

# Über Chlorverflüssigung

Von Obering. A. HOEFLE, Wiesbaden

Bei der Berechnung von Anlagen zur Verflüssigung eines dampfförmigen Stoffes aus einer Mischung mit Gasen hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die jeweiligen Mischungsverhältnisse, Drucke, Volumen, Wärmemengen nicht wie bisher auf Raumteile zu beziehen, sondern auf die Gewichtseinheit des beigemischten, nicht verflüssigbaren Gasanteils als einen durch das ganze Verfahren hindurch konstant bleibenden Wert. Dieser Rechnungsgang wird am Beispiel der Chlorverflüssigung erläutert, so daß hiernach die geeigneten Drucke und Temperaturen für Neuanlagen oder für den Ausbau vorhandener Anlagen bestimmt werden können. Das Rechnungsverfahren wird lediglich der Übersichtlichkeit halber auf Chlor beschränkt, es ist allgemein für jedes Gas-Dampf-Gemisch anwendbar.

## Einleitung

Die Verflüssigung von Chlor im großtechnischen Betrieb setzte um die Jahrhundertwende ein. Die Verdichtung der Chlorgase bot erhebliche Schwierigkeiten, man verwendete dazu in der ersten Zeit schwerfällige Plungerpumpen mit konzentrierter Schwefelsäure als Sperrflüssigkeit<sup>1)</sup>, dann Verdichter, deren Kolben und Stopfbüchsen mit konzentrierter Schwefelsäure geschmiert wurden. Der Betrieb solcher Verdichter war äußerst unangenehm, die Reparaturen nahmen infolge der Korrosionen kein Ende.

Einen Fortschritt brachte die um die gleiche Zeit einsetzende Entwicklung der mehrstufigen Kältemaschinen für Temperaturen um etwa  $-50^{\circ}\text{C}$ ; damit konnte man Chlor von der Reinheit, wie es die Elektrolyse lieferte, unter atmosphärischem Druck verflüssigen. Man fand auch, daß wasserfreies Chlor Gußeisen, Stahl, Bronze und andere Werkstoffe bei Temperaturen unter  $90^{\circ}$  nicht mehr angreift<sup>2)</sup>. Trockenes Chlor läßt sich somit, da die Gefahr der Vereisung und Hydratbildung beseitigt ist, ohne besondere Schwierigkeiten sowohl unter atmosphärischem Druck durch Tiefkühlung als auch durch Druck bei mäßig niedriger Temperatur verflüssigen, wenn man durch die Wahl kleiner Druckstufen, z. B.  $p_1/p_2 \leq 2,5$  die Endtemperatur bei der Verdichtung niedrig hält.

Das im Großbetrieb gewonnene Chlorgas ist nicht vollkommen rein, sondern mit Luft, Kohlensäure und anderen Gasen gemischt, die sich zwar nicht mit dem Chlor verflüssigen, wohl aber abhängig von Druck und Temperatur sich im flüssigen Chlor lösen. Sieht man von dadurch bedingten, meist geringfügigen Wirkungen<sup>3)</sup> auf den Sättigungsdruck des flüssigen Chlors ab und verwendet für das Gemisch aus Chlordampf und Gasen die Gesetze für vollkommene Gase (Boyle-Mariotte, Gay-Lussac, Dalton), so können wir das zur Verflüssigung bestimmte Gas als binäres Gemisch betrachten, und es soll im Nachstehenden am Beispiel der Chlorverflüssigung ein einfaches, übersichtliches Rechnungsverfahren für die Trennung solcher Gasgemische, also die teilweise Verflüssigung des Dampfanteils durch Anwendung verschiedener Drucke und Temperaturen unter Hinweis auf den jeweils erforderlichen Aufwand an Apparatur und Energie gezeigt werden, wonach für die jeweiligen Betriebserfordernisse die zweckmäßigsten Drucke und Temperaturen bestimmt werden können.

## Erläuterung des Verfahrens

Es soll ein Gas mit 0,94 Raumteilen Chlor und 0,06 Raumteilen Luft unter atm. Druck und  $25^{\circ}\text{C}$  betrachtet werden, das nach dreierlei Verfahren verflüssigt wird.

- I. Das Gas soll unter dem Gesamtdruck  $p = 735 \text{ mm Hg}$  auf  $-42^{\circ}$  gekühlt werden, indem es durch Stahlrohrschlangen geleitet wird, die in einem Kältebad von  $-46^{\circ}$  liegen. Letzteres besteht aus einer 30%igen Chlorcalciumlösung; die Wärme-Entziehung geschehe durch eine zweistufige Kohlensäure-Kältemaschine bei  $-50^{\circ}$  Verdampfungstemperatur. Eine tiefere Temperatur ist für  $\text{CO}_2$  praktisch nicht zulässig, da  $\text{CO}_2$  bei  $-56^{\circ}$  fest wird;  $-50^{\circ}$  ist auch die Grenze für die Chlorcalciumlösung, bei tieferer Temperatur würde Salz, bei geringerer Konzentration Eis ausgeschieden. Ammoniak als Kältemittel würde einen etwa 20% niedrigeren Energieverbrauch ergeben und (in dreistufigen Maschinen) noch tiefere Temperaturen zulassen, wenn als Kältebad Alkohol,

Toluol oder dergl. gewählt wird, doch bleiben wir hier bei  $\text{CO}_2$ , da es den betriebstechnisch nicht zu unterschätzenden Vorteil bietet, daß die Gefahr der Chlorstickstoff-Bildung vermieden ist.

Das verflüssigte Chlor wird in einem Sammelbehälter aufgefangen, die unverflüssigbaren Gase ziehen bei  $-42^{\circ}$  mit Chlordampf gesättigt ab.

- II. Das 94%ige Gasgemisch wird einstufig auf 2,3 at abs verdichtet, auf die Anfangstemperatur  $25^{\circ}$  gekühlt und dann den Stahlrohrschlangen im Kältebad zugeführt, wo es auf  $-25^{\circ}$  bzw.  $-35^{\circ}$  gekühlt wird. Die Temperatur des Kältebades sei  $5^{\circ}$ , die Verdampfungstemperatur der  $\text{CO}_2$ -Kältemaschine  $10^{\circ}$  niedriger.

- III. Ein drittes Verfahren ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Ein zweistufiger Chlor-Verdichter mit Zwischen- und Nachkühler liefert das Gasgemisch mit 6 at abs und  $25^{\circ}$  in die

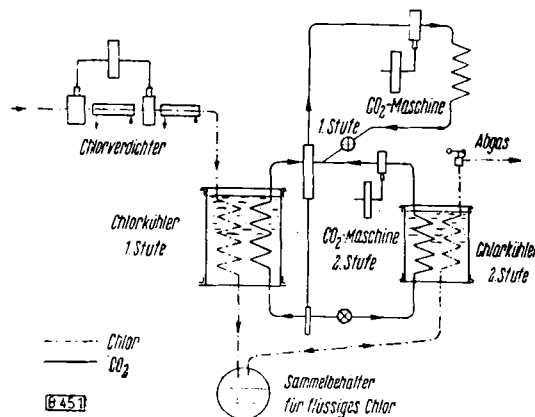


Bild 1  
Chlor-Verflüssigungsanlage nach Verfahren III  
Erläuterung s. Text

Stahlrohrschlangen des Kältebades, worin es auf  $0^{\circ}$  gekühlt wird. Nach Abscheidung des verflüssigten Anteils Chlor treten die Restgase in die Stahlrohrschlangen eines zweiten Kältebades über, wo sie auf  $-25^{\circ}$  bzw.  $-35^{\circ}$  gekühlt werden. Die Badtemperaturen liegen auch hier um  $5^{\circ}$ , die  $\text{CO}_2$ -Verdampfungstemperaturen um  $10^{\circ}$  tiefer, so daß die Kältemaschine in der ersten Stufe mit  $-10^{\circ}$ , in der zweiten mit  $-35^{\circ}$  bzw.  $-45^{\circ}$  Verdampfungstemperatur arbeitet.

## Durchführung der Berechnung

Es bezeichnen:

|                    |                        |   |
|--------------------|------------------------|---|
| $p$                | [kg/cm <sup>2</sup> ]  | Gesamtdruck des Gasgemisches                                |
| $p_{cl}$           | [kg/cm <sup>2</sup> ]  | Teildruck des Chlordampfes <sup>4)</sup>                    |
| $p_l = p - p_{cl}$ | [kg/cm <sup>2</sup> ]  | Teildruck der beigemischten Luft                            |
| $R_{cl} = 11,95$   | kgm/°C kg              | Gaskonstante des Chlors                                     |
| $R_L = 29,3$       | kgm/°C kg              | Gaskonstante der Luft                                       |
| $\varphi$          |                        | Raumteile Chlor im Gemisch                                  |
| $v$                | [m <sup>3</sup> /kg]   | spez. Vol. des Gases  |
| $\gamma = 1/v$     | [kg/m <sup>3</sup> °C] | spez. Gew. des Gases  |
| $c_{pl} = 0,24$    | kcal/°C kg             | spez. Wärme der Luft <sup>4)</sup>                          |
| $c_{pcl} = 0,12$   | kcal/°C kg             | spez. Wärme des Chlordampfes                                |
| $\epsilon$         | [kg/kg]                | Chlordampfgehalt je kg Luft                                 |
|                    |                        | ( $\epsilon_a$ zu Beginn, $\epsilon_e$ zu Ende der Kühlung) |

<sup>1)</sup> DRP. 50329 (Badische Anilin- u. Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh.).

<sup>2)</sup> Teichmann: Komprimierte u. verflüssigte Gase (Monogr. chem. tech. Fabr.-Methoden XIV).

<sup>3)</sup> Vgl. Pollitzer u. Strobel, Z. phys. Chem. 110, 768 [1924].

<sup>4)</sup> Landolt-Börnstein: Chemisch-physikalische Tabellen (die Drucke von Atm. in kg/cm<sup>2</sup> ungerechnet).

|     |           |   |
|-----|-----------|---|
| $r$ | [kcal/kg] | Verdampfungswärme des flüssigen Chlors                  |
| $i$ | [kcal]    | Enthalpie von 1 kg Luft + $\epsilon$ kg Cl <sub>2</sub> |
| $T$ | [°K]      | absolute Temperatur                                     |

Aus der Zustandsgleichung für Gase

$$P \cdot v = R \cdot T$$

ergibt sich das Gewicht der in 1 m<sup>3</sup> enthaltenen Menge

$$\text{Chlor zu } \gamma_{cl} = \frac{p_{cl} \cdot 10^4}{R_{cl} \cdot T}$$

$$\text{Luft zu } \gamma_L = \frac{(p - p_{cl}) \cdot 10^4}{R_L \cdot T}$$

Auf 1 kg Luft treffen somit an Chlordampf

$$\epsilon = \frac{R_L}{R_{cl}} \cdot \frac{p_{cl}}{p - p_{cl}} = 2,45 \cdot \frac{p_{cl}}{p - p_{cl}} \quad [\text{kg/kg Luft}] \quad (1).$$

Setzt man in Gl. (1) für eine gegebene Temperatur den aus der Dampfspannungskurve zu entnehmenden Sättigungsdruck  $p_{cl}$  des Chlors und den gegebenen Gesamtdruck  $p$  ein, so ist damit die Zusammensetzung des Gemisches für die betreffende Temperatur festgelegt; eine Verflüssigung des Dampfanteils kann erst beginnen, wenn der Teildruck des Chlors dessen Sättigungsdruck entspricht, also  $p_{cl} = \varphi \cdot p$ , in unserem Fall  $p_{cl} = 0,94 \cdot p$  ist. In Tabelle 1 ist in Zeile 3 für jeden Gesamtdruck  $p$  der für den Beginn der Verflüssigung maßgebende Sättigungsdruck  $p_a$  des Chlors und in Zeile 4 die zugehörige Sättigungstemperatur  $t_a$  angegeben. Der

| 1                                      | Verfahren                           |   | I     | II    | III        | Dimension            |        |    |
|--|-------------------------------------|---|-------|-------|------------|----------------------|--------|----|
| 2                                      | Gesamtdruck $p$                     |   | 1,0   | 2,3   | 6,0        | kg / cm <sup>2</sup> |        |    |
| 3                                      | Beginn<br>der<br>Verflüssigung      | Teildruck $p_a$                             | 0,94  | 2,16  | 5,64       | „                    |        |    |
| Sättig.-Temp. $t_a$                    |                                     | -35,8                                       | -16   | +13   | ° C        |                      |        |    |
| Chlorgehalt $\epsilon_a$               |                                     | 38,38                                       | 38,38 | 38,38 | kg/kg Luft |                      |        |    |
| 6                                      | End-<br>zustand                     | Endtemperatur $t_e$                         | -42   | -25   | -35        | 0                    | ° C    |    |
| Sättigungs-Druck $p_e$                 |                                     | 0,71  | 1,55  | 0,98  | 3,78       | kg / cm <sup>2</sup> |        |    |
| Chlorgeh. i. Restgas $\epsilon_e$      |                                     | 6,11  | 5,05  | 4,81  | 4,175      | kg/kg Luft           |        |    |
| „ „ Vol.-%                             |                                     | 71  | 67,5  | 42,7  | 63         | %                    |        |    |
| Verflüssigt $\epsilon_a - \epsilon_e$  |                                     | 32,27                                       | 33,33 | 33,57 | 34,2       | kg                   |        |    |
| 11                                     |                                     | „ $(\epsilon_a - \epsilon_e) / \epsilon_a$  | 84,1  | 86,8  | 95,2       | 89,1                 | %      |    |
| 12                                     | End-<br>zustand<br>III.<br>2. Stufe | Endtemperatur $t_e'$                        |       |       | -25        | -35                  | ° C    |    |
| Sättigungs-Druck $p_e'$                |                                     |   |       | 1,55  | 0,98       | kg / cm <sup>2</sup> |        |    |
| Chlorgeh. i. Restgas $\epsilon_e'$     |                                     |   |       | 0,853 | 0,481      | kg/kg Luft           |        |    |
| „ „ Vol.-%                             |                                     |   |       | 25,8  | 16,3       | %                    |        |    |
| Verflüssigt $\epsilon_a - \epsilon_e'$ |                                     |   |       | 37,53 | 37,9       | kg/kg Luft           |        |    |
| 17                                     |                                     | „ $(\epsilon_a - \epsilon_e') / \epsilon_a$ |       |       | 97,8       | 98,8                 | %      |    |
| 18                                     | Kälteleistung $q$                   |   | 2357  | 2242  | 2372       | 2036                 | kcal   |    |
| 19                                     | „ zusätzlich III. 2. Stufe          |   |       |       |            | 218                  | 255    | „  |
| 20                                     | Leistungs-<br>Aufwand               | Kältemaschine                               | 1,625 | 1,12  | 1,46       | 0,565                |        | kW |
| „ zu III. 2.                           |                                     |   |       |       |            | 0,117                | 0,157  | „  |
| Chlorkompressor                        |                                     |   | 0,55  | 0,55  | 1,05       | 1,05                 | „      |    |
| insgesamt                              |                                     | 1,625                                       | 1,67  | 2,01  | 1,615      | „                    |        |    |
| mit III. 2. Stufe                      |                                     |   |       |       | 1,732      | 1,772                | „      |    |
| 25                                     | Je kWh verflüssigt                  |   | 19,9  | 19,9  | 16,7       | 21,2                 | kg.kWh |    |
| 26                                     | „ „ „ mit 2. Stufe                  |   |       |       |            | 21,6                 | 21,4   | „  |

Tabelle 1  
Vergleich der drei Chlorverflüssigungs-Verfahren.

Chlor-Gehalt des zugeführten Gases ist vor der Kühlung

$$\epsilon = 2,45 \cdot \frac{\varphi \cdot p}{p - \varphi \cdot p} = 2,45 \cdot \frac{\varphi}{1 - \varphi} = 2,45 \cdot \frac{0,94}{0,06} = 38,38 \quad [\text{kg/kg Luft}] \quad (2).$$

Kühlt man das Gas von  $t_a$  auf eine Endtemperatur  $t_e$  und erzielt dadurch den Sättigungsdruck  $p_e$  (Zeile 6 und 7), so werden an Chlor  $\epsilon_a - \epsilon_e$  kg flüssig ausgeschieden, d. i. vom ursprünglichen Gehalt

$$\frac{\epsilon_a - \epsilon_e}{\epsilon_a} = 1 - \frac{\epsilon_e}{\epsilon_a} = 1 - \frac{1 - \varphi}{\varphi} \cdot \frac{p_e}{p - p_e} \quad [\text{Raumteile}] \quad (3)$$

$$\text{oder} \quad 100 \cdot \frac{\varphi p - p_e}{\varphi (p - p_e)} \quad [\% \text{ des ursprüngl. Gehaltes}] \quad (3a).$$

Der von der Art der Gase abhängige Beiwert  $R_L/R_{cl} = 2,45$  tritt in Gl. (3) und (3a) nicht mehr auf, sie gelten allgemein für jedes Gemisch, dessen einer Bestandteil durch Erniedrigung seines

Dampfdruckes ausgeschieden wird. Sobald Gesamtdruck und Endtemperatur und damit  $p_e$  festliegen, kann sofort nach Gl. (3) oder (3a) die Ausbeute an verflüssigtem Chlor bestimmt werden (Tabelle 1, Zeile 11 bzw. 17).

In Bild 2 sind die Verflüssigungsanteile  $S$  über der Kühlttemperatur für die drei Druckstufen 1; 2,3 und 6 at aufgetragen.

#### Kältebedarf

Der Kältebedarf errechnet sich als Unterschied der Enthalpie der Gase vor und nach der Kühlung. Die Enthalpie  $i_a$  ist die Wärmemenge, die zugeführt werden muß, um 1 kg Luft +  $\epsilon_a$  kg flüssiges Chlor von  $t_e^0$  in Gas von  $t_a^0$  zu verwandeln:

$$i_a = c_{pL} \cdot (t_a - t_e) + \epsilon_a \cdot [r_{te} + c_{pct} \cdot (t_a - t_e)] \quad [\text{kcal}] \quad (4),$$

$$i_e = \epsilon_e \cdot r_{te} \quad [\text{kcal}] \quad (5).$$

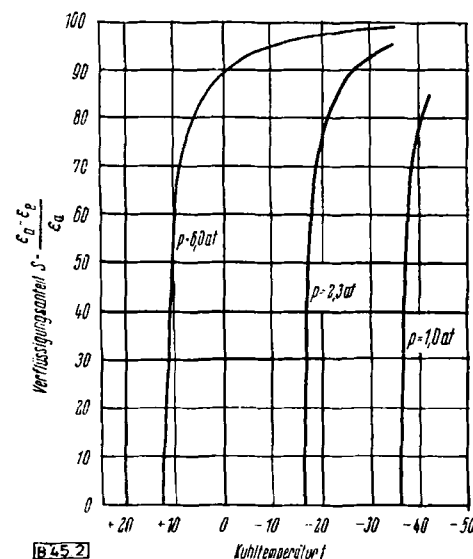


Bild 2  
Verflüssigter Anteil S an Chlor aus 94%igem Gas beim Gesamtdruck  $p$  und Kühlung auf  $t$  °C

Somit ergibt sich die erforderliche Kälteleistung zu

$$q = i_a - i_e = (\epsilon_a - \epsilon_e) \cdot r_{te} + (c_{pL} + \epsilon_a \cdot c_{pct}) \cdot (t_a - t_e) \quad (6)$$

$$= (38,38 - \epsilon_e) \cdot r_{te} + (0,24 + 38,38 \cdot 0,12) \cdot (25 - t_e) \quad (7),$$

und für die zusätzliche Kühlung der zweiten Stufe des Verfahrens III zu

$$q' = (4,175 - \epsilon_e') \cdot r_{te'} - (0,24 + 4,175 \cdot 0,12) \cdot t_e' \quad (7a).$$

Über die Verdampfungswärme des Chlors finden sich nur spärliche Angaben; wir können mit ausreichender Genauigkeit für  $r_t$  die Werte nach Tabelle 2 einsetzen.

|       |     |     |     |    |           |
|-------|-----|-----|-----|----|-----------|
| $t$   | -42 | -35 | -25 | 0  | ° C       |
| $r_t$ | 63  | 62  | 60  | 56 | kcal / kg |

Tabelle 2  
Verdampfungswärme  $r_t$  von Chlor

#### Leistungsaufwand

Der Leistungsaufwand der CO<sub>2</sub>-Kältemaschinen wird zweckmäßig an Hand eines Molliers-Diagrammes bestimmt<sup>1)</sup>; die Leistungen je kWh sind in Tabelle 3 zusammengestellt für +25° Verflüssigungstemperatur, +17° vor dem Regelventil und einen Zuschlag von 10% für Rührwerke und Pumpen.

|                        |      |      |      |      |           |
|------------------------|------|------|------|------|-----------|
| Verdampfungstemperatur | -50° | -45° | -35° | -10° |           |
| Mitteldrucktemperatur  | -15° | -10° | -5°  | -10° | einstufig |
| Leistung kcal je kWh   | 1450 | 1620 | 2000 | 1870 | 3600      |

Tabelle 3  
Leistungsbedarf bei Chlorverflüssigung

Für die Chlor-Verdichter legen wir das Volumen von 38,4 kg Chlor + 1 kg Luft bei +25° und 1 at, d. i. etwa 14,3 m<sup>3</sup>/h, ferner das Verdichtungsverhältnis  $p_1/p_2 = 2,5$  für jede Stufe und den Exponenten  $n = 1,3$  für polytropische Verdichtung zugrunde. Damit errechnen sich etwa 0,55 kW für den einstufigen und 1,05 kW für den zweistufigen Verdichter.

Eine genaue Berechnung der zur Chlorverflüssigung dienenden Apparate ist nicht möglich; es handelt sich hier gleichzeitig um

<sup>1)</sup> R. Plank u. Kuprianoff: VDI-Regeln für Leistungsversuche an Kältemaschinen, Berlin 1929.

Wärme- und Stoffübertragung von Gas und Dampf bei wechselnder Zusammensetzung unter veränderlichen Temperaturen und Drucken; man ist in der Hauptsache auf Schätzungen angewiesen, denn Betriebsmessungen liegen nur unzureichend vor. Schätzungsweise wird man für Verfahren I etwa 4,5 m<sup>2</sup>, für Verfahren III dagegen nur etwa 3 m<sup>2</sup> für die erste und 0,3 m<sup>2</sup> für die zweite Stufe rechnen müssen, bezogen auf 1 kg Luft bzw. 38,4 kg Chlorgas zur Kühlung von +25° ab.

### Ergebnisse

Je nach Reinheit des Chlor-Gases setzt die Verflüssigung unter den verschiedenen Drucken bei einer bestimmten Temperatur ein, und zwar für wenige Grade der Temperatur-Unterschreitung zunächst sehr lebhaft, um dann bei weiterer Temperatursenkung stetig abzunehmen. Der Verlauf der anteilmäßigen Verflüssigung in Abhängigkeit von der Temperatur ist aus Bild 2 ersichtlich.

Innerhalb günstiger Endtemperaturen weisen Kälteleistung und Energieaufwand nur geringe Unterschiede bei den drei behandelten Verfahren auf. Die Ausbeute an flüssigem Chlor stellt sich jedoch beim Verfahren I auf nur 84%, die einstufige Chlorverdichtung nach Verfahren II bringt noch keine nennenswerte Besserung. Erst die zweistufige Chlorverdichtung nach Verfahren III mit Kühlung in zwei Kältestufen bringt Ausbeuten von

98 bis fast 99% und den Vorteil, daß der Hauptanteil Chlor bei relativ hoher Temperatur (0°), also günstigem Leistungsaufwand der Kältemaschinen, ausgefällt wird und die zweite Kältestufe kleine Dimensionen und kleinen Leistungsaufwand erfordert.

Das Verfahren II ist von nebensächlicher Bedeutung; es müßten schon besondere Verhältnisse vorliegen, die die einstufige Chlorverdichtung rechtfertigen.

Dagegen verdient das Verfahren I (Verflüssigung unter atmosphärischem Druck) wegen seiner Einfachheit im Aufbau und Betrieb dort den Vorzug, wo für das mit dem Restgas abziehende Chlor (71 Vol.-%) anderweitige Verwendung vorliegt.

Erleidet dieser „chlor-arme“ Betrieb eine Einschränkung, dann müßte allerdings ein entsprechender Teil des Restgases noch zur Chlorverflüssigung herangezogen und dazu einer Nachbehandlung unterzogen werden. Diese braucht nicht gerade auf Chlorverdichtung zu beruhen, sondern man könnte beispielsweise mittels einer hinter die CO<sub>2</sub>-Maschine geschalteten Aethan-Kältemaschine das Gas etwa auf -65° kühlen und würde dabei dieselbe Endausbeute wie beim Verfahren III erreichen. Ein zweites Kältebad ließe sich dadurch vermeiden, daß man das flüssige Chlor unmittelbar kühlt und damit das Restgas in einer mit Raschigringen gefüllten Säule auswäscht.

Eingeg. 5. Sept. 1947. [B 45]

## BERICHTE AUS DER CHEMISCHEN TECHNIK

### Versammlungsberichte

#### Die Lebensmitteltechnologie als Grenzgebiet

Dritte technologische Arbeitstagung des Instituts für Lebensmitteltechnologie in München am 9. und 10. Juni 1948

Ziel der Tagung, die von etwa 300 Hörern besucht und von Staatssekretär des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Sühler eröffnet wurde, war:

- An einigen Beispielen zu zeigen, um wieviel die Lebensmittel- und Verpackungstechnik in USA weiter fortgeschritten ist.
- Daraus die Bedeutung einer stärkeren Pflege der Grundlagenforschung abzuleiten gegenüber Tagesfragen, die kurzfristig durch die Verhältnisse überholt sein können.
- Darzulegen, wie sehr die lebensmitteltechnologische Entwicklung auf einer besseren Synthese zwischen den einmündenden Wissensgebieten Physik, Chemie und Mikrobiologie beruht, insbesondere, daß es ein grundlegender Fehler ist, wenn die apparative Entwicklung bisher weitgehend unabhängig von den Eigenschaften und den Anforderungen des Gutes erfolgt ist.
- Brücken zwischen der weiterentwickelten Verfahrenstechnik der chemischen Industrie und der Lebensmittelindustrie zu schlagen.

Zweifelloos hat Deutschland trotz der geringeren wirtschaftlichen Möglichkeiten auf dem Gebiet der Lebensmittel- und Verpackungstechnik auf Grund vieler theoretischer Vorarbeiten Chancen, wenn nur die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis verbessert und die Bedeutung der Forschung für die nunmehr dringend werdende Rationalisierung und für die Verbesserung des Qualitätsstandards erkannt wurde.

Der Vortragszyklus setzte sich aus 4 Teilen zusammen:

- 1) Physikalische und Verfahrenstechnische Grundlagen
- 2) Verpackungstechnik
- 3) Verfahrenschemie
- 4) Technische Mikrobiologie.

Im folgenden werden nur die Vorträge der beiden ersten Gruppen besprochen, während über Verfahrenschemie und Technische Mikrobiologie in Teil A dieser Zeitschrift berichtet wird.

#### Physikalische und Verfahrenstechnische Grundlagen

H. CLEVE, Braunschweig: *Die mechanischen Trennsysteme in der Lebensmittelindustrie.*

Die Sortier- bzw. Klassiersysteme sind in der Mühlenindustrie erheblich vielfältiger als in anderen Industriezweigen. Die zur mechanischen Trennung ausnutzbaren Eigenschaften gründen sich auf Verschiedenheiten im Volumen, der Dicke und Länge (verschiedene Typen von Sieben und

Sichtern), der Gestalt und Länge (Trieur), des spezifischen Gewichtes (Planasleser), des Reibungskoeffizienten (Ausleseband, Schneckentrieur), des Aussehens (Lesebänder), der magnetischen Eigenschaften (Magnet). Die Eigenart der mülserischen Verarbeitung bringt es mit sich, daß für das gleiche Ziel verschiedene Verfahren angewandt werden können. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden, insoweit sich die Anwendungsbereiche überschneiden, werden besprochen. Besonders ausführlich wird dies bezüglich Kraftbedarf, Platzbedarf, Ersparnis von Transporteinrichtungen, Anschaffungskosten, Beschaffenheit der abgetrennten Komponenten beim Plansichter durchgeführt, welcher in der Müllerei andere Sieb- und Sichtmaschinen weitgehend verdrängt hat.

*Anwendungsbereiche von Fillern und Schleudern in der Lebensmittelindustrie:*

H. HÜLSEN, Recklinghausen: *Zentrifugieren*

H. RUMPELT, München: *Filtern.*

Auch bei Filtern und Schleudern bestehen Ueberschneidungen in den Anwendungsbereichen. In diesem Zusammenhang wurden die neuesten Konstruktionen auf diesen beiden Gebieten erläutert, wie Schleudern mit selbsttätigem Schlammaustrag, die für die Melasseklärung anwendbar sind, und Großraum-Trennschleudern für besonders sorgfältige Entwässerung und Reinigung von Stärke. Das Hauptanwendungsgebiet der Großraumschleuder ist jedoch weniger die Separation als die Filtration. Die Großraumschleuder mit Schwerpunktlagerung ermöglicht dadurch, daß infolge der starren Lagerung das Filtergut schneller zugeführt werden kann als das Filtrat entweicht, eine besonders intensive Entwässerung. Besonders erwähnenswert sind die in letzter Zeit entwickelten Bauarten kontinuierlicher Großleistungszentrifugen, bei welcher 2 ineinander liegende Trommeln mit abweichender Geschwindigkeit im gleichen Drehsinn umlaufen. Sie sind für große Mengenleistungen bei hohem Feststoffgehalt geeignet. Muß besonders gut ausgewaschen und das Waschfiltrat getrennt aufgefangen werden und sind große Mengen leicht filtrierbaren Gutes zu verarbeiten, so ist das Drehfilter am Platze, das allerdings in der Regel weder besonders niedrige Endfeuchtigkeit noch absolute Blankfiltration erreicht. Bei hohen Filterwiderständen und bei Anspruch auf Blankfiltration sind trotz des hohen Platzbedarfes und starken Tuchverschleißes die absatzweise arbeitenden Druckfilter noch nicht ersetzbar.

Durch die beiden Referate war ersichtlich, daß in denjenigen Fällen, in welchen sich die Anwendungsbereiche überschneiden, die Wahl des Verfahrens durch Vergleichs-