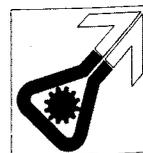


# Apparate für die Kältetechnik/Wärmepumpentechnik\*

ACHEMA  
Berichte



Der Trend der Kälte-Industrie, ihre Produkte als Kältemaschinen und zugleich als Wärmepumpen zu offerieren, trat im Vergleich zur ACHEMA 79 trotz der stagnierenden Absatzsituation auf dem Gebiet der Hauswärmepumpen bei der diesjährigen ACHEMA noch verstärkt hervor: Auf einigen Ständen dominierte die Werbung mit der „Industrie-Wärmepumpe“ sogar gegenüber der kältetechnischen Anwendung. Dabei zielt die Entwicklung einerseits auf billigere und wartungsfreundlichere Serienprodukte – vornehmlich für die Brauchwasser-Erwärmung – und andererseits auf die maßgeschneiderte Einzellösung für industrielle Prozeßwärme, auch bei höherem Temperatur-Niveau, hin. Im Zusammenhang mit der Abwärmenutzung wurde auf zwei Sonderaspekte mehrfach eingegangen, und zwar erstens auf die Möglichkeit, einer Absorptions-Kältemaschine Wärmepumpe einen mechanischen Verdichter nachzuschalten, um dadurch zunächst die Abwärme optimal zu nutzen und anschließend das Temperatur-Niveau der neuen Aufgabe optimal anzupassen, und zweitens auf die Brüdenverdichtung und -kondensation bei Eindampfanlagen. Da hierbei oft schon eine verhältnismäßig geringe Temperatur-Anhebung zur weiteren Nutzung der Wärme ausreicht, können solche „offenen“ Wärmepumpen mit hohen Leistungszahlen arbeiten; wird das kondensierte Lösungsmittel anschließend zurückgeführt, so kann u. U. eine vor der Abgabe an die Umwelt notwendige Reinigung entfallen, was die Wirtschaftlichkeit des Gesamtverfahrens erhöht.

Aus dem Bereich der Tieftemperaturtechnik wurde lediglich auf Anwendungsmöglichkeiten von flüssigem Stickstoff hingewiesen. Im übrigen gilt für diesen Bereich, ebenso wie für das im vergangenen Jahrzehnt stetig rückläufige Angebot an Kleinkühltürmen, daß die beteiligten Firmen die ACHEMA offenbar immer weniger als geeignete

Plattform für die Präsentation ihre Produkte und Verfahren betrachten.

Dagegen machte sich auf dem Gebiet der Laborkälte der umgekehrte Trend bemerkbar. Hier hat sich sowohl die Zahl der Anbieter als auch die Produktpalette vergrößert, insbesondere auf dem Sektor „Klima-Prüfschränke und -Kammern“ – anscheinend die Folge einer kontinuierlich wachsenden Zahl von Prüfvorschriften. Neu war auch das zum erstenmal ins Gewicht fallende Angebot an Speziallaborkühlschränken, zum Teil mit Glastür und weitgehend variabler Inneneinrichtung, deren Vorteile bei der Handhabung hervorgehoben wurden. Insgesamt wird immer häufiger Elektronik bei der Laborkälte eingesetzt: Dank der Fortschritte auf diesem Sektor wurden die Einstellgenauigkeit sowie der Regel-, Rechen- und Bedienungskomfort erhöht.

## Verdichter und komplette Kälte- bzw. Wärmepumpen-Anlagen

Bei den Kälte-Turbokompressoren der Unitop-Kältesätze von *Gebrüder Sulzer AG/Escher-Wyss GmbH*, Zürich/Ravensburg, konnte durch Verbesserungen am Laufrad und an der Vorleitschaufel-Verstellung eine Energie-Einsparung von durchschnittlich 7 bis 8% erzielt werden. Als neue Anwendung der zweistufigen Ausführung wird der Einsatz in Wärmepumpenanlagen mit 10 bis 12 MW Heizleistung angeführt, die z. Z. in Schweden im Bau sind. Abb. 1 zeigt als Exponat einen Kompressor des Typs RW 45-2v, der mit dem Kältemittel R12 bei 0°C/60°C (Verdampfungs-Temperatur/Kondensations-Temperatur) eine Kälteleistung von ca. 9 MW und eine Heizleistung von ca. 12 MW aufweist; der Kältemittel-Massenstrom beträgt dabei auf der Saugseite 60 kg/s, auf der Druckseite 80 kg/s. Der Kompressor ist auch für die Kältemittel R500 und R22 geeignet, mit denen noch höhere Leistungen erzielt werden.

\* Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. D. Gorenflo, Univ.-Gesamthochschule Paderborn, Thermodynamik/Wärmeübertragung, Pohlweg 55, 4790 Paderborn.

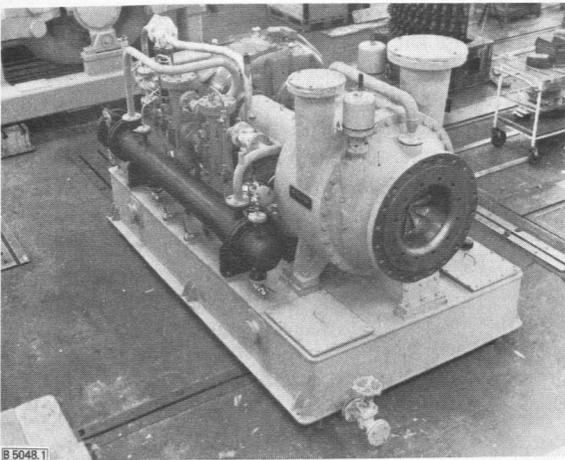


Abb. 1. Zweistufiger Turbokompressor für Wärmepumpenanlagen mit 10 bis 12 MW Heizleistung, Type RW45-2v (Uniturbo 45), Antriebsleistung 3,2 MW, Kältemittel R12. (Sulzer/Escher-Wyss, Zürich/Ravensburg)

bzw. für R114, mit dem das Temperatur-Niveau angehoben werden kann.

Von der *Stal-Astra GmbH*, Glinde/b. Hamburg, war eine vertikale Schraubenverdichter-Einheit der Serie SV (Typ SVA 24) ausgestellt. Durch konstruktive Veränderungen an der zweiten Generation dieser vor sechs Jahren zum erstenmal gezeigten Bauart (vgl. Achema-Bericht 1976) konnte eine erhebliche Leistungssteigerung erzielt und die Wartungsfreundlichkeit verbessert werden. In der neuen Ausführung sind Maschine und Ölabscheider voneinander getrennt, und der Verdichter ist nun über dem Motor angeordnet (einfachere Wartung). Auf dem Stand der *Gebr. Plersch, Kältemaschinen GmbH & Co.*, Illertissen, war eine Hochtemperatur-Wärmepumpe zu sehen, die zugleich als Kaltwassersatz betrieben werden kann (vgl. Abb. 2). Die

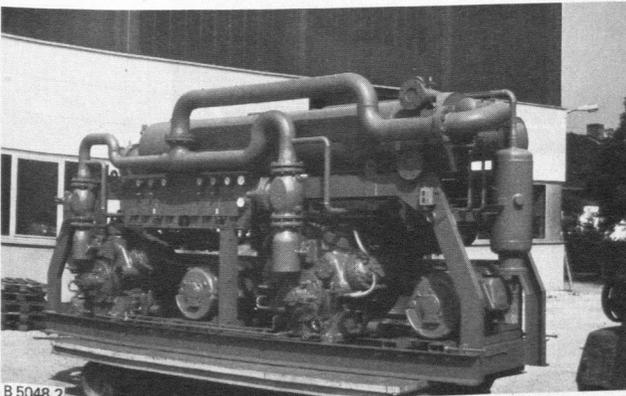


Abb. 2. Hochtemperatur-Wärmepumpe zur Kühlung von Eloxalbädern (Verdampfungs-Temperatur 5°C) und zum Aufheizen von Spülbädern, (Gebr. Plersch, Kältemaschinen GmbH & Co., Illertissen)

Anlage ist mit einem 6-Zylinder- und einem 8-Zylinder-Kompressor ausgerüstet, die auf einen gemeinsamen Verdampfer arbeiten. Durch Ventilabhebung an einzelnen Zylindern dieses insgesamt 14-Zylinder-Antriebs ist eine weitgehende Leistungsregelung möglich. Ein interessanter (und bereits mehrfach ausgeführter) Anwendungsfall dieser Anlage ergibt sich bei der Oberflächen-Veredelung metallischer Werkstücke: Bei Betrieb mit +5°C/+85°C (Verdampfungs-Temperatur/Kondensations-Temperatur) kühlt die Anlage Kühlwasser von 18 auf 8°C ab (Kälteleistung 282 kW) und heizt Heißwasser von 70 auf 80°C auf (Heizleistung 290 kW). Gleichzeitig wird in einem Kältemittel-Unterkühler eine Leistung von 116 kW an

Nachspeisewasser abgegeben, das zur Deckung des verhältnismäßig großen Verdunstungsverlusts auf der Heißwasserseite benötigt wird und das in diesem Wärmeaustauscher von 10 auf 60°C vorgewärmt wird. Für die Nutzwärme-Erzeugung wird u. a. auch die intensive Zylinderkopfkühlung der Kompressoren herangezogen. Ein alternativer Einsatz dieser Anlage ist die Eiszerzeugung, verbunden mit der Aufheizung eines Brauchwasserspeichers.

Aus einer neuen Baureihe von Flüssigkeitskühlern wurde bei der *Luwa AG*, Zürich/Frankfurt/M., die Type PCWX 100 mit einer Nennkälteleistung von ca. 300 kW bei einer Leistungsaufnahme von 70 kW (0°C/40°C, R22) gezeigt (Abb. 3). Die Baureihe ist bis zur größten Einheit (ca. 350 kW Nennkälteleistung) mit vollhermetischen Schraubenverdichtern ausgerüstet, die ohne zusätzliche Ölpumpe betrieben werden und eine stufenlose Leistungsregelung bis 25% Nennlast besitzen. Hervorgehoben wird neben der Laufruhe und der hohen Lebensdauer das große Wartungsintervall von 30000 h. In der Ausführung mit Verdampfer und Kondensator aus nichtrostendem Stahl ist auch die Temperierung aggressiver Medien möglich.

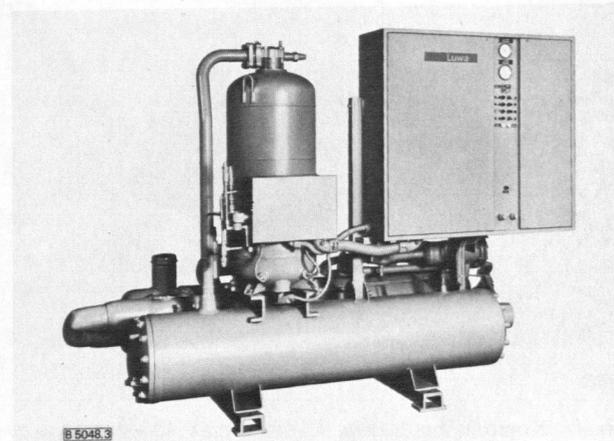


Abb. 3. Luwa-Flüssigkeitskühler, Typ PCWX 100, mit vollhermetischem Schraubenverdichter, Nennkälteleistung 70 kW bei 0°C/40°C, Kältemittel R22. (Luwa AG, Zürich/Frankfurt/M.)

Von der *Linde AG*, Werksgruppe Sürth/Köln, und von der *Wiegand GmbH*, Ettlingen, wurde in Schautafeln und Verfahrensbeschreibungen auf die Energie-Einsparungsmöglichkeit durch Brüdenverdichtung in Eindampfanlagen der Lebensmitteltechnik und von Brauereien hingewiesen. Dabei werden die Brüden durch große einstufige Turboverdichter auf einen höheren Druck gefördert und geben im Brüdenkondensator die freiwerdende Wärme zur Vorwärmung bzw. Vorverdampfung an die einzudampfende Lösung ab. Vor der Ableitung des Kondensats kann gegebenenfalls noch ein Warmwasserbereiter zwischengeschaltet werden. Da durch solche Wärmepumpen im allgemeinen nur ein kleines Temperaturgefälle zwischen Abwärme und Nutzwärme überbrückt werden muß und außerdem das Trägermedium der Abwärme zugleich als Arbeitsmedium der Wärmepumpe dient, erreichen diese Anlagen sehr hohe energetische Wirkungsgrade; dabei ist die mechanische Brüdenkompression der thermischen weit überlegen. So erzielt z. B. ein Turboverdichter mit 115 kW Antriebsleistung eine Heizleistung von 2440 kW, zuzüglich einer Wärmeabgabe von 420 kW zur Warmwasserbereitung. Dies entspricht einer Leistungszahl  $\epsilon$  von ca. 18,5. Als Amortisationszeit für die erforderlichen Zusatzinvestitionen werden 2 bis 3 Jahre genannt. – Noch kürzere Amortisationszeiten gibt die *Sümak Maschinenfabrik GmbH & Co.*, Leonberg, für ihre Wärmepumpen an, die z. B. für entsprechende Aufgaben bei der Kunststoff-Verarbeitung eingesetzt werden. Dabei wird die Energie des abgesaugten Dampfes oder eines Dampf/Luft-Gemisches ausgenutzt

und das anfallende Kondensat in den Prozeß zurückgeführt. Die hohe Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme rührt nicht zuletzt von Einsparungen bei den für diese Prozesse erheblichen Abwasserkosten her.

## Laborkälte

Eine neue Generation von Laborthermostaten stellte die *Haake GmbH*, Karlsruhe, mit der Baureihe N4-T vor. Die Brückenthermostate können im Baukastensystem an beliebige Badgefäße angeschlossen werden und eignen sich für den Temperaturbereich zwischen  $-90$  und  $+300$  °C. Die neue Kontroll- und Bedienungseinheit für diese Baureihe ist nicht mehr im Gehäuse des Thermostaten integriert, sondern nur noch durch ein Steuerkabel mit diesem verbunden und kann daher auf dem Thermostaten in die jeweilige Blickrichtung frei gedreht oder auch ganz abgenommen werden. Die in Abb. 4 dargestellte Einheit enthält zwei getrennte Felder für die



Abb. 4. Kontroll- und Bedienungseinheit für Laborthermostaten der neuen Baureihe N4-T von *Haake*; links: Feld zur Einstellung der Soll-Temperatur; rechts: Feld zur Abfrage der Ist-Temperatur im Bad (INT) oder in einem Zusatzgefäß (EXT); außerdem: Abfragemöglichkeit der eingestellten Grenztemperatur (ALARM). (*Haake GmbH & Co.*, Karlsruhe)

digitale Temperatur-Einstellung (links) und -Abfrage (rechts im Bild). Statt mit Knöpfen und Schaltern wird die Temperatur durch einfachen Fingertip auf eine glattflächige Folientastatur vorgewählt, die pro Dezimalstelle eine Taste enthält. Die eingetippte Temperatur (Soll-Temperatur) wird neben der Ist-Temperatur permanent angezeigt und wird auch bei ausgeschaltetem Gerät so lange gespeichert, bis eine neue Eingabe erfolgt. Für die Temperatur-Regelung des Bades und für die Messung der Badtemperatur werden zwei getrennte Felder verwendet. Außerdem kann auf dem Feld für die Ist-Temperatur wahlweise die eingestellte Alarmtemperatur abgefragt oder die Temperatur eines externen Bades angezeigt werden (zusätzlicher Pt-100 Fühler). Die Thermostaten sind mit Sicherheitselementen der Klasse 3 nach DIN ausgerüstet und für Fernsteuerung, Temperatur-Programmgeber und Rechneranschluß vorbereitet. Das *Meßgeräte-Werk Lauda Dr. R. Wobser KG*, Lauda-Königshofen, zeigte u. a. einen neuen Kompakt-Kältethermostaten, Typ RKP 20. Der Thermostat ist für den Temperaturbereich zwischen  $-40$  und  $+150$  °C ausgelegt und wird von einem freiprogrammierbaren Mikroprozessor gesteuert. Neben der Vorgabe des Temperatur-Sollwertes und verschiedener Grenzwerte können über das Tastenfeld auch beliebige Temperatur/Zeit-Programme mit max. fünf Schritten eingegeben werden.

Tiefkühltruhen und -Schränke mit einem Arbeitsbereich bis  $-85$  °C bietet die *Colora Meßtechnik GmbH*, Lorch, mit ihrer Baureihe UF 85 an. Die Geräte werden von einer dreistufigen Kältekaskade gekühlt,

die bei den kleineren Typen der Baureihe seitlich und bei der größten unten angebracht ist. Die vornehmlich für die Lagerung biologischen Materials bei Temperaturen zwischen  $-75$  und  $-85$  °C konzipierten Geräte sind mit einem CO<sub>2</sub>-Sicherheitskühlsystem ausgestattet, das bei Ausfall des Kälteaggregats flüssiges CO<sub>2</sub> in den Truhen- bzw. Schrankraum sprüht und auf diese Weise für begrenzte Zeit die tiefen Temperaturen im Innenraum aufrechterhält.

Die Materialprüfschränke der *Brabender Realtest GmbH*, Moers, können neuerdings mit mikroprozessor-gesteuerten Bildschirm-Programmgebern der Type SE-134 für Temperatur und Feuchte ausgerüstet werden. Auf dem in das Gehäuse des SE-134 integrierten Bildschirm sind die Daten entweder digital in Tabellenform oder analog als zeitlicher Verlauf von Temperatur oder Feuchte (mit Zeitraffung oder -dehnung) darstellbar. Der Programmgeber arbeitet mit einem IEC-BUS-Interface, das wahlweise zwei oder drei analoge Eingangs- und Ausgangs-Kanäle enthält.

Eine in die Zukunft weisende Form der Temperatur- und Feuchtigkeitssteuerung ihrer Materialprüfschränke im Temperaturbereich  $-80$  bis  $+180$  °C führte die *Köttermann GmbH & Co. KG*, Hänigsen, mit ihrem Bildschirm-Programmgebersystem auf Computer-Basis vor. Das System wird an einem *Commodore CBM 8032* im Dialogverkehr programmiert, wobei der Bedienende gegebenenfalls gleichzeitig auf zu beachtende Temperaturgrenzen hingewiesen wird. Die Anlage enthält einen feuchten und einen trockenen Pt-100-Fühler



Abb. 5. Bildschirm-Programmgeber mit *Commodore CBM 8032* und Kassettengerät. (*Köttermann GmbH & Co. KG*, Hänigsen)



Abb. 6. Global-UV-Test-Gerät, System *Weiss-Bauart BAM*, für Kurzzeitprüfung der Licht- und Wetterbeständigkeit organischer Stoffe. (*Weiss Technik GmbH*, Reiskirchen)

und errechnet daraus die relative Luftfeuchte (auf  $\pm 2,5\%$ ), so daß umgekehrt diese Größe direkt eingegeben werden kann. Der über Floppy disk oder Kassette eingegebene Programmverlauf wird durch Umwandlung der Sollwerte in einer Bildschirm-Grafik übersichtlich dargestellt (vgl. Abb. 5). Eine Wunschkonfiguration dieser Bedienungseinheit – insbesondere für Forschungsaufgaben – würde aus dem Computer mit Floppy disk, Drucker und Grafik-Satz bestehen. Die *Weiss Technik GmbH*, Reiskirchen, zeigte ein „Global-UV-Test-Gerät, System *Weiss*-Bauart BAM“, für die Kurzzeitprüfung der Licht- und Wetterbeständigkeit von organischen Stoffen, wie Lacke und Farben, Kunststoffe, Textilien u. a. (vgl. Abb. 6). Neuartig an

diesem Gerät ist, daß nur der fotochemisch wirksame Spektralbereich der Globalstrahlung mit Wellenlängen zwischen 290 und 450 nm simuliert und der IR-Bereich ausgeklammert wird. Dadurch wird wesentlich weniger Energie in die Kammer eingebracht, und es ist erstmals möglich, einen definierten Klimazustand (Feuchte) bei diesen Prüfungen aufrechtzuerhalten. Bei abgeschalteter Bestrahlungseinrichtung ist das Gerät als vollwertiger Klimaprüfschrank im Temperaturbereich zwischen  $-10$  und  $+80$  C zu nutzen. – In ähnliche Richtung läuft die Weiterentwicklung bei den für Belichtungs- und Bewitterungsprüfungen eingesetzten „Soltest“-Geräten der *W. C. Heraeus GmbH*, Hanau. [B 5048]

## Apparate für die Vakuumtechnik\*

**ACHEMA  
Berichte**

Der schon auf der *ACHEMA 79* zu beobachtende Trend, Vakuumanlagen und Umwelt vor schädlichen und aggressiven Gasen zu schützen, setzt sich weiter fort: Vorkehrungen gegen Verschmutzen und Korrosion werden auch bei bisher der reinen Hochvakuumtechnik vorbehaltenen Pumpentypen getroffen, so daß diese in Konkurrenz zu den für chemische Verfahren bewährten Pumpen-Aggregaten treten. Die Forderungen nach Dichtigkeit auch gegen das Austreten gefährlicher Gase (z. B. Uranhexafluorid) erbrachten neue Lösungen, wobei die sonst dafür übliche teure UHV-Technologie nur noch teilweise eingesetzt werden muß.

Auch der Ex-Schutz wird sowohl bei Pumpen-Aggregaten als auch auf dem Meß- und Schaltgerätesektor mit Sonderausführungen verstärkt berücksichtigt. Im übrigen wurden die Pumpenreihen erweitert bzw. in ihrem Saugvermögen den häufigsten Anforderungen angepaßt, so daß dem Anwender bei nahezu jeder Firma ein lückenloses Spektrum an Pumpenleistung zur Vakuumherzeugung zur Verfügung steht. Das gleiche gilt für Leitungs-, Flansch- und Dichtungsbauteile, wobei Detailverbesserungen vor allem die Montage erleichtern. Der verstärkte Einsatz der Elektronik ermöglicht eine genauere Steuerung und Regelung oder auch Status-Abfrage von eingesetzten Komponenten und Anlagen durch Rechner.

Neben im Design veränderten Meßgeräten waren auf der *ACHEMA 82* benutzerfreundliche Neuentwicklungen zu sehen; auch bei den Vakuum-Meßgeräten nimmt die Zahl der Digitalgeräte weiter zu. Mit dem Einsatz von Tischrechnern bzw. von im Gerät selbst eingebauten, entsprechend programmierten Mikroprozessoren wird die Auswertung von Massenspektren zur Gasanalyse wesentlich vereinfacht.

Hochgenaue Vakuum-Meßgeräte, gasart-unabhängig mechanisch wirkend oder auf neuen gasart-abhängigen Meßprinzipien beruhend, können direkt oder als Eichnormal für andere Druckmesser eingesetzt werden.

### Aggregate zur Vakuum-Erzeugung

Lange bekannt sind die im Grobvakuumbereich bis etwa 30 mbar Enddruck vor allem in der chemischen Verfahrenstechnik benutzten Flüssigkeitsringpumpen, die unempfindlich gegen einen großen Gasanfall und Fremdstoff-Beimengungen sind. Neben den Standardausführungen (*General Engineering Radcliffe 1979 Ltd.*, Radcliffe:

*Wilhelm Hedrich Vakuumanlagen GmbH & Co. KG*, Ehringshausen-Katzenfurt; *Hivac (Pty) Ltd.*, Johannesburg; *Körting Hannover KG*, Hannover; *Pompe F. B. M. SpA*, Parma; *Siemens AG Bereich Energietechnik*, Erlangen; *Wiegand Karlsruhe GmbH*, Ettlingen) mit Saugvermögen von etwa 10 bis 30 000 m<sup>3</sup> h und mehr werden nun auch folgende weiterentwickelte Konstruktionen angeboten: Korrosionsfestigkeit durch Flügelräder aus glasfaserverstärktem Epoxidharz (*Siemens AG*; *Sihl-Halberg Vertriebsgesellschaft mbH*, Ludwigs-hafen Rh.) mit Saugvermögen von 10 bis 120 m<sup>3</sup> h. Steuerscheiben aus Keramik (*Siemens AG*), besonders kleine Leckraten von  $10^{-3}$  mbar l/s nach außen durch permanentmagnetischen Antrieb (*Lederle GmbH*, Gundelfingen; *Siemens AG*; *Sihl-Halberg*) oder eine wesentliche Senkung der Betriebskosten durch automatische Mengenbegrenzung der Betriebsflüssigkeit (*Siemens AG*). Ebenfalls kostensparend arbeitet der vierstufige Wasserstrahlpumpstand *VacuJet II* (*Hirschmann Laborglas*, Eberstadt) für Laboranwendungen mittels geschlossenem Wasserkreislauf. Die Umweltbelastung wird durch das gezielte Ableiten der Abluft in kontrollierten Grenzen gehalten.

Auf dem Gebiet der Drehschieberpumpen, einsetzbar von Atmosphärendruck bis in den Feinvakuumbereich von  $10^{-3}$  mbar, ist die Auswahl bei allen anbietenden Firmen umfassend. Drehschieberpumpen sind z. B. erhältlich bei: *Balzlers Hochvakuum GmbH*, Wiesbaden; *Ing. Brizio Basi & C. Soc. Accomanolita Semplice*, Milano; *Rudolf Brand GmbH & Co. Laborgeräte und Vakuumtechnik*, Wertheim; *Dr.-Ing. K. Busch KG*, Maulburg; *CJT Vacuum Technik Produktions- & Vertriebs-GmbH*, Ramelsbach Vierkirchen; *Edwards, Kniese & Co. Hochvakuum GmbH*, Marburg; *General Engineering*; *Leybold-Heraeus GmbH*, Köln; *Odenwälder Präzisionswerk Peter Sauer & Sohn*, Dieburg; *Werner Rietschle, Maschinen- und Apparatebau GmbH*, Schopfheim; *Varian GmbH*, Darmstadt.

Im allgemeinen liegt die Saugleistung der angebotenen Pumpserien zwischen 2 und 250 m<sup>3</sup> h. So wird das UNO- und DUO-Programm der Fa. *Balzlers* in den Stufen 1,5–4–8–12–30–60–120–250 m<sup>3</sup> h gefertigt. Neu ist die Drehschieberpumpenserie der bisher als UHV-Komponenten-Hersteller bekannten Fa. *Varian* (Abb. 1). Die Pumpen werden als S-Serie (Standard), C-Serie (chemische Anwendungen) und H-Serie (hermetisch abgeschlossen) angeboten. Selbstverständlich decken auch andere Hersteller (*Balzlers*, *Leybold-Heraeus*) den chemischen Bereich bzw. den helium- oder fluordichten Betrieb ab, wobei das angebotene Saugleistungsspektrum dem der Normalausführungen entspricht. Zum Teil werden Wasserdampf-Verträglichkeiten bis 60 mbar angegeben. Weitere Maßnahmen zur Erhöhung der chemischen Korrosionsfestigkeit sind integrierte

\* Berichtersteller: Dr. H. P. Lorenz, Siemens AG, Postfach 3240, 8520 Erlangen.