

Fachaufsatz, erschienen in ähnlicher Form in KKA Kälte Klima Aktuell 5/2015, S. 40–42.  
White Paper der Eckelmann AG, Wiesbaden

## CO<sub>2</sub>-Kältetechnik mit Wärmerückgewinnung und BHKW Energiekonzept für großes SB-Warenhaus

Am 19. September 2014 eröffnete Globus ein neues SB-Warenhaus in Koblenz-Bubenheim. Der Markt verfügt über eine Verkaufsfläche von 10.000 m<sup>2</sup> auf zwei Geschossen. Im Obergeschoss werden Drogerie- und Nonfood-Artikel angeboten, im Erdgeschoss findet sich das äußerst vielseitige Lebensmittel-Sortiment. Der Markt setzt auf CO<sub>2</sub>-Kältetechnik mit Wärmerückgewinnung und BHKW zur dezentralen Versorgung mit elektrischer und thermischer Energie.

### Geballte Kühlpower

Das SB-Warenhaus in Koblenz-Bubenheim ist deutschlandweit der modernste Globus-Markt. Globus hat insgesamt 40 Mio. Euro in den Markt investiert. Die Bauzeit betrug knapp ein Jahr. Das Sortiment des Marktes umfasst rund 80.000 Artikel. Das Angebot an frischen und gekühlten Produkten ist besonders umfangreich und wird großzügig präsentiert. Die Abteilung für Obst- und Gemüse umfasst allein 600 m<sup>2</sup> – vielen Supermärkten steht eine solche Fläche für ihr gesamtes Sortiment zur Verfügung. Die Käsetheke mit Bedienung und SB-Theken zur Selbstbedienung stellt ein besonderes Highlight dar. Die Käse-Insel (Bild 1) verfügt allein über Kühltheken und Regale mit einer Länge von 24 m sowie ein verglastes Kühlhaus, rund 400 Käsesorten werden dort angeboten. Die Metzgerei bietet den Kunden eine große Auswahl an 80 Fleisch- und Wurstspezialitäten, aus der eigenen Produktion vor Ort. Der Frischfisch wird auf einem Crushed-Eis-Bett präsentiert.



Bild 1: Käsetheke (Foto: Globus SB-Warenhaus)

Insgesamt wurden NK-Möbel (für Molkereiprodukte etc.) mit einer Gesamtlänge von über 170 m installiert (Bild 2), sowie über 70 m TK-Möbel. Die NK-Kühlmöbel wurden mit Isolierglastüren der Firma Remis ausgestattet, die TK-Truhen mit Glasschiebedeckeln der Firma Behr, was die Energieeffizienz der Kühlung signifikant steigert; je nach Türöffnungsfrequenz können durch diese Maßnahme 20 bis 60 % Energie eingespart werden, im Vergleich zu nicht-verschließbaren Möbeln.



Die Firma Elektro- und Kältebau Moersch GmbH aus Saarburg ([www.ek-moersch.de](http://www.ek-moersch.de)) hat die gesamte Kältetechnik für den Globus-Markt geplant und basierend auf den durch das Planungsbüro ITGB aus Dinslaken ([www.itgb.de](http://www.itgb.de)) ausgearbeiteten Ausschreibungs- und Planungsunterlagen umgesetzt. Es wurden Kühlmöbel der Firmen Epta, JBG2 und Schweitzer Ladenbau eingesetzt. Die komplette MSR-Technik für die Kälteanlagen ist mit dem „E\*LDS“-Regelungssystem der Wiesbadener Eckelmann AG ([www.eckelmann.de](http://www.eckelmann.de)) realisiert.



Bild 2: NK-Kühlmöbel mit Isolierglastüren (Foto: Globus SB-Warenhaus)



Bild 3: NK-Kühlmöbel mit Isolierglastüren (Foto: Globus SB-Warenhaus)

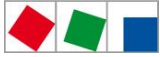


Bild 4: R744 transkritisches Booster-System mit Verdichtern von Bitzer (Foto: Compact)

Die zur Kühlung erforderliche Kälteleistung liefert eine innovative transkritische CO<sub>2</sub>-Booster-Verbundanlage der Firma compact Kältetechnik GmbH ([www.compact-kaeltetechnik.de](http://www.compact-kaeltetechnik.de)) aus Dresden (Bild 4). Vier parallel geschaltete TK-Verdichter liefern eine maximale Kälteleistung von 86 kW ( $t_0 = -32\text{ °C}$ ). Für Normkühlung sind sechs Verdichter mit einer Gesamtleistung von 345 kW im Einsatz ( $t_0 = -8\text{ °C}$ ).

## Wärmerückgewinnung im großen Maßstab

Ein großer Teil der Verflüssigungsenthalpie kann über Wärmetauscher zurückgewonnen werden. Die Wärmerückgewinnung passt sich dabei dem aktuellen Wärmebedarf an, nach den Maßgaben der Gebäudeleittechnik. Die Wärme wird zum Erwärmen von Heiz- und Brauchwasser genutzt. Zwischen NK-Verdichtern und Verflüssiger sind dazu jeweils zwei Wärmetauscher (Vorenthitzer und Enthitzer) parallel und mit Bypässen geschaltet, die dem Heißgas die Wärme entziehen. Über die Wärmerückgewinnung kann das ganze Jahr über ein großer Teil des Heizbedarfs energieeffizient gedeckt werden. Die maximal verfügbare thermische Leistung der Wärmerückgewinnung liegt bei ca. 360 kW.



## Kraft-Wärme-Kopplung als Ergänzung

Globus setzt in seinen SB-Warenhäusern schon seit vielen Jahren erfolgreich BHKW ein. Hierbei lag der Schwerpunkt auf der optimalen thermischen Führung. In einem großen Warenhaus mit einem kontinuierlich hohen Bedarf an Wärme für die Warmwasserbereitung, wie z.B. durch die eigene Metzgerei, stellt die Einbindung eines wärmegeführten BHKW zur Kraft-Wärmekopplung (KWK) eine besonders interessante Option dar. Energie- und Gebäudetechnik, Kälteanlage, Wärmerückgewinnung und Pufferspeicher müssen dazu aber adäquat ausgelegt sein und bedarfsoptimiert und aufeinander abgestimmt geregelt werden, um z.B. auch bei Lastspitzen oder im Teillastbetrieb den besten Wirkungsgrad zu erzielen. Durch die Kopplung der Wärme- und Stromerzeugung wird ein höherer Gesamtwirkungsgrad erzielt als bei der getrennten Erzeugung von Strom (im Kraftwerk) und Wärme (vor Ort in der Heizungsanlage). Das eingesetzte BHKW erreicht einen Gesamtwirkungsgrad von 96 % (ohne Brennwertnutzung). Der von den BHKW-Modulen erzeugte Strom kann größtenteils selbst verwendet werden, der Rest wird in das Stromnetz eingespeist, insbesondere nachts, wenn der Strombedarf geringer ist. Um Lastspitzen bei der Wärmeversorgung zuverlässig bedienen zu können, bewirtschaftet das BHKW einen 5000 Liter fassenden Pufferspeicher.

## Energien innovativ verbunden

Zusätzlich zur Wärmerückgewinnung aus der Kälteanlage (Kälte-Wärme-Kopplung) und dem BHKW wurde als dritte Wärmequelle ein Brennwertkessel von Buderus aufgestellt, der über eine thermische Nennleistung von 240 kW verfügt. Zur Speicherung der Abwärme aus der Kälteanlage wurde ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 3000 Litern aufgestellt. Über die Puffersysteme werden die Heizungssysteme bedarfsoptimiert mit Wärme versorgt (Flächenheizungen, Heizregister, Trinkwasserbereitung), auch hier nach Planung des Büros ITGB.

Bild 5 zeigt eine konzeptionelle Übersicht zu den im Globus-Markt eingesetzten Energieformen (Pfeile), ihrer Nutzung (Kreise) und die beteiligten Gewerke (Rechtecke). In das innovative Energiekonzept wurde auch eine Photovoltaik-Anlage mit einer installierten Nennleistung von 421 kW<sub>peak</sub> integriert.

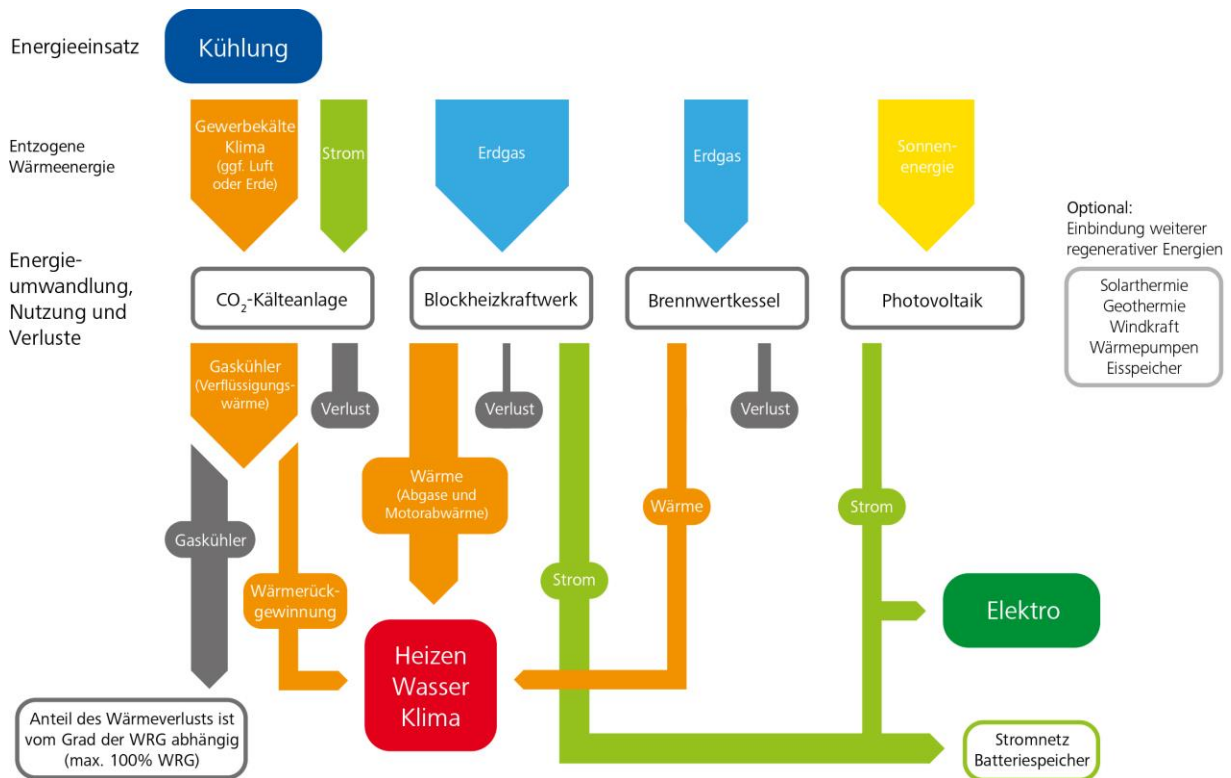
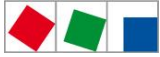


Bild 5: Gewerkeübergreifend Kälte, Wärme und Strom vernetzen. (Grafik: Eckelmann AG)

## CO<sub>2</sub>-Booster-Systeme mit WRG optimal regeln

Regelungstechnisch stellt die Wärmerückgewinnung aus einem transkritischen CO<sub>2</sub>-Booster-System besondere Anforderungen, die übergeordnete Aufgabe übernimmt daher eine multifunktionale, frei programmierbare „GLT 3010“-Steuerung, die im „E\*LDS“-System voll integriert ist.

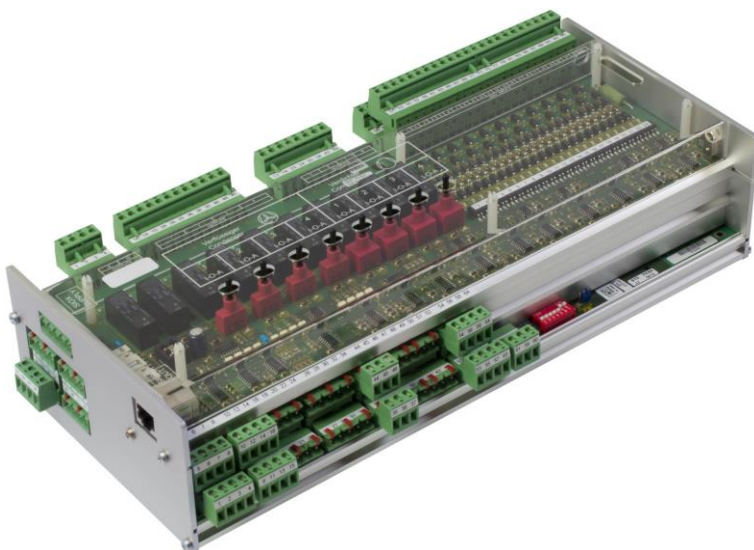
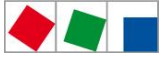


Bild 6: E\*LDS Verbundsteuerung VS 3010 CT für transkritische CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen (Foto: Eckelmann AG)



Die speziell für den transkritischen CO<sub>2</sub>-Betrieb entwickelte Verbundsteuerung „VS 3010 CT“ (Bild 6) regelt im Einzelnen den Saugdruck (ND), den Mitteldruck (MD über den Druck im Kältemittelsammler), den Hochdruck (HD) und den Gaskühler. CT steht für „CO<sub>2</sub> transkritisch“. Alle Funktionalitäten für den transkritischen Betrieb wurden in die Steuerung integriert. Dadurch wird eine hohe Betriebssicherheit und Regelgüte erzielt. Mit anderen Worten: Es sind keine separaten Komponenten notwendig, die z.B. den Gaskühlerkreis regeln, und die Regelung ist damit völlig unabhängig von evtl. Störungen der Feldbus-Kommunikation.

Über einen Analogeingang der „VS 3010 CT“ kann per 0-10 V-Signal der Sollwert für die Wärmerückgewinnung (WRG) stufenlos an die Anforderungen des Gebäudes angepasst werden. Im TK-Niederdruckbereich der Booster-Anlage wird die Verbundsteuerung des Typs „VS 3010 TK“ eingesetzt.

## Erfolgsfaktor Kältetechnik im Lebensmittelhandel

Im Lebensmittelhandel wird Energie zu einem immer wichtigeren Wettbewerbsfaktor. Primär verantwortlich dafür sind die steigenden Energiepreise und der wachsende Bedarf an Kühlung. Denn die Nachfrage insbesondere für Tiefkühlprodukte wächst weiter stark und das Sortiment an gekühlten und tiefgekühlten Produkten wird immer umfangreicher.

Investitionen in energieeffiziente Technik sind daher ein wichtiger Grundstein für einen langfristigen Geschäftserfolg. Allen voran betrifft dies die Kältetechnik als Gewerk mit dem größten „Energiebedarf“ und an zweiter Stelle die Beleuchtung, gefolgt von Heizung, Klima und Lüftung, Warmwasserbereitung. Bei einem Lebensmittelsupermarkt entfallen heutzutage im Schnitt ca. 45 % der Stromkosten auf die Kühlung, der zweitgrößte Stromverbraucher ist die Beleuchtung mit einem Anteil von ca. 28 % – im Non-Food-Bereich sogar 60 %.<sup>1</sup> Auch der Einsatz energiesparender LED-Leuchtmittel ist daher ein zentraler Hebel, um Energiekosten zu senken. Da LED-Leuchtmittel weniger Wärme abstrahlen, reduzieren sie nebenbei auch den Wärmeeintrag in Kühlmöbel durch die Beleuchtung, was wiederum die Kühllast reduziert.

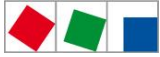
Energieeffizientere Konzepte für die Kühlung und die integrierte Nutzung der vorhandenen Abwärme zum Heizen und zur Brauchwassererwärmung sind besonders wirksame Strategien, um die Betriebskosten langfristig zu minimieren. In der Supermarktkältetechnik setzen sich solche Integralsysteme mit einem intelligenten, gewerkeübergreifenden Kälte-Wärme-Management als Standard durch.

Globus ist bei seinem neuesten SB-Warenhaus in Koblenz-Bubenheim noch einen Schritt weiter gegangen, und hat als zusätzliche Wärmequelle zwei thermisch geführte BHKW-Module aufgestellt, die den Markt auch in der Energieversorgung mit Strom unabhängiger machen und die Energieeffizienz insgesamt steigern. Die Nutzung von selbst erzeugtem Solarstrom wirkt sich außerdem positiv auf die Energiebilanz des Marktes aus. Durch die ganzheitliche regelungstechnische Verknüpfung aller Gewerke und Subsysteme zur Energieversorgung und Umwandlung erreichen die technischen Systeme eine besonders hohe Energieeffizienz.

Für die Umsetzung des innovativen Energiekonzept eines transkritischen CO<sub>2</sub>-Booster-Systems mit WRG hat die Firma Elektro- und Kältebau Moersch GmbH eng mit seinen Technologiepartnern und Systemlieferanten Eckelmann AG und compact Kältetechnik GmbH kooperiert.

---

<sup>1</sup> Siehe EHI-Studie „Energiemanagement im Einzelhandel“ (2010) [www.stores-shops.de/technik/detail/Controller/Article/nachhaltig-handeln.html](http://www.stores-shops.de/technik/detail/Controller/Article/nachhaltig-handeln.html), abgerufen: 27.04.2015



## Autoren:

Jens Uwe Meyer, Kälteanlagenbauermeister und stellv. Leiter des Vertriebs für Kälte- und Gebäudeleittechnik der Eckelmann AG, Wiesbaden

Dominik Moersch, Projektleiter und Geschäftsführer der Moersch – Elektro- und Kältebau GmbH, Saarburg

## Kontakt:

Eckelmann AG  
Berliner Straße 161  
65205 Wiesbaden  
Telefon: +49 (0)611 7103-0  
E-Mail: [info@eckelmann.de](mailto:info@eckelmann.de)  
Internet: [www.eckelmann.de](http://www.eckelmann.de)

Moersch- Elektro- und Kältebau GmbH  
Im Hagen 13  
54439 Saarburg  
Telefon: +49 (0)6581 3863  
E-Mail: [info@ek-moersch.de](mailto:info@ek-moersch.de)  
Internet: [www.ek-moersch.de](http://www.ek-moersch.de)