Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 40: Sonderheft zur Kältetagung in Basel, 13.-16. Oktober 1965

Artikel: Tiefkühlanlagen für Kältefallen
Autor: Känel, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68273

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.09.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

schosses und des Rampengeschosses bietet ein Betonmantel den nötigen Schutz gegen mechanische Beschädigungen. Die übrigen Aussenwände erhielten, soweit sie isoliert sind, eine Verkleidung aus Welleternit. Bild 12 lässt die Ausführung erkennen. Die einzelnen Eternittafeln sind an einem Gerippe aus Profileisen befestigt. Der reichlich bemessene Abstand zwischen der Verkleidung und der Isolierung ermöglicht eine intensive Luftströmung und sorgt vor allem im Sommer bei starker Sonnenbestrahlung für eine niedrige Oberflächentemperatur an der Aussenseite der Isolierung. Das Traggerippe ist am Dachrand mittels einbetonierter Ankereisen befestigt. Zum Festhalten gegen Winddruck ist auf mittlerer Höhe eine horizontale Reihe von Haltern nach Bild 13 in Abständen von etwa 5 m angebracht. Jeder Fassadenhalter ist für eine Windkraft von rd. 5 t bemessen; er gewährt freie Beweglichkeit der Fassade parallel zur Kühlhauswand und ist so gebaut, dass er keine Wärmebrücke bildet, obwohl er die Aussenisolation durchstösst. Wie aus Bild 13 ersichtlich, weist er zwei ineinandergekoppelte Kreuzgelenke auf, die die nötige Beweglichkeit gewähren, und besteht im übrigen aus einem Eichenholzklotz, der die Aussenisolation an dieser Stelle unterbricht. Die Ankerschrauben sind aus rostfreiem Stahl hergestellt, dessen Wärmeleitfähigkeit gering ist.

Das fünfte Obergeschoss, das von den unteren Geschossen durch eine starke Isolierung getrennt ist, musste gegen eine mögliche horizontale Verschiebung gesichert werden. Das Problem ist mit zwei verleimten und imprägnierten Eichenholzblöcken von 80/80 cm Grundfläche gelöst worden, die um 5 cm in die Decke des vierten Obergeschosses und um ebenfalls 5 cm in die Bodenplatte des fünften Obergeschosses eingelassen wurden und damit eine schubfeste und die Isolierung wenig beeinträchtigende Verbindung schaffen. Die beiden Blöcke liegen in mässigem Abstand voneinander, sodass Unterschiede in den Wärmedehnungen der Betonplatten unterhalb und oberhalb der Isolierung keine unzulässig hohen Spannungen erzeugen.

Die Ingenieurarbeiten besorgte das Ingenieurbüro Gruner, Basel.

Für die Eingänge in die grossen Gefrier- und Lagerräume wurden automatische Flügel- und Schiebetüren eingebaut, Bild 14. Diese öffnen sich elektrisch durch Betätigung von Zugschaltern, die im Vorraum und im Kühlraum an der Decke angebracht sind und sich vom fahrenden Hubstapler aus bedienen lassen. Die Öffnungszeit beträgt 5 Sekunden, die Offenhaltezeit kann beliebig eingestellt werden. Eine Auslösevorrichtung, die als Schutz für Eingeschlossene dient, ermöglicht den Türantrieb zu entkuppeln, so dass sich die Türe von Hand bewegen lässt. Die Türrahmen werden durch thermostatisch gesteuerte Wärmekabel geheizt. Im Betrieb erwies sich bei den Tiefkühlräumen von —30 °C ein zusätzlicher Wärmeschutz als erforderlich. Dazu eignen sich Pendeltüren. Zweckmässigerweise wird die Luft der Vorräume durch Zuluft aus den grossen Luftkühlern oft genug erneuert und so möglichst trocken gehalten.

Tiefkühlanlagen für Kältefallen

DK 621.574.9:621.039.66

Von **A. Känel**, Ingenieur der Therma AG, Kältebüro Zürich

Im Laboratorium für Kernphysik der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Aussenstation Hönggerberg, wurde ein Tandem-van de Graaff-Beschleuniger für eine Spannung von 6 MV kürzlich in Betrieb genommen. Damit können Protonen und schwere Jonen beschleunigt und für die Kernforschung benützt werden. Für die Beschleunigung und Führung des Jonenstrahls ist ein sehr hohes Vakuum von etwa 10^{-6} Torr erforderlich. An beiden Enden des van de Graaff-Generators ist je eine Vakuum-Anlage angeschlossen. Diese bestehen je aus einer Ölschieberpumpe und einer Quecksilber-Diffusionspumpe. Um das Eintreten von Quecksilber und Öldämpfen ins Vakuumsystem zu verhindern, sind Kältefallen erforderlich.

Zu jeder Vakuumanlage gehören zwei Kältefallen, eine erste für die Quecksilber-Ausscheidung, die mit einer Temperatur von —80 °C arbeitet und nachstehend beschrieben werden soll, und eine zweite für die Ausscheidung von Öldämpfen, die mit flüssigem Stickstoff bei rd. —180 °C betrieben wird. Bild 3 zeigt den Beschleuniger mit den beiden Kältefallen für —80 °C und —180 °C im Vordergrund.

Die kältetechnischen Einrichtungen, die zu den beiden erstgenannten Kältefallen gehören, hat die Therma AG, Schwanden, entworfen und geliefert. Jede dieser Kältefallen besteht aus einem vertikalachsigen zylindrischen Gefäss von rd. 380 mm Innendurchmesser und rd. 840 mm lichter Höhe, das in die Absaugleitung zwischen

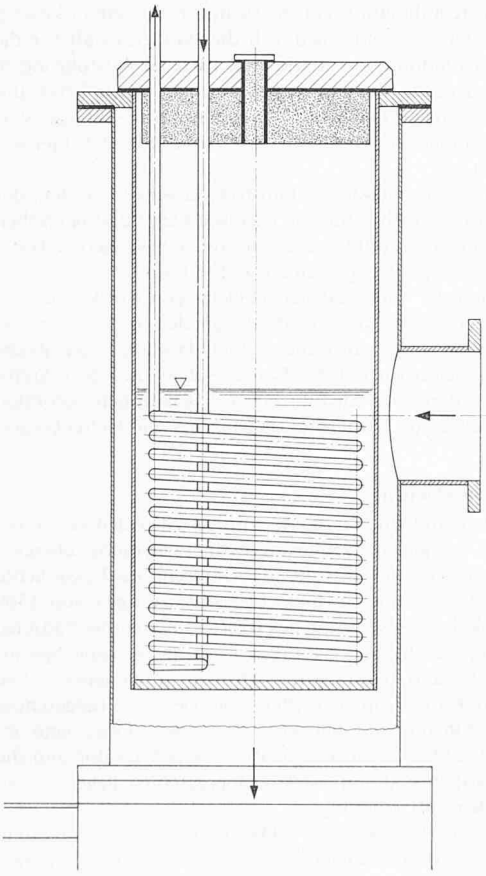

Bild 1. Schnitt durch eine Kältefalle für — 80 ° C, etwa 1:12

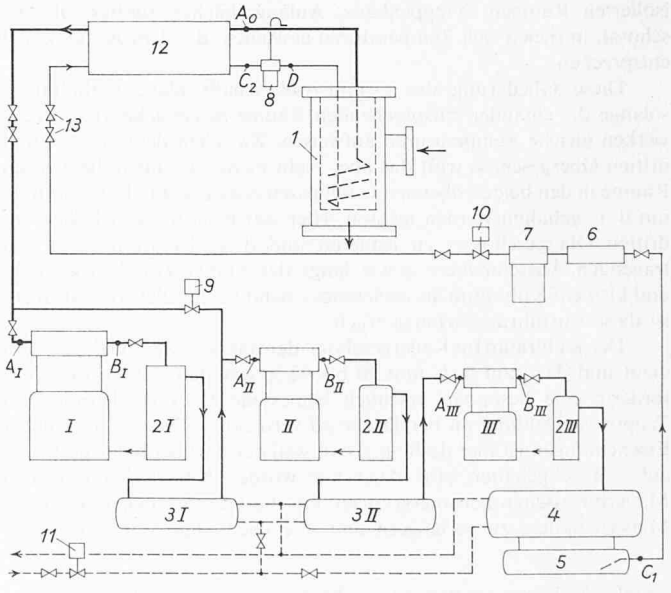

Bild 2. Prinzipschema des Kältemittelkreislaufes

1 Kältefalle	7 Filter
I, II, III Kompressoren	8 Thermostatisches Expansionsventil
2I, 2II, 2III Oelabscheider	9 Magnetventil in der Bypassleitung
3I, 3II wassergekühlte Zwischenkühler	10 Automatisches Kühlwasserventil
4 Kondensator	12 Wärmeaustauscher
5 Sammelflasche	13 Absperrventile zum Ausbauen der Kühlschlange in 1
6 Trockner	

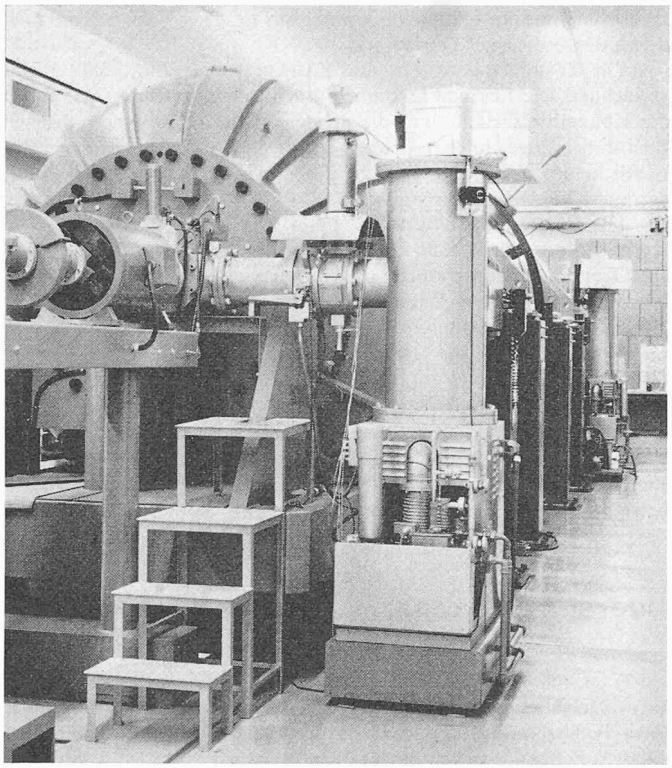

Bild 3. Tandem-van de Graaff-Beschleuniger mit den Kältefallen für —80 °C (rechts) und den vorgeschalteten Kältefallen für —180 °C

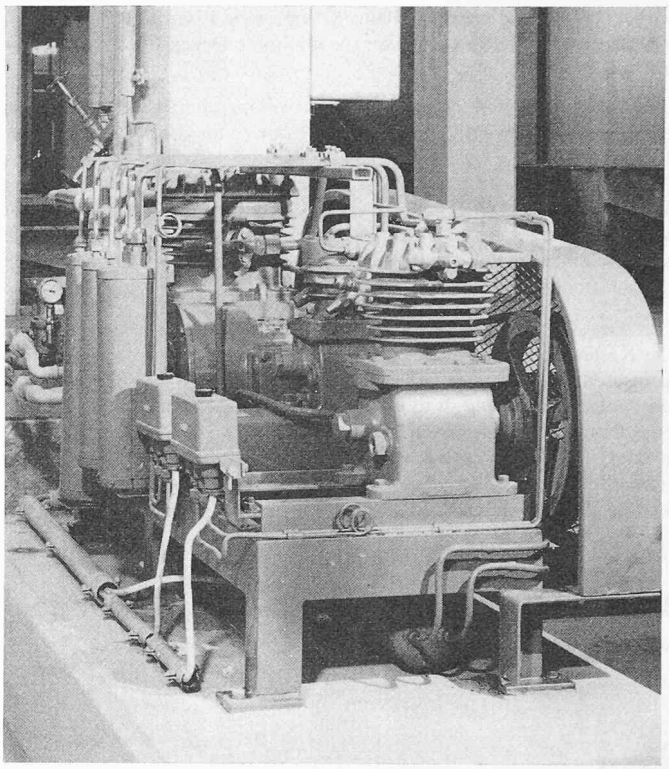

Bild 4. Maschinengruppe mit drei Kolbenkompressoren und gemeinsamem Antriebsmotor, im Kellergeschoss

Beschleunigungsrohr und Vakuumanlage eingebaut und oben durch einen leicht abschraubbaren Deckel verschlossen ist. Sie ist auf Bild 1 im Schnitt dargestellt.

Das zylindrische, aus rostfreiem Stahl hergestellte Gefäss ist doppelwandig. Im Innern befindet sich eine schraubenförmig gewundene Kühlschlange aus Kupferrohr, deren Enden mit vertikalen Rohrstücken aus rostfreiem Stahl verbunden sind und den Deckel durchdringen. Der innere zylindrische Behälter ist bis auf die Höhe der Kühlschlange mit Alkohol gefüllt, darüber enthält er Luft unter Atmosphärendruck. Der sehr schwache, unter hohem Vakuum stehende Gasstrom, den die Vakuumanlage erzeugt, tritt durch den seitlichen Stutzen in den kreisringförmigen Spaltraum zwischen den beiden Wänden des Gefässes und verlässt dieses durch den Boden, der auf der Diffusionspumpe aufruht. Die Ausscheidung der Quecksilberdämpfe erfolgt an der innern, durch die Alkoholfüllung gekühlten Wand.

In der Rohrschlange verdampft flüssiges Kältemittel R 22 bei einer so niedrigen Temperatur, dass die Alkoholfüllung mindestens —80 °C aufweist. Die erforderliche Kälteleistung ist gering. Sie entspricht dem Wärmeeinfall in das Gefäss durch Strahlung und der Wärme, die durch Leitung in den beiden Kältemittelleitungen eindringt, die wegen der Verwendung von rostfreien Stahlrohren klein ist.

Die Wärmeleitung durch die Gefässwände ist dank dem hohen

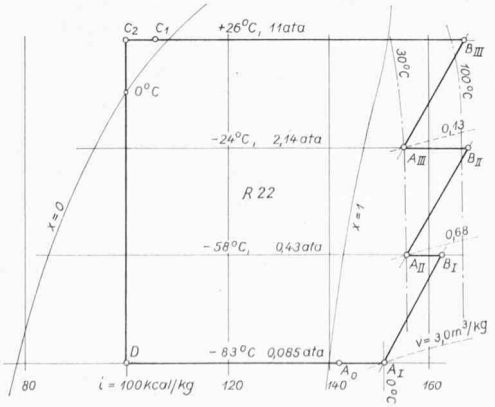

Bild 5. Zustandsänderungen des Kältemittels R 22 im i, lg p-Diagramm. Die Eckpunkte geben die Zustände an, die an den mit den gleichen Buchstaben in Bild 2 bezeichneten Stellen herrschen

Vakuum vernachlässigbar klein, ebenso die zum Auskondensieren von Quecksilber und Öl vom Kältemittel abzuführende Wärmemenge. Insgesamt ist mit einer effektiven Kälteleistung von etwa 250 kcal/h gerechnet worden.

In der Regel läuft die Anlage während drei Wochen ununterbrochen durch. Alsdann müssen die Innenteile der Kältefallen geöffnet und von auskondensiertem Quecksilber und Öl mit Azeton gereinigt werden. Die wichtigsten Anforderungen an die Kälteanlage sind das sichere Erreichen der nötigen tiefen Temperatur und allerhöchste Betriebssicherheit. Weiter sind bedienungsfreier, geräuscharmer Betrieb, geringe Wartung, Anpassung an die örtlichen Verhältnisse und einfache Steuerung erwünscht. Dagegen treten Rücksichten auf geringen Betriebsmittelverbrauch eher zurück.

Bild 2 zeigt das prinzipielle Leitungsschema der Kälteanlage und Bild 4 gibt eine Ansicht einer der beiden Maschinengruppen. Diese sind im Kellergeschoss unmittelbar unter den Kältefallen aufgestellt worden, wo sie gut zugänglich sind und die Arbeiten am Beschleuniger in keiner Weise stören.

Wie aus dem Schema ersichtlich ist, gehen die Verdichtung dreistufig, die Expansion dagegen nur einstufig vor sich. Der in der Kühlschlange der Kältefalle 1 entstehende Dampf wird vom Kompressor I unter 0,085 ata, entsprechend —83 °C über eine reichlich bemessene Saugleitung abgesogen, auf 0,43 ata (entsprechend —58 °C) verdichtet und über einen Ölabscheider 2I und einen wassergekühlten Zwischenkühler 3I dem Kompressor II zugeführt. Dieser verdichtet auf 2,14 ata (entsprechend —24 °C) und liefert das Gas nach Entölung in 2II und Zwischenkühlung in 3II dem Kompressor III zu, der es auf Verflüssigungsdruck von 11 ata (entsprechend 26° C) bringt, um es nach erfolgter Entölung in 2III dem wassergekühlten Kondensator 4 zuzuführen. Das verflüssigte Kältemittel sammelt sich in einer unter dem Kondensator angebrachten Flasche 5 und gelangt von dieser über einen Trockner 6, einen Filter 7, und einen reichlich bemessenen Wärmeaustauscher 12 zum thermostatisch gesteuerten Expansionsventil 8 unmittelbar vor dem Eintritt in die Kältefalle.

In den Ölabscheidern eingebaute Schwimmerventile sorgen für die selbsttätige Rückführung des Öls in die Kurbelgehäuse der betreffenden Kompressoren. Diese sind zweizylindrig und luftgekühlt. Sie ruhen auf einem gemeinsamen Rahmen und werden von einem gemeinsamen Elektromotor von 3 PS über Keilriemen angetrieben. Es handelt sich um Normalausführungen der Lieferfirma, deren Ansaugvolumen durch geeignete Wahl der Zylindergrössen und der Drehzahl derart abgestuft wurde, dass sich in allen drei Stufen angenähert gleiche

Druckverhältnisse ergaben. Beim Kompressor I wurde für die Saugventile eine Sonderkonstruktion für minimale Druckdifferenz verwendet.

Beim Anfahren der noch warmen Anlage überbrückt ein Bypass mit dem Magnetventil 9 den Kompressor I, bis die Verdampfungstemperatur auf etwa —50 °C gesunken ist, alsdann schliesst das Magnetventil 9 selbsttätig. Beim Abstellen schliesst das Magnetventil 10 in der Flüssigkeitsleitung, um ein Überfüllen des Verdampfers zu verhindern, da keine Gewähr besteht, dass das Expansionsventil 8 stets dicht abschliesst. Die Kühlwasserzufuhr steht unter der Kontrolle des automatischen Ventils 11.

Der Wärmeaustauscher 12, der sich unmittelbar beim Austritt der Kältemittelleitungen aus der Kältefalle befindet, wurde so reichlich bemessen, dass sich der kalte Dampf bis annähernd an den Taupunkt der vollklimatisierten Raumluft erwärmt, sodass die nicht isolierte Saugleitung trocken bleibt. Der Austauscher ist mit Kunstschaum isoliert. Die Verdampferschlange ist derart ausgebildet, dass sich an jeder Stelle eine genügend grosse Geschwindigkeit des Dampf-Flüssigkeitsgemisches einstellt und jegliche Gefahr einer unerwünschten Ölanreicherung im Kältemittel vermieden ist. Dies wurde denn auch durch den bisherigen Betrieb bestätigt.

Die Zustandänderungen sind im i, lg p-Diagramm, Bild 5, eingezeichnet. Die Eckpunkte, die mit Buchstaben versehen sind, geben die Kältemittelzustände an, die an den im Bild 3 mit den gleichen Buchstaben bezeichneten Orten herrschen. Es handelt sich, wie ersichtlich, um einen sehr einfachen, leicht beherrschbaren Kreislauf, der keine Verzweigungen aufweist.

Die Diagrammpunkte B_I, B_{II} und B_{III} geben die theoretischen Kompressionsendzustände bei adiabater Verdichtung an. Die wirklichen Kältemitteltemperaturen an den Druckstutzen der Kompressoren liegen infolge starkem Wärmeabfluss von den Zylinderdeckeln unter 50°C. Im Wärmeaustauscher kühlt sich die Flüssigkeit von C_1 auf C_2 ab, während sich das Gas von A_0 auf A_I erwärmt; da der Wärmeeinfall trotz der Isolierung im Verhältnis zur geringen umgewälzten Kältemittelmenge gross ist, fällt die Unterkühlung C_1 C_2 wesentlich kleiner aus als die Überhitzung A_0 A_I.

Die Anlage kam im Januar 1964 in Betrieb. Sie hat seither anstandslos durchgearbeitet und den Erfordernissen des Laboratoriumsbetriebes in jeder Beziehung entsprochen.

Neue, dezentralisierte Kühlanlagen in der Brauerei Bellinzona

DK 621.565:663.445.3

Von **Alfred Widmer**, Ing., Kilchberg ZH

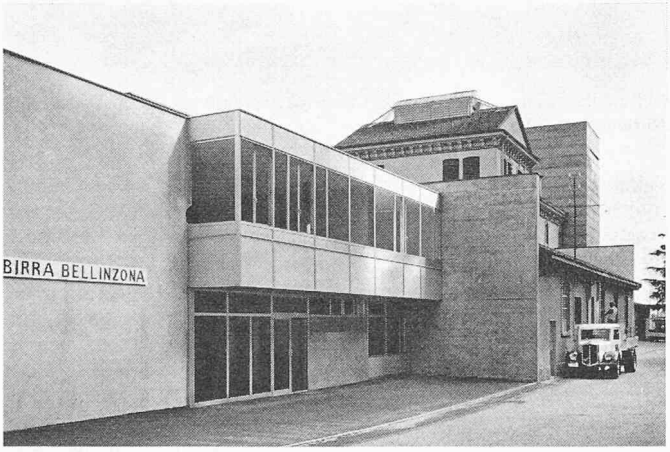

Bild 1. Die Brauerei Birra Bellinzona S. A.

1. *Die Aufgabenstellung*

Bei der Modernisierung älterer Kälteanlagen stellen sich verschiedene bauliche, kältetechnische und betriebstechnische Fragen, die in mehr oder weniger abgewandelter Form immer wieder auftreten und deren Erörterung von allgemeinem Interesse ist. Sie sollen nachfolgend am Beispiel des neulich durchgeführten Umbaues der Birra Bellinzona S.A., Bild 1, erläutert und es sollen anschliessend die getroffenen Lösungen beschrieben werden.

Die genannte Firma verfügte über eine zentrale Kühlanlage mit indirekter Kühlung durch Chlorkalciumsole. Die drei vorhandenen Ammoniakkompressoren waren von älterer Bauart und ersatzbedürftig. Sie wurden von Elektromotoren angetrieben, deren gesamte Nennleistung 150 PS betrug. Für den vorgesehenen erhöhten Bierausstoss hätten sie ohnehin nicht mehr genügt. Zu kühlen waren 16 Kellerräume auf etwa 0°C, ein Gärkeller auf rd. 5°C sowie Wasser für die Kühlung der Würze.

2. *Erwägungen für die Systemwahl*

Im Zuge einer Leistungssteigerung und eines Gesamtumbaues der Brauerei musste die Frage geklärt werden, wie die kältetechnischen Einrichtungen zu erneuern seien. Es wäre möglich gewesen, die zentrale Kälteanlage mit Kälteverteilung durch Sole beizubehalten und nur die Kompressoren zu erneuern. Dagegen sprachen aber verschiedene Gründe, die nachstehend genannt seien.

Die Sole erfordert eine sorgfältige Betriebsführung, damit sich Konzentration und Zusammensetzung nicht ändern. Trotzdem ist die Korrosionsgefahr gross. Obwohl diese Nachteile bei Verwendung von Spezialsolen wesentlich kleiner sind als bei normalen Salzlösungen, so belasten sie trotzdem die Betriebsführung. Nachteilig sind weiter die grossen, isolierten Soleleitungen, die zu unterhalten sind und

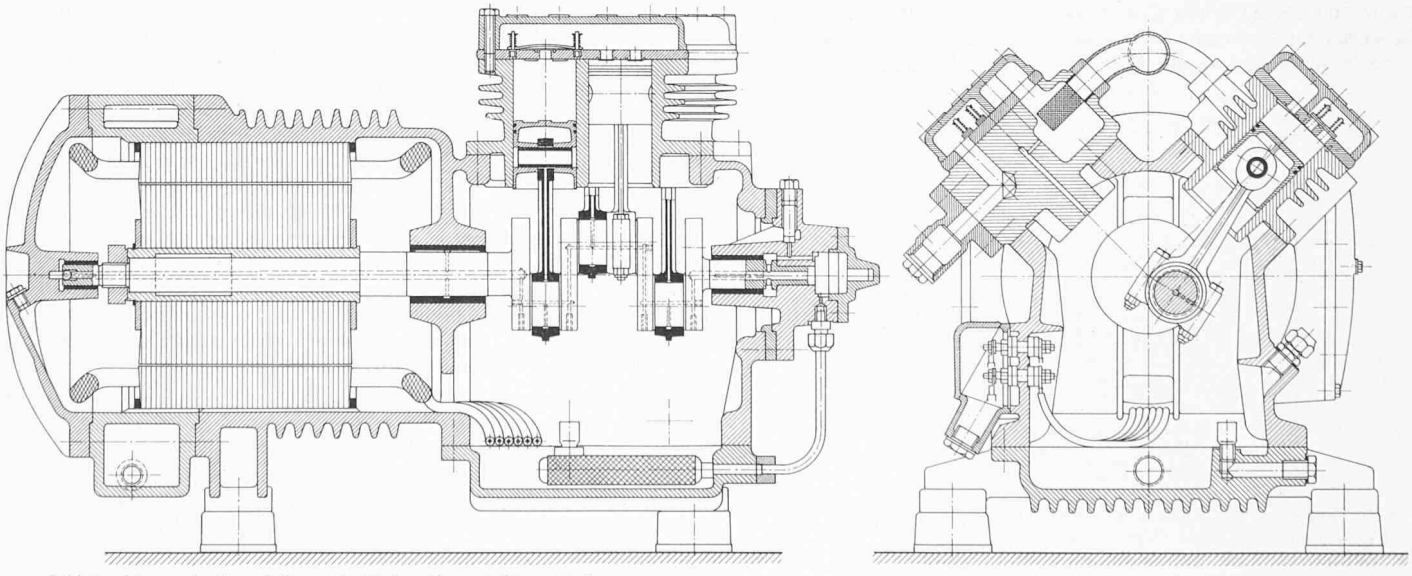

Bild 3. Längsschnitt und Querschnitt des Hermetofrigor, 1:8