

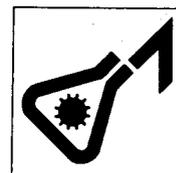
Spießblech verstärkte Flachdichtung aus imprägniertem Graphit Sigraflex-Universal der Sigrü GmbH, Meitingen. Die Verarbeitbarkeit des Plattenmaterials ist durch eine stärkere Spießblecheinlage verbessert worden. Sie wird bevorzugt für Nut- und Federflansche bis DN 900 als einteilige Dichtung und über DN 900 als zweilagiger Aufbau in Segmenten empfohlen. Sie ist für Betriebsdrücke bis 100 bar und Flächenpressungen bis zu 140 N/mm<sup>2</sup> einsetzbar. Speziell im Hitzeschutz- und Isolierbereich für Temperaturen bis

750 °C können als Ersatz für Asbest Produkte aus Calciumsilicat-Fasern eingesetzt werden. Mit der Bezeichnung Silontex bietet die h.k.o. Isolier- und Textiltechnik GmbH, Oberhausen, Garne, Zwirne, Gewebe, Gewebebänder, Schläuche, Schnüre, Packungen etc. aus diesem Fasermaterial an. Der Filamentdurchmesser des Ausgangsmaterials liegt zwischen 6 µm und 9 µm und somit außerhalb des gesundheitsgefährdenden Faserdurchmessers.

[B 5641]

## Apparate für die Kältetechnik\*

ACHEMA  
Berichte



### Industriekälte

Das Angebot der AICHEMA an Exponaten aus dem Bereich Industriekälte war bei den zwei letzten Ausstellungen deutlich geringer als in früheren Jahren. Der neuerliche Rückgang seit 1988 dürfte vor allem mit den jährlich schärfer werdenden Restriktionen gegen vollhalogenierte Kohlenwasserstoffe als Kältemittel – besonders solche mit Chloranteil – zusammenhängen, die bei Entweichen in die Atmosphäre wegen ihrer langen Lebensdauer sämtlich den Treibhauseffekt verschärfen und die für den Ozonabbau in der Stratosphäre mitverantwortlich sind, sofern sie Chloratome im Molekül enthalten.

Die vollhalogenierten Methan- und Ethanderivate dominierten bis vor kurzem weite Teilgebiete in der Erzeugung von Industriekälte: R11, R12, R114 bei höheren Temperaturen (bis etwa -30 °C) und R502, R13B1, R13 bei tieferen (bis etwa -80 °C). Zur Zeit wird zwar weltweit mit Hochdruck an der Entwicklung von Ersatzstoffen zur industriellen Einsatzreife gearbeitet, doch sind noch eine Reihe von Problemen zu lösen: Bei R123(C<sub>2</sub>HF<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>), dem Ersatzstoff für R11, weisen neuere Versuche auf ein erhöhtes Gesundheitsrisiko hin und bei R134a(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>), dem Ersatzstoff für R12, ist das Maschinenöl noch nicht gefunden, das ähnlich lange Wartungsintervalle garantiert, wie man sie von R12-Kompressoren gewohnt ist. Ein Ersatz für R502 ist z. Zt. noch nicht in Sicht; ausführliche Recherchen in den USA geben Gemischen (binären sowie ternären) die größten Chancen. Dagegen erscheint die Situation bei R13 besser, da mit R23(CHF<sub>3</sub>) ein Stoff bereits technisch verfügbar ist, dessen Eigenschaften denjenigen von R13 verhältnismäßig nahe kommen (z.B. liegen die Normsiedetemperaturen weniger als 1 K auseinander).

Bei dieser Situation wird verstärkt auf Ammoniak als Kältemittel zurückgegriffen, das seit eh und je eingesetzt wird, weil es unbestreitbare kältetechnische Vorzüge besitzt, und dessen Nachteilen man jetzt durch konstruktive Neuerungen begegnen will: Verminderung des Gefahrenpotentials, das von diesem giftigen Stoff ausgeht, durch Hermetisierung der Anlagen und Integration von Absorptionsbehältern sowie drastische Reduzierung der Füllmengen durch Rieselsysteme und Hochleistungswärmeaustauscher (Plattenapparate bzw. Hochleistungs-Rippenrohre); letzteres zeigt

sich übrigens ganz allgemein als Entwicklungstendenz. Auf die Unbedenklichkeit von flüssigem CO<sub>2</sub> und Stickstoff als Kältemittel verweisen die Lieferanten dieser Stoffe und stellen neue Anwendungsmöglichkeiten heraus.

So propagieren die Messer Griesheim GmbH, Krefeld, und deren Tochter Rud. Buse GmbH & Co., Bad Hönningen, das sog. Cold Jet-Verfahren als umweltfreundliches Kryostrahlverfahren zur Lösung industrieller Reinigungsprobleme, das von Cold Jet Inc., USA-Cincinnati, entwickelt wurde. Als Strahlmittel werden Trockeneis-Pellets verwendet, die durch hydraulisches Pressen von CO<sub>2</sub>-Schnee vor Ort hergestellt und in einem Druckluftstrom beschleunigt werden, s. Abb. 1. Die Pellets prallen mit hoher

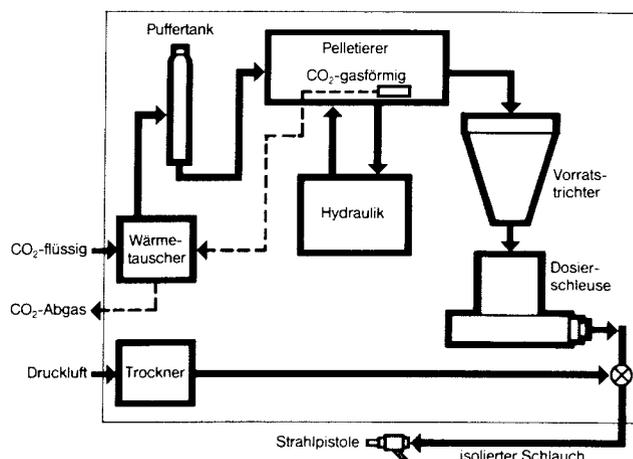


Abb. 1. Funktionsschema des Cold Jet-Verfahrens (Messer Griesheim, Krefeld, und Buse, Bad Hönningen).

Geschwindigkeit auf die Werkstückoberfläche, unterkühlen diese punktuell und entfernen unerwünschte Beschichtungen oder Verunreinigungen. Durch das Verfahren können halogenierte Kohlenwasserstoffe oder andere organische Lösungsmittel bei der industriellen Reinigung ersetzt werden. Nur das entfernte Beschichtungsmaterial ist zu entsorgen, da die Trockeneis-Pellets sublimieren, d. h. sie lösen sich auf und entweichen als CO<sub>2</sub>-Gas in die Luft. Das Verfahren ermöglicht nach Angaben der Vertreter eine sehr schonende Oberflächenreinigung, die durch Variation der

\* Berichtersteller: Prof. Dr.-Ing. D. Gorenflo, Laboratorium für Wärme- und Kältetechnik der Univ.-GH Paderborn, Warburger Str. 100, 4790 Paderborn.

Betriebsparameter den Eigenschaften des Werkstücks in weiten Grenzen angepaßt werden kann.

Ähnliche Aufgaben übernimmt bei Reinigen von Pipelines und Rohrleitungssystemen die Ganblow-Rohrreinigungsanlage der Linde AG, Höllriegelskreuth, die entwickelt wurde, um harte, spröde, nicht pastöse Ablagerungen ohne flüssige Reinigungsmittel zu entfernen. Bei dem Verfahren wird flüssiger Stickstoff aus einem Speichertank oder Tankfahrzeug verdampft, mit einem Strahlmittel vermischt und mit hoher Geschwindigkeit durch die Rohrleitung geblasen. In einem Auffang-Container werden das Strahlmittel sowie die abgelösten Ablagerungen vom Stickstoff getrennt. Als Vorteile des Verfahrens werden u.a. die schnelle Durchführung vor Ort ohne Demontage der Rohrleitung, die großen Reinigungslängen, die gleichzeitige Trocknung und Inertisierung der Leitung sowie die Entsorgung in trockener Form genannt. Das Pendant zum Spülen, Trocknen, Kühlen von Kolonnen, Reaktoren, Behältern unter inerter Atmosphäre ist die Linblow-Multiservice-Einheit der Linde AG, die in einem genormten Container untergebracht ist und ebenfalls flüssigen Stickstoff verwendet. Zusammen mit einem Verdampfer läßt sich die Betriebstemperatur zwischen  $-90^{\circ}\text{C}$  und  $+150^{\circ}\text{C}$  konstant oder nach vorgegebenem Temperaturprofil einstellen.

Stal-Astra GmbH, Hamburg, stellte ähnlich wie vor drei Jahren ihre neuentwickelten und weiter verbesserten Plattenwärmetauscher als Verdampfer bzw. Kondensatoren heraus und rückte das Kältemittel Ammoniak in den Vordergrund, z.B. für den Einsatz in Kaltwassersätzen. Brown Boveri-York GmbH, Mannheim, demonstrierte durch die Ausstellung einer ganzen Verdichterpalette vom Kapselverdichter bis zum mehrstufigen Turboverdichter mit Vorleitschaufelregelung, daß ein komplettes Verdichterprogramm zur Verfügung steht, das für jeden Anwendungsfall eine maßgeschneiderte Lösung ermöglicht. Als Neuerung ist nach Angaben des Hauses z.Z. ein Schraubenverdichter für das Tieftemperaturkältemittel R23 im Bau.

## Laborkälte

Auf dem Gebiet der Laborkälte setzte sich der Trend der letzten Ausstellungen zur Ausweitung des Ausstellungsangebots trotz der FCKW-Problematik auch in diesem Jahr ungebremst fort. Im Zusammenhang mit dieser Problematik wurde von drei Herstellern, Weiss Umwelttechnik GmbH, Reiskirchen, Lauda GmbH & Co. KG, Lauda-Königshofen, und Heraeus Vötsch GmbH, Balingen, darauf hingewiesen, daß das Programm bereits auf das teilhalogenierte Kältemittel R22 für höhere Temperaturen bis  $-40^{\circ}\text{C}$  und auf R22/R23-Kaskaden für  $-70^{\circ}\text{C}$  bzw.  $-80^{\circ}\text{C}$  umgestellt ist. Heraeus Vötsch kann als zusätzlichen Umweltbonus eine FCKW- und asbestfreie Mineralfaserisolierung anführen, die auf neuartige Weise durch Einblasen der Mineralfasern in das doppelwandige Gehäuse hergestellt wird, sowie die pulverbeschichtete Geräteoberfläche, bei deren Herstellung keine Lösungsmitteldämpfe oder Lackschlämme anfallen.

Zwei weitere Gesichtspunkte, auf die von mehreren Ausstellern abgehoben wurde, ist die wahlweise Ausstattung der Thermostaten/Kryostaten mit kräftigeren Pumpen, mit deren Hilfe auch größere bzw. weiter entfernte Bäder versorgt werden können, und das bedienerfreundliche Konzept menügesteuerter Programmeinheiten, die die Handhabung von Prüfkammern mit großer Programmiervielfalt erleichtern.

Der Stand der Weiss Umwelttechnik war ganz auf die Präsentation der neuen Serie SB1 von Klimaprüfschränken abgestellt, die jetzt in den drei unteren Größen mit 80, 160 und 300 Liter Nutzinhalt verfügbar ist und deren Komplettierung mit drei weiteren Größen bis  $1,5\text{ m}^3$  zum Jahresende folgen soll. Die Serie ist modular aufgebaut, und bei den einzelnen Baugruppen wurde auf gute Zugänglichkeit geachtet. Die Steuereinheit Prodigon Plus besitzt

ein grafikfähiges Display, ist abnehmbar und für Fernbedie vorbereitet. Durch neuentwickelte Softwarepakete können Geräte bequem vom PC aus gesteuert bzw. Prüfprogramme PC in die Steuereinheit übertragen werden. Das RAM-Steckensystem hat pro Steckkarte Platz für 8 Programme à Abschnitte. Die Geräte besitzen großflächige, beheizte Fenster durch die der gesamte Prüfraum gut eingesehen werden kann (Abb. 2). Auch die Temperierung und Befeuchtung ist neu gelöst: geschieht nun durch einen Kreis für Kälte/Wärme und Klim. Von der Haake Meßtechnik GmbH & Co., Karlsruhe, wurde neue Gerät 2000 der Baureihe Kryo-Thermat vorgestellt. Gerät arbeitet mit R22 und bietet zwischen  $-10^{\circ}\text{C}$  und  $+10^{\circ}\text{C}$  Kälteleistungen von 500 W bis 2,1 kW. Durch fünf verschiedene Pumpen ist eine Anpassung an den jeweiligen Anwendung

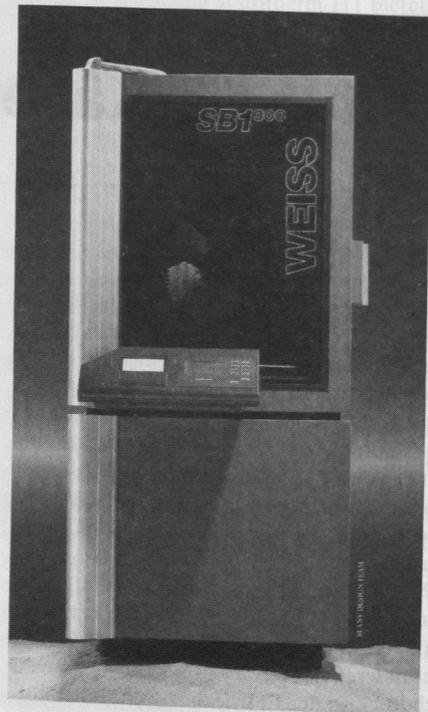


Abb. 2. Klimaprüfschrank der neuen Baureihe SB1 mit Panoramafenster und abnehmbarer Steuereinheit, Nutzinhalt 300 l (Weiss Umwelttechnik, Reiskirchen).

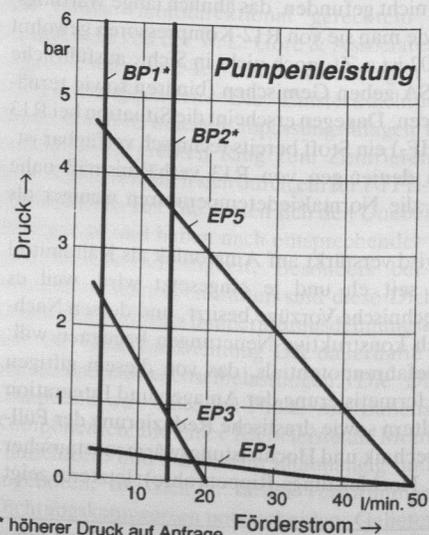


Abb. 3. Leistungsdiagramm des Pumpenspektrums zum Kryo-Thermat Industriethermostat (Haake GmbH, Karlsruhe).

# Chemische Verfahren\*

ACHEMA  
Berichte



## Grundstoffchemie und Vorprodukte

In der Eröffnungsansprache zur ACHEMA wies der Minister für Forschung und Technologie *Heinz Riesenhuber* auf folgendes hin: „Die Chemie von heute steht an einer bedeutenden Schwelle: Die Chemie von morgen wird mehr denn je eine sanfte, umweltschonende, von der Natur lernende Chemie sein. Mikroelektronik und Biotechnologie werden ihr künftiges Profil bestimmen. Traditionelle Bereiche und Produktionsprozesse werden mit Hilfe der Informationstechnologie in Richtung maßgeschneiderter umweltschonender Produkte weiterentwickelt; chemische Prozesse werden optimiert.“

Für die Uhde GmbH, Dortmund, war die Forschung auf dem Gebiet der Ammoniak-Herstellung immer ein wichtiges Arbeitsthema. Neben zahlreichen Patenten resultierte eine verbesserte Technik, die bereits in mehreren Anlagen verwirklicht wurde (Abb. 1).

Hierbei ist ein zusätzlicher Wärmeaustauscher zwischen zweiter und dritter Katalysatorschüttung zugeschaltet. Diese Schaltung verbessert die gaseitige Temperatur und erlaubt höheres Temperaturniveau des Kondensates. Die Niedertemperaturwärme, die in anderen Sektionen der Anlage anfällt, läßt sich somit nutzen. Mit dieser Schaltung läßt sich die Erzeugung von Hochdruckdampf auf 1,6 t/t  $\text{NH}_3$  anheben.

Der Ammoniakreaktor mit drei Schüttungen führt zu hohen Umsatzraten pro Umlauf, so daß die umgewälzte Gasmenge geringer wird. Dies wiederum verkleinert die Betriebskosten der Umwälzkompressoren und die Fläche mehrerer Wärmeaustauscher. Überproportional verkleinert sich auch die Kälteanlage, da bereits der größte Teil des produzierten Ammoniaks vorher kondensiert werden kann.

Verfahren der Grundstoffchemie sind immer mit großen Materialflüssen verbunden. Die Optimierung der Ausbeute oder neue Verfahrenswege zu bekannten Produkten trägt so zur erheblichen Schonung der Ressourcen bei.

Kaliumsulfat ist ein wichtiges chloridfreies Kalidüngemittel mit weltweit steigendem Bedarf. Verschiedene Wege der Herstellung sind bekannt, die alle durch unterschiedliche, die Umwelt belastende Nebenprodukte gekennzeichnet sind. Am aussichtsreichsten ist die Umsetzung aus Kaliumchlorid und Natriumsulfat, zum

einen ist das Nebenprodukt  $\text{NaCl}$  hochrein und könnte weiter verwendet werden, weiterhin stehen Natriumsulfatlösungen aus Verfahren der Rauchgasreinigung zur Verfügung, die ohnehin aufgearbeitet werden müssen.

Daher erprobt die Mannesmann Anlagenbau AG, Düsseldorf, diesen Weg in einer Pilotanlage. Die Umsetzung in wäßriger Lösung wird durch die Lösungsgleichgewichte der möglichen Salze bestimmt. Eine Umsetzung in nur einer Prozeßstufe ist nicht möglich, sondern es muß in einem ersten Schritt das Doppelsalz Glaserit gebildet werden. In Abb. 2 ist dies schematisch dargestellt.

Die Mengen der Ausgangsstoffe sind so gewählt, daß mit dem Zielprodukt  $\text{K}_2\text{SO}_4$  eine möglichst  $\text{NaCl}$ -gesättigte Lösungsphase ausfällt. Man erreicht dies in einer zweiten Prozeßstufe durch Umsetzen des abgetrennten Glaserits mit weiterem Kaliumchlorid



Abb. 1. Ammoniak-Anlage mit optimierter Wärmenutzung (Uhde GmbH, Dortmund).

\* Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Bünger, Uhde GmbH, 6232 Bad Soden.

Betriebsparameter den Eigenschaften des Werkstücks in weiten Grenzen angepaßt werden kann.

Ähnliche Aufgaben übernimmt bei Reinigen von Pipelines und Rohrleitungssystemen die Ganblow-Rohrreinigungsanlage der Linde AG, Höllriegelskreuth, die entwickelt wurde, um harte, spröde, nicht pasteuose Ablagerungen ohne flüssige Reinigungsmittel zu entfernen. Bei dem Verfahren wird flüssiger Stickstoff aus einem Speichertank oder Tankfahrzeug verdampft, mit einem Strahlmittel vermischt und mit hoher Geschwindigkeit durch die Rohrleitung geblasen. In einem Auffang-Container werden das Strahlmittel sowie die abgelösten Ablagerungen vom Stickstoff getrennt. Als Vorteile des Verfahrens werden u.a. die schnelle Durchführung vor Ort ohne Demontage der Rohrleitung, die großen Reinigungslängen, die gleichzeitige Trocknung und Inertisierung der Leitung sowie die Entsorgung in trockener Form genannt. Das Pendant zum Spülen, Trocknen, Kühlen von Kolonnen, Reaktoren, Behältern unter inerter Atmosphäre ist die Linblow-Multiservice-Einheit der Linde AG, die in einem genormten Container untergebracht ist und ebenfalls flüssigen Stickstoff verwendet. Zusammen mit einem Verdampfer läßt sich die Betriebstemperatur zwischen  $-90^{\circ}\text{C}$  und  $+150^{\circ}\text{C}$  konstant oder nach vorgegebenem Temperaturprofil einstellen.

Stal-Astra GmbH, Hamburg, stellte ähnlich wie vor drei Jahren ihre neuentwickelten und weiter verbesserten Plattenwärmeaustauscher als Verdampfer bzw. Kondensatoren heraus und rückte das Kältemittel Ammoniak in den Vordergrund, z.B. für den Einsatz in Kaltwassersätzen. Brown Boveri-York GmbH, Mannheim, demonstrierte durch die Ausstellung einer ganzen Verdichterpalette vom Kapselverdichter bis zum mehrstufigen Turboverdichter mit Vorleitschaufelregelung, daß ein komplettes Verdichterprogramm zur Verfügung steht, das für jeden Anwendungsfall eine maßgeschneiderte Lösung ermöglicht. Als Neuerung ist nach Angaben des Hauses z.Z. ein Schraubenverdichter für das Tieftemperaturkältemittel R23 im Bau.

## Laborkälte

Auf dem Gebiet der Laborkälte setzte sich der Trend der letzten Ausstellungen zur Ausweitung des Ausstellungsangebots trotz der FCKW-Problematik auch in diesem Jahr ungebremst fort. Im Zusammenhang mit dieser Problematik wurde von drei Herstellern, Weiss Umwelttechnik GmbH, Reiskirchen, Lauda GmbH & Co. KG, Lauda-Königshofen, und Heraeus Vötsch GmbH, Balingen, darauf hingewiesen, daß das Programm bereits auf das teilhalogenierte Kältemittel R22 für höhere Temperaturen bis  $-40^{\circ}\text{C}$  und auf R22/R23-Kaskaden für  $-70^{\circ}\text{C}$  bzw.  $-80^{\circ}\text{C}$  umgestellt ist. Heraeus Vötsch kann als zusätzlichen Umweltbonus eine FCKW- und asbestfreie Mineralfaserisolierung anführen, die auf neuartige Weise durch Einblasen der Mineralfasern in das doppelwandige Gehäuse hergestellt wird, sowie die pulverbeschichtete Geräteoberfläche, bei deren Herstellung keine Lösungsmitteldämpfe oder Lackschlämme anfallen.

Zwei weitere Gesichtspunkte, auf die von mehreren Ausstellern abgehoben wurde, ist die wahlweise Ausstattung der Thermostaten/Kryostaten mit kräftigeren Pumpen, mit deren Hilfe auch größere bzw. weiter entfernte Bäder versorgt werden können, und das bedienerfreundliche Konzept menügesteuerter Programmier-einheiten, die die Handhabung von Prüfkammern mit großer Programmiervielfalt erleichtern.

Der Stand der Weiss Umwelttechnik war ganz auf die Präsentation der neuen Serie SB1 von Klimaprüfschränken abgestellt, die jetzt in den drei unteren Größen mit 80, 160 und 300 Liter Nutzinhalt verfügbar ist und deren Komplettierung mit drei weiteren Größen bis  $1,5\text{ m}^3$  zum Jahresende folgen soll. Die Serie ist modular aufgebaut, und bei den einzelnen Baugruppen wurde auf gute Zugänglichkeit geachtet. Die Steuereinheit Prodicon Plus besitzt

ein grafikfähiges Display, ist abnehmbar und für Fernbedienung vorbereitet. Durch neuentwickelte Softwarepakete können die Geräte bequem vom PC aus gesteuert bzw. Prüfprogramme vom PC in die Steuereinheit übertragen werden. Das RAM-Steckkartensystem hat pro Steckkarte Platz für 8 Programme à 200 Abschnitte. Die Geräte besitzen großflächige, beheizte Fenster, durch die der gesamte Prüfraum gut eingesehen werden kann, s. Abb. 2. Auch die Temperierung und Befeuchtung ist neu gelöst und geschieht nun durch einen Kreis für Kälte/Wärme und Klima. Von der Haake Meßtechnik GmbH & Co., Karlsruhe, wurde das neue Gerät 2000 der Baureihe Kryo-Thermat vorgestellt. Das Gerät arbeitet mit R22 und bietet zwischen  $-10^{\circ}\text{C}$  und  $+20^{\circ}\text{C}$  Kälteleistungen von 500 W bis 2,1 kW. Durch fünf verschiedene Pumpen ist eine Anpassung an den jeweiligen Anwendungsfall

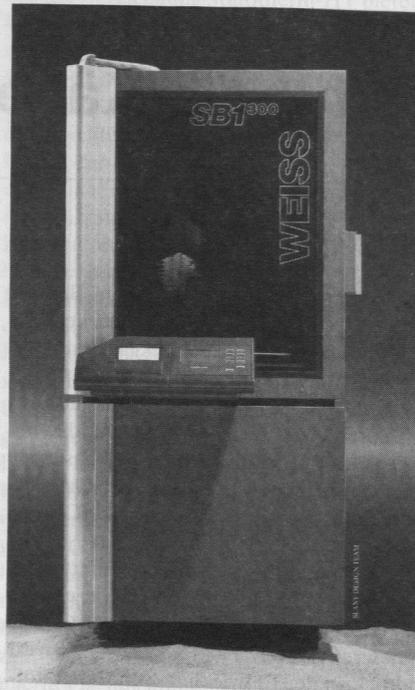


Abb. 2. Klimaprüfschrank der neuen Baureihe SB1 mit Panoramafenster und abnehmbarer Steuereinheit, Nutzinhalt 300 l (Weiss Umwelttechnik, Reiskirchen).

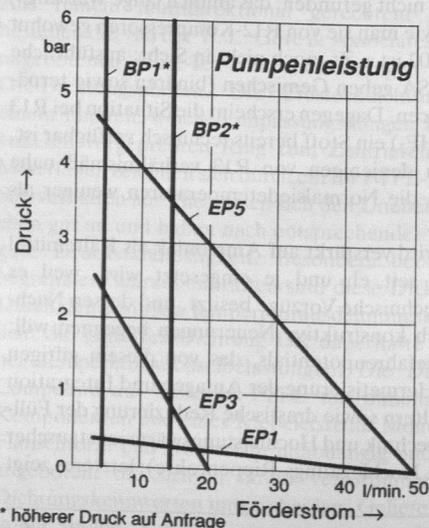


Abb. 3. Leistungsdiagramm des Pumpenspektrums zum Kryo-Thermat Industriethermostat (Haake GmbH, Karlsruhe).

---

auch bei großvolumigen externen Objekten, kleinen Leitungsquerschnitten oder langen Verbindungsleitungen möglich (Abb. 3). Auch von der Colora Meßtechnik GmbH, Lorch, wurde darauf hingewiesen, daß alle Umwälzkühler der Baureihe FK wahlweise mit Hochdruckpumpe lieferbar sind. Die Revco Scientific Inc., NL-Sneek, zeigte u.a. eine Tiefkühltru-

he mit 150 l Nutzinhalt, die bis  $-150^{\circ}\text{C}$  kühlen kann; die Baureihe bietet als weitere Größe 195 l sowie eine 290-l-Fruhe für  $-140^{\circ}\text{C}$ . Die Kälteversorgung geschieht über einen einzigen Kältekompressor und Gemischkältemittel. Isoliert wird durch Polyurethanschaum mit FCKW-freiem Treibgas.

[B 5669]