
Apparate für die Kältetechnik*

ACHEMA
Berichte



Bei der diesjährigen ACHEMA waren auf den Teilgebieten Industriekälte und Laborkälte deutlich gegenläufige Haupttendenzen festzustellen: Während bei der Industriekälte eine auffallende Zurückhaltung der gesamten Branche dominierte, prägte im Bereich der Laborkälte der seit Beginn der 80er Jahre anhaltende Trend zur Ausweitung des Ausstellungsangebots das Gesamtbild.

Als Ursache für die kleine Palette an Verdichtern und kompletten Kältesätzen/Wärmepumpensätzen kommt in Betracht, daß es auf dem Wärmepumpensektor bei den anhaltend niedrigen Energiepreisen zunehmend schwerer wird, weitere, kostengünstige Anwendungsmöglichkeiten der Wärmepumpe zu finden und, daß auf dem Gebiet kleinerer und mittlerer Kältesätze, die sich von der Größe her als Ausstellungsstücke eignen, die seit der letzten ACHEMA in Verruf geratenen „FCKW“ (Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe) als Arbeitsstoffe des Kältekreislaufs dominieren und man durch die Präsentation der zugehörigen Apparate eher eine Negativwerbung befürchtete. Um

* Berichtersteller: Prof. Dr.-Ing. D. Gorenflo, Laboratorium für Wärme- und Kältetechnik der Universität – GH Paderborn.

dem entgegenzuwirken, wurde bei den wenigen Exponaten – zumindest auch – auf das die Ozonschicht nicht gefährdende Ammoniak und das (noch?) nicht im Montrealabkommen enthaltene Halogenkältemittel R22 als Kreislaufmedium hingewiesen. Verstärkt wurde der Blick des ACHEMA-Besuchers auch auf das die Umwelt entlastende Tiefkühlen von Schadstoffen gelenkt, das gestattet, Schadstoffe durch Kondensation oder Kristallisation aus Produktströmen zu entfernen und gegebenenfalls dem Prozeß wieder zuzuführen.

In der Laborkälte traten quer durch die Reihen der Anbieter drei Themenbereiche hervor: Es wurde auf die in vielen Fällen im Vergleich zu Badthermostaten günstigeren Eigenschaften von sog. Umlaufkühlern (ohne Bad) hingewiesen, bei denen der Nutz-Wärmetauscher dem jeweiligen Anwendungsfall des Kunden – unabhängig von der Bauweise des Umlaufkühlers – optimal angepaßt und u. U. durch den Kunden beigelegt werden kann. Auf dem Gebiet der Regelung sowie der Meßdatenerfassung und -auswertung wurde die Rechneranwendung weiter ausgedehnt. Während die auf den vorangegangenen Ausstellungen gezeigten Lösungen eher den Eindruck von Prototypen oder von vorläufigen Konfigurationen machten, zeigt sich jetzt bei vielen Anbietern eine Konsolidierung: Es werden unterschiedliche Schnittstellen zu Peripheriegeräten und eine ganze Reihe von Software-Paketen für verschiedene Anwendungsfälle bereitgehalten. Schließlich setzte sich in der Laborkälte der frühere Trend fort, das Serienangebot zu Geräten für tiefere Temperaturen und für immer anspruchsvollere Prüfprogramme auszudehnen.

Industriekälte

Die Brown Boveri-York GmbH, Mannheim, zeigte einen der neuentwickelten Schraubenverdichter der Baureihe TDS, integriert in einen Schraubenverdichtersatz vom Typ ISG (s. Abb. 1). Die von der zur

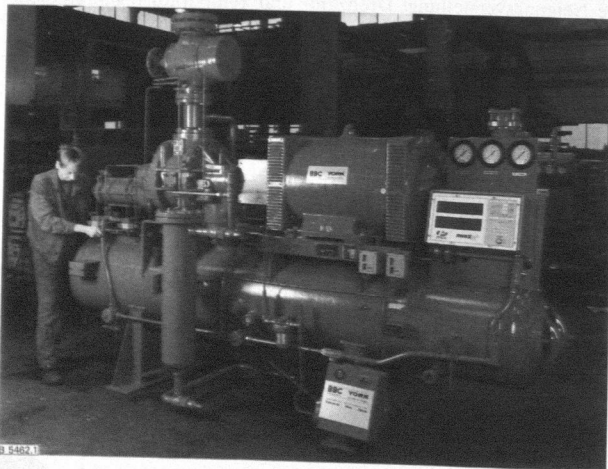


Abb. 1. Schraubenverdichtersatz, Typ ISG (Brown Boveri-York GmbH, Mannheim).

York-Gruppe gehörenden Firma Frick in den USA konzipierte Schraube enthält als Neuerungen

- einen Steuerschieber mit veränderlichem Volumen, der mikroprozessorgesteuert ist und das Volumen- und Druckverhältnis den durch den jeweiligen Betriebszustand der Anlage von außen vorgegebenen Daten anpaßt und auf diese Weise bei Betriebszuständen, die nicht der Nennleistung entsprechen, zu spürbaren Leistungseinsparungen führt,
- zylindrische Rollenwälzlager zur Aufnahme der Radiallast und Ringschräggugellager zur Aufnahme des Axialschubes. Der Ersatz der Gleitlager durch Rollenlager hat unabhängig vom Differenzdruck eine genauere Positionierung der Rotoren zur Folge, was einerseits die Leckverluste verringert und damit den Wirkungsgrad und die spezifische Leistung verbessert und andererseits durch das

geringere Rotorspiel und die schwächere Neigung zu Schwingungen die Geräuscentwicklung erheblich reduziert (von 92 bis 98 dB(A) auf 76 bis 85 dB(A)). Außerdem besitzen Wälzlager als weiteren Vorteil bekanntlich eine höhere Lebensdauer und bessere Notlaufeigenschaften als Gleitlager.

- Das Schmierölsystem des Verdichters enthält für normale Anwendungsfälle keine kontinuierlich laufende Ölpumpe; stattdessen wird der Ölfluß lediglich durch Systemdruckdifferenzen bewirkt. Die verbesserte, dreistufige Ölabscheidung hält in der Endstufe Ölnebel mit Partikelgrößen bis ca. 1 µm zurück.

Die Verdichtersätze werden für R22 und NH₃ angeboten und überdecken einstufig bei -18 °C/+35 °C (Verdampfungs-/Kondensationstemperatur) einen Leistungsbereich zwischen ca. 300 und 2000 kW Kälteleistung; im Boosterbetrieb werden Verdampfungstemperaturen bis ca. -60 °C erreicht. Das Exponat war für -51/+30 °C und 215 kW mit dem Kältemittel R22 ausgelegt.

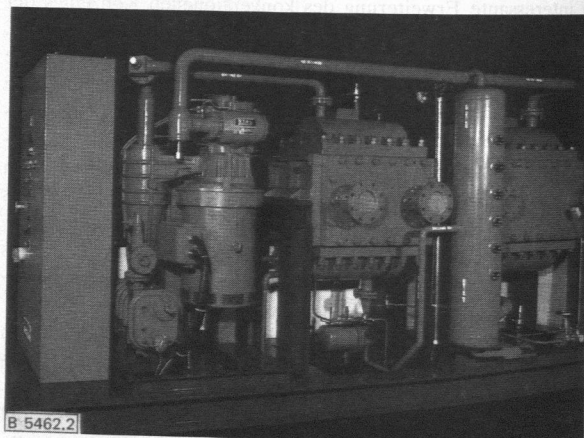


Abb. 2. Kaltwassersatz mit Schraubenverdichter und Platten-Wärmetauschern (STAL-Astra GmbH, Hamburg).

Auf dem Stand der Stal-Astra GmbH, Hamburg, war ein sog. Superschiller mit dem Stal-Mini Mk II Schraubenkompressor und neuartigen Platten-Wärmetauschern (Typ Compabloc) als Verdampfer und Kondensator zu sehen (Abb. 2). Die Plattenpakete sind durch ein spezielles Schweißverfahren vollverschweißt, besitzen also zwischen den Platten keine Dichtungen mehr; nur gegen das Gehäuse ist das Paket eingespannt und gedichtet. Durch die neue Technik wird eine sehr kompakte Bauweise mit Wärmedurchgangskoeffizienten besser als 2000 bzw. 3000 W/m² K auf der Verdampfer- bzw. Kondensatorseite erreicht. Der Anwendungsbereich liegt bei Temperaturen zwischen -30 und +300 °C und erstreckt sich bis 30 bar Betriebsdruck. Ein weiterer Vorteil der Konstruktion besteht darin, daß eine gesamte Gehäuseseite abnehmbar ist und damit bei Betrieb mit schmutz anfälligen Medien bequem und wirkungsvoll gereinigt werden kann. Der ausgestellte Kaltwassersatz leistet bei -1,5/+0,5 °C (Verdampfungs-temperatur/Kaltwasseraustrittstemperatur) mit dem Kältemittel Ammoniak 370 kW.

Die bereits seit Jahren propagierte Kombination der Kompressions-Kältemaschine mit einem Lösungskreislauf wurde von der TCH Thermo-Consulting-Heidelberg GmbH, Heidelberg, anhand eines instruktiven Fließbildes für das Stoffpaar Ammoniak – Wasser demonstriert. Unter bestimmten Betriebsbedingungen lassen sich nach Angaben des Herstellers im Vergleich zur reinen NH₃-Kompressions-Kälteanlage bis zu 40 % Betriebskosten einsparen.

Bei mehreren Ausstellern wurde auf die Schadstoff-Entsorgung und hier vor allem die Lösungsmittel-Rückgewinnung durch Tiefkühlen hingewiesen. Die Firma Citex GmbH, Hamburg, bietet einen sog. Frigosolver an, in dem ein Bad aus dem zurückzugewinnenden Lösungsmittel auf Temperaturen bis ca. -40 °C abgekühlt und der zu reinigende Gasstrom z. B. mittels eines Ringkanalgebläses als Blasen-schwarm durch das Bad gedrückt wird, was einen intensiven Wärme-

und Stoffaustausch bewirkt. Einen Rotations-Vakuum-Konzentrator steuert die Fa. Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH, Osterode/Harz, zu diesem Thema bei, der zwei umschaltbare Kühlfallen mit Temperaturen bis ca. -85°C enthält. BBC-York, Mannheim, empfiehlt zur Schadstoffentsorgung aus Kostengründen statt der sehr tiefen Kühlung mittels Kältekaskade ein Verfahren in zwei Schritten mit einer Vorreinigung durch Kühlung auf ca. -65°C in einer zweistufigen R22-Kälteanlage und einer nachgeschalteten Endreinigung durch andere Verfahren (Filtern, Adsorbieren, etc.).

Die vielfältigen, z. T. sehr eleganten Möglichkeiten des Einsatzes von flüssigem Stickstoff zur Schadstoffentsorgung bzw. Lösungsmittelrückführung wurden auf dem Stand der AGA Gas GmbH, Hamburg, – in den zum erstenmal auch die AGA-Rommenhöller Kohlendioxidwerke GmbH, Bad Driburg integriert waren – durch Schautafeln erläutert. Der tiefkalte Stickstoff bietet durch seine inertisierende Wirkung bei den meist brand- und explosionsgefährlichen Lösungsmitteln einen zusätzlichen, entscheidenden Vorteil. Zur CO_2 -Anwendung wurde ein Aquatecor-Gerät gezeigt, das die Neutralisation alkalischer Abwässer durch CO_2 -Eintrag mit einer gleichzeitigen Flootation der ungelösten Stoffe verbindet.

Laborkälte

Mehrere Hersteller von Kältethermostaten widmeten dem Thema „Umlaufkühler“ einen Teil ihrer Ausstellungsfläche, u. a. Haake GmbH, Karlsruhe, Huber GmbH, Offenburg, und Julabo GmbH, Seelbach. Dabei wurde mehrfach auf den Einsatz stärkerer Umwälzpumpen hingewiesen, womit offenbar einer Forderung aus dem Kundenkreis der Chemietechnik Rechnung getragen wird. Haake schließt mit der neuen Kryothermat-Serie von 8 Geräten zwischen 350 W und

5,5 kW Kälteleistung eine Programmlücke. Zur Vermeidung der Raumaufheizung werden die großen Geräte mit einem Abluftrohr oder mit Abwärmenutzung angeboten. Sämtliche Geräte sind mit dem Haake-ESK-Regelpaket ausgerüstet, das standardmäßig die freie Wahlmöglichkeit der internen/externen Regelung vorsieht. In der Rechnerverarbeitung wurde die Empfindlichkeit der Temperaturanzeige derjenigen des Thermostaten angepaßt ($\pm 0,01\text{ K}$), wobei eine automatische Bereichsumschaltung bei Veränderung der Regelschwankungen stets für die optimale Auflösung sorgt. Bei der Huber GmbH, die z. Zt. ca. 90 % der Kühler an Kunden mit externem Regelungswunsch liefert, wird die Abstimmung der Geräte auf eine der beiden Regelmöglichkeiten bevorzugt, weil die gleichzeitige Realisierung beider stets gewisse Kompromisse beinhaltet. Im übrigen bemüht man sich bei Huber, parallel zur verstärkten Rechneranwendung auch neue Wege in der direkten Regelung der Kälteanlage zu gehen, die zu Energieeinsparungen und zur Erhöhung der Lebensdauer führen: Würden sich bei einem bestimmten Betriebszustand Taktzeiten unter ca. 5 Min. ergeben, so wird durch Verminderung des Kältemittelstroms eine interne Leistungsanpassung der Kältemaschine vorgenommen.

Eine interessante Anwendung, bei der auf das Bad und ein zusätzliches Puffervolumen nicht verzichtet werden kann, zeigte die Julabo GmbH, Seelbach, mit dem Temperierautomaten ATS 2 zur isothermen Durchführung chemischer Reaktionen in doppelwandigen Gefäßen für Labor und Technikum, s. Abb. 3: Der ATS 2 enthält ein klein dimensioniertes Temperiergefäß (1) mit Heizer, Kühlschlange, Pt 100 Fühler und Umwälzpumpe. Es ist mit dem Vorratsbehälter (2) verbunden, in den die Wärmeträgerflüssigkeit eingefüllt wird. Das Kühlmittelbad (3) mit Kältemaschine und Pumpe stellt bei einer exothermen Reaktion über das Magnetventil (4) die erforderliche Kühlleistung zur Verfügung. Regel- und Sicherheitselektronik (5) sind in die

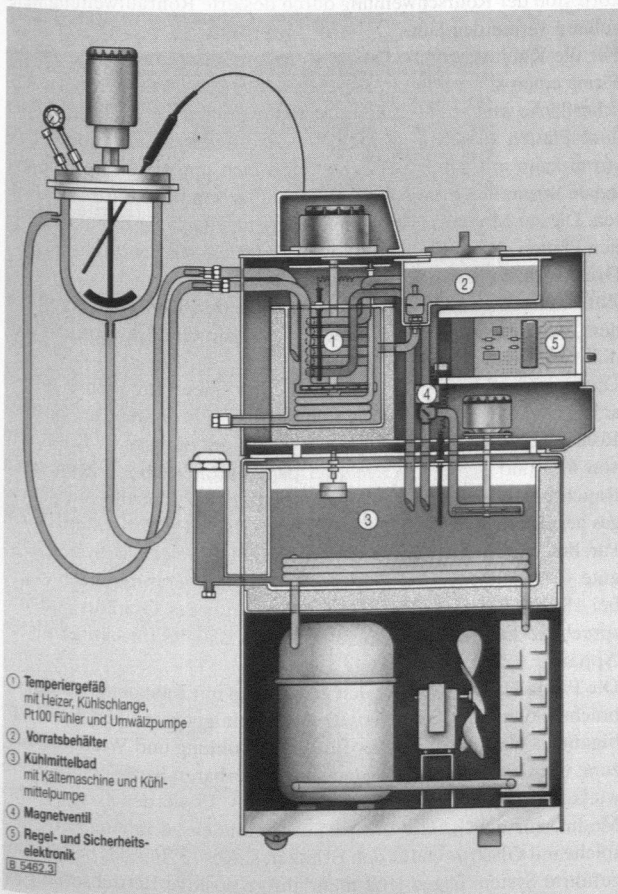


Abb. 3. Temperierautomat ATS 2 zur isothermen Führung chemischer Reaktionen (Julabo GmbH, Seelbach/Schwarzw.).

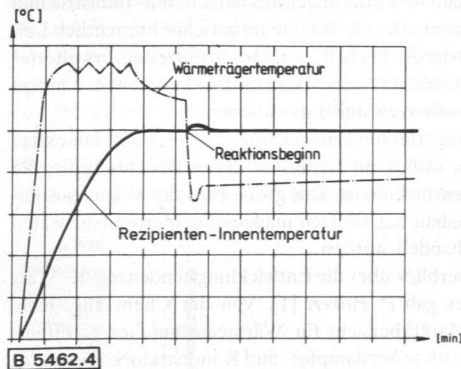


Abb. 4. Temperatur/Zeit-Kurven für den ATS 2 (Julabo, Seelbach).

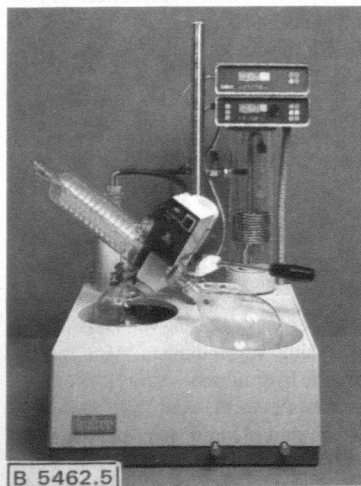


Abb. 5. Rotostat-Arbeitsplatz für Rotationsverdampfer (Huber GmbH, Offenburg).

Frontseite des Geräts als Einschub integriert. Die Arbeitsweise des ATS 2 geht aus dem Diagramm in Abb. 4 hervor, wonach bei Reaktionsbeginn durch Zuschalten des Kühlmittelbades (3) die Wärmeträgertemperatur schlagartig gesenkt wird und der Temperaturanstieg im Reaktionsgefäß sehr gering bleibt.

Eine weitere gelungene Spezialentwicklung war mit dem Rotostat auf dem Stand der Huber GmbH zu sehen. Der Rotostat stellt einen äußerst kompakten Arbeitsplatz für Rotationsverdampfer dar, der eine Kältemaschine enthält, deren Verdampfer zur Kühlung und deren Kondensator zur Heizung verwendet wird (Kälte-Wärmepumpe). Der Kondensator erzeugt im Heizbad Warmwasser bis ca. 50 °C (erst für höhere Temperaturen wird eine Elektroheizung zugeschaltet), und der Verdampfer kühlt das Bad, in dem die Dämpfe kondensieren sollen, auf ca. 3 °C und zugleich eine Kühlfalle, die den Austrag von Lösemitteln drastisch reduziert. Der Apparat wird durch ein Wasserstrahlaggregat sowie Temperatur- und Druckregler mit digitaler An-

zeige vervollständigt und paßt dennoch mit seiner Breite von 55 cm bequem unter den Laborabzug (Abb. 5).

Auf dem Gebiet der Tiefkühl-Lagertruhen zeigte Revco Inc., Asheville, USA, ein 300-Liter-Gerät, das mit Hilfe einer 4-stufigen Kaskade (R500/R503/R14/Krypton) -140 °C erreicht. Der Hersteller verspricht mit diesem Gerät für Langzeit-Tiefkühlagerungen eine bessere Temperaturkonstanz als mit der für so tiefe Temperaturen üblichen Stickstoffkühlung. Auch die Köttermann GmbH, Hänigsen, dehnte das Serienangebot an Tiefkühlagertruhen zu tieferen Temperaturen hin aus: Es werden jetzt Geräte für -80 °C mit einem Nutzinhalt zwischen 30 und 450 l angeboten. Vom Hersteller wird die geringe Geräuschentwicklung (weniger als 55 dB(A)), die bereits bei einem Temperaturanstieg von 7 K über die Solltemperatur ansprechende Warn-einrichtung (optisch und akustisch) und die Möglichkeit der Notkühlung durch verdampfendes CO₂ bei Stromausfall hervorgehoben.

[B 5462]