

Störungen an Kältemaschinen

von

Eduard Reif

Zweite Auflage

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Störungen an Kältemaschinen

insbesondere deren Ursachen
und Beseitigung

Von

Oberingenieur Eduard Reif
Beratender Sachverständiger

Zweite, neubearbeitete Auflage
Mit 35 Figuren im Text



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1925

ISBN 978-3-662-33444-7 ISBN 978-3-662-33842-1 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-33842-1

Copyright 1925 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Otto Spamer, Leizig 1925.

Softcover reprint of the hardcover 2nd edition 1925



Vorwort zur ersten Auflage.

Bei dem Bau der Kältemaschinen wird vor allem auf größtmögliche Betriebssicherheit Wert gelegt. Zeitweise werden in bezug auf Leistungen diesen Maschinen Funktionen anvertraut, für welche die höchsten Anforderungen an zuverlässiges Arbeiten gestellt werden müssen.

Wenn trotzdem in einzelnen Fällen der Besitzer einer Kältemaschine von ihren Diensten nicht befriedigt ist, so liegt das vielfach daran, daß von ihr entweder größere Leistungen verlangt werden, als ihrer Konstruktion zugrunde gelegt sind, oder daß man sie unter Arbeitsbedingungen betreibt, die ihre Organe schädlich beeinflussen.

In vielen Fällen wird ihnen auch die geringe Pflege, deren sie bedürfen, vorenthalten, so daß kleine Unregelmäßigkeiten, welche sich aus irgendeinem Grunde eingestellt haben, im Laufe der Zeit zu schweren Fehlern auswachsen können. Machen sich dann Störungserscheinungen bemerkbar, die den Betrieb nachteilig beeinflussen, so kann ein ordnungsgemäßer Zustand oft nur mit größeren Kosten hergestellt werden, während es vielleicht bei etwas Aufmerksamkeit gelungen wäre, mit geringer Mühe die Ursache der Anstände im Keime zu unterdrücken. Es soll nun der Zweck dieses Leitfadens sein, dem mit der Untersuchung betrauten Fachmanne Fingerzeige zu geben, wie vorkommende Störungen richtig erkannt und beseitigt werden.

Auch den mit dem Betrieb von Kältemaschinen betrauten Maschinenmeistern, Monteuren, Installateuren und Werkführern soll dieses kleine Buch ein Ratgeber und Führer sein, wie es auch dem Revisionsingenieur gute Dienste leisten wird.

In der Einleitung werden in möglichst knapper Form die heute in der Praxis verbreiteten Maschinengattungen behandelt, wobei namentlich deren Wirkungsweise und Charakteristik besonders hervorgehoben wird.

Theoretische Erörterungen sowie weitgehende Untersuchungsmethoden sind vermieden worden, da dies Büchlein aus der Praxis für die Praxis geschrieben ist.

Im Anhang ist ein besonderes Kapitel über Betriebsinstruktionen für Dampfmaschinen und die Behandlung elektrischer Maschinen aufgenommen, da diese Maschinen fast überall in Verbindung von Kältemaschinen in Betrieb sind.

Am Schlusse sind Tabellen und Rezepte für den praktischen Gebrauch mit angefügt.

Ravensburg, Frühjahr 1914.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Die erste Auflage ist schon einige Jahre vergriffen. Die besonders schweren Zeiten in der Nachkriegszeit im Druckereigewerbe machten es unmöglich, einen Neudruck vorzunehmen.

Nachdem nunmehr wieder auch auf diesem Gebiete sich normale Verhältnisse eingestellt haben, ist es möglich, die zweite Auflage erscheinen zu lassen.

Vielfachen Anregungen aus dem Leserkreise folgend, habe ich in den einzelnen Kapiteln bedeutende Erweiterungen vorgenommen.

Es erschien auch wünschenswert, eine besondere Abhandlung über Betriebsunfälle bei Kältemaschinen und das Verhalten des Betriebspersonales bei Eintreten solcher dem Buche anzugliedern.

Die betriebstechnische Leistungsverbesserung spielt heute in jedem Betriebe eine große Rolle. Ich habe über dieses Thema eine ausführliche Abhandlung gegeben und auf Neuerungen auf diesem Gebiete hingewiesen. Das Arbeiten mit überhitzten Gasen ist in der Nachkriegszeit mehr in Anwendung gekommen, auch bei kleineren Kältemaschinenanlagen, und ich habe in einem besonderen Kapitel auf diese Arbeitsweise gebührend Rücksicht genommen.

Das Tabellenmaterial wurde ergänzt und durch neue Tabellen erweitert.

Die gute Aufnahme, die die erste Auflage in allen Kreisen der Kälteindustrie gefunden hat, gibt mir die Gewähr, daß auch die erweiterte Neuauflage ein gesuchter Ratgeber für alle Kältemaschinenbesitzer und das mit der Bedienung betraute Personal sein wird.

Düsseldorf, Spätjahr 1925.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort zur ersten Auflage	3
Vorwort zur zweiten Auflage	4
Einleitung	7

I. Teil.

Kompressoren (Verdichter)	9
Kondensatoren (Verflüssiger)	11
Refrigeratoren (Verdampfer)	12
Leitungen	13
Manometer	17
Ammoniakmaschine	19
Schwefligsäuremaschine	21
Kohlensäuremaschine	22

II. Teil.

Betriebstechnische Leistungsverbesserungen	26
Nasser und trockener Kompressorgang	26
Flüssigkeitsüberschuß im Verdampfer	27
Überhitzungseinrichtungen	28
Regulierung der Kältemaschine	29
Auffindung und Beseitigung von Störungen mittelst des Leistungs- kontrollers Patent Glässel und Entlüftungsapparates	35
Beschreibung des Leistungskontrollers	35
Eigenschaften des Kontrollers	37
Erkennung der Ursachen von Störungen im Betrieb	38
Beschreibung des Entlüftungsapparates	39
Betriebsunfälle bei Kältemaschinen und Betriebsregeln	40
Innere Reinigung der Rohrschlangen	48
Eigenschaften der Kältemedien	49
Das Salzwasser in Kühlmaschinenverdampfern	50

III. Teil.

Allgemeine Störungen an Kältemaschinen	54
Verunreinigung der Lager	54
Unzulässige Erwärmung der Lager	54
Geräusch oder Klopfen der Triebwerksteile	55
Die Kolbenstange wird zu warm	56
Auswechslung der Kolbenstange	56
Auftreten von Stößen in der Maschine	56
Undichte Stellen (Flanschenverbindungen u. dgl.)	57
Undichte Kompressorventile	58
Luft in der Maschine	58
Entleerung des Kompressorzylinders	58
Hoher Kraftverbrauch	59
Unruhiges Arbeiten des Kondensatormanometers	59

Ursachen von zu warmem Druckrohr	59
Zu viel Kältemedium in der Maschine	59
Mangel an Kältemedium	60
Kältemedium nicht wasserfrei	60
Sicherheitsplatte bei CO ₂ -Kompressor zersprengt	61
Nachfüllen von Kältemedium	61
Öl- und Glycerinabscheidung	62
Entleerung des Kondensators	63
Innere Verunreinigung und Verstopfung der Schlangen	64
Zu großer schädlicher Raum	64
Richtige Einstellung des Regulierventils	64
Druckrohre handwarm zu erhalten	65
Verschlämmung der Kondensatorspirale	65
Regulierventil zu weit geöffnet	65
Regulierventil zu wenig geöffnet	65
Zu hoher Druck im Kondensator	65
Undichtheit der Kondensatorschlange	66
Mangel an Kühlwasser	66
Verunreinigung des Siebtopfes	67
Eingefrieren des Siebtopfes	67
Die Maschine leistet zu wenig Kälte	67
Die Verdampferspirale eingefroren	68
Verdampferentleerung zwecks Reinigung	69
Verdampferdruck zu hoch	69
Undichte Eiszellen	69
Graphische Darstellung Kochsalzlösung (Chlornatrium)	70
Graphische Darstellung Chlorcalciumlösung	71
Graphische Darstellung Chlormagnesiumlösung	72

IV. Teil.

Allgemeines zur Instandhaltung und Behandlung der Kälte- maschinenanlage	77
---	----

V. Teil.

Betriebsvorschriften für Dampfmaschinen	83
---	----

VI. Teil.

Betriebsvorschriften für elektrische Anlagen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin	88
---	----

VII. Teil.

Vorsichtsbedingungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen	96
--	----

VIII. Teil.

Wiederbelebung der vom elektrischen Strom Getroffenen	99
---	----

IX. Teil.

Praktische Verfahren und Rezepte	101
--	-----

Einleitung.

Bei der künstlichen Kälteerzeugung wird in der Hauptsache ein dem Schmelzen des Eises ganz analoger Vorgang verwertet, das Verdampfen.

Wir verstehen darunter den Übergang einer Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand, den herzustellen, d. h. die Flüssigkeitsteilchen zu lockern und sie entgegen dem äußeren Druck als Gas oder Dampf entweichen zu lassen, es wiederum einer jedem Körper eigentümlichen Wärmezufuhr bedarf, die man als Verdampfungswärme bezeichnet.

Die zum Verdampfen einer Flüssigkeit notwendige Wärmemenge wird der Umgebung entzogen, d. h., letztere wird dadurch abgekühlt.

Als besonders für die künstliche Kälteerzeugung auf diesem Wege geeignete Stoffe (Kälte Träger) haben sich erwiesen:

Ammoniak (NH_3)
Kohlensäure (CO_2)
Schwefligsäure (SO_2).

Die Kältemedien verdampfen bei niedriger Temperatur, binden dabei bedeutende Wärmemengen und ermöglichen damit ein Herabgehen unter 0°C ohne Schwierigkeit.

Die Arbeitsvorgänge der Kältemaschinen beruhen auf dem Prinzip, daß den abzukühlenden Körpern Wärme bei Temperaturen entzogen wird, die tiefer liegen als die Temperatur der Umgebung, und daß (unter Aufwand von Arbeit) diese Wärme auf solche Temperaturen gehoben wird, daß sie an Kühlwasser abgegeben werden kann.

Zur Messung der Wärmemengen hat man eine Einheit, auf Wasser bezogen, festgesetzt, und diese Wärmeeinheit (WE.) oder Kalorie (Kal.) ist diejenige Wärmemenge, die 1 kg Wasser um 1°C erwärmt.

Aus dem Schema Abb. 1 geht die Wirkungsweise wie folgt hervor:

In einem Röhrensystem *C* (Verdampfer) wird das wasserfreie Kältemedium bei niedriger Temperatur zum Verdampfen gebracht und dadurch veranlaßt, dem den Röhrenapparat umgebenden Medium, sei es Luft oder Salzwasser, Wärme zu nehmen, es abzukühlen.

Mit dem Verdampfer steht ein Kompressor *A* (Saug- und Druckpumpe) in Verbindung, der das entwickelte Gas ansaugt, es verdichtet und in einen zweiten Röhrenapparat,

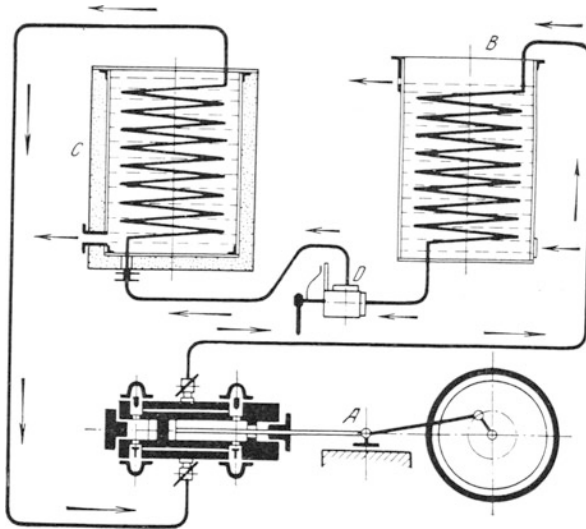


Abb. 1.

den Kondensator *B*, drückt, in dem unter Einwirkung des zufließenden Kühlwassers die Verflüssigung des Gases erfolgt, um schließlich unter Druck durch das Regulierventil *D* in den Verdampfer *C* zurückzuströmen.

Dieser Vorgang bildet einen vollständig geschlossenen Kreislauf, in dem für längere Zeit immer dieselbe Menge des Kältemediums in Tätigkeit ist, das infolgedessen nur die zum Antrieb des Kompressors nötige Energie und die erforderliche Menge an Kühlwasser verlangt.

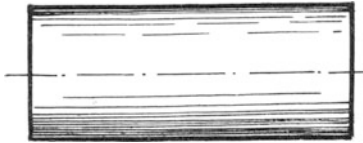
I. Teil.

Kompressoren (Verdichter).

Die einzelnen Teile des Kompressors bestehen in:

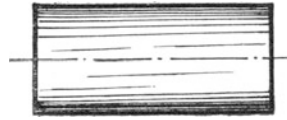
- a) dem Zylinder,
- b) dem Kolben mit Kolbenstange,
- c) dem vorderen und hinteren Kompressordeckel mit den daran befindlichen Saug- und Druckventilen,
- d) der Stopfbüchse.

Die Dimensionen resp. Volumen der Zylinder sind mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit der drei verschiedenen Kältemedien und die auftretenden Spannungen verschieden.



Schwefelige Säure (SO₂)
Rauminhalt · 2,6.

Abb. 2.



Ammoniak (NH₃)
Rauminhalt · 1,0.

Abb. 3.

In den Abb. 2, 3 und 4 sind die Größenverhältnisse der Kompressionszylinder bei gleicher kalorischer Leistung der drei verschiedenen Medien dargestellt. Bei der Schwefligsäure sind die Drücke im Zylinder gering, bei Ammoniak mäßig und bei Kohlensäure am höchsten. Die Zylindervolumen stehen im umgekehrten Verhältnis zu den Drücken.



Kohlensäure (CO₂)
Rauminhalt · 0,16.

Abb. 4.

In den Abb. 5, 6 und 7 sind Schnitte von den Kompressoren der drei genannten Kältemaschinensysteme dargestellt, und zwar ist Abb. 5 ein Zylinder eines Ammoniak-Kompressors, Abb. 6 ein solcher eines Kohlensäure-Kompressors, während Abb. 7 einen Zylinder einer stehenden Schwefligsäure-Kältemaschine darstellt.

Von der Bedienung und Behandlung des Kompressors als wichtigstem Bestandteile der ganzen Kälteanlage hängt im

wesentlichen die Leistung derselben ab. Die konstruktive Durchbildung des Kompressors in Verbindung mit richtiger Anordnung der zur Anlage gehörigen Apparate und Rohrleitung ist Hauptfordernis. Die bauliche Durchbildung

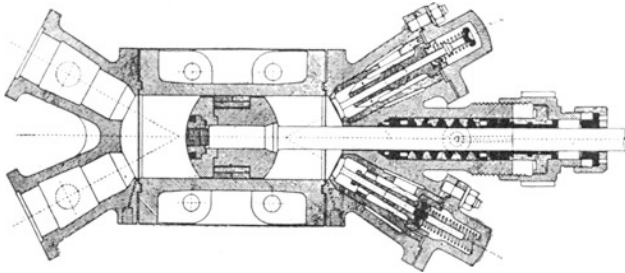


Abb. 5.

dieser Hauptteile ist bei den einzelnen Systemen verschieden, aber alle Ausführungen beruhen auf gleichen Grundlagen, die bedingt werden durch die Arbeitsweise der

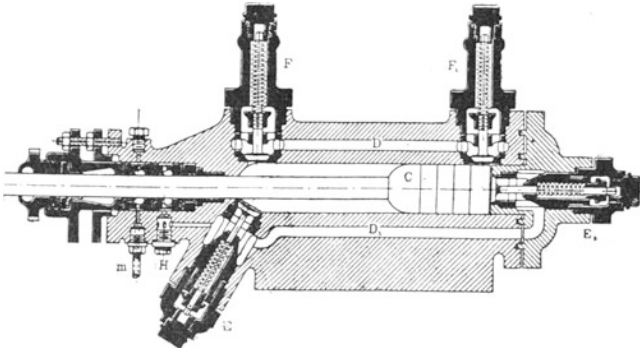


Abb. 6.

Kompressions-Kältemaschinen und die Eigenschaften der Kältemedien.

Besondere Verschiedenheiten zeigen die drei Kältemedien im Betrieb bei der Schmierung des Kolbens und der Kolbenstange. Nicht allein die tiefen Temperaturen erfordern eine ganz besondere Auswahl der Schmieröle, sondern insbesondere deren neutrales Verhalten zum Kältemedium und den Materialien.

Bei NH_3 wird reines Kompressoröl zur Schmierung verwendet, während bei CO_2 sich reines wasser- und säurefreies Glycerin bewährt hat.

Bei SO_2 ist eine Schmierung des Zylinders nicht nötig, da die schlüpfrige Beschaffenheit der Schwefligsäure selbstschmierend auf den Kolben wirkt. Zylinder und Stopfbüchse sind bei diesen Maschinen mit einem äußeren Hohlraum versehen, durch den beständig Kühlwasser fließt, welches den Zweck hat, einen Teil der durch die Kompressionsarbeit entstandenen Wärme abzuführen und so ein zu starkes Erwärmen des Zylinders zu vermeiden.

Außerdem wird aber durch die Kühlung des Kompressors eine bessere Schmierung des Kolbens erzielt, indem durch die Einwirkung des Kühlwassers ein Niederschlag von kleinen Flüssigkeitsbläschen auf der inneren Zylinderfläche hervorgerufen wird.

Mit Hilfe der Manometer läßt sich der Arbeitsgang der Maschine genau kontrollieren, und soll der Maschinenführer diesen stets seine volle Aufmerksamkeit zuwenden.

Auf guten Abschluß der Stopfbüchse muß ganz besondere Sorgfalt verwendet werden, um eine vollkommene Abdichtung des Kältemediums gegen die äußere Atmosphäre zu erreichen.

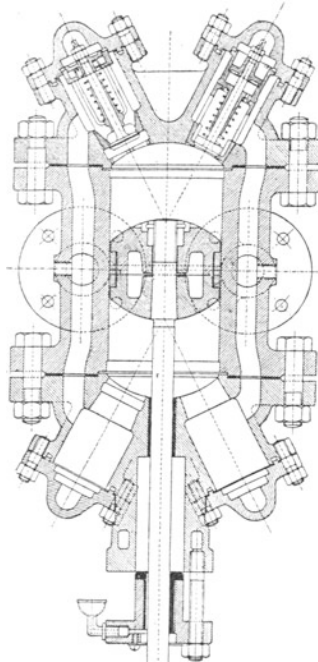


Abb. 7.

Kondensatoren (Verflüssiger).

Diese sind verschiedener Ausführung:

1. als Tauchkondensatoren mit spiralförmig gewundenen Schlangen und meist mit einem Rührwerk versehen;
2. als Flächenberieselungskondensatoren mit Wasserverteilungsrohren und Sammelschale finden dieselben meist ihre Aufstellung auf dem Dache des Maschinen- oder

Apparateräumen und werden dort angewendet, wo Wassermangel herrscht;

3. als runde Berieselungskondensatoren, die auch im Maschinenraum aufgestellt sind;
4. Gegenstromröhrenkondensatoren aus doppelt ineinander liegenden Röhren, in deren innerem Rohr das Kühlwasser zirkuliert und in dem ringförmigen Zwischenraum zwischen innerem und äußerem Rohr bewegt sich das Kältemedium.

Tauchkondensatoren benötigen große Wassermengen und erschweren die Reinigung bei schmutzigem Wasser, daher ist es notwendig, daß nur sauberes Wasser verwendet wird.

Nachteilig ist ferner die Möglichkeit des Ansetzens von Luftblasen an den Schlangen, wodurch der Wärmeaustausch beeinflußt wird. Bei gleicher Kälteleistung des Berieselungskondensators gegenüber dem Tauchkondensator benötigt ersterer etwa zwei Drittel weniger Wasser als der Tauchkondensator.

An Orten mit natürlicher Luftzirkulation sind Berieselungskondensatoren mit Vorteil anzuwenden.

Nachteilig ist bei ihnen, daß die Flüssigkeit mit der Temperatur des erwärmten Kühlwassers abfließt und infolge der Parallelströmung von Wasser und Kältemedium höherer Kondensatordruck eintritt.

Die Möglichkeit, die Rohrfläche während des Betriebes zu reinigen, der geringe Wasserverbrauch und die Annehmlichkeit, evtl. Undichtheiten sofort zu erkennen, sind schätzbare Vorteile des Berieselungskondensators.

Refrigeratoren (Verdampfer).

Diese können bestehen aus:

1. Eisengeneratoren mit seitlich oder unten liegenden langgewundenen Verdampferschlangen;
2. Salzwasserkühler in runden oder viereckigen Gefäßen mit Rührwerk;
3. Süßwasserkühler in runden oder viereckigen Gefäßen mit Rührwerk;
4. Luftkühlapparaten für direkte Verdampfung;
5. Rippen- oder Schlangentröhen für direkte Verdampfung, in Raum eingebaut;

6. Flüssigkeitskühlern für direkte Verdampfung; für Wasser, Milch, Rahm, Bier, Lauge usw.;

7. Doppelrohr-Gegenstrom-Refrigerator.

Bei Refrigeratoren mit Salzwasserkühlung ist die Hauptsache, daß die Konzentration der Salzlösung von Zeit zu Zeit nachgeprüft wird, um die Eisbildung an den Refrigerator-schlangen zu verhindern.

Die Bereitung der Sole für die Salzwasserkühler soll nur unter der Verwendung reinen Gewerbesalzes, das mit Petroleum oder kalzinierter Soda (2%) denaturiert ist, geschehen.

Salz, das mit Eisenvitriol denaturiert ist, darf keinen Sodazusatz bekommen.

Kristallbildungen an den Verdampferschlangen rühren von Glaubersalz her.

Zur Verhütung des starken Anfressens der Rohrschlangen wird Kochsalzlösungen vorteilhaft 1 bis 2% Hydrolit zugesetzt. Dasselbe ist in Kochsalzlösungen leicht löslich, säurefrei und absolut geruchlos. Es hat die Eigenschaft, Unreinigkeiten, welche in Kochsalzlösungen mehr oder weniger vorkommen, niederzuschlagen und gelöste Luft auszutreiben. Außer Kochsalz (Chlornatrium) kommen noch Chlorkalzium, Chlormagnesium und Reinhartin zur Solebereitung in Anwendung (s. S. 52).

Die Auflösung und Zubereitung der Sole soll in einem besonderen Gefäß bewirkt und erst nach dem Absetzen des Schlammes die Sole nach dem Salzwasserkühler geleitet werden (s. auch S. 50: Das Salzwasser in Kühlmaschinenverdampfern).

Leitungen.

Der Verlauf der Leitungen zur Verbindung der einzelnen Apparate veranschaulicht die Abb. 8, welche ein Schema einer Ammoniakkältemaschine darstellt. Die Bezeichnungen der Leitungen und der Apparate wurden der Deutlichkeit halber direkt in die Abbildung eingeschrieben. Die Pfeile geben die Bewegungsrichtung des Kältemediums, der Sole und des Kühlwassers an.

Eine geschickte Anordnung der Leitung ist dringend notwendig, von ihr hängen in nicht unbeträchtlichem Maße Wohl und Wehe der ganzen Anlage ab.

Abb. 9 zeigt ein Schema einer Kohlensäurekältemaschine, während Abb. 10 ein solches einer Schwefligsäuremaschine darstellt.

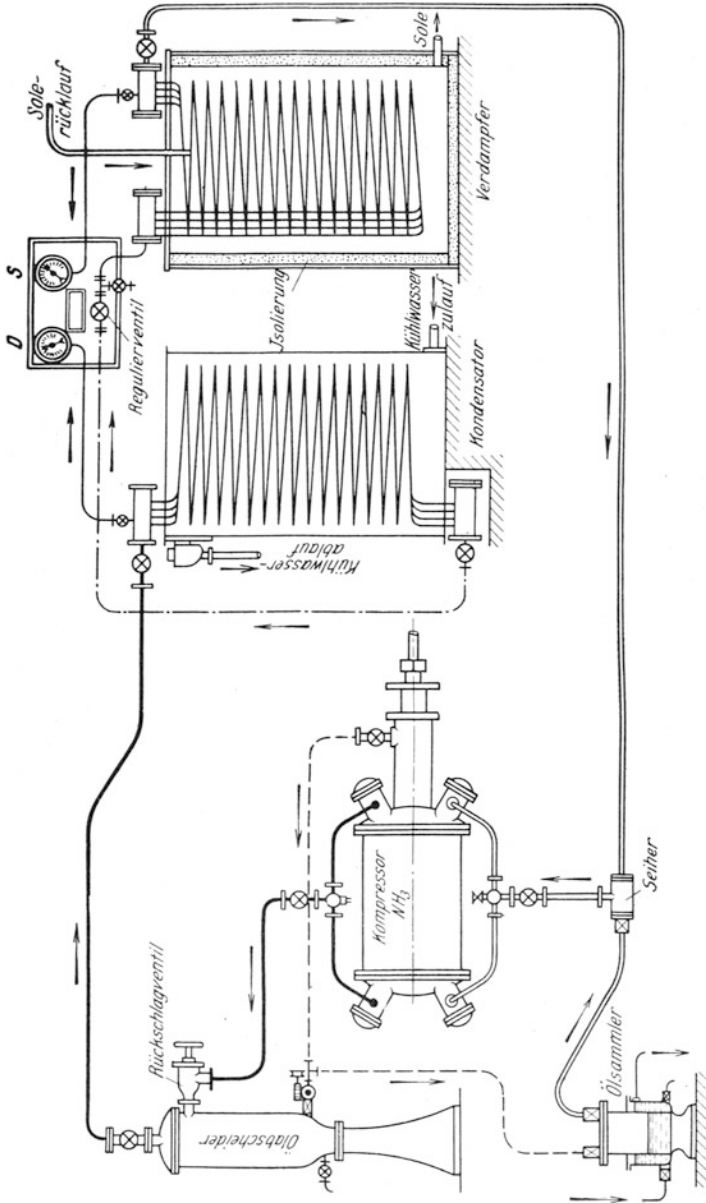


Abb. 8.

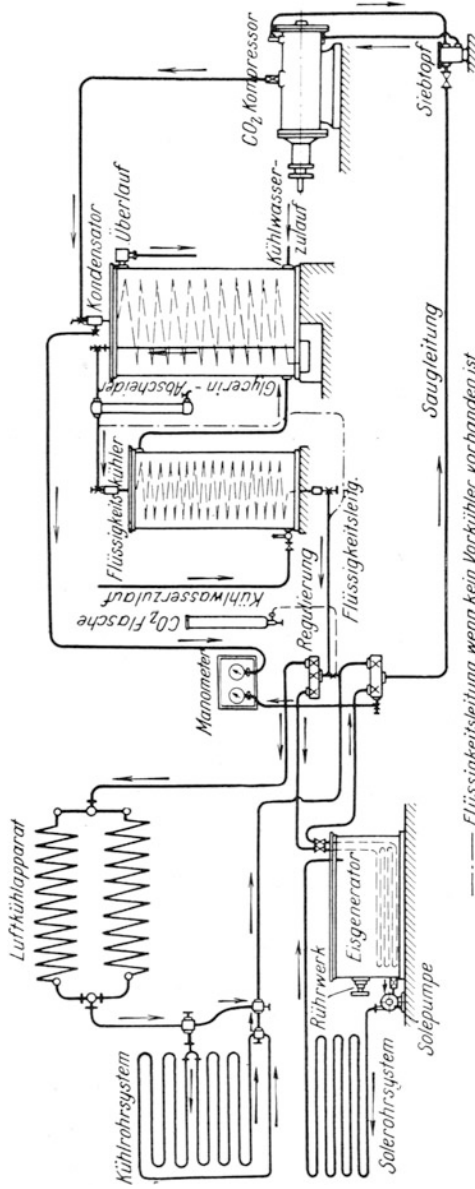


Abb. 9. — — — Flüssigkeitsleitung, wenn kein Vorwärmer vorhanden ist

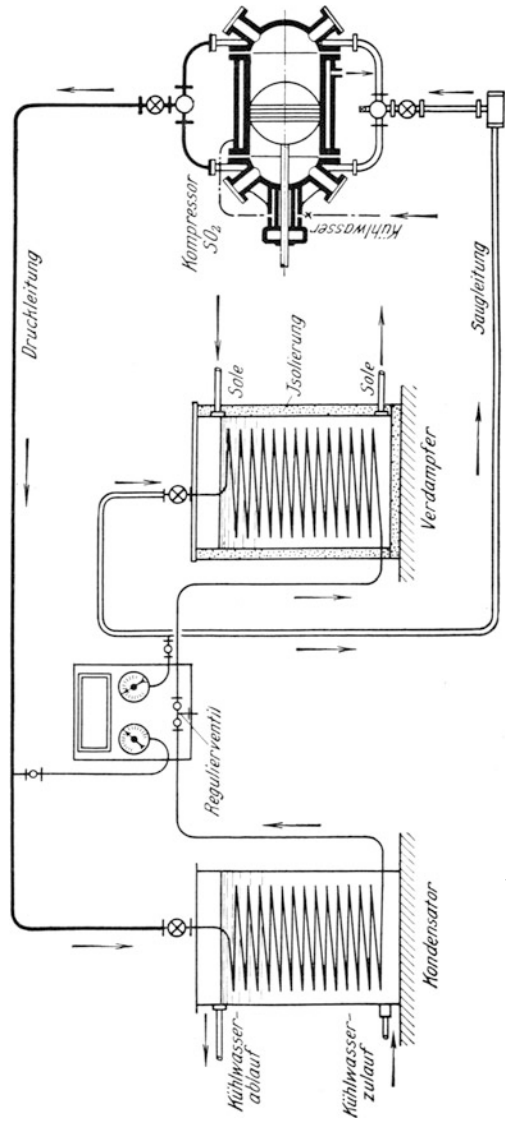


Abb. 10.

Abb. 8 unterscheidet sich zum Gegensatz der anderen beiden Schemas von CO_2 und SO_2 , welche man in ihren Grundzügen zusammenfassen kann, dadurch, daß ein Ölabscheider und Ölsammler vorhanden ist.

Bei Flüssigkeitsleitungen zwischen Verdampfer und Regulierventil ist zu beachten, daß diese nicht auf- und abgehend angelegt sind.

Manometer.

Diese zeigen an:

1. genau den Kondensatordruck, welcher der Temperatur des abfließenden Kühlwassers entsprechend sein muß (s. S. 104);
2. genau den Verdampferdruck, welcher der Temperatur des Salzbadens im Refrigerator entsprechen muß;
3. jedes unrichtige Funktionieren der Saug- und Druckventile des Kompressors;
4. das Vorhandensein von Luft in der Maschine.

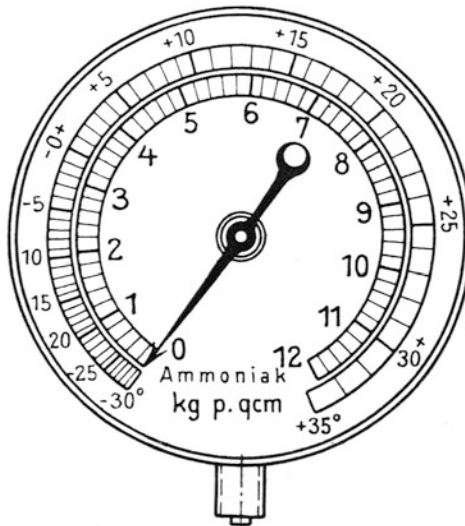


Abb. 11.

Die Einteilung der Skala der Manometer ist bei den drei genannten Kältemedien verschieden, und veranschaulichen die vorstehenden Abb. 11, 12 und 13 dieselben.

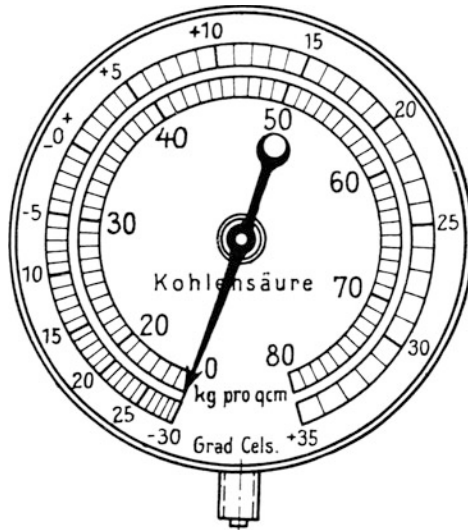


Abb. 12.

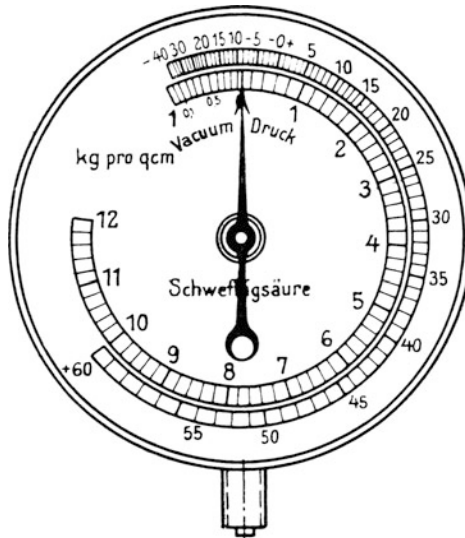


Abb. 13.

Die Außenperipherie der Skala gibt die Temperaturen in Celsiusgraden an, und auf der inneren sind die Drücke in Atmosphärenüberdruck abzulesen.

Säcke sind in den Manometerleitungen zu vermeiden, da dieselben unrichtige Druckangaben zur Folge haben.

Die Absperrhahnen in den Manometerleitungen sind so weit zu drosseln, daß die Zeiger der Manometer nur einen ganz kleinen Anschlag geben; starke Anschläge verderben die Instrumente vorzeitig. Beim Stillstand der Maschine sollten diese Hahnen in ihrer Betriebsstellung belassen werden.

Ammoniakmaschine.

Inbetriebsetzen der Maschine: Bevor man die Maschine in Betrieb setzt, überzeuge man sich, daß

alle Pflockhähne,
das Rückschlagventil
und die Kühlwasserleitung

ganz offen sind. Die beweglichen Maschinenteile müssen frisch geölt werden, und die Tropföler sind zu öffnen.

Hierauf wird die Maschine langsam angelassen, wobei darauf zu achten ist, daß sofort der Zeiger des Druckmanometers ausschlägt.

Alsdann wird bei mäßiger Tourenzahl das Regulierventil allmählich geöffnet, der Gang der Maschine gesteigert und nach und nach auf die normale Tourenzahl übergegangen, wobei den Manometern erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden ist. Der Hahn auf der Stopfbüchse, in der Verbindungsleitung mit dem Öltopf oder der Saugleitung muß während des Betriebes stets ganz geöffnet sein.

Während des Betriebes beobachte man die Temperatur des Druckrohres am Kompressor durch Befühlen mit der Hand und stelle danach das Regulierventil ein (s. Regulierung der Kältemaschine S. 29).

Abstellen der Maschine. Beim Abstellen der Maschine sind der Reihe nach zu schließen:

1. das Regulierventil;
 2. die Absperrventile an der Saugleitung,
- worauf man den Kompressor noch einige Umdrehungen machen läßt und ihn dann stillsetzt. Hierauf wird die Kühlwasserleitung geschlossen.

Das Absperrventil in der Druckleitung und das Rückschlagventil dürfen nur bei vollständigem Stillstand geschlossen werden und brauchen nur geschlossen zu werden, wenn die Maschine für längere Zeit außer Betrieb ist.

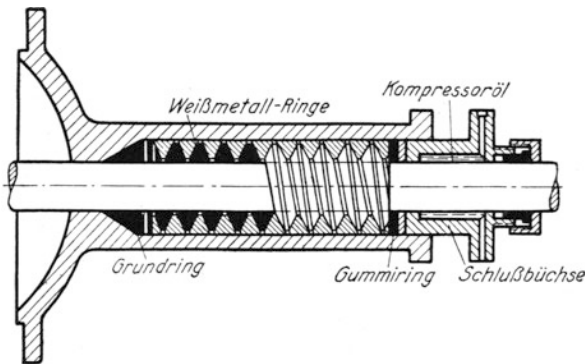


Abb. 14.

Für den normalen Betrieb bleiben sie offen; bei nur kurzer Betriebsunterbrechung genügt es, nur das Regulierventil geschlossen zu halten.

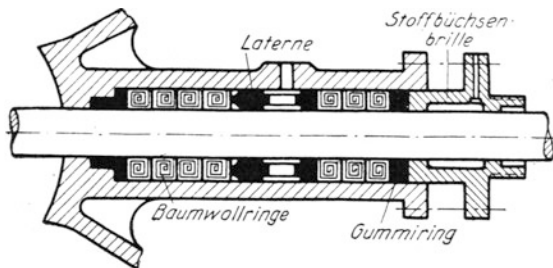


Abb. 15.

Soll ein Kompressor für Salz- oder Süßwasserkühlung umgestellt werden, so darf dies keinesfalls während des Betriebes stattfinden, sondern es muß jedesmal der Kompressor stillgesetzt werden.

Erst wenn während des Stillstandes die Pflockhähne der Saugleitung bei geschlossenem Regulierventil umgestellt sind, darf die Maschine wieder langsam angelassen werden. Ganz besondere Aufmerksamkeit ist der Stopfbüchse während

des Betriebes zuzuwenden, um das Warmlaufen der Kolbenstange zu verhüten; auch muß die Ölschmierung stets gut funktionieren.

Die Packung der Stopfbüchse geschieht in der Regel mit Baumwollpackung. Bei einzelnen Typen kommen auch Metallpackungen zur Anwendung.

Vorstehende Skizze, Abb. 14, zeigt eine sachgemäße Metallpackung (Howaldt), die sich in der Praxis bewährt hat.

In Abb. 15 ist eine Stopfbüchse mit Baumwollpackung dargestellt. Besonders empfehlenswert sind die Rigoit-Stopfbüchsenpackungen der Firma H. Schwieder, Dresden-N, sowie die Ideal-Packungen von Kleemann-Hamburg.

Bei Anlagen, welche mit Überhitzung arbeiten, dürfen nur Metallpackungen Verwendung finden.

Schwefligsäuremaschine.

Inbetriebsetzen der Maschine. Bevor man die Maschine in Betrieb setzt, hat man sich zu überzeugen:

1. daß dem Kondensator, dem Zylindermantel und der Kompressorstopfbüchse Kühlwasser in genügender Menge zufließt;
2. sämtliche Hähne und Ventile in der Druck-, Saug- und Flüssigkeitsleitung geöffnet sind;
3. daß alle Schmiergefäße geöffnet sind.

Darauf setzt man die Maschine langsam in Gang und öffnet das Regulierventil, wobei zu beachten ist, daß sofort der Zeiger des Druckmanometers ausschlägt. Alsdann lasse man den Kompressor seine normale Tourenzahl machen.

Abstellen der Maschine. Beim Abstellen der Maschine sind der Reihenfolge nach zu schließen:

1. das Regulierventil;
2. die Absperrventile der Saugleitung;
3. Kompressor stillsetzen;
4. Kühlwasserhähne am Kompressor und Kondensator schließen.

Für kurze Betriebsunterbrechungen genügt es, das Regulierventil allein zu schließen. Für das Umstellen des Kompressors zum Arbeiten auf Salz- oder Süßwasser ist genau so zu verfahren, wie dies bei der NH_3 -Maschine geschildert ist.

Die Stopfbüchsenpackung besteht meistens aus Baumwollpackung mit flüssigem Talg getränkt, ausgepreßt und in kaltem Zustand eingesetzt.

Abb. 16 zeigt einen Querschnitt durch die Stopfbüchse einer SO_2 -Maschine und geht das Nähere aus der Abbildung

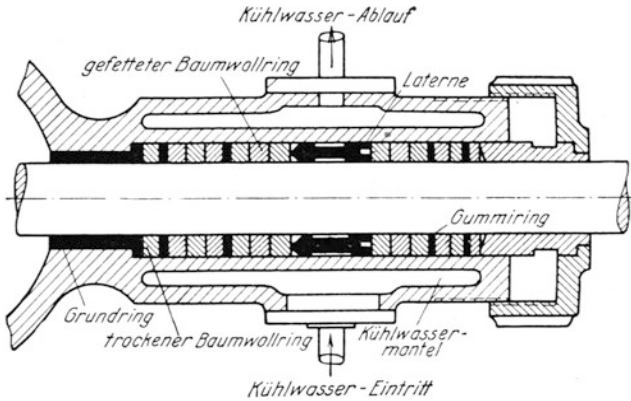


Abb. 16.

hervor. Zu bemerken ist dabei besonders, daß als Grundring ein trockener Baumwollring zu verwenden ist, da ein Gummiring für diesen Zweck ungeeignet ist.

Kohlensäuremaschine.

Inbetriebsetzen der Maschine. Bevor man den Kompressor in Betrieb setzt, überzeuge man sich:

1. daß das Druckabsperrentil am Kondensator ganz offen ist;
2. daß alle Ventile an den Verdampferschlangen ganz geöffnet sind;
3. daß der Glycerinbehälter auf der Stopfbüchse geöffnet ist;
4. daß das Kühlwasser dem Kondensator in genügender Menge zuläuft.

Man setzt hierauf den Kompressor ganz langsam in Betrieb unter Beachtung des Druckmanometers, dessen Zeiger sofort ausschlagen muß. Wenn der Kompressor eine entsprechende Tourenzahl erreicht hat, öffne man das Saugventil

am Siebtopf ganz langsam und vorsichtig unter Beobachtung der Temperatur des Druckrohres durch Befühlen mit der Hand. Ist dieses Ventil ganz geöffnet, so öffne man alsdann das Regulierventil und reguliere dann so ein, daß das Druckrohr handwarm bleibt, aber ja nicht heiß wird.

Abstellen der Maschine. Beim Abstellen der Maschine sind der Reihe nach

1. das Regulierventil, dann
2. das Saugventil am Siebtopf zu schließen;
3. nach einigen Umdrehungen setze man den Kompressor dann still;
4. Kühlwasser zum Kondensator abstellen.

Die Druckabsperren am Kondensator sind nur bei längerem Stillstand der Maschine zu schließen.

Kohlensäuremaschinen besitzen meist am Zylinder ein Sicherheitsventil, welches mit der Druckseite des Kompressors in Verbindung steht. Wenn aus irgendeinem Grunde oder aus Versehen das Druckabsperventil am Kompressor geschlossen wurde und bei Inbetriebsetzung vergessen wurde, dasselbe zu öffnen, so tritt das Sicherheitsventil der Maschine in Tätigkeit, d. h., die Sicherheitsplättchen werden von dem Überdruck im Kompressor zersprengt, und die CO_2 entweicht entweder ins Freie oder nach der Saugleitung.

Sofort schließe man dann die Saugleitung ab und setze den Kompressor still.

Abb. 17 zeigt einen Schnitt durch ein solches Sicherheitsventil. Als Sicherheitsvorrichtung dient ein in dem Gehäuse dicht eingeklemmtes Gußeisenplättchen. Bei einzelnen Firmen werden auch dünne Kupferplättchen angewendet.

Es diene dringend zur Warnung, andere Plättchen zu verwenden, als wie solche zum Kompressor gehören und dieselben nur von den Kompressorlieferanten zu beziehen, da andernfalls großes Unheil angestellt werden kann.

Die Stopfbüchsenpackung besteht meistens aus Ledermanschetten mit darüberliegenden Gummiringen.

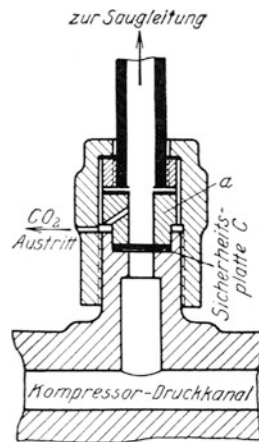


Abb. 17.

Die Schmierung der Stopfbüchse und des Kompressorzylinders erfolgt mit wasserfreiem Glycerin. Die Laterne steht mit dem Saugkanal des Kompressors in Verbindung, wodurch der Druck auf die Stopfbüchse bis auf die Saugspannung erniedrigt wird.

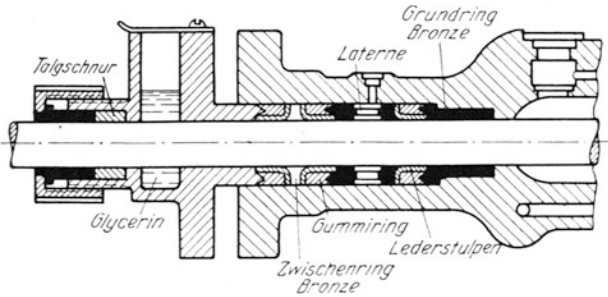


Abb. 18.

Läßt sich die Stopfbüchse nicht mehr anziehen, so sind die Manschetten gegen neue auszuwechseln.

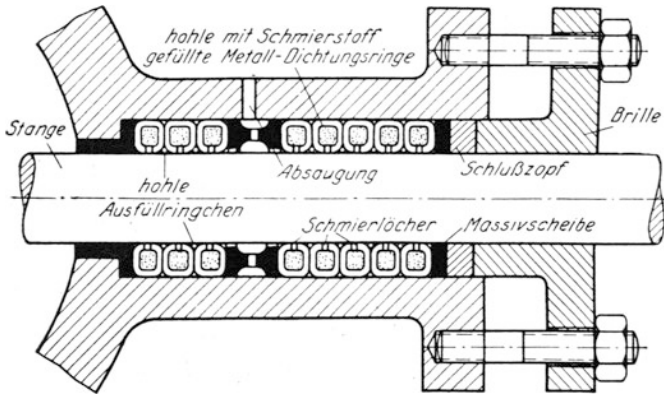


Abb. 19.

In Abb. 18 ist eine Schnitzzeichnung einer Stopfbüchsenpackung dargestellt und dürfen sämtliche Teile nur in der bezeichneten Reihenfolge eingebaut werden.

Die **Huhnische Metallpackung**, die in Abb. 19 dargestellt ist, besitzt die Eigenschaft, daß sie bei allen drei Kältemedien

gleich gut verwendet werden kann. Die Grundidee der Huhnpackung basiert auf einem hohlen, metallenen Dichtungsring, welcher mit Schmierstoff gefüllt ist. Durch Verengung des Querschnittes vermittels Anziehen der Ringe bei der Montage tritt der Schmierstoff durch die an der inneren Peripherie der Ringe angebrachten Öffnungen aus und lagert sich als Schmierkissen in den Rillen zwischen den Ringen und den Dichtungsflächen ab.

Aus der Illustration ist die Anordnung der Ringe deutlich ersichtlich. Die Vorteile einer solchen Packung brauchen nicht weiter erörtert zu werden, sie liegen klar auf der Hand.

II. Teil.

Betriebstechnische Leistungsverbesserungen.

Der Übergang zu höheren Umdrehungszahlen der Kompressoren zum Schnellgangbetrieb einerseits und zum Ansaugen trockener Dämpfe zum Überhitzungsbetrieb andererseits gibt Veranlassung, über diese Punkte einige Aufklärungen zu geben, deren Besprechung von besonderem Interesse sein dürfte.

Der Schnellgangbetrieb erfordert verbesserte Schmiervorrichtungen, andere Kolbenringe, Umgestaltung der Stopfbüchsenkonstruktion, leichtere Kompressorventile, verstärkte Kreuzkopfflachführung (noch besser aber Rundführung).

Kompressoren für Schnellgangbetrieb müssen nach besonderen Gesichtspunkten und Erfahrungen gebaut sein.

Es sei deshalb davor gewarnt, an vorhandenen Kompressoren älterer Konstruktion mit niedrigen Umdrehungszahlen eine wesentliche Erhöhung der Umdrehungszahl vorzunehmen, um eine größere Kälteleistung zu erzielen, die auch mit dem Kompressor allein noch nicht erreicht wird, da auch die Kühlflächen der Rohrspiralen entsprechend vergrößert werden müßten.

Leistungsverbesserungen an vorhandenen Anlagen, ohne Erhöhung der Umdrehungszahl lassen sich durch Einbau eines Flüssigkeitsabscheiders erzielen, in welchem die von dem Dampfstrom in der Saugleitung mitgeführten flüssigen Teilchen des Kältemediums ausgeschieden werden, um zu nutzbarer Verdampfung in das Verdampferrohrsystem zurückzugelangen. Die so getrockneten Dämpfe bieten aber nicht nur volle Sicherheit gegen Flüssigkeitsschläge, gestatten vielmehr auch den Kompressorbetrieb mit überhitzten Dämpfen, und zwar den regelbaren, weil nachträgliche Einspritzung beliebiger Mengen flüssigen Kältemediums möglich ist.

Nasser und trockener Kompressorgang.

Anfang dieses Jahrhunderts hat man erkannt, daß es für Erzielung der Höchstleistung der mit Ammoniak arbeitenden Kompressionskältemaschinen von Vorteil ist, wenn die vom

Kompressor angesaugten Dämpfe einen möglichst geringen Feuchtigkeitsgehalt besitzen. Die Erhöhung der Leistung ist darauf zurückzuführen, daß bei diesem Verfahren das Hubvolumen des Kompressors fast vollständig ausgenutzt wird, während bei dem früher üblichen Ansaugen von sehr feuchten Dämpfen ein beträchtlicher Teil des Hubvolumens zufolge der im Zylinder erfolgenden Nachverdampfung der Flüssigkeitsteilchen für die Kälteleistung verloren geht.

Äußerlich erkennbar sind beide Betriebsverfahren dadurch voneinander, daß bei dem nassen Arbeiten ein in das Druckrohr der Maschine eingebautes Thermometer eine Temperatur anzeigt, welche der Verflüssigungstemperatur des Ammoniaks im Kondensator, die etwa 2 bis 5° C über der Kühlwasserabflußtemperatur liegt, annähernd gleich ist, während bei trockenem Arbeiten die Druckrohrtemperatur wesentlich höher liegt, und zwar zumeist zwischen + 60 bis + 80° C.

Flüssigkeitsüberschuß im Verdampfer.

Während aber die Dämpfe dem Kompressor möglichst trocken zuströmen sollen, wird andererseits verlangt, daß sie den Verdampfer in möglichst nassem Zustande verlassen, weil die Wärmeübertragungsfähigkeit der Verdampferschlangen hierdurch erhöht und damit die Temperaturdifferenz zwischen dem verdampfenden Ammoniak und der abzukühlenden Flüssigkeit bzw. bei direkter Verdampfung der abzukühlenden Luft, am kleinsten wird.

Je geringer aber diese Temperaturdifferenz ist, desto größer ist bei gleicher Kompressorleistung das angesaugte Gasgewicht und desto größer die Leistung der Maschine.

Man muß also zur Erzielung der Höchstleistung im Verdampfer möglichst naß und im Kompressor möglichst trocken arbeiten.

Um nun diese beiden gewünschten Zustände, also den trockenen Kompressorgang und eine möglichst geringe Temperaturdifferenz im Verdampfer, zu erzielen, muß man dem letzteren eine größere Gewichtsmenge flüssigen Ammoniaks zuführen, als der Kompressor im dampfförmigen Zustande wieder abzusaugen imstande ist und muß diesen Flüssigkeitsüberschuß vor dem Eintritt der Dämpfe in den Kompressor in einem in die Saugleitung eingeschalteten Gefäß von größerm Querschnitte wieder abscheiden, wobei die abgeschiedene

Flüssigkeit auf verschiedene Arten dem Kreislauf des Kältemittels wieder zugeführt werden kann.

Man nennt derartige Einrichtungen, welche heutzutage an keiner Ammoniakkältemaschine fehlen sollen,

Überhitzungseinrichtungen.

Es sei jedoch ausdrücklich bemerkt, daß die Überhitzung der Dämpfe im Kompressor nicht der Zweck des Verfahrens ist, sondern nur ein Begleitumstand, der allerdings insofern wichtig ist, als er ein Maßstab für die Beurteilung der richtigen Betriebsführung der Maschinen bildet.

Es ist also durchaus erwünscht, daß das Druckrohr eine entsprechend hohe Temperatur besitzt, zumal dies keinerlei Nachteile mit sich bringt, und es sind deshalb Einrichtungen nicht nur überflüssig, sondern auch unzweckmäßig, welche dazu dienen, diese Temperatursteigerung zu verhindern.

Neben der hohen Leistung bringt die Überhitzungseinrichtung noch weitere Vorteile mit sich. In erster Linie gehört hierzu die wesentlich einfachere Bedienung, da es nicht mehr nötig ist, das Regulierventil so einzustellen, daß die durchströmende Flüssigkeitsmenge genau dem angesaugten Gasgewicht entspricht, da nach diesem Verfahren der Flüssigkeitsüberschuß abgeschieden und in den Kondensator zurückgeführt wird.

Außerdem ist es aber auch möglich, mehrere Verdampfer, welche die erzeugte Kälte bei verschiedenen Temperaturen abzugeben haben, parallel zu schalten, was bei Maschinen ohne Überhitzungseinrichtung nur mit größeren Schwierigkeiten und dauernder Nachregulierung möglich ist.

Besondere Beachtung beim Überhitzungsbetrieb muß der Kompressorschmierung des Kolbens und der Stopfbüchse zugewendet werden.

Das gewöhnliche Kompressoröl genügt für Überhitzungstemperaturen bis zu 90°C , während für höhere Temperaturen bis zu 140°C Spezialöl für Überhitzungsbetrieb anzuwenden ist.

Das anzuwendende Kompressoröl darf bei den Überhitzungstemperaturen keine Dämpfe oder Gase entwickeln, die als Fremdkörper ebenso wie etwa vorhandene Luft in der Maschine den Kondensatordruck, also den Arbeitsverbrauch, erhöhen und die Kälteleistung vermindern würden.

Regulierung der Kältemaschine.

Die Regulierung einer Kühlmaschine, d. h. die Handhabung des Regulierventiles, kann in verschiedener Weise erfolgen.

1. Durch Einstellung des Regulierventiles auf einen bestimmten Punkt, welcher für die betr. Verhältnisse durch Versuch ein für allemal als richtig gefunden wurde.

Diese Methode sollte nur als Hilfsregulierung aufgefaßt werden. Sie bedarf sofort einer Berichtigung, sobald die Druckverhältnisse sich ändern, abnormal viel oder zu wenig Kälteflüssigkeit in den Systemen vorhanden ist oder aus vorübergehenden Anlässen die Maschine zu warm oder zu kalt arbeitet.

2. Durch allmähliche Einregulierung unter Beobachtung der Temperaturen innerhalb und außerhalb des Verdampfers.

Jedem auf dem Manometer angegebenen Drucke des gesättigten Gases entspricht eine ganz bestimmte Temperatur, welche im allgemeinen auf dem Manometer gleichzeitig mit der Pressung abgelesen werden kann.

Diese Temperatur bezeichnet alsdann diejenige des Kältemittels selbst, als beispielsweise am Saugmanometer abgelesen, die Temperatur im Innern der Verdampfungssysteme, welche stets um einige Grade tiefer liegen muß als diejenige des zu kühlenden, die Rohrschlangen umströmenden Mediums. Die Regulierung muß daher bei dieser Methode so erfolgen, daß das Saugmanometer stets eine tiefere Temperatur anzeigt als die gleichzeitig festgestellte Temperatur um den Verdampfer herum (Soole, Wasser, Luft usw.). Die Differenz dieser beiden Temperaturen schwankt zwischen etwa 3 und 10° C. Arbeitet derselbe Kompressor auf dasselbe Verdampfungssystem bei normalem Kondensationsdruck und normalen Verdampfungstemperaturen, so bleibt diese Temperaturdifferenz im allgemeinen konstant, kann daher als Maßgabe für die Einstellung des Regulierventiles dienen. Bei höheren Temperaturen des zu kühlenden Mediums wie normal, wird die Differenz größer, bei niedrigeren kleiner, und zwar annähernd pro ca. 1° C höhere oder tiefere Temperatur um ca. 3 bis 4% größer bzw. kleiner.

Die Höhe des Temperaturunterschiedes zwischen dem zu kühlenden Stoffe und dem Saugmanometer wird durch Versuch festgestellt, welcher, um die Manometerrichtigkeit zu kontrollieren, von Zeit zu Zeit zu wiederholen ist.

Soll beispielsweise das zu kühlende Medium im normalen Betriebe auf $+5^{\circ}\text{C}$ gekühlt werden, und ist die Temperaturdifferenz zu 5°C durch Versuch gefunden, so soll im Normalzustande so reguliert werden, daß das Verdampfermanometer $+0^{\circ}\text{C}$ anzeigt, was folgenden Drücken entspricht:

bei SO_2 0,58 Atm. Überdruck,
 „ NH_3 3,35 „ „
 „ CO_2 34,4 „ „

Untenstehende Tabelle kann zur Feststellung der zu den Pressungen gehörigen Temperatur benutzt werden, wenn dieselben nicht an den Manometerskalen eingetragen sind.

Tabelle 1.

SO_2			NH_3			CO_2		
$^{\circ}\text{C}$	Atm.	Abs. Dr.	$^{\circ}\text{C}$	Atm.	Abs. Dr.	$^{\circ}\text{C}$	Atm.	Abs. Dr.
- 30	0,38	0,39	- 40	0,69	0,77	- 30	14,5	15,0
- 25	0,49	0,51	- 35	0,90	0,93	- 25	16,9	17,5
- 20	0,63	0,65	- 30	1,15	1,19	- 20	19,7	20,3
- 15	0,80	0,83	- 25	1,46	1,51	- 15	22,8	23,5
- 10	1,00	1,03	- 20	1,84	1,90	- 10	26,2	27,1
- 5	1,25	1,29	- 15	2,29	2,37	- 5	30,0	31,0
- 0	1,53	1,58	- 10	2,83	2,92	- 0	34,3	35,4
+ 5	1,87	1,93	- 5	3,46	3,58	+ 5	39,0	40,3
+ 10	2,26	2,34	- 0	4,21	4,35	+ 10	44,2	45,7
+ 15	2,72	2,81	+ 5	5,07	5,24	+ 15	50,0	51,6
+ 20	3,24	3,35	+ 10	6,07	6,27	+ 20	56,3	58,1
+ 25	3,84	3,96	+ 15	7,21	7,45	+ 25	63,3	65,4
+ 30	4,51	4,66	+ 20	8,51	8,79	+ 30	70,7	73,1
+ 35	5,28	5,46	+ 25	9,98	10,31	+ 31	72,3	74,7
+ 40	6,15	6,35	+ 30	11,62	12,01	+ 31,35	72,9	75,3
			+ 35	13,46	13,91			
			+ 40	15,50	16,01			

Beträgt in obigem Beispiele die Temperatur des zu kühlenden Mediums bei der Inbetriebsetzung $+11^{\circ}\text{C}$, so entspricht der um 6°C höheren Temperatur eine um $6 \cdot 4 = 24\%$ höhere Differenz von ca. 6°C (statt 5°C normal) oder $11 - 6 = +5^{\circ}\text{C}$ am Saugmanometer entsprechend folgenden Pressungen:

bei SO_2 0,93 Atm. Überdruck,
 „ NH_3 4,24 „ „
 „ CO_2 39,3 „ „

Soll ferner ausnahmsweise auf -7°C gekühlt werden, so entspricht der um 12° tieferen Temperatur eine um 48% geringere Differenz von ca. 2°C , also ca. 5°C am Saugmanometer, entsprechend folgenden Drücken:

bei SO_2	0,29	Atm. Überdruck,
„ NH_3	2,58	„ „
„ CO_2	30,00	„ „

3. Durch Beobachtung der Temperatur am Saug- und Druckrohranschluß des Kompressors.

Hierfür gelten folgende Regeln:

Schweflige Säure SO_2 .

Das Saugrohr soll stets um ein geringeres wärmer sein als die Temperatur im Verdampferinnern, also bei mäßigen Kältegraden (bis ca. -10°C) niemals bis ganz an den Kompressor frieren, damit auf alle Fälle das Ansaugen flüssiger Säureteilchen vermieden wird. Letztere können nämlich eine stark zerstörende Wirkung auf Zylinder, Kolben, Ventile usw. ausüben und durch chemische Zersetzung eine unzulässige Verschmutzung des Kompressorinnern bewirken.

Das Druckrohr soll im allgemeinen fast heiß, mindestens warm sein. Ein kühles Druckrohr deutet auf angesaugte Flüssigkeit hin, welche bei der Verdichtung verdampft und die Kompressionswärme aufzehrt.

Ammoniak NH_3 .

a) Nasser Kompressorgang.

Das Saugrohr soll bis an den Kompressor so kalt sein wie der Verdampfer, also bei Temperatur unter 0° frieren.

Das Druckrohr soll lauwarm sein, also sich bequem befühlen lassen.

b) Trockener Kompressorgang.

In diesem Falle gelten die Gesichtspunkte wie bei der SO_2 -Maschine, hierbei ist eine gute Schmierung des Zylinders oder der angesaugten Gase notwendig.

Kohlensäure CO_2 .

Die Regulierung erfolgt auf nassem Kompressor nach Maßgabe der unter NH_3 aufgeführten Gesichtspunkte, da die für die Abdichtung im ersten Sinne in Betracht kommenden Lederstulpen bei Überhitzung spröde werden und schließlich verbrennen.

Bei einer Metalledichtung und guter Schmierung kommt jedoch auch hier ausnahmsweise der trockene Kompressor- gang in Anwendung, und zwar in gleicher Weise wie bei den NH_3 -Maschinen.

4. Durch Beobachtung des Ventilganges.

Ein fast lautloses Arbeiten der Ventile deutet auf ziemlich nassen Kompressor- gang. Die Ventile sollen daher bei trockenem Kompressor- gänge einen deutlichen Metallschlag hören lassen, bei Verschwinden dieses Klanges ist (besonders bei SO_2 -Maschinen sofort) das Regulierventil zu drosseln.

5. Durch Beobachtung des Kondensatordruckes.

Ein zu hoher Kondensatordruck kann durch Absaugen des Verdampfers bei geschlossenem oder zu wenig offenem Regulierventil veranlaßt sein, während bei zu weit geöffnetem Regulierventil allmählich die gesamte Flüssigkeit in den Verdampfer tritt, was ein Sinken des Kondensatordruckes veranlaßt und wegen der damit verbundenen Gefahr von Flüssigkeitsschlägen auf alle Fälle vermieden werden muß.

Da der Kondensatordruck jedoch auch durch andere Umstände beeinflußt wird, darf diese Methode niemals allein, sondern nur im Verein mit anderen als Nebenbeobachtung statthaben.

6. Durch Einschaltung von Automaten.

Diese nur bei größeren Anlagen anzuwendende Methode bewirkt eine automatische Beeinflussung des Regulierventiles durch Hilfsmechanismen, welche entweder durch den Flüssigkeitsstand in einem am Sauganschluß sitzenden Flüssigkeitsabscheider oder durch die Temperaturanzeige und dadurch bewegte Relais beeinflußt wird.

Eine vernunftgemäße Regulierung beobachtet gleichzeitig die unter 1 bis 5 aufgeführten Regeln und verfährt demgemäß wie folgt:

I. Anlaufen der Maschine bei geschlossenem Regulierventil.

II. Regulierventil bleibt geschlossen, bis der Druck am Saugmanometer einer Temperatur unter der augenblicklichen Temperatur des zu kühlenden Mediums entspricht.

Für die Differenz dieser beiden Temperaturen sind (unter Beachtung der evtl. Manometerfehler) die unter 2. genannten Gesichtspunkte maßgebend.

III. Regulierventil wird langsam (evtl. nur um Bruchteile einer Viertelumdrehung) geöffnet und hierbei beobachtet, daß

die Temperaturdifferenz bestehen bleibt (wenn nicht eine inzwischen eingetretene Temperaturänderung des zu kühlenden Mediums eine Änderung dieser Differenzen bedingt), das Saug- und Druckrohr die vorgeschriebene Temperatur allmählich annimmt, die Ventile richtig arbeiten und der (bei geschlossenem Regulierventil zuvor evtl. gestiegene) Kondensatordruck sich allmählich auf die normale Pressung einstellt.

IV. Nach Erreichung des Normalbetriebes muß nur von Zeit zu Zeit nachbeobachtet und evtl., wenn notwendig, nachreguliert werden.

Das Regulierventil ist langsam weiter zu öffnen, wenn:

- die Temperaturdifferenz zu groß wird,
- das Saugrohr mehr als einige Grade wärmer wird wie die Temperatur am Verdampfermanometer ansagt,
- das Druckrohr evtl. die Stopfbüchse und die Kolbenstange unzulässig heiß werden,
- der Ventilgang zu laut hörbar wird bzw. bei Spindelventilen die Führungen klemmt, die Ventile mit laut hörbarer Gewalt zugeworfen werden und der Kolben brummt,
- der Kondensatordruck steigt, ohne daß sich die Temperaturen und Mengen des Kühlwassers ändern.

Das Regulierventil ist langsam zu drosseln, wenn:

- die Temperaturdifferenz zu klein wird,
- das Saugrohr (für SO_2 stets, für NH_3 und für CO_2 bei überhitztem Kompressorgang) die Temperatur des Verdampfermanometers annimmt bzw. bei Temperaturen unter 0 stark friert,
- das Druckrohr kühl oder gar kalt wird,
- die Ventile nicht mehr hörbar arbeiten und Flüssigkeitsschläge auftreten, der Kondensatordruck bei gleichbleibendem Kühlwasserverbrauch unter den Normalstand sinkt.

V. Vor dem Stillsetzen der Maschine ist das Regulierventil zu schließen und die Maschine so lange noch laufen zu lassen, bis der Verdampferdruck merklich zu sinken beginnt. (Um die Neueinregulierung zu erleichtern, kann man anstatt des Regulierventiles ein evtl. vor demselben sitzendes Absperrorgan [Hahn oder Ventil] schließen und das Regulierventil in seiner Stellung lassen.)

Die Regulierung beim Einsaugen der Flüssigkeit erfolgt nach den gleichen Gesichtspunkten entweder mittels des Regulierventiles oder der an der Flasche sitzenden Absperrvorrichtung.

Welch besondere Bedeutung die richtige Regulierung einer Kühlmaschine besitzt, möge folgendes Beispiel zeigen. In einer kleinen Brauerei war die Kühlung mit direkter Ammoniakverdampfung in den Kühlrohren der Keller umgebaut worden in solche für Solekühlung, um die Bedienung der Anlage zu vereinfachen und um die Möglichkeit zu haben, Kunsteis zu erzeugen. Nach dem Umbau befriedigte die ganze Einrichtung gar nicht, so daß bereits ein unangenehmer Streit entstanden war. Die Ursache für die geringe Kälteleistung lag vorzugsweise an der Regulierung der Maschine. Das Regulierventil war nämlich bei der Solekühlung, entsprechend der Gewohnheit, ebenso weit geöffnet wie bei der direkten Verdampfung. Die Folge davon war, daß Solekühler und Kompressor mit Ammoniakflüssigkeit geradezu überschwemmt wurden. Der Solekühler erhielt so viel flüssiges Ammoniak, daß ein großer Teil der Kühlfläche dadurch ausgeschaltet wurde und eine Verdampfung kaum stattfinden konnte. Es zeigte sich das auch an der geringen Temperaturdifferenz zwischen Ammoniak und Sole, die zeitweise nur 2°C betrug. In dem Kompressor verursachten die großen dort eintretenden Ammoniakflüssigkeitsmengen ein so spätes Öffnen der Saugventile, daß hier von einem Ansaugen kaum noch gesprochen werden konnte. Merkwürdig war es, daß bei dieser Betriebsweise keine Flüssigkeitsschläge eintraten. Nach richtiger Einstellung des Regulierventils, 0,2 Drehung, stieg dann sofort die Kälteleistung auf die gewünschte Höhe. Dabei stellte sich zwischen Ammoniak und Sole ein Temperaturunterschied von $4,5$ bis 5°C ein, der dem Unterschied zwischen Kälteleistung und Verdampferkühlfläche entsprach. Die Maschine war mit Ammoniak sehr reichlich gefüllt. Beim Einstellen des Regulierventils staute sich denn auch die überschüssige Ammoniakflüssigkeit im Kondensator an und steigerte hier durch teilweise Inanspruchnahme der Kondensatorkühlfläche den Verflüssigungsdruck.

Die Anreicherung von Ammoniakflüssigkeit im Kondensator hatte ferner auch eine Unterkühlung dieser Flüssigkeit zur Folge, so daß an der Flüssigkeitsleitung beim Eintritt in das warme Maschinenhaus sich Wasser aus der Luft

niederschlag. Alle diese Anzeichen sind für die Beurteilung der Kühlmaschinen allgemein bemerkenswert und können bei der Überwachung als Richtschnur dienen.

Hier war eine Anlage mit direkter Ammoniakverdampfungskühlung in eine solche mit Solekühlung umgebaut worden um den Vorteil der Solekühlung zu genießen. Die Nachteile der direkten Verdampfungskühlung liegen vorzugsweise in dem niedrigen Saugedruck, mit dem diese Anlagen wegen der langen Kühlsysteme in den Kellern arbeiten müssen. Bei einem Abnahmeversuch an einer Anlage mit direkter Verdampfung fanden die Messungen gemäß der Garantie bei einer Verdampfungstemperatur von -10°C statt. Dabei wurde die garantierte Kälteleistung erreicht. Bei der Kellerkühlung sank dann betriebsmäßig die Verdampfungstemperatur auf -15 bis -20°C . Da nun für jeden Grad Celsius tieferer Verdampfungstemperatur die Kälteleistung um 4% abnimmt, so ist die Kälteleistung der Maschine im Betrieb tatsächlich um etwa 33% niedriger als die bei der Prüfung erreichte.

Auffindung und Beseitigung von Störungen mittelst des Leistungskontrollers Patent Glässel und Entlüftungsapparates.

Zwecks Überwachung des Betriebes und zur Erreichung hohen Nutzeffektes einer Anlage baut die Maschinenfabrik Fr. Stein, G. m. b. H., Cannstatt, 2 sinnreiche Apparate, welche gewöhnlich neben der üblichen Regulierstation aufgestellt, in die bestehende Flüssigkeitsleitung eingeschaltet bzw. mit der Entlüftungsstelle des Kondensators durch eine kleine Rohrleitung verbunden werden.

Abb. 20 stellt eine derartige Regulierstation dar. Sie ist im Prinzip die gleiche für kleine und große Anlagen sowie für solche mit Kaltdampf- oder Überhitzungsbetrieb.

Die Leistungskontroller werden in fünf Größen gebaut, die Entlüftungsapparate in zwei Größen.

Beschreibung des Leistungskontrollers.

Der Leistungskontroller ist ein Stahlzylinder A, ähnlich einer großen Ammoniakflasche, welcher in seinem Innern ein Meßgefäß besitzt, aus dem das diesem Gefäß aus dem Kon-

densator durch die Flüssigkeitsleitung *B* zuströmende flüssige Kältemedium durch eine sog. Ponceletöffnung in den unteren Teil des Stahlzylinders abfließt.

Aus diesem unteren Teil führt die Flüssigkeitsleitung *C* weiter zum üblichen Regulierventil und von da aus nach den Verdampfern bzw. dem Flüssigkeitsabscheider bei Anlagen, die mit Überhitzung arbeiten.

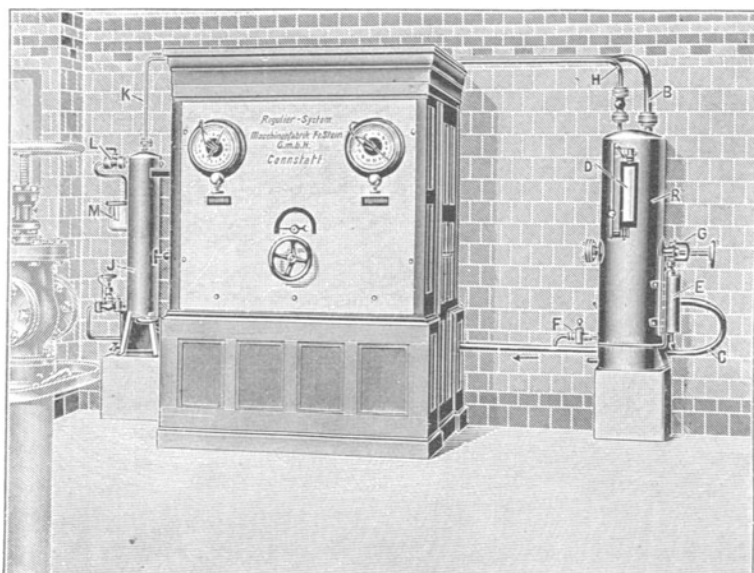


Abb. 20.

Das im Oberteil eingebaute Meßgefäß hat einen Flüssigkeitsstandsanzeiger *D*, an welchem die Höhe der sich anstauenden Flüssigkeit sichtbar gemacht wird.

Der untere Zylinder besitzt ebenfalls einen Flüssigkeitsstandsanzeiger *E*.

Evtl. sich ausscheidendes Wasser oder Öl kann durch einen Hahnen *F* abgelassen werden.

Kontroller für Anlagen mit mehreren Kompressoren besitzen außerdem noch eine verstellbare Ausflußöffnung, die durch eine Regulierdüse *G*, je nach der Anzahl der im Betrieb befindlichen Kompressoren, von Hand eingestellt wird.

Zwecks gleichmäßigem Zulauf der Kälteflüssigkeit ist eine sog. Druckausgleichleitung H vorhanden, die den Controller mit dem Dampfraum des Kondensators verbindet.

Eigenschaften des Kontrollers.

Mit dem Leistungskontroller kann:

1. Die Leistung der Anlage, gemessen in Kalorien pro Stunde, bezogen auf die jeweilige Verdampfer- und Flüssigkeitstemperatur, vor dem Regulierventil abgelesen werden, und dies ist die genaueste und für alle Fälle anwendbare einfachste Methode der Messung der Kälteleistung.

Der Flüssigkeitsstand besitzt eine durch Eichung und genaue Berechnung bestimmte Skala, so daß es ohne weiteres möglich ist, bei dem jeweilig ersauten Flüssigkeitsstand an dieser Skala die Kälteleistung in Kalorien abzulesen.

2. Die theoretisch richtige Einstellung des Regulierventils auf einfachste bewerkstelligt werden.

Dies geschieht dadurch, daß das Regulierventil so geöffnet wird, daß sich im unteren Flüssigkeitsstand stets ein sichtbarer Flüssigkeitsspiegel zeigt.

Eine Anlage ist bekanntlich im Gleichgewicht, wenn genau so viel flüssiges Kältemedium dem Verdampfer zugeführt wird, als Gewichtsteile Gas vom Kompressor angesaugt werden.

Wird das Regulierventil zu weit geöffnet, so sinkt der Spiegel, und es strömt außer dem flüssigen Kältemittel auch noch Gas in den Verdampfer. Diese Gasmenge muß vom Kompressor wieder angesaugt werden, ohne daß dieselbe Kälte geleistet hat.

Wird das Regulierventil zu wenig geöffnet, so steigt die Flüssigkeit im Controller und staut sich schließlich im Kondensator an, vermindert hierdurch im Kondensator die Kühlfläche und im Verdampfer die Füllung.

Es ist daher klar, daß durch die Sichtbarmachung des Flüssigkeitsspiegels im unteren Teil des Controllers die einzige Möglichkeit gegeben ist, das Regulierventil wirklich theoretisch richtig einzustellen.

3. Die Füllung der Anlage mit Kälteflüssigkeit ermittelt und daraus die evtl. nötige Nachfüllung bestimmt werden.

Zu diesem Zweck ist am Kontrollapparat auf der Skala angegeben, wieviel Kilogramm flüssiges Kältemedium bei

einer durch eine Rotmarke gekennzeichneten Stauhöhe in einer Minute durch die Ponceletöffnung abläuft.

Um nun die Füllung einer Anlage zu messen, wird sämtliche Kälteflüssigkeit aus den Verdampfern abgesaugt und im Kondensator verflüssigt. Nach Abstellen des Kompressors läßt man die gesamte Füllung durch den Controller nach dem Verdampfer bei einer bestimmten Stauhöhe hindurchlaufen.

Die Zeit in Minuten, die zum Durchlaufen der gesamten Füllung nötig ist, multipliziert mit der am Apparat angegebenen Menge pro 1 Minute, ergibt die Füllung.

Der Grad der Füllung ist für jede Anlage verschieden, hängt davon ab, ob sie mit oder ohne Überflutung arbeitet, wie groß das Volumen der Verdampferschlangen ist und welcher Art die Verdampfer selbst sind.

Man füllt im allgemeinen nach Erfahrungszahlen ein und setzt so lange flüssiges Kältemittel zu, bis die vom Controller angezeigte Kälteleistung durch Nachfüllung keine Steigerung mehr aufweist.

Erkennung der Ursachen von Störungen im Betrieb.

Durch die vom Controller angezeigte Kälteleistung ist sofort zu ersehen, wenn die Kälteleistung der Maschine nachläßt.

Auf Grund der Beobachtung des unteren Flüssigkeitsstandes kann zunächst festgestellt werden, ob die Regulierung richtig ist. Durch die vorstehend beschriebene Methode kann die Füllung nachgeprüft und die richtige Füllung wieder hergestellt werden.

Arbeiten die Ventile nicht mehr richtig, ist der Kolben undicht, findet im Kondensator nicht genügend Verflüssigung statt durch Mangel an Kühlwasser, tritt eine Verstopfung in irgendeiner Leitung ein, so äußert sich dies jederzeit sofort im Sinken der Kälteleistung, und es können die genannten Organe sofort nachgesehen werden, und man braucht nicht zu warten, bis man durch aufzuwendende längere Betriebszeit auf ein nicht genügendes Funktionieren der Anlage aufmerksam gemacht wird.

Bekanntlich hängt die Betriebszeit von der schwankenden Außentemperatur und sonstigen Schwankungen in der Beanspruchung der Verdampfer ab, und sehr häufig sucht man die Ursache längerer Betriebszeit in diesen Umständen, weil man nicht weiß, wieviel Kalorien die Maschine tatsächlich leistet.

Anlagen, die mit dem Leistungskontroller arbeiten, konnten durchweg nach Einbau desselben ihre Betriebszeit verringern bzw. bei der gleichen Betriebszeit die Kälteproduktion steigern.

Die bisher üblichen Regeln für das Regulieren nach dem Stand der Manometer führen in den meisten Fällen zu Täuschungen, die nach Einbau eines Kontrollers in eine Anlage erkannt und beseitigt werden.

So wird z. B. bei Anlagen, die Luft enthalten, das Regulierventil gerne weiter geöffnet, damit der Kondensatordruck niedriger und der Verdampferdruck höher wird. Dabei geht aber eine Menge Gas durch das Regulierventil und verringert, wie schon vorstehend beschrieben, die wirkliche Kälteleistung.

Beschreibung des Entlüftungsapparates.

Eine Hauptstörung im Betrieb einer Kühlmaschine ist das Vorhandensein von Luft im Kreislauf des Kältemediums.

Dieser Mißstand hat auf der einen Seite einen erhöhten Kraftbedarf, auf der anderen Seite eine Verringerung der Kälteleistung zur Folge.

Bei der allgemein üblichen Methode der Entfernung der Luft aus einer Anlage wird die gesamte Füllung in den Kondensator gedrückt, das Kältemittel durch kaltes Kühlwasser im Stillstand verflüssigt, worauf die sich an der höchsten Stelle des Kondensators ansammelnde Luft durch den sog. Entlüftungshahn ins Freie oder ins Wasser abgelassen wird.

Diese Art der Entlüftung erfordert längeren Betriebsstillstand und hat je nach Geschicklichkeit des Personals mehr oder weniger Verlust an Kältemittel zur Folge.

Der bei Schwefligsäure und Ammoniak auftretende üble Geruch macht das Entlüften zu einer unangenehmen Beschäftigung, weshalb sie vielfach nur mangelhaft ausgeführt wird.

Der von der Firma Maschinenfabrik Friedr. Stein, G. m. b. H., Cannstatt, gebaute Entlüftungsapparat arbeitet selbsttätig während des Stillstandes und Betriebs. Er besteht aus einer Stahlflasche *J*, welche mit der gewöhnlichen Entlüftungsstelle des Kondensators verbunden wird.

Durch eine eingebaute Rohrschlange erfolgt ein vollständiges Niederschlagen des im Luftgemisch noch vorhandenen Kältemittels, das in flüssiger Form dem Kreislauf der Maschine durch die Leitung *K* wieder zugeführt wird.

Die reine abgeschiedene Luft tritt durch ein besonders konstruiertes Ventil L in einem Glasgefäß M sichtbar unter Wasser in Form von kleinen Bläschen aus der Stahlflasche ins Freie aus.

Durch Aufstellung dieses Apparates neben der Regulierstation kann das Personal ohne Geruchbelästigung dauernd das Austreten der Luft, solange solche vorhanden ist, beobachten und den Apparat abstellen, sobald sämtliche Luft entfernt ist.

Der Leistungskontroller und Entlüfter sind verhältnismäßig billige Apparate, die sich in kürzester Zeit bezahlt machen und deren Anschaffung jedem Kühlmaschinenbesitzer bestens empfohlen werden kann.

Für den Besitzer bedeuten sie Ersparnis an Betriebskosten und für das bedienende Personal größte Erleichterung in der Regulierung der Anlage und in der Auffindung und Beseitigung von Störungen.

Betriebsunfälle bei Kältemaschinen und Betriebsregeln.

Wenn Betriebsunfälle in irgendeiner Form auftreten, so sind die Ursachen meist in mangelhafter Bedienung, Unkenntnis mit der Wartung oder falscher Handhabung der Betriebsorgane zu suchen.

Bei einer ordnungsgemäß bedienten Anlage mit jährlicher gründlicher Revision im Beisein eines Sachverständigen sind Betriebsunfälle nahezu ausgeschlossen.

Die hauptsächlichsten Unfälle erfolgen durch Zerstörungen am Kompressor, wobei Teile desselben zertrümmert werden und das Kältemedium zum Ausströmen kommt. Bei Ammoniak- und Schwefligsäureausströmungen ist immer eine Gefahr für die in der Nähe anwesenden Menschen vorhanden.

Aber auch Kohlensäureausströmungen sind nicht ganz ungefährlich, und auch bei ihnen haben schon Menschen ihr Leben eingebüßt.

Solange Kältemaschinen gebaut und in Betrieb sind, werden solche Unfälle immer wieder vorkommen, da Fahrlässigkeit und Unvorsichtigkeit des Maschinenpersonals doch meistens die Ursache sind. Unfälle aber, die auf den natürlichen Verschleiß der Betriebsorgane zurückzuführen sind, könnten vermieden werden, wenn die Kältemaschinenbesitzer ihre Anlage einer regelmäßigen Untersuchung im Winter unter fachmännischer Leitung unterwerfen würden.

Meistens wird aber aus Sparsamkeitsrücksichten der Maschinist mit der Untersuchung der Anlage betraut, dem oft die nötige Sachkenntnis zur Beurteilung der abgenutzten Teile fehlt, und wenn es dann später zum Bruch kommt, dann wundert man sich, wie so etwas passieren konnte.

Wieviel Unheil und Kosten wären schon manchem Anlagebesitzer erspart geblieben, wenn er, wie jeder Dampfkesselbesitzer, sich zur Regel machte, seine Anlage jährlich gründlich revidieren zu lassen.

Die nachstehend beschriebenen kurzen Beispiele von vorgekommenen Unfällen und Maschinenschäden an Kältemaschinenanlagen sollen ein Bild geben über Wirkung und Ursachen solcher Unfälle. Die große Zahl der in den letzten Jahren mit der zunehmenden Verbreitung der Kältemaschinen vorgekommenen Unfälle sollte jedem Kältemaschinenbesitzer zur Warnung dienen.

1. Beispiel:

In einer Großbrauerei entfernte der Maschinenmeister ein Druckventil am Ammoniakkompressor, um die Leistung der Maschine auf die Hälfte zu vermindern. Dies hatte schwerwiegende Folgen. Da zwischen Kompressor und Ölabscheider ein Rückschlagventil eingebaut war, übernahm diese für das auf dem hinteren Zylinderdeckel entfernte Druckventil die Funktion des letzteren. Dadurch wurde der Kompressor zu einem zweistufigen; denn die vordere Kolbenseite verdichtete nur bis zu dem Druck, der im Druckrohr bis zum Rückschlagventil herrschte. Dieser war kleiner als der Kondensatordruck, da das Gas durch das leere Ventilloch hindurch dem Kolben folgte und sich also ausdehnte. Der schädliche Raum der Rückseite war 30% geworden, der der Vorderseite 1%. Beim Rückgang verdichtete der Kolben das Gas auf den Kondensatordruck und schob es durch das Rückschlagventil in den Ölabscheider resp. Kondensator. Dieses Rückschlagventil ist bei ordnungsmäßigem Betrieb ständig offen, und der Ventilkegel wird sich den Druckschwankungen entsprechend bei jedem Hub nur ein wenig bewegen. Jetzt aber setzte es sich 75 mal in der Minute auf seinen Sitz; dieser Beanspruchung war er nicht gewachsen und brach. Nunmehr förderte die hintere Kolbenseite gar nicht mehr, und die vordere Seite arbeitete wieder normal. Es trat aber in dem Druckrohr eine starke Bewegung des Gases auf, da dieses durch das Ventilloch hindurch mit jedem Hub hin und herpendelte. Auf diese Weise kamen Bruchstücke des

Rückschlagventiles in den Zylinder, und der Deckel wurde zerstört.

Verhütung: Es wäre zweckmäßiger gewesen, ein Saugventil der Stopfbüchsenseite zu entfernen, da dann die Stopfbüchse nur unter Saugdruck steht und geschont wird. Auch wird der Ungleichförmigkeitsgrad der Maschine beim Herausnehmen eines Druckventiles ungünstig beeinflusst.

2. Beispiel:

In einer Brauerei wurde am Ammoniakkompressor der vordere Zylinderdeckel zerstört. Nach dem Ausbau des gebrochenen Deckels fand man, daß das vordere Druckventil zerstört und in den Zylinder gefallen war.

Beim Bruch eines Saugventiles ist es erklärlich, wenn dieses in den Zylinder fällt, da dieses sich ja bekanntlich durch die Saugwirkung des Kolbens nach dem Zylinderinneren zu öffnet. Ganz entgegengesetzt muß dagegen das Druckventil beim Bruch seiner Spindel im Gehäuse liegen bleiben. Es öffnet sich durch den Kolbendruck nach außen, und da der Ventilteller größer ist als die Ventil Sitzfläche, ist ein Hereinfallen des Ventils in den Zylinder ausgeschlossen. Und doch hat in diesem Falle der Bruch des Druckventils den Deckelbruch herbeigeführt.

Bei der letzten Revision des Kompressors durch das Maschinenpersonal ohne Zuziehung eines Sachverständigen wurde alles in bester Ordnung gefunden, einen starken Verschleiß irgendwelcher Teile hat niemand bemerkt. Bei einer eingehenden Besichtigung zwecks Feststellung der Ursache des Bruches zeigte es sich, daß die in mehrere Teile gebrochene Spindel des fraglichen Druckventils sehr stark abgenutzt war; der Ansatz zur Hubbegrenzung fehlte gänzlich; die Führung im Gehäuse war ebenfalls sehr stark ausgelaufen.

Es ist somit anzunehmen, daß das Ventil infolge der schlechten Spindelführung herunterhing, es konnte mithin nicht mehr abdichten. Auch war die konische Sitzfläche für den Ventilteller teilweise stark ausgebrochen.

Durch die so entstandene Vergrößerung der Ventilöffnung konnte nun der Ventilteller nach dem Zylinderinneren gelangen und somit den Bruch des Zylinderdeckels hervorrufen.

Verhütung: Der Bruch hätte nicht entstehen können, wenn das Maschinenpersonal den Verschleiß der Ventilspindel früher bemerkt hätte; dieser lag ja nicht erst seit einigen Wochen vor, im Gegenteil, nach der Beschaffenheit der

Spindel und der Gehäuseführung zu urteilen, muß die Abnutzung schon sehr lange Zeit zurückliegen.

3. Beispiel:

In einer Lebensmittelgroßhandlung setzte vormittags plötzlich der städtische elektrische Strom aus. Der Kompressor, der ohne besondere Beaufsichtigung im Gang war, stand demzufolge still. Der Vorfall wurde aber erst nach einer Stunde bemerkt. In dieser Zeit standen alle Ventile offen und fand Druckausgleich zwischen Kondensator und Verdampfer statt. Als nach einiger Zeit wieder Strom vorhanden war, setzte man den Kompressor wieder in Betrieb. Sofort nach dem Einrücken desselben traten starke Flüssigkeitsschläge im Zylinder auf und brachen einige Schrauben am Zylinderdeckel, so daß das über dem Kolben angesammelte Ammoniak in den Maschinenraum entströmen konnte.

Verhütung: Hätte man vor der Wiederinbetriebnahme des Kompressors das Regulier- und das Saugventil geschlossen, vorübergehend auch das Druckventil, und das im Zylinder angesammelte Ammoniak absorbiert, dann wäre der Schaden vermieden worden.

4. Beispiel:

In einem Schlachthof sollte Ammoniak nachgefüllt werden. Es wurden 3 Flaschen angeliefert, und der Maschinenmeister begann sofort mit der Einfüllung. Beim Absaugen des Flascheninhaltes erfolgte ein furchtbarer Knall; der Kompressor war explodiert.

Ursache:

Die gelieferten Flaschen enthielten kein Ammoniak, sondern Sauerstoff. Die Verbindung von Sauerstoff mit dem in der Maschine befindlichen Kompressoröl hatte die Explosion zur Folge.

Verhütung:

Hätte der Maschinenmeister vor dem Anschrauben des Einfüllrohres den Flascheninhalt geprüft, so wäre das Unglück verhütet worden. Den Ammoniakgeruch kennt jeder Maschinist; Sauerstoff ist geruchlos. Der Maschinenmeister hat im vorliegenden Falle seine Unachtsamkeit mit dem Leben bezahlen müssen, der Kältemaschinenbesitzer, die Stadtgemeinde, hatte einen unermeßlichen Schaden.

Die Zahl solcher Beispiele könnte noch weiter fortgesetzt werden. Mögen die hier kurz geschilderten genügen, um Besitzer und Maschinenpersonal von Kältemaschinenanlagen auf die Gefahren hinzuweisen, die entstehen können, wenn Fahr-

lässigkeit und Unkenntnis bei der Wartung und Bedienung von Anlagen vorherrschen.

Die Entdeckung und Beseitigung von Störungen an Kältemaschinen setzt ein reiches Maß von Erfahrung voraus. Es sei immer wieder darauf hingewiesen, daß man in Zweifelsfällen die Anlage von einem unparteiischen Fachmann, welcher die erforderlichen Kenntnisse besitzt, untersuchen lassen muß. Die dadurch entstehenden Kosten stehen in gar keinem Verhältnis zu den durch schlechte Beschaffenheit verursachten erhöhten Betriebskosten. Von einer in schlechtem Zustand befindlichen Anlage kann man niemals eine Vollleistung erwarten.

Nachstehend sei noch auf die hauptsächlichsten Merkmale hingewiesen, die für einen geordneten Betrieb unerlässlich sind.

An Ausrüstungsgegenständen und Reserveteilen sollen vorhanden sein:

- 1 kompl. Satz Dichtungsmaterial für den Kompressor,
- 1 Satz Reserveventilplatten,
- 1 Satz Reserveventilfedern,
- 1 Satz Reservekolbenringe,
- 1 kompl. Stopfbüchsenpackung,
- 1 Reservekolbenstange,
- 1 Gummischlauch zur Entlüftung der Maschine,
- 1 Einziehröhr für das Kältemittel,
- 1 Schutzmaske für den Maschinisten.

Alle diese Teile sind im Maschinenraum an bequem erreichbarem Orte aufzubewahren; sie müssen im Bedarfsfalle sofort zur Hand sein.

Ventilplatten, Federn, Kolbenringe sind gegen Rost durch Einfetten zu schützen. Die Saug- und Flüssigkeitsleitung ist zu isolieren, um Kälteverluste zu vermeiden.

Vor Inbetriebnahme einer Maschine sollen sämtliche Schmiervorrichtungen geprüft und aufgefüllt sein. Nach längerem Stillstand untersuche man auch die Lager, Kurbelstangen, Kurbelzapfen auf guten Sitz, nichtschlagende Bewegung und leichten Gang. Zeigt sich hierbei, daß ein Anziehen von Lagerschrauben erforderlich wird, so ist der Kompressor von Hand einige Male herum zu drehen, damit man sich überzeuge, ob irgendwo etwas klemmt, der Kolben auch am vorderen oder hinteren Zylinderdeckel nicht anschlägt. Etwa eingedrungene Luft wird an der höchsten Stelle bei Stillstand der Maschine, wo sie sich zu sammeln

pflügt, durch ein Ventil abgelassen, das man so lange offen läßt, bis das Kältemittel austritt.

Festsitzende Kolbenringe sind zu lösen, Schmierrohre durchzublasen, Zylinder und Ventile mit Petroleum zu reinigen; Federn, Platten gut abzudichten und schadhafte zu ersetzen. Die Stopfbüchsenpackung schabe man bei Defektwerden an den Mittelringen ab oder wechsele die Gummiringe aus; man verwende auch nur gutes, säurefreies Maschinenöl für die Triebwerksteile und rotes, kaltebeständiges Eismaschinenöl für Zylinder und Stopfbüchse. Als Dichtungsmaterial eignet sich am besten Weichblei, Idealgummi oder das vom Erzeuger erprobte Dichtungsmittel.

Beim Anstellen der Maschine öffne man zunächst die Schmiergefäße, sodann den Wassereintritt in das Kondensator Kühlwasser, dann das Saugabsperrentil, zuletzt das Regulierventil. Beim Abstellen verfähre man in entgegengesetzter Richtung, schließe zunächst das Regulierventil, das Saugabsperrentil, dann die Schmiergefäße, zuletzt den Wassereintritt für das Kondensator Kühlwasser.

Das Einstellen des auf dem Saugmanometer ersichtlichen Verdampferdruckes kann bis zu $\frac{1}{2}$ Umdrehung des Regulierventils, je nach der gewünschten Verdampfer Temperatur, betragen. Die Schmiergefäße sind so einzustellen, daß sie pro Minute 1 bis 2 Tropfen Öl abgeben. Das Schmiergefäß auf der Stopfbüchse dagegen darf nur so viel leisten, daß sich die Kolbenstange trockenfett anfühlt. Am Kondensator fließt das Kühlwasser mit einer 8°C höheren Temperatur oben ab, als es unten eingetreten ist, darum ist die richtige Stellung des Druckmanometerzeigers besonders zu beachten.

Der Kondensatordruck bei der Ammoniakmaschine bei einer Verdampfungstemperatur von -10 bis 15°C sowie die Kühlwasserablauftemperatur ergibt sich aus folgender Tabelle:

+ 18°C = 8,10 Atm.	+ 24°C = 10,00 Atm.	+ 30°C = 12,15 Atm.
+ 20°C = 8,70 „	+ 26°C = 10,70 „	+ 32°C = 12,91 „
+ 22°C = 9,31 „	+ 28°C = 11,40 „	+ 34°C = 13,21 „

Das Saugmanometer gibt die Temperatur im Verdampfer, das Druckmanometer diese im Kondensator an, jedoch eilen die Manometer um etwa 5°C vor, so daß die Temperatur im Verdampfer um 5°C höher ist, als das Saugmanometer anzeigt, die Temperatur des abfließenden Kühlwassers dagegen ca. 5°C niedriger als das Druckmanometer kündigt. Unter diesem Verhältnis erfolgt sodann die Verflüssigung im Kondensator.

Das Hauptaugenmerk ist auf die Stopfbüchse zu richten; diese muß peinlichst dicht gehalten werden, um Kälteverluste auszuschließen. Der eigentliche Stopfbüchsenhals ist mit einer Rohrleitung auf der Saugseite verbunden, was einen Druckausgleich zwischen Stopfbüchse und Zylinderinnerem bezweckt, damit erstere leichter dicht gehalten werden kann. Außerdem bewirkt dieser Druckausgleich eine Abkühlung der Kolbenstange. Dringend geboten ist dabei, jedes Heißlaufen der Stopfbüchse mit allen Mitteln auszuschalten; außer einem wesentlich höheren Kraftverbrauch ziehen solche Vorfälle unter Umständen eine Zerstörung der Stopfbüchsenpackung nach sich, neben sonstigen Unannehmlichkeiten, die unnütze Geldopfer verursachen. Die Stopfbüchse ist deshalb vor allen Dingen zeitweilig zu befühlen; zwar wird sie stets mehr oder weniger warm erscheinen, doch wird sich nach einiger Übung herausstellen, daß diese normale Wärme nichts mit der Reibung der Kolbenstange zu tun hat, sondern jene durch die sich über dem Kompressorzylinder verteilende Kompressorwärme erhält. Vorausgesetzt ist allerdings ein nicht über das notwendige Maß hinausgehendes Anziehen der Stopfbüchse.

Die Merkmale eines normalen Ganges der Maschine können kurz in folgende Punkte zusammengefaßt werden:

1. Die Manometerzeiger schlagen bei gedrosseltem Regulierventil mit jedem Hub gleichmäßig ruhig zweimal aus.
2. Das Manometer auf der Druckseite zeigt auf eine Temperatur, welche etwa 5°C höher ist als die Flüssigkeitstemperatur im Kondensator.
3. Das Manometer auf der Saugseite zeigt eine um 5°C tiefere Temperatur als die Flüssigkeit im Verdampfer (Salzwasser, Süßwasser u. a.).
4. Das Druckrohr fühlt sich etwa 60 bis 70°C heiß an; man vermag es kurze Zeit mit der Hand zu berühren (bei Überhitzungsbetrieb 90 bis 100°C).

Von wesentlichem Vorteil ist ferner, die Absperrventile nicht ganz zu öffnen, sondern um etwa $\frac{1}{4}$ Umdrehung weniger, womit ein Festsetzen derselben vermieden wird. Ferner soll das Regulierventil in einer Lage eingestellt sein, daß dem Verdampfer nur so viel Flüssigkeit zugeführt wird, wie der Kompressor in Gasform abzusaugen fähig ist. Würde beispielsweise mehr Flüssigkeit zufließen, so füllte sich die Verdampferschlange in kurzer Zeit ganz und gar mit flüssigem

Kältemittel, der Kompressor saugte dann reine Flüssigkeit anstatt Dampf an, wodurch wiederum Flüssigkeitsschläge und damit Betriebsstörungen einträten. Die richtige Einstellung des Regulierventiles ist daher vom Montagemeister in jedem Falle unbedingt genau auszuprobieren.

Ebenso ist bei der erstmaligen Inbetriebsetzung das Innere des Kompressorgestelles neben allen übrigen Teilen des Triebwerkes von Schmutz gründlich zu reinigen, der feste Sitz von Lager- und Triebwerksschrauben zu prüfen und die Maschine mehrere Male von Hand zu bewegen. Sämtliche Schmiervorrichtungen müssen mit geeignetem Schmiermaterial gefüllt, die Ölstände kontrolliert, alle Ventile geöffnet sein, dann erst läßt man die Maschine langsam anlaufen, um mit der Druckprobe zu beginnen.

Nachdem das Absperrventil auf der Saugseite des Kompressors geschlossen, auf der Druckseite mitsamt dem Regulierventil geöffnet ist, schließt man die beiden Einfüllhähne und entfernt die Verschraubungen bei den Kompressoren und auf dem Zylinderdeckel, ebenso am Saugmanometerventil, sodann wird die Maschine langsam in Gang gesetzt. Jetzt saugt sie nur Luft an und drückt diese in den Kondensator, den Verdampfer und in die gesamten Verbindungsleitungen, wobei das Druckmanometer den überall auftretenden Druck anzeigen wird. Bei etwa 25 Atm. stellt man die Maschine ab, um etwaige Undichtigkeiten nachzuprüfen. Hierzu bedient man sich einer alten praktischen Methode, indem mit einem Haarpinsel gehaltreiches Seifenwasser auf die Flanschverbindungen, Flanschen und Dichtungen des Kompressors gestrichen wird. Dringt nun die Preßluft aus irgendeiner, auch der feinsten Öffnung, so bilden sich Seifenblasen. Hier muß nun nachgedichtet, nachgezogen oder neu verpackt werden.

Den Druck von 25 Atm. läßt man einige Stunden auf die Maschine wirken; den Beweis der vollständigen Dichtigkeit erbringt das nur mäßige Fallen des Manometerzeigers, etwa um $\frac{1}{2}$ Atm. Nunmehr kann die eingesaugte Luft entfernt werden, indem man das Absperrventil auf der Saugseite des Kompressors sowie den am Regulierventil befindlichen Hahn öffnet, die Blindkapseln entfernt sind und der Manometerzeiger sich bis auf 0 sinkt. Erst wenn die Luft vollständig aus der Gesamtanlage entwichen ist, befestigt man wieder die Verschraubung und beginnt mit dem Einfüllen des Kältemittels.

Bei dieser Verrichtung soll das Absperrventil auf der Saugseite, ebenso auf der Druckseite, offen sein, indessen Regulierventil, Einziehventil und Abbläbventil geschlossen sind. Die Manometerventile sind nur wenig zu öffnen, damit die Zeiger nicht allzu heftig zucken. Das Entlüftungsventil muß geschlossen sein. Nunmehr legt man die Kältemittelflasche mit dem Flaschenventil etwas nach unten geneigt und verschraubt das Einziehrohr mit dem Flaschenventil und dem Einziehventil. Das Flaschenventil wird etwas geöffnet, damit man sich überzeuge, ob die Verschraubungen des Einziehrohres gut gedichtet sind. Nur in diesem Falle öffnet man langsam das Einziehventil, dann wird man bemerken, wie der Zeiger des Saugmanometers zu steigen beginnt. Sobald diese Bewegung aufhört, wird bei wenig geöffnetem Ventil die Maschine angelassen, nachdem vorher der Wassereintritt am Kondensator geöffnet worden ist. Man arbeitet nun so lange, bis der Manometerzeiger den in vorstehender Tabelle angegebenen Druck erreicht, dann erst ist die Maschine genügend gefüllt; dieser Aufwand an Kältemitteln beträgt für 1000 WE.-Leistung 3 bis 5 kg NH_3 , je nach der Maschinengröße und den Rohrsystemen.

Sollte das Einziehrohr schon während des Füllens bereifen, so ist dies ein Zeichen seiner Verstopfung oder des Nichtvorhandenseins von Kältemitteln in der Flasche. Tritt dieser Fall nicht ein, so ist das Flaschenventil nach dem Auffüllen zu schließen und nach kurzer Zeit — sobald das Einziehrohr völlig bereift ist — auch das Einziehventil. (Diese Bereifung zeigt an, daß das vorher im Einziehrohr befindliche Kältemittel angesaugt ist.)

Nach längerer Zeit normalen Arbeitens und bei richtiger Stellung des Manometerzeigers kann angenommen werden, die Leistung der Maschine sei erreicht, die Anlage genügend mit Kältemitteln gefüllt. Man entferne nunmehr die Flasche mit dem Einziehrohr und befestige die Blindverschraubung auf dem Einziehventil.

Innere Reinigung der Rohrschlangen.

Das Ausblasen der Rohrschlangen mit Dampf soll auf das unbedingt Notwendige beschränkt bleiben. Muß es aber einmal erfolgen, so geschehe es nur mit hochgespanntem oder überhitztem Dampf oder aber mit Preßluft. Das Verfahren mit Preßluft verdient in allen Fällen den Vorzug und kann mit

dem Kompressor selbst auf folgende einfache Weise durchgeführt werden: Am Kompressor entfernt man das Saugrohr und das untere Sammelstück bei den Rohrschlangen und verschließt die Rohrenden fest bis auf eines, das mit einem Hahn von entsprechend großem Durchgangsquerschnitt versehen ist. Dann wird der Kompressor in Bewegung gesetzt, bis der gewünschte Druck von 10 bis 15 Atm. erreicht ist; dabei übernehmen die fest verschlossenen Rohrschlangen die Aufgabe des Luftspeichers. Wird nun an der betreffenden Schlange der Hahn geöffnet, so wird sie durch den nun erfolgenden Druckausgleich kräftig angeblasen. Der Hahn wird nun an die folgende Rohrschlange gesetzt und das Verfahren so oft wiederholt, bis alle Rohre sauber ausgeblasen sind.

Das Ausblasen der Verdampfer geschieht auf gleiche Weise, nur müssen dabei die Ventile am Kompressor vorübergehend vertauscht werden, was sich besonders bei Lindesehen Maschinen ohne besondere Schwierigkeiten bewerkstelligen läßt.

Eigenschaften der Kältemedien.

- a) Ammoniak (wasserfrei):
 Spez. Gewicht der Flüssigkeit = 0,762.
 Verunreinigung max. 0,1%
 Maschinenfüllung bei Soleverdampfer ca. 2 bis 3 kg pro 1000 Kal. WE./Std.
 Maschinenfüllung bei direkter Verdampfung ca. 3 bis 5 kg pro 1000 Kal. WE./Std.
 Preis (Vorkriegszeit): M. 1,60 bis 1,85 pro kg.
 Flaschenleihgebühr M. 2,— pro Monat.
- b) Kohlensäure (wasserfrei):
 Spez. Gewicht der Flüssigkeit = 0,95.
 Maschinenfüllung bei Soleverdampfer ca. 6 bis 7 kg pro 1000 Kal. WE./Std.
 Maschinenfüllung bei direkter Verdampfung ca. 7 bis 8 kg pro 1000 Kal. WE./Std.
 Preis (Vorkriegszeit): M. 0,40 bis 0,50 pro kg.
- c) Schweflige Säure (wasserfrei):
 Spez. Gewicht der Flüssigkeit = 1,35.
 Maschinenfüllung bei Soleverdampfer ca. 4 bis 5 kg pro 1000 Kal. WE./Std.
 Maschinenfüllung bei direkter Verdampfung ca. 5 bis 6 kg pro 1000 Kal. WE./Std.
 Preis (Vorkriegszeit): M. 0,25 bis 0,35 pro kg.

Das Salzwasser in Kühlmaschinenverdampfern.

Bekanntlich ist es von großer Wichtigkeit, daß das Salzwasser in den Kühlmaschinenverdampfern stets eine bestimmte Konzentration besitzt, damit es bei niedrigen Temperaturen nicht einfriert. Ist zu wenig Salz in der Sole vorhanden, so friert das Wasser leicht an den Verdampferschlangen fest und verhindert dann den Wärmedurchgang zwischen dem verdampfenden Kälteträger und der Sole. Bei den Kältemaschinen in Brauereien, welche im allgemeinen mit einer Salzwassertemperatur von -5°C arbeiten, während der Kälteträger in den Verdampferschlangen bei -10 bis 12° verdampft, reicht es im allgemeinen aus, wenn die Sole so weit konzentriert ist, daß sie bei einer Temperatur von -10 bis -12° noch nicht gefriert.

Es kommt aber häufiger vor, daß namentlich bei Kühlmaschinen, welche im Verhältnis zum Kältebedarf des Betriebes sehr reichlich bemessen sind, durch Unachtsamkeit der Maschinenisten die Salzwassertemperatur erheblich tiefer abgesenkt wird. Nicht selten beobachtet man bei solchen Anlagen eine Salzwassertemperatur von -10°C im Verdampfer und darunter. Da die Temperatur des verdampfenden Kälteträgers in der Regel 5 bis 7°C tiefer liegt, so muß, um auf jeden Fall ein Einfrieren der Verdampferschlangen zu vermeiden, das Salzwasser so weit mit Salz gesättigt sein, daß auch bei der Temperatur von -15 bis -17° eine Eisbildung ausgeschlossen ist. Infolgedessen pflegt die allgemeine Betriebsvorschrift zu lauten, daß bei Verwendung von verschiedenen Salzlösungen nachstehende Konzentration eingehalten wird.

Art der Salzlösung	Gewichtsteile Salz in 100 Teilen Wasser	Gefrierpunkt $^{\circ}\text{C}$
Kochsalz NaCl	20—25	— 13,5 bzw. — 16,7
Chlorkalzium CaCl_2	20	— 14,5
Chlormagnesium MgCl_2	15—18	— 13,2 bzw. — 18,3

Man ersieht daraus, daß eine Lösung von Chlormagnesium schon bei geringer Konzentration gegen das Einfrieren dieselbe Sicherheit bietet wie Kochsalz und Chlorkalzium. Es läßt sich ferner bei Chlormagnesium der Gefrierpunkt von

allen Lösungen am weitesten herunterdrücken, und zwar bis auf einen Gefrierpunkt von $-33,6^{\circ}\text{C}$ beim Salzgehalt von 25,9 Gewichtsteilen auf 100 Teile Wasser. Da nun in den meisten Betrieben Temperaturen unter -17°C in der Regel nicht vorkommen, so reicht man mit einer Solelösung aus Kochsalz im allgemeinen aus und findet sie daher in den Brauereien auch am meisten vertreten. Andererseits hat sich häufig gezeigt, daß Salzlösungen, welche eine sehr reichliche Konzentration besitzen, trotzdem zuweilen einfrieren. Dies ist darauf zurückzuführen, daß, wenn die Salzlösungen eine bestimmte Konzentration überschreiten, der Gefrierpunkt wieder ansteigt. Es tritt dann die Erscheinung auf, daß in diesem Falle das Salz aus der Lösung ausscheidet und dabei eine Solelösung von geringerer Konzentration entsteht.

Der tiefste Gefrierpunkt liegt bei einer ganz bestimmten Zusammensetzung der Sole. Man nennt diesen Wendepunkt den kryohydratischen Punkt.

Jede Konzentration der Sole hat ihren Gefrierpunkt. Sobald dieser beim Abkühlen erreicht wird, scheiden sich die ärmeren Lösungen, vornehmlich Eiskristalle, aus. Die Solelösung wird konzentrierter, die Temperatur sinkt unter ständiger Ausscheidung weiterer Eiskristalle bis zum kryohydratischen Punkt der betreffenden Sole. Nunmehr gefriert erst die gesamte Sole als homogener Block aus. Im praktischen Betriebe vollzieht sich der Vorgang in der Regel derart, daß sich die zuerst ausgeschiedenen Kristalle als zusammenhängende Eisschicht an den Verdampferschlangen absetzen, welche allmählich dicker wird, den Wärmedurchgang erheblich beeinträchtigt und nur schwer wieder aufgetaut werden kann.

Eine andere Erscheinung tritt auf, wenn die Sole eine höhere Konzentration besitzt, als dem kryohydratischen Punkt entspricht. Man sollte meinen, daß dann die diesem Punkte entsprechend tiefste Temperatur ohne weiteres erreicht werden kann. Dies ist indessen keineswegs der Fall. Nach Mitteilungen von Altenkirch machte sich in der Kristalleisfabrik Charlottenburg, welche mit einer Chlormagnesiumsole bei einer Temperatur von -25°C arbeiten sollte, ein Rückgang der Kälteleistung bemerkbar, für welchen zunächst jede Erklärung fehlte. Die Chlormagnesiumlösung zeigte eine Konzentration von 29°Bé bei Zimmertemperatur, welche als völlig ausreichend angesehen werden mußte, da bei 20°Bé der Gefrierpunkt schon $-26,3^{\circ}\text{C}$ beträgt. Trotzdem ging

die Temperatur nicht unter -19°C herunter, während früher die vorgeschriebene Temperatur von -25°C leicht gehalten wurde. Bei näherer Prüfung fand man, daß sich an den Verdampferschlangen Eis und Salz ausgeschieden hatte.

Nach Entfernung der Ablagerungen stellten sich wiederum die gleichen Ausscheidungen ein. Sie hörten erst auf, als die Konzentration der Sole durch Wasserzusatz verringert war. Gleichzeitig damit wurden auch wieder niedrigere Soletemperaturen erreicht. Der Vorgang ist dadurch zu erklären, daß die Chlormagnesiumlösung bei $22,5^{\circ}\text{Bé}$ oder einem Salzgehalt von 25,9 Gewichtsteilen auf 100 Teile Wasser bzw. 20,6% Salz in 100 Teilen der Lösung ihren kryohydratischen Punkt besitzt. Ist die Konzentration stärker, so scheidet sich schon bei einem höher liegenden Gefrierpunkt im wesentlichen Salz aus, die Lösung wird weniger konzentriert, und der Gefrierpunkt sinkt wieder. Da das Salz sich an den Verdampferschlangen ablagert, so hindert diese Schicht ebenso wie bei zu armen Lösungen das ausgeschiedene Eis den Wärmeaustausch. Die Salzlagerung schreitet ständig fort, bis der kryohydratische Punkt wieder erreicht ist, und die Sole dann als homogene Masse zu einem Block ausfriert.

Die bis jetzt in der Literatur bekannten Zahlentafeln über die Zusammensetzung und die Gefrierpunkte von Salzlösungen gaben hierüber nicht genügende Auskunft, sie sind zum Teil sogar nicht ganz richtig. Altenkirch hat daraufhin eine neue Tafel für Chlormagnesiumlösung aufgestellt, welche nach der oben genannten Quelle im nachstehenden auszugsweise mitgeteilt sei.

Unter dem Namen Reinhartin wird in den letzten Jahren eine Sole hergestellt, die die Nachteile der gewöhnlichen Salzlösungen ausschließt. Reinhartin greift auch die Rohre nicht an und ermöglicht eine Tiefkühlung der Sole bis zu 48 Grad unter Null. Eine Verdampfung oder Verdunstung der chemischen Bestandteile der Reinhartin-Sole findet nicht statt. Das Verstärken der Sole durch feste Salze, wie es bei gewöhnlicher Salzlösung in bestimmten Zeitabständen erforderlich wird, fällt bei der Reinhartin-Sole fort.

Tabelle 2.

Chlormagnesiumlösung (MgCl₂ bei 150° C).

(Nach Altenkirch.)

° B�	Spezifisches Gewicht	Salzgehalt in % der Lösung	Salzgehalt in 100 Teilen Wasser	Gefrierpunkt °C	Spezifische Wärme	Wärmeinhalt von 1 l
0	0,999	0,0	0,0	0,0	1,000	0,999
1	1,006	0,9	0,9	— 0,4	0,986	0,992
2	1,013	1,7	1,7	— 0,9	0,972	0,985
3	1,020	2,6	2,7	— 1,4	0,959	0,978
4	1,028	3,5	3,6	— 2,0	0,946	0,970
5	1,035	4,4	4,6	— 2,6	0,933	0,966
6	1,042	5,2	5,5	— 3,3	0,921	0,960
7	1,050	6,1	6,5	— 4,0	0,909	0,954
8	1,058	7,0	7,8	— 4,8	0,897	0,948
9	1,066	7,8	8,5	— 5,6	0,885	0,943
10	1,074	8,7	9,5	— 6,5	0,873	0,937
11	1,082	9,6	10,6	— 7,5	0,861	0,932
12	1,090	10,5	11,7	— 8,7	0,849	0,925
13	1,098	11,4	12,9	— 10,0	0,839	0,920
14	1,106	12,3	14,0	— 11,6	0,827	0,915
15	1,115	13,2	15,2	— 13,4	0,817	0,911
16	1,124	14,1	16,4	— 15,5	0,805	0,905
17	1,133	15,1	17,8	— 17,9	0,793	0,898
18	1,142	16,1	19,2	— 20,3	0,783	0,894
19	1,151	17,1	20,6	— 23,3	0,771	0,888
20	1,160	18,1	22,1	— 26,3	0,760	0,882
21	1,169	19,1	23,6	— 29,2	0,749	0,874
22	1,179	20,1	25,2	— 32,2	0,737	0,868
22,5*	1,184	20,6	25,9	— 33,6	0,732	0,866
23	1,189	21,1	26,7	— 32,4	0,726	0,862
24	1,199	22,1	28,4	— 30,0	0,715	0,857
25	1,209	23,1	30,0	— 27,7	0,705	0,852
26	1,219	24,1	31,8	— 25,4	0,695	0,847
27	1,229	25,1	33,6	— 23,2	0,685	0,842
28	1,240	26,2	35,5	— 20,9	0,675	0,837
29	1,250	27,2	37,4	— 19,0	0,666	0,832
30	1,261	28,3	39,5	— 17,4	0,656	0,827
31	1,273	29,4	41,6	— 16,6	0,646	0,822
32	1,284	30,4	43,7	— 16,4	0,638	0,818
33	1,295	31,5	46,0	— 16,7	0,629	0,814
34	1,307	32,7	48,6	— 17,9	0,620	0,810
35	1,319	33,9	51,3	— 9,6	0,610	0,805
35,6	1,327	34,6	52,9	0,0	0,605	0,803

III. Teil.

Allgemeine Störungen an Kältemaschinen.

Die Störungen, welche an Kältemaschinen eintreten können, sind hauptsächlich zurückzuführen auf:

Konstruktions- und Montagefehler,
Abnutzung wichtiger Organe,
Überlastungen,
falsche Bedienung,
schlechte Unterhaltung.

Es ist fast unmöglich, alle Einzelfälle vor auszusehen, die eintreten können, denn man müßte hierbei den besonderen Betriebsbedingungen einer jeden Anlage Rechnung tragen. Eine genaue Prüfung der verschiedenen Teile der Anlage und regelmäßig durchgeführte Revisionen von Spezialingenieuren, einmal im Sommer bei vollem Betrieb der Anlage und einmal im Winter bei auseinandergenommenem Kompressor und herausgezogenen Schlangen bei den Apparaten, ermöglichen jedoch fast immer, die Störungen zu lokalisieren und rasch zu beseitigen und so Beschädigungen fernzuhalten. Ursachen, die öfters schwierig zu erkennen sind, die aber ganz einfacher Art sein können, genügen zuweilen, um eine völlige Betriebsunterbrechung hervorzurufen.

Die Verunreinigung der Lager kann eine Störung bilden, insofern sich beim undichten Verschluss der Lagerdeckel Staub, Fremdkörper od. dgl. ablagern und das Schmieröl durchsetzen. In diesem Falle ist das Schmieröl zu entfernen, der Behälter zu reinigen und die Lagerschale sorgfältig mit Petroleum zu reinigen und Öl besserer Qualität zu benutzen.

Auch ist es zweckmäßig, die Schmierrinnen der Lager-
schalen zu säubern und, falls erforderlich, mittels Meißel oder eines Bimssteines zu vergrößern.

Unzulässige Erwärmung der Lager. Sofern eine Erwärmung der Lager das zulässige Maß überschreitet, ist es erforderlich, nach den Ursachen dieser unnormalen Erwärmung zu forschen.

In erster Linie sehe man nach der Schmierung. Die meisten modernen Kältemaschinen besitzen Ringschmierlager, und hat der Schmierring den eineinhalbfachen Durchmesser der Welle. Die Ringe ruhen auf der Welle und werden durch die Rotation mitgenommen. Der untere Teil dieser Ringe taucht in den Schmierölbehälter ein und wird durch die Bewegung der Ringe Öl heraufgeschöpft, das sich auf der Welle und in den Lagern ausbreitet und wieder zurücktropft. Alles, was diese Ölzirkulation hindert, verschlechtert die Schmierung und kann infolgedessen eine zu starke Erwärmung und selbst ein Einfressen der Lager hervorrufen. Es können Mängel besonderer Art eintreten, z. B.

Der Öhring dreht sich nicht. In diesem Falle ist zunächst nachzusehen, ob der Ring auf der Welle gut aufliegt und ob nicht irgendein Fremdkörper ihn an der Drehung hindert. Wird festgestellt, daß er sich nur hie und da dreht, so schließt man daraus, daß er verletzt ist und ist derselbe auszuwechseln.

Dreht sich der Schmierring zu langsam, so rührt das meist davon her, daß das Öl schlecht oder zu dickflüssig ist und infolgedessen der Bewegung des Ringes einen zu großen Widerstand bietet; es ist dann besseres, dünnes Öl einzufüllen.

Wird der Ölbehälter zu rasch leer, was etwa davon herührt, daß er rinnt, daß infolge zu rascher Bewegung der Ringe das Öl wegspritzt, oder daß infolge zu starker Ventilation das Öl herausgesaugt wird, so entleere man zunächst das Lager. Wenn das Öl durch den durchlässig gewordenen gußeisernen Behälter hindurchgeht, so verkleidet man letzteren im Innern mit Mennige und, falls dies nicht genügt, wird das Lager mit Komposition ausgegossen. Sofern das Öl aus der Verbindungsleitung des vorhandenen Ölstandsanzeigers heraustritt, wechselt man die zur Abdichtung bestimmte Bleiplatte aus und zieht die Schraube, welche sie festhält, fest an. Auch wird des öfteren das Öl von den Ringen mitgenommen und gegen den Lagerdeckel geschleudert oder von außen her ausgesaugt.

Geräusch oder Klopfen der Triebwerksteile. Falls man jedesmal vor Inbetriebsetzung einer Kältemaschine alle Organe, die sich lockern können, untersucht, lassen sich ohne weiteres etwaige schadhafte Stellen von vornherein feststellen und unvermeidliche Störungen beschränken. Es kann der Fall eintreten, daß der Keil der Schubstange oder Kol-

benstange am Kreuzkopf sich lockert und sich ein Klopfen während des Ganges der Maschine wahrnehmbar macht. Vielfach ist nicht sofort zu erkennen, ob der Schlag im Kreuzkopf, Kurbelzapfen oder im Hauptlager sitzt. Die Maschine ist dann sofort abzustellen, und sind diese Teile nachzusehen. Wenn die Rotgußlager im Kreuzkopf usw. zuviel Spiel haben, wodurch leicht obiger Mißstand eintreten kann, so ist seitlich oder unten dünnes, in Öl getränktes Papier zu unterlegen (s. unten betr. Auswechslung der Kolbenstange).

Kolbenstange wird zu warm. Die Stopfbüchse ist entweder zu stark oder ungleichmäßig angezogen. Wird die Stopfbüchse beim Nachlassen leicht undicht, so ist die Packung zu erneuern. Fängt die Kolbenstange an warm zu werden, so ist sofort mit ganz kaltem Druckrohr zu arbeiten, damit Abkühlung eintritt. Dies wird erreicht durch vorsichtiges Öffnen des Regulierventils.

Auch kann der Fehler an mangelhafter Schmierung liegen. Bleibt die Kolbenstange trotz sorgfältiger Behandlung und guter Schmierung dauernd warm, so kann der Fehler auch im ungenauen Ausrichten des Zylinders bei der Montage liegen.

Zur Kontrolle, ob ein solcher Fehler vorliegt, probiere man, ob der Rotgußring in der Überwurfmutter der Stopfbüchse sich in jeder Kolbenstellung auf der Kolbenstange leicht drehen läßt.

Auswechslung der Kolbenstange. Jede Kolbenstange nutzt sich auch bei regulärem Betrieb in der Weise ab, daß sie an der Oberfläche rauh und in der Mitte schwächer wird. Die Folge davon ist, daß die Stopfbüchse nicht mehr dicht zu halten ist und die Packung sehr häufig erneuert werden muß; es bleibt daher nichts anderes übrig, als die Stange gegen eine neue oder egalisierte auszuwechslern.

Vor Wiederinbetriebsetzung der Maschine ist der schädliche Raum beim Hubwechsel an den Zylinderenden auf gleichen Spielraum einzustellen. Bei herausgenommenen Druckventilen hält man einen schmalen, weichen Bleistreifen in den Zylinder und läßt denselben bei von Hand umgedrehtem Schwungrad von Kolben auf das Maß des Spielraumes zusammendrücken. Die gleiche Untersuchung ist nötig, wenn am Kreuzkopf oder der Schubstange etwas nachgeholfen bzw. etwas geändert wurde.

Wenn Stöße in der Maschine auftreten, so rührt das meistens von Störungen in der Funktion der inneren Organe

des Kompressors her. Entweder ist der Kolben oder die Ventile undicht, was sich auch durch den Rückgang der Kälteleistung bemerkbar macht, wobei sich das Regulierventil mehr wie gewöhnlich schließen läßt (s. auch S. 67). Feder-, Ventil- oder Ventildührungsbruch zeigen ähnliche Erscheinungen wie oben angeführt. Lösung der schlecht angezogenen Kolbenmutter kann ebenfalls die Ursache solcher Stöße sein.

Sofortiges Abstellen und Untersuchen ist dringend nötig, da ein weiteres Arbeiten mit Gefahr verbunden sein würde.

Undichte Stellen u. dgl. Flanschverbindungen lassen sich wie folgt erkennen:

- Bei NH_3 .**
1. durch Geruch,
 2. durch Absuchen mit einem brennenden Schwefelfaden, wobei das NH_3 als milchweißer Dampf austritt.

Seifenwasser ist nicht verwendbar, da NH_3 vom Wasser absorbiert wird. Liegen die Undichtheiten unter Wasser im Kondensator oder Verdampfer, so erkennt man das Ausströmen von NH_3 durch ganz feine aufsteigende Bläschen bei abgestelltem Rührwerk und Kühlwasserzulauf; auch Kalkniederschlag im Kondensator weist auf Entweichen von NH_3 hin.

Wenige Tropfen von der Neßlerschen Lösung genügen, um in einem Probierglase in NH_3 -haltiger Sole gelblichbraune Niederschläge zu erhalten.

- Bei SO_2 .**
1. durch stehenden Geruch;
 2. durch blaues Lackmuspapier, das sich bei austretenden Dämpfen rot färbt;
 3. Wasser mit SO_2 -Gehalt färbt sich beim Zugießen von Jodlösung nicht, ist dagegen das Wasser frei von SO_2 , so wird es gelblich.

- Bei CO_2 .**
1. durch starkes Zischen, wahrnehmbar bei abgestellter Maschine, wenn alles still ist.
 2. Überpinseln der Flanschenverbindungen usw. mittels Seifenwasser, wo sich Seifenblasen bilden.
 3. Auftretende große Blasen im Kondensator-kühlwasser oder der Sole im Refrigerator lassen auf undichte Stellen in den Schlangen schließen.

Dies läßt sich jedoch nur einwandfrei feststellen, wenn während der Beobachtung Rührwerk und Kühlwasser- resp. Solezulauf abgestellt ist.

Undichte Kompressorventile haben auf die Kälteentwicklung nachteiligen Einfluß. Wenn während des Betriebes die Manometer ungleichen Anschlag zeigen, so ist dies ein Zeichen der Undichtheit der Ventile. Um sich während des Betriebes kurz zu überzeugen, ob die Ventile undicht sind, macht man den Versuch, den Verdampfer leer zu saugen, indem man das gesamte Kältemedium nach dem Kondensator drückt. Geht der Zeiger des Saugmanometers rasch zurück und steht nach ca. 5 Minuten am Arretierungsstift an, so sind die Ventile und Kolben in Ordnung.

Bei neuen Maschinen kommt es in der ersten Zeit vielfach vor, daß sich die Sitzflächen der Ventile mehr oder weniger verschlagen zeigen infolge des Hammerschlages, welcher sich von den Innenwandungen der schmiedeeisernen Röhren löst und mit dem zirkulierenden Kältemedium die Ventile passiert.

Es empfiehlt sich daher, die Ventile bei neuen Maschinen nach einigen Monaten herauszunehmen und evtl. mit Öl und feinem Schmirgel oder Bismehl nachzuschleifen.

Ist es nicht möglich, den Verdampfer in der oben angegebenen Weise leerzusaugen, und braucht man dazu verhältnismäßig längere Zeit, so ist dies ein Beweis, daß die Ventile oder der Kolben undicht sind. Aus irgendeinem Grunde kann **Luft in die Maschine gelangen.**

Dieselbe sammelt sich bei Stillstand der Maschine am höchsten Punkt des Kondensators an, und läßt man dieselbe entweder an dieser Stelle besonders angebrachten Luft-hähnen oder am Manometerventil ab. Luft kann folgendermaßen in die Maschine gelangen:

1. bei Erzeugen von Vakuum bei Absaugen des Verdampfers tritt Luft durch die Stopfbüchsenpackung oder undichte Flanschenverbindungen ein.
2. wenn die Maschine oder Apparate geöffnet werden.

Luft in der Maschine beeinflußt die Kälteleistung der Maschinen ungünstig und erhöht den Kraftverbrauch.

Das Vorhandensein von Luft äußert sich durch abnorm hohen Kondensatordruck, der bei Stillstand der Maschine nicht auf das der Kühlwassertemperatur entsprechende Maß zurückgeht (s. S. 59 u. 65).

Die Entleerung des Kompressorzylinders findet bei langsamem Gang der Maschine statt, indem man das Absperrventil auf der Saugseite schließt und nach einigen Umdrehungen den Kompressor stillsetzt, während man auch das Druck-

absperrentventil geschlossen hat, gleichzeitig öffnet man die beiden Hähne an den Druckbogen. Bei NH_3 kann man die Kompressorventile vereinfachen, indem man nur den Zylinder und die Stopfbüchse von den Leitungen absperrt und das Ammoniak durch einen Schlauch von einem Hahnen am Bogen in Wasser ableitet und absorbiert. Die Absorption ist genau zu beobachten, damit bei Beendigung derselben nicht Wasser in den Zylinder gelangt.

Beeinflußt ein zu hoher Kraftverbrauch die Maschine ungünstig, gilt als Ursache entweder Luft in der Maschine oder Überfüllung derselben mit Kältemedium, auch Mangel an Kühlwasser steigert den Kondensatordruck und bedingt einen höheren Kraftverbrauch (s. auch unter den einzelnen Pos. S. 67 u. 68).

Unruhiges Arbeiten des Kondensatormanometers bedeutet Luft in der Maschine, Wiederaufspringen eines Druckventils im Kompressor, Verstopfungen im Regulierventil oder der Flüssigkeitsleitung hinter dem Regulierventil oder auch Überfüllung der Maschine mit Kältemedium.

Zunächst prüfe man das betreffende Manometer mit einem gleichzeitig angebrachten Kontrollmanometer, ob die Ursache an den vorgenannten Fällen liegen kann, wozu sich auch noch andere Anzeichen wie heißes Druckrohr, schwache Bereifung und schwierige Regulierung gesellen, andernfalls liegt eine Störung an dem betreffenden Manometer vor.

Die Ursachen eines zu warmen Druckrohres können verschieden sein.

1. zu wenig geöffnetes Regulierventil,
2. Mangel an Kältemedium,
3. undichte Saugventile auf beiden Seiten,
4. zu große Saugventil- oder Saugleitungswiderstände,
5. zu enge oder verstopfte Flüssigkeitsleitung vor dem Regulierventil,
6. Luft in der Maschine.

Die zur Abhilfe notwendigen Maßnahmen sind bei den einzelnen Rubriken beschrieben, die obige Titel führen.

Zuviel Kältemedium in der Maschine kennzeichnet sich zunächst durch hohen Kondensatordruck, weil zuviel Fläche dem Verflüssigungsprozeß durch zuviel Flüssigkeit weggenommen wird. Man untersuche zunächst, ob die Ursachen des hohen Kondensatordruckes nicht auf Luft oder Unreinigkeit des Kühlwassers usw. zurückzuführen sind.

Bei großer Überfüllung mit Kältemedium treten leicht Flüssigkeitsschläge im Kompressor ein. Sofortiges Abstellen der Maschine ist dringend geboten. Man entzieht der Maschine etwas Flüssigkeit, bis normale Zustände eintreten.

Mangel an Kältemedium gibt sich vor allem durch eine auffallend schlechte Kälteleistung kund, auch gestaltet sich die Regulierung der Kompressortemperaturen immer schwieriger. Das Druckrohr (Kompressorbügel) wird trotz weit geöffnetem Druckrohr abwechslungsweise heiß und kalt, meistens jedoch bleibt es sehr heiß (s. auch S. 59). Kondensator- und Verdampferdruck sinken trotz richtiger Einstellung des Regulierventils unter den normalen Stand und die Differenz zwischen ablaufendem Kühlwasser und Druckmanometer, die bei normaler Füllung ca. 5°C betragen soll, wird immer kleiner.

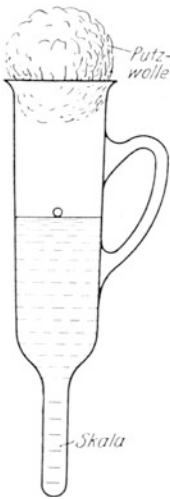


Abb. 21.

Das in der Praxis verwendete Kältemedium ist nicht immer durchaus wasserfrei. Deshalb sollte das in die Maschine einzufüllende Medium direkt aus der Bombe heraus untersucht werden. Für die Begutachtung der Füllung während des Betriebes entnimmt man das Medium der Maschine vor dem Regulierventil. Bei Ammoniak und Schwefligsäure bedient man sich hierzu eines in Abb. 21 dargestellten Probiergläschens. Das Medium wird bis zu dem Loch *o* in das Gläschen eingeführt.

Nach der Verdampfung bleiben in der unteren engeren Hälfte die Unreinigkeiten zurück, und sollen dieselben nicht mehr wie 0,1% bis 0,5% betragen. Die Rückstände haben gewöhnlich eine gelbliche Farbe und sind Wasser, alkoholische Flüssigkeiten usw.

Bei Kohlensäure bestehen die Verunreinigungen aus Wasser, Luft, Kohlenoxyd, Schmieröl, bituminösen Kohlenwasserstoffen usw.

Wasser wird in der Weise nachgewiesen, daß ein in Kupfervitriol getauchtes und wieder getrocknetes Blatt weißes Filtrierpapier in den Kohlensäurestrom gehalten wird. Färbt sich dieses Filtrierpapier dann bläulich, so ist hoher Wassergehalt in der CO_2 enthalten. Falls das Wasser bei CO_2 nicht in größeren Mengen auftritt, kann seine nachteilige Wirkung dadurch aufgehoben werden, daß man durch die Füllschraube

am Saugabsperrentil eine Mischung von wasserfreiem Äthyläther und Glyzerin im Verhältnis von 1 : 2 einfüllt, und zwar $\frac{1}{8}$ bis 1 Liter, je nach Größe der Maschine. Tritt das Wasser in größeren Mengen auf, so muß die Maschine ausgeblasen und neue, trockene CO_2 eingefüllt werden.

Bei Schwefligsäure macht sich Wasser unangenehm bemerkbar, besonders bei höheren Temperaturen von 70 bis 90°C . Es ist ganz besonders auf guten, dichten Abschluß sämtlicher unter Wasser liegenden Organe zu achten.

Aus guten Fabriken bezogenes Medium gibt in bezug auf Wasserfreiheit usw. selten zur Beanstandung Anlaß.

Wird beim Anlassen eines CO_2 -Kompressors die Sicherheitsplatte zersprengt, so liegt die Ursache in dem geschlossenen Drucksperrventil des Kondensators, das versehentlich nicht geöffnet wurde. Es muß dann sofort das Saugabsperrentil geschlossen und der Kompressor stillgesetzt werden. Wenn ein neues Plättchen eingesetzt ist, kann der Kompressor wieder in Betrieb gesetzt werden.

Zwecks Nachfüllen von Kältemedium wird die Flasche in stark geneigter Lage mit dem Austrittsventil nach unten in

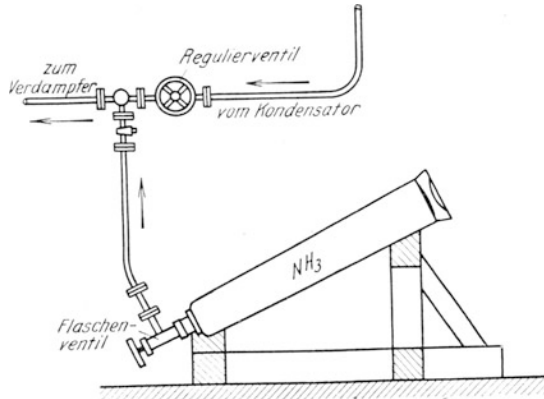


Abb. 22.

der Nähe des Einfüllventils auf einem Holzgestell gelagert, wie Abb. 22 veranschaulicht. In diesem Zustand läßt man die Flasche einige Zeit ruhig liegen, damit sich etwa vorhandenes Wasser im Medium unten ansammelt und vor Anschrauben des Füllrohres abgeblasen werden kann.

Ist die Flasche mit dem Einfüllstutzen durch das Füllrohr verbunden, so kann mit dem Einziehen des Kältemediums begonnen werden. Das Regulierventil wird geschlossen, der Gang der Maschine auf die Hälfte der Tourenzahl vermindert und hierauf erst das Ventil am Einfüllstutzen und dann das an der Flasche vorsichtig geöffnet. Die Flüssigkeit tritt nun infolge des in der Flasche herrschenden Überdruckes und durch die Saugwirkung des Kompressors sofort in den Refrigerator über. Bei CO_2 wird das Einsaugen des Mediums dadurch unterstützt, daß man nach ausgeglichener Druck zwischen Flasche und Refrigerator bei geöffnetem Flaschenventil die Flasche mit warmem Wasser von 40 bis 50°C begießt, während die Maschine die Flasche leer saugt. Zu diesem Zweck wird die CO_2 -Flasche vorteilhaft senkrecht an der Wand aufgehängt, mit dem Austrittsventil ebenfalls nach unten im Sinn der Abb. 9.

Will man nur einen Teil der Füllung einer Flasche entleeren, so darf man das Austrittsventil derselben nur ganz kurze Zeit öffnen.

Wenn bei der Füllung das Saugmanometer nicht mehr steigt, wird durch den Kompressor der Flascheninhalt langsam in den Kondensator gedrückt und durch das überlaufende Kühlwasser verflüssigt. Eine Maschine hat die richtige Füllung, wenn zwischen verflüssigtem Medium und Kühlwasser eine Temperaturdifferenz von ca. 4 bis 5°C besteht, die Druckbogen bei NH_2 - und CO_2 -Maschinen handwarm und jene der SO_2 -Maschine heiß und die Saugleitungen gleichmäßig bereift sind.

Die Ausscheidung des Öles bei NH_3 und Glyzerin bei CO_2 aus dem zirkulierenden Kältemedium bewirken in der Saugleitung angeordnete Abscheidevorrichtungen. Dieselben bedürfen guter Wartung und genauer Kontrolle. Das Öl bzw. Glyzerin ist von Zeit zu Zeit aus dem Sammelgefäß abzulassen und soll genau gemessen, mit dem eingefüllten Quantum verglichen und im Journal aufgeschrieben werden, damit man sich jeden Augenblick davon überzeugen kann, ob und evtl. wieviel Öl sich ungefähr in der Maschine befindet. Zuviel Öl in der Maschine erzeugt hohen Kondensatordruck. Das abgelassene Öl oder Glyzerin kann nach Filtrierung und Mischung mit reinem Öl wieder verwendet werden.

Zu diesem Zweck wendet man besondere Ölreinigungs- und Filtrierapparate, deren es verschiedene Konstruktionen gibt, an.

Abb. 23 veranschaulicht beispielsweise einen solchen Apparat von der Fa. Balduin Weißer Söhne in Basel, welcher in der Praxis weite Verbreitung gefunden hat.

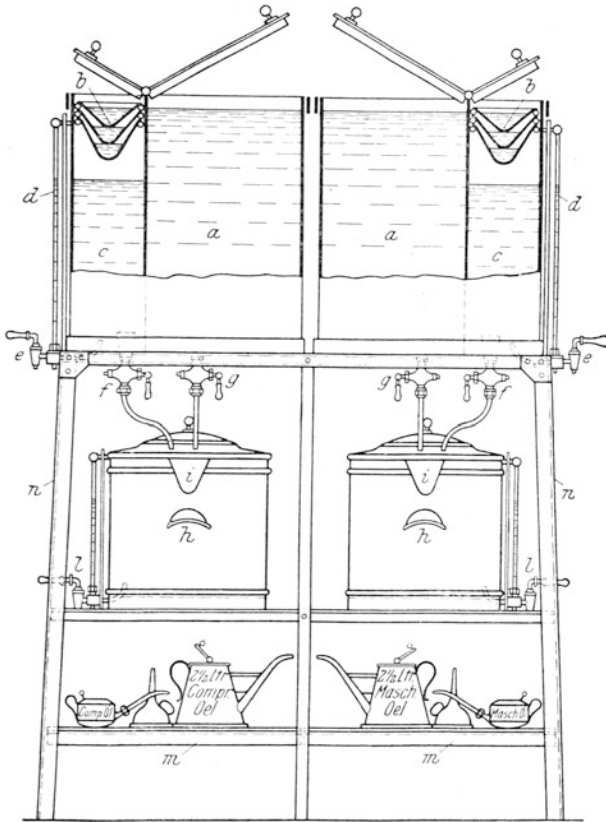


Abb. 23.

Die Entleerung des Kondensators kann da leicht von-statten gehen, wo zwei Kondensatoren vorhanden sind, indem man einen derselben in Verbindung mit einem Verdampfer leer saugt. Ist nur ein Kondensator vorhanden, dann öffnet man bei abgestellter Maschine das Regulierventil vollständig, nach ca. einer halben Stunde wird der größte Teil des Kälte-mediums sich in den Verdampfer niedergeschlagen haben, und zwar geht dies um so rascher, je niedriger die Tempe-

ratur der Sole ist. Nach Absperrung des entleerten Kondensators gegen Maschine und Verdampfer kann derselbe zwecks Reinigung geöffnet werden, nachdem man bei NH_3 den Rest der Dämpfe in Wasser absorbiert hat. Bei CO_2 kann man direkt öffnen. Bei SO_2 empfiehlt es sich, vor dem Öffnen noch einige Zeit Luft durch die Schlangen zu blasen, evtl. unter Zuhilfenahme eines Blasebalges.

Innere Verunreinigung und Verstopfen der Schlangen kann von nicht rechtzeitig erneuerter Packung herrühren. Auch Lötzinn, Putzwolle von unvorsichtiger Montage, können solche Verstopfungen herbeiführen. Besonders in den engen Rohren der Flüssigkeitsleitungen und Schlangen setzen sich solche Teile fest und geben zu beträchtlichen Störungen Veranlassung. Bei NH_3 tritt auch leicht eine innere Verunreinigung der Schlangen ein, wenn altes, nicht genügend gereinigtes Kompressoröl wiederholt verwendet wird. Zunächst sucht man die Verstopfung dadurch zu beseitigen, daß man den ganzen Strom des Kältemediums durch die betreffende Schlange leitet, indem man die übrigen Hähnen an den Zuleitungsröhrchen absperrt. Gelingt es indessen mit diesem Versuch nicht, die Verstopfung zu beseitigen, so muß die Schlange genauer untersucht und gereinigt werden. Die innere Reinigung der Schlangen und Rohrleitungen geschieht mit Hilfe eines kräftigen Dampfstrahles oder Preßluft. Die Austrocknung geschieht mittels trockener oder heißer Luft (S. 48).

Innere Verstopfung der Kondensatorspiralen erhöht den Kondensatordruck, da die Spiralen dann mangelhaft arbeiten.

Zu großer schädlicher Raum vermindert die Kälteleistung. Beim Auswechseln der Kolbenstange ist darauf zu achten, daß der schädliche Raum auf ein dem Zylindervolumen entsprechend geringes Maß eingestellt wird. Die für diesen Zweck notwendigen Maßnahmen sind bei „Auswechslung der Kolbenstange“ S. 56 angegeben.

Besondere Kennzeichen zu großen schädlichen Raumes sind kalte Druckrohrstutzen und wenig Bereifung des Saugrohrstutzens auf der Seite des zu großen schädlichen Raumes, wobei ein flatternder lauter Schlag des Kompressordruckventiles beim Schließen wahrnehmbar ist.

Von der richtigen Einstellung des Regulierventils hängt im wesentlichen die gute Arbeit und Leistungsfähigkeit der Maschine ab. Die Regulierung hat so zu erfolgen, daß das Saugmanometer immer ca. 3 bis 4° C niedriger anzeigt, als die je-

weilige Temperatur der Sole oder der Luft beträgt; dabei soll das Druckrohr gut handwarm sein, einer Temperatur von ca. 35° C entsprechend.

Um das Druckrohr handwarm zu erhalten, muß man entsprechend bei konstantem Betrieb mit abnehmender Verdampfertemperatur das Regulierventil allmählich weiter schließen.

Erhöhte Aufmerksamkeit ist der Regulierung bei Entleeren und Wiederfüllen der Eiszellen zu schenken.

Bei neueren Maschinen mit Einrichtung zum Arbeiten mit überhitzten Dämpfen tritt an Stelle der Handregulierung die automatische Regulierung, bei welcher die Maschine fast automatisch dauernd mit dem günstigsten Effekt arbeitet. Solche Einrichtungen können auch bei älteren Anlagen noch nachträglich angebracht werden, wodurch die Leistung der Maschine um 10% erhöht wird, bei ganz geringer Steigerung des Kraftverbrauches.

Die Verschlammung der Kondensatorspirale rührt von den Unreinigkeiten des Kühlwassers her. Der schlammartige Überzug erschwert die Wärmeübertragung zwischen Kältemedium und Kühlwasser und erzeugt dadurch einen hohen Kondensatordruck. Es ist daher gut, hin und wieder die Spiralen abzubürsten; wie oft dies zu geschehen hat, hängt in hohem Grade von der Beschaffenheit des Wassers ab. Die Arbeit geschieht am leichtesten mit Hilfe einer Bürste an einer Stange, die oben längs den Spiralen eingeführt werden kann.

Wenn das Regulierventil zu weit geöffnet ist, bleibt das Druckrohr am Kompressor kalt, und der Druck im Refrigerator ist zu hoch, dadurch verminderte Kälteleistung. Es macht sich auch ein stärkeres Schlagen der Kompressorausventile bemerkbar, da zu nasse Dämpfe in den Zylinder gelangen.

Wenn das Regulierventil zu wenig geöffnet ist, wird das Druckrohr am Kompressor sehr heiß. Rasches Sinken des Druckes im Refrigerator und Steigen desselben im Kondensator sind die sicheren Merkmale dieses Übelstandes.

Zu hoher Druck im Kondensator deutet entweder auf

1. zuviel Kältemedium,
2. zu wenig oder zu warmes Kühlwasser,
3. Schlamm an den Kondensatorspiralen oder
4. Luft in der Maschine.

Um diese Fehler zu beheben, überzeugt man sich zuerst, ob Luft in der Maschine ist. Die Entfernung derselben ge-

schieht während des Stillstandes der Maschine. Infolge des geringen spez. Gewichtes der Luft gegenüber dem Kältemedium sammelt sich dieselbe am höchsten Punkte in dem Kondensator an. An diesem Punkte befindet sich meist das Entlüftungsventil, welches dazu dient, die Luft aus der Maschine zu entfernen. Man öffnet dieses Ventil ganz wenig und entlüftet mittels eines Schlauches mehrere Minuten lang in einen Eimer Wasser. Aufsteigende Blasen zeigen den Austritt von Luft an, starkes, prasselndes Geräusch aber das Entweichen von Kältemedium.

Verschlammte Kondensatorspirale deuten auf stark unreinigtes Kühlwasser hin. Der schlammige Überzug, der den Wärmeaustausch zwischen Kältemedium und Kühlwasser erschwert, wird beseitigt durch Abbürsten der Schlangen und Entleerung des Kondensators. Kühlwassermangel sollte man beizeiten evtl. durch Aufstellen von Berieselungskondensatoren beheben.

Wenn die Maschine zuviel Kältemedium enthält, so wird ein Teil davon vom Kompressor anstatt in gasförmigem in flüssigem Zustande angesaugt. Man tut in diesem Falle gut, der Maschine etwas Flüssigkeit zu entziehen, was während des Betriebes zu geschehen hat (s. S. 59 u. 60).

Eine Undichtheit der Kondensatorschlange erkennt man daran, daß bei abgesperrtem Kühlwasserzulauf Blasen im Wasser aufsteigen. Tritt dieser Fall ein, so muß die Kondensatorspirale vom Kältemedium entleert werden, indem man die Temperatur im Refrigerator (Salzwasser oder Luft) so tief wie nur möglich erniedrigt, die Maschine dann abstellt und das Regulierventil ganz öffnet. Dann entleere man das Kondensatorgefäß vom Kühlwasser und begieße die Rohrspirale mit heißem Wasser. Das Kältemedium wird dann zum größten Teil in den Refrigerator überströmen. Auf diese Art läßt sich das Kältemedium auch in leere Flaschen auffangen. Nach der Entleerung der Kondensatorspirale schließe man zuerst das Regulierventil, dann die Absperrventile am Refrigerator und Kondensator.

Mangel an Kühlwasser steigert den Kondensatordruck und die Temperaturdifferenz zwischen Kühlwasser. Zu- und Ablauf wird größer als normal; gleichzeitig steigt der Kraftverbrauch, und die Leistung der Maschine wird geringer. Bei einem geschlossenen Kondensator ist darauf zu achten, daß die unter dem Deckel sich ansammelnde Luft zeitweise durch einen angebrachten Lufthahn entfernt wird.

In normalen Fällen wird die Leistung der Maschine bei $+10^{\circ}\text{C}$ Kühlwasser Eintrittstemperatur angegeben. Hat das dem Kondensator zugeführte Kühlwasser eine höhere Temperatur als $+10^{\circ}\text{C}$, so ist die Kühlwassermenge entsprechend größer zu nehmen.

Für jedes Grad höhere Zulauftemperatur des Kühlwassers erhöht sich der Kraftverbrauch um 4%, während die Kälteleistung um 4% geringer wird.

Aus der Tabelle 4 des Anhangs ist ersichtlich, daß der Kompressionsdruck stets einer bestimmten Temperatur des ablaufenden Kühlwassers entsprechen muß und daß der Druck abnimmt, je tiefer die Temperatur des eintretenden Kühlwassers ist.

Verunreinigung des Siebtopfes (Seiher oder Staubfilter).

Der Siebtopf hat den Zweck, die in der Maschine befindlichen Unreinigkeiten, wie Hammerschlag, Lötzinn, Packungsteile usw. darin festzuhalten, damit diese nicht in den Zylinder resp. in die Ventile gelangen und dadurch Störungen hervorrufen würden. Zu diesem Zweck ist der Siebtopf in die Saugleitung eingeschaltet, und zwar möglichst nahe am Zylinder. Das zylindrische Sieb ist zwecks Reinigung leicht herausnehmbar. In der ersten Zeit, in der eine Maschine arbeitet, muß das Sieb alle 14 Tage herausgenommen und gereinigt werden, dies muß man so lange tun, bis das im Behälter befindliche Kompressoröl bzw. Glycerin vollständig rein abläuft.

Um das Sieb herausnehmen zu können, muß man erst das Absperrventil zum Refrigerator schließen und die Leitung leer saugen, dann erst öffne man behutsam den Deckel, indem man die Schrauben löst und sich vorsichtig überzeugt, daß kein Druck mehr da ist.

Beim Einfrieren des Siebtopfes infolge Wassergehalt des Kältemediums verfähre man nach der Beschreibung S. 60 und 61.

Leistet die Maschine zu wenig Kälte, kann die Ursache davon sein:

1. zu wenig Kältemedium,
2. daß die Kompressorventile undicht oder in Unordnung sind,
3. daß der Kolben undicht oder der schädliche Raum zu groß ist,
4. daß die Saugleitung oder Flüssigkeitsleitung zugefroren ist,
5. zu wenig Kühlwasser,

6. Schlamm im Kondensator und Refrigerator,
7. zu schwache Salzlösung oder zu niedrige Temperatur, so daß die Verdampferschlangen mit Eis belegt sind.

Liegt einer dieser Fälle vor, so ist gemäß den bei diesen Positionen entsprechenden Angaben zu verfahren, um den Übelstand zu beheben.

Die Verdampferspirale kann eingefrieren, wenn die Salzlösung nicht genügend gesättigt ist, so daß ihr Gefrierpunkt höher liegt als die von dem Verdampfermanometer angezeigte Temperatur (s. Abb. 26, 27 und 28). Das Überziehen der Spiralen mit Eis beeinträchtigt die Kälteleistung ganz wesentlich. Es ist deshalb nötig, die Salzlösung auf den richtigen Salzgehalt von 20° Bé mit dem Aräometer (Salzwasserwage) (Abb. 24) zu untersuchen. Bei großen Anlagen ist eine Weißersche automatische Salzwasserwage sehr empfehlenswert, die in die Salzwasserhauptleitung eingebaut wird (s. Abb. 25). Die Verminderung des Salzgehaltes der Sole kommt bei Anlagen mit Eiserzeugung häufiger vor als bei anderen. Durch das Überfüllen der Eiszellen kommt gelegentlich mal auch Süßwasser unter die Sole, auch bei Undichtheiten der Eiszellen selbst tritt dieser Übelstand auf. Undichte Eiszellen erkennt man sofort daran, daß dieselben infolge des Salzgehaltes der Füllung nicht ausgefrieren und sind dieselben sofort aus dem Generator zu entfernen.

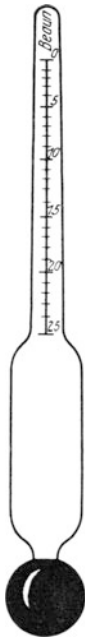


Abb. 24.

1. größere Reinheit,
2. geringere Kosten.

Beispielsweise hat eine 10 proz. Chlorkalziumlösung ihren Gefrierpunkt bei — 5,9° C
 eine 20 proz. Chlorkalziumlösung ihren Gefrierpunkt bei — 11,7° C
 während eine Chlormagnesiumlösung von 10% erst bei — 11,0° C
 und eine Chlormagnesiumlösung von 20% erst bei — 23,0° C gefriert. Aus obiger Darstellung geht deutlich hervor, daß bei gleichem Gefrierpunkt beide Lösungen verschieden stark

angesetzt werden müssen, und zwar die Chlormagnesiumlösung nur halb so stark als die Chlorkalziumlösung.

Der Unterschied in der Grädigkeit des Chlorkalziums 70 bis 75% und des Chlormagnesiums 46 bis 48% wird damit vollständig ausgeglichen.

Die chemische Fabrik „Concordia“, Leopoldshall-Staßfurt, liefert ein für Kältemaschinenzwecke völlig reines Chlormagnesium, das sich in der Praxis gut bewährt hat.

Soll der Verdampfer zwecks innerer Reinigung entleert werden, was bei CO_2 und SO_2 nur selten erforderlich ist, so

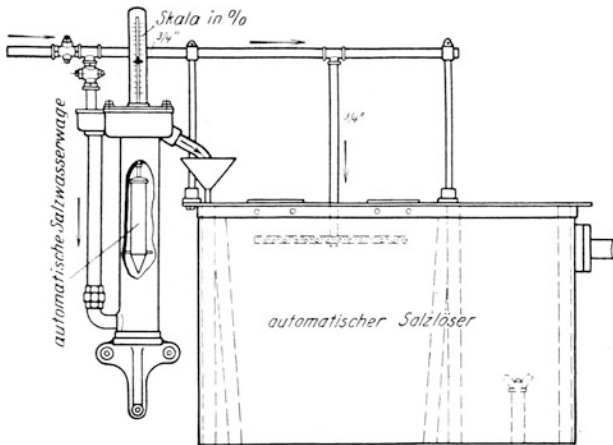


Abb. 25.

geschieht dies durch einfaches Absaugen der Dämpfe bei geschlossenem Regulierventil. Zwecks Kondensierung derselben im Kondensator soll reichlich Kühlwasser zirkulieren. Über die innere Reinigung der Schlangen s. S. 48 u. 64.

Ist der Verdampferdruck zu hoch, so fühlen sich meist die Druckrohre am Kompressor kalt an. Die Ursache liegt darin, daß das Regulierventil zu weit geöffnet ist, dasselbe ist weiter zu schließen, bis die Druckrohre handwarm werden.

Undichte Eiszellen. Bei der Eisfabrikation kann der Fall eintreten, daß die Verdampfertemperatur nach längerem Stillstand der Maschine über den Gefrierpunkt steigt, wodurch das in den Zellen gebildete Eis sich von der Zellwand löst und nach oben steigt.

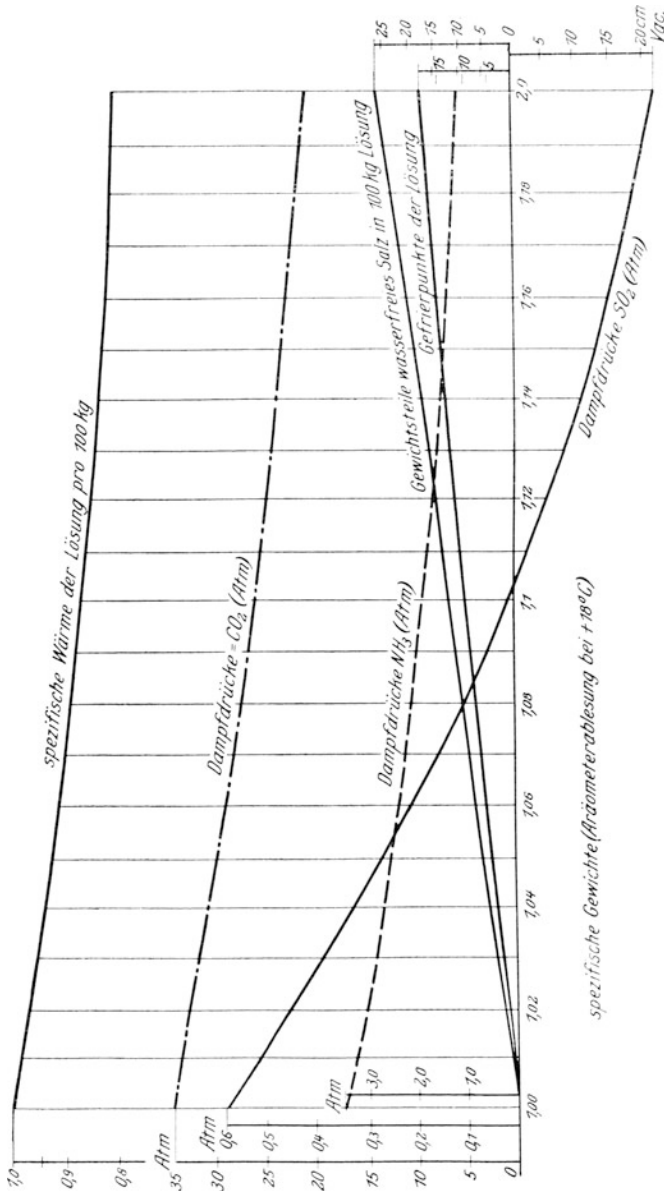


Abb. 26.

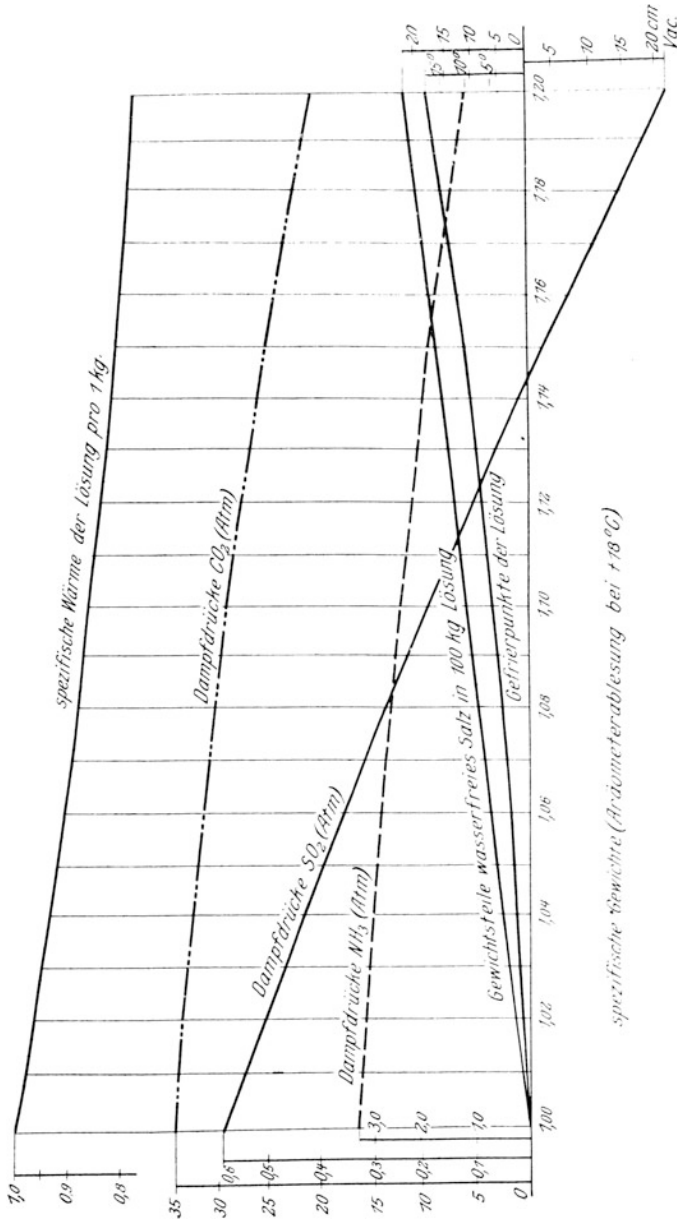


Abb. 27.

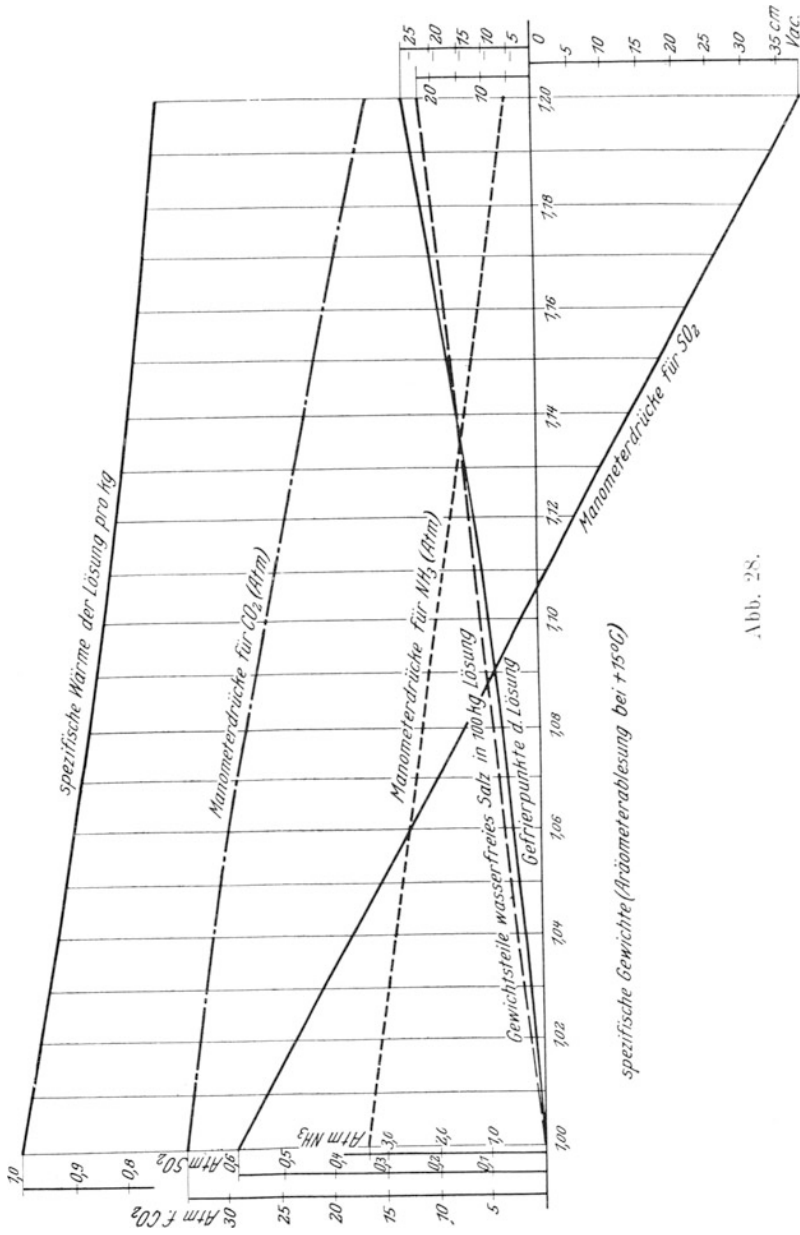


Abb. 28.

Man darf in diesem Falle den Generator nicht wieder in Betrieb setzen, bevor das lose Eis aus den Zellen entfernt ist, da man sich andernfalls der Gefahr aussetzt, daß die Zellen zuerst an den Wandungen zufrieren, wodurch sich das am Boden befindliche Wasser beim Gefrieren nicht mehr ausdehnen kann und daher die Zellen zersprengt. Zersprengte undichte Zellen bekommen unten Ausbauchungen, die das Entleeren derselben nur unter großem Tauverlust ermöglichen lassen.

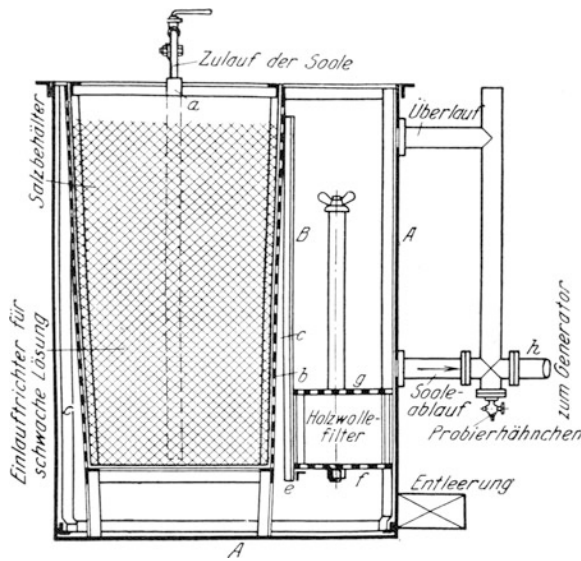


Abb. 29.

Man entferne undichte Eiszellen sofort aus dem Eisgenerator, da sie auch eine Gefahr für die Schwächung der Salzlösung sind (s. auch unter schwacher Salzlösung, S. 74).

Ist die Salzlösung unrein, kann eine äußerliche Verunreinigung der Verdampferspiralen eintreten, welche den Kälteausaustausch zwischen dem Kältemedium und der Salzlösung vermindert, dies zeigt sich besonders durch geringe Kälteentwicklung und niedrigen Verdampferdruck an. Veranlassung zu diesem Übelstand gibt meistens die

Zubereitung der Salzlösung, die nicht immer einwandfrei vorgenommen wird.

Das Auflösen hat immer in einem sauberen eigenen Mischgefäß zu erfolgen, und haben sich in der Praxis die automatische Salzlöser (Satisfacteur) der Firma Balduin Weißer Söhne in Basel sehr gut bewährt. In Abb. 29 ist die Konstruktion eines solchen Apparates, der in verschiedenen Größen gebaut wird, veranschaulicht. Aus den Bezeichnungen in der Abb. 30 geht die Wirkungsweise klar hervor.

Das Schema Abb. 30 zeigt die normale Aufstellung des Apparates.

Bei zu schwacher Salzlösung bedecken sich die Refrigeratorschlangen mit Eis, wodurch die Wirkung der Maschine ver-

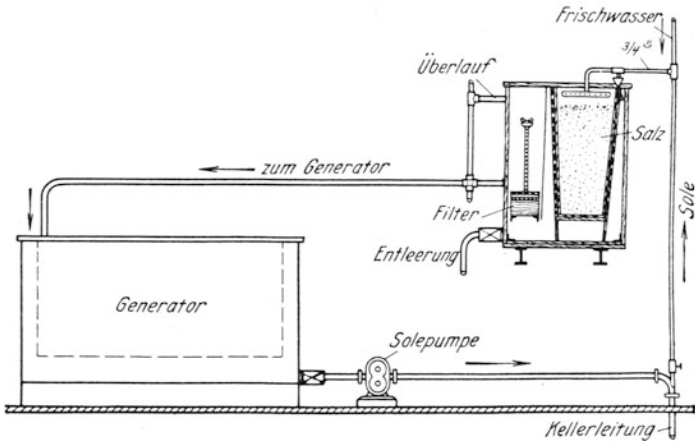


Abb. 30.

mindert wird. Man soll daher von Zeit zu Zeit untersuchen, ob die Lösung den richtigen Salzgehalt hat. Wie aus den graphischen Darstellungen Abb. 26, 27, 28 ersichtlich ist, haben die verschiedenen Lösungen ihren Gefrierpunkt bei verschiedenen Temperaturen. Bei Gefrieranlagen ist nur Chlormagnesium zur Solebereitung zu nehmen. Bei Kochsalzlösungen soll der Prozentgehalt niemals unter 20° Bé anzeigen (s. auch S. 68).

Eingefrorene Saug- oder Flüssigkeitsleitungen sind daran zu erkennen, daß das Druckrohr sehr heiß wird und das Verdampfermanometer ganz wenig oder gar nicht mehr ausschlägt, auch beschlagen sich diese Rohrleitungsteile nicht mehr mit Schnee.

Bei wasserhaltigem Kältemedium ist ein Einfrieren der Flüssigkeitsleitung am Regulierventil leicht möglich, wie auch am Siebtopf die Saugleitung eingefrieren kann. Wenn bei geöffnetem Regulierventil ein Leersaugen der Maschine eintritt, so liegen obige Störungen vor. Der Übelstand läßt sich beseitigen, indem man zunächst versucht, das Regulierventil schnell ganz weit zu öffnen, wodurch ein starkes Absaugen des Verdampfers stattfindet, hilft dies indessen nicht, so muß man die Maschine abstellen, die Leitung abtauen und reinigen unter Zuhilfenahme eines Dampfstromes oder einer Druckpumpe. Solange die Flüssigkeit eine Temperatur unter Null besitzt, darf zum Ausspülen nur eine ungefrorenbare Flüssigkeit, Glycerin oder Kompressoröl verwendet werden.

Beim Ausblasen mittelst Dampf ist bei Verdampferspiralen die Sole vorher zu entleeren. Um das evtl. durch diese Manipulation in die Maschine gekommene Wasser aus derselben zu entfernen, muß bei NH_3 dasselbe durch Rezifikation in folgender Weise entfernt werden: man rezifiziert einige Stunden, schließt dann den rotierenden Hahnen und scheidet durch vorsichtiges Erwärmen des Öltopfes das sich in demselben angesammelte Wasser aus dem NH_3 aus, läßt dasselbe ab und fährt damit so lange fort, bis man kein Wasser mehr erhält. Bei CO_2 verfährt man in der S. 60 geschilderten Weise.

Rasches Sinken des Druckes im Refrigerator rührt entweder von Mangel an Kältemedium oder innerer oder äußerer Verunreinigung der Schlangen her (Eisansatz). Auch Wasser, Öl u. dgl. im Kältemedium können die Ursache sein (s. S. 60 und 61).

Auch untersuche man zunächst, ob das Regulierventil weit genug geöffnet ist.

Eine häufig auftretende Erscheinung ist **das starke Schäumen der Sole** im Eisgenerator, ohne daß vielfach die Ursache erkannt wird.

Einmal kann dies auch an der Sole selbst liegen, indem als Denaturierung des Salzes von der Steuerbehörde Seifenpulver verwendet wurde, das andere Mal aber tritt die Schäumung dadurch auf, daß die rücklaufende Sole von den Kühlräumen nicht unterhalb des Wasserspiegels im Eisgenerator austritt. Eine Untersuchung nach dieser Richtung hin und Änderung dieses Fehlers wird Abhilfe schaffen.

Besondere Beachtung ist den **Schlangenschnäbeln im Refrigerator** zu schenken, denn da, wo Luft und Salzwasser

(Wasserspiegel) sich berühren, werden die Schlangen in bedenklicher Weise angefressen. Diesem Übelstand kann man dadurch begegnen, daß man diese Stellen in trockenem Zustande nach vorheriger gründlicher Reinigung mit rostschützender Farbe (Hiostat, Siederosthen, Nauton usw.) anstreicht und hierauf noch zweiteilige Hartholzbüchsen um die Schnäbel befestigt, die an den Fugen möglichst dichtschließend sein müssen.

IV. Teil.

Allgemeines zur Instandhaltung und Behandlung der Kältemaschinenanlage.

Während das Kesselhaus trotz aller Reinlichkeit immer einen finsternen Eindruck macht, so ist der Maschinenraum desto freundlicher, ja manchmal sogar mit einer Eleganz ausgestattet, die manchem Kältemaschinenanlagenbesitzer zur Ehre gereicht. Kokos- oder Linoleumläufer führen rings um die Maschinen herum, an den Wänden auf Manneshöhe Fliesenbelag, die Decke getäfelt usw. Die innere Ausstattung des Maschinenraumes soll neben der Eleganz aber auch den praktischen Bedürfnissen entsprechen.

Dazu gehört vor allem eine gut funktionierende Ölreinigungs- und Filtrieranlage mit kompletter Ölkannengarnitur. Um den Ölverbrauch ökonomisch zu gestalten und die Wiederverwendung des aus der Maschine abgelassenen Öles zu sichern, ist ein Ölapparat dringend nötig.

Solche Apparate werden in verschiedenen Konstruktionen gebaut und sind solche von den im Inseratenverzeichnis aufgeführten Firmen erhältlich. Für große Anlagen ist ein von der Firma B. Weißer-Söhne, Basel, gebautes Refrigerationsfilter empfehlenswert, ein kleiner Apparat mit einer Schlange, der in eine Zweigleitung zwischen der Flüssigkeitsleitung nach der Saugleitung eingeschaltet wird. Durch die Abkühlung des frischen Öles in dem Apparat scheiden sich alle festen und harzenden Bestandteile aus, und kann solches Öl nun unbedenklich zur Schmierung des Kompressors verwendet werden.

Ein übersichtlich angeordnetes Schlüsselbrett mit je einer besonderen Schublade für Werkzeuge, Packungen, Dichtungsmaterial und Reserveteile vervollkommen neben einem eisernen Behälter für frische und gebrauchte Putzwolle die Einrichtung des Maschinenraumes. Eine beispielsweise Ausführung eines Schlüsselbrettes, auf dem die Grundformen der Schlüssel auf einer Steinholzplatte aufgemalt sind und dessen Rückseite als Kleiderschrank ausgebildet ist, stellt Abb. 31 dar.

Zweckmäßig ist neben der sorgfältigen Behandlung und guten Instandsetzung einer Kältemaschinenanlage die regelmäßige alljährliche gründliche Revision durch einen Kälte-

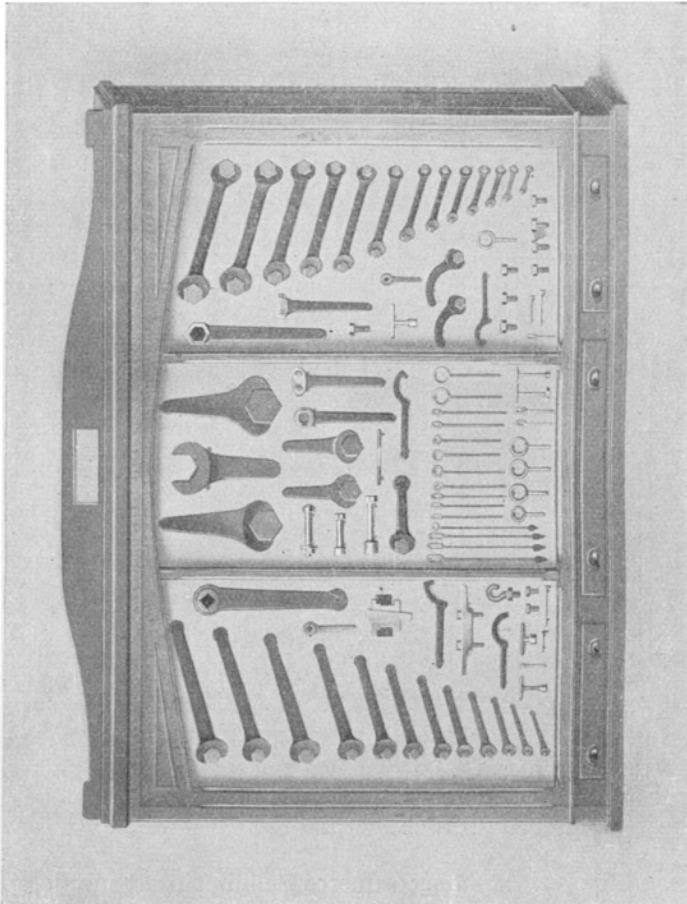


Abb. 31.

ingenieur. Die Revision erstreckt sich einmal auf die innere Untersuchung der Maschine und Apparate im Winter bei Stillstand der Anlage und das andere Mal auf die Leistungsprüfung, Manometer-, Öl- und Kältemediumuntersuchung im Sommer. Zur Kontrolle der Temperaturen in den Räumen

und Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft sind an geeigneten Stellen gute Instrumente anzuordnen. Fernthermometer und Feuchtigkeitsmesser sind sehr empfehlenswert.

Ein guter und zuverlässiger Feuchtigkeitsmesser ist das Lambrechtsche Polymeter, das in keinem Betriebe mit Kühlräumen fehlen sollte. In Abb. 32 ist das Instrument abgebildet. Durch die Zeigerstellung wird der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft in Prozenten direkt angezeigt.

Winkelthermometer, Abb. 33, zum direkten Ablesen der Kühlraumtemperatur außerhalb des Kühlraumes haben sich als sehr praktisch erwiesen.

Für Flüssigkeitsmessungen soll entweder das Thermometer mittels eines eingeschraubten Thermometerstutzens, der mit Quecksilber, Glycerin oder Kompressoröl gefüllt ist und in den das Thermometer eintaucht, fest mit Soleleitung verbunden sein, Abb. 34, wobei zu beachten ist, daß das Thermometer durch Tauwasser nicht in die Hülse eingefriert. Bei offener Salzwassermessung empfiehlt es sich, das Thermometer an einer Stange zu befestigen, welche unten ein Gefäß trägt, in dem man die zu messende Flüssigkeit durch Einhängen mit hochheben kann, wodurch Ungenauigkeiten beim Ablesen vermieden werden, welche sonst infolge Berührung der Thermometerkugel mit der Luft usw.

entstehen. In Abb. 35 ist die Anordnung eines solchen Thermometers dargestellt. In einem geordneten Betriebe soll der Maschinenführer in gewissen Zeitabständen die abgelesenen Temperaturen in einem Journal niederschreiben, damit man jederzeit sich über die Wirkungsweise der Maschine über-

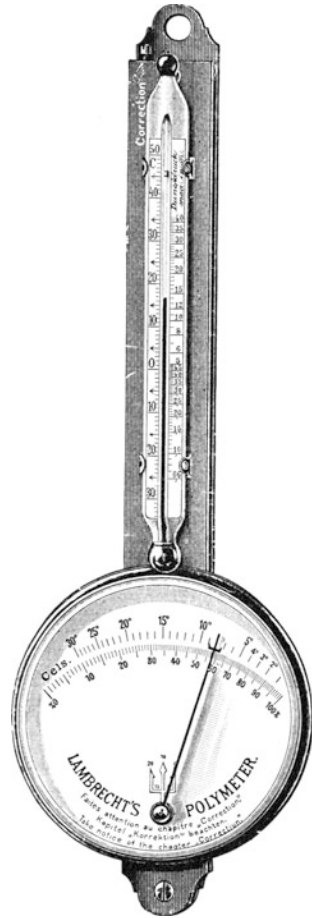


Abb. 32.

zeugen kann und auch bei Schichtwechsel der den Nachtdienst versehende Maschinist sich sofort über den Stand der Temperaturen und Einregulierung der Maschine ein Bild machen kann.

Das von Constanz Schmitz herausgegebene, in Ziemsens Verlag, Wittenberg (Halle) erscheinende Revisionsbuch ist zur Eintragung solcher Betriebsdaten sehr geeignet. Im Maschinenraum sollte neben einer genauen Bedienungsvorschrift auch ein Schema der Gesamtanlage nach Abb. 9 dem Maschinenpersonal zur Verfügung stehen.

Um dem Maschinisten zu ermöglichen, bei plötzlich auftretenden, starken Undichtheiten rechtzeitig eingreifen zu können, soll außerhalb des Maschinenraumes ein Atmungsapparat aufbewahrt werden. Es ist nämlich fehlerhaft, den Atmungsapparat im Maschinenhaus in einen Schrank einzuschließen, denn die Erfahrung hat gelehrt, daß bei Brüchen von Rohrleitungen, Ölsammlern usw., es dem Maschinenpersonal sowohl als anderen Personen nicht mehr möglich war, den

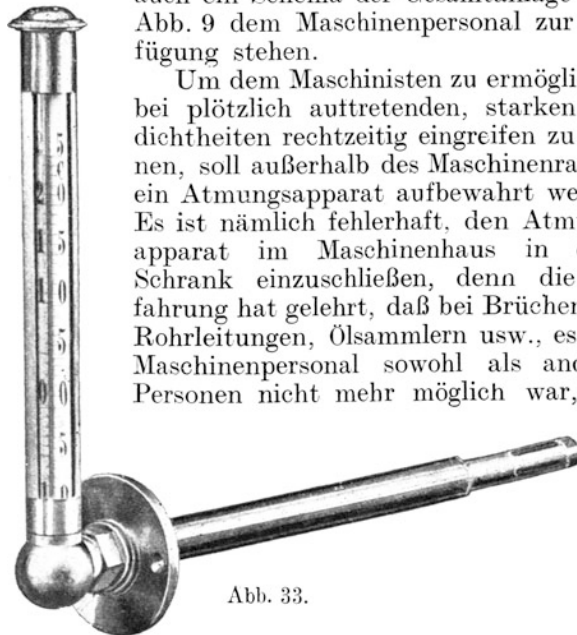


Abb. 33.

Apparat zu erreichen. Die bekannten Gasmasken der Deutschen Gasglühlicht-Auer-Ges. Berlin, haben gegenüber den Schutzhelmen den Vorzug, daß eine Zuführung von Atmungsluft nicht notwendig ist. Diese Schutzmasken werden mit besonderen Einsätzen gegen Ammoniak oder Schwefligsäuredämpfe geliefert, mit denen es möglich ist, auch bei freier Ausströmung von Dämpfen vorgenannter Medien den Maschinenraum ohne Gefahr zu betreten, um jegliche Reparatur an der Kältemaschine auszuführen.

Bei größeren Eisgeneratoren ist darauf zu achten, daß der Vorschubmechanismus nicht vereist und dadurch zu streng

geht. Alle Rollen und Gleitflächen usw. an den Eisgeneratoren, Zellenwagen und Rührwerken sind nur mit Kompressoröl resp. Glycerin zu schmieren.

Gefüllte Flaschen mit Kältemedium sind stets an einem kühlen und trockenen Ort aufzubewahren. Halbgefüllte Flaschen sind äußerlich als solche zu kennzeichnen. Beim Transport und Gebrauch sind die Flaschen vor allen heftigen Erschütterungen zu bewahren, auch achte man darauf, daß dieselben niemals Sonnenstrahlen ausgesetzt sind.

Stillstand und Instandsetzung der Maschine im Winter. Im Winter wird gewöhnlich der Kältebetrieb eingeschränkt,

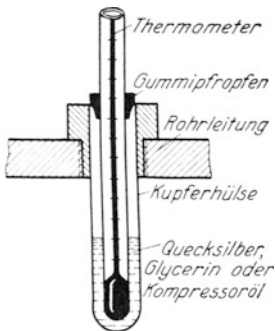


Abb. 34.

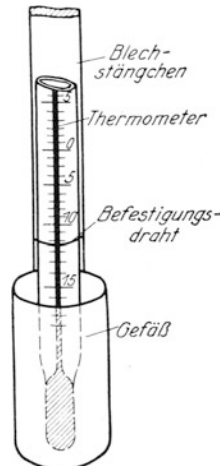


Abb. 35.

bei Eisfabriken und Schlachthöfen auf einige Monate ganz unterbrochen. Diese Zeit wird dazu benutzt, die Anlage wieder instand zu setzen. Sämtliche Absperrventile werden geschlossen, der Druck wird vom Kompressor abgelassen, die Ventile herausgenommen, nachgesehen und eingeschliffen, evtl. die Reserveventile für die spätere Verwendung vorgesehen. Alle auszuwechselnden Teile werden, soweit wie nötig, von den Reserveteilen ersetzt, und sind letztere sofort wieder durch Reparatur der alten Teile oder evtl. durch neue Teile aus der Fabrik zu ergänzen. Die Schlangen werden außen gereinigt und frisch gestrichen, Sole- und Kühlwasserpumpen nachgesehen, beschädigte Rohrisolierungen erneuert,

Luftkühler, Eiszellen, Generator und Laufkran gereinigt und frisch gestrichen, kurz und gut, alles in der Anlage wieder in besten Zustand gebracht, damit im Sommer nicht durch Vernachlässigung solcher Reparaturen empfindliche Betriebsstörungen eintreten können.

Die rationelle Pflege der Treibriemen ist für jeden Betrieb von allergrößter Bedeutung. Wer sich die sachgemäße Behandlung des Riemenmaterials angelegen sein läßt, spart viel Geld, Zeit und Unannehmlichkeiten. Bei der Behandlung der Riemen ist in erster Linie darauf zu achten, daß die hierfür verwendeten Präparate frei sind von allen schädlichen Bestandteilen, insbesondere frei von Säure, Harz und Mineralöl.

Diesen Forderungen entsprechen nun nach jeder Richtung die beiden Breuerschen Spezialfabrikate: „Breuers Climax- und Breuers Mars-Öl“ voll und ganz.

Diese Präparate enthalten tatsächlich nur Bestandteile, welche lediglich Nahrung für das Riemenmaterial bilden, und die gleichzeitige Behandlung mit beiden Fabrikaten bewirkt überraschende, bis heute nie gekannte Resultate bei vollständig schlafflaufendem Getriebe. Das Breuersche Kombinationsverfahren hat sich in der gesamten deutschen Industrie und unter den schwierigsten Verhältnissen dauernd und glänzend bewährt.

Die wesentlichsten Erfordernisse für ein erstklassiges **Kälte-Isoliermaterial** sollten, im einzelnen betrachtet, folgende sein:

1. Die Wärmeleitzahl eines Materials muß niedrig sein.
 2. Ein wasserdichtes Material ist wünschenswert oder zum mindesten ein solches, welches Wasser nicht aufsaugt.
 3. Das Material muß frei von jedem Geruch sein.
 4. Das Material muß wurm- und rättsicher sein.
 5. Das Material muß dauerhaft sein und darf mit der Zeit nicht faulen.
 6. Das idealste Material würde natürlich ein feuerfestes sein. Zum mindesten ist ein Material mit großem Hitze-widerstand wünschenswert.
 7. Zum Gebrauch in Kühlwaggonen und an Bord von Dampfzügen, Kühllichtern usw. ist eine gewisse Elastizität des Materials erforderlich, ebenfalls eine gewisse Bruchfestigkeit.
-

V. Teil.

Betriebsvorschriften für Dampfmaschinen.

Alle zur Maschine gehörenden Werkzeuge, Mutterschlüssel usw. müssen vorhanden sein und am Schlüsselbrett aufbewahrt werden, um sie schnell zur Hand zu haben.

Alle Materialien, welche zur Bedienung der Maschine erforderlich sind, als Gummiplatten, Asbest, Hanf, Stopfbüchsenpackung, Schmieröl usw., sowie verschiedene Schrauben, Unterlegscheiben u. dgl. sind in hinreichendem Vorrate zu halten.

Zum Schmieren der Dampfzylinder ist nur Mineralöl zu benutzen, welches für hohe Temperatur geeignet ist. Talg oder Olivenöl, überhaupt tierische oder Pflanzenfette, dürfen für diesen Zweck nicht verwendet werden, da sich dieselben zersetzen und durch Bildung von Ölsäure das Eisen angreifen.

Kommen bei Schmiergefäßen für Lager usw. Dochte zur Anwendung, so sind dieselben aus Wolle herzustellen und nicht zu stark zu nehmen, damit sie das Schmierloch nicht vollständig ausfüllen. Die Lage des Dochtes im letzteren ist durch Benutzung eines Drahtes in geeigneter Weise für eine bestimmte Tiefe festzustellen, so daß die Enden des Dochtes die Welle nicht berühren können.

$\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde vor Inbetriebnahme der Maschine ist das Dampfventil auf dem Kessel ganz langsam und wenig zu öffnen, um die Rohrleitung und die Maschine anzuwärmen. Hat der Zylinder bzw. haben die Zylinder und Zwischenbehälter der Maschine Dampfmäntel, so sind die Heizventile derselben zu öffnen.

Die Ablaßhähne in den Rohrleitungen, am Schieberkasten, an den Zylindern sind zur Abführung des sich bildenden Kondenswassers zu öffnen. Die Lufthähne an den Zylindermänteln und an den Kondensationswassertöpfen sind geöffnet zu halten, bis denselben Dampf entströmt.

Das Anwärmen der Maschine muß mit größter Vorsicht erfolgen, besonders nach langen Betriebspausen bzw. an kalten Tagen, da bei zu schnellem oder ungenügendem Anheizen Brüche in der Maschine entstehen können.

Während des Vorwärmens der Maschine muß dieselbe geschmiert werden. Alle Schmiergefäße sowie Schmierpumpen sind nachzusehen, in Ordnung zu bringen und zu füllen. Zeigt sich, daß ein Gefäß oder Apparat nicht gut geschmiert hat, d. h. weniger Öl verbraucht hat als gewöhnlich, so muß derselbe untersucht und die etwa vorliegende Verstopfung beseitigt werden.

Frische Verdichtungen sind langsam und wiederholt anzuziehen.

Kurz vor dem Anlassen der Maschine ist das Dampfventil auf dem Kessel voll zu öffnen und nach den Arbeitssälen das Zeichen zu geben.

Zum Inbetriebsetzen der Maschine ist das Absperrventil an der Maschine allmählich zu öffnen, so daß die Maschine langsam in Bewegung kommt. Bei Maschinen mit Kondensation ist gleichzeitig der Einspritzhahn am Kondensator zu öffnen.

Die Ablaßhähne an der Rohrleitung und an den Zylindern sowie an den Kondenstöpfen werden geschlossen. Zeigen sich in den Zylindern Schläge, so sind die Hähne eine Zeit noch geöffnet zu lassen.

Der Maschinist darf bis zum Eintritte des regelmäßigen Ganges der Maschine dieselbe nicht verlassen.

Arbeitet eine Dampfmaschine mit Kondensation zusammen mit anderen Motoren, z. B. Wasserrädern und Turbinen, so ist streng darauf zu achten, daß beim Anlassen der Maschine dieselbe von den anderen Motoren nicht angetrieben wird, bevor Dampf gegeben ist, da der Dampfzylinder sonst als Pumpe wirken und Wasser aus dem Kondensator ansaugen kann.

Während des Betriebes ist die Maschine und alle Vorgänge an derselben stets zu beobachten.

Der Wirkungsweise der Schmiervorrichtungen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Kurbel- und Kreuzkopflager, Schwungradachsenlager und die Exzenter sind gut zu beobachten.

Geht ein Lager warm, so ist dasselbe zu lüften und reichlich zu schmieren. Wenn dies nicht hilft, so ist mit einer Mischung von Schwefelblüte oder fein gepulvertem Graphit mit Öl zu schmieren.

Erhitzt sich ein Lager sehr schnell, so muß die Maschine außer Betrieb gestellt, das Lager sowie der Zapfen untersucht werden.

Für Lager, welche bei starker Inanspruchnahme der Maschine oder hoher Dampfspannung regelmäßig warm laufen, ist Rizinusöl oder Senföl als Schmiermittel zu empfehlen.

Zeigt sich in einem Lager ein Stoß oder Schlag, so muß eine Abnutzung des Lagers angenommen werden; das Lager ist in diesem Falle vorsichtig nachzuziehen bzw. nachzufeilen und wieder aufzupassen.

Die Stopfbüchsenpackungen müssen stets in gutem, dichten Zustande gehalten werden. Zu diesen Packungen soll nur das beste Material und in gut passenden Stärken verwendet werden. Durch ungeeignetes, schlechtes, hartes Material werden die Kolbenstangen rissig und verdorben. Die Stopfbüchsen sind langsam und sehr gleichmäßig anzuziehen. Zu starkes Zusammenpressen der Packung gibt zuviel Reibung in den Büchsen und beschädigt die Stangen.

Schnarrt oder brummt der Kolben oder die Schieber, so muß reichlich geschmiert, und wenn dies nicht hilft, ein besseres Schmieröl angewendet werden.

Klatscht es im Zylinder, so sind die Ablaßhähne zur Entfernung des Wassers zu öffnen.

Klopfen oder schlagen die Kolbenringe, so ist reichlich zu schmieren und nachzusehen, ob dieselben abgenutzt sind und durch neue ersetzt werden müssen.

Treten im Zylinder plötzlich heftige Stöße oder Schläge auf, so ist der Betrieb zu unterbrechen und der Zylinder zu öffnen, da die Kolbenringe zerbrochen sein können.

Spielt der Regulator nicht mehr leicht und regelmäßig, so ist derselbe zu reinigen und gut zu schmieren. Die Dampfspannung im Kessel ist möglichst gleichmäßig hoch zu halten.

Das Dampfabsperrenteil am Zylinder ist vollständig zu öffnen, und bei Maschinen mit Meyerscher Steuerung und Drosselventil oder Klappe ist die Maschine durch Einstellung der geeigneten Füllung zu regulieren. Geht die Maschine bei der kleinsten zulässigen Füllung noch zu schnell oder unregelmäßig, so ist es vorteilhafter, den Dampf durch das Ventil auf dem Kessel zu drosseln, als durch das Ventil am Zylinder.

Ist der Zylinder mit Heizmantel versehen, so muß derselbe auch immer mit Dampf gefüllt sein, da die Heizung auf den Dampfverbrauch der Maschine einen günstigen Einfluß hat.

Die Kondenswasserableiter der Rohrleitung und Zylinder sind auf ihre Wirkungsweise zu beobachten. Dieselben dürfen nur heißes Wasser, aber keinen Dampf ausscheiden.

Bei den Kondensationsmaschinen bilden die Angaben des Vakuummeters den Maßstab für die Wirkungsweise des Kondensators. Je besser die Luftleere, je höher das Vakuummeter steht, um so günstiger wird der Dampfverbrauch der Maschine.

Geht das Vakuummeter zurück, d. h., verschlechtert sich die Kondensation, so ist die Ursache aufzusuchen und zu beseitigen. Dieselbe kann liegen

1. in zu hoher Temperatur des Wassers,
2. in Verstopfen des Saugkorbes des Wasserrohres oder der Brause hinter dem Einspritzhahn,
3. in Undichtheit der Stopfbüchsen,
4. in schlechtem Zustande der Klappen oder des Kolbens,
5. in Undichtheiten der Verbindung zwischen Luftpumpe und Dampfzylinder,
6. in vollständigem Abschluß des Wechselventiles und
7. in Undichtheiten von Kolben und Steuerorganen des Dampfzylinders.

Der Einspritzhahn soll nicht weiter geöffnet werden, als zur Erreichung des besten Vakuummeterstandes, ohne Auftreten von Schlägen und Stößen im Kondensator, nötig.

Läuft das Wasser aus dem Kondensator wärmer ab als gewöhnlich, so ist auf Verstopfung des Wasserzuflusses oder auf Undichtheiten am Dampfzylinder zu schließen. Wird der Kondensator heiß, so ist derselbe abzustellen bzw. der Betrieb zu unterbrechen, um ein Verbrennen der Gummiplatten zu verhüten. Der Kondensator ist alsdann durch Übergießen mit Wasser abzukühlen.

Bei Abstellung des Kondensators und Benutzung des Wechselventiles ist darauf zu achten, daß in dem Rohre zur Fortleitung des Abdampfes ins Freie oder in eine Heizung kein Wasser vorhanden ist.

Zur Außerbetriebnahme der Maschine ist das Absperrventil am Zylinder zu schließen. Bei Maschinen mit Kondensation ist gleichzeitig der Einspritzhahn am Kondensator etwas zu schließen, unmittelbar vor dem Stillstand ist das Einspritzwasser ganz abzustellen.

Hierauf ist das Absperrventil auf dem Kessel zu schließen, und sind alle Wasserablaufhähne an der Maschine zu öffnen.

Die Kurbel ist in die zum Angehen nötige Stellung zu bringen.

Die Maschine ist zu reinigen und zu putzen. Die Ölschalen und Tropfschalen sind zu leeren. Jedes Putzen der Maschine während des Betriebes ist verboten.

Soll die Maschine längere Zeit außer Betrieb stehen bleiben, so sind die Stopfbüchsenpackungen zu entfernen und alle Stangen, Bolzen und blanken Teile gut einzufetten, damit sie nicht rosten.

Die Dampfzylinder sind von Zeit zu Zeit zu öffnen und zu besichtigen. Es ist zu untersuchen, ob die Kolbenringe beweglich sind, federn und an der Zylinderwandung gut anliegen. Ist dies nicht der Fall, so müssen sie gangbar in Ordnung gebracht werden.

Zeigen sich die Zylinder- oder Kolbenflächen rauh, so ist anhaltend reichlich Öl zu geben, bis dieselben wieder glatt gelaufen sind. Sind die Kolbenringe sehr abgenutzt, so müssen neue Ringe eingesetzt und in der ersten Zeit des Gebrauches stark geschmiert werden.

Die Schieber und Ventile sind auf ihre Dampfdichtigkeit zu prüfen, und wenn erforderlich, dicht zu schleifen. Der Dampfverbrauch hängt in erster Linie ab von dem dichten Abschluß der Steuerorgane und der Kolben. Die Klappen des Kondensators sind von Zeit zu Zeit nachzusehen. Beschädigte, unbrauchbar gewordene Klappen sind zu entfernen.

Im Winter ist darauf zu achten, daß bei den Stillstandspausen über Sonn- und Feiertage die Temperatur im Maschinenraum nicht unter Null sinkt und ein Einfrieren des Wassers in den Röhren nicht vorkommt. Nach jeder an der Dampfmaschine vorgenommenen Reparatur oder Erneuerung, als Ersatz und Anpassen von Lagerschalen, Verpackung von Stopfbüchsen, Öffnen des Zylinders, Einstellung der Steuerung usw. ist vor Inbetriebnahme der Maschine das Schwungrad mit der Hand wenigstens einmal herumzudrehen, um die Gewißheit zu erhalten, daß nirgends ein Anstoß stattfindet.

Riemen und Seile sind von Zeit zu Zeit mit einem geeigneten, für diesen Zweck besonders hergestellten Mittel einzuschmieren (Climax- und Mars-Öl). Die Riemen sind vorher durch Abschaben zu reinigen. Neue Seile müssen vor dem Auflegen gut getrocknet werden (s. S. 82 u. 102).

VI. Teil.

Betriebsvorschriften für elektrische Anlagen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin.

Der Maschinenraum ist stets staubfrei zu halten. In demselben dürfen keine Schlosser- und Mechanikerarbeiten vorgenommen werden.

Gerätschaften, welche für den Betrieb nicht erforderlich sind, müssen außerhalb des Maschinenraumes aufbewahrt werden.

In der Nähe der Dynamomaschine sollen keine eisernen Gegenstände herumliegen, da dieselben beim Betriebe evtl. durch den Magnetismus der Dynamomaschine angezogen werden und dadurch leicht zu Beschädigungen des Ankers Veranlassung geben können. Ebenso dürfen Schlüssel, Schraubenzieher usw. nach dem Gebrauche nicht auf den Apparaten liegen bleiben, da dieselben leicht Kurzschlüsse herbeiführen und hierdurch ebenfalls Schaden verursachen können.

Die Dynamomaschine, insbesondere die Kommutatoren, sollen nicht mit Putzwolle, sondern nur mit Leinwandlappen gereinigt werden; die Ankerwicklung ist zeitweise mittels eines Handblasebalgs von Staub zu befreien.

Vor jeder Inbetriebsetzung hat der Wärter alle Maschinen genau zu revidieren und etwa vorgefundene Mängel abzustellen, bevor er in Betrieb geht.

Der Kommutator ist stets blank und glatt zu halten und muß, falls derselbe mit der Zeit unrund werden sollte, durch einen geübten Dreher leicht abgedreht werden.

Kleinere Brandstellen und Rillen werden durch Abschmirlgeln beseitigt, doch darf dies nicht mit der Hand, sondern nur mittels des hierfür bestimmten Schmirgelholzes geschehen. Bei guter Betriebsführung genügt das Einölen und nachträgliche Trockenreiben mit einem Leinwandlappen. Das Abschmirlgeln ist nach Möglichkeit zu beschränken. Das Abschmirlgeln des Kommutators der Dynamomaschinen hat nur bei unterbrochenem Stromkreis, also bei Leerlauf zu geschehen. Bei den Elektromotoren wird das Abschmirlgeln vorgenommen, ehe die Arbeitsmaschine eingerückt ist.

Die Bürsten sind öfter von Kupferstaub und Öl durch Auswaschen mit Petroleum zu reinigen.

Die Auflagefläche ist stets gerade und in der richtigen Abschrägung zu halten. Vor allem ist zu große Abschrägung zu vermeiden; das Abschneiden soll nur in der Bürstenleere vorgenommen werden. Bei Geflechtbürsten sind die äußeren Spitzen mit einer Schere abzuschneiden. Kommen Kohlenbürsten zur Verwendung, so ist nach der hierfür besonders gegebenen Vorschrift zu verfahren.

Die Bürsten dürfen nie mit einer Ecke, sondern müssen stets mit der ganzen schiefen Fläche den Kommutator berühren und nur leicht an denselben angedrückt werden.

Zur schnelleren richtigen Einstellung der Bürsten ist der Umfang des Kommutators in eine der Polzahl der Maschine entsprechende Anzahl Teile geteilt und die Teilung durch Körnerschlag auf dem äußeren Ring neben den Kommutatorlamellen fixiert. Im Falle diese Körnerschläge nicht bereits vorhanden, müssen dieselben so vorsichtig aufgeschlagen werden, daß eine Beschädigung des Kommutators gänzlich ausgeschlossen ist. Bei jedesmaliger Neueinstellung der Bürsten wird dann erst eine Bürste so eingestellt, daß die ganze schräge Fläche anliegt; darauf dreht man den Anker in der richtigen Drehrichtung so, daß ein Körnerschlag in gleicher Höhe mit der aufliegenden Bürste zu stehen kommt und stellt dann die anderen Bürsten ebenfalls in gleiche Höhe mit den entsprechenden Körnerschlägen ein.

Treten nach Belastung der Maschinen Funken an den Bürsten auf, so ist zuerst der Bürstenhebel vorsichtig nach der Richtung hin zu drehen, nach welcher die Funkenbildung geringer wird. Sind die Funken hierdurch nicht ganz zu beseitigen, so sind die Bürsten selbst ein wenig nachzustellen.

Bei den Maschinen mit Ringschmierung ist im allgemeinen monatlich einmal das Öl zu erneuern. In der ersten Betriebszeit bei neuen Maschinen ist es indessen erforderlich, das Öl öfter abzulassen und zu erneuern. Die Öffnungsdeckel sind vor dem Wiederauflegen sorgfältig zu reinigen. Bei Maschinen mit auf den Lagern angebrachten Tropfenölnern hat man sich vor dem Betriebe zu überzeugen, daß dieselben gefüllt sind und das Öl gehörig tropfenweise abgeht. Ratsam ist es, in jedes Schmierloch direkt ein paar Tropfen Öl zu gießen.

Wenn beim Angehen der Maschine eine Rückwärtsdrehung des Ankers ausgeschlossen ist, können die Bürsten

vor Ingangsetzung angelegt werden, wenn der Anker in der richtigen Drehrichtung läuft.

Bei Anlagen mit nur einer Dynamomaschine bringt man bei Inbetriebsetzung zuerst die Maschinen bei vollständig eingeschaltetem Widerstand des Nebenschlußregulators und vorherigem Ausschalten etwa abzweigender Bogenlampenstromkreise auf die richtige Tourenzahl, schaltet den Maschinenhebel ein und bringt dann erst die Maschine durch allmähliches Ausschalten des Nebenschlußwiderstandes auf die vorgeschriebene Betriebsspannung.

Würde man die Dynamomaschine zuerst auf die vorgeschriebene Spannung bringen und dann den Hebel einschalten, so könnte, wenn bereits viele Lampen eingeschaltet sind, durch die plötzliche Belastung der Riemen abfallen oder gar reißen.

Während des Betriebes ist die erforderliche Betriebsspannung stets genau einzuhalten, was durch Regulieren am Nebenschlußregulator erreicht werden kann.

Bei Anlagen mit mehreren parallel geschalteten Maschinen setzt man zunächst eine Maschine, wie oben angegeben, in Betrieb und schaltet dann nach Bedarf die übrigen nacheinander derartig zu, daß man dieselben nach vorheriger Bürsteneinstellung und bei der erforderlichen Umdrehungszahl entgegen der Inbetriebsetzung der ersten Maschine zuerst auf gleiche oder etwas höhere Spannung mit der oder den in Betrieb befindlichen bringt und hierauf erst den zugehörigen Maschinenschalthebel einschaltet.

Bei zwei Maschinen derselben Größe belastet man dieselben im allgemeinen gleichmäßig, bei verschiedener Größe entsprechend dieser. Treten häufig starke Stromschwankungen ein, so ist es bei Anlagen mit vielen Maschinen vorteilhaft, dem größeren Teile konstante Belastung zu geben und nur eine oder zwei Maschinen dem jeweiligen Stromverbrauch entsprechend mehr oder weniger zu belasten, damit ein etwaiges Verstellen der Bürsten nur bei letzteren Maschinen erforderlich wird.

Handelt es sich nur um das Abstellen einer Maschine nach beendetem Betriebe, so geschieht dies dadurch, daß man erst alle Bogenlichtstromkreise ausschaltet, sodann am Nebenschlußregulator allmählich den gesamten Widerstand einschaltet, bis die Stromstärke nahezu gleich Null wird und schließlich die Haupthebel unterbricht. Soll dagegen bei Parallelbetrieb mehrerer Dynamos wegen eingetretener Be-

lastungsverminderung eine Maschine außer Betrieb gesetzt werden, so kann man nicht einfach den Widerstand des zugehörigen Nebenschlußregulators einschalten und dann diese Maschine durch Unterbrechen des entsprechenden Schalthebels abschalten, sondern man schaltet zunächst nur wenig Widerstand am zugehörigen Regulator ein und belastet durch allmähliches Ausschalten von Widerstand am Nebenschlußregulator einer der anderen Maschinen nach und nach diese mit der Last abzustellenden Maschine, indem man immer abwechselnd Widerstand zu- bzw. abschaltet und schließlich, kurz bevor die Stromstärke der abzustellenden Maschine ganz auf Null gesunken ist, den Schalthebel derselben unterbricht.

In gleicher Weise verfährt man beim Abstellen weiterer Dynamos bis zur letzten, welche schließlich in der oben für eine Maschine angegebenen Weise außer Betrieb gesetzt wird.

Man schaltet zunächst den Schalthebel ein und bewegt dann die Kurbel des Anlaßwiderstandes von „langsam“ bis „normal“, indem man von Feld zu Feld eine kleine Pause läßt, um dem Motor Zeit zu geben, seine entsprechende Geschwindigkeit allmählich anzunehmen.

Sind Anlaß- und Regulierwiderstand nicht zu einem Apparat vereinigt (hauptsächlich bei Anwendung von Flüssigkeitswiderständen), so ist zuerst der Nebenschlußwiderstand auf „normal“ zu schalten und dann erst mittels des Anlaßwiderstandes der Ankerstrom langsam zu schließen.

Sind irgendwelche Arbeiten an einem Elektromotor oder dessen Stromkreis vorgenommen worden, so überzeuge man sich bei der ersten Inbetriebsetzung, nachdem der Magnetstromkreis eingeschaltet ist, mit Hilfe eines Stückchen Eisens, welches man an die Magnetpole hält, ob kräftiger Magnetismus vorhanden ist. Erst in diesem Falle darf der Ankerstromkreis geschlossen werden.

Die betreffende Arbeitsmaschine ist, sofern sie nicht mit dem Elektromotor direkt gekuppelt oder durch ein Räderzugelege verbunden ist, erst dann einzuschalten, wenn der Motor Geschwindigkeit angenommen hat. Will man ausnahmsweise eine größere Umdrehungszahl erreichen, so geht man mit der Kurbel des Widerstandes entsprechend über „normal“ hinaus.

Beim Abstellen erfolgen die Handgriffe in umgekehrter Reihenfolge wie oben, d. h., man bringt zuerst den Riemen der Arbeitsmaschine auf die Leerscheibe und dreht dann

den Hebel des Widerstandes so weit zurück, bis er an dem Anschlagstift anlangt, also keine Messingkontakte mehr berührt. Diese Bewegung kann rasch geschehen. Erst dann unterbricht man an dem Ausschalter. Bei getrenntem Anlaß- und Regulierwiderstand ist zuerst der Anlaßwiderstand auszuschaalten und dann erst am Regulierwiderstand der Magnetstrom zu schwächen, sodann wird mittels des Schalthebels der Strom ganz unterbrochen.

Bleibt ein Elektromotor aus irgendwelcher Veranlassung stehen (z. B. beim Abstellen der Zentralstation), so ist die Kurbel des Anlaßwiderstandes vor allem sofort in die Nullstellung zu bringen.

Für Behandlung der Akkumulatoren sind die besonderen Vorschriften zu beachten.

Bei Inbetriebsetzung von Anlagen mit Akkumulatoren werden zunächst die Akkumulatoren eingeschaltet und mittels des Zellschalters auf die vorgeschriebene Spannung gebracht. Das Zuschalten von Dynamomaschinen parallel zur Batterie hat in derselben Weise zu geschehen wie beim Parallelbetriebe von Dynamomaschinen (s. vorhergehende Seite). Werden bei vorhandenem Maschinenbetriebe die Akkumulatoren nachträglich zugeschaltet, so hat dies derart zu geschehen, daß bei unterbrochenem Schalthebel die Klemmenspannung mittels des Zellschalters (bei Doppelzellenschalter mittels der Entladekurbel) entsprechend der Maschinenspannung oder etwas höher gewählt und dann erst der Schalthebel eingelegt wird.

Während der Ladung der Batterie werden die zuerst geladenen Zellen, welche mit dem Zellschalter in Verbindung stehen, mittels desselben abgeschaltet. Bei Anlage mit Doppelzellenschaltern, bei welchen während dieser Zeit Lampen brennen, muß entsprechend dem Abschalten von geladenen Zellen die Spannung an den Lampen durch Regulieren mittels der Entladekurbel des Zellschalters auf der vorgeschriebenen Höhe gehalten werden.

Sämtliche Schaltapparate sind täglich mit einem Abstäuber zu reinigen.

Alle Kontaktflächen sind blank zu halten, doch dürfen dieselben nur ausnahmsweise abgeschmirgelt, gewöhnlich aber mit einem Benzin- oder Petroleumlappen abgerieben werden.

Alle Schrauben, die blanke, stromführende Teile zusammenhalten, ebenso die Bleistöpsel, sind von Zeit zu Zeit vorsichtig nachzuziehen.

Das Reinigen der Apparate soll möglichst nicht während des Betriebes stattfinden.

Das Umlegen von Schalthebeln, das Unterbrechen der Ausschalter und Hahnfassungen hat rasch zu erfolgen. Unnützes Spielen an diesen Apparaten ist verboten.

Bei Zzellenschaltern ist darauf zu achten, daß der Kontaktschlitten nicht gleichzeitig auf zwei Schleifflächen stehen bleibt. Man erkennt dies daran, daß der Arretierstift eingescchnappt ist und eine weitere Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Schleifkontaktes nicht gestattet.

Bei den Apparaten mit Federn, namentlich bei den selbsttätigen Ausschaltern, sind diese Federn öfters auf ihre Wirksamkeit zu prüfen.

Bei Transport von Bogenlampen fasse man dieselben nur an den festen Teilen an.

Vor dem Einsetzen neuer Kohlen müssen die Lampen ausgeschaltet und gereinigt werden. Zum Reinigen der Kohlenhalter und der Führungen verwende man einen Staubpinsel und einen etwas mit Benzin angefeuchteten, weichen Lappen, keinesfalls aber Putzwolle. Zahnstangen oder Transportketten müssen beim Einsetzen neuer Kohlen vor dem Hochschieben sorgfältig abgestaubt werden, damit der Schmutz nicht durch Zahnstange oder Kette in das Uhrwerk der Kette gelangen kann.

Die Kohlenhalter dürfen nicht mit Gewalt in die Höhe geschoben werden; beim Herausziehen der Kohlenreste sind die Kohlenhalter festzuhalten.

Beim Einsetzen neuer Kohlen ist in den oberen Halter die Dochkohle, in den unteren die homogene Kohle einzuführen und darauf zu achten, daß sich die Kohlen einander genau gegenüberstehen. Die Kohlen dürfen nur so lang sein, daß sich die Spitzen auf mindestens 4 mm voneinander entfernen lassen. Nach dem Einsetzen werden die Kohlen ein wenig gegeneinander gerieben, so daß sich ihre Spitzen berühren.

Werden Kohlen verwendet, welche schon einmal gebrannt haben, so ist darauf zu achten, daß dieselben bei zwei in ein und demselben Stromkreis brennenden Lampen gleich lang sind. Kohlenreste unter 5 cm Länge sollen überhaupt nicht verwendet werden.

Es ist darauf zu achten, daß die Lampen nicht mit falschen Kohlen brennen, was daran zu sehen ist, daß die größte Helligkeit nach oben abgegeben wird und sich an der unteren

Kohle eine Höhlung bildet, welche beim normalen Brennen an der oberen Kohle auftreten muß.

Das Herauf- und Herunterlassen hat langsam und bei ausgeschalteter Lampe zu geschehen. Die Aufzüge und Drahtseile sind jedes Vierteljahr auf ihren tadellosen Zustand zu revidieren, und ev. vorgefundene Mängel sind sofort abzustellen.

Beim Einschrauben von Glühlampen in die Fassungen sind dieselben nicht mit Gewalt einzupressen, sondern dem Gefühl nach hinreichend fest einzuschrauben.

Das Ausschalten von Lampen durch Lockern derselben in der Fassung ist unstatthaft. Hierzu dienen die Hahnfassungen oder besondere Ausschalter.

Beim Reinigen der Lampen sind dieselben nicht abzuwaschen, sondern nur mit einem weichen, trockenen Lappen abzureiben.

In unmittelbare Berührung mit brennbaren Stoffen dürfen die Lampen nicht gebracht werden.

Glühlampen dürfen durch solche von größerer Lichtstärke nur dann ersetzt werden, wenn die Leitungen für den hierfür erforderlichen stärkeren Strom genügen.

Das Auswechselln von Fassungen soll stets bei geöffnetem Stromkreise am Ausschalter oder Bleistöpsel geschehen. Der Draht ist bei der Einführung in dem Nippel sorgfältig zu isolieren. Die untergeklemmten Drahtenden dürfen nicht unter den Anschlußschrauben herausragen.

Verlöscht eine Glühlampe, so ist zuerst nachzusehen, ob sich dieselbe in der Fassung gelockert oder ob der Kohlenfaden derselben durchgebrannt ist.

Ist dies nicht der Fall, so sieht man nach, ob die benachbarten Lampen ebenfalls nicht funktionieren. Es ist in diesem Falle der Stöpsel der zugehörigen Sicherung gelockert oder durchgebrannt oder sonst die Leitung unterbrochen. Der Bleistöpsel muß dann durch einen neuen ersetzt werden, welcher für dieselbe Stromstärke wie der frühere gestempelt sein muß. Erstreckt sich das Nichtfunktionieren auf eine größere Lampengruppe, so ist die Hauptsicherung nachzusehen.

Schmilzt der neu eingesetzte Bleistöpsel schnell wieder durch, so ist zu vermuten, daß ein Teil der betreffenden Leitung oder ein Ausschalter in derselben oder eine Lampenfassung Kurzschluß hat. In solchem Falle muß eine genaue Kontrolle dieser Teile vorgenommen und dem Mangel sofort abgeholfen werden.

Die Leitungen sind nie unnötig zu berühren, namentlich nicht mit metallischen Teilen.

Das Einschlagen von Nägeln in der Nähe von Leitungen darf nur mit großer Vorsicht geschehen, da sonst leicht Beschädigungen, Kurz- und Erdschlüsse entstehen können.

Beim Reinigen der Decke und Wände sollen die Leitungen nicht befeuchtet werden.

Das Leitungsnetz ist mindestens zweimal monatlich zu prüfen und sind alle Unregelmäßigkeiten sofort zu entfernen. Insbesondere sind Lockerungen der Bleistöpsel, des Befestigungsmaterials, das Herunterhängen von Drähten usw. zu beseitigen.

Bei kleineren Änderungen, Anschluß von Lampen usw. sind die Verbindungen der Drähte nur durch Lötung herzustellen; jedoch darf Löt säure nicht verwendet werden, sondern nur säurefreies Löt wasser, Stearin oder Kolophonium. Die Lötstellen sind sorgfältig zu isolieren.

Untersuchungen an Leitungen, insbesondere Veränderungen an denselben, sind ausschließlich von den damit vertrauten Leuten vorzunehmen.

VII. Teil.

Vorsichtsbedingungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen.

(Aufgestellt vom Verbands Deutscher Privat-
Feuerversicherungs - Gesellschaften.)

Betriebsanlagen. Dynamomaschinen und Elektromotoren dürfen nur in Räumen aufgestellt werden, in denen eine Explosion durch Entzündung von Gasen, Staub oder Fasern ausgeschlossen ist.

Dynamomaschinen und Elektromotoren sind derart aufzustellen, daß etwaige Feuererscheinungen im Anker oder am Kollektor keine Entzündung hervorrufen können.

Stromführende Apparate sind von entzündlichen Gegenständen durch feuersichere Zwischenanlagen zu trennen.

In Akkumulatorenräumen darf keine andere als elektrische Glühlichtbeleuchtung stattfinden, und während der Ladung dürfen darin brennende oder glühende Gegenstände nicht geduldet werden.

Leitungen. Leitungen müssen an gefährdeten Stellen vor Verletzung geschützt sein. Holzleisten müssen in einem fäulnisverbindernden Stoffe vollständig getränkt sein und dürfen nur in dauernd trockenen Räumen verlegt werden.

Blanke Leitungen sind nur außerhalb von Gebäuden und in feuersicheren Räumen ohne brennbaren Inhalt, soweit sie vor Beschädigungen oder zufälliger Berührung gesichert sind, ferner in Maschinen- oder Akkumulatorenräumen, welche nur dem Bedienungspersonal zugänglich sind, gestattet. In allen anderen Räumen sind nur isolierte Leitungen zulässig.

Die Entfernungen zwischen blanken Leitungen, welche verschiedene Spannung haben, sollen mindestens $2\frac{1}{2}$ cm betragen. Leitungen, welche auf ihrer ganzen Länge durch isolierende Befestigungen gehalten sind, dürfen so dicht nebeneinander gelegt werden, als es die isolierende Zwischenlage gestattet. Die Anwendung von Zwillingsleitungen, welche mit einer kräftigen Umhüllung versehen sind, ist zulässig.

Verbindungen zwischen zwei Leitungen dürfen nur durch Verlöten oder eine dem Verlöten gleichwertige Verbindungsart hergestellt werden und sind bei isolierten Leitungen mindestens ebenso gut zu isolieren wie die Leitungen selbst. Verbindungen zwischen Leitungen und Apparaten dürfen nur durch Verschraubung oder Verlöten hergestellt sein. Abzweigstellen müssen durch feste Unterstützungen von Zug entlastet sein.

Leitungen dürfen nicht zur Aufhängung benutzt werden, sondern müssen durch besondere Aufhängevorrichtungen, welche jederzeit kontrollierbar sind, entlastet sein. Für Bogenlampenleitungen sind Ausnahmen gestattet.

Die höchstzulässige Stromstärke für Draht und Kabel aus Leitungskupfer ist für Querschnitte

bis	5 mm ²	5	Ämpere	pro	1	qmm
„	10	„	4	„	„	1
„	50	„	3	„	„	1
über	50	„	2	„	„	1

Der geringstzulässige Kupferquerschnitt ist $\frac{3}{4}$ qmm.

Sicherungen. Sämtliche Leitungen müssen zweipolig gesichert sein.

Sicherungen müssen den Strom unterbrechen, sobald die Stromstärke das Doppelte des Normalen überschritten hat.

Auf den Sicherungen und den Sockeln derselben muß die normale Stromstärke, welche dieselben durchfließen soll, angegeben sein. Sicherungen sollen tunlichst derart konstruiert sein, daß das Einsetzen falscher Sicherungen verhindert wird.

An jeder Stelle, an welcher sich der Querschnitt der Leitungen verringert, muß eine Sicherung eingeschaltet sein; ist die Anbringung derselben unmittelbar an den Abzweigstellen der Leitung nicht angängig, so muß die von den Abzweigstellen nach der Sicherung führende Leitung von dem gleichen Querschnitte sein wie derjenige der Leitung, von welcher die zu sichernde Leitung abzweigt. Ist in letzterem Falle eine Leitung von solchem Querschnitte an der Sicherung nicht verwendbar, so soll es gestattet sein, dieselbe von kleinerem Querschnitte zu wählen, jedoch nicht unter der Hälfte des Querschnittes. Einzelne Lampenleitungen dürfen mit einer gemeinsamen Sicherung versehen sein, falls die gesamte Stromstärke dieser Leitungen 5 Amp. nicht überschreitet. Zwillingsleitungen und bewegliche Leitungen müssen jedoch jede einzeln gesichert sein.

Apparate. Die stromführenden Teile sämtlicher in eine Leitung eingeschalteten Apparate müssen von feuersicheren Hüllen so weit umgeben sein, daß sie sowohl vor Berührung durch Unbefugte geschützt, als auch von brennbaren Gegenständen feuersicher getrennt sind.

In Räumen, in denen eine Explosion durch Entzündung von Gasen, Staub oder Fasern stattfinden kann, dürfen Apparate, in welchen eine Erhitzung oder eine Stromunterbrechung möglich ist, nicht angebracht werden.

Sämtliche Apparate müssen mindestens ebenso sorgfältig von der Erde isoliert sein wie die in betreffenden Räumen verlegten Leitungen. Lampenträger sollen tunlichst von der Erde isoliert sein.

Apparate, welche zur Stromunterbrechung dienen, müssen derart eingerichtet sein, daß die Stromunterbrechung selbsttätig rasch erfolgt und daß dabei ein Stehenbleiben der Ausschaltkontakte in einer anderen als in der Ausschaltelage ausgeschlossen ist.

Glühlampen. Glühlampen dürfen in Räumen, in denen eine Explosion durch Entzündung von Gasen, Staub oder Fasern stattfinden kann, nur mit dichtschießenden Über-glocken, welche auch die Fassungen einschließen, verwendet werden.

Glühlampen, welche mit entzündlichen Stoffen in Berührung kommen können, müssen mit Schalen, Glocken oder Drahtgittern versehen sein, durch welche die unmittelbare Berührung der Lampen mit entzündlichen Stoffen verhindert wird.

Bogenlampen. Bogenlampen dürfen in Räumen, in denen eine Explosion durch Entzündung von Gasen, Staub oder Fasern stattfinden kann, nicht verwendet werden.

Bogenlampen müssen mit Glocken und mit dichtschießenden Aschentellern versehen sein.

Prüfung und Revision. Neuanlagen sind bei Inbetriebsetzung durch Sachverständige zu prüfen. Alle Anlagen sind in der Regel jährlich mindestens einmal zu revidieren. Diese Prüfung resp. Revision hat sich insbesondere dahin zu richten, ob die betreffende elektrische Anlage obigen Bedingungen entspricht.

VIII. Teil.

Wiederbelebung der vom elektrischen Strom Getroffenen.

Die Wiederbelebungsversuche bei von elektrischem Strom Getroffenen sind genau die gleichen wie die allgemein bekannten, die man bei Ertrunkenen anstellt. Sie beruhen darauf, daß man die ausgesetzte Atmung künstlich wieder einzuleiten sucht. Es ist in einem solchen Falle folgendermaßen zu verfahren:

1. Alle den Körper des Verunglückten beengenden Kleidungsstücke sind zu öffnen.
2. Man lege den Verunglückten auf den Rücken und bringe ein Polster aus zusammengelegten Kleidungsstücken unter die Schultern. Das Polster muß so groß sein, daß das Rückgrat gestützt wird, der Kopf dagegen frei nach hinten überhängt.
3. Man öffne den Mund des Verunglückten evtl. durch seitliches Einschieben eines Holzkeiles zwischen die Zähne, ziehe die Zunge mit einem Tuche hervor und binde sie über die Unterlippe mittels eines schmalen Tuches fest, das man im Nacken knotet. (In den auf den Zehen befindlichen Anleitungen ist diese wichtige Maßregel meist nicht enthalten; sie ist nötig, weil sonst die schlaff gewordene, zurückgefallene Zunge die Luftrohre verschließt und so eine Atmung unmöglich macht.)
4. Nun knie man hinter den Kopf des Betäubten nieder, das Gesicht ihm zugewandt, ergreife beide Arme unterhalb der Ellenbogen und ziehe sie über seinen Kopf hinweg, so daß man sie fast zusammenbringt. In dieser Einatmungslage sind die Arme 2 bis 3 Sekunden lang festzuhalten, dann bewege man sie abwärts, beuge sie und presse die Ellenbogen mit dem eigenen Körpergewicht fest gegen die Brustseite des Betäubten. In dieser Ausatmungslage sind die Arme ebenfalls 2 bis

3 Sekunden lang festzuhalten. Sodann zieht man die Arme wieder über den Kopf hinweg usw. Man wiederhole das Ausstrecken und Anpressen der Arme möglichst regelmäßig und ohne Übereilung, etwa 15 mal in der Minute. Sind zwei Helfer vorhanden, können die Versuche derart ausgeführt werden, daß jeder einen Arm ergreift und beide gleichzeitig auf das Kommando 1, 2—3, 4 die Bewegungen machen.

IX. Teil.

Praktische Verfahren und Rezepte.

Festbrennen der Hahnkegel bei Probier- und Wasserstandshähnen usw. wird verhütet, wenn man die Kegel mit folgender Schmiere einreibt: 100 Wachs, 50 Kautschuk, 200 Unschlitt zusammengeschmolzen und dann etwas Graphitpulver zugesetzt. Die Schmiere ist vor dem Auftragen etwas anzuwärmen.

Lösen festsitzender Holzschrauben. Man bringe ein glühendes Eisen dicht in die Nähe der Schrauben oder lege es auf die Schraubenköpfe. Dadurch trocknet das Holz stark aus und die Schrauben werden locker.

Bohren gehärteter Stahlstücke kann mittels gewöhnlicher Spitzbohrer geschehen, die man in rotwarmem Zustande mit der Spitze in Quecksilber taucht und dann in Wasser ganz abkühlt, ohne den Stahl anzulassen.

Überziehen der Riemscheibenwölbungen mit Papier zur Erhöhung der Anhaftungskraft. Die Wölbung wird, nachdem dieselbe mit einer groben Schrotfeile gleichmäßig aufgeraut ist, mit einer Lösung, bestehend aus $\frac{1}{5}$ Salpetersäure, $\frac{4}{5}$ Wasser, etwa 3 mal bestrichen und dann mit kochendem Wasser abgewaschen. Nachdem die Scheibe etwas angewärmt ist, wird der Umfang mit gutem Tischlerleim, dem 1 bis 2 Eßlöffel Gerbsäure zugesetzt ist, bestrichen, desgleichen das vorher passend beschnittene und angefeuchtete Papier (kräftiges Manilapapier). Während des Trocknens schrumpft das Papier zusammen und schmiegt sich unlöslich dem Scheibenumfang an. Nach etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Jahren muß der Papierüberzug erneuert werden.

Fensteranstrich zur Abhaltung der Sonnenstrahlen. Man streicht die Scheiben auf der inneren Seite mit einer dünnflüssigen Mischung von Schlämmkreide und Milch an, und zwar in solch dünner Schicht, daß die Umrisse der außenstehenden Gebäude usw. noch erkannt werden. Der Anstrich sitzt genügend fest auf dem Glase, kann jedoch, sobald wieder mehr Licht wünschenswert ist, leicht mit Wasser entfernt werden.

Rostschutzmittel bildet ein dünner Anstrich mit einer Mischung, bestehend aus 50 Wachs auf 1 Lanolin, geschmolzen oder mit Terpentin verdünnt aufgetragen.

Konservierung von Hanfseilen. Auf je 1 l Wasser werden 100 g Seife gelöst und dann das trockene Seil durchgezogen, worauf es getrocknet wird; dann folgt ein Anstrich von dünnem heißen Teer und Trocknung an der Luft. — Auf je 1 l Wasser werden 150 g Kupfersulfat (Kupfervitriol) gelöst und das trockene Seil etwa 4 Tage in dieser Lösung gehalten. Ein Anstrich von dünnem heißen Teer vollendet den Prozeß, nach welchem das Seil noch zum Trocknen der Luft ausgesetzt wird.

Anstrich zur Erkennung warmlaufender Lager u. dgl. Das Doppelsalz von Quecksilberjodid und Kupferjodür, $\text{Hg}_2\text{Cu}_2\text{J}_4$, hat für gewöhnlich eine rötliche Farbe, die aber sofort in Schwarz übergeht, wenn die Temperatur auf 60 bis 65° steigt. Infolge dieser Eigenschaft kann obige Verbindung als sicheres und billiges Kennzeichen warmlaufender Maschinenteile benutzt werden, indem man die letzteren ganz oder teilweise mit diesem Doppelsalz anstreicht. Die Veränderung in der Farbe des Anstrichs fällt schon scharf ins Auge, sobald die betreffenden Teile gut „handwarm“ geworden sind.

Glattes Abschneiden von Wasserstandsgläsern ohne Diamant. Das Glasrohr wird mittels einer sog. Sägenfeile oder dreikantigen Schlichtfeile an einer Stelle (nicht rundum) angefeilt, das Rohr dann, solange die angefeilte Stelle noch warm ist, so in beide Hände genommen, daß die Daumen der eingefeilten Stelle gerade gegenüber das Glas berühren und die Zeigefinger auf der Seite rechts und links derselben liegen, erfolgt nun ein kleiner Druck der Daumen auf das Glas bzw. gegen die Zeigefinger, so bricht das Rohr an dieser Stelle leicht und glatt ab; ein Zersplittern kommt nicht vor.

Tabelle 3.

Vergleichung der Temperaturskalen Celsius, Réaumur und Fahrenheit.

° C	° R	° F	° C	° R	° F	° C	° R	° F
— 30	— 24,0	— 22,0	+ 14	11,2	57,2	+ 58	46,4	136,4
— 29	— 23,2	— 20,2	15	12,0	59,0	59	47,2	138,2
— 28	— 22,4	— 18,4	16	12,8	60,8	+ 60	48,0	140,0
— 27	— 21,6	— 16,6	17	13,6	62,6	61	48,8	141,8
— 26	— 20,8	— 14,8	18	14,4	64,4	62	49,6	143,6
— 25	— 20,0	— 13,0	19	15,2	66,2	63	50,4	145,4
— 24	— 19,2	— 11,2	+ 20	16,0	68,0	64	51,2	147,2
— 23	— 18,4	— 9,4	21	16,8	69,8	65	52,0	149,0
— 22	— 17,6	— 7,6	22	17,6	71,6	66	52,8	150,8
— 21	— 16,8	— 5,8	23	18,4	73,4	67	53,6	152,6
— 20	— 16,0	— 4,0	24	19,2	75,2	68	54,4	154,4
— 19	— 15,2	— 2,2	25	20,0	77,0	69	55,2	156,2
— 18	— 14,4	— 0,4	26	20,8	78,8	+ 70	56,0	158,0
— 17	— 13,6	1,4	27	21,6	80,6	71	56,8	159,8
— 16	— 12,8	3,2	28	22,4	82,4	72	57,6	161,6
— 15	— 12,0	5,0	29	23,2	84,2	73	58,4	163,4
— 14	— 11,2	6,8	+ 30	24,0	86,0	74	59,2	165,2
— 13	— 10,4	8,6	31	24,8	87,8	75	60,0	167,0
— 12	— 9,6	10,4	32	25,6	89,6	76	60,8	168,8
— 11	— 8,8	12,2	33	26,4	91,4	77	61,6	170,6
— 10	— 8,0	14,0	34	27,2	93,2	78	62,4	172,4
— 9	— 7,2	15,8	35	28,0	95,0	79	63,2	174,2
— 8	— 6,4	17,6	36	28,8	96,8	+ 80	64,0	176,0
— 7	— 5,6	19,4	37	29,6	98,6	81	64,8	177,8
— 6	— 4,8	21,2	38	30,4	100,4	82	65,6	179,6
— 5	— 4,0	23,0	39	31,2	102,2	83	66,4	181,4
— 4	— 3,2	24,8	+ 40	32,0	104,0	84	67,2	183,2
— 3	— 2,4	26,6	41	32,8	105,8	85	68,0	185,0
— 2	— 1,6	28,4	42	33,6	107,6	86	68,8	186,8
— 1	— 0,8	30,2	43	34,4	109,4	87	69,6	188,6
0	0,0	32,0	44	35,2	111,2	88	70,4	190,4
+ 1	+ 0,8	33,8	45	36,0	113,0	89	71,2	192,2
2	1,6	35,6	46	36,8	114,8	+ 90	72,0	194,0
3	2,4	37,4	47	37,6	116,6	91	72,8	195,8
4	3,2	39,2	48	38,4	118,4	92	73,6	197,6
5	4,0	41,0	49	39,2	120,2	93	74,4	199,4
6	4,8	42,8	+ 50	40,0	122,0	94	75,2	201,2
7	5,6	44,6	51	40,8	123,8	95	76,0	203,0
8	6,4	46,4	52	41,6	125,6	96	76,8	204,8
9	7,2	48,2	53	42,4	127,4	97	77,6	206,6
10	8,0	50,0	54	43,2	129,2	98	78,4	208,4
11	8,8	51,8	55	44,0	131,0	99	79,2	210,2
12	9,6	53,6	56	44,8	132,8	+ 100	80,0	212,0
13	10,4	55,4	57	45,6	134,6			

$$0^{\circ} \text{ C} = 0,0^{\circ} \text{ R} = 32,0^{\circ} \text{ F.}$$

Tabelle 4.

Drücke der Manometer der 3 Kältemedien, welche den Temperaturen des ablaufenden Kühlwassers entsprechen.

Beträgt die Temperatur des ablaufenden Kühlwassers			so zeigt das Druckmanometer während der Arbeit der Maschine Atm. Überdruck		
° C	° R	° F	SO ₂	NH ₃	CO ₂
+ 15	+ 12,0	+ 59,0	2,30	7,79	57,10
16	12,8	60,8	2,4	8,09	58,55
17	13,6	62,6	2,5	8,40	60,00
18	14,4	64,4	2,65	8,70	61,45
19	15,2	66,2	2,75	9,00	62,90
20	16,0	68,0	2,95	9,31	64,40
21	16,8	69,8	3,05	9,65	65,94
22	17,2	71,6	3,2	9,99	67,48
23	18,4	73,4	3,3	10,33	69,02
24	19,2	75,2	3,45	10,67	70,56
25	20,0	77,0	3,65	11,01	72,1
26	20,8	78,8	3,75	11,39	73,7
27	21,6	80,6	3,9	11,77	74,3 ¹⁾
28	22,4	82,4	4,05	12,15	
29	23,2	84,2	4,2	12,53	
30	24,0	86,0	4,4	12,91	
31	24,8	78,8	4,55	13,33	
32	25,6	89,6	4,75	13,75	
33	26,4	91,4	4,95	14,17	
34	27,2	93,2	5,1	14,59	
35	28,0	95,0	5,35	15,01	

¹⁾ Kritischer Druck der CO₂ = 74,3 Atm. bei + 31,35° C kritischer Temperatur.

Tabelle 5.

Tabelle des Wasserdampfgewichtes, welches ein Kubikmeter gesättigter Luft bei folgenden Temperaturen enthält.

Grade	Gramme	Grade	Gramme	Grade	Gramme	Grade	Gramme
10	2,156	+	7,732	+	21,578	+	53,274
9	2,339	8	8,243	25	22,830	42	55,989
8	2,537	9	8,784	26	24,143	43	58,820
7	2,751	10	9,356	27	25,524	44	61,772
6	2,984	11	9,961	28	26,970	45	64,848
5	3,238	12	10,600	29	28,488	46	68,056
4	3,513	13	11,276	30	30,078	47	71,395
3	3,889	14	11,987	31	31,744	48	74,871
2	4,135	15	12,739	32	33,490	49	78,491
1	4,487	16	13,531	33	35,317	50	82,257
0	4,868	17	14,367	34	37,229	51	86,173
+	5,209	18	15,246	35	39,286	52	90,247
+	5,570	19	16,172	36	41,322	53	94,483
+	5,953	20	17,148	37	43,508	54	98,883
+	6,359	21	18,191	38	45,593	55	103,453
+	6,790	22	19,252	39	48,181	56	108,200
+	7,246	23	20,386	40	50,672	57	113,130

Beispiel: Zeigt der Hygrograph bei einer Temperatur von $+15^{\circ}$ 60% an, so findet man in der Tafel für 15° 12,739 g, hiervon nimmt man 60%, also $0,6 \times 12,739 =$ Gramm Wasserdampf enthält 1 cbm dieser Luft.

Kranke Kältemaschinen

behandelt und untersucht

Obering. Ed. Reif

Sachverständiger für Kältetechnik

Düsseldorf 88

Fernsprecher 32432

★

Verfasser der Literatur-Werke:

1. Kühlmaschinen und Kühleinrichtungen für Kriegs- und Handelsschiffe
2. Störungen an Kältemaschinen (II. Auflage)
3. Kleinkältemaschinen für Gewerbe und Haus

★

Ingenieur-Büro

für Projektierungen, Bau- und Montageleitungen, Revisionen,
Abnahme-Versuche, Taxationen, private und
gerichtliche Gutachten

Modernisierung älterer Kältemaschinen-Anlagen

★

Auskunfts- und Beratungsstelle

I a Referenzen

30jährige Erfahrung

Wärme- und Kälteschutz
durch
Torfoleum-Platten

bei Isolierung von Industrie-Anlagen,

Kühl-Anlagen

Kühl-Waggon, Kühl-Schiffen

u. s. w.

★

In der Praxis
glänzend bewährt.
Durch die Wissenschaft bestens beurteilt.
Von der Fachtechnik vielseitig
empfohlen.

★



Kostenlose fachmännische Beratung durch

Torfoleum-Werke

Eduard Dyckerhoff

Poggenhagen 220 bei Neustadt

am Rügenberge.

Siro-Kondensatoren

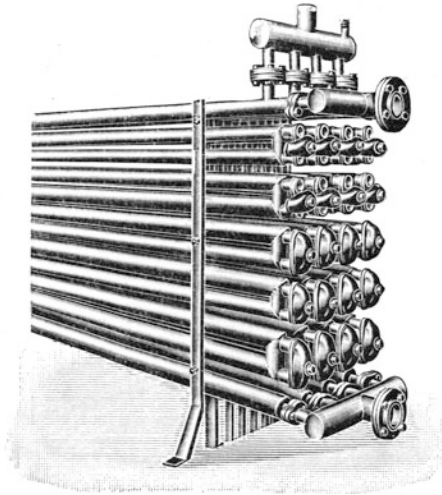
mehrere D. R. P.

für alle Kältemedien

Größte Wärmeübertragung bis zu den höchsten Leistungen

Geringer Preis

Innenrohre können
mit Kupfer ausgefüllt werden
D. R. G. M.



Bequeme
Reinigungsmöglichkeit

Siro-Sole-Verdampfer

mehrere D. R. P.

**nach dem Gegenstrom-Gleichstrom-
Prinzip**

Kürzeste Lieferzeit

Verlangen Sie Prospekte und Kostenanschläge

Dr.-Ing. Siller & Rodenkirchen

G. m. b. H.

Rodenkirchen bei Köln

Telegramm-Adresse: Sirowerk, Rodenkirchenhein

Fernsprecher: Ulrich 680 u. 1000

SCHLÜTER & GSELL

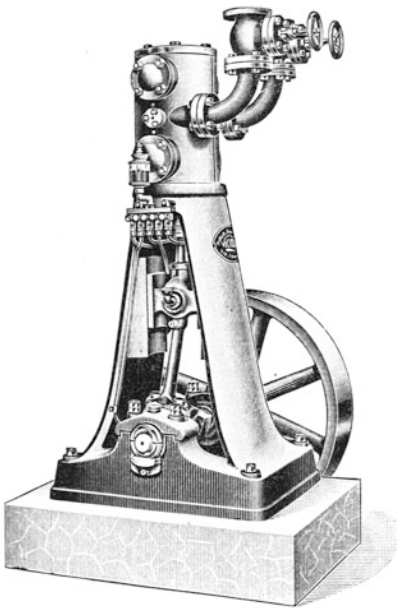
G. m. b. H.

DÜSSELDORF 22 e

*

Ältestes Fachgeschäft
für kleine und mittlere

Kältemaschinen



*

Höchste
überhaupt
mögliche
Betriebs-
sicherheit.

*

Gegen 2000 Anlagen ausgeführt!

Eis und Kälte durch Abdampf.

Die Vorteile

der Kälteerzeugung durch
bisher unausgenutzten Abdampf liegen
nicht nur in den bekanntlich unerreichbar billigen
Betriebskosten, sondern auch in der einfachen Hand-
habung der Apparatur, da die Abdampfkälte-
maschine außer einer kleinen Flüssig-
keitspumpe keine beweg-
lichen Teile
hat.

C. Senssenbrenner, G. m. b. H.

Maschinenfabrik

Düsseldorf-Oberkassel B 3

Schutzmasken



Für die
Kälte-Industrie

Deutsche Gasglühlicht-
Auer-Gesellschaft m. b. H.

Abt. C. – Berlin O 17

Ehrenbergstraße 11/14

Maschinenfabrik Stein
G. m. b. H.
Cannstatt (Württ.)

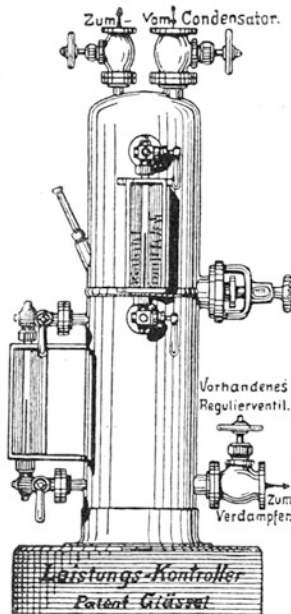
Eis- und Kälte-Anlagen

für Brauereien, Kühlhäuser, Schlachthöfe,
 Chemische Fabriken, Markthallen,
 Milchkühlanlagen usw.

Ammoniak-Kompressoren
Entlüftungs-Apparate D. R. P. a.

Über-
 hitzungs-
 Ein-
 richtungen
 ohne
 Pumpe

Leistungs-
 Kontroller



Auto-
 matische
 Zylinder-
 schmierung
 mit Öl-
 scheidung

Patent
 Glässel

Reinhartin

die neue Sole für

Eis-, Kühl- u. Gefrieranlagen

Patentiert in allen Kulturstaaten



**Kein Metallangriff!
Kein Ausfallen unlöslicher
Salzkristalle / Keine Ver-
stärkung der Sole durch
Zuführung neuer Salze
erforderlich / Vorzügliche
thermische Eigenschaften
Ermöglicht Tiefkühlung
bis 48° C unter Null**



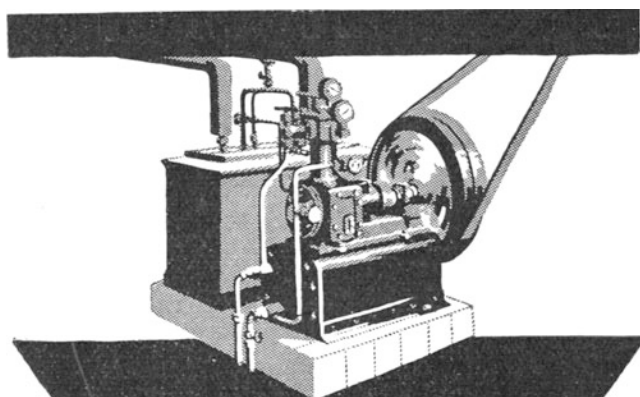
Verlangen Sie sofort Prospekte und Gutachten!

Stratmann & Werner
Chemische Fabrik

Blücherstraße 41 **Leipzig** Blücherstraße 41

Telegramm-Adresse: Reinhartinwerk

Telephon: 25023 u. 26928



**LINDE'S
KLEIN-KÄLTE
MASCHINEN**

**GESELLSCHAFT · FÜR · LINDE'S
EISMASCHINEN · A · G ·
-STAMMHAUS- ZWEIGNIEDERLASSUNG
-WIESBADEN- MASCHINENFABRIK SÜRTH**

Gebrüder Weissbach

Chemnitz



**Fernruf
542, 543, 6489**

**Eis- und
Kälte-Maschinen-
anlagen**

**nach dem Ammoniak- u. Kohlen-
säure-System für alle Zwecke**

**Hochdruckrohrleitungen
Zentralheizungen
Abwärmeverwertung
Röhrenwerk, Kupfer-
schmiede und Apparatebau
Kesselbau
Waagenfabrik**

Korkstein-Materialien
für
Kälte-Isolierungen

durch



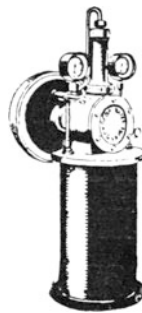
Telegramme: Korksteinwerk Branderbisdorf in Sachsen
Telephon: 85 Brand-Erbisdorf in Sachsen

„Bavaria“

KLEIN-KÄLTEMASCHINEN

*
Einfachste
Bedienung

*
Größte
Betriebssicherheit

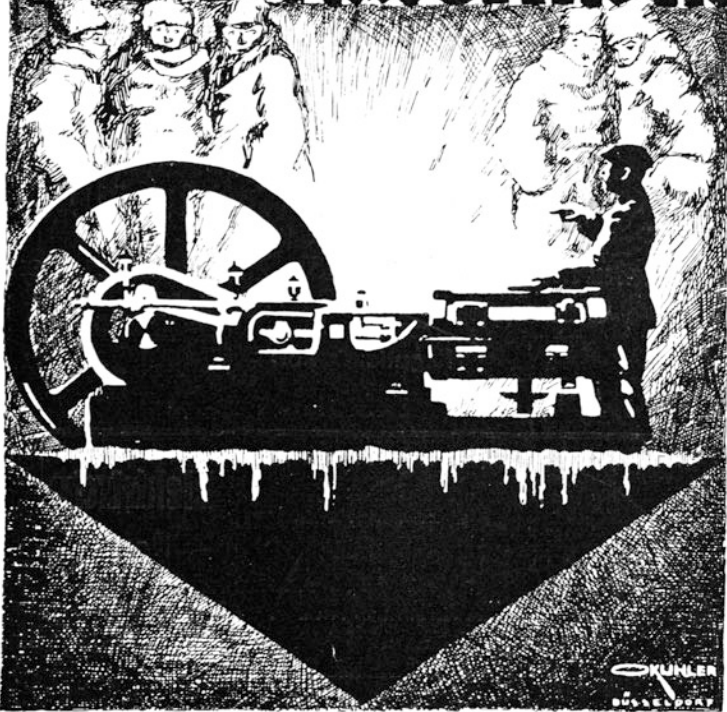


*
Geringer
Kraftverbrauch

*
Ruhiger Gang
Geringer Platzbedarf

Gebrüder Bayer, Augsburg 155

HUMBOLDT KÄLTE-MASCHINEN



EISFABRIKEN · SCHLACHTHOF · KÜHLANLAGEN
VOLLSTÄNDIGE EINRICHTUNGEN FÜR KÜHL-
UND GEFRIERHÄUSER · KÄLTEMASCHINEN
FÜR KLEINBETRIEBE
MASCHINENBAUANSTALT
HUMBOLDT
KÖLN & KALK

Armaturen für Kälteanlagen

in erprobter Qualität liefert:



C·A·CALLM

Halle a/S Fernspr. 5755/56
Postfach 123.



Neu!




Neu!



Armaturen für
Ganz aus

Klein-Eismaschinen
Flußstahl.

Regulierstation



**Elektrische
Fern-
thermometer**

und

Pyrometer

für Temperaturen
von -250° bis
 $+1600^{\circ}$ C

Keiser & Schmidt, Charlottenburg,
Charlottenburger Ufer 53—54

Wir liefern seit 40 Jahren

Farben

für den Betrieb der Eismaschinen

*

Naufon

für den Generator und Kondensator

Rot, Weiss, Schwarz

*

Eiszellen-Farbe Frigidon

für die Kühlrohrleitungen

*

Rosenzweig & Baumann
Kassel

Eis-u. Kühlanlagen

jeder Größe und für alle

Zwecke

„GEKA“

Gesellschaft für Kälteanlagen

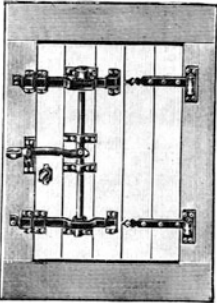
Schlebusch-Manfort bei Köln/Rhein

Karlsruhe/Baden

EISZELLEN
EISZELLENWAGEN
SCHMIEDEEISERNE RIPPENROHRE
als Spezialität
Fabrik für Brauerei- u. Kältemaschinen-Bedarf
ANTON HURTZ
Erkrath bei Düsseldorf

Ammoniak flüssig wasserfrei	Kohlensäure flüssig wasserfrei
Für Kühlanlagen — garantiert rein	
Gewerkschaft Wahle I, Vilbel b. Frankfurt a. M.	

C. vom Baur, Velbert (Rhd.)
 Schloß- und Beschlägefabrik
 SPEZIALITÄT:
Kühlhaus
 und Eisschrankbeschläge
 jeder Art
Kühlhausschloß „Triumph“
 D. R. P.
Kühlhausverschluß „Ideal“
 D. R. G. M.



Verlag von Otto Spamer
 in Leipzig

Entropie
des Wasserdampfes
 in elementarer Ableitung

Von
Fritz Bürk

*

Mit 11 Figuren
 und 4 Tabellen im Text

*

Geheftet 2.— Goldmark
 Gebunden 2.60 Goldmark

Heinrich Braun & Co.

Düsseldorf

Schließfach 366 * Fernsprecher 10448

Isolierungen für Wärme- u. Kälteschutz

Ausführung
sämtlicher vorkommenden Isolierarbeiten
durch geschulte Facharbeiter

Ia Referenzen



Manometer

für alle Systeme
und deren

Reparaturen

Vollkommen gasdicht
und gegen
Flüssigkeitsschläge
gesichert

ROSENTHAL & SCHADE

DAMPFKESSELARMATUREN - FABRIK
BERLIN SW 68

KÜHLRAUMTÜREN

Der Winter ist gefangen hier,
Die Sonne lächt ihn aus.
Zu dicht schliesst Sterkel's Kühlraumtür,
Er kommt nicht mehr heraus.

KÜHLRAUMFENSTER



EISELLERLUKEN

liefert seit 20 Jahren als Spezialität
OTTO STERKEL, HOLZINDUSTRIE
RAVENSBURG I. WÜRTTB.

EISZELLEN

in jeder Ausführung und Größe



Zellenwagen Klareisflossen

liefert als Sonderheit

Ew. vom Hofe Nachf. Solingen

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG-REUDNITZ

MONOGRAPHIEN ZUR CHEMISCHEN APPARATUR

Herausgegeben von
Dr. A. J. Kieser

Heft 1: **Schröder, Hugo**, Die Schaumabscheider als Konstruktionsteile chemischer Apparate. Ihre Bauart, Arbeitsweise und Wirkung. Mit 86 Fig. im Text. Geh. Gm. 3.—

Chemiker-Zeitung: Verfasser bespricht an der Hand der Patentliteratur und seiner eigenen eingehenden Erfahrungen Einrichtung, Wirkung und Energieverbrauch solcher Abscheider sowie die theoretischen Grundlagen, die bei Beurteilung der einschlägigen Verhältnisse in Betracht kommen. Nach ausführlicher Prüfung zahlreicher Vorschläge und Konstruktionen kommt er zu dem Schlusse, daß allein jene Abscheider brauchbar und wirksam sind, die auf dem Prinzip der Fliehkraft beruhen und „die Erzeugung hinreichender Fliehkraft auch bei wechselnden Dampfmengen durch selbsttätige Einstellung gewährleisten“. Derlei Abscheider gibt es aber, wenn überhaupt, nur in ganz geringer Zahl und keineswegs in für alle Zwecke praktisch bewährter Ausführung, und es bleibt daher die dringende Aufgabe bestehen, in dieser Hinsicht Wandel und Besserung zu schaffen. Auf ihre Wichtigkeit hingewiesen zu haben, ist jedenfalls ein Verdienst des Verfassers.

Heft 2: **Jordan, Dr.-Ing. H.**, Die drehbare Trockentrommel für ununterbrochenen Betrieb. (Vergriffen!)

Heft 3: **Schröder, Hugo**, Die chemischen Apparate in ihrer Beziehung zur Dampffaßverordnung, zur Reichsgewerbeordnung und den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie. Eine gewerberechtliche Studie. Mit 1 Fig. im Text. Geh. Gm. 1.50

Zeitschrift für angewandte Chemie: . . . ein Führer durch den Irrgarten der bundesstaatlichen Verordnungen über die Einrichtung und den Betrieb von Dampffässern und als solcher sowohl für die chemische wie für die Apparatebau-Industrie ein unentbehrliches Hilfsmittel.

Heft 4: **Block, Berthold**, Die sieblose Schleuder zur Abscheidung von Sink- und Schwebestoffen aus Säften, Laugen, Milch, Blut, Serum, Lacken, Farben, Teer, Öl, Hefewürze, Papierstoff, Stärkemilch, Erzschlamm, Abwässern. Theoretische Grundlagen und praktische Ausführungen. Mit 131 Fig. im Text. Geh. Gm. 6.—, geb. Gm. 8.—

Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure: Das Werk von B. Block ist ein gutes Buch, das ich mit Wohlgefallen gelesen habe; denn es löst die Aufgabe, die es sich gestellt hat, die sieblose Schleuder darzustellen, klar und deutlich und, soweit ich urteilen kann, vollständig, so daß es vielen ein vortrefflicher Führer auf diesem Gebiet sein kann.

(E. Hausbrand.)

Die Sammlung wird fortgesetzt!

CHEMISCHE TECHNOLOGIE

IN EINZELDARSTELLUNGEN

Begründer:
Prof. Dr. Ferd. Fischer

Herausgeber:
Prof. Dr. Arthur Binz

Bisher erschienen folgende Bände:

Allgemeine chemische Technologie:

- Kolloidchemie.** Von Prof. Dr. Richard Zsigmondy, Dr.-Ing. h. c., Dr. med. h. c., Göttingen. Fünfte Auflage. I. Allgemeiner Teil. Geheftet Gm. 11.—, gebunden Gm. 13.50.
- Sicherheitseinrichtungen in chemischen Betrieben.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-Ing. Konrad Hartmann, Berlin. Mit 254 Abbildungen. Gebunden Gm. 17.—.
- Zerkleinerungsvorrichtungen und Mahlanlagen.** Von Ing. Carl Naske, Berlin. Dritte Auflage. Mit 415 Abbildungen. Geheftet Gm. 14.—, gebunden Gm. 16.—.
- Mischen, Rühren, Kneten.** Von Prof. Dr.-Ing. H. Fischer, Hannover. Zweite Auflage. Durchgesehen von Prof. Dr.-Ing. Alwin Nachtweh, Hannover. Mit 125 Figuren im Text. Geheftet Gm. 5.—, gebunden Gm. 7.—.
- Sulfurieren, Alkalischmelze der Sulfosäuren, Esterifizieren.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Wichelhaus, Berlin. Mit 32 Abbildungen und 1 Tafel. Vergriffen.
- Verdampfen und Verkochen.** Mit besonderer Berücksichtigung der Zuckerfabrikation. Von Ing. W. Greiner, Braunschweig. Zweite Auflage. Mit 28 Figuren im Text. Geheftet Gm. 6.—, gebunden Gm. 8.—.
- Filtern und Pressen zum Trennen von Flüssigkeiten und festen Stoffen.** Von Ingenieur F. A. Bühler. Zweite Auflage. Bearbeitet von Prof. Dr. Ernst Jänecke. Mit 339 Figuren im Text. Geheftet Gm. 7.—, gebunden Gm. 9.—.
- Die Materialbewegung in chemisch-technischen Betrieben.** Von Dipl.-Ing. C. Michenfelder. Mit 261 Abbildungen. Gebunden Gm. 15.—.
- Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken.** Mit besonderer Berücksichtigung der Abwärmeverwertung bei Wärmekraftmaschinen. Von Obering. V. Hüttig, Professor an der Technischen Hochschule Dresden. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 157 Figuren und 22 Zahlentafeln im Text und auf 6 Tafelbeilagen. Geheftet Gm. 20.—, gebunden Gm. 23.—.
- Reduktion und Hydrierung organischer Verbindungen.** Von Dr. Rudolf Bauer (†), München. Zum Druck fertiggestellt von Prof. Dr. H. Wieland, München. Mit 4 Abbildungen. Gebunden Gm. 18.—.
- Messung großer Gasmengen.** Von Ob.-Ing. L. Litinsky, Leipzig. Mit 138 Abbildungen, 37 Rechenbeispielen, 8 Tabellen im Text und auf 1 Tafel, sowie 13 Schaubildern und Rechentafeln. Geheftet Gm. 16.—, gebunden Gm. 18.—.

(4.20 Goldmark = 1 Dollar)

VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG-REUDNITZ

CHEMISCHE TECHNOLOGIE IN EINZELDARSTELLUNGEN

Begründer:
Prof. Dr. Ferd. Fischer

Herausgeber:
Prof. Dr. Arthur Binz

Bisher erschienen folgende Bände:

Spezielle chemische Technologie:

- Kraftgas, Theorie und Praxis der Vergasung fester Brennstoffe.** Von Prof. Dr. Ferd. Fischer. Zweite Auflage. Neu bearbeitet und ergänzt von Reg.-Rat Dr.-Ing. J. Gwosdz. Mit 245 Figuren im Text. Geheftet Gm. 12.—, gebunden Gm. 15.—.
- Das Acetylen, seine Eigenschaften, seine Herstellung und Verwendung.** Von Prof. Dr. J. H. Vogel, Berlin. Zweite Auflage. Mit 180 Abbildungen. Geheftet Gm. 14.—, gebunden Gm. 18.—.
- Die Schwelteere, ihre Gewinnung und Verarbeitung.** Von Dr. W. Scheithauer, Generaldirektor. Mit 70 Abbildungen. Zweite Auflage. Geheftet Gm. 12.—, gebunden Gm. 14.—.
- Die Schwefelrharbstoffe, ihre Herstellung und Verwendung.** Von Dr. Otto Lange, München. Zweite Auflage. Mit 26 Abbildungen. Geheftet Gm. 25.—, gebunden Gm. 28.—.
- Zink und Cadmium und ihre Gewinnung aus Erzen und Nebenprodukten.** Von R. G. Max Liebig, Hüttendirektor a. D. Mit 205 Abbildungen. Geheftet Gm. 26.—, gebunden Gm. 30.—.
- Das Wasser, seine Gewinnung, Verwendung und Beseitigung.** Von Prof. Dr. Ferd. Fischer, Göttingen-Homburg. Mit 111 Abbildungen. Gebunden Gm. 16.—.
- Chemische Technologie des Leuchtgases.** Von Dipl.-Ing. Dr. Karl Th. Volkmann. Mit 83 Abbildungen. Gebunden Gm. 8.—.
- Die Industrie der Ammoniak- und Cyanverbindungen.** Von Dr. F. Muhlert, Göttingen. Mit 54 Abbildungen. Gebunden Gm. 14.—.
- Die physikalischen und chemischen Grundlagen des Eisenhüttenwesens.** Von Prof. Walter Mathesius, Berlin. Zweite Auflage. Mit 39 Abbildungen und 118 Diagrammen. Geheftet Gm. 27.—, gebunden Gm. 30.—.
- Die Kaliohsalze, ihre Gewinnung und Verarbeitung.** Von Dr. W. Michels und C. Przybylla, Vienenburg. Mit 149 Abbildungen und einer Übersichtskarte. (Vergriffen. Neue Auflage in Vorbereitung.)
- Die Mineralfarben und die durch Mineralstoffe erzeugten Färbungen.** Von Prof. Dr. Friedr. Rose, Straßburg. Gebunden Gm. 20.—.
- Die neueren synthetischen Verfahren der Fettindustrie.** Von Professor Dr. J. Klimont, Wien. Zweite Auflage. Mit 43 Abbildungen. Geheftet Gm. 5.50, gebunden Gm. 7.50.
- Chemische Technologie der Legierungen.** Von Dr. P. Reinglaß. Die Legierungen mit Ausnahme der Eisen-Kohlenstofflegierungen. Mit zahlr. Tabellen und 212 Figuren im Text und auf 24 Tafeln. Gebunden Gm. 25.—.
- Der technisch-synthetische Campher.** Von Prof. Dr. J. M. Klimont, Wien. Mit 4 Abbildungen. Geheftet Gm. 5.—, gebunden Gm. 7.—.
- Die Luftstickstoffindustrie.** Mit besonderer Berücksichtigung der Gewinnung von Ammoniak und Salpetersäure. Von Dr.-Ing. Bruno Waeser. Mit 72 Figuren im Text und auf 1 Tafel. Geheftet Gm. 16.—, gebunden Gm. 20.—.
- Chemische Technologie des Steinkohlenteers.** Mit Berücksichtigung der Koksbereitung. Von Dr. R. Weißgerber, Duisburg. Geheftet Gm. 5.20, gebunden Gm. 7.30.

(4,20 Goldmark = 1 Dollar)

CHEMISCH-TECHNOLOGISCHES RECHNEN

Von

Prof. Dr. Ferdinand Fischer

Dritte Auflage, bearb. von Fr. Hartner

Mit 2 Diagrammen

Gehftet Gm. 2.50, kartoniert Gm. 3.—

Chemische Industrie: In bescheidenem Gewande tritt uns hier ein kleines Buch entgegen, dessen weite Verbreitung sehr zu wünschen wäre. . . Es wäre mit großer Freude zu begrüßen, wenn vorgerückte Studierende an Hand der zahlreichen und höchst mannigfaltigen, in diesem Buche gegebenen Beispiele sich im chemisch-technischen Rechnen üben wollten; derartige Tätigkeit würde ihnen später bei ihrer Lebensarbeit sehr zustatten kommen. — Aber nicht nur als Leitfaden beim akademischen Unterricht, sondern auch in den Betrieben der chemischen Fabriken könnte das angezeigte Werkchen eine nützliche Verwendung finden.

CHEMISCHE APPARATUR

Zeitschrift für die maschinellen und apparativen Hilfsmittel
der chemischen Technik

Schriftleitung: Zivilingenieur Berthold Block

Erscheint monatlich zweimal. Vierteljährlich Gm. 4.—

Für das Ausland Zuschlag für Porto usw.

Die „Chemische Apparatur“ bildet einen Sammelpunkt für alles Neue und Wichtige auf dem Gebiete der maschinellen und apparativen Hilfsmittel chemischer Fabrikbetriebe. Außer rein sachlichen Berichten und kritischen Beurteilungen bringt sie auch selbständige Anregungen auf diesem Gebiete. Die „Zeitschriften- und Patentschau“ mit ihren vielen Hunderten von Referaten und Abbildungen sowie die „Umschau“ und die „Berichte über Auslandpatente“ gestalten die Zeitschrift zu einem

Zentralblatt für das Grenzgebiet von Chemie und Ingenieurwissenschaft

FEUERUNGSTECHNIK

Zeitschrift für den Bau und Betrieb feuerungstechnischer Anlagen

Schriftleitung: Dipl.-Ingenieur Dr. P. Wangemann

Erscheint monatlich zweimal. Vierteljährlich Gm. 4.—

Für das Ausland Zuschlag für Porto usw.

Die „Feuerungstechnik“ soll eine Sammelstelle sein für alle technischen und wissenschaftlichen Fragen des Feuerungswesens, also: Brennstoffe (feste, flüssige, gasförmige), ihre Untersuchung und Beurteilung, Beförderung und Lagerung, Statistik, Entgasung, Vergasung, Verbrennung, Beheizung. — Bestimmt ist sie sowohl für den Konstrukteur und Fabrikanten feuerungstechnischer Anlagen als auch für den betriebsführenden Ingenieur, Chemiker und Besitzer solcher Anlagen.

Probenummern kostenlos vom Verlag

**EIS- u. KÜHL-
MASCHINEN/
EISZELLEN ★ EINZELTEILE/**



**A.FREUNDLICH
DÜSSELDORF 60**