



Kühlmöbel im EDEKA Böers

Das Ganze im Blick

Das auf Kälte-, Klima- und Wärmerückgewinnungstechnik spezialisierte Planungsbüro ecoplan in Bielefeld hat letztes Jahr für den neuen Edeka Aktiv Markt Böers bei Bielefeld die gesamte Kältetechnik und Gebäudeautomation konzipiert. „Als Energie-Effizienz-Planer verstehen wir Energie als Kreislauf“, erklären die Geschäftsführer Hans-Joachim Behrendt und Heinz Werner Pölkner. Die ganzheitliche MSR-Technik wurde von der Wiesbadener Eckelmann AG realisiert.

- Energieeffizienz
- Ganzheitliches Regelungskonzept
- CO₂-Kälteanlage

EDEKA LEBENSMITTELMARKT MIT DURCHGÄNGIGEM REGELUNGSKONZEPT

Energie im Kreislauf

Der chinesische Großkaufmann und Philosoph Lü Buwei schrieb vor fast 2300 Jahren: „Kälte und Hitze, Nässe und Trockenheit sind Gegensätze, und doch bringen sie in gleicher Weise den Menschen Nutzen. Es gibt nicht nur einen Weg, den Menschen zu nützen, man muss nur alles zu seiner Zeit tun.“ Die heutigen Kaufleute haben dies auch erkannt. Durch Abwärmenutzung aus Kälteanlagen lässt sich die Energieeffizienz eines Lebensmittelmarktes erheblich steigern. Das folgende Beispiel zeigt, wie in einem EDEKA Lebensmittelmarkt die CO₂-Kälteanlage und die Gebäudeautomation zu einem durchgängigen System verknüpft werden. Frank Uhlemann, Wiesbaden, und Heinz Pölkner, Bielefeld



Bild 1: Der EDEKA-Markt Böers

Der Regelungstechnik kommt hierbei eine zentrale Rolle zu. Sie sorgt dafür, dass Wärme und Kälte immer zur rechten Zeit, am rechten Ort und im rechten Maß bereitgestellt wird. Die elektrische Leistungsaufnahme einer Kälteanlage kann durch moderne Regelungstechnik und die Integration von Wärmerückgewinnung schätzungsweise um 35 Prozent gesenkt werden. Besonders bei der Regelung von Wärmerückgewinnungsprozessen muss für eine optimale Bewirtschaftung des Wärmespeichers oder von Heizregistern der Kältekreislauf auf den Wärmebedarf abgestimmt werden. Nur mit Regelungstechnik, welche die Schnittstelle zur Wärmebereitstellung für Trink- und Heizwasser oder für Heizregister effektiv koordiniert, können die vorhandenen Potenziale voll ausgeschöpft werden.

„Bei der Auswahl geeigneter Technologien geht es um eine Betrachtung aller Systeme. So entstehen innovative Lösungen, die bestehende Anlagentechnik und aktuelle Entwicklungen gewerkeübergreifend zu einem Gesamtsystem vereinen. Um die reibungslose Funktion dieses Gesamtsystems zu gewährleisten und alle Optimierungspotenziale zu nutzen, konnten wir die Herren Böers davon überzeugen, die Regelung der Gebäudetechnik dem System der Kälteanlage anzupassen“, erläutern die Geschäftsführer des Planungsbüros ecoplan in Bielefeld, Hans-Joachim Behrendt und Heinz Werner Pölkner.



Bild 2: Frischetheke im EDEKA Böers

Bei der Kältetechnik entschied man sich für eine transkritische CO₂-Kälteanlage der Carrier Kältetechnik Deutschland GmbH. Diese Technologie hat sich in unseren Breiten mittlerweile einen festen Platz erobert. Der Trend geht hin zu reinen CO₂-Anlagen (R744) und sog. Hybridanlagen (R744 / R430). Das natürliche Kältemittel



Dr.-Ing. Frank Uhlemann,
Leiter des Geschäftsbereichs
Kälte- und Gebäudeleittechnik,
Eckelmann AG, Wiesbaden



Heinz Pölkner,
geschäftsführender
Gesellschafter,
Ecoplan GbR, Bielefeld

CO₂ bietet u. a. den Vorteil, dass ein größerer Anteil an Abwärme für die Wärmerückgewinnung genutzt werden kann – verglichen z. B. mit R404a oder R134a. Insbesondere im transkritischen Bereich kommt der Wärmerückgewinnung die stark gleitende Temperatur bei isobarer Abkühlung zugute. Im transkritischen Betrieb lässt sich Wasser von 10 °C auf bis zu 90 °C erwärmen.



Bild 3: Verdichter

Unabhängig von den hervorragenden thermodynamischen Eigenschaften von R744 spricht für seinen Einsatz, dass es einen geringen GWP-Wert (R744: GWP = 1; Global Warming Potential) im Vergleich zu herkömmlichen halogenierten Kältemitteln hat (GWP = 2000 bis 4000). Deshalb wird die Verbreitung dieser Technologie auch durch die Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums besonders gefördert. Außerdem schädigt R744 nicht die Ozonschicht, was ein entscheidender Nachteil halogener Kohlenwasserstoffe ist (Kälteanlagen-Leckagen).

Um die Vorteile von R744 voll ausschöpfen zu können, bedarf es eines ganzheitlichen Ansatzes zur Integration der Kältetechnik in eine umfassende Gebäudeautomation. Das Regelungssystem E•LDS der Eckelmann AG bietet sich für solche Aufgaben besonders an, da das Regelungssystem für die Kältetechnik über eine standardisierte Speicherprogrammierbare Steuerung ELC 55 und Feldbusmodule aus dem Hause Eckelmann zu einem durchgängigen Gebäudeleitsys-

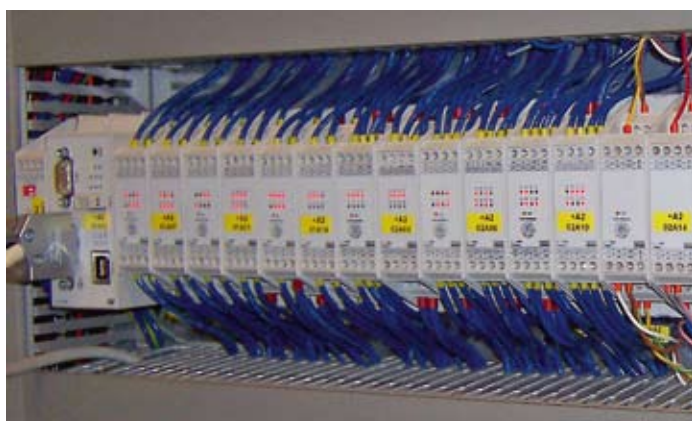


Bild 4: Speicherprogrammierbare Steuerung ELC55 (links) und Feldbusmodule



Bild 5: Schaltschrank für die Kälteanlage und die Gebäudeleittechnik

tem ausgebaut werden kann. Damit lassen sich alle Gewerke zentral regeln, die normalerweise über autarke Regelungssysteme verfügen, wie Heizung, Zentrallüftungsanlage oder Beleuchtung. Die ca. 20 zusätzlichen Messpunkte für das Monitoring dieser Pilotanlage werden kostengünstig mit speziellen Temperaturonzeichnungsreglern (UA 300 L) und NTC-Fühlern erfasst. Die Ingenieure der Eckelmann AG haben das gesamte Engineering für die MSR-Technik des Marktes übernommen.

Wärmerückgewinnung ausgereizt

In dem Edeka Markt wird so der gesamte Energieverbrauch zentral gemanagt: von der Kälteanlage über die Abwärmenutzung für die Trinkwassererwärmung, Heizung und Lüftung bis hin zur Beleuchtungsanlage. Alle Gewerke lassen sich über einen zentralen Marktrechner oder am PC und ein spezielles Bedientableau für die Gebäudeleittechnik überwachen und bedienen. Bild 6 zeigt das vereinfachte Fließbild der Kälteanlage (Boosterschaltung, zwei Gaskühler für die Wärmerückgewinnung, Außenkühler, Unterkühlung des Kältemittels).

Aus kältetechnischer Sicht ist die aktive Unterkühlung des Kältemittels erwähnenswert: Ein spezieller Regler für elektronische Expansionsventile (UA 300 E UK) sorgt für eine optimale Unterkühlung und verbessert damit den COP-Wert der Kälteanlage. Zum einen lässt sich die Verdampfungs-temperatur um 2–4 Kelvin anheben, zum zweiten wird eine weitere Absenkung der Kondensations-temperatur bis auf ca. 15 °C ermöglicht (bei entsprechender Außen-temperatur).

Die Wärmerückgewinnung über die beiden Enthitzer ist mit der Verdichterregelung gekoppelt. So kann immer sichergestellt werden, dass ausreichend Abwärme bereitgestellt wird. Die MSR-

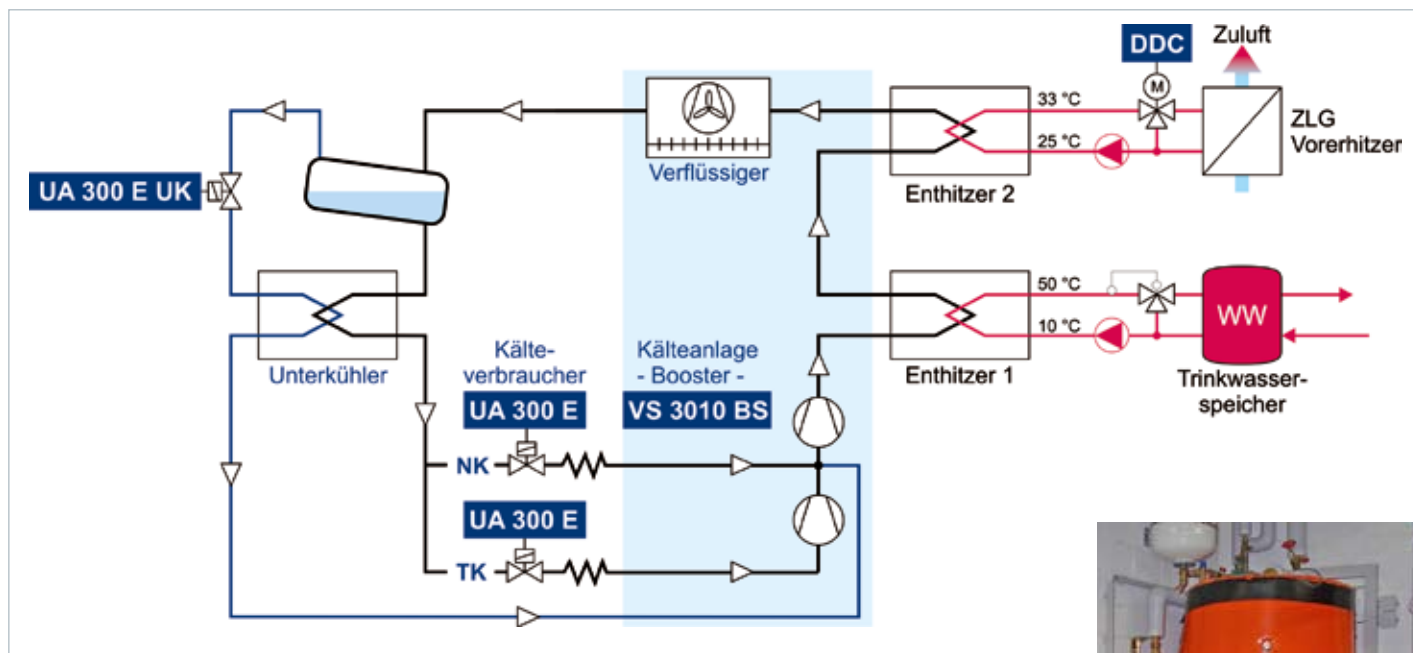


Bild 6: Fließbild der Kälteanlage mit Wärmerückgewinnung



Bild 7: Wärmespeicher

Technik steuert die entsprechenden Umschaltventile in der CO₂-Kälteanlage an. Die Abwärme wird zuerst zur Bewirtschaftung eines Wärmespeichers (450l) für Trinkwasser mit inliegendem Gaskühler herangezogen. Das Trinkwasser wird durch die Abwärme auf bis zu 60°C erwärmt (Vorlauf-temperatur ca. 10°C). Reicht die Abwärme nicht aus, kann entweder der Verdichterenddruck angehoben oder mit einer Elektropatrone nachgeheizt werden. Das Zuschalten der Elektropatrone wird allerdings sehr selten und dann überwiegend nur für die Legionellenschaltung benötigt.

Heizen und Lüften

Die übrige Abwärme wird je nach Bedarf in einem weiteren Gaskühler an das Heizregister der zentralen Lüftungsanlage abgegeben (Vorlauf-/Rücklauf-temperatur: 25°C/33°C). Aus Sicherheitsgründen (mögliches Entweichen von CO₂ in die Verkaufsräume bei einer Havarie) gibt das Heißgas seine Wärme nicht direkt im Lüftungs-



Bild 8: Außenkühler

kanal ab; stattdessen ist ein Kreislauf mit einem Wasser-Glykolgemisch zwischengeschaltet. In der Übergangszeit kann ausschließlich mit der Abwärme aus der Kälteanlage geheizt werden – erst sehr spät bzw. früh im Jahr wird der Heizkessel zu- bzw. abgeschaltet. Die Heizperiode verkürzt sich dadurch signifikant. Die übrige, technisch nicht nutzbare Kondensationsenthalpie wird schließlich über einen Außenkühler an die Umwelt abgegeben.

Durch die Verkürzung der Heizperiode kann außerdem elektrische Energie für den Betrieb der Heizungsumwälzpumpe eingespart werden, die einen erheblichen Anteil am gesamten Stromverbrauch hat. Ohne eine zentrale, vorausschauende Gebäudeleittechnik wäre dies unmöglich. Gebäudeleittechnik bedeutet eine möglichst vollständige Integration aller Gewerke. Nur so lassen sich die zahlreichen Vorteile einer Automatik voll ausschöpfen: In der Regel ist dies wesentlich effizienter, als wenn der Mensch in Regelkreise eingreift, wie hier am Beispiel der frühzeitigen Abschaltung von Pumpen erläutert wurde.

Für die Regelung der Kälteanlage und der Gebäudeautomation werden nicht nur die Außentemperatur und die Raumtemperaturen herangezogen, sondern auch die Luftfeuchtigkeit.

An repräsentativen Stellen im Markt wird mittels CO₂-Sensoren die Luftqualität gemessen. Die Lüftungsanlage wird auf dieser Datenbasis bedarfsgerecht betrieben, indem über die Stellung der Außenluftklappen stets für einen optimalen Luftaustausch gesorgt wird und nicht mehr als nötig wertvolle Wärme aus dem Gebäude entweicht. Dadurch kann die Energiebilanz des Marktes weiter optimiert werden. Die Freigabe der Lüftungsanlage wird zentral über die Öffnungszeiten des Marktes geregelt und vollautomatisch der Witterung angepasst.

„Smart thermal grids“ gehört die Zukunft

Für intelligente Stromnetze hat sich in jüngster Zeit der Begriff der „smart grids“ (Intelligentes Stromnetz) durchgesetzt. Smart grids umfassen die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern, elektrischen Verbrauchern und Netzbetriebsmitteln in Energieübertragungs- und -verteilungsnetzen der Elektrizitätsversorgung.

Vieles davon ist dank Automatisierungstechnik auf ähnliche Weise im „Mikrokosmos Supermarkt“ heute bereits Realität – nur dass wir es hier zusätzlich mit einem anspruchsvollen „smart thermal grid“ zu tun haben, das alle Wärmetransporte modelliert und steuert. Zu den „smart grid“-Funktionalitäten des E•LDS-Systems zählen z. B. das Lastabwurfmanagement oder vorausschauende Energiespar-Algorithmen.

Eine der Hauptaufgaben eines „smart thermal grids“ besteht in der optimalen Steuerung aller Wärmeübergänge an gewerkebezogenen Systemgrenzen, wie hier am Beispiel der Abwärmenutzung aus der Kälteanlage gezeigt. Dies ist nur mit einer kompromisslos zentralen Steuerung möglich, die etwa die Sommer/Winter-Umschaltung der Heizung mit der Kälteanlage koordiniert oder exergetische Verluste durch die Lüftungsanlage minimiert und gleichzeitig für eine optimale Luftqualität sorgt. ■