingungen zu testen und bis zum Industriestandard weiterzuentwickeln. Auf mehr als 2000 m² Fläche stellt das Zentrum modular einsetzbare Prozesskapazitäten bis 10 m³ Reaktorvolumen und kontinuierliche Anlagen mit Durchsätzen bis 20 kg/h bei Temperaturen bis zu 500 °C bereit.

Kältebedarf

Schon vor dem ersten Spatenstich beginnt mit der Planung der Prozesskapazitäten das Basic Engineering für das Kühlsystem. Von Anfang an sind die Projektingenieure von MTA Deutschland mit der klaren Zielsetzung einbezogen, ein zukunftssicheres und energieeffizientes Gesamtkonzept für die Kühlung zu entwickeln. Nach Auswertung des Kühlwasserbedarfs der Fermenter und der zusätzlichen Wärmelasten der Verbraucher ergibt sich für das gesamte Prozesszentrum ein Kältebedarf von 1,2 MW im Kaltwasserkreislauf und 2,5 MW für die Kühlwasser-Rückkühlung.

Anforderungen an die Kühl- und Kaltwassererzeugung

Die verfahrenstechnischen Einheiten bestehen aus insgesamt fünf Prozessanlagen im Pilotmaßstab, deren Fermenter-Kreisläufe bei der Abkühlung durch ihre extremen thermischen Schwankungen besondere Anforderungen an das Kühlsystem stellen. Weitere Wärmelasten, wie z.B. eine Druckluftstation, sind zusätzlich in den Kaltwasserkreislauf integriert.

Der sogenannte Fermenter besteht aus einem Reaktorraum, in dem die erforderlichen Bedingungen wie Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, etc. für die Biomasse sichergestellt werden. Die erforderliche Kühlung erfolgt über ein sogenanntes Sekundärsystem. Jeder der fünf Prozess-Reaktoren verfügt über einen solchen Sekundär-Kreislauf mit einer verbauten Edelstahlmasse von jeweils 1500 kg und einem Kühlwasserinhalt von je 7000 l. Die Vorgabe lautet, dieses Sekundärsystem alle zwei bis drei Tage von 121 °C



Von rechts nach links: Schichtenspeicher, Pumpenstationen, Kältemaschinen „AQP 2502“ und Schaltschrank

Hauptkomponenten des Kühlsystems

Kaltwassersätze – 2 x „AQP 2502“ à 600 kW

Schichtenspeicher – 2 x 8000 l

zwei Pumpen-Kompaktanlagen – jeweils 2 x 18,5 kW / 171,40 m³/h

Platten-Wärmetauscher für die freie Kühlung mit einer Nennleistung von 1200 kW

Rückkühlsystem – 6 x „RWD 350 / C“ à 417 kW

Sprühwasser-Aufbereitung

auf 30 °C abzukühlen. Hierbei soll eine Zeitspanne von 90 bis 100 Minuten nicht überschritten werden. Die Abkühlung des sekundären Systems im Fermenter-Kreislauf führt zu extremen thermischen Belastungen des angeschlossenen Kaltwasserkreislaufs. Trotzdem muss sichergestellt sein, dass die Kältemaschinen nicht überlastet werden und die übrigen Verbraucher nach wie vor mit Kaltwasser von 6 °C versorgt werden.

Anlagenkonzept und Energiesparmaßnahmen

Der Kaltwasser-Kreislauf ist mit einer Vorlauftemperatur von maximal 6 °C und einer Rücklauftemperatur von 12 °C projektiert. Das Kaltwasser wird über zwei wassergekühlte Kaltwassersätze erzeugt und zur Sicherung einer konstanten Vorlauftemperatur bei stark schwankenden Rücklauftemperaturen sind zwei Schichtenspeicher mit jeweils 8000 l Fassungsvermögen eingebunden.

Für den Kühlwasserkreislauf mit einer Vorlauftemperatur von ca. 30 °C und einer Rücklauftemperatur von ca. 42 °C wurde ein entsprechendes Rückkühlsystem inklusive Sprühwasseraufbereitung installiert. Darüber hinaus wird mittels freier Kühlung der Energiebedarf der Kaltwassererzeugung minimiert. Bei Umgebungstemperaturen unter 0 °C wird die Vorlauftemperatur von 6 °C im Kaltwasser allein durch die Rückkühler erreicht.

Adiabate Kühlung

Das erwärmte Kühlwasser wird durch sechs Kühlwasser-Rückkühler des Typs „RWD 350“ mit Hilfe der Umgebungsluft auf den gewünschten Sollwert abgekühlt. Hierzu sind



Hybride Kühlwasser-Rückkühler „RWD 350“ mit Airbatic

pro Rückkühler sechs Axialventilatoren installiert, welche synchron mit der gleichen Drehzahl über einen gemeinsamen Frequenzumrichter leistungsgeregelt betrieben werden. Die Kühlwasser-Rückkühler der „RWD“-Serie sind als Hybridkühler ausgeführt. Zur Steigerung der Kühlleistung wird die Kühlluft ab einer bestimmten Umgebungstemperatur mit enthartetem Wasser besprüht. Dadurch wird ein Absenken der Kühllufttemperatur auf idealerweise Feuchtkugeltemperatur erreicht.

Innerhalb dieses Kreislaufs wird das Kühlwasser durch eine Doppelpumpenanlage, bestehend aus einer Betriebs- und einer Stand-by-Pumpe, gefördert und der Wärmeaustausch zwischen Kühl- und Kaltwasserkreislauf erfolgt über einen eingebundenen 1200 kW-Plattenwärmetauscher.

Kaltwasserkreislauf mit freier Kühlung und Parallel-Schichtenspeicher

Zur Kaltwassererzeugung sind zwei wassergekühlte Kaltwassersätze der „Aquarius



Marcus Buschka, Bereichsleiter Engineering bei MTA Deutschland

Plus“-Serie mit nominal jeweils 600 kW Kälteleistung installiert, wobei die stark schwankenden Kaltwasser-Rücklauftemperaturen durch einen Kältespeicher „gepuffert“ werden.

Marcus Buschka, Bereichsleiter Engineering bei MTA, erklärt: „Der Clou des Systems sind die Parallel-Schichtenspeicher, die freie Kühlung und das adiabate Rückkühlsystem. Der Parallel-Schichtenspeicher kann und wird in beide Richtungen durchströmt, ganz in Abhängigkeit vom Last- und Betriebszustand der Anlage. Hauptsächlich verhindert er in Verbindung mit dem dazugehörigen 3-Wege-Ventil des parallelen Bypass eine thermische Überlastung der Kältemaschinen immer dann, wenn die Rücklauftemperaturen aus dem Fermenter zu hohe Werte für die Kältemaschinen aufweisen. Zum anderen stellt er – sobald er mit Kaltwasser geladen ist – immer eine spontane Kälteleistung zur Verfügung, auch wenn die Kältemaschinen gerade nicht laufen.“

„Die Herausforderung bei der Auslegung des Systems bestand außerdem in der begrenzten Statik und Aufstellfläche für die Schichtenspeicher“ betont Marcus Buschka. „Hier haben wir die freie Kühlung, die ja in ihrer eigentlichen Funktion zur Winterentlastung dient, mit eingebunden. Sie führt auch im Sommer Temperaturspitzen der Fermenter ab und ermöglicht so eine kleinere Ausführung der Pufferspeicher.“

Verbraucherkreislauf und Verdampferkreislauf

Der Kaltwasserkreislauf ist in zwei miteinander hydraulisch verbundene Kreisläufe aufgeteilt; den Verbraucherkreislauf und



Von links nach rechts: Kältemaschinen „AQP 2502“, Pumpenstationen, Parallel-Schichtenspeicher

den Verdampferkreislauf. Eine per Frequenzumrichter leistungsgeregelte Pumpenanlage fördert das Kaltwasser innerhalb des Verbraucherkreislaufs und das erwärmte Kaltwasser durchströmt die beiden Schichtenspeicher. Hierdurch steigt die Kaltwassertemperatur in den Schichtenspeichern an – die Schichtenspeicher werden „entladen“ und bei Erreichen einer eingestellten oberen Kaltwassertemperatur werden die Kaltwassersätze wieder automatisch aktiviert. In diesem Fall wird das erwärmte Kaltwasser direkt über die Kaltwassersätze abgekühlt. Anschließend werden die beiden Schichtenspeicher erneut mit Kälte „beladen“ und

die Kaltwassersätze mit zugehöriger Pumpenanlage bei Erreichen der eingestellten unteren Kaltwassertemperatur wieder abgeschaltet.

Freie Kühlung

Die Anlage ist so konzipiert, dass die Kaltwassererzeugung bei entsprechend niedrigen Außentemperaturen mit Hilfe der Umgebungsluft erfolgen kann. Hierzu dienen die sechs Kühlwasserrückkühler mit einer nominalen Gesamt-Kälteleistung von 2500 kW. Diese Form der Kaltwassererzeugung ist deutlich energiesparender als die der Kaltwassersätze. Um eine Entscheidung

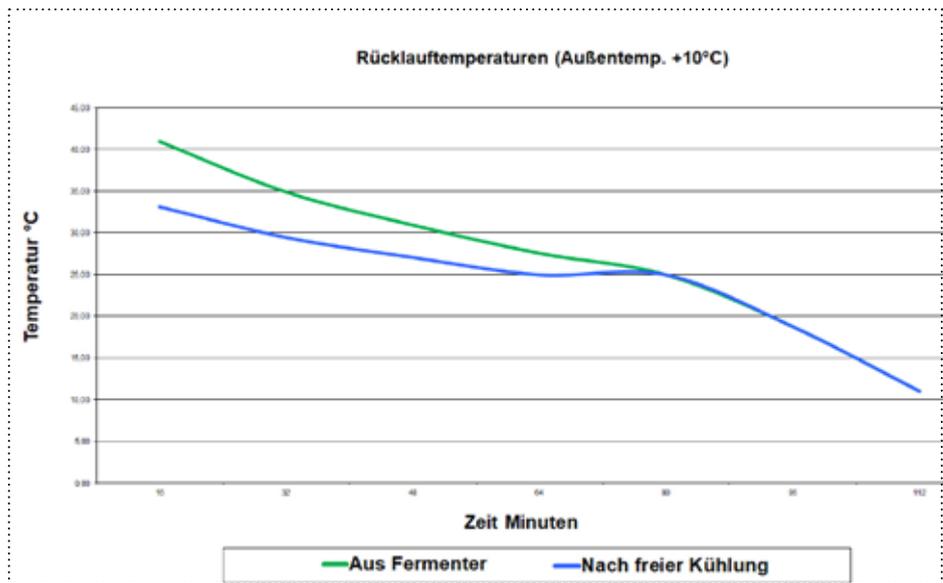
treffen zu können, ob die Freie Kühlung aktiviert werden kann, werden Ist- und Sollwerte der Temperaturen an verschiedenen Messpunkten miteinander verglichen. Sollte die Freie Kühlung nicht möglich sein, dienen die Kühlwasserrückkühler ausschließlich zur Erzeugung von Kühlwasser für die Kältemaschinen und die Verbraucher im Kaltwasserkreislauf.

Kaltwassersätze mit Schraubenverdichtern

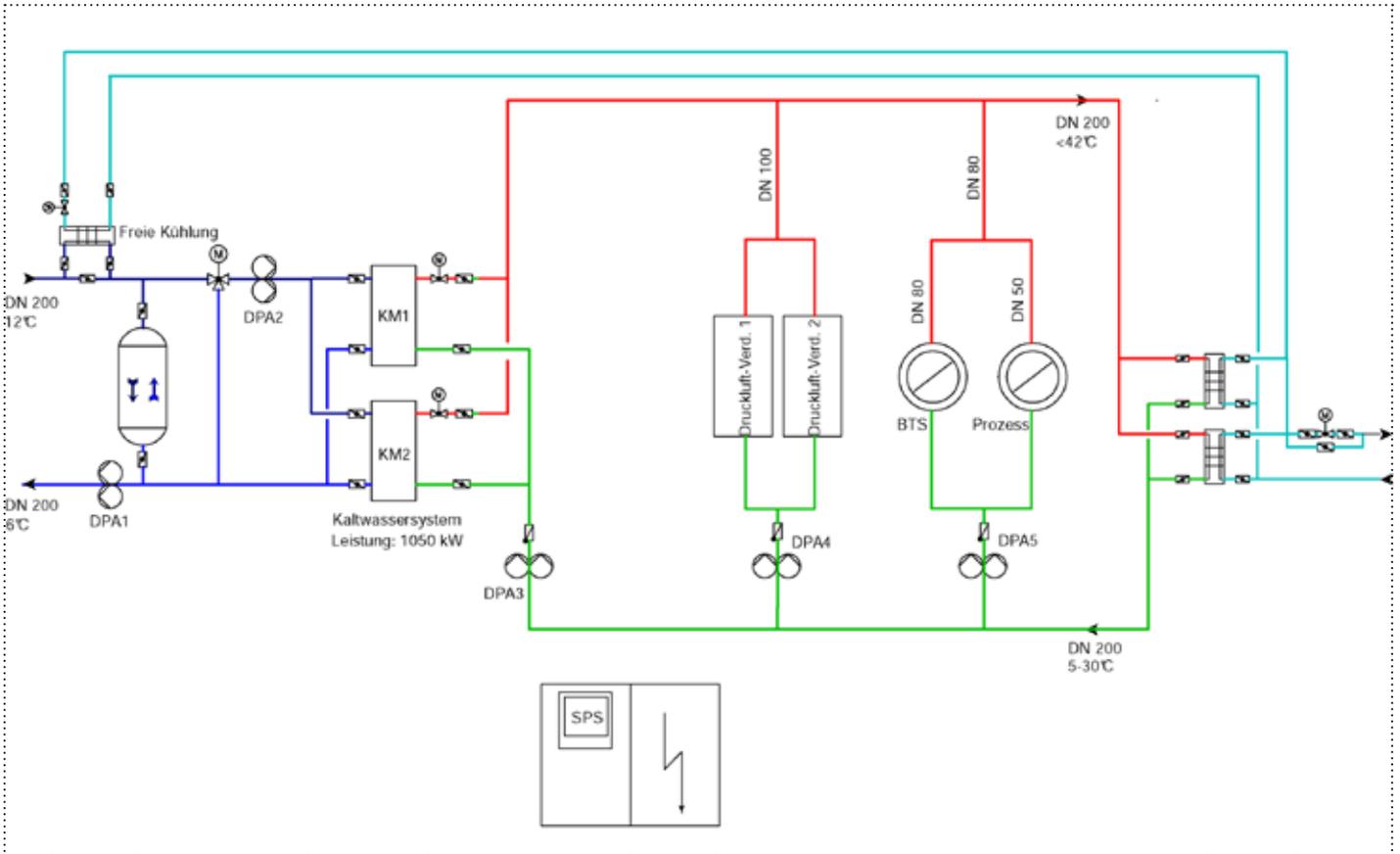
Als Kaltwassersätze wurden zwei wassergekühlte „Aquarius Plus AQP 2502“ mit einer nominalen Kälteleistung von jeweils 600 kW gewählt. Die „Aquarius Plus“-Serie ist mit hocheffizienten, stufenlos geregelten Schraubenverdichtern ausgestattet; konstruiert und optimiert für das Kältemittel R134a. Zur Standardausstattung gehören neben einem Rohrbündelwärmetauscher in single pass-Ausführung unter anderem eine Ölpumpfheizung und elektronische Expansionsventile. Die Anlagen entsprechen der Energie-Effizienzklasse A nach Eurovent. Alternativ wäre der Einsatz von Anlagen mit öl-frei arbeitenden Turboverdichtern denkbar gewesen. Sogenannte „Turbocor“-Anlagen zeichnen sich durch eine, in bestimmten Anwendungsbereichen, noch höhere Energieeffizienz aus. Sie sind jedoch nicht für alle Anwendungen die bessere Lösung. Die Wahl auf Schraubenverdichter fiel aus zwei Gründen. Zum einen arbeitet die Käl-

Technische Daten Kaltwassersätze

Fabrikat: MTA		
Typ: AQP 2502		
Anzahl Kaltwassersätze: 2		
Geforderte Kälteleistung (pro Gerät)	[kW]	600
Kaltwasservolumenstrom (pro Gerät)	[m³/h]	86
Medium		Wasser
Eintrittstemperatur	[°C]	12
Austrittstemperatur	[°C]	6
Kühlwasservolumenstrom (pro Gerät)	[m³/h]	71
Medium:		Wasser / 34% Glykol
Eintrittstemperatur	[°C]	30
Austrittstemperatur	[°C]	40
Anzahl Kältemittelkompressoren:	[-]	2
Anzahl Kältekreise	[-]	2
Schalldruckpegel in 10 m Entfernung (Freifeld)	[dB(A)]	70
Gewicht	[kg]	4040
Anschlussspannung		400 V / 3 Ph / 50 Hz



Kühlwasserabkühlung durch Freikühlung bei 10 °C Außentemperatur



Prinzipschema der Kühl- und Kaltwassererzeugung

teanlage diskontinuierlich mit längeren Pausen; Turboverdichter sind jedoch eher Grundlastmaschinen, die für kurzfristigen Einsatz und für schnelle Lastwechsel eher weniger geeignet sind. Zum anderen sieht das Konzept freie Kühlung vor, welche die Kälteanlage im Winterhalbjahr entlastet und ab bestimmten Außentemperaturen völlig ersetzt.

Hierdurch reduziert sich die Anzahl der Betriebsstunden der Kältemaschinen aufs Jahr gesehen so stark, dass die theoretisch möglichen energetischen Vorteile durch Turboverdichter nicht ausreichen, die recht hohen Mehr-Investitionen in diese Verdichter in absehbarer Zeit zu amortisieren. Durch das Konzept mit freier Kühlung und Parallel-Schichtenspeicher arbeitet das Konzept auch mit Schraubenverdichtern mit äußerst hoher energetischer Effizienz.

Regelung / SPS-Steuerung der Anlage

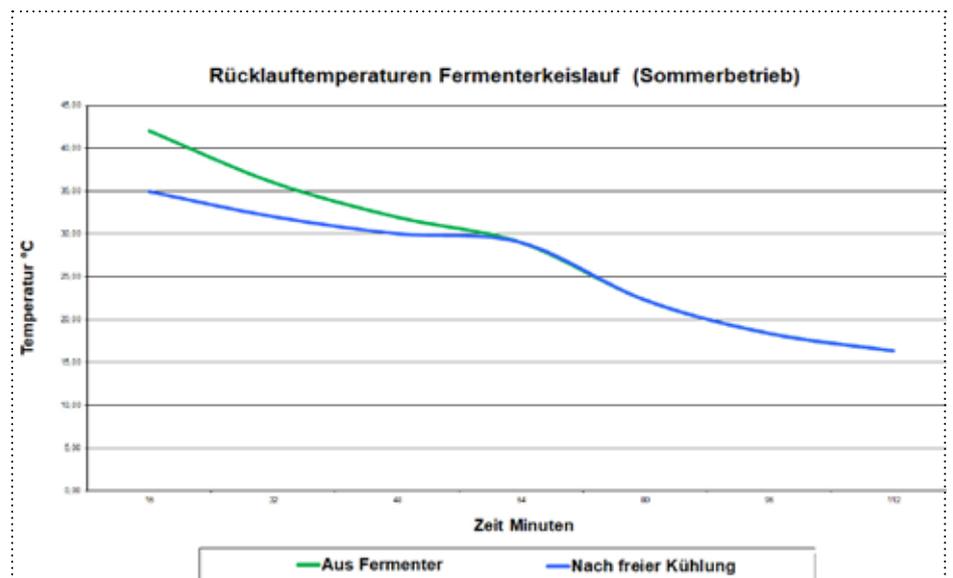
Die Regelung und Steuerung der Gesamtanlage erfolgt über einen zentralen Schaltschrank. Die Realisierung in Hard- und Software erfolgte mit einem Partner im Schaltschrankbau und die komplette Steuerung ist im Industriestandard Sie-

mens S7 ausgeführt, wobei die Bedienung der Anlage über ein Operator Panel (OP) in Touchscreen-Ausführung erfolgt.

Fazit

Die Anwendung am Fraunhofer CBP zeigt, dass eine ganzheitliche Betrachtung und Planung der Kälteversorgung immer dann besonders wichtig ist, wenn die Wärmelasten im System nicht gleichförmig sind

und zudem hohe Lastspitzen auftreten. Die Energieeffizienz wird hier nicht alleine durch Kältemaschinen mit besonders hohen Leistungskennzahlen erreicht. Erst das Zusammenwirken von Kaltwassersätzen, Schichtenspeichern, freier Kühlung, frequenzgeregelten Pumpen und Ventilatoren, geregelt über eine intelligente Steuerung, macht aus den Einzelkomponenten ein effektives Kühlsystem.



Kühlwasserabkühlung durch Freikühlung im Sommer



2,5 MW Kühlwasser-Rückkühlung mit „Airbatic“

Über MTA

MTA produziert und vertreibt seit 35 Jahren Industrie-Kühlsysteme zur Prozesskühlung, Klimatisierung und Druckluftaufbereitung. In den drei norditalienischen Produktionsstätten Tribano, Conselve und Bagnoli, mit einer Produktionsfläche von insgesamt 58.000 m², werden jährlich mehr als 22.000 Kaltwassersätze, Freikühler und Drucklufttrockner gefertigt. Weltweit ist MTA mit aktuell 440 Beschäftigten in über 80 Ländern vertreten.

MTA Deutschland mit Hauptsitz in Nettetal am Niederrhein betreut seine Kunden bundesweit mit aktuell neun Vertriebsbüros, sieben eigenen Servicevertretungen und mehr als 25 Servicepartnern.

MTA Engineering

Bereits seit 1993 entwickelt die interne Engineering-Abteilung maßgeschneiderte Kühlsysteme für Industrie und Gewerbe. Vor allem im Bereich der Prozesskühlung wurde die Nachfrage nach Unterstützung und Betreuung stetig größer. Der erste Großauftrag für eine Anlage in diesem Geschäftsfeld war eine komplette Kühlanlage für Schweißroboter für die Firma Karmann in Osnabrück. Mittlerweile hat MTA Deutschland ca. 700 Anlagen in unterschiedlichsten Varianten geliefert und erfolgreich in Betrieb genommen. www.mta.de

Rainer Frühhaber, staatlich geprüfter Techniker für HKLS, betreut bei Fraunhofer als Gruppenleiter Gebäudemanagement die komplette Kälteversorgung und kommentiert das Resultat aus seiner Sicht: „Wir sind als Gebäudemanagement natürlich für die wirtschaftliche Betriebsführung der Technik am CBP wesentlich mitverantwortlich. Gerade bei niedrigen

Außentemperaturen übernimmt größtenteils das Freikühlsystem die Aufgabe und die Kältemaschinen schalten nur sehr selten zu. Das freut uns natürlich hinsichtlich der Energiebilanz des Gesamtsystems. Die Kälteanlage von MTA ist ein gelungenes Beispiel einer energetisch sinnvollen Investition durch Fraunhofer im TGA-Bereich am CBP.“

Technische Daten Kaltwassersätze

Fabrikat: MTA

Typ: RWD 350/C

Anzahl Rückkühler: 6

Geforderte Kühlleistung (pro Gerät) [kW] 417

Kühlwasservolumenstrom (gesamt) [m³/h] 224

Medium Wasser / 34 % Glykol

Eintrittstemperatur [°C] 40,6

Austrittstemperatur [°C] 30

Umgebungstemperatur am Auslegungspunkt [m³/h] 71

(ohne Hilfskühlung) [°C] 35

Druckverlust [bar] 0,24

Anzahl der Ventilatoren [Stück] 6

Nennleistung Ventilatoren (pro Ventilator) [kW] 2

Stromaufnahme Ventilatoren (pro Ventilator) [A] 4

Schalleistungspegel [dB(A)] 85

Kühlluftvolumenstrom (pro Gerät) [m³/h] 106000

Leergewicht [kg] 2570

Volumeninhalt Kühler [l] 260

Anschlussspannung 400 V / 3 Ph / 50 Hz

Im Sommer 2018 soll es eröffnet werden: Dann wird das Nausicaà in Boulogne-sur-Mer das europaweit größte Aquarium beherbergen.

Dämmung für das Louvre des Meeres

Systemlösung im größten Aquarium Europas

Didier Decayeux,
Armancell France

Im Sommer 2018 soll es soweit sein: Dann erstrahlt das Nausicaà in Boulogne-sur-Mer im neuen Glanz und eröffnet den Besuchern völlig neue Einblicke in die faszinierende Unterwasserwelt. Faszinierend ist auch die eingesetzte Gebäudetechnik. Dies gilt auch für die Dämmung der Rohrleitungen der technischen Einrichtungen.

Das 1991 gegründete Nationale Meereszentrum ist bereits heute einer der touristischen Haupt-Anziehungspunkte im Departement Pas-de-Calais. Nach der Erweiterung des Aquariums soll die Besucherzahl von heute 600.000 auf 1 Mio. Gäste pro Jahr steigen. 85 Mio. € wurden investiert, um das Meereszentrum in die Top-10-Aquarien der Welt zu katapultieren und die Attraktivität der in die Jahre gekommenen Einrichtungen an der nordfranzösischen Opalküste zu steigern.

Großer Wurf des „Meeresarchitekten“

Das neue Nausicaà – der Name verweist auf eine der Heldinnen in Homers Odyssee – ist der Entwurf des französischen „Unter-

wasserarchitekten“ Jacques Rougerie. Wie schon beim SeaOrbiter, der schwimmenden Unterwasserstation in Form eines riesigen Seepferdchens, hat Rougerie auch bei der Erweiterung des Nausicaà einen Meeresbewohner zum Vorbild genommen. Indem er zwei Flügel zu den bestehenden Gebäuden hinzufügte, gab er der Anlage die Form eines Manta-Rochens. Durch die Baumaßnahmen wird das Gelände um 5500 m² auf eine Nutzfläche von 23.500 m² erweitert. Es wurde eine neue Uferpromenade geschaffen, Parkanlagen und Kaimauer erweitert und umgestaltet und ein Parkhaus mit mehr als 1000 Stellplätzen gebaut. Allein die gebogene Dachkonstruktion mit variablen Nei-



Foto: Armancell

Herzstück des neuen Bauwerks ist ein gigantisches Aquarium: Plastisches Betondekor vermittelt den Eindruck echten Basaltgesteins und Sand wird später den Betonboden verdecken und die Illusion eines Meeresbodens erwecken.



Foto: Armacell



Foto: Armacell

Zur Dämmung der Rohrleitungen des technischen Equipments hatte Eiffage Energie Thermie den flexiblen Elastomerdämmstoff „Armaflex“ ausgeschrieben.

Mit den Dämmarbeiten im Nausicaà-Aquarium war das Isolierunternehmen Isoman aus Lille beauftragt.

gungen war eine echte Herausforderung für den Generalunternehmer Sogea Caroni (Teil der Vinci-Gruppe).

Eintauchen in die Unterwasserwelt

Herzstück des neuen Bauwerks ist ein gigantisches Aquarium. Mit einem Volumen von 10.000 m³ entspricht es drei olympischen Schwimmbecken und wird das größte Aquarium in Europa sein. Ein Amphitheater mit spektakulärem Blick auf das Becken lässt die Zuschauer eintauchen in die Welt der Hammerhaie, Riesenschildkröten und Mantas. Um den Besuchern einen ungehinderten Blick auf das Unterwasserleben zu ermöglichen, ist das Aquarium aus einem Becken

auf Methacrylat-Basis mit einem 38 cm dicken Glas in XXL-Größe ausgestattet: 20 m breit, 5 m hoch und 54 t Gesamtgewicht! Es wurde als einzelnes Element ohne Zwischenpfosten unter einem monumentalen Balken eingebettet. Am Stadtrand von Rom bereiteten die Mitarbeiter von Clax Italia dieses einzigartige Stück vor, das im Dezember 2016 per Lkw nach Frankreich verschifft wurde. Ein plastisches Betondekor vermittelt den Eindruck echten Basaltgesteins, der Sand lässt die Betonplatte vergessen und erweckt die Illusion eines Meeresbodens. Im März 2017 wurde das Becken zum ersten Mal befüllt und hat seine Feuerprobe bestanden. Das Wasser wird aus dem Meer vor

Boulogne abgepumpt und zur Nutzung in den Aquarien aufbereitet. Neben der Filtrierung muss das Wasser für eine artgerechte Haltung der Meeresbewohner auch entsprechend temperiert werden.

Schutz vor Tauwasser und Energieverlusten

Mit der Planung und Umsetzung der technischen Anlagen war Eiffage Energie Thermie Nord beauftragt. Zur Dämmung der Rohrleitungen des technischen Equipments hatte das Unternehmen den flexiblen Elastomerdämmstoff „Armaflex“ von Armacell ausgeschrieben. Das geschlossenzellige Material verhindert die Entstehung von Tauwasser auf den Anlagenteilen und minimiert die Energieverluste. „Armaflex“ unterstützt wirksam den Korrosionsschutz und reduziert das Risiko kostenintensiver Wartungsarbeiten und Ausfallzeiten. Aufgrund seiner niedrigen Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert) und dem hohen Wasserdampfdiffusionswiderstand (μ -Wert) optimiert das Dämmsystem auch langfristig die Energieeffizienz der Anlagen.

Das schwächste Glied in der Kette stärken!

Eine mögliche Schwachstelle bei Dämmarbeiten sind die Rohraufhängungen. Wird



André Splete, verantwortlicher Projektleiter bei Eiffage Thermie Nord (Lille):

„Wir setzen in unseren Projekten seit vielen Jahren sehr erfolgreich „Armaflex“-Produkte ein. Bei Armacell können wir uns nicht nur auf die Qualität der Produkte verlassen, hier stimmt auch der Service: Von der Planung eines Projekts mit technischen Berechnungen über Verarbeitungstrainings der Isolierer bis hin zu Hilfestellungen auf der Baustelle – auf das Team ist immer Verlass. Gerade bei so großen und wichtigen Projekten wie dem Nausicaà-Aquarium muss man sich auf seine Partner verlassen können.“



Foto: Armacell

„Armafix“-Rohrträger entkoppeln Rohrleitung und Befestigung thermisch voneinander und bilden zusammen mit der anschließenden Dämmung ein langfristig sicheres Dämmsystem bei Kälteanlage.



Illustration: Armacell

Die umweltfreundlichen Auflagersegmente des Rohrträgers bestehen aus recycelten PET-Flaschen, die industriell geschäumt werden. Polyethylenterephthalat (PET) ist leichtgewichtig, besitzt eine hohe mechanische Festigkeit bei gleichzeitiger Restflexibilität und eine maximale Funktionsdauer.



Foto: Armacell

Die Rohrträger waren bei der Rohrverlegung installiert worden und mussten von den Isolierern später nur noch an den Stirnseiten mit „Armaflex“ verklebt werden.

die Rohrleitung nicht thermisch von der Aufhängung entkoppelt, entstehen Wärmebrücken und es kann zur Bildung von Tauwasser kommen. Das führt zu einem zu erhöhten Energieverlusten, zum anderen steigen das Korrosionsrisiko und die Gefahr kostenintensiver Folgeschäden. Da die nachträgliche Dämmung einfacher Rohrschellen bedeutend aufwändiger

und teurer ist, bietet Armacell mit seinem „Armafix“-Rohrträger eine einfach zu installierende Systemlösung. Er entkoppelt die Leitung und Befestigung thermisch voneinander und bildet zusammen mit der anschließenden „Armaflex“-Dämmung ein langfristig sicheres Dämmsystem. Der Rohrträger besteht aus einem flexiblen Elastomerschaum und PET-Trägerelementen.

Die Trägerelemente sorgen dafür, dass der flexible Dämmstoff nicht durch das Gewicht der Rohrleitung zusammengedrückt und so das Dämmvermögen eingeschränkt werden könnte. Dies ist bei Verwendung nicht geeigneter Produkte häufig Ursache von Kondensationsprozessen.

Rohrträger mit umweltfreundlichem PET-Kern

Die umweltfreundlichen Auflagersegmente bestehen aus recycelten PET-Flaschen, die industriell geschäumt werden. Polyethylenterephthalat (PET) ist leichtgewichtig, besitzt eine hohe mechanische Festigkeit bei gleichzeitiger Restflexibilität und eine maximale Funktionsdauer. Zudem verfügt PET über sehr gute Dämmeigenschaften: Das Material besitzt eine geschlossenzellige Struktur und eine niedrige Wärmeleitfähigkeit ($\lambda_{23^\circ\text{C}} \leq 0,034 \text{ W/mK}$). Mit einer Dichte von 100 kg/m^3 ist PET leichtgewichtiger als PUR ($140 - 145 \text{ kg/m}^3$), das häufig als Auflagersegment zum Einsatz kommt. Gleichzeitig verfügt PET jedoch über eine höhere Druckfestigkeit als PUR und ist alterungsbeständig.

Einfache und schnelle Montage

Mit den Dämmarbeiten im Nausicaà Aquarium beauftragte Eiffage die Firma Isoman aus Lille. Als Absolventen der ArmaSchool sind die Mitarbeiter des Isolierunternehmens echte „Armaflex“-Profis und bestens mit der fachgerechten Verarbeitung des elastomeren Dämmstoffs vertraut. Sie dämmten Rohrleitungen mit Durchmessern von 10 bis 260 mm mit bis zu 32 mm dicken Schläuchen und Platten. Die Kollegen von Eiffage hatten bei der Rohrverlegung bereits die „Armafix“-Rohrträger installiert, die von den Isolierern anschließend nur noch an den Stirnseiten mit dem elastomeren Schlauchmaterial verklebt werden mussten. Insgesamt lieferte der Dämmstoffhändler Ouest Isol aus Lommès rund 5000 m „Armaflex“-Schläuche, 1000 m² Platten und 4000 Rohrträger. Rund ein Jahr werden die Mitarbeiter von Isoman auf der Baustelle beschäftigt sein. Bislang läuft alles nach Plan und einer Eröffnung der neuen Bereiche im Sommer 2018 steht nichts entgegen.



Foto: Armacell

Rund 5000 m „Armaflex“-Schläuche, 1000 m² Platten und 4000 Rohrträger wurden bei diesem Projekt installiert.

Einsatz einer invertergeregelten Verbundkälteanlage

Höchste Fleischhygiene für den Schlachthof Fulda

Arno Schmitt,
Assistant Manager Refrigeration,
Daikin Airconditioning Germany GmbH

Lebensmittelsicherheit bei der Verarbeitung von Fleisch beginnt beim Schlachten – denn hier beginnt die Kühlkette. Beim Schlachthof Fulda sichert seit 2014 eine Verbundkälteanlage einen störungsfreien Kühlbetrieb bei der Schlachtung und kurzzeitigen Lagerung der Waren. Aufgrund der Inverterregelung arbeitet die Anlage im Teillastbereich besonders wirtschaftlich und effizient. Der Umbau der Kühlanlage konnte im laufenden Betrieb realisiert werden und zog damit keine Produktionsausfälle nach sich.

Ein verantwortungsvoller Umgang mit Ressourcen steht für den Schlachthof Fulda im Fokus. Dort werden nur Tiere geschlachtet, die in der Region aufgewachsen sind. Dies verkürzt die Transportwege und verringert die Belastung für die Tiere. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Rindern und Schweinen aus der Rhön. Pro Woche werden rund 1000 Schweine und 150 Großrinder für das Landesprimus-Markenfleischprogramm geschlachtet. Dieses schreibt vor, dass nur Tiere, die mit gentechnikfreiem Futtermittel aufgezogen wurden, verarbeitet werden dürfen. Der Betrieb in Fulda zeichnet sich durch Bio- und IFS-Zertifizierung sowie das QS-Prüfzeichen aus.

Moderne Technik für jede Kühlanforderung

Das Unternehmen setzt bei Normal- und Tiefkühlung auf die Verbundkälteanlage „ZEAS“ mit dem Kältemittel R410A von Daikin. Insgesamt 15 Systeme mit einer Gesamt-Kälteleistung von 502,4 kW versorgen die Kühlflächen. Die Abkühlräume und Lagerräume mit einer Gesamtfläche von 420 m² werden auf 2-4 °C heruntergekühlt. In dem 90 m²-großen Bereich für die Zerlegung der geschlachteten Tiere herrschen 7-12 °C und die Flure sowie Nebenräume, die zusammen eine Fläche von 196 m² haben, werden auf 12 °C gekühlt. Nach dem Schlachten wird die Ware – die Schweinhälften und das Großvieh – innerhalb von 16 bis 18 Stunden in den Kühltagerräumen auf die gewünschte Kerntemperatur abgekühlt und dann von Metzgern der Region weiterverarbeitet. Alle 24 Stunden wird die geschlachtete Ware



V. l. n. r.: Patrick Zentgraf, Kältetechniker der HKL AG, Jürgen Rau, Projektleiter Umbau Schlachthof und Martin Maul, Vorstand der HKL AG

so umgeschlagen. „Wir haben uns für die ZEAS-Technologie entschieden, weil sie uns eine hohe Betriebssicherheit entlang der gesamten Kühlkette bietet und das bei einem effizienten Betrieb“, begründet Martin Müller, Betriebsleiter des Schlachthofs.

Umbau im laufenden Betrieb

Die alte Verbundkälteanlage aus dem Jahr 1990 entsprach nicht mehr dem Stand der Technik. Für den Anlagentausch und die Installation der Neuanlage war die HKL Energieanlagen AG aus dem hessischen Gersfeld zuständig. Die Tätigkeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Industrie- und Gewerbekälte, IT-Klimatisierung, Lüftungs- und Klimaanlagebau und Schaltschrankbau. Im Rahmen der Kälteanlagenanierung wurde

die komplette Kältetechnik des Schlachthofs erneuert. Der Umbau konnte ohne bauliche Veränderungen im laufenden Betrieb vorgenommen werden. Die Einhaltung der Hygienevorschriften und das Beibehalten der Kühlkette stand während des Austauschs der Kältetechnik an erster Stelle. Da es feste Schlachtstage gibt, konnten die Umbaumaßnahmen so getaktet werden, dass nur in Räumen gearbeitet wurde, in denen der laufende Betrieb nicht gestört wurde. Die bestehende zentrale Verbundanlage wurde durch eine kühlraumselektive Inverteranlage, die „ZEAS“ von Daikin, ersetzt. Ziel war es, eine 50-prozentige Redundanz in sämtlichen Kühlräumen, unabhängig von den übrigen Kühlräumen, herzustellen, so dass bei einem Ausfall eines Kälteaggregates le-

diglich die Kälteleistung eines Raumes reduziert werden muss. Außerdem sollte durch die Inverterregelung eine Energieeinsparung im Ganzjahresbetrieb erzielt werden. „Durch die Aufteilung auf mehrere Anlagensysteme haben wir sogar die Möglichkeit, je nach Auslastung zum Beispiel übers Wochenende, Kühlräume, die nicht belegt sind, einfach abzuschalten. Dies spart uns zusätzlich einiges an Betriebskosten ein“, so Martin Müller.

Ein weiterer Vorteil der Inverteranlage ist die Platzeinsparung: Die alte Verbundkälteanlage war im Maschinenraum aufgestellt, die einzelnen Kühlbereiche wurden über lange und weit verzweigte Leitungen erreicht. Mit der neuen Anlage ist nun kein Technikraum mehr notwendig, da sie mit verzahnter Verschaltung der Kreisläufe den Vorteil deutlich kürzere Rohrleitungen mit sich bringt, was noch dazu für eine höhere Betriebssicherheit sorgt. In der alten Verbundkälteanlage kam das Kältemittel R22 zum Einsatz mit einer Kältemittelfüllmenge von 590 kg. Die installierte „ZEAS“-Anlage, die mit dem Kältemittel R410A arbeitet, kommt mit kleineren Leitungsdimensionen aus. Entsprechend hat sich die Kältemittelfüllmenge um gut 30 % auf 400 kg reduziert.

Klemmenfertig, flexibel einsetzbar und im Teillastbereich besonders wirtschaftlich

Als Verbundkälteanlage vereint die „ZEAS“ alle Komponenten in einem System und bietet somit zahlreiche Vorteile. Musste sich der Anlagenbauer bisher alle Komponenten wie Maschinensatz und Verflüssiger individuell



Bildquelle © DAIKIN

Blick in den Schlachtbetrieb

zusammenstellen, erhält er nun alles klemmenfertig in einem Gerät. Ausgestattet mit der VRV-Technologie von Daikin und der Invertertechnologie, können die Verflüssigergeräte im Vergleich zu herkömmlichen Kältetechniksystemen den Energieverbrauch um 10 bis 35 % verringern.

Ein weiterer Vorteil der dezentralen Technologie ist der optimierte Teillastbetrieb: Aufgrund der Inverterregelung arbeitet das Gerät im Teillastbereich besonders wirtschaftlich, deckt aber auch Leistungsspitzen ab. Mit der „ZEAS“ lassen sich mehrere, einzeln geregelte Kühlstellen an das System anschließen. Mit nur einem Außengerät können so verschiedene Kühlzonen mit der jeweils gewünschten Temperatur versorgt werden.

Betriebssicherheit durch intelligentes Regelkonzept

Die zum Einsatz kommenden 21 Verdampfer stammen von der Firma GEA Küba (heute Kelvion Refrigeration). Zur Kühlstellenregelung kommt ein von der Cool Expert GmbH entwickeltes Regelkonzept („MIC QKL mini“) zum Einsatz. Mit dem Kühlstellenregler gelingt es, einen gleichbleibenden Wirkungsgrad des Luftkühlers und damit der gesamten Kälteanlage zu gewährleisten. Dazu operiert er unter anderem mit dem Latent-Wärmemanagement und nutzt die verfügbare Restwärme während des Abtauvorgangs. So intelligent angesteuert, kann die „ZEAS“ die Qualitätssicherung des Kühlgutes bei gleichzeitig erheblicher Senkung der Betriebskosten optimal sicherstellen.



Bildquelle © DAIKIN

Insgesamt 15 „ZEAS“-Systeme von Daikin mit einer Gesamt-Kälteleistung von 502,4 kW versorgen die Kühlflächen.



Bildquelle © DAIKIN

Martin Maul, Vorstand der HKL AG (li.) und Martin Müller, Betriebsleitung des Schlachthofs

Trockenkühler kombiniert mit Verdunstungskühlsystem

Neuentwicklung zur Verringerung des Energieverbrauchs

S. Filippini, U. Merlo,
LU-VE Group,
I-Uboldo

In Kälte/Klima- und Energie-Prozesskreisläufen wird häufig Luft als Medium für die Verflüssigung bzw. Kühlung eingesetzt. Auch wenn Luft weitestgehend unbegrenzt zur Verfügung steht, so hat deren Nutzung doch auch einige Nachteile: Große Temperaturschwankungen, niedrige Wärmetauschkoeffizienten, die Notwendigkeit großer Wärmetauscherflächen und auch großer Luftmengen. Um diese Nachteile zu eliminieren, hat LU-VE den „Emeritus“ entwickelt. Die Neuentwicklung vereint einen ventilatorbestückten Trockenkühler kombiniert mit zwei sequentiell betriebenen Verdunstungskühlsystemen. Dieser Artikel beschreibt das Funktionsprinzip des neuen Kühlers und beschreibt eine Fallstudie, in der Wasserkühlsysteme herkömmlicher Art mit einem System mit „Emeritus“-Rückkühlung verglichen werden.

Viele Prozesse, vornehmlich alle geschlossenen thermodynamischen Prozesse und auch viele industrielle Prozesse benötigen den Austausch von Wärme über eine Wärmesenke über die Umgebungsluft. Findet der Prozess bei niederen Umgebungstemperaturen statt, hat dieser naturgemäß den günstigsten Energieverbrauch. Besonders zutreffend ist dies für die Kondensation von Kältemitteln im Kältekreislauf und für Stromerzeugungsanlagen: Im ersten Fall wird der EER verbessert, im zweiten Fall wird der Prozesswirkungsgrad verbessert. Die beste Wärmesenke für diesen Prozess ist sicher Wasser aufgrund seiner hervorragenden Wärmeübertragungseigenschaften und der Verfügbarkeit mit in der Regel niedrigen

Temperaturen über das gesamte Jahr gesehen. Aus diesem Grund sind die meisten großen Kraftwerke in der Nähe von Flüssen, Seen oder in Meeresnähe angesiedelt, und wo es technisch möglich ist, wird Grundwasser zur Kühlung eingesetzt. Allerdings wird zunehmend, wenn die erforderlichen Wassermengen nicht zur Verfügung stehen, auch Umgebungsluft zur Kühlung eingesetzt. Bei einigen Prozessen kann das Medium direkt rückgekühlt werden. Hier sprechen wir von Direktverflüssigern. In anderen Fällen ist es angebracht, ein Zwischenmedium einzusetzen (Wasser/Sole); hier sprechen wir von Trockenkühlern. Trotz des Nachteils von zwei Wärmeübergängen haben Trockenkühler auch verschiedene Vorteile: Es bietet sich die Möglichkeit zu freier Kühlung in Klimasystemen an wie auch die Verringerung des Kältemittelinhalts von Kältekreisläufen. Auch können mit einem Kühlwassersystem mehrere Kälteaggregate versorgt werden, sogar mit unterschiedlichen Kältemitteln wie auch die einfache Nutzung des Kühlwasserkreislaufs auch bei Teillast der Kälteaggregate. Während Umgebungsluft den großen Vorteil der nahezu unbegrenzten Verfügbarkeit bietet, so hat diese doch auch einige Nachteile, wie folgt dargestellt:

- > Erhebliche Temperaturunterschiede sowohl im Tagesverlauf als auch im Jahresverlauf.
- > Niedrige Wärmetauschkoeffizienten verglichen mit denen von Flüssigkeiten, insbesondere Wasser.

- > Geringere Dichte, was bedeutet hohe Luftmengen zu fördern.

Die Konsequenzen dieser Eigenschaften sind vielfältig und führen zu dem Umstand, dass, zumindest über einen bestimmten Zeitraum des Jahres, hohe Wärmetauschartemperaturen zu akzeptieren sind und große Wärmetauscherflächen erforderlich sind und große Luftmengen zu bewegen sind. Die Energieeffizienz des Prozesses ist ein Kompromiss bei gleichzeitiger Erhöhung des Platzbedarfs, der elektrischen Leistungsaufnahme der Ventilatoren, der Geräuschemission und des internen Volumens des benötigten Kühlmittelkreislaufs. Um diese Nachteile zu begrenzen, sind unterschiedliche Ansätze in der Entwicklung von modernen Trockenkühlern und Verflüssigern zu beobachten:

- a) Der Einsatz von zunehmend kompakter und effizienter Wärmetauscher-Matrizen durch die Entwicklung optimierter Lamellen (geprägt, geschlitzt) oder die Entwicklung zunehmend kleiner Rohrdurchmesser mit verbesserten Riffelrohrgeometrien.
- b) Der Einsatz von V-Kühlern, welche den Platzbedarf verringern.
- c) Der Einsatz von Ventilatoren mit verbesserter aerodynamischer Flügelgeometrie und zunehmend größerem Durchmesser mit Vorteilen im Bereich Effizienz und Geräuschminderung.
- d) Der Einsatz von elektronischen Motoren,



Der „Emeritus“

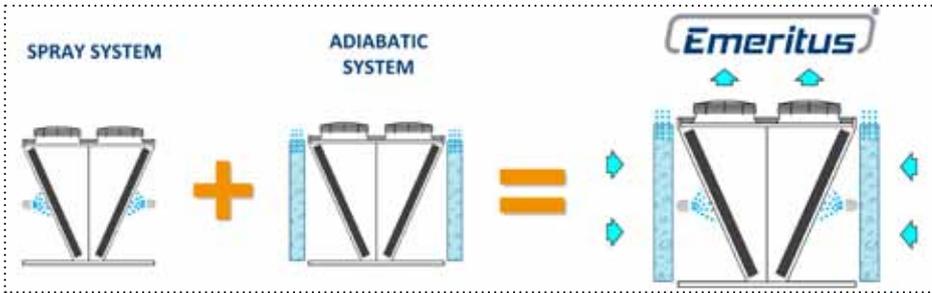


Abb. 1: Funktionsbild der „Emeritus“-Technologie: Sequentielle Verwendung von Wasser für Spray und Adiabatik

die einen hohen elektrischen Wirkungsgrad gewährleisten, auch im drehzahlgesteuerten Betrieb und bei gleichzeitig hoher Leistung.

e) Der Einsatz von Diffusoren/Schalldämpfern, die bei gleicher Drehzahl die Effizienz erhöhen und den Schallpegel herabsetzen.

Möglichkeiten des Einsatzes von Wasser zur Verbesserung des Wärmeaustauschs

Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten des Einsatzes von Wasser zur Verbesserung des Wärmeaustauschs von Verflüssigern und Trockenkühlern:

a) Die erste Möglichkeit besteht in der adiabatischen Abkühlung der Luft durch Befeuchten, bei welcher die relative Feuchte der Eintrittsluft angehoben wird, um die Lufttemperatur der eintretenden Luft abzusenken und die Temperaturdifferenz zum Medium zu erhöhen. Um den Prozess der Befeuchtung zu verbessern, wird die Luft durch eine Befeuchtermatte geleitet, die durch Wasseraufgabe von oben benetzt wird und in der die Luft durch eine wabenförmige Konstruktion geleitet wird, um eine

optimale Befeuchtung zu gewährleisten. Die Luft wird im Kreuzstrom durchgeleitet, was einen intensiven Kontakt zwischen Luft und Wasser herstellt. Ein großer Vorteil dieses Systems ist die Möglichkeit, unaufbereitetes Wasser zu verwenden ohne Einschränkung der Betriebszeiten für den Nassbetrieb. Ein weiterer Vorteil ist der einfache Aufbau des Systems und die geringen Kosten für die Befeuchtermatten.

b) Die zweite Möglichkeit besteht darin, Wasser direkt auf die gegen Beläge und Korrosion behandelte Wärmetauschoberfläche zu sprühen. In diesem Fall wird die Wärme durch die Verdunstung auf der Lamelle des Wärmetauschers transportiert, welche wiederum in der Folge die Wärme des Mediums aus den Rohren aufnehmen kann. Die Erfahrung zeigt, dass bei Verwendung von entmineralisiertem Wasser keine Einschränkungen der Nassbetriebszeit erforderlich sind, während bei Einsatz von enthärtetem Wasser die Betriebszeit im Nassbetrieb beschränkt werden muss.

In beiden Fällen wird jeweils nur ein Teil des Wassers für den Wärmetauschprozess verwendet, während der andere Teil unge-

nutzt versprüht wird oder ggf. gesammelt und dem Prozess wieder zugeführt wird. In der hier vorgestellten Variante wird das unverdampfte Wasser aus dem Sprühsystem zurückgewonnen und für die Benetzung der Befeuchtermatten verwendet. Die von LU-VE entwickelte Lösung (zum Patent angemeldet: 7.10.2016) vereint die Nutzung von Wasser zur Kühlung für beide der oben beschriebenen Prozesse: Aufbereitetes Wasser wird auf den Wärmetauscher versprüht und das verbleibende, unverdampfte Überschusswasser wird zur Benetzung auf die Befeuchtermatten aufgegeben. Die Kombination beider Prozesse hintereinander (Luft wird zuerst durch die Befeuchtermatten geleitet, dann durch den Wärmetauscher; Wasser wird zuerst auf den Wärmetauscher gesprüht, dann auf das Befeuchtermattensystem aufgegeben) verbessert sowohl den Wärmeaustausch und verringert zusätzlich den Wasserverbrauch.

Vergleich der Nennleistungen verschiedener Konfigurationen eines Rückkühlers mit optimierter Ventilatorumdrehzahl

Vergleich bei ΔT_1 positiv (7 K)

(ΔT_1 = Temperaturdifferenz zwischen Luft-eintrittstemperatur und Medieeintrittstemperatur)

Betrachten wir einen groß dimensionierten Rückkühler in drei Konfigurationen:

1. Einen Trockenkühler als V-Kühler mit 22 Ventilatoren, Durchmesser 910 mm, Wärmetauscher mit vier Rohrreihen, Lamellenabstand 2,1 mm, Länge 12.800 mm, Höhe 2550 mm

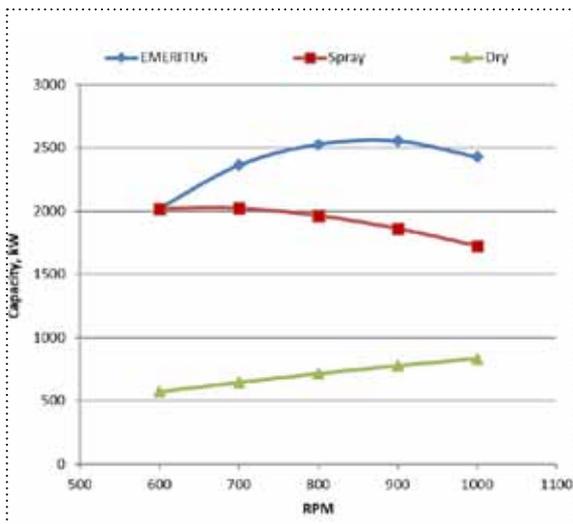


Abb. 2: Variation der thermischen Leistung in Abhängigkeit von der Lüfterdrehzahl; Vergleich von „trockenen“ Wärmetauschern, aktueller „Spray“-Lösung und der neuen „Emeritus“-Technologie

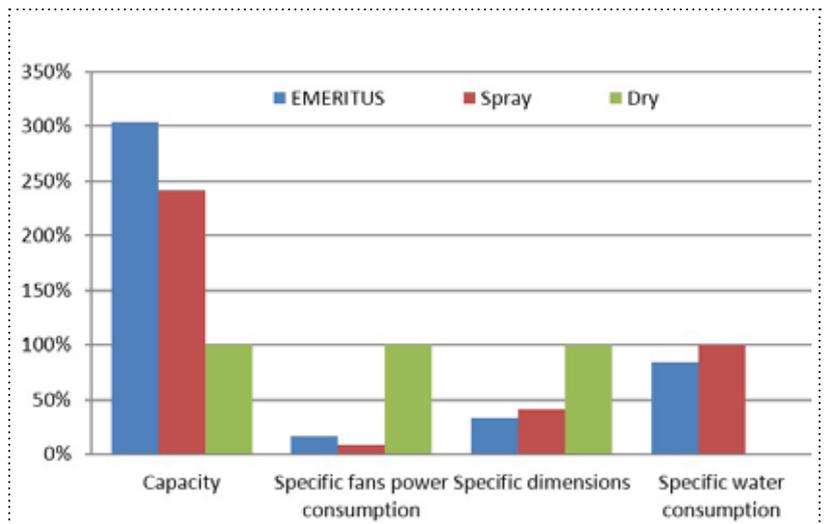


Abb. 3: Vergleiche zwischen den drei Versionen: Die Prozentangaben beziehen sich auf die trockene Lösung mit Ausnahme des spezifischen Wasserverbrauchs, der sich auf das aktuelle „Spray“-Modell bezieht.

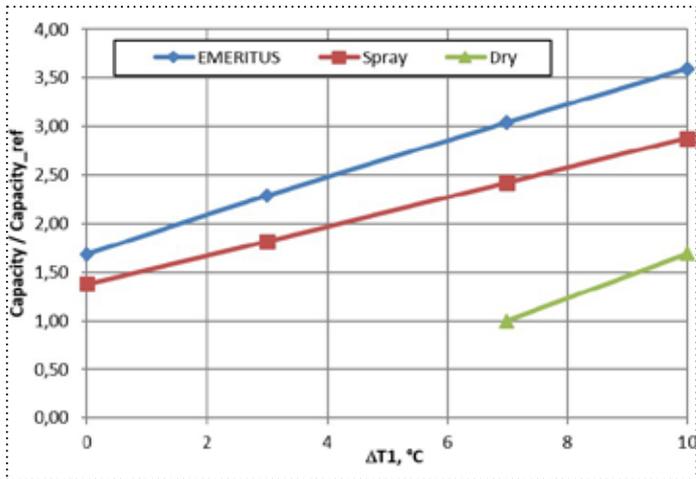


Abb. 4: Änderung der thermischen Leistung bei Variation von ΔT_1 ; Die Leistungen sind im Vergleich zum Referenzfall dimensionslos ($\Delta T_1 = 7\text{ K}$, trockene Lösung)

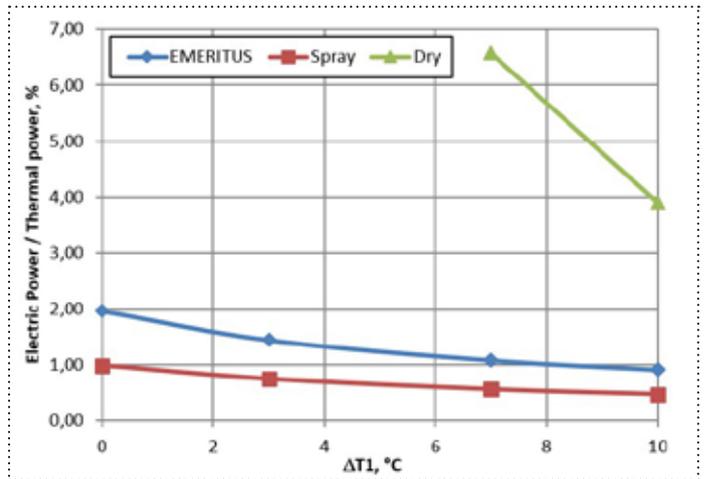


Abb. 5: Spezifischer Energieverbrauch/thermische Leistung als Funktion des ΔT_1

2. Ein ähnliches Modell wie oben jedoch mit Spray-System zur Benetzung des Wärmetauschers mit optimierter Wasserbeaufschlagung (ca. $3,8\text{ m}^3/\text{h}$ bzw. 175 kg/h per Modul) und einem Wärmetauscher mit vier Rohrreihen Tiefe sowie beschichteten Aluminium-Magnesium-Lamellen gewellt, Lamellenabstand $2,0\text{ mm}$ (Aktuelle Spray-Technologie)

3. Ein ähnliches Modell wie oben jedoch sowohl mit Spray-System als auch mit adiabatischem Befeuchtermatten-System. Die Nominalwassermenge Spray ist, wie im oberen Fall, $3,8\text{ m}^3/\text{h}$. Die Befeuchtung des adiabatischen Mattensystems wird aus dem Überschusswasser des Spray-Systems gespeist.

Für alle Konfigurationen gelten die gleichen Betriebsbedingungen:

- > Umgebungsluft: Trockenkugeltemperatur = 33 °C , rel. Feuchte = $42,1\%$ (Typische Sommerbedingungen in Mailand, Italien).
- > Medium: Wasser, Temperatur $40\text{-}35\text{ °C}$.

Die Wahl des Betriebspunktes für diesen ersten Vergleich fiel aufgrund der Möglichkeit, alle drei Konfigurationen miteinander zu vergleichen und gleichzeitig die Vorteile des Gebrauchs von Wasser zur Verdunstungskühlung darzustellen. Anschließend werden wir die Möglichkeiten der Verdunstungskühlung für Bedingungen bei $dT_1 < 0\text{ K}$ aufzeigen. Alle Geräte sind mit EC-Ventilatoren mit einer maximalen Drehzahl von 1000 1/min. ausgestattet. Die Abhängigkeit der Leistung der Geräte von

der Drehzahl der Ventilatoren ist unterschiedlich je nach Konfiguration, wie in Abbildung 2 gezeigt. Man kann feststellen, dass der reine Trockenkühler eine Leistungskurve mit direkter Abhängigkeit von der Drehzahl hat, während bei den Verdunstungskühlern eine Drehzahlbegrenzung eine Leistungsverbesserung erwirkt (Optimum für reines Spray-System ca. 750 rpm und für „Emeritus“ ca. 900 rpm) Die physikalische Erklärung dieses Phänomens liegt in einer verbesserten Aufnahme und Verweildauer des zu verdampfenden Wassers auf der Wärmetauscheroberfläche.

In Abb. 3 ist der Vergleich der drei Konfigurationen bei optimierter Ventilatordrehzahl nach Abb. 2 zusammengestellt.

Die erste Balkengruppe zeigt die Wärmetauscherleistung im Vergleich zur Leistung des trockenen Rückkühlers. Man sieht deutlich die Leistungserhöhung durch den Einsatz von Wasser. Wie erwartet, zeigt das Gerät mit der Kombination von Spray und Adiabatik die beste Leistung mit einer etwa dreifach größeren Wärmetauscherleistung verglichen zum Trockenkühler.

Die zweite Balkengruppe zeigt die spezifische Leistungsaufnahme zur Wärmetauscherleistung (kW_{el}/kW_{th}), immer im Vergleich zum Trockenkühler. Man sieht, dass die Einsparung an elektrischer Energie sogar größer ist als die Leistungserhöhung im Nassbetrieb – dank der reduzierten Ventilatordrehzahl. Die dritte Balkengruppe zeigt die Verringerung von – bei gleicher Leistung – einigen wichtigen Variablen, wie z.B.:

- > Platzbedarf (footprint);
- > Anzahl benötigter Ventilatoren (oder Module);
- > Materialgewicht (Kupfer und Aluminium) des Wärmetauschers und des Rahmens (Stahl).

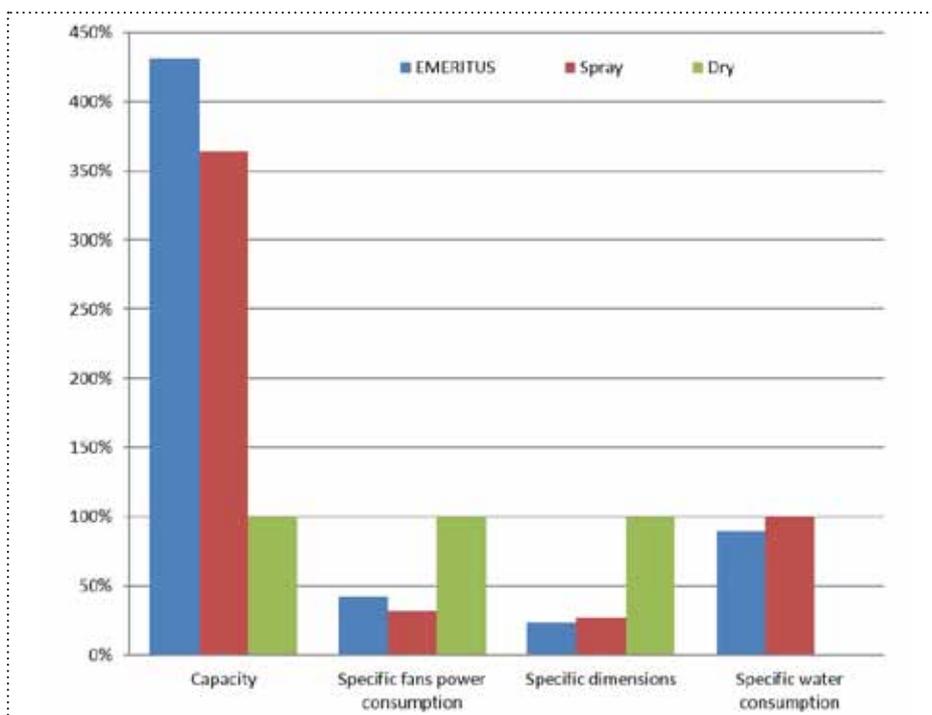


Abb. 6: Vergleich verschiedener Lösungen ($\Delta T_1 = 7\text{ K}$), Schallleistung gleich

- › Transportgewicht und -volumen des Geräts
- › Kältemittel- oder Mediumfüllmenge.

Die vierte Balkengruppe zeigt den spezifischen Wasserverbrauch des „Emeritus“ im Vergleich zur herkömmlichen Spray-Version auf. Im Besonderen wird aufgezeigt, dass (bei gleichem absolutem Wasserverbrauch) die neue „Emeritus“-Lösung einen geringeren spezifischen Wasserverbrauch hat durch Erhöhung der Wärmetauscherleistung.

Die Schalleistungsreduktion im Vergleich zur Trockenkühlung bei einer festen auszutauschenden Wärmeleistung wird ebenfalls betrachtet. In allen Fällen gibt es eine signifikante Verringerung des Schallpegels, sowohl aufgrund der geringeren Anzahl von Geräten (und daher von Ventilatoren) als auch wegen der geringeren Ventilatorumdrehzahl.

Vergleich bei Variation des ΔT_1

Während sich die in den vorhergehenden Abbildungen gezeigten Vergleiche auf eine bestimmte Betriebsspezifikation beziehen, wird in den folgenden Abbildungen unter Beibehaltung der gleichen Umgebungsbedingungen des unmittelbar vorhergehenden Falles der Vergleich auf unterschiedliche Betriebsbedingungen ausgedehnt, insbesondere durch Variieren der Wassertemperatur am Eintritt zum Wärmetauscher im Bereich von 33-43 °C. Jeder der Punkte in den folgenden Tabellen zeigt als Betriebspunkt die Ventilatorumdrehzahl, die die ausgetauschte Wärmeleistung maximiert, nachdem die Leistung mit einem Diskretisierungsschritt von 100 Upm bewertet wurde. Beträgt die Leistungszunahme weniger als 2 %, wenn die Anzahl der Umdrehungen um 100 U/min erhöht wird, wird der Arbeitspunkt bei einer niedrigeren Umdrehungszahl bevorzugt.

Die Überlegenheit der Lösungen, die Wasser verwenden, ist im gesamten Bereich offensichtlich: Zum Beispiel kann die Lösung, die Befeuchtermatten und Spray kombiniert, bei $\Delta T_1 = 0$ K keine thermische Leistung bereitstellen, die derjenigen der trockenen Apparatur bei $\Delta T_1 = 10$ K gleicht. Diese Überlegenheit wird auch durch die Ergebnisse in Abb. 5 bestätigt, die den spezifischen Leistungsverbrauch beim Variieren von ΔT_1 zeigt. Während der trockene Fall einen signifikanten Anstieg des elektrischen Verbrauchs bei der Reduktion des ΔT_1 zeigt, geschieht dies bei der besprühten Maschine nicht. Für diese ist es in der Tat bei niedrigem ΔT_1 vorzuziehen, die Drehzahl der Ventilatoren zu reduzieren und von der erhöhten Verdampfungseffizi-

enz zu profitieren, die bei der Verringerung der Luftgeschwindigkeit auftritt.

Ein weiteres signifikantes Merkmal ist der spezifische Wasserverbrauch. Die mit Befeuchtermatten ausgestattete Maschine hat einen spezifischen Verbrauch, der niedriger ist als der der besprühten Lösung (-15 %). Die Rückgewinnung des Wassers, das versprüht und nicht verdampft wird, um die Befeuchtermatten mit Energie zu versorgen, ermöglicht dank der folgenden Erhöhung der Wärmeleistung eine Verringerung des spezifischen Wasserverbrauchs.

Vergleiche bei gleicher thermischer Leistung und Schalleistung

In den vorangegangenen Diagrammen stellen wir eine Hypothese für den Betrieb von Geräten dar, bei der die Ventilatoren mit einer für jede Konfiguration optimierten Drehzahl betrieben werden, einer Drehzahl die je nach Lösung deutlich verschieden ist. Wenn die Varianten mit gleicher Gesamtschalleistung gegenübergestellt werden, (im konkreten Fall 85 dB(A) pro Maschine), muss für jede Lösung die Ventilatorgeschwindigkeit so eingestellt werden, dass sie der Zielschalleistung entspricht, wiederum bei gleichen Betriebsbedingungen und gleicher Wärmeleistung. Die folgenden Abbildungen zeigen die gleichen Größenordnungen wie zuvor für $\Delta T_1 = 7$ K (Abbildung 6) und 0 °C (Abbildung 7). Im ersten Fall wurde wie im vorherigen Fall der Trockenmodus (100 % der Leistung) angenommen. Im zweiten Fall, in dem der Trockenapparat nicht angenommen werden

kann, wurde die leistungsfähigste Vorrichtung (die Kombination von Befeuchtermatten und Sprühsystem) angenommen.

Die Abbildung zeigt noch einmal die bemerkenswerten Vorteile, die durch die Verwendung von Wasser ermöglicht werden: Insbesondere ermöglicht die leistungsfähigste Lösung (adiabatisches Panel + Spray) eine Verringerung um das Vierfache der spezifischen Abmessungen im Vergleich zum Trockenkühler bei gleichem Schall und Leistung. Die Abbildung zeigt auch, wie die Kombination von Befeuchtermatte und Spray es ermöglicht, den spezifischen Wasserverbrauch des Kühlers (mit allen daraus resultierenden Vorteilen) auf Werte von ungefähr 20 % zu reduzieren.

Beispielanwendung Klimaanlage

Unter den vielen Arten von Trockenkühleranwendungen betrachten wir den folgenden Fall und heben die Vorteile der Lösungen hervor, die die Leistung durch Verwendung von Wasser erhöhen.

Der Vergleich zwischen den verschiedenen Lösungen für die Wärmeübertragung an die Umgebung wurde für eine Klimaanlage in Mailand, Italien, durchgeführt, die nur im Sommer zwischen drei verschiedenen Lösungen betrieben wird:

- 1.) „Emeritus“ (Betrieb mit enthärtetem Wasser)
- 2.) Spray (Vorgängersystem zur neuen „Emeritus“-Baureihe)
- 3.) Trockenkühlung

Der Vergleich wird unter der Annahme der gleichen Grundfläche für alle Lösungen und

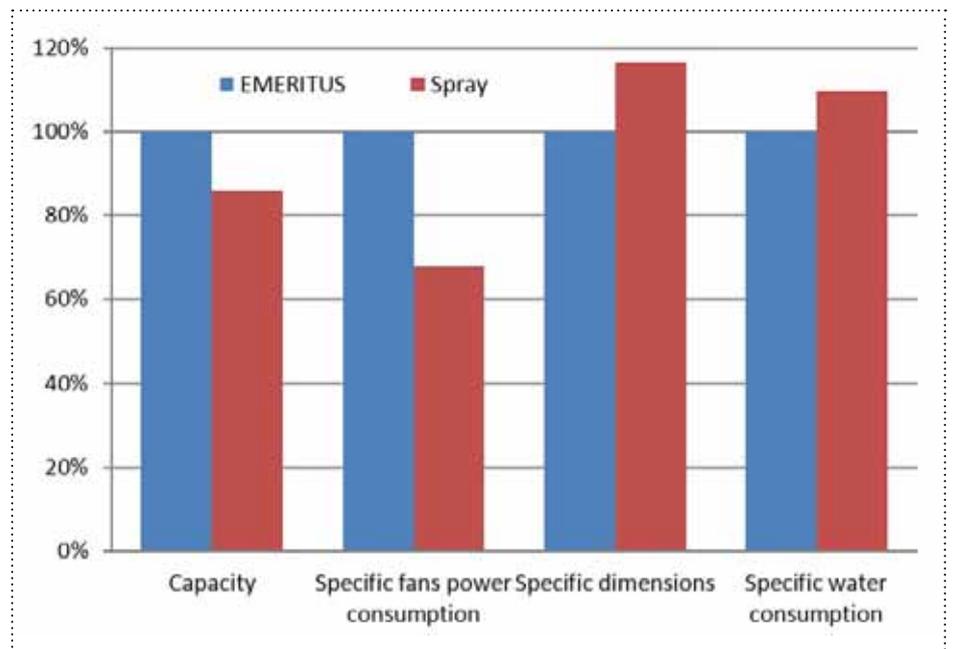


Abb. 7: Vergleich von „Emeritus“ und herkömmlichem Spraysystem ($\Delta T_1 = 0$ K, Schalleistung gleich)

der gleichen Schalleistung durchgeführt (grundsätzlich wird immer derselbe Apparat verwendet, die gleichen Wärmetauscherregister, die gleichen Ventilatoren, das gleiche Steuersystem), wobei nur die Art der Lamellen variiert wird (geschlitzte Lamellen für die nicht besprühten Lösungen, gewellte Lamellen mit Schutzbeschichtung für die anderen) und das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Sprühsystemen und / oder adiabatischen Befeuchtermatten.

Annahmen für die verschiedenen Alternativen

Wir machen die folgenden Annahmen, die allen Lösungen gemeinsam sind, für die Bemessung unter Nennbedingungen:

- › $T_{amb} = 35\text{ °C}$, relative Luftfeuchtigkeit = 41 %
- › $T_{eva} = 3\text{ °C}$ (zum Kühlen von Kaltwasser 5-12 °C)
- › DT Überhitzung zum Verdampfer = 5 °C
- › DT-Unterkühlung zum Kondensator = 2 °C
- › Kühlleistung unter Nennbedingungen: 1900 kW
- und die folgenden Betriebsarten:
- › T_{cond} = variabel, abhängig von den Betriebsbedingungen und dem Potential des Trockenkühlers, bis zu einem Mindestwert von 20 °C
- › Vom Nutzer benötigte Kühlleistung: lineare Abweichung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur von 100 % bei 33 °C bis 40 % bei 23 °C;
- › Den Kühler bei Umgebungstemperatur unter 23 °C ausschalten;
- › Drehzahlsteuerung der elektrischen Ventilatoren und Wasserdurchflussrate wird von der Geräteregeung verwaltet.

Für die leistungstärkste Lösung („Emeritus“) werden die folgenden Temperaturen unter Nennbedingungen angenommen:

- › $T_{water} = 30-35\text{ °C}$ (bei niedrigeren Umgebungstemperaturen sinken die Wassertemperaturen)

Der Kühlwasserdurchfluss in der Maschine ist konstant, womit die Leistungsänderung in Veränderungen des ΔT des Kühlwasserein- und -austritts sichtbar werden. Bei anderen Konfigurationen (Spray und Trocken) sind die Wassertemperaturen unter den Nennbedingungen höher, aufgrund der geringeren Leistung, die diese Lösungen kennzeichnet. Die Kompressorleistung ist entsprechend der nominellen Kondensationstemperatur dimensioniert, die mit der Abnahme der Leistung des Trockenkühlers zunimmt.

Annahmen zum Kälteverdichter

Die Leistungsaufnahme des Kälteverdichters

Tabelle 1: Verdichter-Daten

Verflüssigungstemperatur, °C	60	50	40	30
COP	2,30	3,24	4,43	5,99

Tabelle 2: Gerätedaten

	EMERITUS	Spray	Trocken
$\Delta T_1, K$	7	10,4	23,8
Verflüssigungstemperatur, °C	45	48,4	61,8
RPM	715	620	720
Schalleistung, dB(A)	85	84,2	85
Kühlleistung, kW	2408	2460	2752
Elektroleistungsaufnahme Ventilator, kW	19,5	12,54	20,14
COP chiller	3,76	3,40	2,23
Gesamtleistungsaufnahme Kälteverdichter, kW	506	560	852

ist eine Funktion der Verdampferlast und der Kondensationstemperatur. Es wird eine Systemlösung mit einer hohen Anzahl von Verdichtern angenommen, die daher bei einer Last immer nahe dem Nennwert arbeiten. Das Verhältnis für den Verdichter bei Nennlast wird durch eine lineare Interpolation zwischen den Werten in der Tabelle ermittelt.

Dimensionierung bei Nennbedingungen

Aus den vorherigen Annahmen ergeben sich die Werte in Tabelle 2.

Die Vorteile von wasserbenetzten Modellen gegenüber dem Trockenmodell zeigen sich in einem höheren COP und folglich in einer niedrigeren Gesamtleistung der Kompressoren und sind für das „Emeritus“-Modell am größten.

Ergebnisse der Jahressimulation

Bei einer Betrachtungshorizont über den gesamten Sommer ergeben sich die in Tabelle 3 enthaltenen Ergebnisse.

Aus den Tabellen ist ersichtlich, dass:

- › „Emeritus“ ermöglicht eine Energieeinsparung von mehr als 20 % im Vergleich zur trockenen Lösung.
- › Das Einsparpotential ist in Bezug auf die Verwaltungskosten etwas geringer, da die Betriebskosten im Zusammenhang mit der Nutzung von Wasser im Vergleich zu den Kosten für den Stromverbrauch, vor allem für den Kompressor, gering sind.
- › In absoluten Zahlen liegen die Einsparungen für die effizientere Lösung bei etwa 19.000 €/Jahr (eine Unterbewertung, da die Einsparungen durch den verringerten Stromverbrauch nicht berücksichtigt werden).
- › Hinsichtlich der Investitionen zu den höheren Kosten, die sich aus der Auswahl eines mit Befeuchtermatten ausgestatteten Modells ergeben, des Sprühsystems und der Überwachung der Wasserqualität (insgesamt für das betrachtete Modell ca. 15.000 €) und der Notwendigkeit der Installation einer Weichwasseranlage (geschätzt

Tabelle 3: Simulationsergebnisse

	EMERITUS	Spray	Trocken
Gesamtjahresbetriebskosten, €/kW/Jahr	49,4	51,2	59,4
Energieeinsparung im Vergleich zu Trockengerät	21,2 %	16,5 %	0
Jahresbetriebsstunden Nassbetrieb	2402	838	-
Verringerung der Betriebskosten im Vergleich zum Trockengerät	-16,9 %	-13,8 %	0
Jährliche Betriebskosten Kältemaschine, €/kW/Jahr	43,4	46,8	56,0
Jährliche Betriebskosten Ventilatoren, €/kW/Jahr	3,3	2,8	3,4
Jährliche Betriebskosten Wasser und Aufbereitung, €/kW/Jahr	2,6	1,6	0
Gesamtleistungsaufnahme Kälteverdichter, kW	506	560	852

9000 €) müssen wir die Einsparungen von der Verringerung der Größe (über 40 % kleiner), des Kompressors und seines Kondensators abziehen. Dies würde die zusätzliche Investition in die Lösung auf Werte reduzieren, die sich in kurzer Zeit, nämlich in nur einem Betriebsjahr, amortisieren könnten.

Simulationsdetails

Die folgenden Diagramme zeigen die wichtigsten Kurven. Die Werte beziehen sich auf die Kühlleistung des Projekts, die in allen Fällen 1900 kW beträgt.

Schlussfolgerungen

Die Analyse zeigt das Potenzial von wassergekühlten Systemen in Luft-Lamellen-Wärmetauschern. Während die Verwendung von Wasserspray auf dem Register oder die Verwendung von Befeuchtung mit adiabatischen Platten bekannte Anwendungen sind, ist die synergetische Verwendung beider Systeme (genannt „Emeritus“) eine neue Technologie. Die Ergebnisse unterstreichen die Verbesserung der Leistung und der jährlichen Energieeinsparungen dieser Lösung. Im Vergleich zur „trockenen“ Konfiguration ist die Leistung von „Emeritus“ ungefähr dreimal so groß, mit gleichem Footprint. Ebenso ist es mit „Emeritus“ möglich, die gleiche Kapazität des Trockensystems bei viel niedrigerem ΔT_1 zu erreichen, wodurch auf diese Weise eine signifikante Verringerung der Verflüssigungstemperatur der Kältemaschine erreicht wird. Eine Fallstudie wurde analysiert. Das Endergebnis ist eine Reduzierung des Gesamtstromverbrauchs von 21 % im Vergleich zu einer Trockenkühlertlösung. Mit dem „Emeritus“-Wärmetauscher kann das CO₂-System während des Jahres länger unterkritisch arbeiten gegenüber herkömmlichen Gaskühlern, was die CO₂-Systeme effizienter macht.

Referenzen

- 1) Ashrae Handbook (2009), Fundamentals
- 2) Ashrae Handbook (2010), Refrigeration
- 3) Lozza G., Merlo U. An experimental investigation of heat transfer and friction losses of interrupted and wavy fins for fin-and-tube heat exchangers. International Journal of Refrigeration 24 (2001) pp. 409-416
- 4) Wang CC, Recent progress on the air-side performance of Fin-tube Heat Exchangers, International Journal of Heat Exchanger 1524-5608/vol1 (2000), pp 49-76.

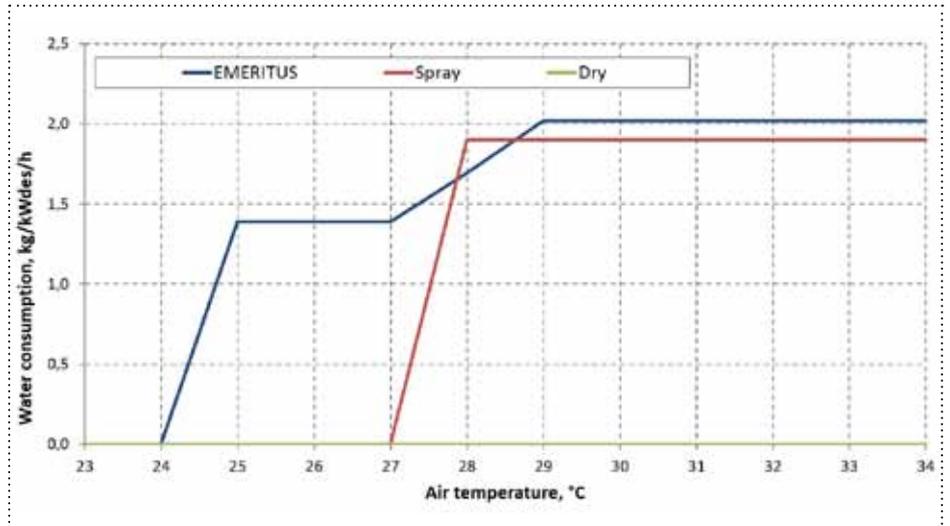


Abb. 8: Die Abbildung illustriert die Logik der Verwendung von Wasser für die verschiedenen Alternativen: Die gesprühten Lösungen verwenden Wasser auf dem Coil nur für Umgebungstemperaturen über 28 °C, um den Stundengrenzwert mit einem nassen Coil einzuhalten. Die Lösungen mit einem adiabatischen Panel erweitern den Wasserverbrauch auf bis zu 24 °C.

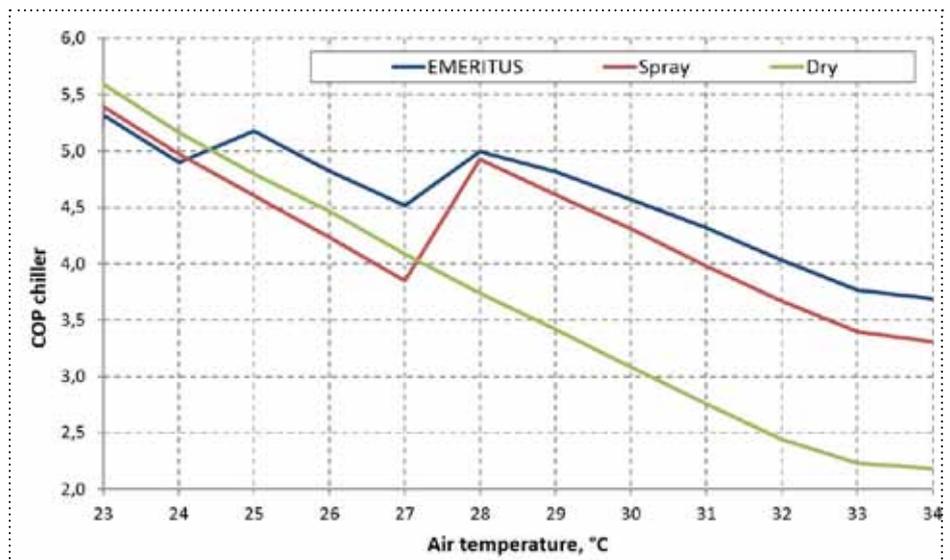


Abb. 9: Die Leistung der Kältemaschine COP zeigt, wie die „Emeritus“-Lösung dank der Reduzierung der Verflüssigungstemperatur in allen Betriebszuständen hervorragende Werte liefert.

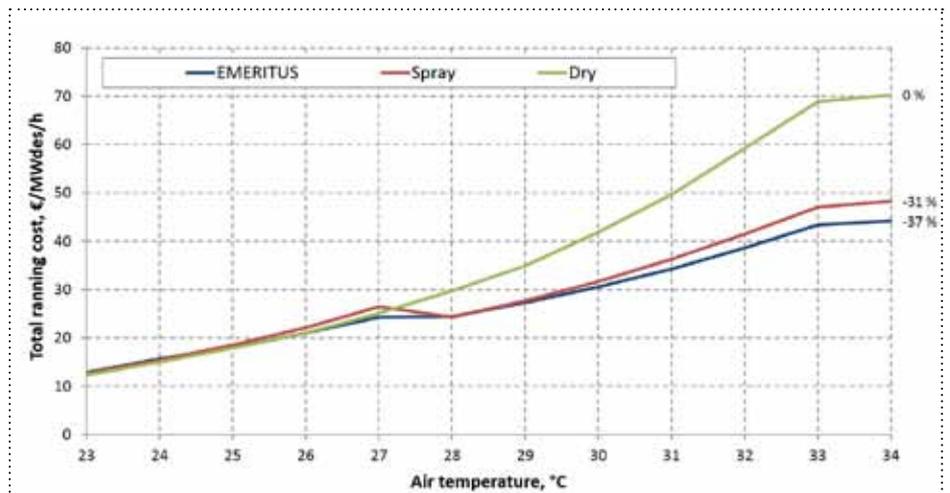


Abb. 10: Das Endergebnis in Bezug auf die Gesamtbetriebskosten ist in diesem Diagramm dargestellt: Bei allen Umgebungstemperaturen über 27 °C haben die Systeme, die das Coil besprühen, viel niedrigere Betriebskosten und das „Emeritus“-Modell bleibt das Beste.

Fleisch-Tiefkühlung: Komplexe Steuerung einfach umsetzbar

Steuerung einer CO₂-Verbundkälteanlage ohne Zwischenabtauung

Stefan Ziegler,
Marketing Communications,
Beckhoff Automation, Verl

Die Tekloth GmbH, Bocholt, hat eine CO₂-Verbundkälteanlage für eine Fleisch-Tiefkühlung konzipiert, die auf eine aufwändige Zwischenabtauung verzichten kann. Das hierzu erforderliche Know-how für den besonderen Systemaufbau und die entsprechenden Steuerungsfunktionen konnte mit dem verwendeten System optimal und trotz der hohen Anlagenkomplexität auch einfach und komfortabel umgesetzt werden.

Mit „PC-based Control“ von Beckhoff (www.beckhoff.de) hat Tekloth, Spezialist für technische Gebäudeausrüstung (www.tekloth.de), die komplette Steuerungstechnik für eine von Fischer Kälte-Klima, Essen, gelieferte CO₂-Verbundkälteanlage entwickelt. Die Anlage dient als Kühlaggregat für einen Tiefkühlfroster für geräuchertes und gepökelttes Schweinefleisch. Dabei wird nach dem Räuchern das noch 30 bis 40 °C warme Fleisch im Froster bei mindestens -18 °C schockgefrostet. Allerdings bringt das Fleisch aufgrund seiner Wärme eine große Menge Feuchtigkeit in den Tiefkühlprozess ein, die sich am Verdampfer sammelt und diesen einfriert. Bei konventionellen Anlagen muss daher der Verdampfer in regelmäßigen Abständen abgetaut werden.

Da das Abtauen Energie kostet, hat Tekloth die Verbundkälteanlage auf eine völlig neue Weise konzipiert. Dazu erläutert Marco Möllenbeck, Planung, Entwicklung und Vertrieb Kältetechnik bei Tekloth: „Durch einen besonderen Anlagenaufbau und entsprechende Steuerungsfunktionen kann bei unserem System auf die übliche Zwischenabtauung verzichtet werden. Die Besonderheit liegt in einem Umschaltventil, mit dem sich vom Normalkühl- (NK) in den Tiefkühlbetrieb (TK) umschalten lässt. Normalerweise werden hierfür zwei getrennte Anlagen benötigt, sodass sich ein klarer Vorteil, sowohl durch geringere Anschaffungskosten als auch aufgrund des reduzierten Energieverbrauchs, ergibt.“

Zwei Betriebsarten in einer Anlage vereint

Die Anlage kann über ein Umschaltventil entweder als reine NK-Anlage im sogenannten transkritischen Bereich oder als Booster mit TK- und NK-Verdichtern im transkritischen Bereich betrieben werden. Für diese Umschaltung sind zahlreiche steuerungstechnische Abläufe erforderlich, die von Standardsystemen nicht umgesetzt werden können. Christoph Holtschlag, Planung und Softwareentwicklung bei Tekloth: „Durch die Umschaltung der Betriebsarten wird zunächst bei ca. -6 °C Verdampfungstemperatur im Normalkühlbetrieb gekühlt und entfeuchtet. Durch die höhere NK-Verdampfungstemperatur wird das Gefrieren des Verdampfers so gering wie möglich gehalten. Bei Erreichen einer Raumtemperatur von 4 °C wird auf den Betrieb mit einem TK-NK-Booster umgeschaltet.“

Bei diesem Umschaltprozess stoppt zunächst der NK-Betrieb und eine reine Umluftabtauung beginnt. Durch den NK-Betrieb hat zum einen eine energieoptimierte Kühlung im NK-Temperaturbereich stattgefunden und zum anderen wurde die Raumluft bzw. die Oberfläche der Ware weitestgehend entfeuchtet – bei minimalem Einfrierungsgrad des Wärmetauschers im Verdampfer. Nach der Umluftabtauung und der Umschaltung auf den TK-NK-Booster wird der Raum bzw. die Ware auf -18 °C gekühlt. Je nach Menge der Ware sowie der Verweildauer nach dem Erreichen der Zieltemperatur kann, laut Christoph Holtschlag, vollständig auf eine Zwischenabtauung verzichtet werden.



Foto: Beckhoff

Die Tekloth-Experten Stefan Bollmann, Planung und Vertrieb, und Christoph Holtschlag, Planung und Softwareentwicklung, sowie Michael Holländer, Building Automation der Beckhoff-Niederlassung Rhein/Ruhr, und Marco Möllenbeck, Planung, Entwicklung und Vertrieb Kältetechnik bei Tekloth, vor den Schaltschränken der rechts zu sehenden CO₂-Verbundkälteanlage (v. l. n. r.)



Foto: Beckhoff

Das Umschaltventil schaltet die CO₂-Kälteverbundanlage vom Normal- in den Tiefkühlbetrieb.



Foto: Beckhoff

Die Vorteile der Modularität von „PC-based Control“ zeigen sich auch in der bedarfsgerecht konfigurierbaren I/O-Ebene.

„PC-based Control“ als offene und flexible Steuerungstechnik

Für die Umsetzung der komplexen Ablaufsteuerung mit „PC-based Control“ sieht Stefan Bollmann, Planung und Vertrieb bei Tekloth, zahlreiche gute Gründe: „Bei all unseren Projekten profitieren wir von der hohen Industriequalität der Beckhoff-Steuerungstechnik. Hinzu kommen der sehr hohe Innovationsgrad sowie die große Flexibilität u. a. durch den modularen Systemaufbau und die freie Programmierbarkeit. So konnten wir auch bei der Kälteverbundanlage das komplette Steuerungsprojekt selbst programmieren und damit die volle Kontrolle über die Maschinensoftware behalten. Zudem sind dadurch Systemänderungen und Anpassungen an Kundenwünsche schnell und einfach möglich.“

Vorteile ergibt auch der durchgängige Einsatz von „PC-based Control“, wie Christoph Holtschlag erläutert: „Ob für Lüftungs-, Kälte- oder Heizungsanlagen bzw. Gebäudeautomation oder übergreifend als Zentralsteuerung, wir lösen alle steuerungs- und regelungstechnischen Anforderungen mit Beckhoff-Komponenten und -Software. Durch deren universelle Einsetzbarkeit lassen sich von uns entwickelte Softwaremodule effizient in allen Bereichen nutzen. Die Systemoffenheit durch die Unterstützung vielfältigster Bussysteme trägt ebenfalls dazu bei.“ Und auch aus marktwirtschaftlicher Sicht seien klare Vorteile gegeben: „Steuerungen für den Bereich

der Kältetechnik sind verhältnismäßig aufwändig und anspruchsvoll. Die Beckhoff-Plattform bietet hier alle Komponenten, um den Prozess in eigener Hand zu behalten, diesen effizient umzusetzen und zudem gegenüber marktüblichen Standardprodukten einen deutlichen Kundenmehrwert zu generieren. Dies gilt auch für die aktuelle Kälteverbundanlage, denn eine Umschaltung vom NK- in den TK-Betrieb wird in dieser Form von keinem Standard-Kälteregele unterstützt.“

Regelungstechnischer Prozess optimal unter Kontrolle

Als Hardwarebasis für alle Automatisierungsaufgaben, eine umfassende Datenaufzeichnung und die leistungsfähige Visualisierung dient der „Multitouch-Panel-PC CP2716“ mit 15,6-Zoll-Display. Die I/O-Ebene ist modular und bedarfsgerecht aus digitalen und analogen Busklemmen aufgebaut, über die u. a. die Daten sämtlicher Sensoren und Aktoren sowie relevante regelungstechnische Größen erfasst werden. Eingebunden in das Steuer-

ungssystem sind beispielsweise PT1000-Sensoren sowie Sensoren für Hoch-, Mittel- und Niederdruck bzw. für Temperaturen und den CO₂-Gehalt in der Luft. Hinzu kommen die Betriebsrückmeldungen der Aggregate sowie verschiedene Soll-/Ist-Werte und regelungstechnische Kenngrößen.

Das System zeichnet über 150 Datenpunkte – bei Werteänderungen im Minutentakt – auf, was ein komplettes Abbild des Prozesszustands ermöglicht. Tritt in der Anlage eine Störung auf, werden sich ändernde Daten sogar im Sekundentakt registriert und auch bis zu einer Stunde zurückliegend mit dieser hohen Auflösung zwischengespeichert. Auf diese Weise ist laut Christoph Holtschlag eine vollständige Kontrolle des regelungstechnischen Prozesses realisierbar: „Die flexible und komfortable Umsetzung mit PC-based Control und TwinCAT war mitentscheidend, um das entsprechende Know-how im eigenem Hause aufbauen bzw. die Kältetechnik weiterentwickeln zu können. Dazu wurde der Kälteprozess durch umfangreiche elektro- und programmiertechnische Entwicklungsarbeit in die Steuerungstechnik übertragen und gegenüber Standard-Kälteanlagen mit zahlreichen neuen Features abgebildet. Möglich ist dies durch die zusätzlichen Funktionen der PC-basierten Steuerungstechnik, wie z. B. grafische Bedienoberflächen, Trenddatenaufzeichnungen, Störmeldelisten und E-Mail-Benachrichtigungen. Zudem lassen sich hiermit individuelle Kundenanforderungen optimal umsetzen.“



Foto: Beckhoff

Das auf dem „Multitouch-Panel-PC CP2716“ (15,6-Zoll) dargestellte Anlagenschema verdeutlicht die hohe Systemkomplexität.

Kältetechnik in der Batterieproduktion

Prozesssicherheit und Energieeffizienz durch freie Kühlung und Kompressionskälte

Manuel Petzold,
Abteilungsleiter Kältesysteme,
Systemair GmbH,
Boxberg

Im Zeitalter der Digitalisierung geht nichts ohne „Elektrifizierung“. Die Entwicklung und Produktion leistungsstarker Batterien ist deshalb die Keimzelle der Zukunft. Wo Energiespeicher gefertigt werden, ist Energieeffizienz ein beherrschendes Thema – bis ins letzte Detail. Zum Beispiel bei der Bereitstellung von Kälte für die Produktion. In der Batteriefertigung ist aber die Prozesssicherheit ebenso wichtig wie der effiziente Energieeinsatz. Dieses Spannungsfeld treibt die Entwicklung von intelligenten Lösungen in der Kälteproduktion an, wie das Beispiel des Batteriewerks der Deutsche Accumotive GmbH & Co. KG in Kamenz zeigt.

Die im Jahr 2009 gegründete Deutsche Accumotive GmbH & Co. KG ist eine hundertprozentige Tochter der Daimler AG. Das Unternehmen entwickelt und produziert hochkomplexe Batterien für Hybrid- und Elektrofahrzeuge auf Basis der Lithium-Ionen-Technologie für Fahrzeuge der Marken Mercedes-Benz und smart. Die Accumotive GmbH hat ihren Sitz in Nabern im Großraum Stuttgart, wo Forschung und Entwicklung angesiedelt sind. Die Fertigung erfolgt im sächsischen Kamenz. Die Daimler-Tochter beschäftigt insgesamt über 500 Mitarbeiter. Accumotive verbindet außerdem eine enge Zusammenarbeit mit dem Schwesterunternehmen Mercedes-Benz Energy GmbH, das

am Standort Kamenz für die Entwicklung und den weltweiten Vertrieb der Mercedes-Benz-Energiespeicher für private und industrielle Anwendungen zuständig ist. Durch die Skalierbarkeit der Systeme können die Lithium-Ionen-Batterien sowohl in der Großindustrie zur Netzstabilisierung und Glättung von Lastspitzen (Peakshaving), etwa bei Energieerzeugern, als auch in Haushalten, zum Beispiel in Verbindung mit Photovoltaik-Anlagen, eingesetzt werden.

Konstante Prozesskälte wichtige Voraussetzung

Seit Beginn der Serienfertigung im Jahr 2012 wurden mehr als 100.000 Lithium-Ionen-Batterien ausgeliefert. Bei der engen Taktung in der

Automobilproduktion ist die Prozesssicherheit der Batteriefertigung unverzichtbar. Hierbei ist die konstante Temperaturhaltung der Gebäude und Maschinen, unabhängig von Außentemperaturen und Auslastung, eine entscheidende Größe. Für das Werk der Accumotive im sächsischen Kamenz hat die Isotech Gebäudetechnik e.K. aus Plauen gemeinsam mit der Systemair GmbH aus Boxberg-Windischbuch als Spezialist für Kältemaschinen ein Konzept maßgeschneidert, das Prozesssicherheit und Energieeffizienz intelligent miteinander vereinbart. Es ist aufgeschaltet auf eine Gebäudeleittechnik (GLT), die von der Siemens Building Technologies GmbH & Co. OHG aus Dresden installiert wurde.

Die erforderliche Kälteleistung beträgt 1430 kW. Um die geforderte hohe Anlageneffizienz zu erzielen, wurden Kompressionskälte und freie Kühlung kombiniert. Eine bedarfsgerechte Regelung über die GLT stellt abhängig vom Außen- und Innenklima bzw. den Leistungsanforderungen den jeweils effizientesten Betrieb sicher. Isotech installierte zwei Kaltwassermaschinen (Modell „SysScroll 660 Air CO“ mit je 595 kW) und ein freistehendes, unabhängiges Freikühlmodul (Modell „SysFreeCool“ in der Variante Stand-Alone mit 230 kW) von Systemair. Die Systeme arbeiten mit Kaltwasser und beschicken einen Pufferspeicher mit 2000 l Volumen. Daran angeschlossen sind drei Verbrauchersysteme, die Leistungen zur Prozesskühlung entnehmen. Die Wärmeübertrager werden auf der Primärseite mit einer Vorlauf-/Rücklauftemperatur (VL/RL) von 16/24 °C ge-



Foto: © Daimler AG

Deutsche Accumotive GmbH & Co. KG, Kamenz: Produktion von Lithium-Ionen-Batteriesystemen für automobiler Anwendungen



Foto: Isotech Gebäudetechnik e.K.



Foto: © Daimler AG

Montage von Kühlschläuchen an Batteriemodulen

fahren, auf der Sekundärseite mit 18/28 °C. Unabhängig der Jahreszeiten werden von der Anlage 230 kW Kälteleistung gefordert mit VL/RL- Temperaturen von bis zu 16/24 °C. Kommt es aufgrund geringer Wärmelasten zu einer Überströmung im Kühlkreislauf, ist vorgesehen, dass sich der Rücklauf auf die 18 °C der Vorlauftemperatur abkühlen kann. Dazu besteht zwischen Kälteerzeugung und -abnahme eine Systemtrennung: Auf der Sekundärseite wird je nach Abnahme der Volumenstrom geregelt. Der Mindestvolumenstrom beträgt hierbei 4,3 m³/h. Die Regelung der Vorlauftemperatur auf der Sekundärseite erfolgt über eine Einspritzschaltung auf der Primärseite. Somit kann auf unterschiedliche Puffertemperaturen reagiert werden.

Regelungstechnik unterstützt Effizienz

Ein Siemens-Managementsystem steuert und regelt diese verschiedenen Leistungsansprüche zwischen mechanischer Kälteerzeugung und/oder Freikühlmodul stetig und fortlaufend. So sichert die Regelung energiesparend die erforderliche konstante Temperaturhaltung bei den Verbrauchern. Die Freigabe für den Freikühler erfolgt ab einer Außentemperatur von 10 °C und einer Wasser-Rücklauftemperatur größer 13 °C. Lastabhängig wird die erste Kältemaschine zugeschaltet, bei höherem Kühlbedarf nach zehn Minuten auch die zweite. Die Freigabe der ersten bzw. zweiten Kältemaschine erfolgt rotierend. Mittels Betriebsstundenumschaltung werden die Betriebsrückmeldungen der einzelnen Kältekreise gezählt und eine Ausgleichsfreigabeverwaltung realisiert. Diese gleichmäßige Verteilung der Lastanforderungen trägt ebenso zur Prozesssicherheit bei wie die exakte Pumpensteuerung: Bevor die Kompressoren

der Kältemaschinen angeschaltet werden, laufen die Pumpen an. Der Pumpenvorlauf und -nachlauf beträgt für jede Kältemaschine jeweils drei Minuten. Das schützt die Anlagentechnik, indem beispielsweise restliche Kälteleistung im Wärmeübertrager

Warum Freikühlmodule die Energieeffizienz von Kühlanlagen deutlich steigern

Bei einer Außentemperatur <2 K gegenüber der Rücklauftemperatur des Kaltwassers schaltet ein Dreiwege-Ventil den Kühlkreislauf über das Freikühlmodul „SysFreeCool“. Hier wird das Trägermedium aus Wasser und Glykol auf die gewünschte Vorlauftemperatur heruntergekühlt, unterstützt durch Ventilatoren. Die Drehzahl wird dabei kühllastabhängig über einen Temperaturfühler im Wasserkreislauf stufenlos gesteuert. Bei Kühllastanforderung im Leistungsbereich des Freikühlmoduls bleiben die Kaltwassersätze ausgeschaltet. Da die Stromaufnahme der Ventilatoren deutlich geringer ist als die der Kompressoren in den Kältemaschinen, wird so Energie gespart.

Liegt die Außentemperatur unter der Rücklauftemperatur, aber über der Vorlauftemperatur, wird das Wasser-Glykolegemisch im Freikühlmodul vorgekühlt und im Kaltwassersatz auf die gewünschte Vorlauftemperatur gebracht. Die so reduzierte Temperaturspreizung senkt die Energieaufnahme des Kaltwassersatzes.

Liegt die Außentemperatur über Vor- und Rücklauftemperatur, ist kein Freikühleffekt mehr möglich. Somit führt das Dreiwege-Ventil den Kühlkreis vollständig zum Kaltwassersatz. Der Freikühler nimmt dann keinen Strom mehr auf, was wiederum die Energieeffizienz verbessert.

Zwei Kaltwassersätze plus ein unabhängiges Freikühlmodul von Systemair liefern bis zu 1430 kW Kälteleistung für das Batteriewerk.

der Kaltwassermaschine abgeführt wird, und trägt außerdem zur Temperaturkonstanz bei. Mit Hilfe drehzahl geregelter Pumpen wird der Wasservolumenstrom der tatsächlich erzeugten Kälteleistung permanent angepasst. Die Pumpenansteuerung erfolgt über ein 0-10V-Signal, beginnend mit der ersten Verdichterstufe (17 m³/h). Über einen Modbus werden die Verdichterstufen ausgelesen und die Pumpenleistung entsprechend angepasst. Das Modbus-Protokoll berücksichtigt hierfür spezielle Variablen. Sobald eine Maschine freigegeben ist, muss immer eine Pumpe in Funktion sein. Ändert sich der Wert der Adressen, muss die zweite Pumpe unverzüglich hinzugeschaltet werden. Ändern sich diese Adressewerte wieder auf Null, darf eine Pumpe mit einer Abschaltverzögerung von 30 Sekunden abgeworfen werden.

Erfolgsfaktor Fertigungskompetenz

Aktuell entsteht in Kamenz mit einer Investition von rund 500 Millionen Euro bereits die zweite Fabrik für Lithium-Ionen-Batterien der Accumotive. Insgesamt investiert Daimler rund eine Milliarde Euro in einen globalen Batterie-Produktionsverbund. „Mit der zweiten Batteriefabrik in Kamenz geben wir die Initialzündung für den Aufbau der ersten Premium eBattery-Factory“, so Markus Schäfer, Mitglied des Bereichsvorstands Mercedes-Benz Cars, Produktion und Supply Chain. „Die lokale Fertigung von Batterien ist ein wichtiger Erfolgsfaktor in unserer Elektrooffensive und der entscheidende Baustein, um die weltweite Nachfrage nach Elektrofahrzeugen flexibel und effizient zu bedienen. Damit sind wir in unserem Produktionsnetzwerk für die Mobilität der Zukunft sehr gut aufgestellt.“

Einflutiger Kühlturm mit kompakter Stellfläche

SPX Cooling Technologies

SPX Cooling Technologies hat ein neues Design der „Marley AV“-Linie einflutiger Kühltürme angekündigt. Neu im Angebot sind 134 werksmontierte Kühlturmmodelle mit 550–3394 kW Nennleistung pro Zelle. Der „AV“ benötigt nur wenig Stellfläche und eignet sich zur Unterstützung von Klimaanlage- und Kühlsystemen sowie für Anwendungen in der Leichtindustrie. Ein Riementrieb mit Lagergehäuse ist Teil der Standardaus-



führung. Marley-Getriebe und -Motoren außerhalb des Luftstroms (MOA) sind für einige Modelle optional erhältlich. Wei-

tere optionale Ausstattungen sind geschweißte Edelstahlbecken, Ausspritzsysteme, innenliegende Zugangsplattformen, auch mit mit Zugangstüren, rutschfeste Stege im Luftsammlerraum sowie Geländer am Warmwasserbecken für eine sichere und einfache Inspektion und Wartung.

Dank der neuen Tropfenabscheider erzielt der AV-Kühlturm die niedrigste messbare Wasserverluste mit maximal 0,0005 %

Verlust des umlaufenden Wassers. Der „AV“ ist vom CTI (Cooling Technology Institute) und mit ECC (Eurovent Certita Certification) zertifiziert. Ausführungen mit mehreren Zellen sind darüber hinaus vom Institut für Brandschutz „FM Approvals“ zugelassen.

SPX Cooling Technologies
80687 München
089 9040 5890
infode@cts.spx.com
www.spxcooling.com/de

Flexibel frosten

Linde

Durch die sehr hohe Kühlwirkung der bis -196°C kalten Lebensmittelgase Stickstoff (N₂) und Kohlendioxid (CO₂) ermöglichen kryogene Froster hohe Leistungen bei geringem Platzbedarf. Das Froster-Modell „Cryoline CWI“ der Linde AG verbindet die charakteristischen Vorteile der sogenannten Impingement-Technologie und des „Cryowave“-Systems. Das bedeutet: eine hohe Leistungsdichte für flexible, vielseitige Produktionsaufgaben. Denn bei der Impingement-Technologie wird das feinverstäubte Kühlmedium Stickstoff mit hohem Druck von oben durch ein Lochblech auf das Kühlgut gepresst. Und der „Cryowave“-

Vibrationsmechanismus versetzt das Band in eine wellenartige Bewegung und schüttelt dadurch das Kühlgut so auf, dass es beim Einfrieren nicht zur Agglomeration kommt. Diese Kombination von zwei Verfahren in einem Gerät macht den „Cryoline CWI“ zum vielseitigen Mehrzweckfroster: Er eignet sich sowohl für kleinere, lose rollende IQF-Produkte („Individually Quick Frozen“) wie Pilze und Schinkenstreifen als auch für allgemeinere Anforderungen. Denn durch einfaches Ausschalten des Vibrationsmechanismus lässt sich das Modell im Handumdrehen zu einem standardmäßigen Linearfroster umrüsten.



Linde AG
Gases Division Germany
82049 Pullach
089 7446-0
info@de.linde-gas.com
www.linde-gas.de

Gewerbliche Küchen be- und entlüften

ebm-papst

Ventilatoren, die in RLT-Geräten für Küchen eingesetzt werden, müssen spezielle Anforderungen erfüllen. So darf laut VDI-Richtlinie 2052 „Raumluftechnische Anlagen für Küchen“ der Motor nicht direkt im partikelbelasteten Luftstrom liegen. Zudem muss sichergestellt sein, dass auch die nachströmende Luft frei von Schadstoffen ist und die Ventilatoren gemäß DIN EN 16282

gut erreichbar und leicht zu reinigen sind. Gleichzeitig soll das Gerät die Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Räume re-



gulieren. Speziell für RLT-Geräte in Großküchen hat ebm-papst die EC-Radialventilatoren der „RadiPac“-Baureihe modifiziert. Dabei wurden der Motor und die Steuerelektronik gemäß den Richtlinien aus dem Luftstrom genommen. So wird der Aufbau einer fett- bzw. ölhaltigen Schicht auf dem Motor oder der Steuerelektronik wirkungsvoll vermieden. Durch den im Ansaugbereich des Ventilators

herrschenden Unterdruck wird über eine Schlauchleitung kühle Umgebungsluft angesaugt, die den EC-Motor kühlt. Die Ventilatoren werden in den Baugrößen 400, 450 und 560 angeboten.

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

Magnetventil optimiert Heißgasabtauung

Danfoss

Die Heißgasabtauung ist eine weit verbreitete und effiziente Methode zur Enteisung von Verdampfern in industriellen Kälteanlagen. Um die Anlagensicherheit zu erhöhen, hat Danfoss mit dem zweistufigen Magnetventil „ICSH“ eine Lösung entwickelt, die die Heißgaseinleitung nach eigenen Angaben effizient steuert. Um das Risiko von Flüssigkeitsschlägen zu verringern, wird der Ventilquerschnitt in zwei Stufen freigegeben. Dabei stellt die „ICSH“-Standardkonfiguration sicher, dass die vollständige Öffnung des Ventils erst dann stattfindet, wenn die erste Stufe zuvor aktiviert wurde. Die stufige Öffnung durch das „ICSH“-Hauptventil wird über zwei „EVM-NC“-Magnetventil-Piloten erreicht. Die Zeitverzögerung zwischen den beiden Schritten wird entweder über eine SPS oder einen Timer gesteuert. Sobald das „EVM-NC“ in



Stufe eins aktiviert wird, öffnet das Hauptventil auf ca. 20% der maximalen Durchflusskapazität. Erst nach einer vordefinierten Verzögerung wird ein weiteres „EVM-NC“ für die zweite Stufe aktiviert und öffnet das Ventil vollständig. Das zweistufige „ICSH“-Magnetventil ist auf der „ICV“-Plattform aufgebaut. Lediglich der Kopfdeckel macht den Unterschied.

Das neue ICSH-Ventil erhöht die Sicherheit und optimiert die Kälteanlage durch:

➤ Reduzierung des Risikos von

- Flüssigkeitsschlägen
- Einfache Installation und Wartung
- Flexibilität – „ICSH“-Kopfdeckel können auch an bereits montierten „ICS“-Ventilen mit Magnetventilfunktion nachgerüstet werden
- Reduzierung des Montageaufwands, keine zusätzliche parallele Montage einzelner Ventile notwendig
- Einfache Auslegung mit dem Berechnungsprogramm „Coolselector2“
- Kompakte Bauweise und Platzersparnis

Danfoss GmbH
 Kältetechnik
 63004 Offenbach/Main
 069 97533-044
kaelte-info@danfoss.com
www.danfoss.de/kaelte
<http://danfoss.de/icf>

Kompakter Chiller für die Produktion

Pfannenberg

Pfannenberg hat mit dem luftgekühlten Wasser-/Glykol-Chiller „PC 2500“ eine Standard-Lösung in kompakter Bauform entwickelt. In seiner Leistungsklasse von 2,5 kW ist der „PC 2500“ auch für den Einsatz in sehr warmen Umgebungen bis +50 °C ausgelegt. Aufgrund seiner kompakten Konstruktion eignet er sich besonders für Anwendungen im Bereich von Werkzeugmaschinen oder Produktionsanlagen. Weitere Einsatzbereiche sind z.B. die Fertigungs- und Labortechnik und die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung wie z.B. die industrielle Röntgentechnik.

Herzstück des Chillers ist eine leistungsstarke Pumpe mit hoher Energieeffizienz und geringer Lautstärke. Der Chiller wird mit dem Kältemittel R 134a betrieben. Ein weiterer Vorteil des neuen Gerätes liegt darin, dass es aufgrund der eingesetzten Microchannel-Technologie mit einer geringen Menge an Kältemittel gefüllt ist.



Der „PC 2500“ ist neben der Basis-Variante in drei weiteren Konfigurationen erhältlich, basierend auf den von Pfannenberg inzwischen bei allen Standardgeräten eingeführten Produktmerkmalen „Hydraulic Protection“, „Smart Cooling“ und „Precision Cooling“. Alle Geräte der Baureihe verfügen über einen eisenfreien Hydraulikkreislauf sowie serienmäßigen Pumpenschutz gegen Trockenlauf und Überdruck.

Pfannenberg Europe GmbH
 21035 Hamburg
 040 73412-0
support@pfannenberg.com
www.pfannenberg.com/de

More than cold.

KÄLTETECHNIK FÜR EXTREME EINSATZFÄLLE

INDIVIDUELLE LÖSUNGEN FÜR TIEFSTTEMPERATUREN BIS -120 °C

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

L&R Kältetechnik GmbH & Co. KG
 Hacherer Strasse 90a-c
 59846 Sundern-Hächen • Germany
 T +49 2935 9652 0
info@lr-kaelte.de • www.lr-kaelte.de

Vakuumentgaser steigern Leistung und Effizienz

Flamco

Luft in geschlossenen Kühlsystemen schmälert neben dem Komfort auch deren Leistung. Die Vakuumentgaser „Vacumat Basic“ und „Vacumat Eco“ von Flamco befreien mittels Druckabsenkung das Wasser von gelösten Gasen und speisen zudem automatisch nach. Auf diese Weise verlängert sich die Lebensdauer der Anlagen. Der „Vacumat Eco“ mit drehzahlgesteuerter Pumpe bringt eine noch bessere Leistung bei noch größeren Ener-



gieeinsparungen. Zu verdanken ist dies der vollautomatischen Systemüberwachung mittels Sensoren, die kontinuierlich Temperatur und Druck messen und somit das effektivste Vakuum errechnen. Sensoren optimieren den Entgasungsprozess und vermeiden so die Entstehung von Wasserdampf. Nur die im Wasser gelösten Gase werden abgeschieden. Vorteilhaft ist auch die automatische Standby-Funktion: Die Sensoren erkennen, wie viel

Gas im Anlagenwasser verbleibt. Ist dieses gasfrei, schaltet sich der Automat für 24 Stunden ab und startet erst dann wieder einen Testlauf. Flamco liefert beide Vakuumentgaser vollständig vormontiert und anschlussfertig.

Flamco GmbH
40822 Mettmann
02104 80006-20
info@flamco.de
www.flamco.de

Flüssigkeitskühler mit drehzahlgeregelten Verdichtern

Carrier

Carrier hat die Einführung einer neuen Baureihe an Flüssigkeitskühlern angekündigt: die „AquaForce Vision 30KAV“ mit „Greenspeed“-Intelligenz. Die ersten Geräte sollen Kühlleistungen von 500 kW bis 1100 kW erbringen und erreichen damit eine hohe saisonbezogene Effizienz. Die Geräte sind mit drehzahlgeregelten Schraubenkompressoren und drehzahlgeregelten Ventilatoren ausgestattet. Zur Auswahl stehen dabei AC- und EC-Modelle. Auch eine Pumpe mit variabler Drehzahlregelung ist auf Anfrage erhältlich. Die „AquaForce Vision 30KAV“ passt die Kühlleistung und den Wasserstrom automatisch an die



jeweiligen Gebäudelasten und sonstigen Umgebungsbedingungen an. Die neuen Flüssigkeitskühler bieten einen SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) von bis zu 5,5 im Kühlbetrieb und einen EER (Energy Efficiency Ratio) von bis zu 3,49 bei Volllast.

Damit kann der Energieverbrauch gegenüber den Geräten der „30GX“-Serie um bis zu 40 % gesenkt werden. Künftig wird auch das Modell „AquaForce Vision PUREtec 30KAVZE“ erhältlich sein, das durch den Einsatz des Kältemittels R1234ze ein sehr niedriges Treibhauspotential (GWP) bietet. Schließlich soll die Produktreihe noch um Modelle mit einer Kühlleistung von bis zu 1800 kW erweitert werden.

Carrier GmbH + Co KG
85716 Unterschleißheim
089 321540
carrier.gmbh@carrier.utc.com
www.carrier.de

Kaltwassersätze mit R1234ze

Stulz

Die Stulz GmbH erweitert ihr Produktportfolio um Kaltwassersätze der „CyberCool 2 ze“-Serie. Die „ze“-Kaltwassersätze sind als luftgekühlte Variante erhältlich und für den Betrieb mit klimaschonendem R1234ze



ausgelegt. Sie sind in verschiedenen Leistungsgrößen von 300 bis 1000 kW lieferbar und bieten eine zuverlässige, effiziente Kühlung für mittelgroße und große Rechenzentren sowie für Telekommunikations- und Industrieanwendungen. Des Weiteren ist die „ze“-Serie zur Reduzierung der Schallemissionen mit baugrößenmaximierten EC-Ventilatoren und schallgekapselten Kompressoren ausgestattet. Aufgrund der dynamischen Regeltechnik unterstützt der „CyberCool 2“ zudem eine indirekte freie Kühlung und die „intelligente“ Umschaltung zwischen Kompressorbetrieb sowie

indirekter Freikühlung ermöglicht einen ressourcenschonenden Betrieb. Durch die „Mix-Mode-Boost“-Technologie werden 100 % der DX-Register-Flächen genutzt, ohne die Ventilatorzahl regulieren zu müssen, und Microchannel-Wärmetauscher in Voll-Aluminium-Ausführung mit Luftleitblechen sorgen für eine bestmögliche Anströmung der inneren Registerelemente.

Stulz GmbH
22457 Hamburg
040 5585-0
info@stulz.de
www.stulz.de

Luftgekühlte Wasserkühlmaschine

Trane

Das Modell „RTAF G“ von Trane, eine Marke von Ingersoll Rand, ist eine Ergänzung der Reihe luftgekühlter Wasserkühlmaschinen mit Schraubenverdichtern „Sintesis“, bietet eine Leistung bis 1700 kW und ist gut geeignet für Aufstellflächen mit geringem Volumen. Es kann mit Kältemitteln der nächsten Generation betrieben werden, z.B. R1234ze mit einem Treibhauspotential von nahezu 0. Die modular aufgebauten Wasserkühlma-

schinen lassen sich flexibel an die Kundenanforderungen anpassen und sind mit allen geltenden Ökodesign-Vorschriften der EU unter der ErP-Rahmenrichtlinie 2009/125/EG konform.

Trane Deutschland GmbH
46049 Oberhausen
0208 9994-0
info@trane.de
www.trane.de



Für explosionsgefährdete Bereiche

Trox

Das vorgefertigte RLT-Gerät „X-Cube Ex“ der Trox GmbH – erhältlich in einer normalen Version, einer wetterfesten Ausführung



und als Hygienegerät – erfüllt alle Anforderungen der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU und die Voraussetzungen, die in der ATEX-Richtlinie 1999/92/EG beschrieben sind. Diese regelt die Mindestanforderungen zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch Ex-Atmosphären gefährdet werden können. Das raumlufttechnische Gerät ist speziell konzipiert für den Einsatz etwa in der petrochemischen Industrie, in Kraftwer-

ken oder Entsorgungsbetrieben, die diesen Richtlinien unterliegen. Der „X-Cube“ ist auch als ATEX-Gerät frei konfigurierbar und entspricht den Anforderungen an höchste Energieeffizienz.

Trox GmbH
47504 Neukirchen-Vluyn
02845 202-0
trox@trox.de
www.trox.de

Kaltwassersatz mit GWP 1

Johnson Controls

Der Kaltwassersatz „York YZ“ von Johnson Controls wird mit R1233zd(E) betrieben. Die Vorteile des Kältemittels sind: Effizienz, Sicherheit, Verfügbarkeit beim Kältemittelhersteller und ein GWP von 1. Der Kaltwassersatz arbeitet mit einem integrierten drehzahlveränderbaren Antrieb und mit modernster Magnetlagertechnologie, d.h. mit einer einzigen, in einem Magnetfeld aufgehängten beweglichen Baugruppe, die nicht geschmiert werden muss. Er ist kostengünstig durch die Nutzung der Off-Design-Bedingungen und arbeitet mit der niedrigen Kühlwasser-Eintrittstemperatur von 4,5 °C. Das optimierte einstufige Design

ermöglicht „Real-World“-Energieeffizienz. Der Kaltwassersatz kann auch mit Kühlwassertemperaturen betrieben werden, die niedriger sind als die Verdampfer-Temperaturen, was einen wasserseitigen Economiser überflüssig macht; dadurch vereinfacht sich das System, es werden weniger Platz für den Maschinenraum benötigt und Einsparungen ermöglicht bei den Komponenten, Leitungen, Steuerungen und bei der Wartung.

Johnson Controls Systeme & Service GmbH
Gottlieb-Daimler-Straße 8
68165 Mannheim
0621 468-0
torsten.nadolski@jci.com
www.johnsoncontrols.de



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



Quelle: Vressmann

Viel Ware auf möglichst geringer Stellfläche

Im neuen Schmidt's Markt XL der Edeka-Gruppe Südwest in Bad Säckingen, Baden-Württemberg, wird das Einkaufen zum Erlebnis. Der neue Edeka-Markt mit 3000 m² Verkaufsfläche eröffnete im Januar 2018 und punktet mit Markthallenflair: große Auswahl, Regionalität und vor allem eins – Frische. Insgesamt 35 Kühl- und Tiefkühlmöbel sorgen im neuen Markt für perfekt gekühlte Lebensmittel.



Quelle: Remko

Einsatzbedingungen von Kaltwasser-Klimasystemen

Klimageräte werden in vielen Gebäuden eingesetzt, um eine Temperaturreduzierung und/oder eine Verringerung der Luftfeuchtigkeit zu erzielen. Dies kann sowohl Menschen als auch Maschinen zugute kommen. Der Beitrag stellt hierfür geeignete Kaltwasser-Klimasysteme und ihre Einsatzbedingungen vor.

Schäden durch Schwingungen vermeiden



Quelle: ebm-papst

Ventilatoren werden in der Regel auf Herz und Nieren geprüft und müssen sich beim Hersteller in langen Dauertests und unter harten Bedingungen bewähren. Dennoch passiert es, dass es in der Praxis bereits nach deutlich weniger Betriebsstunden als in den technischen Unterlagen angegeben, zu Ausfällen kommt. Ein typischer Schaden sind beispielsweise zerstörte Motorlager. Ursache dafür sind meist Schwingungen, bedingt durch die Einbausituation.

bau||verlag

Wir geben Ideen Raum

KKA – Kälte Klima Aktuell

37. Jahrgang 2018

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)
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 80-97109,
E-Mail: leserservice@bauverlag.de

Marketing & Vertrieb

Michael Osterkamp

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 Veröffent-
lichungen werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt.
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Ab-
bildungen 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 Bau-
verlages finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de.

Druck

Druckerei und Verlag Peter Pomp GmbH,
Gabelsbergerstraße 4,
46238 Bottrop



Hier finden Sie den richtigen Anbieter.

🔍 Anbieter finden:

» Anbieter finden

 mehr als 4000 Anbieter

 zahlreiche Produktgruppen

 1 Plattform

JETZT

ALLES NEU!

KKA

BRANCHENBUCH der
KÄLTE- und KLIMATECHNIK

www.KKA-Branchenbuch.de

GIPFELSTÜRMER

stemmen gemeinsam Großes.
Auch bei Kälte und Klima im
mittleren und großen Format sind wir
Ihr Ansprechpartner.

Lassen Sie sich von uns beraten und
profitieren Sie von unserer langjährigen
Erfahrung.

Sie erhalten eine individuell auf Sie
zugeschnittene Lösung, die moderne,
energiesparende und kosteneffiziente
Kältetechnik vereint.

