

Erba-Kälte präsentiert Leistungsfähigkeit

# Optimale Komponentenkombination

Erba-Kälte präsentierte in drei als Anwenderschulung deklarierten Veranstaltungen seine Leistungsfähigkeit auf kälte-technischem Gebiet hinsichtlich der Bemühungen, die projektierten und gelieferten Anlagen mit optimal kombinierten Komponenten auszurüsten. Die Vorteile für den Kunden sind dabei offensichtlich, indem Planer und Ausrüster die Arbeit abgenommen bekommen, die sie sonst bei der Zusammenstellung der Komponenten zu einer guten Kälteanlage hätten.

Jeweils am 17. und 31. März in Magstadt und am 14. April in Meerane wurden je vier Vorträge geboten, die dem Arbeitsprogramm des Unternehmens entsprechen. Dabei wurden fünf Themen in unterschiedlicher Zusammenstellung behandelt, siehe blauer Kasten.

Den insgesamt etwa 85 Teilnehmern wurden aktuelle erzeugnisspezifische Informationen und allgemeingültiges technisches Wissen in guter Qualität und aufgelockerter Atmosphäre dargeboten. Es war darüber hinaus die Möglichkeit gegeben, am Vorführ- und Schulungsobjekt zur Demonstration der Vorteile des Kälteanlagenbetriebes mit Frequenzumrichter selbst zu probieren und die einzelnen Funktionen zu testen.



Firmenchef Erwin Backes und Michael Trauer (Technischer Leiter) bei der Eröffnung einer der Veranstaltungen

Im Mittelpunkt der Ausführungen stand natürlich die innovative Regelung von Anlagen mit Hubkolben- bzw. Schraubenver-

je geringer die jährliche Vollaststundenzahl einer Anlage ist. Damit ergibt sich die Hauptanwendung solcher Antriebe so-

M. Trauer, Erba-Kälte	KIMO-Frequenzumrichter der 2. Generation
M. Trauer, Erba-Kälte	Neue halbhermetische Schraubenverdichter der V-Serie
U. Adolph	Kriterien für einen langlebigen Verdichterbetrieb
R. Nattefort, Goedhart Cooling Equipment	Produktgerechte Verdampferauslegung bei Fleisch- und Obstkühlung
W. Grosch, Elektronik Controllers Dixel	Integration elektronischer Kühlstellenregler in Schaltanlagen

Themen der Erba-Anwenderschulungen

dichtern mittels der KIMO-Frequenzumrichter als Highlight des Erba-Programmes. Die Gewährleistung einer hohen Zuverlässigkeit der Verdichter unter allen Betriebszuständen steht damit in unmittelbarem Zusammenhang. Deshalb soll in diesem Report auch schwerpunktmäßig darauf eingegangen werden.

Das Modulsystem zur einfachen Installation von drehzahleregelten Verdichtern spricht hinsichtlich seiner Möglichkeiten für sich. Die Energieeinsparung ist das Hauptanliegen der Frequenzstellantriebe. Der dabei erzielte Effekt ist um so größer,

wohl in der Klimatechnik als auch in kältetechnischen Anwendungsfällen mit Lastschwankungen, wie z. B. bei der Supermarktkühlung.

Der vorteilhafte Effekt des Frequenzstellantriebes mit integrierter Softstartmöglichkeit wird beim Vergleich der verschiedenen üblichen Möglichkeiten der Leistungsanpassung deutlich sichtbar.



Am Versuchskältesatz konnten alle Funktionen des Frequenzumformers probiert werden

Die bisher übliche Verfahren, Ein-Aus-Betrieb, Zylinderabschaltung oder Polumschaltung des Antriebsmotors führen durch ihre Grobstufigkeit und ihre Beschränkung auf nur bestimmte Verdichterausführungen nicht zu energetisch optimal ausgelegten Anlagen. Insbesondere kann

*Erba's Technischer Leiter Michael Trauer setzt sich mit den verschiedenen Möglichkeiten der Leistungsregelung auseinander*



man kaum den Effekt der Anhebung des Verdampfungsdruckes bei Teillastbetrieb erreichen, und der Saugdruck schwankt im Regelbetrieb erheblich.

Falls man eine hohe Regelgüte mit kontinuierlicher Leistungsanpassung benötigt, wurde bisher vorwiegend der betriebstechnisch einfache und zuverlässige Heißgasbypaß gewählt. Dabei bezahlt man die regelungstechnischen Vorteile mit nahezu gleichbleibender Antriebsleistung über die gesamte Betriebszeit. Die Temperaturdifferenzen an Verdampfer und Verflüssiger ändern sich ebenfalls nicht, so daß auch der leistungsbestimmende Betriebszustand

unverändert beibehalten wird. Man muß dabei für klimatechnische Konditionen ohne Speichereffekte im Verlauf eines Betriebsjahres bis zu 60 % der Antriebsleistung ohne dafür gebotene Nutzkälteleistung aufwenden.

Bei Splitanlagen unterliegt diese Art der Regelung betriebstechnischen Schwierigkeiten wegen der räumlichen Entfernung von Heißgasanschluß und Verdampfer Eintritt, so daß dabei manchmal auf direkte Rückführung des Heißgases zur Saugseite des Verdichters zurückgegriffen wird. Das erfordert aber die zusätzliche Installation eines thermostatischen Nachspritzventils, gegebenenfalls mit Magnetventil und Rückschlagventil kombiniert.

Der frequenzgeregelte Verdichterantrieb kombiniert die Vorteile der genannten Verfahren in idealer Weise und vermeidet deren Nachteile, indem eine kontinuierliche Betriebsweise bei gleichzeitig abgesenkter Antriebsleistung verwirklicht wird. Dabei reduziert sich die Antriebsleistung stärker als die Kälteleistung, weil sich bei gleichbleibenden Wärmeübertragerflächen an Verdampfer und Verflüssiger geringere Temperaturdifferenzen einstellen, die das Druckverhältnis am Verdichter verringern und damit die spezifische Kälteleistungszahl COP verbessern.

passung ist die Reduzierung der Schalthäufigkeit der Verdichter hervorzuheben, wodurch deren Lebensdauer positiv einflußt werden kann. Es ist ja bekannt, daß viele Verdichterschäden nicht wegen zu langer Betriebszeit auftreten, sondern wegen zu geringer und den damit verbundenen Problemen der Schalthäufigkeit, der Kältemittelanreicherung im Öl oder der zusätzlichen Temperaturbelastung durch Teillastbetrieb.

Weitere günstige Ergebnisse sind mit dem frequenzgeregelten Antriebskonzept zu erreichen. So wird z.B. die Möglichkeit geschaffen, durch Frequenzanhebung auf 60 Hz in 50-Hz-Netzen die Kälteleistung für alle die Verdichter um ca. 20 % anzuheben, die ohnehin für den 60-Hz-Betrieb zugelassen sind. Und das sind ja mittlerweile fast alle am Markt verfügbaren Typen. Damit kann manche Spitze des Leistungsbedarfes abgedeckt werden, ohne daß man für nur wenige Betriebsstunden im Jahr den nächstgrößeren Verdichter verwenden muß. Mit diesem Vorteil kann man oft schon einen Teil der Mehrkosten des Frequenzumrichters ausgleichen. Der Wegfall weiterer Komponenten zur Verwirklichung der schon genannten Leistungsregelungsverfahren trägt ein übriges dazu bei. Dabei erweist sich gegenüber der

Anzeige

Mit dem reduzierten Energieverbrauch allein ließe sich allerdings im betrachteten Leistungsbereich der Vorzug des Frequenzstellantriebes nicht erklären, aber die zusätzlichen Effekte und Optionen unterstützen die Argumentation für seine Anwendung sehr überzeugend. Als weiterer Vorteil der kontinuierlichen Leistungsan-

## Möglichkeiten der cpc®-Software

- **Frei verknüpfbare Funktionsblöcke**
  - 6 verschiedene Regelprogramme in der Basissoftware bereits enthalten
  - Aktivierung dieser Programme durch einfaches Beschalten digitaler Eingänge
- **Flexibelste Sollwertvorgabe**
  - Sollwertvorgabe über 2 umschaltbare Festsollwerte (z. B. Nachtabsenkung)
  - Sollwertvorgabe über variablen Analogieeingang
  - Lokalbetrieb zur Inbetriebnahme und zum Füllen
- **Meldung „Betrieb“ nach Verdichterhochlaufen**
  - Ansteuerung Öldruckschalter und Ölumpfheizung
  - Freigabe Verflüssigerlüfter
- **Einstellbare Wiedereinschaltverzögerung**
  - wirksamer und notwendiger Verdichterschutz
- **Komfortable Menüanzeige**
  - kältemittelbezogene Verdampfungstemperatur in °C
  - Ausgangsfrequenz
  - Regelabweichung des Umrichters
- **Sperrfrequenz zur Resonanzunterdrückung**
  - frei wählbare Ausblendfrequenzen

Möglichkeiten der  
cpc®-Software

sonst üblichen Ausführung beim Erba-Frequenzumrichter als vorteilhaft, daß das Drehmoment bis 57,7 Hz unverändert bereitgestellt wird, so daß man auch für Überlast nicht das nächstgrößere Gerät benötigt.

Der von Erba verwendete KIMO-Frequenzumrichter mit cpc®-Software (constant pressure cooling) wurde in enger Zusammenarbeit mit den Kältetechnikern entwickelt und erfüllt deshalb vorteilhaft die aktuellen Anforderungen. Bei Verwendung mit Dorin-Verdichtern liegt der nutzbare Frequenzbereich je nach Schmierungsart von 33 bzw. 50 % bis 120 %. Bei den niederen Drehzahlen profitiert man ohne weiteres Zutun auch vom niedrigeren Geräuschpegel des Verdichters. Sollte ein Antrieb für bestimmte Drehzahlen gesperrt sein, z. B. aus Schwingungsgründen, lassen sich diese Drehzahlen (bis zu 3) aus dem Regelbereich ausblenden.

Im blauen Kasten sind die Optionen der cpc®-Software zusammengefaßt dargestellt.

Daß die Geräte optimal für kälte- und klimatechnische Anwendungen konzipiert sind, zeigt sich auch in solchen Funktionen wie des automatischen Wiederanlaufes nach Netz- oder Anlagenstörungen und der zahlreich integrierten Überwachungsaufgaben.

Die Überwachung der Motortemperatur ist einbeziehbar und die serielle oder die Bus-Ankopplung mit anderen Systemen ist möglich. Und das Ganze dient letztlich einer wirtschaftlichen Reduzierung der Temperaturschwankungen an den Kühlstellen.

Diese Funktionen der Frequenzsteller berücksichtigen die funktionellen Bedingungen für einen langlebigen Verdichterbetrieb:

- Für den Verdichter ist die Drehzahlstellung nach unten begrenzt durch den zunehmenden Ungleichförmigkeitsgrad der Kolbenverdichter und durch die Sicherheit der Ölversorgung. Beide Grenzen muß man sich vom Verdichtersthersteller besorgen, bevor man an die Verwirklichung der Leistungsregelung und des Softstartes geht. Für die bei Erba verwendeten DORIN-Verdichter sind die zulässigen Werte bekannt und werden in der Software berücksichtigt.

Besondere Aufmerksamkeit muß man diesem Punkt bei Hermetikverdichtern mit senkrechter Welle widmen, da die Ölförderhöhe mit dem Quadrat der abnehmenden Winkelgeschwindigkeit abnimmt. Damit erreicht man ganz schnell die zulässige Untergrenze der Drehzahl, bei der das Hauptlager ohne Öl bleibt und durch Fressen zerstört wird.

Im Vergleich dazu ist bei Verdichtern mit horizontaler Welle und Schleuderschmierung die Grenze, wie z. B. bei den DORIN-Verdichtern, bei niedrigerer Drehzahl zu finden. Der Öltransport über die Schleuderscheibe in die Welleneinlaufftasche ist ein auch bei verhältnismäßig niedrigen Drehzahlen funktionierendes System.

- In gleicher Weise muß man beim Softstart die Zeit bis zum Einsetzen der Ölförderung genügend kurz halten, damit die Lager mit dem Restöl aus der vorhergehenden Laufperiode so lange problemlos überleben, bis die Drehzahl zur Ölförderung ausreicht. Bei der Vorprogrammierung der Geräte ist dies entsprechend berücksichtigt. In der Kombination von Softstart und Frequenzregelung sollte man zweckmäßig immer erst bis zur Nenndrehzahl hochfahren, bevor man in den Regelmodus übergeht.
- Die Entwicklung der Motortemperaturen bei Halb- und Vollhermetikverdichtern ist zu beachten, da bei Drehzahlabsenkung mit dem damit verbundenen abnehmenden Massestrom auch das Temperaturniveau des Verdichters ansteigen kann, besonders bei nichtgefilterten Spannungsausgängen der Frequenzsteller. Bei den Erba-Lösungen gab es erfreulicherweise damit keine Probleme.
- Bei den Drehkolbenverdichtern ist die zulässige untere Drehzahl noch von anderen Kriterien abhängig. Das sind die innere Dichtigkeit, die mit abnehmender Drehzahl relativ immer mehr ins Gewicht fällt und deshalb den Gütegrad verschlechtert. Bei den Schraubenverdichtern heißt das konkret, daß bei Klimabedingungen schon bei ca. 10 % der Nenndrehzahl nichts mehr gefördert wird, bei größeren Druckverhältnissen steigt dieser Wert noch an. Deshalb muß man sich überlegen, ob bei starker Drehzahlabsenkung der COP-Gewinn aus der Drehzahlabsenkung nicht durch den Undichtheitsverlust aufgebraucht wird. Bei den Scrollverdichtern verhält es sich ähnlich, wobei bei den Compliant-Typen keine wesentliche Absenkung möglich ist, weil die aus der Drehzahl resultierende Fliehkraft den Dichtspalt mit bestimmt.



- Für die Vermeidung schwingungstechnisch kritischer Drehzahlen wird die Ausblendung der kritischen Frequenzen realisiert, so daß diese Drehzahlenanforderungen jeweils mit den benachbarten zulässigen Werten bedient werden.

Bei Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wird man mit seiner Anlage zufrieden sein. Ansonsten müßte man sich wundern, daß die Verdichter, die bisher direkt am Netz gestartet und betrieben wurden und dabei zuverlässig gearbeitet haben, nun plötzlich nicht mehr so wollen. Die neuen und günstigen Möglichkeiten der Start- und Betriebselektronik kämen dadurch ganz unschuldig schnell in Verruf.

Es soll auch noch auf das brisante Thema der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) hingewiesen werden. Die Problematik ist selbst für Fachleute der Elektrotechnik und erst recht für Kältetechniker nicht so einfach zu beherrschen, aber überall, wo Elektronik im Spiele ist, hat es eine herausragende Bedeutung. Für die bei Erba verwendeten Maschinen und Geräte gilt, daß diese sowohl passiv als auch aktiv EMV-fest sind. Das ist wichtig, damit von außen keine Fehlschaltungen veranlaßt werden können, und damit die Geräte selbst in ihrer elektrotechnischen Umgebung nicht störend wirken.

Diese Thematik darf, wie die Praxis so manchen Verdichterantriebes zeigt, keinesfalls unterschätzt werden. Die von außen kommenden unerwünschten EMV-Signale können zu einer Schalthäufigkeit führen, die den Verdichter bald sein Leben aushauchen läßt. Besonders brisant ist die Sache dann, wenn der Start gleich wieder nach dem unbeabsichtigten Einschalten passiert, d. h. ohne Druckentlastung, und dann das Startmoment nicht ausreicht, was aus unterschiedlichen Gründen gegeben sein kann. Man braucht dann auf den durchgebrannten Motor nicht lange zu warten, besonders bei Motoren ohne thermischen Wicklungsschutz. Daß dies nicht passiert, wenn man den hier vorgestellten Frequenzumformer benutzt, ist ein wesentlicher Anwendungsgesichtspunkt.

Im Rahmen der Schulung wurden weiterhin die Dixell-Kühlstellenregler vorgestellt, die eine Alternative bzw. Ergänzung zu den Frequenzumrichtern darstellen. Die

*Aufmerksam  
folgten die  
Teilnehmer den  
Ausführungen der  
Referenten*



XR-Modelle bieten eine innovative und vollständige Auswahl an Regelgeräten für die gewerbliche und industrielle Kühlung. Ihr Arbeitsbereich erstreckt sich von der einfachen Temperaturmessung und -regelung mit Berücksichtigung der Abtauung bis zur kompletten Anlagensteuerung. Besonderer Wert wurde auf die Auswahl derjenigen Parameter gelegt, die es ermöglichen, die Anlage durch unkomplizierte Vorgaben auch hinsichtlich der evtl. auftretenden Alarmsituationen zu programmieren.

Die Geräte der XC-Serie sind elektronische Stufen und Verbundregler für die Verdichterregelung von kleinen und mittleren Kälteeinheiten. Sie ermöglichen eine einfache und kostengünstige Regelung von bis zu 6 gleichen Verdichtern oder 4 Verdichtern unterschiedlicher Größe. Die Geräte sind entsprechend der jeweiligen Systemanforderungen programmierbar und sie sind für Eingänge mit PTC-Fühlern oder Drucktransmittern lieferbar. Die Ausgänge sind unabhängige Relaisausgänge.

Schließlich beschäftigte sich die Erba-Schulung mit Gesichtspunkten der richtigen Verdampferauslegung, die durch kühl-gutgerechte Auswahl gekennzeichnet ist. Die Vermeidung von Austrocknung durch möglichst hohe Verdampfungstemperatur bei Gewährleistung der vorgeschriebenen Lagerungstemperatur, optimale Abtau-prozesse und zweckmäßige Luftführung sind Gesichtspunkte, die von Goedhart Cooling Equipment B.V. beherrscht und in die optimal konfigurierten Erba-Anlagen eingebracht werden.

Am Ende konnte Seminarleiter Erwin Backes die Teilnehmer mit der Überzeugung verabschieden, ihnen ein nützliches Schulungsprogramm geboten zu haben. Die Anwesenden haben davon profitiert, wie auch die zahlreichen Diskussionen

zeigten. Und diejenigen, die der Einladung aus welchen Gründen auch immer nicht folgen konnten, sollten sich die nächste Möglichkeit vormerken. Es lohnt sich, das empfiehlt

*U. A.*

Anzeige

