

INTEGRIERTES HEIZUNGS- UND KÄLTEKONZEPT FÜR SUPERMÄRKTE

Brunnenwasser zur Beheizung, Kühlung und Effizienzsteigerung der CO₂-Kälteanlage

Der weltweite Energiebedarf wird in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Das wird wiederum zu höheren Energiepreisen führen. Um diesen entgegenzuwirken, kann eine effiziente Heizung, Lüftung und Gewerbekälte den Kostendruck erheblich mindern. In den vergangenen Jahren sind Supermärkte überwiegend mit konventionellen Wärme- und Kältekonzepten ausgerüstet worden. Dabei werden die haustechnischen Anlagen und die Gewerbekälteanlagen getrennt voneinander geplant. Die Nutzung von Brunnenwasser in Verbindung mit einer CO₂-Kälteanlage und einer Wärmepumpe ist ein integriertes Anlagenkonzept. Andreas Pries, Rhede

Einem Zitat von Henry Ford folgend „Wer immer tut, was er schon kann, bleibt immer das, was er schon ist“, entschied sich die Familie Rentschler in Dornhan für ein solches Konzept: Das Brunnenwasser in Verbindung mit einer Wärmepumpe zu nutzen, nur um den Markt zu beheizen, ist eine effiziente Möglichkeit, aber keine besonders wirtschaftliche. Es sind hohe Investitionen erforderlich, sodass sich Amortisationszeiten von deutlich mehr als zehn Jahren ergeben. In Verbindung mit einer transkritischen CO₂-Kälteanlage ergeben sich deutlich kürzere Amortisationszeiten von vier bis sechs Jahren.

Vor- und Nachteile bei der transkritischen CO₂-Kälteanlage

Gegenüber den heute üblichen Kaskaden (CO₂/R134a) und R404a-Systemen für die Normal- und Tiefkühlung, ergeben sich einige Vor- und Nachteile bei der transkritischen CO₂-Kälteanlage¹. Der Einsatz einer transkritischen CO₂-Anlage als Boosteranlage führt im Winter normalerweise zu einer besseren, im Sommer zu einer schlechte-



Der EDEKA-Markt der Familie Rentschler in Dornhan

ren und in der Übergangszeit zu einer etwa gleichen Leistungszahl gegenüber einer R404a-Kälteanlage.^{2,3}

Eine Ökoeffizienzstudie⁴ über Supermarktkältesysteme, durchgeführt von dem britischen Institut SKM Enviros im Auftrag des europäischen Industrieverbands EPEE, analysiert und vergleicht die Leistung von CO₂- und HFKW-Technologien im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Aus der Studie geht hervor, dass die transkritische CO₂-Anlage in der Supermarktkälte bei Außentemperaturen bis 15°C den geringsten Energieverbrauch der insgesamt vier untersuchten Technologietypen hat. Es sollte also versucht werden, CO₂ auf eine Umgebungstempera-

turen <15°C zu halten. Das betrifft ca. 25 Prozent der jährlichen Laufzeit⁵.

Bei CO₂-Kälteanlagen bestimmt sich im transkritischen Bereich (bei Außentemperaturen >26°C) die Effizienz über die Austrittstemperatur am Gaskühler. Das CO₂ kann dann nicht mehr verflüssigt werden. Zu jeder Austrittstemperatur aus dem Wärmeübertrager kann ein optimaler Druck bestimmt werden. Daher wird die Austrittstemperatur gemessen, der optimale Hochdruck berechnet und am Expansionsventil (vor dem Sammler) eingestellt⁶.

Im subkritischen Bereich (bei Außentemperaturen <26°C) bestimmt sich die Effizienz, wie bei HFKW-Anlagen, über die niedrigste mögliche Kondensationstempe-



Dipl.-Ing. Andreas Pries,
Ing.-Büro Genesis, Rhede
Energieberatungen

ratur. Im subkritischen Bereich sollte also möglichst niedrig verflüssigt werden. Die transkritische Betriebsweise im Sommer führt, im Vergleich zu HFKW-Anlagen, immer zu schlechteren Leistungszahlen. Das betrifft aber nur weniger als fünf Prozent der jährlichen Laufzeit⁵.

Vorteil von Brunnenwasser: niedrige und konstante Temperatur

Um den Energieverbrauch auch bei höheren Außentemperaturen (>15°C) zu optimieren, bietet sich die Nutzung von Brunnenwasser an. Der Vorteil ist die gleichbleibende, relativ niedrige und konstante Temperatur im Sommer wie im Winter. Mit dem Brunnenwasser wird das CO₂ nach dem Wärmeübertrager und vor dem Expansionsventil abgekühlt. Dadurch ist es möglich, die Kälteanlage ganzjährig als subkritische Kälteanlage mit niedrigsten Kondensationstemperaturen zu betreiben. Bei höheren Außentemperaturen ergeben sich dadurch höhere Leistungszahlen und damit ein geringerer Energieverbrauch.

Falls die Leistung des Brunnens abnimmt oder die Pumpen ausfallen, kann die gesamte Wärmeleistung über den Gaskühler abgefahren werden. Die Anlage ist daher als transkritische Anlage ausgelegt. In dem Diagramm ist beispielhaft zu erkennen, dass die Gastemperatur von CO₂ deutlich unter der Außentemperatur liegt. Daraus resultiert eine Effizienzsteigerung.

Mit CO₂-Kälteanlagen lässt sich, auch im subkritischen Bereich, sehr gut Wasser erwärmen. Daher wird das Brauchwasser über einen Enthitzer, der dem Gaskühler vorgeschaltet ist, ganzjährig erwärmt.



Mini-VRF-System Einfach und flexibel

FS MULTI

FS Multi ist die neue, einfach zu installierende Mini-VRF-Baureihe von Panasonic. Sie bietet Außengeräte mit Leistungen von 11,2 bis 28 kW in Ein- und in Dreiphasen-Ausführung und demonstriert damit die Erfahrung von Panasonic im Bereich industriell genutzter VRF-Systeme.

Ob hohe Betriebssicherheit oder hohe Energieeffizienz, FS Multi von Panasonic wird selbst bei extremen Temperaturen den vielfältigsten Ansprüchen gerecht. Bis zu 16 Innengeräte können an ein einziges Außengerät angeschlossen werden. Es stehen 6 Innengeräte-Typen mit Leistungen von 2,2 bis 12,5 kW zur Verfügung. Zu ihnen gehören auch die Wandgeräte im schicken Ethera-Design, die sich sowohl für gewerbliche als auch für private Anwendungen eignen.

FS Multi bietet mit insgesamt 34 verschiedenen Innengeräte-Modellen eine maximale Flexibilität.

FS Multi – die ideale professionelle Lösung.

JEDES DETAIL ZÄHLT.



Im Winter: Wärmequelle Brunnenwasser

Im Winter oder in der Übergangszeit wird das durch die Kälteanlage erwärmte Brunnenwasser als Wärmequelle für die Wärmepumpe (Wasser/Wasser) genutzt. Gegenüber reinen Luft/Wasser-Wärmepumpen ergeben sich deutlich höhere jährliche Leistungszahlen (COP >4). Die statischen Heizflächen und die Register in den Lüftungsgeräten wurden mit einer Temperaturspreizung von 40/35°C ausgelegt.

Im Sommer: kostengünstig kühlen

Das Brunnenwasser eignet sich im Sommer außerdem als eine kostengünstige Möglichkeit zur aktiven Kühlung des Marktes. Das wiederum reduziert bei hohen Außen- und Raumtemperaturen im Markt die Belastung der Kühlmöbel.

Fazit

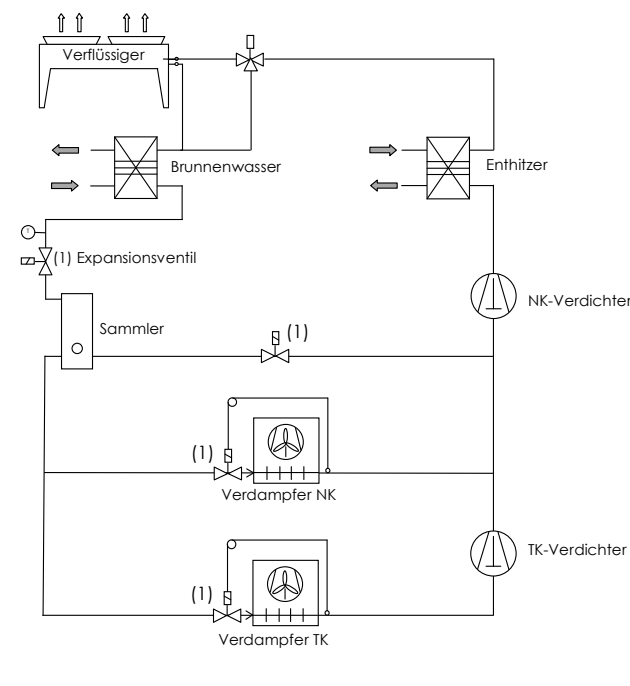
Zusammenfassend ergibt sich durch eine gemeinsame Nutzung des Brunnenwassers zur Beheizung, Kühlung und zur Effizienzsteigerung der CO₂-Kälteanlage ein effizientes Gesamtkonzept. Außerdem werden im Markt keine fossilen Brennstoffe wie Gas oder Öl genutzt, um Wasser zu erwärmen. Selbst bei Außentemperaturen von -20°C ergeben sich Leistungszahlen bei der Wärmepumpe von >4.

	R404a	R134a/CO ₂	CO ₂	Bemerkungen
Energieverbrauch	0	+	+	Im Jahresdurchschnitt
Investitionskosten	0	-	- (+)	Mit BAFA-Förderung ergibt sich ein Vorteil bei CO ₂
Umweltbelastung	0	+	+	CO ₂ ist ein natürliches Kältemittel
Wartungskosten	0	-	-	
Betriebssicherheit	0	-	-	
Wärmerückgewinnung	0	0	+	Bei CO ₂ hohe Druckgastemperaturen
Kältemittelkosten	0	+	+	

R404a Anlage mit zwei getrennte Kreisläufe in TK und NK.
R134a/CO₂-Kaskade mit R134a im NK und CO₂ im TK
CO₂-Anlage als Einkreisanlage (Boosteranlage, transkritisch)

o = Referenz
+ = Vorteil
- = Nachteil

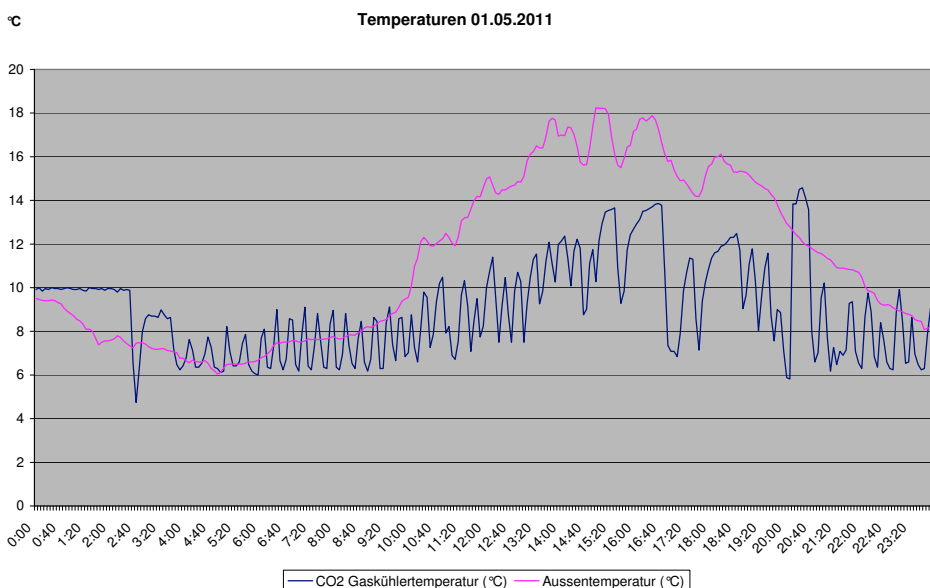
Vereinfachtes Prinzipschaltbild



Für ein perfektes Ergebnis ist eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen der Gewerbekälte und der Haustechnik erforderlich. Ein entscheidendes Auslegungskriterium ist die Wärmeleistung, die im Sommer vom Brunnenwasser abgeführt werden kann. Diese Leistung und die elektrische Leistung der Brunnenwasserpumpen bestimmen wesentlich die Amortisationszeit der Gesamtanlage. Dafür sind umfangreiche technische Klärungen

vor der eigentlichen Vergabe der Aufträge notwendig.

Die Detailplanung und die Montage des oben beschriebenen Konzeptes im Edeka Rentschler wurden von der Firma Epta Deutschland in Mannheim in enger Zusammenarbeit mit der Firma Busam aus Oberkirch-Nußbach durchgeführt. ■



- 1 Bundesumweltamt (2008), Vergleichende Bewertung der Klimarelevanz von Kälteanlagen und -geräten für den Supermarkt
- 2 Dr. Gernemann (2003), Konzeption, Aufbau und energetische Bewertung einer zweistufigen CO₂-Kälteanlage, Dissertation
- 3 Kauffeld, Prof. Dr.-Ing. (2008), Trends und Perspektiven für Supermarkt-Kälteanlagen, KI Kälte Luft Klimakälte
- 4 Industrieverband EPEE (2010), Studie zur Ökoeffizienz von Supermarktkälteanlagen
- 5 DIN 4710, Meteorologische Daten
- 6 Anwendungshandbuch Danfoss, CO₂-Kältesystem für den Lebensmitteleinzelhandel