

Apparate für die Kältetechnik/ Wärmepumpentechnik*

ACHEMA
Berichte



Die Themen Umwelt und Energie wurden auf der diesjährigen AICHEMA großgeschrieben und dienten auch Firmen der Kälte-Industrie als Blickfang. Die Umweltfreundlichkeit von Verfahren wurde vor allem im Zusammenhang mit der Anwendung von flüssigem Stickstoff in den Vordergrund gestellt (Reinigen ohne Lösungsmittel; Reinigen durch partielle Kondensation), während die Energie-Einsparung nicht wie vor drei Jahren ganz unter dem Aspekt der Wärmepumpe gesehen wurde, sondern es wurden die Einsparungsmöglichkeiten durch Rechnernutzung in der Regelung der Anlagen hervorgehoben. Mit einer verbesserten Leittechnik der Anlagen lassen sich auch leicht Fortschritte im Überwachungskomfort verbinden, so daß jetzt von vielen Firmen auch für kleinere Anlagen übersichtliche Funktionsschaubilder mit digitalen und Rechner-Bausteinen angeboten werden, die bislang nur für Großanlagen Standard waren.

Die in den letzten Jahren stetig wachsende Bedeutung der Kälte-Schraubenverdichter spiegelte sich auch diesmal im Angebot der Aussteller wider. Auf der einen Seite wird die Konkurrenz zum Kolbenverdichter mit immer kleineren Aggregaten verstärkt, auf der anderen Seite scheint die Entwicklung auch in Richtung auf tiefere Verdampfungstemperaturen mit Economizer bzw. echt zweistufigen Verdichtern zu laufen.

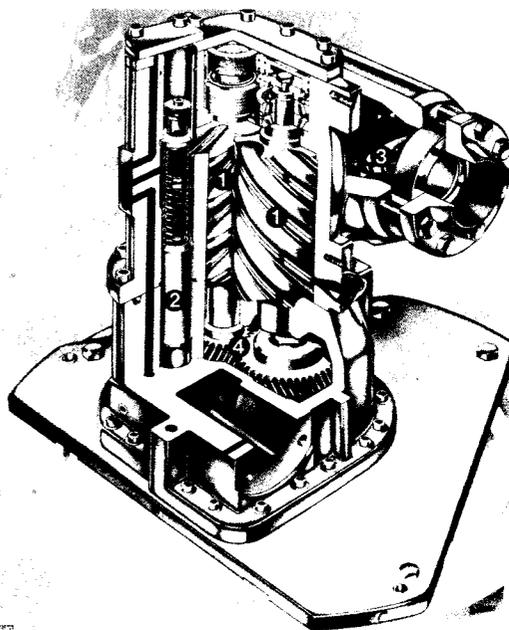
Für das Gebiet der Laborkälte gilt neben dem oben zur Energie-Einsparung und Regeltechnik Gesagten vor allem die auffallende Angebotsausweitung, offenbar als Ausdruck der wachsenden Bedeutung dieses Zweigs der Kälteanwendung. Gleichlaufend mit dieser Tendenz zeigt sich, daß viele Firmen ihr serienmäßiges Angebot auf Bereiche ausdehnen, die bisher der Einzelanfertigung vorbehalten waren, so z. B. bei Tiefsttemperatur-Thermostaten oder bei Prüf-schränken mit besonders aufwendiger Regeltechnik.

Verdichter und komplette Kälte- bzw. Wärmepumpen-Anlagen

Aus dem Bereich Turbomaschinen für die Kälte- und Wärmepumpentechnik zeigte die *Gebrüder Sulzer AG*, Winterthur/Schweiz, einen Turbosatz der Unitop-Baureihe (Uniturbo 34 FY, Nominal-Kälteleistung 5,8 MW). Die Kälteleistung des zweistufigen Verdichters kann durch Vordrallverstellung auf beiden Stufen ohne Bypass-Betrieb bis auf 20% reduziert werden. Die Möglichkeit der Leistungsanpassung auf jeder Stufe ergibt ein gutes Teillastverhalten und wirkt sich günstig auf die Pumpgrenze aus. Im Betrieb als Kältemaschine wird die Wärme bei einer Nominaltemperatur von -32°C aufgenommen, wobei auf dem Temperaturniveau des Zwischendruckes bei ca. 0°C zusätzliche Kälteleistung erbracht werden kann. Im Betrieb als Wärmepumpe bzw. zur Dampf-Erzeugung werden mit dieser Maschine Nutz-Temperaturen bis ca. 125°C erreicht. Das Kältemittel R114 ($\text{C}_2\text{F}_2\text{Cl}_2$) als Arbeitsstoff führt dabei zu vergleichsweise niedrigen Kompressions-Endtemperaturen. Mit Hilfe eines freiprogrammierbaren Leitsystems kann die Anlage auf das Energieangebot am jeweiligen Einsatzort optimal eingestellt werden.

Unter dem Stichwort Energie-Einsparung bei Kaltwassersätzen wurde sowohl von *Sulzer* als auch von der *Stal-Astra GmbH*, Glinde b.

Hamburg, für die Anwendung von Wärmeübertragungstechniken geworben, die zur Zeit auf diesem Gebiet nicht üblich sind: bei *Sulzer* wird durch den Einsatz eines Rieselverdampfers die zur Wärmeübertragung notwendige Temperaturdifferenz gesenkt, während bei *Stal-Astra* das gleiche Ziel durch Platten-Wärmeaustauscher erreicht wird, die im Verdampfer und im Kondensator enthalten sind. Nach Angaben von *Stal-Astra* beträgt die Energie-Einsparung auf der Verdampferseite ca. 4% pro Kelvin und auf der Kondensatorseite noch einmal etwa die Hälfte dieses Werts. Im Vergleich zu den bisher üblichen Konstruktionen läßt sich dadurch eine Gesamteinsparung von 15 bis 20% erzielen, und mit einer Kaltwasser-Austrittstemperatur von $+0,5^{\circ}\text{C}$ wird zugleich näher an die 0°C -Grenze herangefahren. Als Exponat war ein Kaltwassersatz mit 380 kW Kälteleistung bei $-2/+35^{\circ}\text{C}$ (Verdampfungs-/Kondensationstemperatur) zu sehen, in dem ein Schraubenverdichter der Baureihe Stal-Mini (Typ R 59 E) mit Economizer eingesetzt wird (vgl. auch Abb. 1). Mit der Miniscrew-Baureihe wird der Einsatz-



95887

Abb. 1. Schnittbild eines Miniscrew-Schraubenverdichters. 1 Rotoren, 2 Kolben zur Leistungsregelung, 3 Rückschlagventil, 4 Zahnradgetriebe (bei den kleinsten Kompressoren dieses Konstruktionstyps) (*Stal-Astra GmbH*, Glinde b. Hamburg).

bereich der Schraubenverdichter von *Stal-Astra* zu kleineren Leistungen hin erweitert, so daß die Leistungsgrenze auf $245 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. eine Kälteleistung von 165 kW ($-10/+25^{\circ}\text{C}$, Kältemittel R22) herabgesetzt wurde.

Die Verdichter können senkrecht oder waagrecht eingebaut werden, haben einen Ölumlaufl ohne separate Ölpumpe und eine stufenlose Leistungsregelung bis herab auf 30% der Nennleistung.

Eine besondere Variante der Schraubenverdichter stellen die sog. Ein-Schrauben-Verdichter dar, bei denen die zweite Schraube durch zwei Sternräder ersetzt ist, die in die Schraubengänge eingreifen (s. Abb. 2, unten und oben). Das Schnittmodell zeigt den Ein-Schrauben-Verdichter in der Bauart der *APV Hall-Products, Ltd.*, der in einem R22-

* Berichtersteller: Prof. Dr.-Ing. D. Gorenflo, Laboratorium für Wärme- und Kältetechnik der Universität - GHS - Paderborn, Pohlweg 55, 4790 Paderborn.

Aggregat, Type HS 35 mit einer Kälteleistung von 1660 kW ($-10/+35^{\circ}\text{C}$) auf dem Stand von *Assmann u. Stockder*, Stuttgart, ausgestellt war. Die große Zuverlässigkeit der ölgeschmierten Kälteschrauben wird durch die langen Wartungsintervalle demonstriert, die bei der *Hall-Schraube* 25 000 Betriebsstunden betragen. Falls nötig, werden nach dieser Zeit die Sternräder ausgewechselt, was durch eine entsprechend angepaßte Gehäuseteilung leicht möglich ist. Als Verschleißzone tragen die Sternräder eine Nylon-Auflage auf der Druckseite. Die

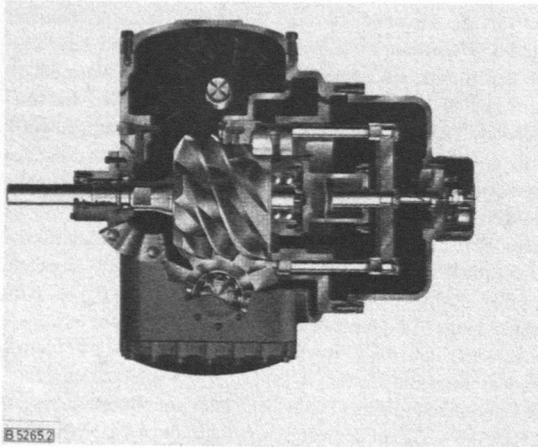


Abb. 2. Schnittbild eines Ein-Schrauben-Verdichters, Bauart *Hall*. Schraube waagrecht, unten und oben Sternräder im Eingriff in die Schraube (*Assmann u. Stockder*, Stuttgart).

Ölabscheider arbeiten in Normalausführung auf 30 bis 40 ppm Ölanteil, können rahlweise jedoch für eine Abscheidung auf weniger als 5 ppm nachgerüstet werden. Das Öl kann durch externen Ölkühler oder intern durch Kältemittel-Einspritzung gekühlt werden. Eine konsequente Weiterentwicklung wäre die ölfreie Kältemittel-Einspritzung und getrennte Lagerschmierung.

Auch auf dem Stand der *Gebr. Plersch GmbH & Co.*, Illertissen, war das Angebot auf Schraubenverdichter ausgerichtet. Für die Tiefkühlung wurden 2 zweistufige Mycom-Schrauben, Typ PN 1612 C bzw. 2016 C mit Kälteleistungen von 128 bzw. 266 kW bei $-40/+30^{\circ}\text{C}$ (R22) gezeigt. Die zugehörige Baureihe deckt Kälteleistungen zwischen 50 und 1000 kW bei Verdampfungstemperaturen von -40 bis -50°C ab. Ist auf dem Temperaturniveau des Zwischendrucks ein zweiter Verdampfer angeschlossen, so wird auch ein zweiter Ölabscheider vorgesehen. In einem Kaltwassersatz des Typs PSW M40 SC war eine neuentwickelte Kleinschraube mit integriertem Ölabscheider zu sehen (Abb. 3), die mit stufenloser, schiebergesteuerter Leistungsregelung zwischen 33 und 100% der Nennleistung ausgerüstet ist, was bei so

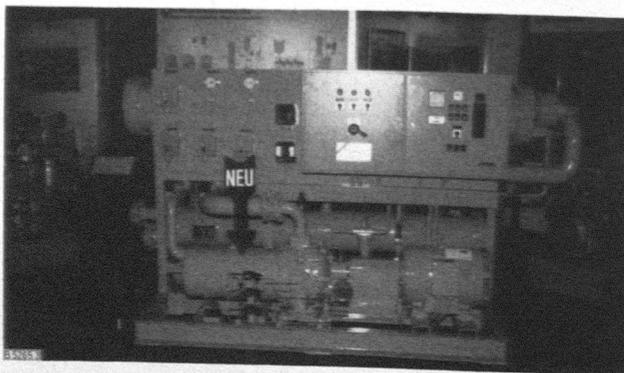


Abb. 3. Klein-Schrauben-Verdichter mit integriertem Ölabscheider und stufenloser, schiebergesteuerter Leistungsregelung. Eingebaut in einen Kaltwassersatz, Typ PSW M40 SC; Kältemittel R22, Kälteleistung 128 kW bei $+1/+35^{\circ}\text{C}$ (Verdampfungs-/Kondensationstemperatur) (*Gebr. Plersch GmbH & Co.*, Illertissen).

kleinen Aggregaten (Kälteleistung 128 kW bei $+1/+35^{\circ}\text{C}$, R22) bisher nicht üblich war.

Dem Thema „freiprogrammierbare Steuerung“ war auf mehreren Ständen breiter Raum gewidmet. So wurde von der *Brown Boveri-York GmbH*, Mannheim, ein Leitsystem mit Monitor vorgestellt, bei dem ausgehend von einem Übersichtsbild fortschreitend kleinere Teilbereiche der Anlage in zunehmender Detailvielfalt vergrößert abgerufen werden können, um so z. B. eine Störquelle schnell zu lokalisieren. Auch von der *gwk-Gesellschaft Wärme Kältetechnik mbH*, Kierspe, wurde ein sehr übersichtliches Steuerungsschaubild für Temperaturen vorgeführt, das zur gesamten Kältemaschinen/Wärmepumpen-Palette angeboten wird und bei dem die Meßwerte von Pt-Fühlern, die an verschiedenen Stellen der Anlage eingebaut sind, durch Fingerdruck digital abgerufen werden können. Daneben zeigte *gwk* einen Kaltwassersatz mit zwei großen, hermetischen Kapsel-Kompressoren (Gesamtleistung ca. 45 kW), deren Wärmeabgabe im Kondensator zugleich zu Heizzwecken genutzt wird. Die Anlage wird von der Kaltwasserseite gesteuert; fällt mehr Heizwärme an, als benötigt wird, so wird ein Zusatz-Luftkondensator zugeschaltet.

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Kühlung mit flüssigem Stickstoff wurden auf den Ständen der *Messer Griesheim GmbH*, Frankfurt/M., und der *Linde AG*, Höllriegelskreuth, unter dem Aspekt der Umwelttechnik anhand von Schautafeln erläutert. Als neues Verfahren ist dabei das Entlacken von Gitterrosten und ähnlichen Bauteilen aus Lackieranlagen hinzugekommen. Die Lackschicht wird durch Tiefkühlen mit flüssigem Stickstoff zunächst versprödet und anschließend durch mechanische Beanspruchung (Schwingungen, Teilchenbeschuß) abgelöst. Der Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß im Vergleich zur Reinigung der Teile mit Lösungsmitteln das Problem der Umweltbelastung durch Lösungsmittel bzw. die unter Umständen aufwendige Lösungsmittel-Rückgewinnung entfällt.

Laborkälte

Auf dem Gebiet der Tieftemperatur-Thermostaten wurde das Listenangebot einiger Hersteller zu tieferen Temperaturen hin erweitert. So bietet die *Haake Mess-Technik GmbH & Co.*, Karlsruhe, eine Truhe Typ KT 120 mit wassergekühlter, dreistufiger Kältekaskade für den Temperaturbereich -120 bis 40°C an, die bei -100°C noch eine Kälteleistung von 250 W aufweist und den Badinhalt von 191 in 150 min von 20 auf -120°C abkühlt. Die Ultra-Kryomate der *Meßgeräte-Werk Lauda*, Dr. R. Wobser KG, Lauda-Königshofen, besitzen in der Ausführung RUK 90 einen Arbeitstemperaturbereich zwischen -90 und 100°C und werden wahlweise mit luft- oder wassergekühlter Kältemaschine geliefert. Tieferen Temperaturen bleiben hier noch Sonderanfertigungen vorbehalten. Die Regelung der Geräte wurde im Hinblick auf die Energie-Einsparung von der Gegenheizung auf eine proportional getaktete Kühlung umgestellt, indem der Kältemittelstrom dem Bedarf angepaßt wird. Eine Abschaltung der Kältemaschine erfolgt, falls die Soll-Temperatur zu höheren Werten verstellt wird oder aus anderen Gründen eine längere Heizperiode einsetzt.

Bei der *Huber Kältemaschinenbau GmbH*, Offenburg, liegen die listenmäßigen Temperaturgrenzen inzwischen bei $-90/-100/-125^{\circ}\text{C}$. Von dieser Firma werden je nach den Anforderungen des Betreibers unterschiedliche Regelsysteme angeboten, darunter auch die Variante mit Reduzierung des Kältemittelstromes; für hohe Temperaturkonstanz wird allerdings nach wie vor eine empfindliche Regelheizung gegen die unregelmäßige Kühlung geschaltet. Daneben wird ein aufwendiger Führungsregler für die Temperaturregelung eines externen Kühlbades angeboten, bei dem die Möglichkeit besteht, die Regel-Charakteristik je nach Wärmekapazität bzw. Wärmeeintrag durch das Bad zu verändern. Für aufwendige Temperaturprogramme steht ein Programmgeber mit 16 Bit-IEC Bus-Interface zur Verfügung, ein System, das in ähnlicher Form auch bei den Geräten von *Haake* und anderen verwendet wird. Vorreiter für den Computer-Einsatz auf diesem Gebiet war die *Köttermann GmbH & Co. KG*, Uetze-Hänigsen (vgl. *Achema-Bericht* 1982, CIT 54 (1982) S. 992).

Einen neuen Kompakt-Klimaprüfschrank stellte die *Heraeus-Vötsch GmbH*, Balingen, mit dem Typ VLK 07/90 vor, mit dem die Untergrenze für den Prüfrauminhalt auf 90l abgesenkt wurde (vgl. Abb. 4). Für reine Temperaturprüfungen liegt der Arbeitsbereich zwischen -70 und 180°C , für Klimaprüfungen zwischen 10 und 90°C , bei 10 bis 95%

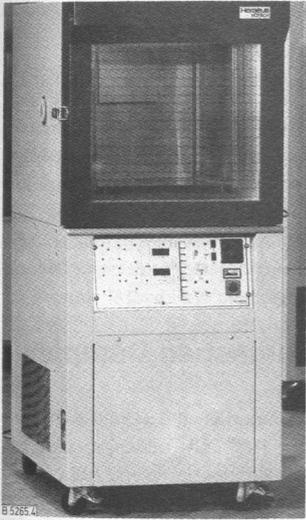


Abb. 4. Kompakt-Klimaprüfschrank Labotest, Typ VLK 07/90 mit 90l Prüfrauminhalt; Temperaturprüfungen zwischen -70 und 180°C , Klimaprüfungen zwischen 10 und 90°C und zwischen 10 und 95% relativer Feuchte (*Heraeus-Vötsch GmbH*, Balingen).

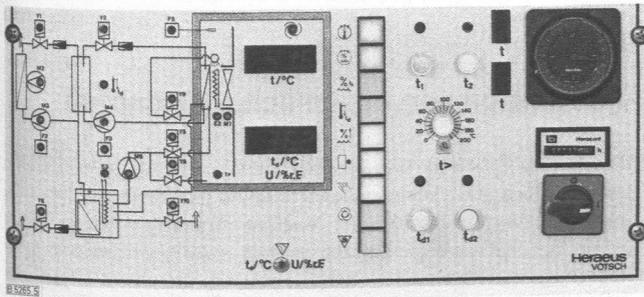


Abb. 5. Bedienungstafel mit Funktionsschaubild zum Kompakt-Klimaprüfschrank der Abb. 4. Digitale Temperatur- und Feuchtigkeitsangabe, Anzeigelampen für Störungen an wichtigen Baugruppen der Anlage (*Heraeus-Vötsch GmbH*, Balingen).



Abb. 6. Tragbarer Tauchkühler, Typ TK 300 mit Temperaturregelung zwischen -40 und 40°C . Abkühlung eines Methanol-Bades von 1l Inhalt auf -40°C in 20 min (*Fryka Kältetechnik GmbH*, Esslingen).

relativer Luftfeuchte. Ähnlich wie bei *gwk*, Kierspe, werden auch von *Heraeus-Vötsch* jetzt alle Geräte mit einem Funktionsschaubild der Anlage versehen (vgl. Abb. 5), das u. a. auch die Möglichkeit einer Ferndiagnose bietet: In vielen Fällen wird der Kundendienst-Mitarbeiter bereits telefonisch Anweisungen zur Behebung einer Störung geben können, nachdem ihm alle Daten aus dem Schaubild übermittelt wurden. Einen ganz analogen Arbeitsbereich wie das Gerät von *Heraeus-Vötsch* besitzen die Prüfschränke der *Weiss Technik GmbH*, Reiskirchen, in der Typenreihe SB, die Nutzinhalt zwischen 108 und 1500l umfassen, neuerdings serienmäßig hergestellt werden und vom Lager abrufbar sind. Besonders bestechend sind hierbei die Angaben zur Konstanz des Luftzustandes im Prüfraum: Temperatur $\pm 0,2\text{K}$, relative Feuchtigkeit ± 1 bis $1,5\%$.

Auf dem Gebiet der Tieftemperatur-Lagertruhen fiel an den Geräten der *Fryka Kältetechnik GmbH*, Esslingen, sowie der *Reuco Scientific International*, Sneek/Holland, die außerordentlich gute Schall-Isolierung der Kältekompressoren auf. Die Truhen von *Fryka* zeichnen sich außerdem dadurch aus, daß der Badbehälter vollständig aus nichtrostendem Stahl besteht und keinerlei Einbauten und Dichtkanten besitzt, was bei der Reinigung von Vorteil ist. Eine größere Zahl von Firmen zeigte kompakte, tragbare Tauchkühler, mit denen schnell und dezentral ein nur zeitweise vorhandener Kühlbedarf gedeckt werden kann. Die Verdampferschlangen im Taucheinsatz sind durch flexible, doppelwandige Schläuche, die innen die Einspritzkapillare und außen das Saugrohr des Kälteverdichters enthalten, mit der Kältemaschine verbunden, vgl. die Ausführung der *Fryka Kältetechnik* in Abb. 6.

[B 5265]

marsyntex®

FILTERTÜCHER

für alle Bereiche in der Naßfiltration

Otto Markert & Sohn, · Droopweg 31 · 2000 Hamburg 26 · Telefon: (040) *21 15 31 · Telex: 2 14 938

MARKERT



Ein Unternehmen der Markert-Gruppe