

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 80 (1962)  
**Heft:** 41

**Artikel:** Zum Problem der Chlorverflüssigung  
**Autor:** Ostertag, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66246>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 06.07.2025

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

Schutze der Hilfsbrücken wird der Bodenaushub für die Baugrube des U-Bahn-Tunnels vorgenommen, der Tunnel betoniert und gegen Grundwasser abgedichtet. Zwischen der Tunneldecke und dem Oberbau wird eine Sandschicht eingebaut und mit dem Ausbau der Hilfsbrücken der Oberbau mit Schotterbett endgültig wieder hergestellt. Nunmehr werden die Widerlager der Strassenbrücke in Stahlbeton aufgeführt, die neue Strassenbrücke in Stahlkonstruktion einge-

schoben und mit einer Gussasphaltdecke versehen. Auch bei diesem schwierigen Bauwerk mit schluffigen Bodenschichten in Sohlentiefe der Baugrube traten bei Aufrechterhaltung des Bundesbahnverkehrs weder Störungen noch Unfälle ein.

Adresse des Verfassers: Dipl.-Ing. Georg Mandel, Gustav-Leo-Strasse 7, 2 Hamburg 20, Deutschland.

## Zum Problem der Chlorverflüssigung

Von A. Ostertag, dipl. Ing., Zürich

DK 621.593

Schluss von Seite 680

### 6. Chlorseitiger Prozessverlauf in Abhängigkeit von der Rohrbündelhöhe

Nachfolgend sollen die Zahlen der Tabellen 1, 2a und 2b, soweit sie sich auf den Prozess bei einem Gesamtdruck von 2,5 ata beziehen, dazu verwendet werden, den örtlichen Verlauf der Zustandsgrössen und der Wärmeübergänge zu verfolgen. Diese Zahlen entsprechen Messergebnissen, die an einem einfachen vertikalen Rohrbündelapparat von 1,6 m Höhe mit 240 Rohren von 32 mm äusserem und 26 mm innerem Durchmesser gewonnen wurden. Wie schon bemerkt, handelt es sich dabei um eine ältere, jedoch oft angewendete Konstruktion. Die statische Füllhöhe im R12-Teil betrug rd. 1 m; als wirksame Höhe dürfen etwa 1,3 m betrachtet werden. Die obersten 0,3 m sind der Flüssigkeitsabscheidung vorbehalten. Der chlorseitige Vorgang, dessen Anfang und Ende durch die Zustandspunkte  $A_I$   $B_I$   $C_I$  bzw.  $B_V$   $C_V$ , Bild 2, festgelegt sind, verläuft somit innerhalb einer Bündelhöhe von 1,3 m. Festzulegen sind nun noch die Höhenlagen der Zwischenpunkte II, III, IV (Tabelle 2a). Eine vorläufige Schätzung wurde gemäss Tabelle 2c vorgenommen. Mit ihr ist der Verlauf der Zustandsgrössen ( $t_g$ ,  $\gamma$ ,  $c$ ) festgelegt, Bild 4, und es können nun für jeden Abschnitt die mittleren Flächenbelastungen und die Wärmedurchgangszahlen  $k$  berechnet werden. Die R12-seitigen Uebergangszahlen sind aus den Flächenbelastungen zu ermitteln, worauf bereits hingewiesen wurde, so dass sich schliesslich auch die chlorseitigen Uebergangszahlen  $\alpha_{Cl}$  in bekannter Weise bestimmen lassen. Die so gefundenen Zahlenwerte sind nun mit anderweitig bestimmten Uebergangszahlen zu vergleichen<sup>4)</sup>, und sie sind,

<sup>4)</sup> Solche Zahlen sind u. a. in [1] Bd. III, Abschnitte E, F und G, zu finden.

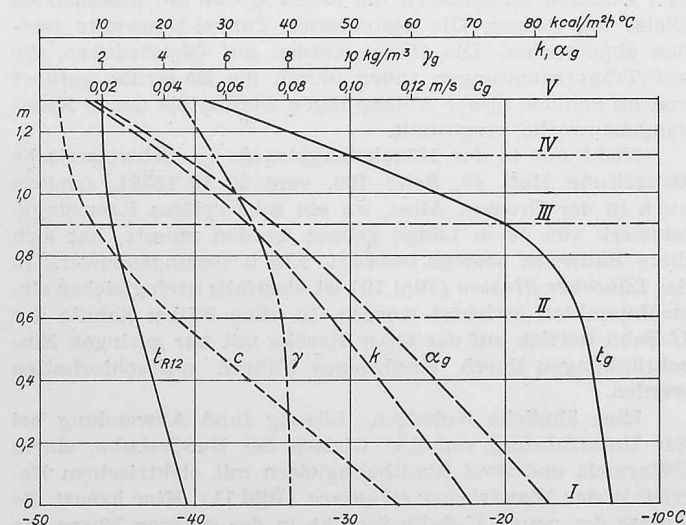


Bild 4. Verlauf der für den Wärmedurchgang massgebenden Grössen in Abhängigkeit von der Rohrbündelhöhe

- $t_g$  Verflüssigungstemperatur des Chlorgases in °C
- $t_{R12}$  Verdampfungstemperatur des R12 in °C
- $c$  Gasgeschwindigkeit in den Röhren in m/s
- $\gamma$  spezifisches Gewicht des Gases in kg/m³
- $k$  Wärmedurchgangszahl in kcal/m² h °C
- $\alpha_g$  chlorseitige Wärmeübergangszahl in kcal/m² h °C

wenn nötig, diesen durch Verschieben der Abschnittsgrenzen (Punkte II, III, IV) besser anzupassen.

Die Kurven von Bild 4 geben zu folgenden drei Bemerkungen Anlass:

1. In der Praxis wird oft mit Mittelwerten der Flächenbelastungen, der Temperaturdifferenzen und der Wärmedurchgangszahlen gerechnet, um bei Neuanlagen die Hauptdimensionen rasch festlegen und das Betriebsverhalten gleichartiger Ausführungen miteinander vergleichen zu können. Sollen Missverständnisse und Fehler vermieden werden, so müsste dabei genau angegeben sein, wie diese Mittelwerte zu verstehen sind. Bei den Flächenbelastungen ist zu empfehlen, sie auf die innere Rohroberfläche, wo der Uebergangswiderstand bei weitem am grössten ist, und auf die wirksame Höhe zu beziehen. Als Temperaturdifferenzen wird man von den leicht messbaren Unterschieden zwischen der Sättigungstemperatur des Chlorgases und der Verdampfungstemperatur des Kältemittels je am Eintritt und am Austritt ausgehen. Es wäre nun aber völlig irreführend, daraus einen logarithmischen oder arithmetischen Mittelwert zu bilden, was viel zu kleine Werte ergäbe. Richtig ist der Mittelwert, der durch Planimetrieren der Temperaturkurven in einer Darstellung nach Bild 4 bestimmt wird. Wenn diese Kurven für die verschiedenen in Frage kommenden Betriebsbedingungen einmal aufgezeichnet sind, ist es leicht möglich, aus den Differenzen am Eintritt und am Austritt den jeweiligen zutreffenden Mittelwert zu ermitteln. Das selbe gilt auch für die Wärmedurchgangszahlen. Wenn man sich schon auf Mittelwerte stützen will, so sind sie auf Grund der tatsächlichen Prozessabläufe zu bilden. Es ist jedoch ungleich sicherer und erfordert kaum mehr Arbeit, wenn sowohl bei der Auswertung von Versuchsergebnissen als auch beim Entwurf neuer Anlagen eine stufenweise Berechnung in der hier gezeigten Art durchgeführt wird.

2. Es wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass in den Röhren eine geordnete Strömung herrschen soll, bei der sich nicht Gasteile aus verschiedenen Höhenlagen miteinander vermischen. Eine solche Vermischung von Gasteilen verschiedener Konzentration ergäbe geringere wirksame Temperaturdifferenzen sowie einen schlechteren chlorseitigen Wärmeübergang. Sie müsste sich namentlich in den Endphasen nachteilig auswirken. Damit stellt sich die Frage nach der Stabilität der Schichtung innerhalb der Strömung im einzelnen Rohr. Diese ist offensichtlich durch die Abnahme des spezifischen Gewichts  $\gamma$  des Chlor-Gas-Gemisches bestimmt, die sich infolge des Auskondensierens der schwereren Chlorkomponente einstellt. Deshalb wurde  $\gamma$  für die untersuchten Zustandspunkte I bis V berechnet und sein Verlauf in Bild 4 eingezeichnet. Wie ersichtlich, nimmt  $\gamma$  im oberen Teil des Rohrbündels stark ab. Es darf also in dieser wichtigen Phase mit einer stabilen Schichtung gerechnet werden, sofern die Strömung von unten nach oben verläuft. Dagegen besteht bei umgekehrter Strömungsrichtung die Gefahr, dass das oben ins Rohrbündel eintretende schwerere Gas nach unten fällt und dabei die Schichten durcheinander geraten, was die Wirkung beeinträchtigen würde.

3. Die chlorseitigen Wärmeübergangszahlen sind, wie erwartet, viel kleiner als die kältemittelseitigen, was offensichtlich vor allem vom Fremdgas herrührt; demgegenüber scheint der Kondensatfilm von geringerer Bedeutung zu sein. Immerhin ist zu beachten, dass die Abflussverhältnisse an

der Innenfläche eines vertikalen Rohres trotz grossem Gefälle wesentlich ungünstiger sind als z. B. an der Aussenfläche eines horizontalen Rohres und sich deshalb im untern Rohrteil verhältnismässig grosse Filmstärken sowie beträchtliche Kondensationswiderstände ergeben. Man darf deshalb die Rohre nicht übermässig lang ausführen. Die Anwesenheit von Fremdgas erschwert die Bewegung der Chlormoleküle vom Kern nach der Rohrwand. Diese müssen durch die Fremdgas-moleküle hindurch diffundieren, was um so grössere Konzentrationsgefälle erfordert, je grösser das Verhältnis der Molekülzahlen von Fremdgas zu Chlor und je länger der Diffusionsweg ist. Kurze Wege ergeben sich bei stark turbulenter Strömung. Man wird also diese anstreben, vor allem in den Endphasen, wo viel Fremdgas vorhanden ist. Diese Forderung ist beim betrachteten einfachen Rohrbündel, wie schon gezeigt wurde, bei weitem nicht erfüllt. Dass mit ihm trotzdem eine befriedigende Wirkung erzielt wird, legt es nahe, die mutmasslichen Vorgänge näher zu betrachten.

## 7. Nähere Betrachtung der chlorseitigen Vorgänge

Nach der den bisherigen Untersuchungen zugrunde gelegten Modellvorstellung soll sich das unten überhitzt ins Rohrbündel eintretende Gasgemisch zuerst auf die Verflüssigungstemperatur der Chlorkomponente (also von  $A_1$  nach  $B_1$ , Bild 2) abkühlen, um sich dann unter stetiger Aenderung der Zustandsgrössen an der kalten Rohrwand zu kondensieren. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Gaszustände innerhalb eines Rohrquerschnittes im wesentlichen ausgeglichen seien. Dieses Modell entspricht nicht der Wirklichkeit und ist nun aufzugeben. Tatsächlich fallen die Flächen gleicher Gaszustände keineswegs mit den Rohrquerschnitten zusammen. Vielmehr muss man zwischen einer überhitzten Kernzone, einer auf die Verflüssigungstemperatur des Chlors abgekühlten Randschicht und dem Kondensatfilm unterscheiden, der längs der inneren Rohrwand herunterrieselt. Dementsprechend vollziehen sich der Wärmeabfluss an die Rohrwand und der Stoffaustausch im wesentlichen in zwei Zonen, von denen die erste vom Gemischkern durch die Randschicht bis zur Oberfläche des Kondensatfilms reicht, und die zweite durch diesen Film gebildet wird. Diese Zonen entstehen sogleich beim Eintritt des Gases in das Rohr. Ist die Strömung im Kern turbulent, so vermischen sich Teile der kalten Randschicht mit dem wärmeren Kern, wodurch dessen Temperatur sinkt. Diese Vermischung wird durch die Diffusion von Fremdgas-molekülen in der Richtung vom Rand nach dem Kern unterstützt, die der Diffusion von Chlormolekülen in entgegengesetzter Richtung entspricht und sich einstellt, damit der Gesamtdruck überall erhalten bleibe. Ausserdem findet auch ein Wärmeabfluss vom wärmeren Kern nach dem kälteren Kondensatfilm durch Leitung statt, wodurch sich die Kerntemperatur weiter senkt. Sie bleibt aber bis zum Prozessende höher als die der Filmoberfläche (sie folgt ungefähr der gestrichelten Linie  $A_1 A_V$  in Bild 2). Zu diesen Vorgängen im Gasgemisch kommt nun noch die Wärmeleitung durch den Kondensatfilm hindurch. Was sich also in der chlorseitigen Wärmeübergangszahl  $\alpha_{Cl}$  ausdrückt, ist die Wirkung einer Reihe sich gegenseitig bedingender Vorgänge, die hauptsächlich in radialer Richtung verlaufen und dazu beträchtliche Temperatur- und Konzentrationsgefälle benötigen.

Wenn die Stoff- und Wärmeübergangszahlen bekannt sind, lassen sich aus den Zustandsgrössen und den Wärmeumsätzen die erforderlichen Oberflächen nach einem schrittweisen Verfahren berechnen, das E. Hofmann<sup>5)</sup> an Hand eines  $i, x$ -Diagrammes für ein Chlor-Luftgemisch sehr anschaulich geschildert hat. In diesem Zusammenhang sei auch auf eine Studie von Colburn und Hougden [4] aus dem Jahre 1934 hingewiesen, in der ebenfalls eine schrittweise Berechnung für das Trocknen feuchter Luft durchgeführt wird.

Gegenüber den genannten Beispielen unterscheiden sich nun aber die hier zu behandelnden Prozesse durch eine wesentlich kleinere Fremdgasbeimischung, eine niedrigere An-

fangstemperatur und eine höhere Ausbeute. Demzufolge ist die im einzelnen Rohr je Zeiteinheit verarbeitbare Gemischmenge viel kleiner, was eine sehr geringe Eintrittsgeschwindigkeit ergibt, und überdies ist die Geschwindigkeitsabnahme wegen höherer Ausbeute grösser. Die Strömung müsste, wie schon oben festgestellt wurde, abgesehen von Einlaufstörungen laminar sein, wenn nicht anderweitige Einflüsse hinzukämen.

Laminare Strömung würde die Wege für den Stoff- und Wärmeaustausch beträchtlich verlängern und die entsprechenden Widerstände erhöhen. Um diese zu überwinden, wären grosse Temperatur- und Konzentrationsgefälle von innen nach aussen nötig. Das hiesse aber, dass sich die Flächen gleicher Zustände paraboloidförmig stark nach oben ausbauchen würden, dass sich also ein wärmerer, chlorreicherer, spezifisch schwererer Kern nach oben schieben würde, während sich die Wandschichten bereits abgekühlt hätten und wegen Chlorabgabe leichter geworden wären. Nun ist es aber nicht denkbar, dass eine solche Verlagerung stabil sei. Vielmehr muss angenommen werden, sie baue sich durch freie konvektive Sekundärströmungen immer wieder ab. Es käme also namentlich in den Endphasen doch wieder eine wirbelartige Strömung hauptsächlich in radialer Richtung zustande, die sich der axialen Grundströmung überlagert und die Uebertragungsverhältnisse gegenüber denen wesentlich zu verbessern vermöchte, die aufgrund der kleinen mittleren Geschwindigkeiten der Grundströmung zu erwarten wären.

Aufgrund der gewonnenen Einblicke ist es nun möglich, konstruktive Massnahmen zu erwägen, durch die sich die Uebertragungsverhältnisse verbessern lassen. Man bezweckt damit entweder grössere Leistungen oder höhere Ausbeute bei geringerem Baustoffaufwand. Die nachfolgenden Vorschläge sollen lediglich die Richtung andeuten, in der Verbesserungen zu suchen sind.

Eine erste Massnahme ist die Wahl enger Rohre, so dass der Querschnitt gegenüber der Oberfläche klein wird. Man erhält so grössere Geschwindigkeiten, kürzere Diffusionswege und kleinere Konzentrationsunterschiede zwischen Kern und Wand. Eine zweite Möglichkeit besteht im Einbau von Führungskörpern in die oberen Rohrteile, die das Gemisch zwingen, sich schraubenförmig mit nach oben abnehmender Steigung längs der kalten Rohrwand zu bewegen. Wohl am wirksamsten ist das Hintereinanderschalten mehrerer Rohrgruppen mit stark abnehmenden Rohrzahlen. Es dürfte dabei möglich sein, die Querschnitte so zu wählen, dass die Geschwindigkeit in der Endphase nicht unter etwa 1 m/s fällt und die Strömung turbulent ist. Eine solche Hintereinanderschaltung liesse sich an einem vertikalen Rohrbündelapparat üblicher Bauart durch Einbau von Umlenk-kammern in die Deckel leicht bewerkstelligen. Wird mit ruhender Kältemittelfüllung gearbeitet, so durchdringen die nachgeschalteten Rohrgruppen die Zonen mit höheren Verdampfungstemperaturen, was bei Anlagen für hohe Ausbeute von Nachteil wäre. In solchen Fällen müsste die Endphase auf andere Weise, z. B. in einem besonderen Rohrbündelapparat verwirklicht werden, der kältemittelseitig an den Hauptbehälter angeschlossen ist. Ungeeignet wären hingegen Massnahmen, die ein zwangsweises Umwälzen des Dampf-Gasgemisches bezwecken, weil sich dabei Schichten von verschiedenen Höhenlagen und verschiedenen Konzentrationen miteinander vermischen würden.

## 8. Beschreibung einer ausgeführten Anlage

Die Chlorverflüssigungsgruppe nach Bild 5 entspricht einer einfachen, seit vielen Jahren verwendeten Konstruktion und ist für eine Tagesleistung von rd. 9 t gebaut. Die bei der Bestellung festgelegten Betriebsbedingungen waren: Chlorgastemperatur  $+20^\circ\text{C}$ , -Druck etwa 2 ata, Kühlwassertemperatur  $+10/+12^\circ\text{C}$ , -Menge 10 m<sup>3</sup>/h, Verdampfungstemperatur des Kältemittels  $-40^\circ\text{C}$ , Verflüssigungstemperatur  $25^\circ\text{C}$ , Leistungsbedarf an der Kompressorwelle 47 PS. Die Anlage, die mit R12 arbeitet, war so auszulegen, dass sie auch mit rückgekühltem Wasser und einer Verflüssigungstemperatur von  $35^\circ\text{C}$  betrieben werden kann. Die Gruppe

<sup>5)</sup> [1] Band III, S. 350 bis 361.

gehört mit zwei weiteren gleichen Gruppen zu einer gemeinsamen Chlorerzeugungsanlage; Entwurf und Ausführung lagen in den Händen der Firma Escher Wyss AG, Zürich, die schon eine beachtliche Zahl ähnlicher Anlagen geliefert hat.

Bemerkenswert ist die einstufige Verdichtung des R 12, die dank der Verwendung eines Rotasco-Kompressors zulässig ist. Die Anlage erhielt dadurch einen sehr einfachen Aufbau. Sie wird von Hand ein- und ausgeschaltet, ist aber mit allen erforderlichen Sicherheitsvorrichtungen versehen, so dass sie ohne dauernde Beaufsichtigung arbeiten kann. Der Chlor-kondensator 5 besteht aus einem vertikalen Rohrbündel, das beidseitig durch Deckel 5a und 5b abgeschlossen ist. Das Frischgas tritt in den untern Deckel bei 5d ein und steigt im Innern der vertikalen Rohre des Bündels hoch, wobei sich das Chlor verflüssigt. Das Chlorkondensat fliesst längs den inneren Rohrwänden nach unten und sammelt sich im unteren Deckel, von wo es bei 5e wegfliesst. Ein Flüssigkeitsstandrohr 5c erlaubt eine dauernde Kontrolle der Flüssigkeitsfüllung und damit die richtige Einstellung des Ventils, das den Abfluss regelt. Am oberen Deckel 5b wird das Restgas durch die Leitung 5f weggeführt.

Das R12 befindet sich im Mantelraum zwischen den Rohren. Dank zweckmässiger Anordnung und Konstruktion der Saugleitungsanschlüsse gelingt es bei Einhalten der günstigsten Füllhöhe, mit dem Dampf auch den Oelschaum abzusaugen, so dass die Oelanreicherung in der Kältemittelflüssigkeit ein zulässiges Mass nicht überschreitet. Es gibt allerdings auch Fälle, wo sie wenn auch nur langsam fortschreitet und die Füllung periodisch entölt werden muss.

Mit Rücksicht auf einen allfälligen Betrieb mit rückgekühltem Wasser ist dem Kondensator 3 ein Flüssigkeitsnachkühler 3e nachgeschaltet, der mit kaltem Wasser betrieben wird. Ein Hochdruck-Schwimmerventil 4, dem ein Handregelventil 7 parallelgeschaltet ist, teilt dem Verdampfer 5 das Kältemittel zu. Am Kondensator 3 ist ein Entlüftungsapparat 3c angeschlossen, der durch verdampfendes R12 gekühlt wird. Dazu steht der Apparat 3c mittels Flüssigkeits- und Dampfleitungen mit den entsprechenden Teilen der drei Verdampfer 5 der ganzen Anlagengruppe in Verbindung.

Zur Entölung der R 12-Füllung dient ein Oelausscheidungsgefäss 8, das mit einem Flüssigkeitsstand 8a versehen und durch eine Leitung mit Absperrventil 8b mit dem untersten Teil des Mantelraumes von 5 verbunden ist. Eine weitere Lei-

tung mit Absperrventil 8c und Handregelventil 8d führt nach der Saugleitung, eine dritte mit Ventil 8e nach dem Gasraum des Kondensators 3 und eine vierte mit Ventil 8f, Filter 8g und Schauglas 8h nach dem Saugstutzen des Kompressors.

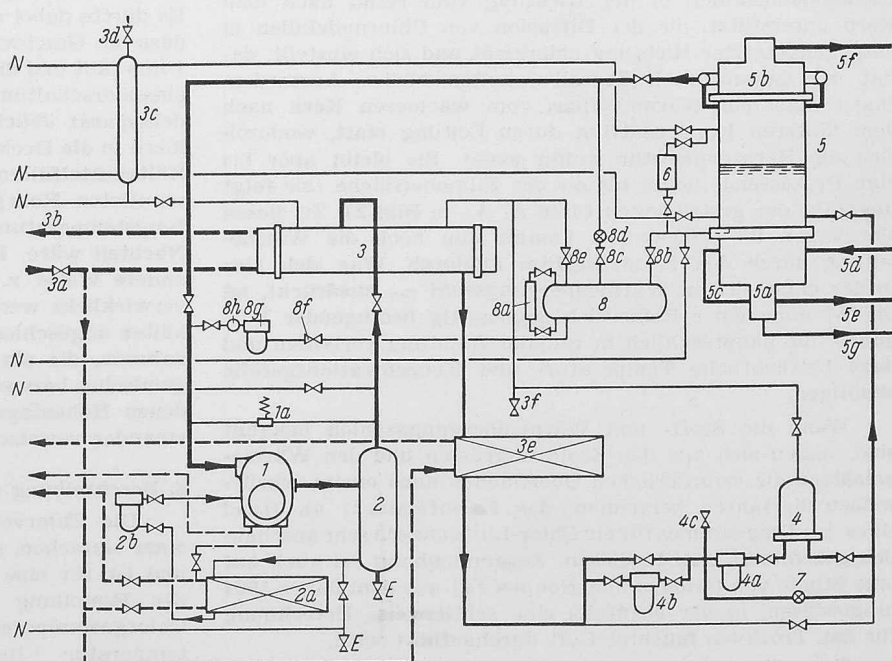
Zum Entölen öffnet man die Ventile 8b und 8c, worauf sich ein Teil der R 12-Füllung des Verdampfers 5 nach dem Gefäss 8 entleert. Man wählt diesen Teil möglichst gross, jedoch so, dass keine nennenswerte Veränderung in den Betriebsbedingungen des Chlorverflüssigers eintritt. Anschliessend wird 8b geschlossen, worauf die Füllung im Behälter 8 infolge Wärmeeinfall aus der Umgebung langsam verdampft und der Dampf über 8c und 8d in die Saugleitung übertritt. Dieser Vorgang wird durch Einstellen von 8d so geregelt, dass die Dampfmenge klein bleibt und keine nennenswerte Verringerung der Kälteleistung im Hauptverdampfer feststellbar ist. Ist alle Flüssigkeit verdampft, was am Standanzeiger 8a beobachtet werden kann, wird 8c geschlossen und 8e sowie 8f geöffnet, wodurch das Öl unter Verflüssigungsdruck gesetzt wird und dem Kompressor zufliesst.

In anderen Fällen mit mehreren parallel arbeitenden Verdampfern, denen das Kältemittel durch Niederdruck-Schwimmerventile zugeteilt wird, hat es sich als zweckmässig erwiesen, zum Entölen einen gemeinsamen grossen Behälter vorzusehen, der eine ganze Verdampferfüllung aufzunehmen vermag. Beim Ausdampfen sammelt sich die R 12-Flüssigkeit in einem Behälter unter dem Kondensator, der bei dieser Art der Kältemittelzuteilung ohnehin vorhanden sein muss. In einzelnen Fällen ist es bei Anlagen nach Bild 5 durch sorgfältiges Einstellen der Drosselorgane 8b, 8d und 8f gelungen, die Entölung der Verdampferfüllung kontinuierlich zu vollziehen.

Die beschriebene Anlage wird gegenwärtig für möglichst hohe Ausbeute betrieben. Man arbeitet dazu mit einer Verdampfungstemperatur von  $-56,5^{\circ}\text{C}$  sowie erhöhtem Chlordruck und erreicht eine Ausbeute von 99,5 bis 99,6% bei einer Tagesleistung von 6 t (250 kg/h). Hieraus geht die grosse Anpassungsfähigkeit der einstufigen Kälteanlage hervor. Zugleich ist aber auch zu schliessen, dass der Diffusionswiderstand bei der Stoffübertragung vom Gasgemisch an die Rohrwand in den Endphasen nicht so ungünstig sein kann, wie er nach den theoretischen Überlegungen zu erwarten wäre. Tatsächlich liegen die Gemischgeschwindigkeiten zwischen etwa 0,07 m/s am Eintritt und

Bild 5. Prinzipschema einer einstufigen Tiefkühlanlage mit R12 zur Verflüssigung von Chlor bei mässigem Ueberdruck, Ausführung Escher Wyss, Zürich

- 1 Drehkolbenkompressor «Rotasco»
- 1a Sicherheits-Ueberströmventil
- 2 Oelabscheider
- 2a Oelkühler
- 2b Oelfilter
- 3 Kondensator
- 3a Kühlwasser-Eintritt
- 3b Kühlwasser-Austritt
- 3c Entlüftungsapparat
- 3d Entlüftungsventil zu 3c
- 3e Nachkühler für R12-Flüssigkeit
- 3f Hand-Entlüftungsventil
- 4 Hochdruck-Schwimmerventil
- 4a Filter für R12-Flüssigkeit
- 4b R12-Trockner
- 4c Einfüllventil
- 5 Chlorverflüssiger
- 5a unterer Deckel
- 5b oberer Deckel
- 5c Standanzeiger für Chlorflüssigkeit
- 5d Eintritt des Chlorgases
- 5e Austritt der Chlorflüssigkeit
- 5f Austritt der inerten Gase
- 5g Entleerung
- 6 Fern-Standanzeiger für R12-Flüssigkeit
- 7 Handregelventil
- 8 Entölungsgefäss
- 8a Flüssigkeitsstand zu 8
- 8b Handabschliessung zum Überführen von R12-Flüssigkeit nach 8
- 8c Abschliessung in der Ausdampfleitung
- 8d Handregelventil zu 8c
- 8e Druckgas-Abschliessung
- 8f Oelablass-Abschliessung
- 8g Filter
- 8h Schauglas



N Verbindungsleitungen zu entsprechenden Teilen der Nebenanlagen  
E Entleerung

0,004 m/s am Austritt; die Strömung geht also weit im laminaren Gebiet vor sich. Ausserdem ist der Fremdgasanteil in der Endphase beträchtlich ( $x = 0,5!$ ). Es wären somit alle Bedingungen für hohen Diffusionswiderstand und damit für nur geringen chlorseitigen Wärmeübergang erfüllt. Dass trotzdem eine Chlormenge von 250 kg/h bei sehr hoher Ausbeute und geringer Temperaturdifferenz gegenüber dem verdampfenden Kältemittel (nur etwa 4° C bei Prozessende) auskondensiert werden kann, zeigt die verhältnismässig gute Wirkung der beschriebenen, sehr einfachen Bauweise des Chlorkondensators.

#### Literaturverzeichnis

- [1] *Plank, R.*: Handbuch der Kältetechnik in zwölf Bänden. Berlin, Göttingen, Heidelberg. Springer-Verlag.
- [2] *Nürnberg, K. und Kubli, H.*: Chlorverflüssigung durch Tiefkühlung. «Escher Wyss Mitteilungen» 1956, Heft 3.
- [3] *Emblík, E.*: Die Verflüssigung von Chlor durch Kälte. «Techn. Rundschau Sulzer» 1958, Heft 4.
- [4] *A. P. Colburn und O. A. Hougen*: Design of Cooler Condensers for Mixtures of Vapors with Noncondensing Gases. «Industrial and Engineering Chemistry» 26, Nr. 11 (November 1934), S. 1178.

## Mitteilungen

**Konstruktionsgrundsätze für Parkhäuser** werden in «Civil Engineering» vom Juli 1961 untersucht. Die Verfasser fordern, dass die Zweckbestimmung ausschlaggebend sein muss für Lage, Gestaltung und Ausbau, erst danach sollen im Rahmen des Möglichen gefälliges Aeusseres und harmonische Einfügung in die Umgebung berücksichtigt werden. Wir möchten jedoch verlangen, dass beide Forderungen als gleichwertig auch in gleichem Masse den Entwurf bestimmen müssen. Der Aufsatz untersucht weiter die Verkehrs- und Betriebsgrundlagen sowie Konstruktionsprinzipien; er wägt ab zwischen Tief- und Hochgaragen, Beton- und Stahlbau, Rampen- und Liftsystem, Einbahn- und Gegenverkehr, Schräg- und Querstandplätzen und berichtet über Erfahrungen mit verschiedenen praktisch erprobten Lösungen. Das Thema ist so vielschichtig, dass ein kurzer Aufsatz nur Anregungen, aber keine Wege zur Lösung für den konkreten Einzelfall geben kann.

H. Jobst

**Persönliches.** Am 1. Oktober 1962 hat Arch. Ad. Keller-müller in Winterthur *Felix Kellermüller* und *Hans Rudolf Lanz* als Teilhaber in sein Büro aufgenommen, welches nun unter dem Namen Kellermüller & Lanz, Architekten, Turnerstrasse 1, Winterthur, weitergeführt wird. — Dr.-Ing. *Rolf Wideröe*, wissenschaftlicher Sachbearbeiter auf dem Gebiet der modernen Physik bei der technischen Direktion der A.G. Brown, Boveri & Cie., Baden, wurde von der Technischen Hochschule Aachen die Würde eines Doktors der Ingenieurwissenschaften ehrenhalber verliehen. Die Laudatio nennt vor allem seine Verdienste um die Entwicklung der Teilchenbeschleuniger.

**Eidg. Technische Hochschule.** Es haben sich auf den Beginn des Wintersemesters 1962/63 als Privatdozenten an der Abteilung für Naturwissenschaften habilitiert: Dr. sc. nat. *Walter Bollmann*, von Weisslingen ZH, für das Gebiet Gitterfehler in Kristallen, und Dr. sc. nat. *Philippe Matile*, von La Sagne NE, für das Gebiet der Pflanzenphysiologie.

**Der Schweizerische Werkbund** wird ab 16. Oktober 1962 eine neue Adresse haben: Schweizerischer Werkbund, Geschäftsstelle, Florastrasse 30, Zürich 8, Telephon 051 34 44 09.

## Buchbesprechungen

**Furniere, Lagenhölzer und Tischlerplatten.** Herausgegeben von *F. Kollmann* in Zusammenarbeit mit zahlreichen Fachleuten. 789 S. mit 478 Abb. Berlin 1962, Springer-Verlag. Preis 114 DM.

Mit 11 deutschen Fachleuten und Wissenschaftlern hat es F. Kollmann unternommen, den Stand der Verfahrenstechnik auf den Gebieten der Furnier-, Lagenholz und Tischlerplatten-Herstellung in einem neuen Handbuch zusammen-

zufassen. Nach einer geschichtlichen Uebersicht über die Entwicklung der Furnier- und Sperrholzindustrie werden zunächst die mit dem Furnier und seiner Herstellung zusammenhängenden Fragen behandelt, nämlich Holzartenwahl, Lagerung und Vorbehandlung des Holzes, Sägen, Messern und Schälern der Furniere, Furniertrocknung und Zusammensetzung der Furniere für die Plattenherstellung. Die für die Herstellung von Platten in Frage kommenden Leime, deren Lagerung, Aufbereitung und Auftragung werden behandelt, ferner die Pressverfahren, die Nachbearbeitung und Klimatisierung des Sperrholzes. Ein besonderes Kapitel ist der Herstellung von Tischlerplatten mit block- oder stäbchenverleimter Mittellage gewidmet. Angefügt sind ferner Ausführungen über die Kostenberechnung, die Standortsfrage der industriellen Anlagen, sowie über statistische Qualitätskontrolle. Der Text ist durch ein Literaturverzeichnis ergänzt, welches auch Patenthinweise enthält. In einem Anhang finden sich Daten über die Sperrholzerzeugung der Welt, eine Liste über deutsche Hersteller und ihre Produkte, Produktionsprogramme der deutschen Sperr- und Spanplattenindustrie, Güte- und Prüfnormen nach DIN. Eine tabellarische Zusammenstellung orientiert über mechanische Eigenschaften von Platten aus Furnieren.

Der stattliche, mit gutem Bildmaterial versehene Band füllt eine Lücke, welche seit der Herausgabe der durch die Entwicklung überholten Bücher von Bittner-Klotz, Thomas D. Perry, sowie A. D. Wood und T. G. Linn entstanden war. Dem an der Fabrikation Interessierten bietet das Werk eine Fülle wesentlichen Wissens. Man vermisst vielleicht etwas ausführlichere Hinweise auf die Nachbarggebiete der Holz-faser- und Holzspanplatten. Auch darf man sich durch den äusseren Titel des Bandes nicht dazu verleiten lassen, umfassendere Angaben über die Produkte selbst zu erwarten. Das Buch ist nicht auf die Bedürfnisse des Konsumenten ausgerichtet. Da aber andere Werke Kollmanns und anderer Verfasser sich ausführlicher mit diesen letzteren Problemen auseinandersetzen, gewinnt das neue Handbuch gerade in seiner Begrenztheit die Bedeutung einer wertvollen Ergänzung der holztechnologischen Bibliothek. *H. Kühne*, dipl. Arch., Zürich

**Seenschutz. Ergebnisse und Probleme.** Von *G. Beurle*, *W. Einsele*, *H. Langer-Hansel*, *G. Wendelberger*, sowie zahlreichen Diskussionsrednern. Heft 43 der Schriftenreihe des Oesterreichischen Wasserwirtschaftsverbandes. 96 S. mit einer Abb. Wien 1961, Springer-Verlag. Preis Fr. 10.20.

Die vorliegende Schrift enthält die Vorträge und die anschliessenden Erörterungen teils vollinhaltlich, teils dem Sinne nach, die an der Seenschutztagung vom 29. September 1961 in Gmunden gehalten wurden. Veranstalter waren der Oesterreichische Naturschutzbund und der Oesterreichische Wasserwirtschaftsverband. Das ethische Ziel der Veranstaltung entsprach dem Wunsch weiter Kreise, die Allgemeinheit für den Schutz der Schönheit, für die Erhaltung des natürlichen Bestandes der Seen, ihrer Eignung für Bad und schonend ausgeübten Sport zu gewinnen. Ausserdem wurden Möglichkeiten erwogen, die fortschreitende Verbauung in vertretbarem Ausmass von den Seen fernzuhalten, den Zutritt zum Ufer zu gewähren und die wasserwirtschaftliche Verwendbarkeit zu prüfen. Die eingehende, verständnisvolle Behandlung dieser auch in unserem Lande brennenden Probleme bietet wertvolle Anregungen und verdient volle Beachtung.

A. O.

**Seilschwebbahnen.** Von *E. Czitary*. Zweite, erweiterte Auflage. 467 S. mit 288 Abb. Wien 1962, Springer-Verlag. Preis geb. Fr. 118.30.

Seit die erste Auflage dieses Werkes 1951 erschienen ist, gilt es ganz allgemein als das Standardwerk des Seilbahnbau. Es ist deshalb sehr zu begrüssen, dass das schon seit einigen Jahren vergriffene Buch wieder neu aufgelegt wurde. Dabei ist der neue Stand der Technik weitgehend berücksichtigt worden. Der bewährte Aufbau des Buches ist der selbe geblieben; d. h. auf eine einleitende Uebersicht über die Bauarten der Seilbahnen folgt zunächst die Behandlung der Drahtseile selbst, wobei nicht nur auf die äussere Seilstatik, sondern auch auf die sehr verwickelten Verhältnisse im Seilinnern im Rahmen der Festigkeitslehre eingegangen wird.