

# Die kältetechnischen Einrichtungen in einer deutschen Eiskremfabrik

Autor(en): **Ostertag, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81 (1963)**

Heft 8

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-66726>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Die kältetechnischen Einrichtungen in einer deutschen Eiskremfabrik

DK 621.574,3:621.584.2

Nach Mitteilungen der Escher Wyss GmbH, Lindau, bearbeitet von A. Ostertag, dipl. Ing., Zürich\*

### a) Die Aufgabe

Die Anlage, die im folgenden beschrieben werden soll, wurde in den Jahren 1958/59 errichtet. Sie dürfte eine der umfangreichsten ihrer Art sein. Die auftraggebende Firma verfügte im Zeitpunkt der Auftragserteilung bereits über ausgedehnte Kälteanlagen. Den Bewerbern waren im wesentlichen folgende Aufgaben gestellt:

1. In einem gegebenen Raum sind die Maschinenanlagen unterzubringen zur Erzeugung einer Leistung von rund einer Million kcal/h bei einer Verdampfungstemperatur von  $-45^{\circ}\text{C}$ , einer weiteren Leistung von rund 550 000 kcal/h bei  $-35^{\circ}\text{C}$  sowie einer dritten Leistung von rd. 400 000 kcal/h bei  $-3^{\circ}\text{C}$  für Süsswasserkühlung. Der Grundwasserspiegel liegt rd. 1 m unter dem Maschinenraumboden.

2. Für die beiden Temperaturbereiche von  $-45^{\circ}\text{C}$  und  $-35^{\circ}\text{C}$  ist weitgehende, womöglich verlustlos arbeitende Leistungsregelung bis auf 20% der vollen Leistung vorzusehen.

3. Wegen schlechten Eigenschaften des verfügbaren Brunnenwassers und mit Rücksicht auf die zu erwartenden

\*) Dieser Aufsatz erscheint gleichzeitig in «Kältetechnik» 1963, Heft 2.

Wassergesetze war zu prüfen, ob sich Rückkühlwerke in wirtschaftlicher Weise verwenden lassen.

4. Zu kühlen sind zwei Gefrierlagerräume von je 1000 m<sup>2</sup> Grundfläche, eine grössere Anzahl von Freezern, einige Härteschränke und Gefiertunnel sowie eine grössere Anzahl von Rundgefrierapparaten zur Herstellung von Eiskrem.

5. Die Einrichtungen sind so vorzusehen, dass sich eine spätere Verdoppelung der Leistungen leicht durchführen lässt.

### b) Grundsätzliche Erwägungen über die Wahl des Kompressionssystems

In den bisherigen Anlagen des Bauherrn wurden grosse, stehende, zweikurbelige Kolbenkompressoren mit Kreuzköpfen, Kolbenstangen-Stopfbüchsen und zwei doppeltwirkenden Zylindern verwendet, bei denen der eine mit grossem Durchmesser als untere Stufe, der andere mit kleinerem Durchmesser als obere Stufe wirken. Zur Leistungsregelung dienen von Hand bedienbare Vorrichtungen zum Verändern zusätzlicher schädlicher Räume. Die Zylinderverhältnisse werden bei diesen Maschinen derart gewählt, dass sich bei den meist vorkommenden Arbeitstemperaturen in beiden Stufen ungefähr gleiche Druckverhältnisse einstellen. Im vorliegenden Fall ergäbe sich bei Verwendung von Ammoniak als

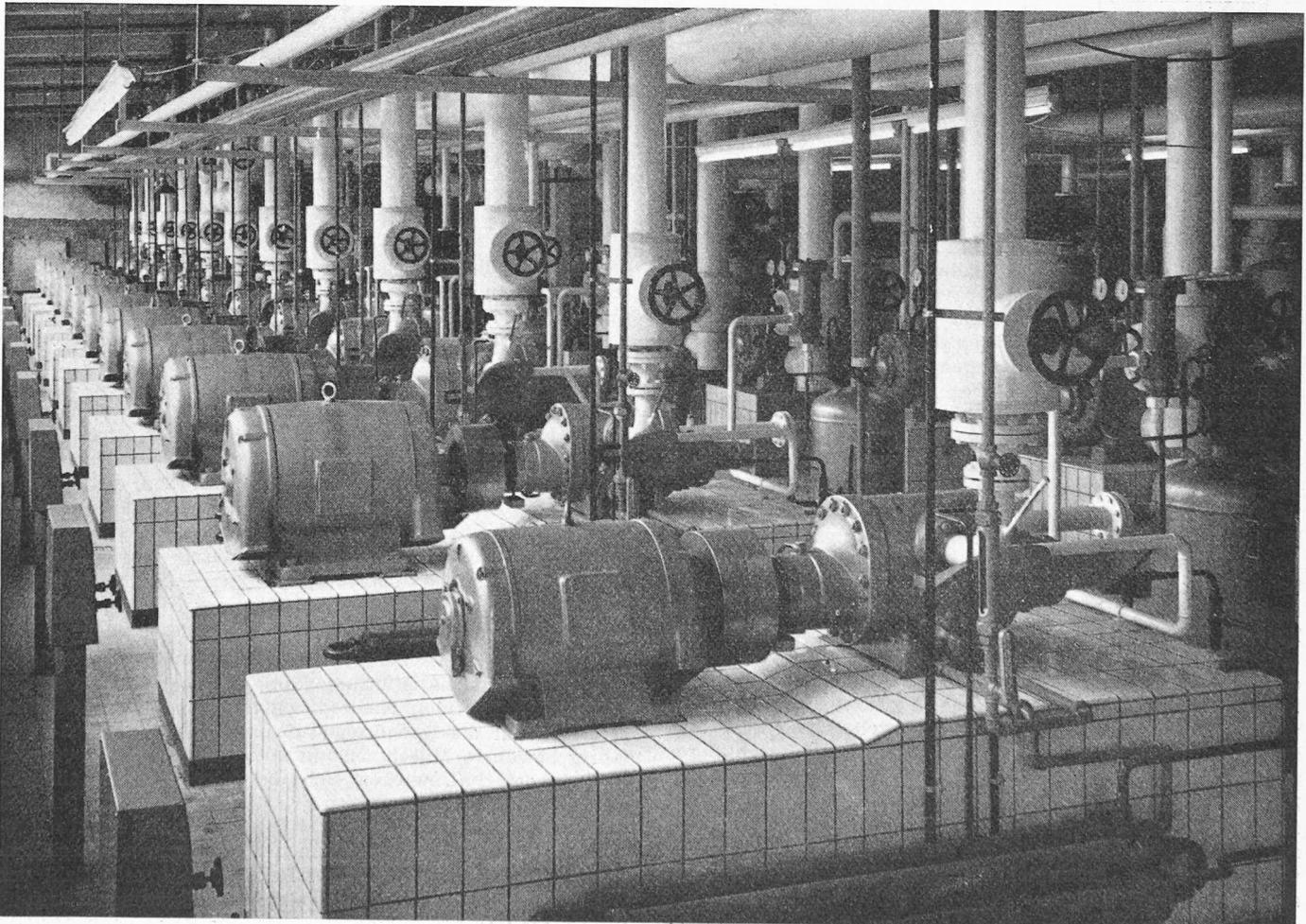


Bild 1. Blick in den Maschinenraum mit den zehn Rotasco-Kompressoren RL 300 und einem der beiden Kompressoren RL 150 im Vordergrund

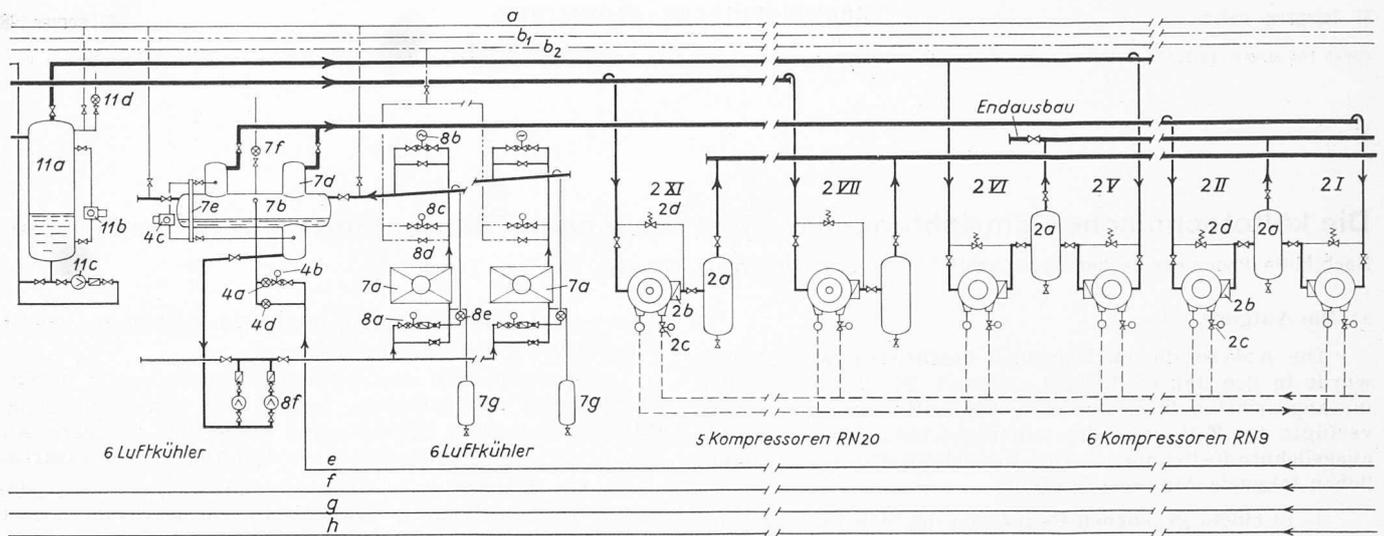


Bild 2b. Fortsetzung von Bild 2a

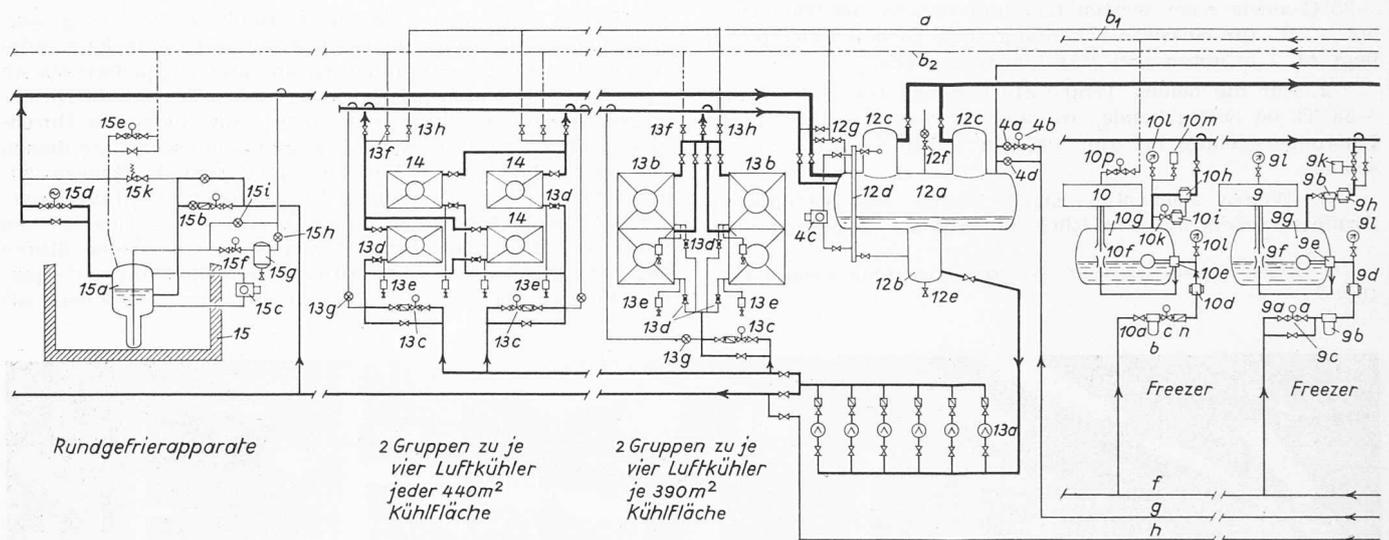


Bild 2c. Fortsetzung von Bild 2b

Kältemittel, einer Verdampfungstemperatur von  $-45^{\circ}\text{C}$  und einer Verflüssigungstemperatur von  $+25^{\circ}\text{C}$  ein Zwischen-druck von 2,36 ata, entsprechend  $-15,5^{\circ}\text{C}$  (Druckverhältnis in jeder Stufe 4,3). Dabei wären die Kolbenkräfte für beide Kurbeln und in beiden Richtungen gleich gross, und die Festigkeit der Triebwerksteile liesse sich voll ausnützen. Diese Ausführung hat zwei Nachteile. Sie erfordert einerseits wegen der grossen hin- und hergehenden Massen, die sich nur teilweise ausgleichen lassen, wie auch wegen der grossen rotierenden Massen schwere Fundamente, die im vorliegenden Falle wegen des hohen Grundwasserspiegels grosse Baukosten ergeben hätten. Andererseits bedingt das feste Zylinderverhältnis eine gewisse Starrheit. Es erlaubt das Arbeiten auf einen gemeinsamen Mitteldruckbehälter nur unter bestimmten Voraussetzungen. Bei Änderungen des Kältebedarfs, beispielsweise durch Zu- oder Abschalten von Verbrauchern, ist darauf zu achten, dass sich der Zwischen-druck nicht verändert, damit die Triebwerksteile nicht überbeansprucht werden. Dieser Forderung lässt sich durch eine vollautomatisch arbeitende Leistungsregelung in beiden Stufen entsprechen, was aber komplizierte Regeleinrichtungen und Sicherheitsvorkehrungen nötig macht. Arbeiten zusätzliche Verbraucher mit sich änderndem Bedarf unter Zwischen-druck, so ergeben sich für die Hochdruckstufe unterschiedliche Absaugvolumina, die durch entsprechende Vorgänge derart auszugleichen sind, dass sich der Zwischen-druck nicht ändert.

Bei der Planung der Neuanlage wurde eine Trennung der beiden Niederdruckstufen und der Hochdruckstufe erwo-

gen, wobei jede Stufe ihre eigenen einstufigen Kompressoren erhalten hätte. Dadurch wären die verlangten Verdampfungstemperaturen ( $-45^{\circ}\text{C}$  und  $-35^{\circ}\text{C}$ ) ohne weiteres bei einem gemeinsamen gleichbleibenden Zwischen-druck zu erreichen gewesen, und das Zu- und Abschalten von Kälteverbrauchern hätte sich leicht und ohne Gefährdung irgend eines Kompressors durchführen lassen. Es zeigte sich jedoch, dass der Preis einer solchen Lösung unzulässig hoch gewesen wäre, was leicht verständlich ist, wenn für die Niederdruckstufen normale Kältekompressoren verwendet werden, die für Enddrücke von mindestens 12 ata gebaut sind, jedoch nur mit höchstens 2,5 ata betrieben worden wären. Preislich vorteilhaft und technisch durchaus zweckmässig waren dagegen jene Vorschläge, bei denen für die getrennten Niederdruckstufen Mehrzellenkompressoren vorgesehen waren, die von vornherein für niedere Arbeitsdrücke bemessen sind.

Der von der Escher Wyss GmbH., Lindau, eingereichte Entwurf, der zur Ausführung kam, sah Mehrzellenkompressoren für die beiden Niederdruckstufen und Rotasco-Kompressoren für die Hochdruckstufe, also ausschliesslich langjährig bewährte Maschinen mit rotierenden Kolben vor. Im vorliegenden Fall wirken sich die folgenden Vorteile der Rotasco-Kompressoren besonders günstig aus: Die kleinen freien Massenkräfte ergeben verhältnismässig leichte Fundamente. Das kleine Bauvolumen der einzelnen Maschinen-gruppe erlaubt, im gegebenen Raum eine grosse Zahl von Einheiten unterzubringen, was eine feine Leistungsabstufung ermöglicht und bei Ausfall einer Gruppe keine nennenswerte Produktionseinschränkung nach sich zieht. Die besondere

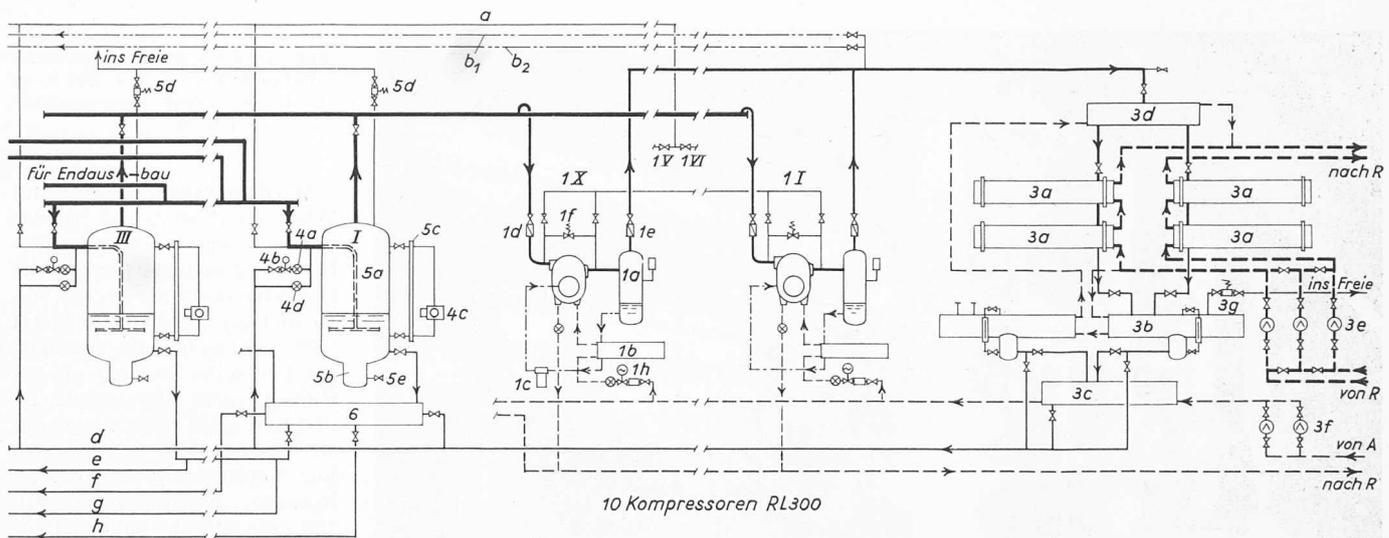


Bild 2a. Vereinfachtes Schaltbild der kältetechnischen Einrichtungen in einer Eiskremfabrik in Deutschland

1 I bis X	Rotasokompressoren RL 300, 1. Ausbau	7 g	Oelsammelflaschen mit Entleerungsventilen	12 e	Entleerung
1 a	Oelabscheider	8 a	Zuteilgruppe im Vorlauf mit Absperrventil, Magnetventil, Rückschlagventil, Zuteilventil und Hilfszuteilventil	12 f	Notventil für Entleerung ins Freie
1 b	Oelkühler	8 b	Motorventil im Rücklauf mit Absperrventilen	12 g	Evakuierventile
1 c	Oelfilter	8 c	Magnetventil zum Abtauen	13 a	Flüssigkeitsumwälzpumpen
1 d	Rückschlagklappe in Saugleitung	8 d	Handventil zum Abtauen	13 b	Luftkühlergruppe eines Gefrierschranks
1 e	Rückschlagklappe in Druckleitung	8 e	Handregelventil zum Ableiten des Kondensates beim Abtauen	13 c	Zuteilgruppe mit Magnetventil und Rückschlagventil
1 f	Sicherheitsüberströmventil	9	Freezer mit Saugdruckregelung	13 d	Verteilventile
1 h	Motorventil für Kühlwasser	9 a	Handabsperrventile	13 e	Oeltopf mit Entleerungsventil
2 I bis VI	Rotationskompressoren RN 9	9 a	Handabsperrventile	13 f	Abtauventile
2 VII bis XI	Rotationskompressoren RN 20	9 b	Filter	13 g	Handregelventil zum Ableiten des Kondensates beim Abtauen
2 a	Oelabscheider	9 c	Magnetventil	13 h	Evakuierventile
2 b	Rückschlagklappen im Druckstutzen	9 d	Konstantdruck-Regelventil für Flüssigkeit	14	Luftkühlergruppe eines Längsgefrier-tunnels
2 c	Magnetventil für Kühlwasser	9 e	Schwimmer-Durchgangsventil	15	Rundgefrierapparat
2 d	Sicherheits-Ueberströmventil	9 f	Ejektor	15 a	Flüssigkeitsabscheider
3 a	Kondensatoren	9 g	Flüssigkeitsabscheider	15 b	Einspritzgruppe mit Magnetventil, Rückschlagklappe, Handregelventil und parallelgeschaltetem Hilfsregelventil
3 b	Sammelbehälter mit eingebauter Kühlschlange und Standanzeiger	9 h	Verdampfungsdruck-Regelventil	15 c	Schwimmerschalter zu 15 b
3 c	Flüssigkeitsnachkühler	9 k	Motorventil in Saugleitung	15 d	Motorventil in der Dampfleitung
3 d	Enthitzer für Ammoniakdampf	9 l	Manometer	15 e	Magnetventil in der Abtau-leitung
3 e	Umwälzpumpen für rückgekühltes Wasser	10	Mehrtrommel-Freezer mit Druckgasabtauung	15 f	Magnetventil in der Kondensatleitung, öffnet beim Abtauen
3 f	Kaltwasserpumpen	10 a bis h	wie bei 9	15 g	Oelsammeltopf
3 g	Sicherheitsventil	10 i	Konstantdruck-Vorsteuerventil	15 h	Abtau-Handregelventil
R	Rückkühlwerk	10 k	Magnetventil zu 10 i	15 i	Not-Handregelventil zum Abtauen
A	Aufbereitungsanlage	10 l	Manometer	15 k	Sicherheits-Ueberströmventil
4 a	Handregelventil	10 m	Grenzdruckschalter	b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	Druckgas-Abtauleitungen
4 b	Magnetventil	10 n	Rückschlagventil	d	Flüssigkeitsleitung von 3 c nach 5 a
4 c	Schwimmerschalter	10 o	Abtauventil	e	Flüssigkeitsleitung —18° C von 5 a nach 7 b
4 d	Not-Handregelventil	10 p	Abtauventil	f	Leitung für unterkühlte Flüssigkeit von 6 nach 9 und 10
5 a	Mitteldruckbehälter	11 a	Flüssigkeitsabscheider in der Absaugleitung der Freezer	g	Flüssigkeitsleitung von 5 a nach 12 a
5 b	Oelsack	11 b	Niveauregler	h	Flüssigkeitsleitung von 5 a nach 15
5 c	Flüssigkeitsstandanzeiger	11 c	Flüssigkeitspumpe mit Rückschlagventil		
5 d	Sicherheitsventil	11 d	Notventil für Entleerung ins Freie		
5 e	Entleerungsventil	12 a	Niederdruckbehälter (—45° C)		
6	Flüssigkeitsunterkühler für die Freezer	12 b	Flüssigkeitssack		
7 a	Luftkühler mit Ventilatoren in den Tiefkühlräumen	12 c	Flüssigkeitsabscheider		
7 b	Sammelbehälter	12 d	Flüssigkeitsstandanzeiger		
7 d	Flüssigkeitsabscheider				
7 e	Flüssigkeitsstandanzeiger				
7 f	Abblasventil für Notfälle				

Eignung der Rotasco-Kompressoren für das Ueberwinden grosser Druckverhältnisse lässt in Notfällen einen einstufigen Betrieb — allerdings mit stark verringerter Leistung — bei Temperaturen von —35 °C und —45 °C zu, was die Betriebssicherheit erhöht. Die verlangte Leistungsregelung kann völlig verlustfrei und genügend fein durch Ein- und Ausschalten von Einheiten durchgeführt werden und zwar durch eine seit Jahren bewährte automatische Leistungssteuerung.

Eingehende Wirtschaftlichkeitsberechnungen bezüglich des Wasserhaushaltes zeigten, dass die Kombination von Rohrbündelkondensatoren mit geeigneten Rückkühlwerken gegenüber anderen Möglichkeiten (Berieselungs- oder Verdunstungskondensatoren) die geringsten Jahreskosten ergibt.

#### c) Kompressoren und Kondensatoren

Die obere Verdichtungsstufe umfasst im heutigen Ausbau 10 Rotasco-Kompressoren Typ RL300 1 I bis X (Bild 2a),

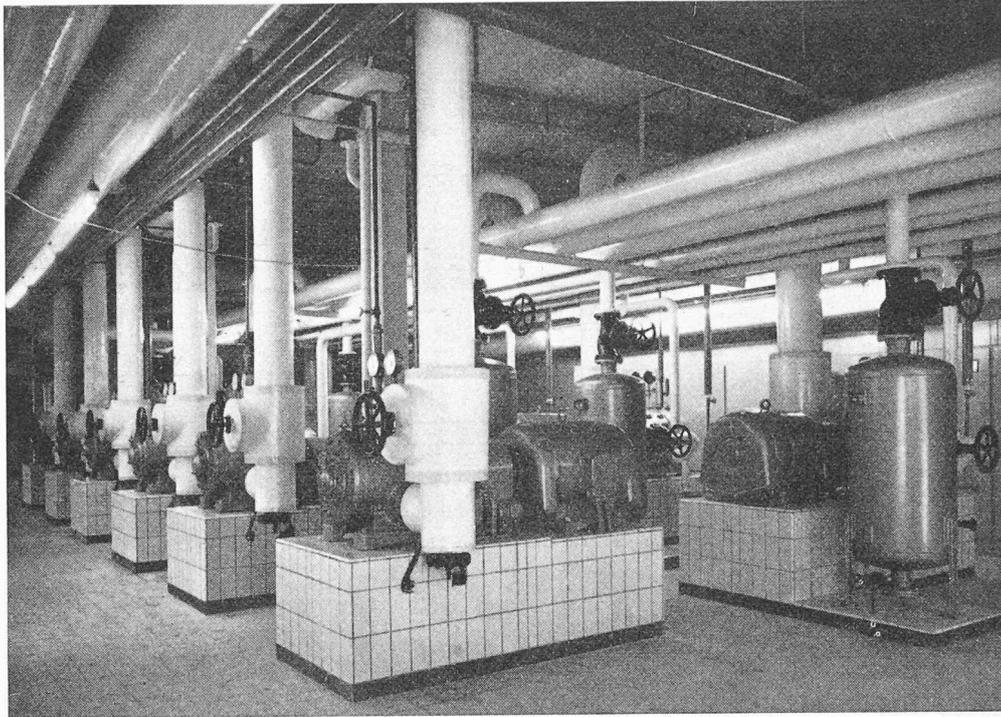


Bild 3. Blick in den Maschinenraum. In der vordern Reihe sechs Rotationskompressoren RN 9, in der hintern fünf Rotationskompressoren RN 20

Die Süsswasseranlage kühlt Wasser auf etwa  $+2^{\circ}\text{C}$ , das dann in entsprechenden Behältern gespeichert wird, um für Fabrikationszwecke verwendet zu werden. Sie bietet kältetechnisch keine besonderen Probleme, weshalb sie auf Bild 2 nicht dargestellt ist und hier auch nicht näher auf sie eingegangen werden soll. Zur Verdichtung dienen zwei Rotasco - Kompressoren RL 150, die durch polumschaltbare Motoren von 70/35 kW angetrieben werden. Die Antriebsleistung sämtlicher Kältekompressormotoren beträgt beim heutigen Ausbau 1512 kW.

Die in der Kondensatorbatterie der Hauptanlage gebildete und unterkühlte Ammoniak-Flüssigkeit wird den Mitteldruckbehältern 5a mittels

fest eingestellter Handregelventile 4a zugeteilt, denen je ein Magnetventil 4b vorgeschaltet ist. Die Ventile 4b werden durch Schwimmerschalter 4c derart gesteuert, dass sich der Flüssigkeitsstand in jedem Mitteldruckbehälter innerhalb festgesetzter Grenzen hält. Der Einspritzgruppe ist ein Handregelventil 4d parallel geschaltet. Die entspannte Flüssigkeit wird in die Dampfleitung der unteren Stufe unmittelbar vor deren Eintritt in den betreffenden Behälter eingeführt, um den Dampf zu enthitzen. Das Gemisch tritt durch ein horizontales, mit Löchern versehenes Rohr in die Flüssigkeitsfüllung in 5a aus. Die Behälter sind mit Standanzeigern 5c und Sicherheitsventilen 5d versehen, die in Notfällen ins Freie abblasen. Bild 6 zeigt die drei Mitteldruckbehälter.

#### d) Gefrierlagerräume

Eine erste Verbrauchergruppe wird durch die Luftkühler 7a der beiden grossen Gefrierlagerräume gebildet. Diese zwölf, aus Rippenrohren aufgebauten Apparate erhalten die Flüssigkeit aus einem gemeinsamen Behälter 7b, der auf  $-45^{\circ}\text{C}$  gehalten wird, mittels einer Umwälzpumpe 8f; eine zweite Pumpe dient als Reserve. Jedem Luftkühler ist eine Zuteilgruppe 8a vorgeschaltet, die aus einem Handabsperrentventil, einem Magnetventil, einer Rückschlagklappe, einem fest eingestellten Handdrosselventil zum einmaligen Einstellen der Flüssigkeitsverteilung und einem zu den genannten

die mit Dreinut-Kurzschlussläufer-Motoren von je 80 kW direkt gekuppelt sind. Bild 1 gibt einen Blick in den Maschinenraum mit den Maschinensätzen der Hochdruckstufe. Die Kompressoren saugen den Ammoniakdampf aus drei Mitteldruckbehältern 5a bei  $-18^{\circ}\text{C}$  ab und fördern ihn in die Kondensatorbatterie. Diese besteht im gegenwärtigen Ausbau aus vier horizontalen Rohrbündelapparaten 3a von je  $150\text{ m}^2$  Oberfläche, die von rückgekühltem Wasser durchströmt werden, Bild 4. Das Kondensat sammelt sich in einem Behälter 3b von  $3\text{ m}^3$  Inhalt und fliesst dann durch einen weitem Rohrbündelapparat 3c von  $75\text{ m}^2$  wirksamer Oberfläche, in dem es sich im Wärmeaustausch mit aufbereitetem Brunnenwasser von etwa  $12^{\circ}\text{C}$  unterkühlt. Dieses Wasser dient anschliessend zur Oelkühlung und zur Gehäusekühlung der Kompressoren, um sich schliesslich mit dem Wasser der Kondensatoren zu vermischen. Das Rückkühlwerk besteht aus zwei Kühlereinheiten, die auf dem Dach des Wasseraufbereitungsgebäudes aufgestellt sind. Jede Einheit ist für eine Nennleistung von  $1,26 \cdot 10^6$  kcal/h bei einer Wasserabkühlung von  $31^{\circ}\text{C}$  auf  $26^{\circ}\text{C}$  und einer Feuchtkugeltemperatur von  $18^{\circ}\text{C}$  bemessen. Der Leistungsbedarf der vier Ventilatoren je Einheit beträgt 8,6 kW, Bild 5.

Neben dem Behälter 3b befindet sich ein zweiter, der im Endausbau mit einer gleichgrossen Kondensatorbatterie verbunden werden soll. Beide Behälter vermögen die Kältemittelfüllung für den Fall aufzunehmen, dass der Niederdruckteil entleert werden muss. Sie sind mit Kühlrohren versehen, die von rückgekühltem Wasser durchströmt werden und eine erste Unterkühlung der Flüssigkeit ermöglichen. Weiter sind sie durch Sicherheitsventile 3g geschützt, die bei zu hohem Druck (Brandfall) in eine Leitung abblasen, welche ins Freie führt. Die Sicherheitsventile liegen zwischen Abschliessungen (ohne Handräder und mit plombierten Spindeln), damit sie bei Undichtheit mühelos revidiert werden können.

Der Kondensatorbatterie ist ein Enthitzer 3d vorgeschaltet, um die Kältemitteldämpfe bis in die Nähe der Sattdampftemperatur abzukühlen. Er ist als Rohrbündelapparat ausgebildet und arbeitet mit rückgekühltem Wasser. Die Rohre sind auf der Ammoniakseite berippt.

Die untere Verdichtungsstufe ist mit sechs Rotationskompressoren (Mehrzellenkompressoren, Fabrikat Klein, Schanzlin und Becker), Typ RN 9 2 I bis VI (Antriebsleistung der Motoren je 37 kW), sowie mit fünf Rotationskompressoren Typ RN 20 2 VII bis XI (Antriebsleistung der Motoren 70 kW) ausgerüstet, Bild 3. Der Mitteldruck von 2,1 ata entsprechend  $-18^{\circ}\text{C}$  ergab sich aus der Bauweise dieser Kompressoren, die nur mässige Förderdrücke zulässt.

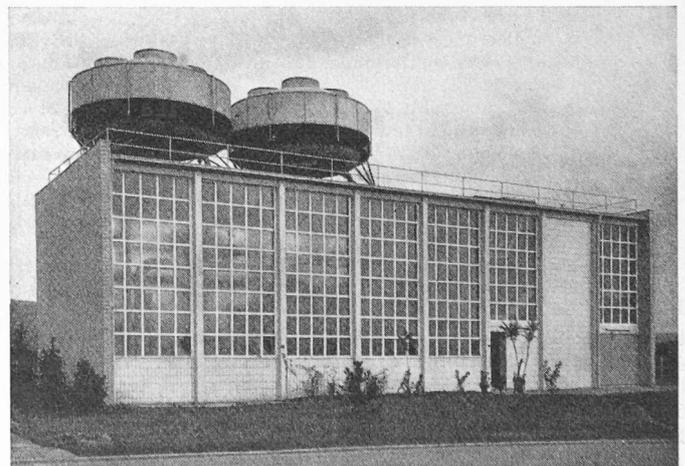
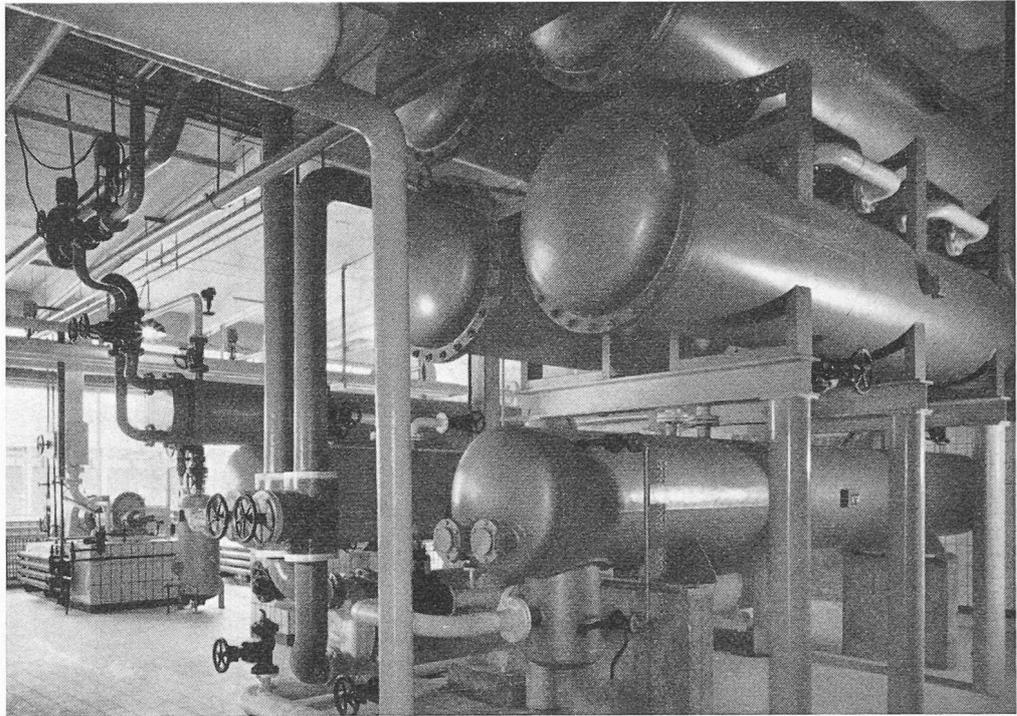


Bild 5. Das Gebäude für die Kühlwasseraufbereitung mit den beiden Rückkühlwerken auf dem Dach

Bild 4. Kondensationsanlage. Oben die vier Rohrbündelkondensatoren, darunter die beiden Sammelbehälter, unmittelbar über dem Boden der Flüssigkeitsnachkühler mit den isolierten Kühlwasser-Zu- und Ableitungen



Organen parallel geschalteten Hilfsdrosselventil besteht. Das aus den Luftkühlern oben austretende Flüssigkeits-Dampf-Gemisch gelangt über eine weitere Apparategruppe mit Motorventil 8b und parallel dazu geschaltetem Handabsperrrventil jeweils von oben in die reichlich bemessene Rücklaufleitung, die mit Gefälle zum gemeinsamen Behälter 7b zurückführt. Jeder Luftkühler lässt sich mit Druckgas abtauen, wobei die dazu nötigen Ventile 8a, 8b und 8c von zentraler Stelle aus fernbetätigt werden. Das Kältemittel-Kondensat, das sich beim Abtauen bildet, gelangt über ein fest eingestelltes Drosselventil 8e ebenfalls in die Rücklaufleitung, während das in der Apparategruppe 8a eingebaute Rückschlagventil ein Abströmen des Druckgases durch die Vorlaufleitung auch dann verhindert, wenn das Magnetventil gegen die volle Druckdifferenz nicht dicht halten sollte. An jedem Luftkühler ist an tiefster Stelle eine Oelsammelflasche 7g mit Entleerung angebracht. Der Behälter 7b mit den beiden Pumpen 8f ist in Bild 7 links sichtbar.

Die Kältemittelflüssigkeit wird den Aussenrohren des Nachkühlers 6 entnommen und dem Niederdruckbehälter 7b durch die Leitung e und mittels einer Niveausteuerng zugeleitet, die in gleicher Weise aufgebaut ist (Organe 4a bis 4d), wie oben für die Mitteldruck-Behälter 5a beschrieben wurde. Der Dampf gelangt aus den beiden grossen Abscheidern 7d, die dem Behälter 7b aufgesetzt sind, zu den beiden Rotationskompressoren 2 I und II, die ihn über einen gemeinsamen Oelabscheider 2a in die Mitteldruckbehälter 5a fördern.

#### e) Freezer

Als zweite Verbrauchergruppe sind die Freezer zu nennen, von denen eine grössere Anzahl vorhanden ist<sup>1)</sup>. Sie erhalten die Kältemittelflüssigkeit unter Verflüssigungsdruck,

<sup>1)</sup> Eine Beschreibung von im wesentlichen ähnlich gebauten Eiskrem-Gefrierapparaten findet man in R. Plank: Handbuch der Kältetechnik, Bd. XI, S. 580, Abb. 538.

jedoch bis nahe an die Mitteldrucktemperatur ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) unterkühlt. Dazu dient der Doppelrohrapparat 6, dessen Aussenrohre von Flüssigkeit aus den Mitteldruckbehältern überflutet werden. Die Kältemittelflüssigkeit gelangt durch die Leitung f und über je eine Zuteilgruppe mit Absperrventil 9a, Magnetventil 9c, Filter 9b und Konstantdruckventil 9d zum Schwimmerventil 9e, dessen Schwimmkörper sich im Abscheider 9g befindet und den Flüssigkeitsdurchtritt so regelt, dass der Flüssigkeitsstand in 9g stets auf gleicher Höhe bleibt. Das Ventil 9d gleicht die Schwankungen des Kondensatordruckes aus, die sich infolge Witterungs- und Kühllaständerungen in Verbindung mit dem Rückkühlwerk ergeben. Zugleich begrenzt es den Durchfluss bei starkem Oeffnen des Schwimmerventils 9e. Die teilweise expandierte Flüssigkeit durchströmt anschliessend den Ejektor 9f und reisst dabei infolge der Strahlwirkung Flüssigkeit aus dem Abscheider 9g mit, die durch seitliche Löcher ins Innere des Ejektorgehäuses gesogen wird. Auf diese Weise gelangt viel Flüssigkeit in die Gefrietrommel 9, so dass ihre ganze Innenfläche gleichmässig und reichlich mit verdampfendem Kältemittel benetzt wird. Der mit Flüssigkeitströpfchen durchsetzte Dampf strömt nun durch den Mantelraum eines Doppelrohres in den Abscheider 9g, an dessen höchster Stelle die Saugleitung anschliesst. In ihr sind ein Filter 9b, ein Saugdruckregler 9h und ein Motorventil 9k eingebaut. Diese Organe ermöglichen

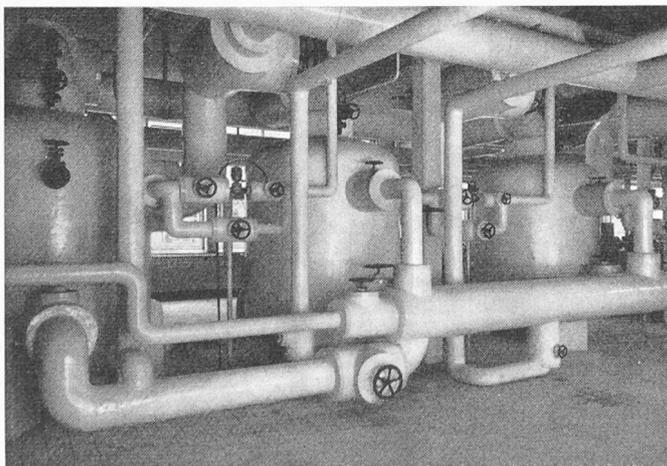


Bild 6. Mitteldruckbehälter 5a für  $-18^{\circ}\text{C}$ , davor der Wärmeaustauscher zum Unterkühlen der Kältemittelflüssigkeit

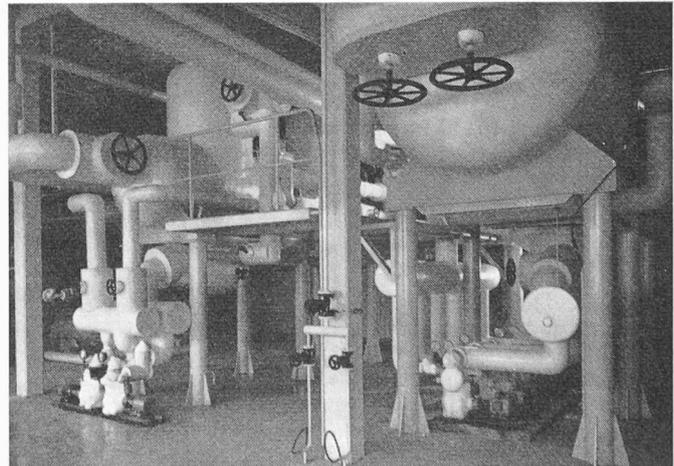


Bild 7. Niederdruckbehälter für  $-45^{\circ}\text{C}$ , links hinten Behälter 7 b, rechts vorn Behälter 12 a

einerseits die Fernsteuerung der Kühlung sämtlicher Freezer von einer Steuersäule aus und andererseits eine individuelle Einstellung der Verdampfungstemperatur entsprechend den jeweiligen Bedürfnissen der Fabrikation.

Einige Freezer mit mehreren Trommeln für verschiedene Eiskrem-Farben sind mit Druckgas-Abtauung ausgerüstet. Bei ihnen erhielt das Konstantdruckventil 10h in der Saugleitung eine Vorsteuerung durch das Ventil 10i, dem ein Magnetventil 10k vorgeschaltet ist. Sobald die Mischung durch irgendwelche Umstände zu fest gefroren wird, nimmt der Motor, der die Freezertrommeln antreibt, mehr Strom auf, worauf der Ueberstromauslöser die Magnetventile 10c und 10k schliesst. Dadurch schliesst auch das Ventil 10h in der Saugleitung. Gleichzeitig öffnet das Abtauventil 10p in der Druckgasleitung  $b_1$ , wodurch das ganze Kühlsystem des betreffenden Freezers unter höheren Druck gesetzt wird und abtau. Das Magnetventil 10c in der Zuteilgruppe verhindert während des Abtauens das Entweichen des Gases durch die Flüssigkeitsleitung. Es wird dabei durch das Rückschlagventil 10n entlastet. Das Kondensat sammelt sich während des Abtauens im Abscheider 10g, aus dem es nachher wieder verdampft. Die Flüssigkeitszuteilung ist im wesentlichen die gleiche wie bei den Freezern 9.

Der in den Freezern gebildete Dampf wird von den vier Rotationskompressoren 2 III bis 2 VI abgesaugt und in die Mitteldruckbehälter 5a gefördert. Da dieser Dampf gelegentlich feucht sein kann, ist in die Dampfleitung ein grosser Flüssigkeitsabscheider 11a eingebaut. Flüssigkeit, die sich dort ausscheidet, wird in die Behälter 12a für  $-45^{\circ}\text{C}$  hinüber gefördert. Dazu dient eine Flüssigkeitspumpe 11c in der Entleerungsleitung, die von einem Schwimmerschalter 11b gesteuert wird. Ein Rückschlagventil, das der Pumpe 11c nachgeschaltet ist, verhindert ein Rückströmen von Gas aus 12a, wenn dort der Druck ausnahmsweise höher sein sollte als in 11a. Die Pumpe 11c ist notwendig, weil die Druckdifferenz zwischen den Behältern 11a und 12a von nur etwa 0,3 at sich etwas verändern kann und nicht mit Sicherheit genügt, den Strömungswiderstand zu überwinden.

#### f) Härteschränke

Die insgesamt 16 Luftkühler der Härteschränke und Gefriertunnel arbeiten als dritte Verbrauchergruppe mit Umwälzung von Flüssigkeit. Dazu dient der Niederdruckbehälter 12a von  $11,5\text{ m}^3$  Inhalt, dem die auf  $-18^{\circ}\text{C}$  entspannte Flüssigkeit aus den Mitteldruckbehältern 5a mittels der Leitung g und einer Einspritzgruppe zugeteilt wird, die aus den selben Organen besteht, wie jene für den Niederdruckbehälter 7b bzw. die Mitteldruckbehälter 5a. Der Dampf, der sich in den beiden Domen 12c von mitgerissenen Flüssigkeitströpfchen trennt, wird von den fünf Rotationskompressoren 2 VII bis 2 XI (Typ RN 20) abgesaugt und in die Mitteldruckbehälter gefördert. Auf dem rechten Teil des Bildes 7 erkennt man oben den Behälter 12a und unten die Umwälzpumpen 13a.

Die einzelnen Kühler erhalten die Flüssigkeit von  $-45^{\circ}\text{C}$  durch sechs Zentrifugalpumpen 13a über insgesamt sechs Zuteilgruppen 13c und je ein Verteilventil 13d für jedes Kühlelement, während das Flüssigkeits-Dampf-Gemisch durch eine grosse, mit Gefälle verlegte Rücklaufleitung in den Behälter 12a zurückfliesst. An jedes Kühlelement ist an tiefster Stelle ein Oeltopf 13e mit Entleerung angeschlossen. Zum Abtau mit Druckgas dienen von Hand zu bedienende Abtauventile 13f. Das sich dabei bildende Kondensat gelangt über Handregelventile 13g in die grosse Rücklaufleitung.

Die Anordnung der Maschinen und Apparate ist aus den Bildern 8 und 9 ersichtlich. Die kältemittelführenden Leitungen verlaufen unter der Decke.

#### g) Rundgefrierapparate

Die Rundgefrierapparate 15, die hier als letzte Verbrauchergruppe angeführt werden, arbeiten mit einer Verdampfungstemperatur von  $-45^{\circ}\text{C}$  und mit Ueberflutung; sie sind dazu mit je einem Flüssigkeitsabscheider 15a versehen, der im normalen Betrieb teilweise mit Flüssigkeit ge-

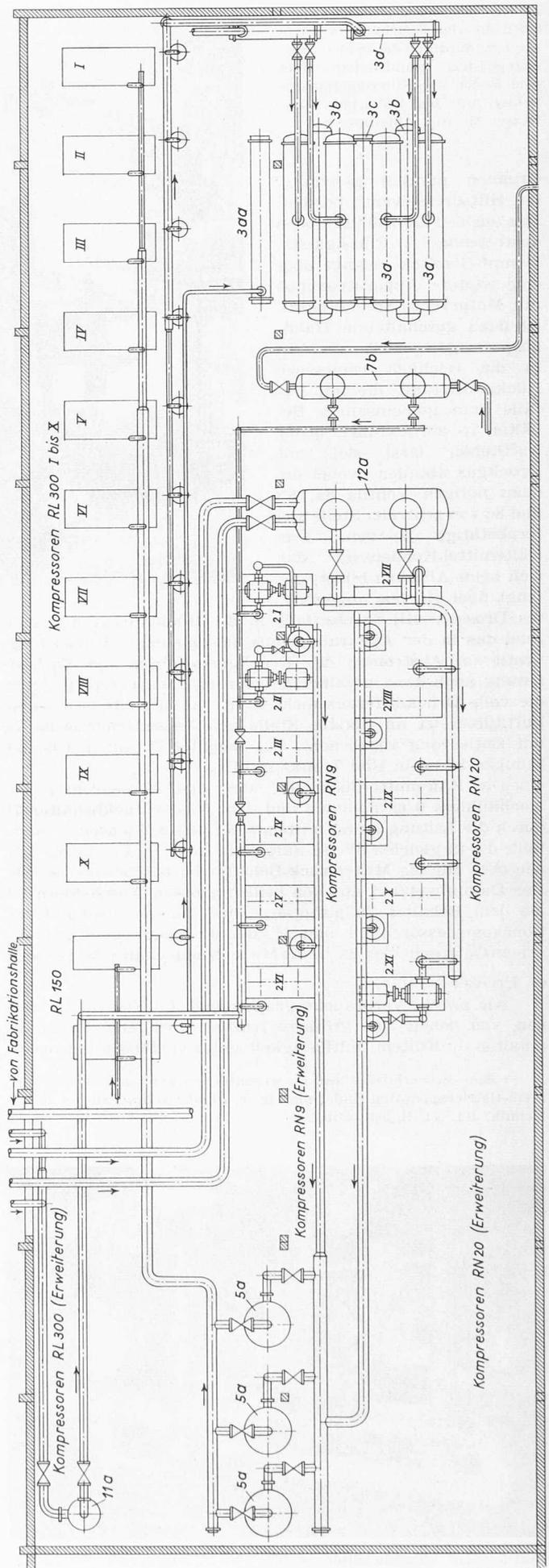


Bild 8. Grundriss des Maschinenraumes, 1:200, Bezeichnungen wie bei Bild 2, ausserdem 3aa Kondensator der Süsswasser-Kühlanlage

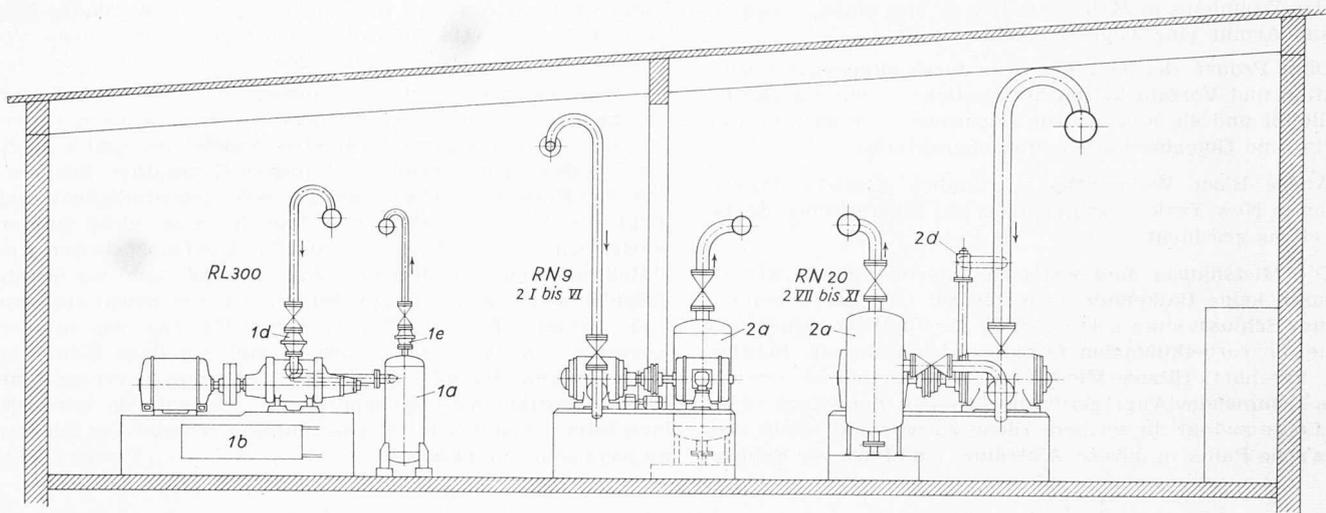


Bild 9. Querschnitt durch den Maschinenraum, 1:100

füllt ist. Ein Niveauschalter 15c steuert das Magnetventil der Einspritzgruppe 15b derart, dass der Flüssigkeitsstand konstant bleibt. In der Dampfleitung befindet sich ein Motorventil 15d, das sich wie das Magnetventil in der Gruppe 15b fernsteuern lässt. Beim Abtauen werden beide Ventile geschlossen, während die Magnetventile 15e und 15f öffnen. Das Druckgas verdrängt die Füllung in 15a unter Abdrosseln des Druckes in 15h in die Dampfleitung, die zum Behälter 12a führt. Dabei scheidet sich das Öl, das sich an der tiefsten Stelle in 15a angesammelt hat, in 15g aus und kann dort abgelassen werden. Ein Sicherheits-Ueberströmventil 15k verhindert das Auftreten eines unzulässigen Druckanstiegs bei geschlossenen Ventilen im Stillstand.

Die Kältemittelflüssigkeit wird in der Regel dem Niederdruckbehälter 12b entnommen und durch die Pumpen 13a zugeführt. Es ist aber auch möglich, sie den Mitteldruckbehältern zu entnehmen, wobei dann die grössere Druckdifferenz (rd. 1,5 at) im Handregelventil der Einspritzgruppe 15b abgedrosselt wird.

Die Anordnung der Maschinen und Apparate ist aus den Bildern 8 und 9 ersichtlich. Die kältemittelführenden Leitungen verlaufen unter der Decke.

#### h) Betriebsführung

Die Luftkühler der Härteschränke sowie die verschiedenen Behälter und Flüssigkeitsabscheider können durch eine Evakuierung a an die Saugstutzen der Kompressoren

1 V und VI angeschlossen und auf diese Weise entleert werden. Die Kühlung sämtlicher Produktionsmaschinen wird von einem Steuerpult aus fernbetätigt. Sobald diese Verbraucher in Betrieb stehen, gibt man die Leistungsregelung der Rotasco-Kompressoren frei. Diese schaltet mittels Pressostaten nach einem bestimmten Programm einzelne Maschinensätze derart zu oder ab, dass der Druck in den Mitteldruckbehältern 5a konstant bleibt.

Beim Anfahren der Anlage saugen zunächst die Rotasco-Kompressoren aus den Mitteldruckbehältern Dampf ab, bis sich dort die vorgeschriebene Temperatur (etwa  $-18^{\circ}\text{C}$ ) eingestellt hat. Danach schalten die Rotationskompressoren RN 9 bzw. RN 20 ein und bringen die ihnen zugeleitete Netze auf die gewünschten Temperaturen. Auch diese Kompressorgruppen stehen unter der Kontrolle von Leistungsreglern, die die einzelnen Maschinensätze nach Massgabe des Bedarfs zu- oder abschalten. Diese Regler erhalten ihre Impulse von Thermostaten, deren Fühler in die Kältemittelflüssigkeit der betreffenden Niederdruckbehälter eintauchen.

Sämtliche Kompressoren sind durch Ueberdruckschalter und Ueberströmventile (als zweite Sicherung) gegen unzulässiges Ansteigen des Förderdruckes geschützt. Ausserdem sind an sämtlichen Druckstutzen der Kompressoren Thermostate angebracht, die die einzelnen Maschinen abschalten, sobald sich eine unzulässige Ueberhitzung einstellt. Alle Störungen werden an einem Steuerpult angezeigt, das an zentraler Stelle im Maschinenhaus aufgestellt ist.

## Nochmals «Architecture en France»

DK 72

Mit Esprit und Verve, worum ihn selbst ein Angehöriger des Landes beneiden könnte, für welches in diesen Wochen bei uns freundschaftlicher Goodwill geäußert wird, interpretiert Architekt *Pierre Zoelly* die Ausstellung französischer Architektur im Zürcher Helmhaus (Dauer bis 26. Februar, s. SBZ H. 7, S. 107). Die hingeworfenen Schlaglichter und Schatten wollen weniger Kritik üben an einer zwangsläufig fragmentarischen Schau, als vielmehr die Problematik zeigen, in die sich heute der Bauende in seinem Willen und in den Hemmnissen der Realität verstrickt sieht. G. R.

Ist es Architektur oder nicht? Im Urteil von Zürich wohl kaum. Die Grossaufnahmen zeigen doch allerlei Fehler, ungenaue Kanten, unüberlegte Spenglereien, völlig mangelnde Umgebungsarbeiten. Dies wirkt lieblos, im Sinne der Liebe, die wir Schweizer mit Uhrmachergenauigkeit in unsere Bordüren ( Fassaden und Strassen) zu legen pflegen.

Am besten erlebt man die Arbeiten, wenn man im Sturmschritt, kurz vor Torschluss, die Ausstellung durchquert. Dann hört man so wahrlich die Stimme der auf dem Bauplatz gehetzten, im Büro gehetzten, im unendlichen Traffic

gehetzten Architekten, hier fluchend, dort einen mildernden Witz reissend, meistens wohl die Achseln zuckend vor dem Berg nicht zu meisternder Schwierigkeiten im Kampf um mehr oder weniger genaue Ausführung ihrer Ideen. Und wer Frankreich kennt und liebt, versteht die Arbeitsatmosphäre und vergibt dem Autor das klägliche Ausschauen seiner Werke. Dann muss man die Courage bewundern, mit Grossaufnahmen Schlechtes aufzudecken. Die Aufnahmen sind frech, schön, fast gänzlich ungraphisch, auf alle Fälle ehrlich. Der Architekt steht nackt da, ohne Blümchen, sozusagen vor der Schlussabrechnung.

Belmont's Kirche in Bonnacousse hat das skizzenhafte eines Versuchsmodells behalten. Man erwartet endlose Variationen zu seiner Stützenphantasie, ganze Wälder.

Beim Schneckenhäuschen in Cartigues von Courtois und Salier fragt man sich, warum man nicht selber schon lange bei unserem heutigen Mangel an Aussicht ein ganzes Dorf solcher in sich verkrochener Schnecken gebaut hat. Es sieht ganz selbstverständlich aus, nur befürchtet man, dass ohne Pflege die ganz engen inneren Gärten sehr bald mies und trist werden könnten.