

relativ geringem Wasserinhalt und Dampfleistungen von 200 bis 3300 kg/h. Eine Wassermangelsicherung schaltet die Olfeuerung ab, wenn der niedrigste zulässige Wasserstand unterschritten wird.

Elektrische Heizapparate

Das neu entwickelte „Mosilit“-Mehrbogen-Heizelement der Firma *Elektrogerätebau Cesiwid GmbH*, Erlangen, ist eine Weiterentwicklung der bewährten U-Elemente und dient als Heizelement für Elektroöfen, wobei Ofenraumtemperaturen bis zu 1600 °C erreicht werden. Bei Anwendung des neuen Elementes kann die Anzahl der Stromanschlüsse erheblich verringert und eine Kosteneinsparung erreicht werden.

Der explosionsgeschützte Tauchheizkörper der Firma *Destillationstechnik Stage KG*, Köln-Niehl, wird in verschiedenen Größen und Heizleistungen von 0,2 bis 3 kW geliefert. Zu seiner Ausrüstung gehören eingebaute Temperaturbegrenzer, die auf die jeweils zulässige Grenztemperatur entsprechend der Zündgruppe eingestellt und im Werk plombiert werden. Die Heizgeräte werden vorzugsweise zur Beheizung von Labor- und Versuchsdestillationskolonnen verwendet.

Die Firma *Fr. Kammerer AG, Edelmetallplattierwerk — Chemischer Apparatebau*, Pforzheim, stellt Heizschlangen für Innen- und Außenbeheizungen her, die an Modellen vorgeführt wurden. Die Heizschlangen werden aus Silber- oder Kupfer-Rohr gefertigt und können

entweder mit Dampf beheizt werden oder eine elektrische Widerstandsbeheizung in Form einer eingebauten Heizwendel erhalten. Bei eventuellem Durchbrennen des Heizdrahtes soll es möglich sein, die elektrische Heizschlange während des Betriebes in dem Rohr auszuwechseln. Die Leistung der Heizwendel liegt zwischen 3 und 5 kW pro Meter bei einem äußeren Rohr-Dmr. von 57 mm.

Die „Pilz“-Heizhauben der Firma *Ing. Georg Wittmann & Co., Fabrik elektrischer Apparate*, Heidelberg, werden serienmäßig für Gefäße bis zu 200 l Inhalt mit Leistungen bis zu 3000 W gebaut. Sie können mit Unterteilungen in 3 bis 6 Heizstromkreise geliefert werden. Ein neuer „Pilz“-Heizer kann für Temperaturen bis zu 900 °C verwendet werden.

Die Neukonstruktion eines Elektro-Gasaufliezers stellte die *M.A.N. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG* aus. Dabei tauchen die elektrischen Heizstäbe direkt in das Gas ein. Man erreicht eine kompakte Bauweise und gute Regelbarkeit.

Die Firma *Isopad GmbH, Elektrische Oberflächenbeheizungen*, Siegen, zeigte die Beheizung einer Destillationskolonne in explosionsgeschützter Ausführung. Der Heizmantel der Destillationsblase hat eine Leistung von 7 kW bei 220 V und ist mit einer automatischen Temperaturregelung und einem Temperaturbegrenzer ausgerüstet. Die Kolonnenschüsse werden mit vier „Isosacken“ in abnehmbarer Ausführung beheizt. Außerdem wurde ein explosionsgeschützter Faßheizer mit angebauter Bodenbeheizung angeboten. [B 1811]

Apparate für die Kältetechnik

DIPL.-ING. D. GORENFLO, KARLSRUHE

Das Angebot der Firmen aus der Kälte-Industrie stellte keinen Querschnitt durch die gesamte Produktion dar, sondern zeigte deutlich den Zuschnitt auf die Ansprüche der chemischen Industrie und auf die Verwendung von Kälte in der Laboratoriums-Technik. Die zahlreich ausgestellten Kaltwassersätze und Kühltürme ließen erkennen, welche Bedeutung der Bereitstellung von Kühlwasser und dabei — in steigendem Umfange — der Wasserrückkühlung zukommt. Außerdem waren mehrere Anlagen zur Eis-Herstellung und zur Gasverflüssigung — zum Teil im Betrieb — zu sehen. Kompressoren waren dagegen verhältnismäßig schwach vertreten, insbesondere fehlten die hermetischen Aggregate kleinerer und kleinster Leistung. Zur Kälteerzeugung in Laboratorien waren verbesserte Kältethermostaten und Peltier-Batterien ausgestellt.

Verdichter und komplette Kältesätze

Die Hersteller von Kältemaschinen gehen in verstärktem Maße dazu über, fabrikfertige, komplette Kältesätze zu liefern, die meist als Kaltwassersätze verwendet werden. An Stelle der oft komplizierten Fachmontage auf der Baustelle sind dann nur noch die Anschlüsse an die Energiequelle, das Kühlwasser und das

zu kühlende Medium herzustellen. Dabei ist man bemüht, die Abmessungen der gesamten Baueinheit, bestehend aus Verdampfer, Kondensator und Verdichter mit Antrieb, ständig zu verkleinern.

Die Firma *Rheinkälte, Zweigniederlassung der Ideal Standard GmbH*, Düsseldorf, zeigte einen Kaltwassersatz aus ihrer neuen Baureihe 40 skf. Die sechs Typen der Baureihe sind mit Kolbenverdichtern offener Bauart von 3 bis 8 Zylindern ausgerüstet und reichen bis zu einer Kälteleistung von 220 000 kcal/h. Durch direkte Kupplung von Antriebsmotor und Verdichter sowie durch die Verwendung von Rohren kleineren Durchmessers in Verflüssiger und Verdampfer wurden die Abmessungen der Kaltwassersätze so stark verringert, daß vier der sechs Typen durch eine normale Türöffnung eingebracht werden können.

Außerdem war bei *Rheinkälte* ein Kompakt-Kaltwassersatz vom Typ Tonrac für das bevorzugt in der Klimatechnik verwendete Sicherheits-Kältemittel R 11 (CFCl₃) zu sehen, s. Abb. 1. Verdampfer und Kondensator liegen übereinander in einem gemeinsamen Mantelrohr, das längs geteilt ist. Der einstufige Kreisverdichter zur Verdichtung der Kältemitteldämpfe bildet mit dem Antriebsmotor eine hermetisch geschlossene Einheit. Der Motor, auf dessen Welle das Verdichterlaufrad fliegend gelagert ist, wird von einem

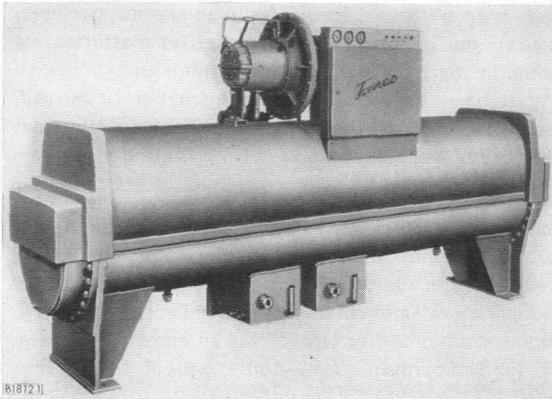


Abb. 1. Kompakt-Kaltwassersatz, Typ Tonrac.
(Rheinkälte, Zweigniederlassung der Ideal Standard GmbH,
Düsseldorf).

getrennten Frequenzumformersatz mit 300 Hz Drehstrom gespeist und läuft mit einer Drehzahl von 18 000 U/min um. Tonrac-Kaltwassersätze werden zur Zeit in sieben Baugrößen im Bereich von 150 000 kcal/h bis 400 000 kcal/h hergestellt.

Aus dem Bereich der Großkältemaschinen zeigte die *Borsig Aktiengesellschaft*, Berlin, einen Turbo-Kältesatz mit einer Leistung von $1,33 \cdot 10^6$ kcal/h für das Kältemittel R 11. *Borsig* baut derartige Kältesätze mit ein- und zweistufigen Kreiselpverdichtern beginnend bei einer Leistung von rd. 350 000 kcal/h bis zu den größten Leistungen.

Einen betriebsfertig lieferbaren Kältesatz zur Kühlung von Wasser oder Sole hatte auch die *Gesellschaft für Linde's Eismaschinen Aktiengesellschaft*, Niederlassung Sürth, Sürth (Rhein), ausgestellt. Die Kühlsätze dieser Baureihe sind bei kleinerer Leistung (etwa ab 30 000 kcal/h) mit Kolbenverdichtern ausgerüstet, während bei großen Leistungen Kreiselpverdichter verwendet werden.

Außerdem zeigte *Linde* neben einem zweistufigen Kolbenverdichter für 250 000 kcal/h einen Kreiselpverdichter mit rd. 450 000 kcal/h Leistung für eine Kaltwasseranlage. Wie der Verdichter des Tonrac-Kaltwassersatzes von *Rheinkälte* wird auch dieser Kreiselpverdichter von einem Schnellfrequenz-Motor angetrieben, wodurch eine besonders kleine Baueinheit ermöglicht wird.

Neben dem geringeren Leistungsgewicht weisen die Kreiselpverdichter noch einige weitere Vorteile gegenüber den Kolbenverdichtern auf: Die Leistung läßt sich in einem größeren Bereich und mit geringeren Verlusten regulieren, und die Verdichter arbeiten ohne jede Vibration. Sie dringen deshalb besonders in der Klimatechnik in Bereiche immer kleinerer Kälteleistungen vor. Allerdings ist dabei stets eine Antriebsmaschine mit hoher Drehzahl erforderlich, z. B. ein Elektromotor mit Getriebe zur Erhöhung der Drehzahl, ein Schnellfrequenzmotor oder eine Dampfturbine.

Einen Kreiselpverdichter offener Bauart, der mit einer Dampfturbine direkt gekuppelt ist, stellte die *Carrier AG*, Zürich, aus. Diese Kombination gestattet es, die Leistung durch Verändern der Drehzahl wirtschaftlich und einfach zu regeln.

Auf dem Stand der *Maschinenfabrik Esslingen*, Esslingen (Neckar), fielen zwei neue, einstufige Kolbenverdichter mit 4 bzw. 8 Zylindern für Ammoniak und Freone durch ihre sehr kompakte Bauweise auf, s. Abb. 2. Sie sind bei einer maximalen Drehzahl von 1470 U/min und Betrieb mit Ammoniak für eine Kälteleistung von 170 000 bzw. 340 000 kcal/h ($-10/+25^\circ\text{C}$) ausgelegt. Die einfach wirkenden Wechselstromverdichter mit luftgekühlten Zylindern in V- und W-Stellung können durch direkte Kupplung oder über Riemtrieb mit dem Motor verbunden werden. Der Hersteller hebt an diesen Verdichtern folgende Vorteile hervor: den entlasteten Anlauf, die wahlweise automatisch oder von Hand betätigte Leistungsregelung und eine hohe Laufruhe von rd. 65 phon.

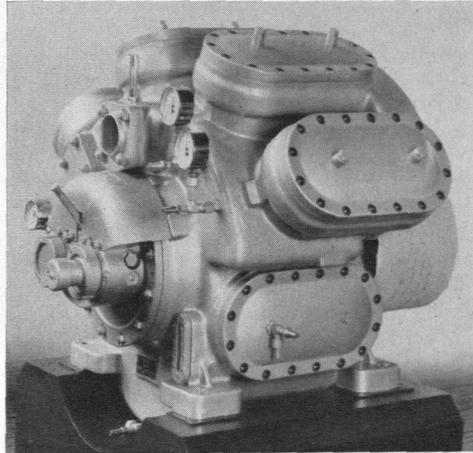


Abb. 2. Kälteverdichter, Typ F 9.
(Maschinenfabrik Esslingen, Esslingen (Neckar)).

Die Firma *Sabroe*, Aarhus (Dänemark), vertreten durch *Sabroe Kältetechnik GmbH*, Flensburg, zeigte zwei Kolbenverdichter der Baureihe SMC, die mit den Kältemitteln Ammoniak, R 12 und R 22 arbeiten. Die größte Ausführung, SMC 8-180, erreicht mit Ammoniak bei einer Drehzahl von 750 U/min eine Kälteleistung von 604 000 kcal/h. Die Leistungsregelung dieser Verdichter ist mit dem Entlastungssystem kombiniert, das in jeweils zwei Zylindern durch Öffnen der Saugventile die Verdichtung einstellt.

Eis-Herstellung und Gasverflüssigung

Mehrere Firmen zeigten Geräte und Anlagen zur Herstellung von Wassereis im Betrieb, während Anlagen zur Erzeugung von Trockeneis lediglich im Modell dargestellt waren. *Sabroe* führte eine Scherbeneis-Maschine des Typs VSIM im Betrieb vor. Das Wasser wird hierbei auf die Wand eines vertikalen Zylinders gesprüht, der mit Ammoniak gekühlt wird. Das trockene, unterkühlte Eis wird durch eine Schnittwalze abgeschält und fällt in den darunterliegenden Vorratsraum, dessen Temperatur durch Kühlluft, die in doppelten Wänden strömt, unter dem Gefrierpunkt gehalten wird. Der Eis-Erzeuger wird in vier Typen gebaut, wobei die größte Leistung 25 t Eis in 24 h beträgt und mit einer Verdampfungstemperatur von -25°C erreicht wird.

In der gleichen Größenordnung liegen die Leistungen des North-Star-Scherbeneis-Erzeugers, der von der

Escher Wyss GmbH, Ravensburg, vertrieben wird und der ebenfalls nach dem oben beschriebenen Prinzip arbeitet.

Die *Inco Ziegra Intercontinentale Ziegra-Handels-GmbH & Co.*, Hannover, stellte zahlreiche verschiedene Typen der Scotsman-Feineis-Automaten aus. Diese Geräte arbeiten mit dem Kältemittel R 12 und werden wahlweise mit Luft oder Wasser gekühlt. Sie schalten sich durch thermostatische Steuerung bei Füllung des Speichers automatisch aus und bei Eisentnahme wieder ein. Mit diesen Automaten können täglich zwischen 50 und 2000 kg Eis hergestellt werden.

Bei der Gewinnung und Verflüssigung von Kohlendioxyd sowie seiner Weiterverarbeitung zu Trockeneis ist die Ölverbrennung ein häufig angewandtes Ausgangsverfahren, mit dem zunächst das Kohlendioxyd gewonnen wird. Modelle derartiger Ölverbrennungsanlagen zeigten *Borsig* und die *Maschinenfabrik Esslingen*, wobei mit der zweiten Anlage eine Tagesproduktion von 300 kg Kohlendioxyd erreicht werden kann.

Auf dem Gebiet der Gasverflüssigung im Bereich tiefster Temperaturen führte die *Gesellschaft für Linde's Eismaschinen Aktiengesellschaft, Niederlassung Höllriegelskreuth*, Höllriegelskreuth b. München, eine Helium-Verflüssigungsanlage im Betrieb vor. Das in vierstufigen, luftgekühlten Hochdruckverdichtern verdichtete Helium wird zunächst gereinigt, durch flüssige Luft vorgekühlt und anschließend in einer ventillosen Kolben-Expansionsmaschine, System Doll-Eder, entspannt. Im Verflüssigungsbetrieb liefert die Maschine 4 l Helium pro h. Die Anlage kann aber auch im geschlossenen Kreislauf zur Kälteerzeugung bei 4,4°K verwendet werden; dabei laufen in der Anlage rd. 2 Nm³ Helium um.

Die *Philips Industrie-Elektronik*, vertreten durch *Elektro Spezial GmbH*, Hamburg, zeigte neben einer vierzylindrigen Anlage zur Erzeugung von Stickstoff ebenfalls einen Kryogenerator für Tiefsttemperaturen, Modell A 20. Das Philips-Stirling-System zur Erzeugung sehr tiefer Temperaturen wurde weiter entwickelt und sein Arbeitsbereich ausgedehnt. Die bisherigen Modelle arbeiteten im Temperaturbereich zwischen 300 und 75°K, während jetzt 15°K erreicht werden. Besonders hervorzuheben ist die sehr kurze Anlaufzeit der Anlage, die vom Einschalten bis zum Erreichen der Tiefsttemperatur nur etwa 15 min beträgt. Der Kryogenerator A 20 kann zur Verflüssigung von Wasserstoff und Neon, als Kryopumpe oder als Tiefsttemperatur-Thermostat verwendet werden. Weitere Kryopumpen werden im Abschnitt „Apparate für Vakuumtechnik“ auf S. 1240 beschrieben.

Auf dem Stand der *Elektro Spezial* waren außerdem eine Reihe verschiedener Peltier-Batterien zu sehen, die in letzter Zeit besonders zur Kälteerzeugung in Laboratorien zunehmend angewandt werden. Die Batterien bestehen aus einer mäanderförmigen Reihenschaltung von Peltier-Elementen, deren kalte und warme Kontaktstellen jeweils auf entgegengesetzten Seiten liegen. Die eigentlichen Wärmekontaktflächen der Batterien bilden kupferne Deckplatten oder Kühlfinnen, die durch eine elektrisch isolierende Zwischenschicht mit guter Wärmeleitfähigkeit von den Peltier-Elementen vollständig getrennt werden. Besonders zur Kühlung kleiner Objekte (Punktkühlung) sind die Bat-

terien wegen ihres kleinen Volumens und geringen Gewichts gut geeignet. Die ausgestellten Batterien erreichen je nach Betriebsweise Kälteleistungen bis zu 15 Watt bzw. Temperaturabsenkungen bis zu 50 grad. Eine wirtschaftliche Ausnutzung der Peltier-Kälte setzt aber voraus, daß Gleichstrom zur Verfügung steht, wie etwa in Flugzeugen, Schiffen oder Laboratorien.

Labortiefkühltruhen, deren neue elektronische Regelung eine Genauigkeit von $\pm 0,1^\circ\text{C}$ am Fühler erreicht, zeigte die *J. Köttermann KG, Fabrik für Laborapparate u. -möbel*, Hänigsen üb. Lehrte. Derartige Truhen werden in vier Größen bis zu einem Inhalt von 300 l für Temperaturen bis -100°C gebaut.

Eine Reihe von Kälte-Thermostaten für Temperaturen bis -120°C aus einer neuen Serie hatte das *Meßgeräte-Werk Lauda Dr. R. Wobser KG*, Lauda (Tauber), ausgestellt.

Kühltürme

Zwangsbelüftete Kühltürme, die sich in kurzer Zeit ein großes Feld erobert haben, wurden von zahlreichen Herstellern gezeigt. Dabei fiel an den neueren Konstruktionen, besonders an den Türmen größerer Leistung auf, daß man vom Kreisquerschnitt zum Rechteckquerschnitt übergeht, um nach dem Baukastenprinzip die Leistung besser dem Bedarf anpassen zu können.

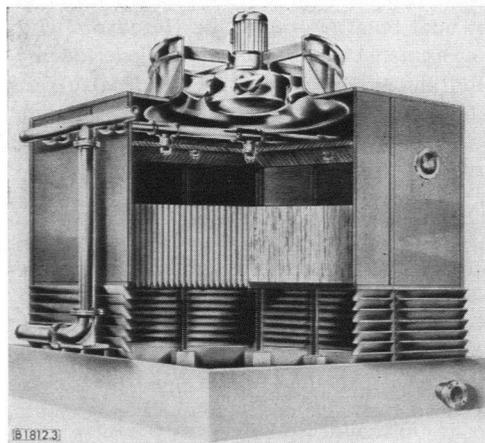


Abb. 3. Kühlturm mit Zwangsbelüftung, Typ EWB. (Escher Wyss GmbH, Ravensburg).

Der in Abb. 3 im Schnittbild dargestellte Kühlturm Typ EWB gehört zu einer neuen Baureihe der Firma *Escher Wyss*. Das zu kühlende Wasser wird dabei durch Düsen auf das Füllkörpermaterial verteilt, durchströmt es und sammelt sich unten in der Wanne. Gleichzeitig fördert der Ventilator Luft im Gegenstrom von unten nach oben durch den Kühlturm. Die Türme dieser Baureihe verarbeiten Kühlwassermengen bis zu 1000 m³/h und erreichen Leistungen bis $30 \cdot 10^6$ kcal/h.

Linde zeigte die Neukonstruktion eines Kühlturms mit neuartigen, nicht-brennbaren Austauschpackungen von sehr hoher Lebensdauer. Außerdem sind bei diesem Kühlturm drei Ventilatoren am Boden angeordnet, was sich auf das Betriebsgeräusch günstig auswirkt. [B 1812]