

Realisierung von Kosten-Einsparpotentialen durch konsequente Anwendung innovativer Anlagenkonzepte

Supermarktkühlung

Wolfgang Zaremski, Maintal

Enormer Kostendruck hat in den vergangenen Jahren die großen deutschen Handelsketten immer häufiger dazu bewogen nur die Anlageninvestitionskosten als Entscheidungskriterium für die Technikauswahl zu sehen. Fast gänzlich unbeachtet blieben die nicht unerheblichen Aufwendungen für den laufenden Betrieb, die Wartung und die Instandsetzung.

Die Supermarktlandschaft in Deutschland

Der Markt wird in Deutschland von den großen Supermarktketten dominiert. Die TOP 8 beherrschen 90 % des Marktes. Die großen Player sind ALDI, EDEKA, Lidl, Metro, Norma, REWE, Spar und die Tengelmann-Gruppe. Insgesamt werden ca. 25 000 Märkte betrieben. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Anzahl der bestehenden Märkte und die bevorzugte Anlagentechnik für die Lebensmittelkühlung, sowie einen Hinweis auf die erforderliche Kälteleistung. Die Discounter und die Super- bzw. Bedien-Märkte mit bis zu 1000 m² Verkaufsfläche dominieren. Die

zum Autor
Dipl.-Ing. Wolfgang Zaremski, Direktor Verkauf bei der Copeland GmbH, Niederlassung Frankfurt



Hyperstores sind im Gegensatz zum übrigen Europa in Deutschland kaum anzutreffen.

Die Technik

In der Regel wird bei den typischen Discountmärkten die erforderliche Kälteleistung durch konventionelle luftgekühlte Verflüssigungssätze (Bild 1) erzeugt. Bei größeren Supermärkten und Hyperstores werden fast ausnahmslos Verbundanlagen (Bild 2) eingesetzt. Die kältetechnische

Markttyp	Bestehende Märkte	Um/Neubauten pro Jahr	Erforderliche Kälteleistung für die Lebensmittelkühlung	Durchschnittl. Betriebszeit in Jahren	Bevorzugte Technik
Hyperstores	250-300	15 bis 30	NK To=-10°C 120-300kW TK To=-35°C 35-70 kW	16 bis 20	Verbundanlagen
Super- oder Bedien-Märkte	10000	600 bis 1000	NK To=-10°C 25-100kW TK To=-35°C 10-35 kW	7 bis 16	Verbundanlagen Verflüssigungssätze
Discounter	14000	1250 bis 2000	NK To=-10°C 15-20kW TK To=-35°C 8-10 kW	7 bis 16	Verflüssigungssätze

Tabelle 1 Eine Übersicht über die Supermarktlandschaft in Deutschland

In diesem Beitrag werden Lösungsansätze zur Verringerung der vorgenannten Kostenblöcke vorgestellt. Gleichzeitig soll der Umweltaspekt kritisch betrachtet werden. Besonders die Beeinflussung des TEWI-Wertes ist hierbei von großem Interesse, da die durchschnittliche Betriebsdauer der Anlagen zwischen 12 und 16 Jahre beträgt.

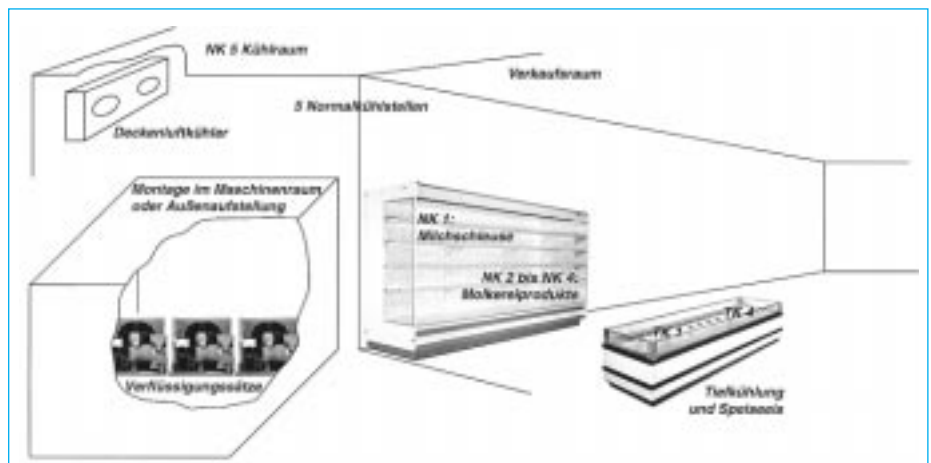
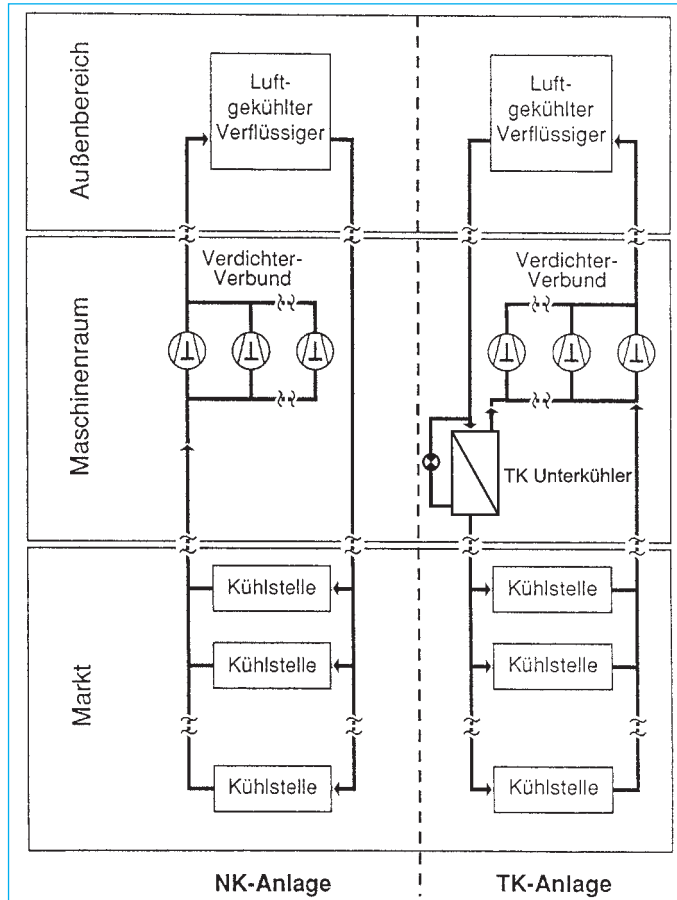


Bild 1 Typischer Discountmarkt mit 4 Tiefkühl- und 5 Normalkühlstellen

Bild 2 Verbundanlagenkonzept für Supermärkte; System: Direkteinspritzung mit Sicherheitskältemittel



elektronisch gesteuerte Expansionsventile die konventionellen Expansionsventile abgelöst. In Verbindung mit einer Datenfernübertragung kann der Betreiber oder Servicebetrieb damit Schwachstellen frühzeitig erkennen und geeignete Maßnahmen zur Kompensierung einleiten.

Anforderungen der Betreiber

Vielfach werden immer noch als Entscheidungskriterien für die Technikauswahl neben den Investitionskosten maximal die zu erwartenden Betriebskosten, unterteilt in Energie- bzw. Rep./Wartungskosten, zugrunde gelegt. Wobei die Energiekosten für die Kältetechnik nicht unerheblich sind. Inklusive Verkaufsmöbel liegt dieser Anteil (Bild 3) bei ca. 50 % bis 60 %. Für die Auswahl des optimalen Systems sind die vorgenannten Kriterien aber nicht ausreichend. Zur Ermittlung der Kosten Kältetechnik über die durchschnittliche Lebensdauer eines Supermarktes von 12 bis 16 Jahre betrachtet, müssen auch die verdeckten Kosten stärker Beachtung finden. Kaum bis gar nicht berücksichtigt werden Aufwendungen für Eigen- oder Fremdpersonal bei notwendigen Reparaturarbeiten und Verkaufsverluste als Folge von Anlagenstörungen.

Mangelnde Anlagenflexibilität führt bei Umbauten zu längeren Geschäftsschließungen als notwendig mit den daraus resultierenden Verkaufseinbußen.

In Bild 4 sind die wichtigsten Entscheidungskriterien der Zukunft in der Übersicht dargestellt. Nicht vergessen werden darf die Umweltverträglichkeit. Der TEWI-Wert kennzeichnet nicht nur die

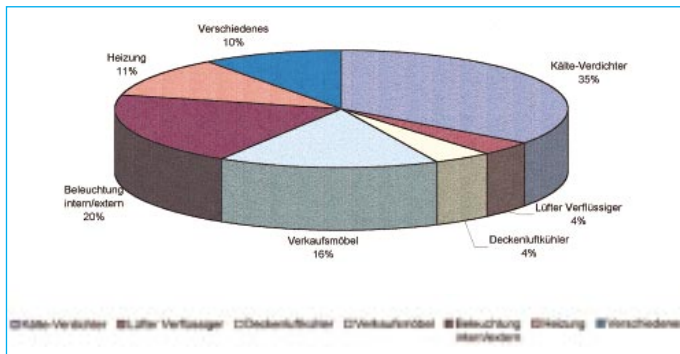


Bild 3 Energieverbrauch im Supermarkt

Regelung ist angepaßt an die Aufgabenstellung. Einzelne Kühlstellen in Verbindung mit luftgekühlten Verflüssigungsätzen werden mit einer simplen Temperaturüberwachung im Ein-/Ausbetrieb gefahren. Thermostatisch gesteuerte Expansionsventile regeln die Kältemittelversorgung der Verdampfer. Elektronische Regler dagegen gehören bei Verbundanlagen zum Ausstattungsstandard. Bei größeren Anlagen haben vielfach schon heute

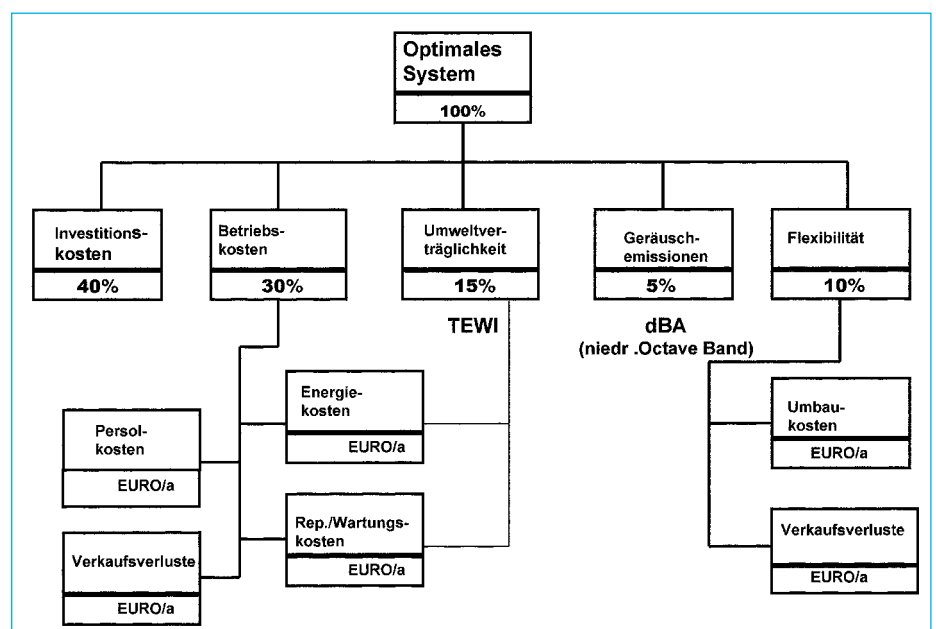
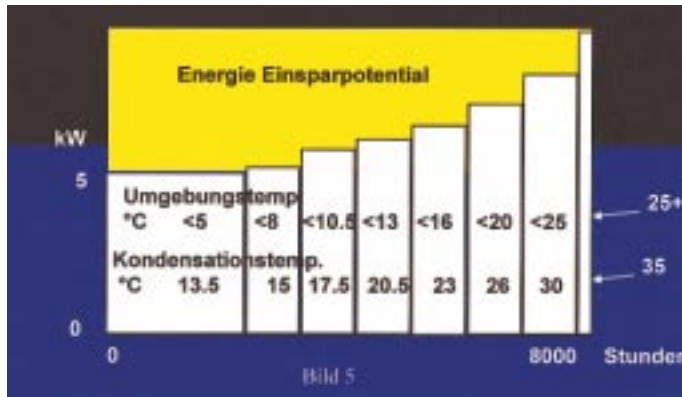


Bild 4 Entscheidungskriterien

Bild 5 Energieeinsparung bei niedrigen Kondensationstemperaturen



Umweltverträglichkeit. In hohem Maße beeinflusst dieser Wert auch direkt die Reparatur- und Energiekosten. Kältemittelverluste durch Leckageraten von 10 % pro Jahr sollten sicherlich der Vergangenheit angehören. Leckageraten < 3 % sind bei

Einsatz geeigneter Komponenten realistisch. Ebenso kann der hauptsächlich vom Verdichter abhängige Energieverbrauch durch Nutzung der Möglichkeiten moderner Regelungstechnik positiv beeinflusst werden.

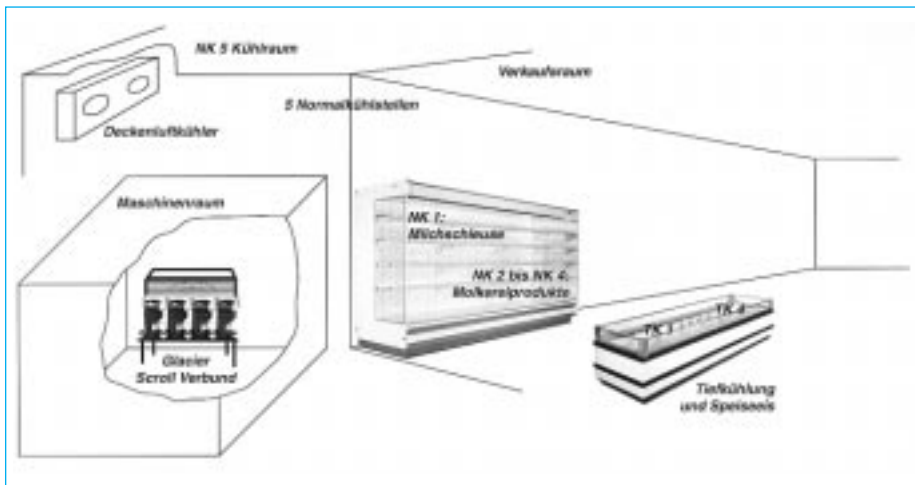


Bild 6 Typischer Discountmarkt mit 4 Tiefkühl- und 5 Normalkühlstellen

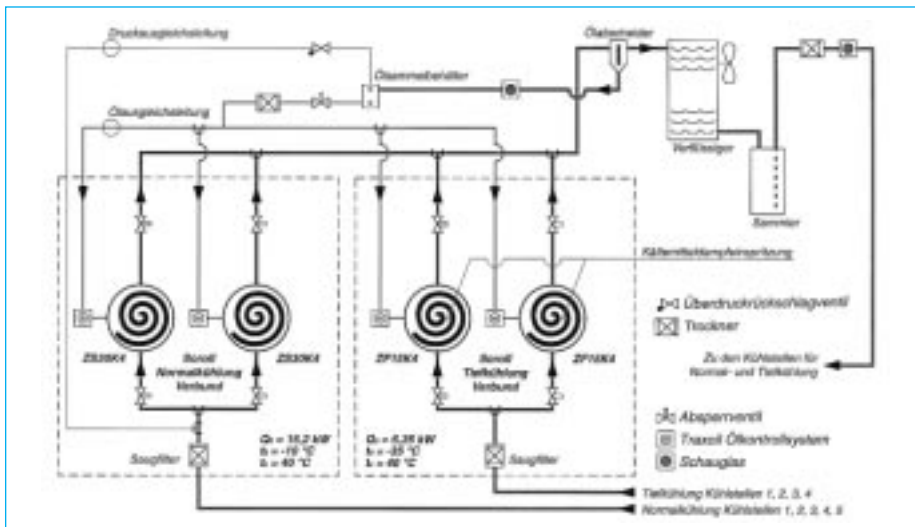


Bild 7 Kältekreislauf Scroll-Verbundanlage Normal- und Tiefkühlung; Prinzipschema ohne Sicherheitsorgane

Lösungsansätze

Schauen wir uns am Beispiel eines typischen Discount-Marktes die kältetechnische Ausrüstung im Detail an. Luftgekühlte Verflüssigungssätze für die Normal- und Tiefkühlung versorgen die Kühlstellen. Die Verflüssigungssätze sind häufig in engen Maschinenräumen mit eingeschränkter Abluftführung aufgestellt, so daß die Kondensationstemperaturen unnötig hoch sind. Bei Außenaufstellung werden die Kondensationsdrücke künstlich hochgehalten, um die Betriebssicherheit der Anlagen auch im Winter bei niedrigen Außenlufttemperaturen zu gewährleisten. Eine Nutzung des Verdichter-Energieeinsparungspotential (Bild 5), durch Anpassung der Kondensationstemperaturen an die niedrigen Außentemperaturen, ist nicht gegeben.

Die Verflüssigungssätze können leistungsmäßig zwangsläufig nicht immer auf den Kältebedarf der einzelnen Kühlstellen angepaßt werden. Vermeidbarer Anstieg des Energieverbrauchs ist die Folge.

Als preislich und energetisch äußerst attraktive Alternative bietet sich der Einsatz von Verbundanlagen mit Copeland Compliant-Scroll-Verdichter an. Bei dieser Lösung wird die erforderliche Kälteleistung von vier leistungsstarken aufeinander abgestimmten Gewerbe-Scroll (Bild 6 und 7) erzeugt. Auch eine Kombination von zwei Glacier-Scroll als Tandem (Bild 8) für die Normalkühlung und luftgekühlten Verflüssigungssätzen mit Scroll-Verdichtern für die Tiefkühlung bietet sich an.

Ein Vergleich der Kälteleistungszahlen verschiedener Verdichtertypen (Bild 9 und 10) im Arbeitspunkt $t_o = -35/t_c = 40$ °C unterstreicht die Wettbewerbsfähigkeit von Scroll-Verdichtern insbesondere unter Berücksichtigung der preislichen Gegebenheit.

Ein weiterer Schritt zur innovativen Technikköslung mit Nutzung des Energieeinsparpotentials wird der Einbau von elektronischen Expansionsventilen mit Kühlstellenreglern sein. Neu auf dem Markt ist ein elektronisches Expansions-

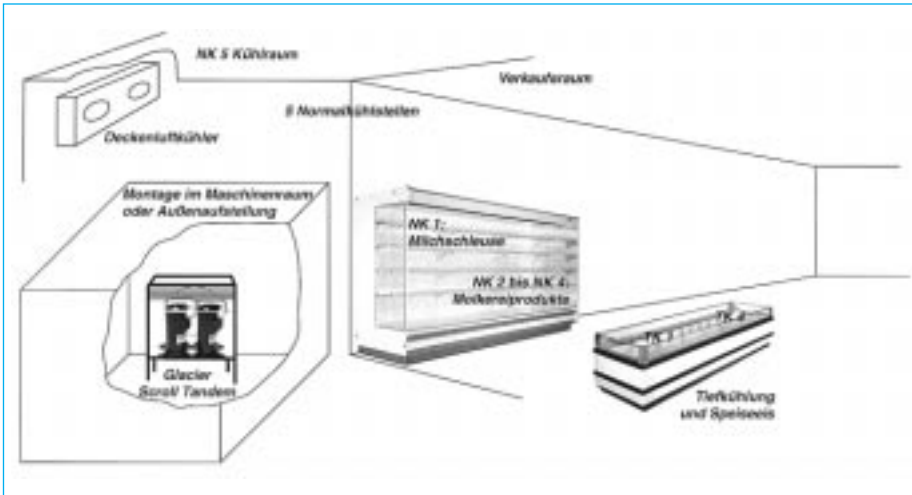


Bild 8 Typischer Discountmarkt mit 4 Tiefkühl- und 5 Normalkühlstellen

kleiner 15 °C künstlich hochgehalten werden, um eine einwandfreie Funktion des Expansionsventil sicher zu gewährleisten.

Da die Summenhäufigkeit der Temperaturen kleiner 15 °C aber bedeutend größer ist als oberhalb dieser Grenzlinie wird vorhandenes Einsparpotential durch Anpassung des Verflüssigungsdruck an die niedrigen Lufttemperaturen nicht genutzt und damit bares Geld verschenkt.

Für ein elektronisches Expansionsventil gilt diese Begrenzung dagegen nicht. Bei Einsatz von elektronischen Regel- und Steuerkomponenten kann der Verflüssigungsdruck gleitend mit der Außenlufttemperatur abgesenkt werden. Die möglichen Einsparpotentiale für die Normal- und Tiefkühlung sind in Bild 13 dargestellt. Gravierend sind auch die Betriebs-

ventil mit einem angepassten Kühlstellenregler (Bild 11) von ALCO Controls. Diese Kombination ist mit dem offenen Kommunikationsstandard ECHELON Lon Work ausgestattet und erlaubt eine Überwachung und Fernwartung mittels Datenfernübertragung. Aufgrund des außergewöhnlichen Preis/Leistungsverhältnis der ALCONET EX2/EC2-Einheit können auch bestehende Lebensmittelmärkte bei anstehenden Umbauarbeiten nachträglich zu vertretbaren Kosten damit ausgerüstet werden. Ungeahnte Möglichkeiten der Energieeinsparung können jetzt genutzt werden.

Das Ersparnis-Potential

Eine Betrachtung der in Deutschland üblichen Außentemperaturen am Beispiel Mannheim über die geordnete Jahresdauerlinie (Bild 12) zeigt die bisherigen Grenzen und neuen Möglichkeiten der Energieeinsparung deutlich auf. Bisher mußte bei Verwendung von thermostatisch gesteuerten Expansionsventilen der Verflüssigungsdruck bei Außenlufttemperaturen

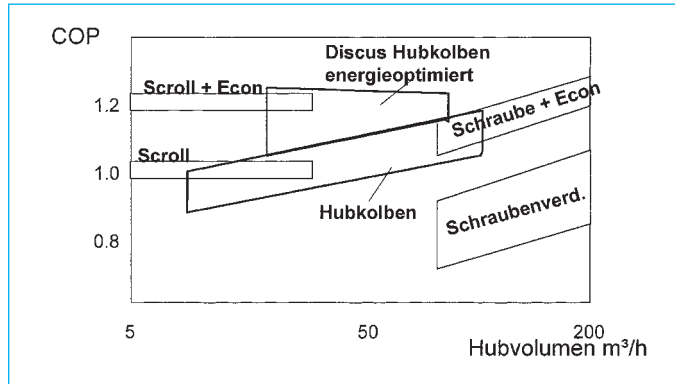


Bild 9 Kälteleistungszahl im Vergleich Supermarktkühlung

kostenvorteile. Bei konsequenter Nutzung der technischen Möglichkeiten kann z. B. bei der Tiefkühlung die Kosteneinsparung (Bild 14) bis zu 45 % betragen.

Bei konsequenter Nutzung der technischen Möglichkeiten kann z. B. bei der Tiefkühlung die Kosteneinsparung (Bild 14) bis zu 45 % betragen.

Ausblick

Die Anforderungen der Betreiber an die technische Ausrüstung werden in Zukunft noch stärker unter Kostengesichtspunkten festgelegt. Die ganzheitliche Betrachtungsweise der „Lifetime“ – Kosten wird stärker in den Vordergrund rücken. Die reinen Investitionskosten werden zweitrangig.

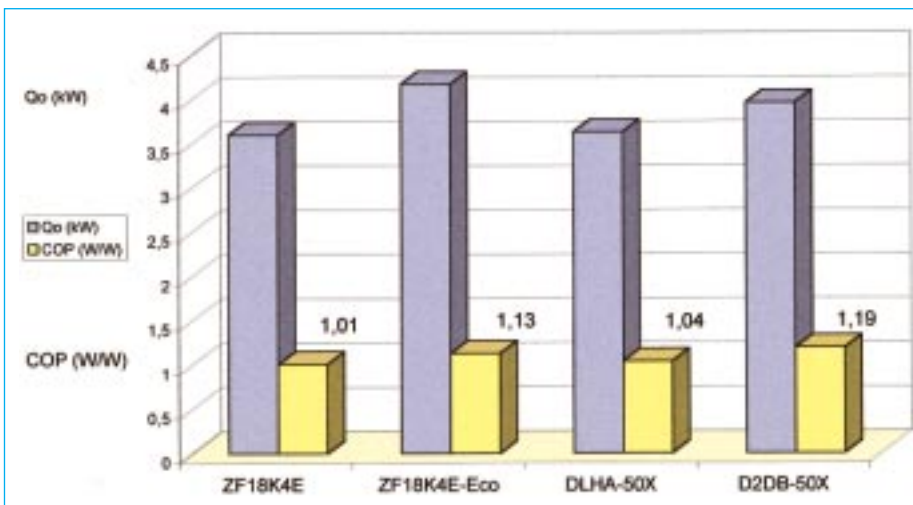


Bild 10 Vergleich der Leistungszahlen (COP) verschiedener DWM-Dopeland-Verdichterbaureihen (Auswahl to = -35 °C, tc = 40 °C, toh = 20 K, tu = 0 K, R 404 A)

Ersatz der konventionellen Technik durch zwei Komponenten

**EC2 ALCO NET
Kühlstellenregler**

**EX2 Pulsierendes
Expansionsventil**

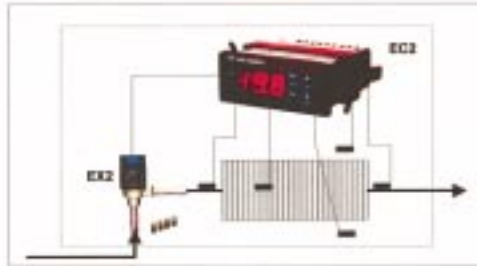


Bild 11 EC2/EX2; neue AlcoNet-Technologie

Die Datenfernübertragung wird zum Standard. Moderne Regelkomponenten zu erschwinglichen Preisen werden mit in die Kommunikationstechnik eingebunden. Monteureinsätze vor Ort werden dadurch minimiert. Vollwartungsverträge können somit zum Geschäft werden und nicht ein unkalkulierbares Risiko für den Servicebetrieb darstellen.

Wartungsverträge inklusive aller Reparaturkosten sind erst der Anfang. Warum soll nicht das Voll-Leasing der Anlage unter Einbeziehung aller Kosten, auch der Betriebs- und Ausfallkosten, nicht das logische Ergebnis sein. Der Trend geht in diese Richtung. Der Hauptansatzpunkt muß daher hier sein. □

Schon heute sind die Investitionskosten in die kältetechnische Ausrüstung im Vergleich zu den anderen Kostenblöcken aufgrund des jahrelangen Preisverfalls als gering zu bezeichnen.

Die Energiekosten und die Aufwendungen für Reparaturen und Wartung werden bei dieser Betrachtungsweise stark dominierend. Das Herzstück der Anlage, der Verdichter, muß energieoptimiert und langlebig sein. Im Fehlerfall sollte der Austausch mit minimalen Personaleinsatz erfolgen können. Kompakte Leichtgewichte sind daher gefragt. Copeland Glacier-Scroll-Verdichter erfüllen diese Anforderungen.

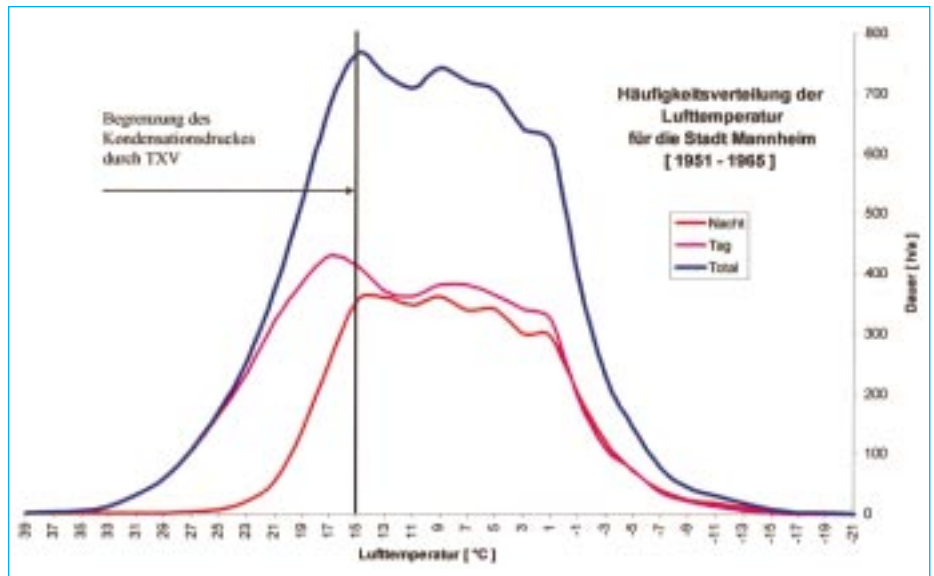


Bild 12 Lufttemperatur-Profile

• Normalkühlung ($t_0 = -15, t_{v1} = 25$)

t_c	Q_0	P_{el}
40	0	0
25	+20,9%	-34,3%
10	+26,7%	-41,6%

• Tiefkühlung ($t_0 = -30, t_{v1} = 25$)

t_c	Q_0	P_{el}
40	0	0
25	+19,5%	-35,3%
5	+25,9%	-44,5%

Bild 13 Energieeinsparung

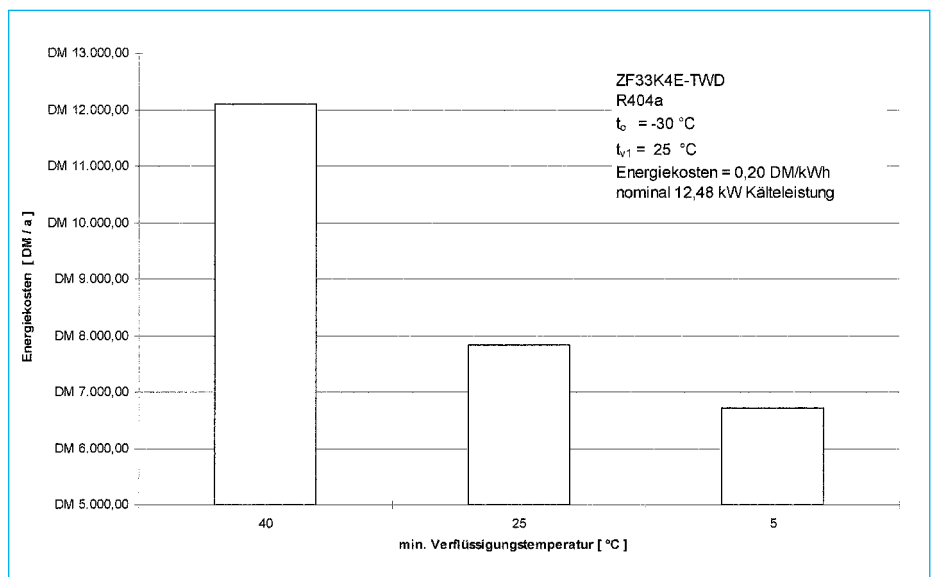


Bild 14 Energiekosten bei Tiefkühlung