

aus demselben durch eine regelbare Vorrichtung auf die Säule glühender Kohle in der Retorte, wird hier z. Th. reducirt, z. Th. in Carbonat verwandelt. Die Natriumgase entweichen zusammen mit Kohlenoxyd und Wasserstoff durch ein Rohr im Deckel, welches sie nach einer Vorlage zur Condensation des Natriums führt, während sich das Carbonat am Boden der Retorte sammelt, von wo aus es durch einen hydraulischen Abschluss, der den Eintritt der Luft in die Retorte verhindert, in einen Schlackenwagen gelangt.

Die Retorte steht in einem Ofen von kreisförmigem Querschnitt, in welchem sie durch Gas oder durch Koks erhitzt wird.

Alle 12 Stunden wird der Process auf kurze Zeit unterbrochen, um durch eine Öffnung im Deckel das Reductionsmaterial in der Retorte zu ergänzen, im Übrigen arbeitet die letztere so lange ohne Unterbrechung, bis ihre Schadhafthwerdung eine Auswechslung erheischt.

Die Schlacke, welche neben dem Carbonat immer noch einige Procente Ätznatron enthält, könnte natürlich leicht wieder causticirt werden; es hat sich jedoch als vortheilhafter herausgestellt, sie zu verkaufen, da sie in verschiedenen Industrien, namentlich in der Papierfabrikation, raschen und lohnenden Absatz findet.

Eine dieser Retorten liefert täglich 37 bis 42 k Natrium und im Ganzen, bis eine Auswechslung erforderlich, etwa 750 k.

Die Alliance Aluminium Compagnie in Wallsend bei Newcastle, welche Ende vorigen Jahres den Bau der Anlage für Aluminium- und Natrium-Fabrikation nach oben gekennzeichnetem Verfahren in Angriff nahm, ist gegenwärtig in regelmässigen Betrieb.

Für die Darstellung von 1 t Aluminium sind erforderlich:

12 t Kryolith
12 t Steinsalz
20 t Steinkohle
3 t Natrium.

1 t Natrium erfordert zur Darstellung:

10 t Ätznatron
1,2 t Gusseisen für Retorten
12 t Koks
1,5 t Reductionskohle.

Über die Erzeugung und Verwendung von Kälte.

Von

Ferd. Fischer.

Da die beim Niederschreiben des ersten Berichtes (Z. 1888 S. 7) bereits begonnenen Versuche an einer grossen Pictet'schen Eismaschine (Z. 1888 S. *10) leider wieder aufgegeben werden mussten, weil der betreffenden Firma an genauen Versuchen nichts gelegen war, so fällt der Schluss dieser Abhandlung fort. Kürzlich ist nun eine Abhandlung von R. Habermann (W. Brauer 1889 S. 21) — welcher anscheinend meine früheren Berechnungen (Z. 1888 S. 8) übersehen hat — über den Kältebedarf einer Brauerei erschienen, in welcher einerseits nicht zutreffende Zahlen gebraucht, andererseits aber auch andere Umstände mit berücksichtigt werden, so dass eine neue Besprechung dieser Frage wohl gerechtfertigt ist.

Für die Wärmeübertragung durch Wände verwendet Habermann Werthe, welche mit den sonst verwendeten¹⁾ wesentlich übereinstimmen. Als Wärmeübertragung für 1 qm einfaches Fenster rechnet er aber nur 2,44 W. E., während es 4 bis 5 W. E. sein sollten, für den gepflasterten Fussboden 0,54 W. E., während man besser 1 W. E. rechnet. Für einen Mann nimmt er stündlich 130 W. E. an, was in Rücksicht auf die grosse Flüssigkeitsaufnahme dieser Arbeiter wohl zutrifft (vgl. S. 315 d. Z.). Eine Stearinkerze entwickelt stündlich 90 W. E. (Jahresb. 1883 S. 1229), nicht 108 W. E.; wie Habermann angibt, eine Gasflamme mit 120 l stündlichem Gasverbrauch gibt 730 W. E. (Jahresb. 1883 S. 1229), nicht 919 W. E.

Für die Einbringung von je 100 hl nasser Fässer werden für je 1^o Temperaturunterschied 60 W. E. gerechnet. Für die Hauptgährung nimmt Habermann für jedes Hektol. Bier und Sacch.-Grad 94 W. E., für die Nachgährung 25 W. E. an. Diese Zahlen sind offenbar abhängig von dem Vergährungsgrad und daher keineswegs feststehend, so dass es doch richtiger ist, von dem gebildeten Alkohol auszugehen, wie dieses früher (Z. 1888 S. 9) geschehen ist. Ausserdem erscheinen mir die Habermann'schen Zahlen²⁾ zu niedrig, da z. B. eine 13gräd. Würze nur 1550 W. E. entwickeln würde, während bei der Bildung von 1 k Alkohol etwa 720 W. E.

¹⁾ F. Fischer: Feuerungsanlagen für häusliche und gewerbliche Zwecke S. 51.

²⁾ Wer dieselben aufgestellt hat, wird nicht angegeben.

frei werden. Bei Entwürfen von Kühlanlagen dürfte es sich daher empfehlen, für 1 hl Bier 2000 W. E. für die Hauptgärung und 500 W. E. für die Nachgärung anzusetzen.

Die Wärmezuführung zu der in den Röhren befindlichen Chlorcalciumlösung beträgt nach Habermann bei 1° Temperaturunterschied für 1 m liegendes Gasrohr von 51 mm lichter Weite 1,65 W. E. Berechnet man dieses auf 1 qm Fläche, so würden sich bei 3 mm Wandstärke nur etwa 9 W. E. ergeben, was zu wenig ist, um so mehr die Kühlrohre stets mit einer starken Eiskruste umgeben sind. Für die Wärmeüberführung von 1 qm Eis rechnet Habermann aber 30 W. E.

Die Wärmezuführung zu den Gärkellern aus den Gährbottichen beträgt nach Habermann für Stunde und Grad Temperaturdifferenz durch 1 qm Flüssigkeitsoberfläche 20 W. E., durch 1 qm Holzwandung des Bottichs nur 1 W. E. Hierbei ist nicht berücksichtigt, dass die gärende Würze meist mit einer Schaumdecke versehen ist, für welche 20 W. E. zu hoch ist, dass aber andererseits die entweichende Kohlensäure etwas Wärme überführt.

Habermann berechnet als Beispiel den Kältebedarf für eine Brauerei, welche täglich 100 hl 13 grädiges Bier braut.

Angenommen, die Lagerkeller bedecken einschliesslich des Vorraums eine Grundfläche von 900 qm, die Fläche sei 30 m lang und 30 m breit, die Kellerhöhe 5 m und dieselben sollen unterirdisch liegen. Der Gärkeller befindet sich über den Lagerkellern, ist einschl. Vorraum 30 m lang und 10 m breit und 5 m hoch, und liegt die Sohle desselben 1,5 m unter Hofniveau. Der übrige Theil über den Lagerkellern ist Fassschuppen u. dgl. Die Umfassungswände sind 1,4 m stark und mit isolirenden Luftschichten versehen. Die Gewölbe sind 1 m hoch mit Erde beschüttet. Die Aussentemperatur betrage 25°, die Erdtemperatur 11°. Die Lagerkeller sollen in 24 Stunden durchschnittlich eine einmalige, die Gärkeller eine viermalige Lüfterneuerung erfahren. Im Lagerkeller arbeiten durchschnittlich täglich 10 Mann 10 Stunden und im Gärkeller 6 Mann 10 Stunden. Stearinkerzen brennen im Lagerkeller etwa 10 Stück 10 Stunden, Gasflammen etwa 2 Stück 10 Stunden, im Gärkeller etwa 6 Stearinkerzen 10 Stunden und 1 Gasflamme 10 Stunden. Im Lagerkeller werden täglich Transportfässer von etwa 100 hl Raumgehalt in einem Gewichte von 10000 k und 12° Temperatur eingebracht.

Die von Habermann angenommene Zahl

der Personen (und damit auch der Stearinkerzen) ist sehr reichlich. Eine mir bekannte Brauerei, welche täglich 100 hl Bier liefert, hat für Gähr- und Lagerkeller nur 9, eine andere mit täglich 300 bis 350 hl nur 18 Personen zur Verfügung.

Wenn somit auch die Voraussetzungen Habermann's nur theilweise zutreffen, so möge doch seine Berechnung als Beispiel vollständig folgen.

Der Lagerkeller soll auf einer Temperatur von + 1° und der Gärkeller von 5° gehalten werden.

Hiernach sind die Umfassungswände (30 + 30 + 30 + 30) . 5 = 600 qm und die Wärmezufuhr für jede Stunde und Grad Temperaturunterschied 600 . 0,47 (0,47 entsprechend der Wandstärke von 1,4 m); da innen eine Temperatur von + 1° gehalten werden soll und die Erdwärme 11° beträgt, so ist der Unterschied 10°, und die 600 qm führen dem Keller in der Stunde an Wärme zu:

$$600 \cdot 0,47 \cdot 10 = 2820 \text{ W. E.}$$

Der Fussboden des Lagerkellers ist 900 qm, für 1° Temperaturunterschied und Quadratmeter werden 0,54 W. E. Wärme zugeführt, also für 900 qm:

$$900 (11-1) \cdot 0,54 = 4860 \text{ W. E.}$$

Die Decke des Lagerkellers empfängt zu einem Drittel etwas Wärme von dem um 4° wärmeren Gärkeller, nämlich: Fläche des Gärkellerfussbodens mal Grade Temperaturunterschied mal Coefficient 0,25, also:

$$300 (5-1) \cdot 0,25 = 300 \text{ W. E.}$$

Ferner empfängt die Decke des Lagerkellers zu zwei Drittel Wärme von der äusseren Luft, nämlich

$$600 \cdot (25-1) \cdot 0,25 = 3600 \text{ W. E.}$$

Die Umfassungswände des Gärkellers sind 30 + 30 + 10 + 10 = 80 m lang; davon führt der in der Erde gelegene, 1,5 m hohe Theil an Wärme zu

$$80 \cdot 1,5 \cdot 0,47 \cdot (11-5) = 338 \text{ W. E.}$$

und der oberhalb der Erde gelegene Theil

$$80 \cdot 3,5 \cdot 0,47 (25-5) = 2632 \text{ W. E.}$$

Durch die Decke des Gärkellers werden diesem Wärme zugeführt:

$$30 \cdot 10 \cdot 0,25 \cdot (25-5) = 1500 \text{ W. E.}$$

Hat der Gärkeller z. B. 10 qm grosse Doppelfenster, so sind dafür noch besonders zu rechnen: Fläche mal Temperaturunterschied mal 1,86, letzteren vermindert um den für dieselbe Fläche bereits gerechneten Mauerwerkscoefficienten 0,47, also

$$10 (25-5) \cdot (1,86-0,47) = 278 \text{ W. E.}$$

Die Menschen führen dem Lagerkeller in 24 Stunden an Wärme zu 10 . 10 . 130 und durchschnittlich in 1 Stunde

$$\frac{10 \cdot 10 \cdot 130}{24} = 542 \text{ W. E.}$$

und im Gärkeller

$$\frac{6 \cdot 10 \cdot 130}{24} = 325 \text{ W. E.}$$

Durch die Stearinkerzen werden dem Lagerkeller zugeführt in der Stunde

$$\frac{108 \cdot 10 \cdot 10}{24} = 450 \text{ W. E.,}$$

dem Gährkeller

$$\frac{108 \cdot 6 \cdot 10}{24} = 270 \text{ W. E.}$$

Durch die Gasflammen werden den Lagerkellern zugeführt:

$$\frac{919 \cdot 2 \cdot 10}{24} = 766 \text{ W. E.,}$$

dem Gährkeller

$$\frac{919 \cdot 1 \cdot 10}{24} = 383 \text{ W. E.}$$

Durch das Einbringen der Transportfässer erhält der Lagerkeller an Wärme in 24 Stunden 100 . 60 . (12—1), oder in einer Stunde

$$\frac{100 \cdot 60 \cdot (12-1)}{24} = 2750 \text{ W. E.}$$

Durch eine einmalige Lufterneuerung des Lagerkellers in 24 Stunden empfängt derselbe an Wärme: Raum 30 . 30 . 5 = 4500 mal Coefficient mal Temperaturunterschied, also 4500 . 0,31 . (25—1) und in einer Stunde

$$\frac{4500 \cdot 0,31 \cdot (25-1)}{24} = 1395 \text{ W. E.}$$

Der Gährkeller empfängt, bei einer viermaligen Lufterneuerung in einem Tage, in einer Stunde

$$\frac{30 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 0,31 \cdot 4 \cdot (25-5)}{24} = 1550 \text{ W. E.}$$

Durch die Hauptgärung wird dem Gährkeller alle 24 Stunden an Wärme zugeführt:

$$\frac{94 \cdot 13 \cdot 100}{24} = 5092 \text{ W. E.}$$

Durch die Nachgärung empfängt der Lagerkeller

$$\frac{25 \cdot 13 \cdot 100}{24} = 1354 \text{ W. E.}$$

Ausserdem ist Kälte aufzuwenden, um 100 hl Würze, die mit Brunnenwasser auf etwa 16° vorgekühlt sind, bis auf 5° herunterzukühlen; dazu sind in einem Tage notwendig: Zahl der Liter mal Temperaturunterschied, oder in 1 Stunde

$$\frac{10000 \cdot (16-5)}{24} = 4583 \text{ W. E.}$$

Insgesamt braucht also die Brauerei bei 25° Aussentemperatur die Stunde an Kälte: 35788 W. E.

Angenommen, die Dauer der Hauptgärung beträgt 10 Tage, und ein Gährbottich fasst 25 hl, so sind durchschnittlich 40 Bottiche im Gange. Die Flüssigkeitsoberfläche in einem Bottich betrage 2 qm und die mit Würze bedeckte Bottichwand sei 7 qm, ferner sei die Temperatur der gährenden Würze durchschnittlich in den 10 Tagen 7°, dann tritt bei einer Gährkellertemperatur von 5° an Wärme aus den Bottichen die Stunde in den Kellern durch die Oberfläche:

$$20 \cdot 40 \cdot 2 \cdot (7-5) = 3200 \text{ W. E.}$$

$$\text{durch die Holzwand } \frac{1 \cdot 40 \cdot 7 \cdot (7-5)}{24} = 540 \text{ -}$$

zusammen 3740 W. E.

die bei künstlicher Kühlung durch Rohrnetz, bei Eiskühlung durch das im Eisraum lagernde Eis aufgenommen werden muss, während 5092 — 3740 = 1352 W. E. durch die Taschenkühler, bez. durch die Eisschwimmer aufzunehmen sind.

Bei künstlicher Kühlung hat also das Kühlrohrnetz die ganzen 35788 W. E. nach Abzug obiger

1352 und der 4583 W. E. für die Würzekühlung, d. i. 29853 W. E. Kälte den Kellern zuzuführen.

Darum entfallen 18837 W. E. auf den Lagerkeller und die übrigen 11016 auf den Gährkeller.

Ist nun die Temperatur des Einlaufs des Salzwassers z. B. — 6° und die Temperatur des aus den Kellern in den Verdampfer zurückkehrenden Salzwassers — 4°, also durchschnittlich — 5°, so herrscht zwischen den Kühlrohren und dem + 1° warmen Lagerkeller ein Temperaturunterschied von 6° und zwischen den Kühlrohren und dem + 5° warmen Gährkeller eine solche von 10°.

Da nun ein laufendes Meter liegendes zwei-zölliges Gasrohr für Stunde und Grad Temperaturunterschied 1,65 W. E. Kälte abgeben kann, so sind im Lagerkeller, um 18837 W. E. abzugeben, 18837 : (1,65 . 6) = 1900 m Rohr und im Gährkeller 11016 : (1,65 . 10) = 670 m Rohr erforderlich.

Zu ändern wären somit namentlich folgende Posten:

Die durch die Arbeiter entwickelte Wärme beträgt für den Lagerkeller nur etwa 270 W. E. statt 542, für den Gährkeller 163 statt 325 W. E., für die Stearinkerzen im Lagerkeller 190 statt 450 und im Gährkeller 112 statt 270 W. E. Sind die Keller mit 10 qm Fenster versehen, so sind Gasflammen meist überflüssig; mindestens sind die Habermann'schen Zahlen viel zu hoch. Andererseits sind die Zahlen für die Gährungswärme zu niedrig, so dass von Habermann die Wärmeentwicklung im Lagerkeller um etwa 700 W. E. zu hoch, im Gährkeller um etwa 2000 W. E. zu niedrig angegeben ist.

Zur Zeit mit Versuchen über Wärmebez. Kälteübertragung beschäftigt, hoffe ich, bald genauere Angaben machen zu können.

Die Bestimmung der Extractausbeute von Malz.

W. Schultze¹⁾ bestätigt, wie schon Reim²⁾ beobachtete, dass trocknes Malzschrot beim Einteigen mit Wasser einen Theil desselben bindet und dass hierbei Wärme frei wird. Da nach seinen Versuchen 100 Th. Malz, bestehend aus 98,2 Trockensubstanz und 1,8 sogenannter Feuchtigkeit, beim Einteigen 4,21 Th. Wasser binden, so müssen die 1,8 Th. sogenannter Feuchtigkeit, welche bereits vor dem Einteigen im Malze vorhanden waren, als gebundenes Wasser an-

¹⁾ Mitth. d. Vers. f. Brauerei i. Wien 1889; gef. einges. Sonderabdruck.

²⁾ Z. ges. Brauw. 1884 S. 186; Jahresb. 1884 S. 1007.