

GEA Grasso Technologie-Forum 1999

Zu zwei Schwerpunktveranstaltungen hatte Grasso eingeladen und viele interessierte Fachleute waren gekommen. Grasso und seine Komponentenlieferanten stellten ihre Produkte und die daran getätigten neuesten Entwicklungen vor. Nach den einleitenden Worten des Grasso-Vertriebsleiters, Dipl.-Ing. Thies Hachfeld, sollte die Frage beantwortet werden, ob denn die von Grasso verwendeten Komponenten zum Vorteil der Kunden wirklich gut zusammenpassen.

Zum ersten Mal wurde versucht, diese Frage am 23. März in Stuttgart zu beantworten und bei der zweiten Veranstaltung am 25. März in Osnabrück überzeugte sich neben etwa 50 Teilnehmern auch die KK, daß die Antwort positiv ausfiel. Grasso-Vertriebsleiter Thies Hachfeld wies einleitend noch auf die der Veranstaltung zugrunde liegende Tendenz der Zunahme indirekter Systeme hin und betonte die tragende Rolle der Steuerungstechnik. Damit hatte er den Bogen über das gesamte Programm gespannt. Die Veranstaltung von Praktikern für Praktiker war umrahmt von einer kleinen Ausstellung, in der die Vortragenden Partner und Grasso mit anderen GEA-Partnern selbst einige Neuerungen präsentierte.

Gestartet wurde die Reihe von 6 Vorträgen mit dem Danfoss-Vortrag von

Dipl.-Ing. R. Bock zu Fragen der Trockenexpansion von NH_3 -Systemen unter dem Gesichtspunkt, niedrige Füllmengen für die Kälteanlage zu erreichen. Die Renaissance von NH_3 in den letzten Jahren ist für Danfoss keine Überraschung, da die ersten Ansätze zur Lösung der Fragen bei der Trockenexpansion schon in die 50er Jahre zurückgehen. Mit dem Wunsch der Füllmengenreduzierung wurde das Thema bei Danfoss wieder aufgegriffen und sowohl thermostatische als auch elektronische Lösungen entwickelt, die den aktuel-

Dipl.-Ing. Thies Hachfeld erläutert das Ziel des Forums, zu belegen, daß die Komponenten zusammenpassen



Die Teilnehmer des GEA Grasso-Technologie-Forums in Osnabrück verfolgten aufmerksam die vielseitigen Vorträge zur Paßfähigkeit der Grasso-Komponenten

len Bedingungen entsprechen. Bock ging sodann auf anwendungsspezifische Erfahrungen ein, die zwar allgemein bekannt sein sollten, aber immer wieder einmal vernachlässigt werden und dadurch zu Schäden führen. Man muß, wie auf anderen Gebieten auch, den Praktiker im Moment seines Bedarfes mit dem Wissen vertraut machen. So sind auch die meisten Ausführungen von Bock zu verstehen gewesen.

Die optimale Lösung für Vollast zu realisieren, ist keine so große Schwierigkeit. Aber wenn man das Teillastverhalten des

Ventils gut gestalten will, muß natürlich das Teillastverhalten des Verdampfers einbezogen werden. Bock wies daraufhin, daß an dieser Stelle oft gesündigt und damit Potential verschenkt wird. Der quadratisch mit der Abnahme der umlaufenden Kältemittelmenge abnehmende Druckverlust führt oft zu sehr ungleichmäßig



Über die Vorzüge der elektronischen Einspritzung bei großen Ammoniakanlagen wußte Dipl.-Ing. R. Bock von der Firma Danfoss gute Ergebnisse zu berichten



beaufschlagten Verdampfern, was sich bei Luftkühlern durch ein sehr unterschiedliches Bereifungsverhalten gut beobachten läßt. Die Überhitzungsregelung gestaltet sich mit abnehmender Kälteleistung ebenfalls schwieriger, da die nach dem Expansionsventil noch vorhandenen kleinsten Flüssigkeitströpfchen bei der geringen Strömungsgeschwindigkeit nicht mehr in der Schwebe bleiben und sich in horizontalen Saugleitungen ansammeln können, bis sie als Pfropf mitgerissen werden und dann den kontinuierlichen Betriebsverlauf des Verdampfer-Ventil-Systems stören. Deshalb wird die Verlegung der Saugleitung bei Erwartung solcher Probleme mit Gefälle oder Steigung vorgeschlagen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Erreichen der mindestens erforderlichen Kältemittelunterkühlung in dem Maße, daß das Kältemittel blasenfrei zum Expansionsventil gelangt.

Für die Anwendung thermostatischer Expansionsventile gelten die ähnlichen Bedingungen wie bei allen anderen Kältemitteln. Daneben ist bei Danfoss die Generation von pulsweitenmodulierten elek-

tronischen Ventilen entstanden, die seit einigen Jahren auch für NH₃ im Leistungsbereich von 1 bis 3500 kW Kälteleistung erfolgreich angewendet werden. Die elektronischen Ventile spielen Ihre Vorteile dort aus, wo im Jahresverlauf eine sehr unterschiedliche Kälteleistung bei dem jeweiligen Außenzustand entsprechender Verflüssigungstemperatur abgefordert wird. Man erreicht immer die minimale Überhitzung und kann die Anlage bei niedrigstmöglicher Verflüssigungstemperatur betreiben. Daraus entspringt dann die Energieeinsparung der Kälteanlage gegenüber der thermostatischen Expansion von bis zu 10 %.

Die elektronischen Ventile sind in das Steuerungs- und Überwachungssystem ADAP COOL[®] eingebunden, das auch vorteilhaft für das Niveauregelungssystem bei überflutetem Betrieb benutzt werden kann. Auch für diesen Betriebsfall wurden für den praktischen Einsatz eine Reihe von nützlichen Erfahrungen übermittelt. Es wurden auch auf die mit dem elektronischen System verbundenen Möglichkeiten der Diagnose mit Datenfernübertragung hingewiesen.

Die Reihe des Vortragsprogramms setzten dann Dipl.-Ing. G. Sass und Dr. C. Stenhede von Alfa Laval fort. Während Vertriebsleiter Sass das Unternehmen als Ganzes mit seinen 5 weltweit vorhandenen Wärmeübertrager-Produktionsstandorten vorstellte und auf die Innovationskraft hinwies, die sich in einer hohen Patentergiebigkeit ausdrückt und durch einen Entwicklungsanteil von 4,2 % am Umsatz gestützt ist, sprach Dr. Stenhede über technische Aspekte bei Wärmeübertragern und weiteren Komponenten für überfluteten und trockenverdampfenden NH₃-Betrieb.

Die Wärmeübertragerbaureihen decken den Leistungsbereich von 6 bis 8000 kW Kälteleistung ab. Die nickelgelöteten und damit dichtungsfreien Plattenwärmeübertrager wurden als die zukunftsweisende Lösung für die Ammoniakkältetechnik vorgestellt. Im größeren Leistungsbereich sind dann die ebenfalls dichtungsfreien lasergeschweißten Geräte der entsprechende Standard für optimale Anwendung. Bei der Verwendung der Plattenwärmeübertrager als Verdampfer gibt es von Alfa Laval eine Reihe von Hinweisen auf die richtige Zuordnung der Expan-

sionsventile. Das Problem der gleichmäßigen Verteilung des Kältemittels auf die einzelnen Kanäle des Verdampfers wurde mit verschiedenen Lösungsvorschlägen behandelt. Das Grundprinzip besteht in der Verwendung eines Verteilerrohres am Eintritt, dessen Dimensionierung vom zulässigen Druckverlust und vom Anwendungsfall abhängig ist. So gibt es z. B. eine Lösung mit der Kombination von Vormischer und druckverlustarmen Verteiler für die alternative Anwendung des Wärmeübertragers als Verdampfer oder Verflüssiger in reversiblen Kreisläufen. Die unterschiedliche Ausführung der



Die Plattenwärmeübertrager von Alfa Laval und ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten waren Inhalt des Vortrages von Dipl.-Ing. G. Sass

Verteilerrohre berücksichtigt die Verwendung löslichen oder unlöslichen Öles für Ammoniak. Aus diesen Hinweisen leitet sich ab, daß man für ein neues Projekt den Wärmeübertrager nicht so einfach von der Stange kaufen, sondern wie in vielen anderen Fällen auch, die Fachberatung des Herstellers einbeziehen sollte.

Eine Vielzahl von praktischen Hinweisen wurde zur Auslegung und Anordnung von Flüssigkeitsabscheidern bei überfluteten Anlagen gegeben, wobei ein Dilemma offensichtlich darin besteht, daß es viele Auslegungskriterien und -regeln gibt, die aber oft nicht kompatibel zueinander sind. Nach den Ausführungen von Stenhede gibt es große Abweichungen in den Ergebnissen wegen der vielen konstruktiven Details, die sich von Typ zu Typ unterscheiden. Er empfiehlt ganz richtig, daß jeder Hersteller seine erfolgreiche Auslegungsmethode weiterhin anwenden sollte. Und er versuchte die Erfahrung zu übermitteln,

daß nicht unbedingt komplizierte Systeme vorteilhaft sind, sondern daß der einfachste Abscheider der beste sei, falls die Grundsätze der Abscheidergestaltung dabei eingehalten werden.



Dr. C. Stenhede erklärte, warum die einfachste Lösung bei Flüssigkeitsabscheidern oft die beste Lösung ist

Den Abschluß seitens Alfa Laval bildeten Druckverlustbetrachtungen in einem Thermosyphonkreislauf mit entsprechenden Ratschlägen für den Fall, daß die Triebkraft nicht den Erwartungen entspricht und zu groß oder zu klein ist.

Zu all diesen Fragen scheint bei Alfa Laval ein großes Know-how vorhanden zu sein. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurde ein „Technisches Anwendungshandbuch“ für Plattenwärmeübertrager in der Kältetechnik angepriesen, das auch Quelle für die beiden Vorträge war. Man kann es in englischer Sprache schon bei Alfa Laval bekommen, und, wenn man noch ein bißchen wartet, auch in deutsch. Der Stoff ist sehr ausführlich und verständlich behandelt, die Bildausstattung ist eine gute Unterstützung zum Text. Diejenigen, die mit Aufgaben im Zusammenhang mit der Anwendung von Plattenwärmeübertragern und der damit verbundenen Kälteanlagegestaltung betraut sind, sollten es sich beschaffen. Die Teilnehmer des Forums haben mit dem ausgegebenen Vortragsmaterial schon einen kleinen Vorgeschmack auf dieses Handbuch mit 160 Seiten bekommen.

Der Anschlußvortrag von Dr.-Ing. R. Möller von der Th. WITT Kältemaschinenfabrik nahm den Ball vom Vorgänger auf, indem er am Anfang betonte, daß sich die WITT-Kunden über all diese Auslegungsfragen keine übermäßigen Gedanken machen müßten, da WITT ihnen das abnimmt und für die bestellte Anlage die richtigen Komponenten auslegt. Dabei ist Ausgangspunkt die Entwicklung der letzten Jahre auf dem Kältemittelsektor, die Verdampfer mit optimiertem Wärmeübergang, Minimierung der Kältemittelfüllmenge und umweltunschädliche Kältemittel bevorzugt. Um dem zu entsprechen, ist neben der Anwendung von Ammoniak die optimale Gestaltung der Wärmeübertrager bei gleichzeitig berücksichtigter Kostensituation über die voraussichtliche Lebensdauer der Anlagen einzubeziehen. Da die vielen speziellen Anforderungen an Verdampfer je nach ihrer Wichtung im Gesamtkonzept nicht immer zum gleichen Ergebnis führen, bietet WITT prinzipiell zwei Verdampfertypen an, nämlich die vollverschweißten zylindrischen Plattenverdampfer und die Rohrbündelberieselungsverdampfer.



Über die Plattenwärmeübertrager der Firma WITT konnte Dr. R. Möller viele positive Erfahrungen mitteilen

Die von der finnischen Fa. Vahlenus Oy für WITT hergestellten Plattenverdampfer bieten viele Vorteile. Dazu gehört die hohe Sicherheit gegenüber Druckbelastung, die in der zylindrischen Form begründet ist. Da der Spalt zwischen Mantelraum und

Platte sehr klein ist, ebenso wie der Abstand der Platten zueinander, benötigt man nur eine sehr geringe Kältemittelfüllmenge für einen sicheren Betrieb auch bei wechselnden Lastverhältnissen. Die Profilierung der Platten ist so gestaltet, daß ein optimaler Kompromiß zwischen hoher Wärmedurchgangszahl, geringem Druckverlust und geringer Verschmutzungsgefahr besteht. Hinsichtlich der Leistung ist eine plattengenaue Auslegung möglich. Außer für Verdampfer, werden die Plattenwärmeübertrager auch als Enthitzer, Verflüssiger, Ölkühler und Wärmeübertrager im allgemeinen eingesetzt. Die Leistungen reichen bei verdampfenden Kältemitteln bis 3000 kW.

Neben Fragen der optimalen Wärmedurchgangszahl und dem Druckverlust widmete sich Dr. Möller dem Problem des Foulings bei Verwendung von Kälteträgern, das die meisten Vorbehalte gegen den Einsatz von Plattenwärmeübertragern hervorruft. Da aber durch den hohen Turbulenzgrad bei Plattenwärmeübertragern die Ausbildung einer vollentwickelten Grenzschicht verhindert wird, verringert sich die Foulinggefahr deutlich gegenüber Rohrbündelapparaten. Die bei WITT vorhandenen Ausführungen von Plattenverdampfern wurden einerseits in ihrer Vielfalt dargestellt, andererseits wurde ihre einheitliche Konzeption deutlich gemacht. Neben der großen Leistungsdichte ist die Kombinationsmöglichkeit mit dem Abscheider bei den verschiedenen Leistungsgrößen jeweils optimal gelöst, was sich nicht zuletzt dadurch auszeichnet, daß die wenig zerklüftete Gesamtoberfläche eine gute und unkomplizierte Isolierung ermöglicht.

Trotz der Vorteile der Plattenverdampfer in Verbindung mit Hochleistungsabscheidern konnte Dr. Möller Gründe aufzählen, die die Notwendigkeit anderer Verdampferbauarten begründen, und fand damit den Übergang zu den Berieselungsverdampfern. Die Gründe für diese Bauart sind neben stark partikelhaltigen zu kühlenden Medienströmen vor allem die Abkühlung von Medien bis nahe an ihren Gefrierpunkt und die Verdampfung bei tiefen Temperaturen, bei der hohe Gasvolumenströme auftreten.

Bei Witt-Verdampfern ist alles klar, nur muß man sich am Ende zwischen zwei guten Systemen entscheiden



Als vorteilhaft erweist sich diese Technik durch die Integration der Flüssigkeitsabscheidung im gleichen Mantelrohr, wobei sichergestellt ist, daß der höchste Flüssigkeitsstand unterhalb des untersten Rohres verbleibt und somit Einfrieren des Kälte-trägers durch Nachverdampfung ausgeschlossen ist. In Kombination mit dem WITT-Hochdruckschwimmerregler und der WITT-Kältemittelpumpe wird eine sichere und zuverlässige Anlagenkonfiguration erreicht. Die Vorstellung der gesamten Baureihe schloß ein Bild des größten Verdampfers mit 642 Rohrreihen ein, der mit einer Länge von 6100 mm und einem Durchmesser von 1900 mm durchaus beeindruckend die technologische Leistungsfähigkeit des Unternehmens deutlich macht. Was bei der Regelung von Anlagen mit Berieselungsverdampfer zu beachten ist, wurde von Dr. Möller herausgearbeitet, woraus das große vorhandene Erfahrungspotential erkennbar wurde. Dabei gilt besonders, daß man um so näher am Gefrierpunkt des Kälte-trägers liegen kann, je feinfühlicher die Leistungsanpassung des Verdichters an den Leistungsbedarf der Anlage möglich ist.

WITT liefert dennoch vorrangig keine kompletten Anlagen, sondern Komponenten. Die Komponenten sind aber aufrüstbar, so daß kompakte platzsparende Einheiten zur Verfügung stehen, die je nach Wunsch fertig verrohrt, mit angebautem Hochdruckschwimmerregler, automatischer Ölrückführung, Kältemittelpumpe und Ventilen ausgeliefert werden können.

Letztendlich, so schloß Dr. Möller, bleibt die Frage der Auswahl des für die jeweilige Problemstellung optimalen Verdampfersystems dem Planer bzw. Besteller überlassen. Das richtig tun zu können, sollte sein Vortrag bei diesem Forum beitragen.

Über die Grasso-Kaltwasser- und Kältesätze sprach Dipl.-Ing. Spänich, der dabei klar machte, wie das Produkt durch Verwendung der bereits vorgestellten Komponenten in einer hohen Güte entsteht. Seine Darlegungen gingen von der schon erwähnten allgemeinen Tendenz zur Entwicklung von Ammoniaksätzen mit geringer Kältemittelfüllmenge aus, was nahezu zwingend zu den kompakten Kältesätzen mit Kälte- und Wärmeträgerkreisläufen führt. Dabei ist Grasso selbst Komponentenlieferant für diese Sätze, indem die Verdichter, ein Teil der Ventile u.a. aus dem eigenen Hause kommen, und der Kältesatz ist für den Kunden eben auch wieder nur eine Komponente, wenn auch mit einem höheren Integrationsgrad. Die Vorteile des Satzes als Komponente treten in Erscheinung, wenn man den kältetechnischen und maschinentechnischen Montageaufwand einschließlich demjenigen auf der Baustelle betrachtet, wenn die Qualitätsanforderungen und die gesamte kältetechnische Konzeption einbezogen werden. Der von Spänich gezeigte Betriebsdatenvergleich mit offenen NH₃-Schraubenverdichtern für die am häufigsten für Klimakonditionen verwendeten Kältemittel fällt, gemessen an der Kälteleistung und am COP, zugunsten des Ammoniaks aus. Natürlich konnte auch Spänich ein Loblied über die Vorzüge des Ammoniaks singen und sich so in den Chor seiner Vordröner einfügen.

Bei der Beschreibung des überfluteten Systems für Klimatisierung, Kühlung oder Wärmepumpenheizung wußte er gute Gründe für die guten COP-Werte zu nennen. Ausgehend von einer weiten Leistungsbandbreite mit niedriger Kältemittelfüllmenge sind die Geräte mit Kompaktabscheidern ausgerüstet und benutzen für den verwendeten Plattenverdampfer in der wassergekühlten Version einen Hochdruckschwimmer und einen Einspritzinjektor nach einem Grasso-Patent.

Das Direktverdampfungssystem arbeitet mit Rohrbündelwärmeübertragern, dem elektronischen Danfoss-Expansionsventil und einer PID-Regelung. Dieses System mit noch geringerer Kältemittelfüllmenge ist vor allem für Klimakaltwassererzeugung und für Solesätze mit kombiniertem Eisspeicherbetrieb vorgesehen.

Die Steuerung basiert auf einer frei programmierbaren Simatic S5 bzw. S7, die als C7 in einer Grasso-Version geführt wird.



Dipl.-Ing. Spänich zeigte auf, daß Grasso bei seinen Partnern die passenden Komponenten für gute Lösungen findet

Die modulare Bauweise bringt Vorteile bei der kostengünstigen Fertigung der enggestuften Typenreihen und nutzt so dem Hersteller und dem Kunden gleichermaßen. Der DuoPack-Chiller mit seinen zwei Schraubenverdichtern auf einen Kältekreislauf bringt insbesondere im Teillastbetrieb ein günstiges Leistungsverhalten und ist ein anschauliches Beispiel für die Antwort auf das Motto der Veranstaltung, daß nämlich die Komponenten, für die sich Grasso entschieden hat, wirklich zusammenpassen. Spänich betonte dann auch auf seinem letzten Folienbild u. a. den Satz, daß starke und erfahrene Part-

ner der Garant für eine effektive Komplettlösung aus Grasso-Hand sind.

Das war auch schon in Voraussicht auf die beiden letzten Vorträge gesagt, die sich mit der Steuerungs- und Regelungstechnik der Kälteanlagen befaßten. Von SIEMENS A&D AS Industrieautomatisierung wurde nach ausführlicher Darstellung der Leistungsfähigkeit des SIMATIC-Systems und speziell des Simatic S7 durch Dipl.-Ing. Veltes der schon erwähnte Regler C7 vor-



Der SIEMENS-Regler C7 ist genau auf die Grasso-Bedingungen zugeschnitten

gestellt, der für Grasso eine anschlussfertige Komplettlösung ist und damit trotz seiner zwei Grundbestandteile gegenüber der allgemein verwendeten modularen Lösung kostengünstiger ausfällt als diese. Seine kompakte Bauform führt außerdem zu einem geringeren Einbauraum im Grasso-Steuerungsschrank.

Schließlich sprach Dipl.-Ing. J. Mewes vom Ingenieurbüro Mewes & Partner über ein Thema, das man als Außenstehender bei der Betrachtung auch der schönsten

Kälteanlage nicht erwartet. Dagegen wissen die Entwicklungs- und Inbetriebnahmeingenieure ganz genau, was es bedeutet, mit der Anlagenauslegung den vom Kunden bestellten Leistungswert zu treffen. Und wenn man nicht getroffen hat, ist der nachfolgende Aufwand mitunter nicht gerade gering.

Nun kann mit der WinMOD-Systemsoftware im PC der gesamte Leistungs- und Inbetriebnahmekomplex schon im Vorfeld simuliert werden, so daß die rea-

le Testumgebung nicht erforderlich ist. Wichtig ist das ingenieurmäßige Herangehen, indem nicht die Genauigkeit des Modells entscheidend ist, sondern daß alle Signale beachtet und für den Normal- und den Störfall simuliert werden können. Die Softwareprüfung ist somit vor der eigentlichen Inbetriebnahme möglich. Diese Technik wird nicht erst für das inbetriebnahmebereite Produkt genutzt, sondern schon von der Projektdefinition an in jedem Entwicklungsstadium. Die Nutzung dieser Technologie im Softwareengineering von GEA Grasso für die Kälteanlagensteuerungen beweist nach Auffassung von Mewes, daß die Simulationstechnik fester Bestandteil des Wertschöpfungsprozesses geworden ist. Dieser Einschätzung schließt sich der Berichterstatter an. Und davon, daß die Komponenten zusammenpassen ist er nach dem informativen Forum auch überzeugt. U. A.

WinMOD von Mewes & Partner erweist sich als vorteilhaft bei der Vorbereitung von Projektierung und Inbetriebnahme der Kälteanlagensteuerung

