

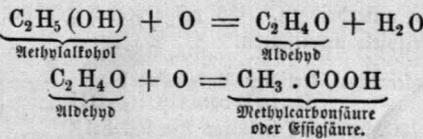
A l k o h o l.

Unter dem Namen **Alkohole** faßt man eine große Gruppe von organischen Verbindungen zusammen, die sämmtlich als **Drydhydrate** oder **Hydroxylverbindungen** organischer Radicale zu betrachten sind.

Die organischen Radicale verhalten sich in vieler Beziehung wie einfache Körper, wie Metalle, und mit diesen theilen sie auch die Eigenschaft eine verschiedene Werthigkeit zu besitzen, d. h. sie haben die Fähigkeit sich entweder mit einem Atom, oder mit zwei, oder mit drei, oder mit mehreren Atomen eines anderen einwerthigen Körpers zu verbinden. Je nachdem die Alkohole Hydroxylverbindungen ein-, zwei- oder mehrwerthiger Radicale sind, unterscheidet man einwerthige, zweiwerthige Alkohole u. s. f. Ebenso wie die Metalloxydhydrate je ein Wasserstoffatom ihrer Hydroxylgruppen unter Bildung von Salzen gegen Säureradiale austauschen können, so kann dieses auch bei den Alkoholen geschehen und je nach der Zahl der vorhandenen Hydroxylgruppen entstehen dann Verbindungen, die ein, zwei oder mehrere Säureradiale enthalten. Die aus den Alkoholen hierdurch hervorgehenden Verbindungen bezeichnet man als zusammengesetzte Aether. Hiernach nennt man die einwerthigen auch ein-säurige, die zweiwerthigen zwei-säurige Alkohole u. s. f. Man benutz dies Verhalten zu einer Classification der Alkohole.

Erste Classe. Einwerthige, einsäurige oder einatomige Alkohole. Diese Classe umfaßt eine große Zahl von Verbindungen, die sich nach gemeinsamen Eigenschaften und ähnlichem Herkommen in mehrere Abtheilungen und Gruppen bringen lassen.

Erste Abtheilung. Primäre Alkohole. Allgemeine Eigenschaft der ganzen Abtheilung: Durch Aufnahme von einem Atom Sauerstoff werden sie unter Abspaltung von zwei Atomen Wasserstoff in Aldehyde, und diese durch weitere Aufnahme von einem Atom Sauerstoff in einbasische Carbonsäuren verwandelt. So z. B.



Hier lassen sich folgende Gruppen unterscheiden.

Erste Gruppe. Methylalkohol und dessen Homologe. Der Repräsentant dieser ganzen Gruppe, und zugleich der am einfachsten zusammengesetzte Alkohol überhaupt, ist der **Methylalkohol**, $\text{CH}_3(\text{OH})$, oder das Drydhydrat des Radicals Methyl, CH_3 , auch **Carbinol** genannt. Von diesem leitet sich eine lange Reihe von Derivaten ab, die sich dadurch von einander unterscheiden, daß sie auf einander folgenden Glieder der Reihe in ihrer empirischen Zusammensetzung immer um die Atomgruppe CH_2 reicher werden. Es erklärt sich dieses durch

die Entstehung der den einzelnen Alkoholen eigenthümlichen Radicale. Wird in dem Radical Methyl, CH_3 , ein Wasserstoffatom durch ein zweites Methyl vertreten, so entsteht ein neues Radical, das methyilirte Methyl, $\text{CH}_2(\text{CH}_3)$, oder das Aethyl, C_2H_5 , und dieses bildet, indem es sich mit einer Hydroxylgruppe verbindet, **Methylcarbinol**, $\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{OH}$, oder **Aethylalkohol**, $\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})$.

Ein drittes Radical entsteht, indem im Aethyl in der substituierenden Methylgruppe wieder ein Wasserstoffatom durch Methyl vertreten wird. Das so gebildete Radical, $\text{CH}_2(\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3)$, oder äthylirtes Methyl, $\text{CH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)$, ist das Propyl, C_3H_7 . Und indem dieses sich mit einer Hydroxylgruppe verbindet, entsteht der **Propylalkohol**, $\text{C}_3\text{H}_7(\text{OH})$, oder der äthylirte **Methylalkohol** oder **Aethylcarbinol**, $\text{CH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{OH}$.

Aus dem Propyl geht ein viertes Radical hervor, wenn in der zuletzt eingeführten Methylgruppe wiederum ein Atom Wasserstoff durch Methyl ersetzt wird. Es entsteht so das Butyl, C_4H_9 oder $\text{CH}_2(\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3)$, oder propylirtes Methyl, $\text{C}_2\text{H}_5(\text{C}_2\text{H}_5)$. Durch Vereinigung mit einer Hydroxylgruppe geht hieraus der **Butylalkohol**, $\text{C}_4\text{H}_9(\text{OH})$, oder **Propylcarbinol**, $\text{CH}_2(\text{C}_3\text{H}_7)\text{OH}$, hervor.

Durch successive Einführung eines Methyls an die Stelle eines Atoms Wasserstoff entsteht so eine ganze Reihe von Radicales, deren höchstes Glied 31 Atome Kohlenstoff enthält. Man bezeichnet dieselben mit dem gemeinsamen Namen der **Alkylradicale**. Sind auch diese nicht sämmtlich bekannt, so ist deren Existenz doch unzweifelhaft. Jedes einzelne dieser Radicale bildet durch Vereinigung mit einer Hydroxylgruppe einen Alkohol, und alle diese Alkohole sind Carbinole, in denen ein Atom Wasserstoff durch ein einwerthiges Radical vertreten ist. Bezeichnet man die einwerthigen Radicale mit R, so kann man der ganzen Gruppe der hierher gehörenden Alkohole die allgemeine Formel $\text{CH}_2(\text{R})\text{OH}$ geben.

Die bekanntesten Glieder dieser Gruppe sind:

Methylalkohol, Carbinol,		
Holzgeist	$\text{C}_1\text{H}_3\text{O}$	oder $\text{CH}_3(\text{H})\text{OH}$
Aethylalkohol, Weingeist	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{OH}$
Propylalkohol	$\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)\text{OH}$
Butylalkohol	$\text{C}_4\text{H}_9\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_3\text{H}_7)\text{OH}$
Amylalkohol	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_4\text{H}_9)\text{OH}$
Capronylalkohol, Hexyl-		
alkohol	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_5\text{H}_{11})\text{OH}$
Denanthalkohol, Heptyl-		
alkohol	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_6\text{H}_{13})\text{OH}$
Caprylalkohol, Octylalkohol	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_7\text{H}_{15})\text{OH}$
Octylalkohol	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_7\text{H}_{15})\text{OH}$
Cerotalalkohol	$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_{15}\text{H}_{31})\text{OH}$
Cerotalalkohol	$\text{C}_{27}\text{H}_{55}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_{26}\text{H}_{53})\text{OH}$
Copernicalalkohol	$\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_{29}\text{H}_{59})\text{OH}$
Myricylalkohol	$\text{C}_{31}\text{H}_{63}\text{O}$	" $\text{CH}_2(\text{C}_{30}\text{H}_{61})\text{OH}$

Zweite Gruppe. Von den hierher gehörenden Alkoholen ist mit Sicherheit nur ein Repräsentant bekannt:

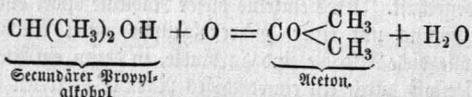
der Allylalkohol, C₃H₅(OH), die Hydroxylverbindung des einwerthigen Radicals Allyl, C₃H₅. Derselbe kann auch vom Methylalkohol abgeleitet werden, indem man in diesem die Substitution von einem Atom Wasserstoff durch das Radical Vinyl, (CH.CH₂), annimmt. Hiernach würde dem Allylalkohol die rationelle Formel CH₂(CH.CH₂)OH zukommen.

Dritte Gruppe. Alkohole der aromatischen Reihe. Diese in nicht vielen Repräsentanten bekannten Alkohole leiten sich vom Methylalkohol auf ähnliche Weise ab, wie die Alkohole der ersten Gruppe, nur mit dem Unterschiede, daß als Wasserstoff substituierendes Radical hier das Phenyl, C₆H₅, und dessen Homologe eintritt. Das erste Glied dieser Reihe ist der Benzylalkohol, C₇H₉O, oder Phenylcarbinol, CH₂(C₆H₅)OH.

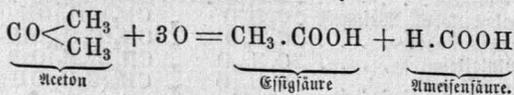
Wird in dem Phenyl ein Atom Wasserstoff durch Methyl vertreten, so entsteht ein neues Radical, das methylirte Phenyl, C₆H₄.CH₃, oder Tolyl, C₇H₇, und dieses kann ein Atom Wasserstoff im Methylalkohol ersetzen und bildet dann Tolylalkohol, C₈H₁₀O, oder Benzylcarbinol, CH₂(C₇H₇)OH.

Vierte Gruppe. Hier ist bislang nur ein Glied bekannt, der Zimmtalkohol, Styrylcarbinol, Styron, C₉H₁₀O. Derselbe steht zum Allylalkohol in derselben Beziehung, wie der Benzylalkohol zum Methylalkohol. Er ist ein Allylalkohol, in dessen Radical ein Wasserstoffatom durch das Radical Phenyl vertreten ist, also ein Phenylallylhydrat, C₃H₄(C₆H₅)OH, oder Phenylvinylcarbinol, CH₂(CH[C₆H₅]CH)OH.

Zweite Abtheilung. Secundäre oder Isoalkohole. Die hierher gehörenden Alkohole leiten sich vom Methylalkohol dadurch ab, daß in diesem zwei Wasserstoffatome durch zwei einwerthige Radicale vertreten werden. Es kommt ihnen daher die allgemeine Formel CH(R₂)OH zu. Von den primären Alkoholen unterscheiden sich die secundären, indem die letzteren bei der Oxydation keine Aldehyde, sondern Ketone bilden. So z. B.:



Und während aus den Aldehyden der primären Alkohole durch weitere Oxydation die den Alkoholen entsprechenden Säuren hervorgehen, so findet bei den Ketonen durch Sauerstoffwirkung eine Spaltung statt, bei welcher zwei verschiedene Säuren entstehen. So z. B.:



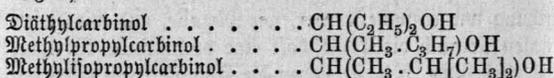
Die Zahl der secundären Alkohole ist noch größer als die der primären, insofern, als nicht allein die verschiedensten Radicale eingeführt werden können, sondern auch durch Einführung verschiedener Radicale zahlreiche Isomeren geschaffen werden können. Je nach der Art der substituierenden Radicale kann man auch hier verschiedene Gruppen unterscheiden.

Erste Gruppe. Die substituirtten Radicale gehören der Methylreihe an.

Der einfachste Fall ist: beide Wasserstoffatome des Methylalkohols werden durch Methyl vertreten. Es entsteht das Dimethylcarbinol, CH(CH₃)₂OH oder C₃H₈O, und dieses ist isomer, aber verschieden von dem Propylalkohol.

Wird ein Wasserstoffatom im Methylalkohol durch Methyl, das andere durch Aethyl vertreten, so entsteht Methyläthylcarbinol, CH(CH₃.C₂H₅)OH oder C₄H₁₀O, oder secundärer Butylalkohol.

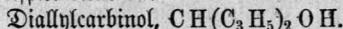
Bei dem nächsten homologen Gliede, dessen empirische Zusammensetzung C₅H₁₂O, und welches also dem Amylalkohol isomer ist, sind drei secundäre, isomere Alkohole möglich:



Je höher man in der Reihe hinaufsteigt, um so zahlreicher werden die Fälle der Isomeren.

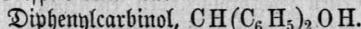
Zweite Gruppe. Die Substitution erfolgt durch das Radical Allyl, C₃H₅.

Als Beispiel dient das

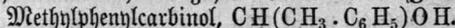


Dritte Gruppe. Die Substitution erfolgt durch das Radical Phenyl, C₆H₅.

Als Beispiel diene das



Vierte Gruppe. Die Substitution erfolgt durch verschiedenen Reihen angehörende Radicale. **Z. B.**



Dritte Abtheilung. Tertiäre Alkohole. Diese Alkohole leiten sich wieder von dem Methylalkohol ab, unterscheiden sich aber von den vorhergehenden dadurch, daß alle drei Wasserstoffatome des Methyls durch Radicale vertreten sind. Ihre allgemeine Formel ist daher C(R)₃OH.

Das erste Glied dieser ganzen Reihe von Alkoholen ist das Trimethylcarbinol, C(CH₃)₃OH oder C₄H₁₀O, dasselbe ist daher isomer mit dem primären Butylalkohol und dem Methyläthylcarbinol, oder dem secundären Butylalkohol.

Ebenso wie bei den secundären Alkoholen können hier die verschiedensten Radicale substituierend eintreten und man kann die einzelnen Producte in eben so vielen Gruppen unterbringen. Es möge jedoch genügen, ein paar Beispiele anzuführen.

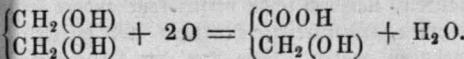
- Trimethylcarbinol, tertiärer Butylalkohol
C₄H₁₀O oder C(CH₃)₃OH
- Dimethyläthylcarbinol, tertiärer Amylalkohol
C₅H₁₂O oder C(CH₃)₂(C₂H₅)OH
- Dimethylpropylcarbinol, tertiärer Hexylalkohol
C₆H₁₄O oder C(CH₃)₂(C₃H₇)OH
- Methyldiäthylcarbinol, tertiärer Hexylalkohol
C₆H₁₄O oder C(CH₃)(C₂H₅)₂OH
- Dimethylallylcarbinol
C₆H₁₂O oder C(CH₃)₂(C₃H₅)OH
- Diäthylallylcarbinol
C₈H₁₆O oder C(C₂H₅)₂(C₃H₅)OH
- Methylpropylallylcarbinol
C₈H₁₆O oder C(CH₃)(C₃H₇)(C₃H₅)OH
- Methyldiallylcarbinol
C₈H₁₄O oder C(CH₃)(C₃H₅)₂OH.

Zu den tertiären Alkoholen werden von Manchen auch die Phenole oder die Dryhydrate des Radicals Phenyl, C₆H₅, und der dem Phenyl homologen Radicale gerechnet. Diese zeigen zwar gewisse Aehnlichkeiten mit den Alkoholen, andererseits weichen sie in ihrem Verhalten aber auch so weit von denselben ab, daß man sie besser als eine besondere Classe von Verbindungen behandelt.

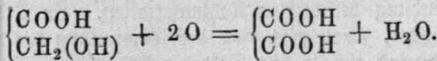
Zweite Classe. Zweiwertige, zweisäurige, zwiatomige Alkohole, oder Glycole. Diese Alkohole leiten sich von dem zweiwertigen Radical Aethylen, C₂H₄, und den Homologen desselben, welche sich wie zweiwertige Metalle verhalten, ab. Ebenso wie die Dryhydrate der zweiwertigen Metalle zwei Hydroxylgruppen enthalten, so enthalten auch die Glycole zwei Hydroxylgruppen, deren Wasserstoffatome durch Säureradicale unter Bildung von Aethern vertretbar sind.

Das erste Glied ist das Aethylenoxydhydrat, C₂H₄(OH)₂, oder $\begin{matrix} \text{CH}_2(\text{OH}) \\ | \\ \text{CH}_2(\text{OH}) \end{matrix}$. Die beiden Wasserstoffatome der Hydroxylgruppen sind hier nicht ganz gleichwerthig. Das eine ist leichter durch Säureradicale austauschbar als das andere, und so entstehen zwei Reihen von Verbindungen. Wird ein Wasserstoff der beiden Hydroxylgruppen z. B. durch das Radical der Essigsäure ersetzt, so bildet sich die Verbindung $\begin{matrix} \text{CH}_2(\text{OC}_2\text{H}_3\text{O}) \\ | \\ \text{CH}_2(\text{OH}) \end{matrix}$ oder einfach Essigsäureglycoläther, welche ihr Analogon in dem basisch essigsauren Blei, Pb(OH)(OC₂H₃O), hat. Werden beide Wasserstoffatome der Hydroxylgruppen durch Säureradicale ersetzt, so entstehen die sauren Glycoläther, so z. B. $\begin{matrix} \text{CH}_2(\text{OC}_2\text{H}_3\text{O}) \\ | \\ \text{CH}_2(\text{OC}_2\text{H}_3\text{O}) \end{matrix}$ oder der saure Essigsäureglycoläther, dessen Analogon das neutrale essigsaure Blei, Pb(O₂C₂H₃O)₂, ist.

Unter dem Einflusse von Drydationsmitteln wird zunächst die eine CH₂-Gruppe des Radicals angegriffen, die beiden Wasserstoffatome derselben werden durch ein Sauerstoffatom ersetzt und das Aethylenoxydhydrat verwandelt sich in die einbasische Glycolsäure:



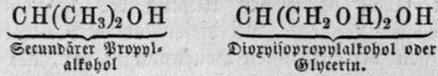
Bei weiterer Drydation wird auch die zweite CH₂-Gruppe angegriffen, durch Austritt von zwei Wasserstoffatomen aus dem Radical und Aufnahme eines Sauerstoffatoms geht die Glycolsäure in die zweiwasische Oxalsäure über:



So viel homologe Verbindungen des Aethylens existiren, so viel entsprechende Glycole sind auch denkbar. Von diesen, die außerdem in vielfach isomeren Verbindungen auftreten können, sind allerdings erst verhältnißmäßig wenige dargestellt.

Dritte Classe. Dreiwertige, dreisäurige, dreiatomige Alkohole oder Glycerine. Von den hierher gehörenden Verbindungen ist nur eine genau bekannt und studirt, das Glycerin. Das Glycerin leitet sich von dem secundären Propylalkohol dadurch ab, daß je ein

Wasserstoffatom seiner beiden Methylgruppen durch je eine Hydroxylgruppe ersetzt ist:



Einfacher betrachtet man das Glycerin als das Dryhydrat des dreiwertigen Radicals C₃H₅ und das Glycerin ist dann C₃H₅(OH)₃. Ebenso wie bei allen Alkoholen, so sind die Wasserstoffatome der Hydroxylgruppen gegen Säureradicale austauschbar unter Bildung von zusammengesetzten Aethern. Wie bei den Glycolen zwei Reihen von Aethern existiren, so kennt man hier drei solcher Reihen, je nachdem ein, zwei oder alle drei Hydroxylgruppen ihr Wasserstoffatom gegen Säureradicale ausgetauscht haben. **3. B.**

- Monacetin C₃H₅ $\begin{matrix} (\text{OC}_2\text{H}_3\text{O}) \\ | \\ (\text{OH})_2 \end{matrix}$
- Diacetin C₃H₅ $\begin{matrix} (\text{OC}_2\text{H}_3\text{O})_2 \\ | \\ \text{OH} \end{matrix}$
- Triacetin C₃H₅ (OC₂H₃O)₃.

Die dem Triacetin entsprechenden Verbindungen, welche die Säureradicale der höheren Glieder der Fettsäurereihe, Palmitinsäure, Stearinsäure u. s. w., oder der Delsäure enthalten, kommen außerordentlich verbreitet in der Natur vor, sie bilden die Thier- und Pflanzenfette.

Vierte Classe. Vielsäurige Alkohole. Hierher gehört der vierführige Erythrit, C₄H₆(OH)₄, der sechsführige Mannit, C₆H₈(OH)₆, und wahrscheinlich viele von den Körpern, welche unter dem gemeinsamen Namen Kohlehydrate zusammengefaßt werden.

Größere technische Bedeutung haben nur drei Alkohole: der Methylalkohol, der Aethyl- oder der gewöhnliche Alkohol und das Glycerin. Von diesen wird der Methylalkohol bei der trockenen Destillation des Holzes, deren Product er ist, im Artikel Essigsäure, das Glycerin in einem besonderen Artikel behandelt werden, während der Aethylalkohol, dessen Darstellung den wichtigen Industriezweig, die Spiritusfabrication, ausmacht, hier beschrieben werden soll.

Methylalkohol. Alkohol, Weingeist, Spiritus, C₂H₆O oder CH₃CH₂OH.

Geschichtliches. Die Kenntniß alkoholischer Flüssigkeiten reicht in das graue Alterthum hinein. Die ältesten geschichtlichen Documente erwähnen des Weines und dessen Gebrauches. Aus Getreide bereitetes Bier war den alten Aegyptern bekannt. Bald nach der von den Alexandrischen Gelehrten gemachten Erfindung der Destillationsapparate unterzog man auch den Wein der Destillation und es findet sich bereits in den Schriften des Marcus Gräcus, im achten Jahrhundert, die Darstellung des Aqua ardens durch Destillation des Weines beschrieben. Das Weindestillat wurde bald als Heilmittel verwandt und namentlich im 13. Jahrhundert von dem Cardinal Vitalis de Furno, sowie von dem Florentiner Thaddäus, von Arnoldus Villano-

vanus und Raymund Lullius als Arznei gegen alle Gebrechen des Körpers gepriesen. Die Alchemisten sahen darin den Anfang des vegetabilischen Steines der Weisen. Bei diesen kommt der Weingeist unter den verschiedensten Benennungen vor, als aqua vitae, aqua ardens, aqua vitis oder aqua de vite, aqua vini, menstruum vegetabile, lucerna coelica, anima coelica, spiritus vivus, Diana, sanguis menstrualis, urina sublimata, der Name Spiritus vini oder Weingeist ist von Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert zuerst gebraucht.

Die Verstärkung des Weingeistes durch wiederholte Destillation unter Absonderung der wässerigen Theile, sowie durch Behandlung desselben mit gebranntem Weinstein, ist bereits von Raymund Lullius und dann von Basilius Valentinus beschrieben, letzterer benutzte zu gleichem Zwecke auch den frisch gebrannten Kalk. In völlig wasserfreiem Zustande wurde der Alkohol jedoch erst im Jahre 1796 durch wiederholte Rectification über entwässertes kohlensaures Kalium von Lowitz, und gleichzeitig von Richter unter Anwendung von wasserfreiem Chlorcalcium, erhalten.

Um welche Zeit der Alkohol die Werkstätten der Alchemisten und heilkundigen Mönche verlassen hat und als Branntwein zum Volksgetränk geworden ist, ist geschichtlich nicht nachweisbar. Sicher ist nur, daß die Modenese schon im 14. Jahrhundert den Branntwein zum Handelsartikel gemacht haben und ihn auf weite Entfernungen, auch über die Alpen, versandten. Die italienischen Kriege des Mittelalters, an denen Söldner und Heere aus aller Herren Länder theilnahmen, werden die Bekanntschaft mit dem, ursprünglich nur in Wein producirenden Gegenden bereiteten Getränk allmählig verallgemeinert haben. Nicht zum wenigsten haben dazu auch die von Zeit zu Zeit wiederkehrenden Seuchen, die Pest, gegen deren Verheerungen man sich durch Aqua vitae zu schützen suchte, beigetragen, indem die von der Krankheit Verschonten Gefallen an der Arznei gefunden hatten.

Noch weniger ist über die Erfindung der Kornbranntweinbrennerei zu sagen, die vom 16. Jahrhundert an ein Gewerbe wurde, welches allgemein in den Städten betrieben wurde. Von welchem Umfange der Betrieb dieses Gewerbes schon damals war, erhellt daraus, daß wiederholt Verbote gegen denselben seitens der Obrigkeiten erlassen wurden, weil man befürchtete, es möge dadurch zu viel Getreide dem anderweitigen Consum entzogen werden und es möge bei Missernten dadurch ein Mangel an Brotrucht eintreten. Das erste Buch, in welchem die Branntweinbrennerei beschrieben wurde, datirt schon aus dem Jahre 1483, sein Verfasser ist der Doctor der Medicin Michael Schrid und es führt den Titel: Verzeichniß der ausgebrannten Wässer.

Die Möglichkeit, aus Kartoffeln Branntwein darzustellen, findet sich zuerst in einem zu Frankfurt 1682 erschienenen Buche: Dr. Joh. Joachim Bacher's Nürriſche Weisheit und weiße Narrheit, oder 100 so politische als physikalische, mechanische und merkantile Concepten und Propositionen. 1750 errichtete David Wöllinger eine Kartoffelbrennerei zu Monsheim in der Pfalz. Es blieben dies aber vereinzelt Versuche, denn selbst zu Anfang dieses Jahrhunderts war die

Kartoffelbrennerei noch so wenig ausgebreitet, daß Bekmann in der 1802 erschienenen fünften Auflage seiner Technologie ausschließlich den Kornbranntwein bespricht und nur in einer Anmerkung sagt: aus Kartoffeln wird viel Branntwein in Franken gemacht (S. Wolf 1).

Etwas um das Jahr 1820 nahm die Kartoffelbrennerei größere Dimensionen an und von 1840 an begann der Betrieb der Branntweinfabrikation sich mehr und mehr zu verändern in Folge der allgemeiner werdenden Verwendung dieses Rohmaterials. Am 1. Mai 1847 erfolgte noch eine preussische Cabinetsordre, durch welche die Ausfuhr von Kartoffeln und das Branntweinbrennen während des damaligen Nothstandes verboten wurde. Die Branntweinbrennerei hörte auf städtisches Kleingewerbe zu sein, in welchem nur für den eigenen Ausschank gearbeitet wurde, — daher die noch heute übliche Bezeichnung der Branntweinschankstätten als Destillationen, — sie wurde zu einem rein landwirthschaftlichen Gewerbe der großen Güter, die ihren Vortheil weniger in dem Verkaufe des Hauptproductes als in der Verwerthung des Nebenproductes, der Schlempe, finden, indem durch diese große Mengen eines gedeihlichen Viehfutters gewonnen werden. In den 20er Jahren wurden die ursprünglich höchst primitiven Vorrichtungen der Brennereien wesentlich vervollkommenet, so namentlich durch Einführung des Pistorius'schen Destillationsapparates, welcher es gestattet, in einer Operation ein sehr alkoholreiches Product zu erzielen. Da die Beschaffung dieser Apparate aber einen größeren Betrieb voraussetzt, so verschwand die alte Branntweinbrennerei immer mehr und mehr, an ihre Stelle trat die Spiritusfabrikation.

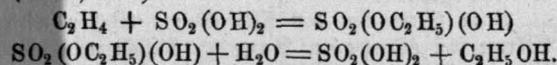
Schon im Mittelalter hat man den Consum des Branntweins zu einer öffentlichen Einnahmequelle gemacht, indem man theils bei der Einfuhr in die Städte, theils von den Branntweinbrennern eine Steuer erhob. In Preußen wurde durch den Zoll- und Accisetarif des großen Kurfürsten Friedrich Wilhelm im Jahre 1680 die Branntweinsteuer in ein Einkommen des Staates verwandelt, nachdem schon verschiedene andere Staaten, Britannien, Frankreich, Rußland auf gleiche Weise vorgegangen waren. Die Art der Erhebung dieser Steuer wird noch heute in den einzelnen Ländern auf die verschiedenste Weise ausgeübt und hierdurch auf die Art des Betriebes eingewirkt. Rücksichten auf die Art der Besteuerung veranlassen die Fabrikanten in den einzelnen Ländern zu besonderen Betriebseinrichtungen, zur Verwendung bestimmter Rohmaterialien. In Deutschland bildet, wenn man von der Gewinnung des Obstbranntweins absteht, das Volumen des Gährgefäßes für die jedesmalige Benutzung die Grundlage der Besteuerung. Das Streben des Fabrikanten geht daher dahin, in jeder Operation aus dem versteuerten Inhalte seines Gährgefäßes eine möglichst hohe Ausbeute an Alkohol zu erzielen, um sein Product mit möglichst wenig Steuer zu belasten. Dies ist aber nur bei Verwendung solcher Materialien möglich, die es gestatten, in einem kleinen Volumen von Flüssigkeit eine möglichst große Menge

1) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 1033.

von Zucker zur Vergärung zu bringen, während alle anderen Materialien von der Verwendung ausgeschlossen sind. In anderen Ländern, z. B. bis 1884 in Oesterreich, bildet zwar ebenfalls das Volumen des Gährgefäßes die Grundlage der Besteuerung, aber es tritt hier die Modification ein, daß die Steuer für je 24 Stunden der Arbeitszeit erhoben wird. Der Fabrikant hat daher für eine möglichst rasche Beendigung der Gärung zu sorgen und muß daher auf ganz andere Weise operiren, als wenn ihm, wie in Deutschland, eine Frist von 3×24 Stunden für den Verlauf der Gärung gegönnt ist. Hierdurch erklärt sich die Thatsache, daß man zur Erzeugung des gleichen Productes in den einzelnen Ländern auf sehr abweichende Weise verfährt. Wir können hier im Wesentlichen nur unsere deutschen Verhältnisse berücksichtigen und werden nur in besonderen Fällen auf die Arbeitsmethoden anderer Länder hinweisen.

Vorkommen und Bildung. Fertig gebildeter Alkohol findet sich in der Natur nicht. Wenn sich eine Beobachtung von Müntz¹⁾, nach welcher die atmosphärische Luft, das Regenwasser, der Erdboden Alkohol enthalten soll, bestätigt, so ist dies Vorkommen unzweifelhaft nicht ein primäres, sondern secundär. Ebenso ist Alkohol, der in Geweben des Thierkörpers und in normalem Harn nachgewiesen ist, auf vorherigen Alkoholenuß, der Alkohol im Harn der Diabetiker auf im Körper durch Gärung erfolgte Bildung und durch unvollkommen gebliebene Drydation bewirkte Ausscheidung zurückzuführen. Alkohol kann, nach allem was wir bislang wissen, nur auf drei verschiedene Weisen entstehen.

a) **Synthese des Alkohols.** Läßt man Aethylen von concentrirter Schwefelsäure absorbiren, so entsteht Aethylschwefelsäure, die beim Vermischen mit Wasser und Erwärmen in Alkohol und Schwefelsäure zerfällt (Berthelot²⁾):



Man hat geglaubt, von dieser Synthese technisch Gebrauch machen zu können, wobei sich aber gezeigt hat, daß die Darstellungskosten des Aethylen höher sind als der durch die Bildung des Alkohols zu erwartende Gewinn.

b) **Durch Addition von Wasserstoff zum Aldehyd.** Bringt man eine wässrige Lösung von Acetaldehyd mit Natriumamalgam zusammen, so wird der durch Wasserzersehung gebildete Wasserstoff im Entstehungsmomente vom Aldehyd aufgenommen und der Aldehyd in Aethylalkohol verwandelt (Wurz³⁾):



Aus Zink und Säuren sich entwickelnder Wasserstoff verhält sich dem Aldehyd gegenüber indifferent.

c) **Durch Gärung.** Viele Zuckerarten und einige andere organische Verbindungen erleiden unter der Wirkung von Fermenten eine Spaltung, bei welcher als Hauptproducte Alkohol und Kohlensäure auftreten.

Von den der alkoholischen Gärung am leichtesten unterliegenden Zuckerarten sind zu erwähnen: Maltose, Dextrose, Lävulose, deren wirksamstes Ferment ein Organismus, die Hefe, Saccharomyces, ist. Auch andere Zuckerarten verfallen der Gärung, diese aber nur indirect, nachdem sie durch Wirkung anderer Fermente vorher zu gährungsfähigen Zuckerarten zerfallen sind, so Rohrzucker, Milchsucker. Zur Gewinnung des Alkohols wird ausschließlich von dieser Reaction Gebrauch gemacht. Bei der sogenannten Selbstgärung der Hefe, beim Verweilen von zuckerhaltigen Früchten oder sonstigen zuckerhaltigen Pflanzentheilen in einer von Sauerstoff freien Atmosphäre, in Kohlensäure, Stickstoff wird ebenfalls, nebst anderen Producten, Alkohol gebildet (Pasteur, Muntz, Bellamy, Lechartier). Die Entstehung des Alkohols ist hier auf die Wirkung eines Fermentes zurückzuführen, welches durch pathologische Ursachen, durch das Absterben der in ihrer normalen Athmung gehemmten Zellen gebildet wird. Ferner bildet sich Alkohol, wenn Mannit, Dulcit, Milchsucker, Sorbit, Glycerin bei Gegenwart von kohlensaurem Kalk mit stickstoffhaltigen Materialien wochenlang einer Temperatur von 40° ausgesetzt werden (Berthelot¹⁾). Wahrscheinlich wird hier die Gärung durch Schizomyeten veranlaßt, wenigstens ist von diesen Organismen durch Fitz²⁾ erwiesen worden, daß sie unter geeigneten Bedingungen Glycerin in Gärung zu versetzen vermögen, als deren Producte in größter Menge normaler Butylalkohol und normale Butterssäure neben etwas Aethylalkohol auftreten.

Darstellung des reinen Alkohols. Bei der Darstellung des reinen, wasserfreien oder absoluten Alkohols, Alcohol absolutus, verwendet man stets den in eigenen Spiritus-Raffinerien dargestellten Feinsprit, Spiritus vini alcoholicatus, welcher ein, von allen bei der Gärung gebildeten fremden Körpern befreiter, reiner Alkohol ist, der nur noch 4 bis 5 Proc. Wasser enthält, von welchem er durch Destillation nicht getrennt werden kann. Um diesen letzteren Rest des Wassers abzuscheiden, behandelt man den Feinsprit mit Körpern, welche Wasser chemisch zu binden vermögen, so mit gebranntem Kalk, Aegbaryt, entwässertem Kupfervitriol, geschmolzenem Chlorcalcium. Bei der Darstellung im kleinen Maßstabe bringt man zu nutzgroßen Stücken zerkleinerten frisch gebrannten Kalk in einen Destillirkolben, übergießt den Kalk mit dem Alkohol, läßt unter häufigem Umschütteln 24 Stunden stehen und rectificirt aus dem Wasserbade, wobei die zuerst übergehenden Theile beseitigt werden. Beim Arbeiten im großen Maßstabe verwendet man als Rectificationsapparat eine mit gutem Condensator versehene, kupferne Destillirblase, die entweder über freiem Feuer oder durch einen Dampfmantel erhitzt wird, als wasserentziehendes Mittel benutzt man geschmolzenes Chlorcalcium, dessen Lösung als Nebenproduct bei manchen technischen Operationen gewonnen wird. Die Destillation wird fortgesetzt, so lange ein im Helme der Blase angebrachtes

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1881, 1284; Compt. rend. 92, 499.

²⁾ Jahresber. d. Chem. 1855, 602.

³⁾ Ann. Chem. 123, 140.

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1856, 664.

²⁾ Ber. chem. Ges. 9, 1343.

Thermometer den Siedepunkt des reinen Alkohols 78,3° zeigt. Bei dieser Temperatur geht fast die Gesamtmenge des vorhandenen Alkohols über. Zuletzt findet ein rasches Ansteigen des Thermometers statt, verursacht durch bei der höheren Temperatur erfolgende Abgabe von Wasser von dem Chlorcalcium. Sobald dies eintritt, ist der Rest des Destillates in eine andere Vorlage zu führen. Nach beendeter Destillation wird das Chlorcalcium aus der Blase entfernt, dasselbe kann, nachdem es wieder entwässert worden ist, von Neuem benutzt werden.

Eigenschaften. Der absolute Alkohol ist eine wasserhelle, sehr bewegliche Flüssigkeit, von angenehmem Geruch, scharfem, brennendem Geschmack. Er hat 0,792 spec. Gew. bei 20°, 0,7939 bei 15,5°, 0,8095 bei 0° nach Kopp¹⁾; nach Drinkwater 0,793811 bei 15,5°; nach Schiff²⁾ 0,7381 bei 78°; danach Molekularvolum 62,18; nach Squibb³⁾ 0,79350 bei 15,6°. Mendelejeff⁴⁾ beobachtete folgende Dichten bei verschiedenen Temperaturen, wobei die Dichte des Wassers bei 4° als Einheit genommen wurde:

0°	0,80625
5	0,80207
10	0,79788
15	0,79367
20	0,78945
25	0,78522
30	0,78096

Der absolute Alkohol erstarrt nicht bei den durch ein Gemisch von fester Kohlensäure und Aether herzustellenden höchsten Kältegraden. Bei — 129° wird er dick wie Del und erstarrt bei — 130,5° zu einem weißen Körper (Wroblewski u. Dlszewski⁵⁾). Der Alkohol wird daher zur Anfertigung von Thermometern, die zur Ermittlung hoher Kältegrade dienen sollen, benutzt. Wasserhaltiger Alkohol gefriert um so leichter, je mehr Wasser er enthält.

Der reine Alkohol ist sehr hygroskopisch. Er absorbiert, in schlecht verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, Wasser aus der Luft. Organischen Geweben entzieht er leicht Wasser und bewirkt dadurch, in den Organismus gebracht, augenblicklichen Tod. Manchen kristallisirten Salzen entzieht er einen Theil ihres Krystallwassers. Mit Wasser ist er in allen Verhältnissen mischbar. Das Volum einer Mischung von Alkohol und Wasser ist nicht gleich der Summe der Volume, sondern immer geringer. Es findet mithin eine Contraction statt, die am größten bei einer Mischung von 52,3 Vol. Alkohol und 47,7 Vol. Wasser ist. Die Mischung nimmt bei 15° C. nicht 100 Vol., sondern nur 96,23 Vol. ein, es hat mithin eine Contraction von 3,77 Volumprocenten stattgefunden. Es entspricht diese Mischung nahezu einem Molekül Alkohol auf drei Moleküle Wasser. Bei größerem Wassergehalt ist die Contraction geringer, sie ist z. B. ganz gleich in Mischungen, welche 70 Proc. und 40 Proc. Alkohol enthalten, in beiden Fällen beträgt sie

3,44 Proc. Mischungen von absolutem Alkohol und Wasser zeigen daher unter allen Umständen Contraction. Mischt man aber Wasser mit einem Weingeist, in dem schon die größte Contraction stattgefunden hat, so findet statt der Contraction eine Expansion statt.

Die nachfolgende Tabelle, nach Versuchen von Gay-Lussac von Rudberg berechnet, giebt die Contraction an, welche eine Mischung von dem in den ersten Columnen bezeichneten Alkoholgehalt erlitten hat.

Volumprocent von absolutem Alkohol in einer Mischung bei 15° C.	Contraction in Procenten des Volums der Mischung	Volumprocent von absolutem Alkohol in einer Mischung bei 15° C.	Contraction in Procenten des Volums der Mischung
100	0,00	50	3,74
95	1,18	45	3,64
90	1,94	40	3,44
85	2,47	35	3,14
80	2,87	30	2,72
75	3,19	25	2,24
70	3,44	20	1,72
65	3,61	15	1,20
60	3,73	10	0,72
55	3,77	5	0,31

Wegen der stattfindenden Contraction zeigen Mischungen von Alkohol und Wasser nicht das mittlere specifische Gewicht der Componenten, sondern ein der Contraction entsprechend abweichendes. Tabellen der specifischen Gewichte solcher Mischungen finden sich in dem Abschnitte Alkoholometrie.

Beim Vermischen des Alkohols mit Wasser wird Wärme frei (Dupré u. Page¹⁾). Mischt man aber Eis oder Schnee mit Alkohol, so tritt eine bedeutende Temperaturerniedrigung ein, indem der Schnee oder das Eis dem Alkohol die latente Wärme entzieht, die erforderlich ist, um Schnee oder Eis schmelzen zu machen. In einer Mischung von 1 Th. Schnee und 2 Th. absolutem Alkohol sinkt die Temperatur, wenn beide vorher 0° zeigten, auf — 21°.

Der reine Alkohol siedet bei 78,4° C. Nach Mendelejeff bei 78,303 unter einem Drucke von 760 mm Quecksilber. Bei vermindertem Drucke zeigt der Alkohol nach Raubau²⁾ folgende Siedepunkte:

Druck	Siedepunkt
20,50 mm	12,8° C.
30,86	17,4
41,32	21,0
54,86	24,4
61,96	26,2
760,00	78,2

¹⁾ Ann. Chem. 92, 9.

²⁾ Ann. Chem. 220, 100; 223, 69.

³⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 889.

⁴⁾ Jahresber. d. Chem. 1865, 469.

⁵⁾ Chem. Centralbl. 1883, 306.

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1869, 96.

²⁾ Chem. Ges. Ber. 16, 2480.

Mischungen von Alkohol und Wasser haben einen höheren Siedepunkt, der sich um so mehr dem des Wassers nähert, je verdünnter der Alkohol ist. Wässrige Alkohollösungen zerfallen dabei in stärkeren Alkohol, der sich verflüchtigt, und in schwächeren, der zurückbleibt. Durch fortgesetztes Kochen kann man allen Alkohol abdestilliren, während ein alkoholfreier Rückstand verbleibt. Hierauf beruht die Gewinnung des concentrirten Alkohols aus den verdünnten Lösungen, in denen er durch Gährung gebildet ist. Destillirt man z. B. ein Gemisch von 1 Th. absolutem Alkohol und 15 Th. Wasser, welches also 6,7 Proc. enthält, und wechselt jedesmal die Vorlage, sobald 2 Proc. von der Gesamtmenge der Flüssigkeit übergegangen ist, so enthält die erste Probe 60 Proc., die zweite 54 Proc., die dritte 48 Proc., die vierte 42 Proc., die fünfte 36 Proc., die sechste 30 Proc., die siebente 24 Proc., die achte 18 Proc., die neunte 12 Proc., die zehnte 6 Proc. Alkohol.

Bei der Destillation eines sehr concentrirten Alkohols, der nur 2 bis 3 Proc. Wasser enthält, findet das Entgegengesetzte statt. Hier geht zuerst ein wasserreicheres Destillat über und es kommt später absoluter Alkohol. Dieses beruht darauf, daß die geringe Menge von Wasser in dem trockenen Alkoholdampfe abdunstet. Man hat deshalb empfohlen, bei der Rectification des absoluten Alkohols das zuerst Uebergehende besonders aufzufangen. Dieses ist aber unnöthig, sobald man ihn über Substanzen destillirt, die das Wasser chemisch zu binden vermögen.

Mischungen von Alkohol und Wasser sieden nach Gröning bei folgenden Temperaturen:

Gehalt der Flüssigkeit an Alkohol	Siedepunkt	Gehalt der Flüssigkeit an Alkohol	Siedepunkt
5 Proc.	96,30° C.	55 Proc.	82,20° C.
10	92,9	60	81,9
15	91,0	65	81,5
20	89,1	70	80,9
25	87,5	75	80,3
30	86,2	80	79,7
35	85,0	85	79,4
40	84,1	90	79,0
45	83,4	95	78,4
50	83,1		

Dupré u. Page¹⁾ geben folgende Siedepunkte für Alkohol-Wasser-Gemische:

Alkohol	Siedepunkt	Alkohol	Siedepunkt
Gew.-Proc.		Gew.-Proc.	
0	99,4° C.	50	81,33° C.
10	90,98	60	80,47
20	86,50	70	79,61
30	84,01	80	78,84
40	82,52	90	78,01
45	81,99	100	77,89

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1869, 96.

Der Dampfdruck und die Dampfwärme des Alkohols sind nach Regnault¹⁾:

Temperatur	Dampfdruck mm	Dampfwärme Cal.
0	12,70	236,5
10	24,23	244,4
20	44,46	252,0
30	78,52	258,0
40	133,69	262,0
50	219,90	264,0
60	350,21	265,0
70	541,15	265,2
80	812,91	265,2
90	1189,30	266,0
100	1697,55	267,3
110	2367,64	269,6
120	3231,73	272,5
130	4323,00	276,0
140	5674,59	280,5
150	7318,40	285,3

Eine weitere Tabelle, in welcher sich die Tension des Alkoholdampfes für jeden Zehntel Grad, für die zwischen 0 und 30° liegenden Temperaturen findet, ist auf Grundlage von Regnault's Versuchen von Bunsen²⁾ berechnet.

Die absolute Siedetemperatur oder der kritische Punkt des Alkohols liegt bei 234,3° oder einer Dampfspannung von 62,1 Atmosphären (Sajotschewsky³⁾).

Die Dampfdichte des Alkohols ist nach Gay-Lussac 1,613, sie berechnet sich zu 1,591. Die spezifische Wärme ist nach Kopp⁴⁾ 0,615; nach Andrews⁵⁾ 0,617; nach Fabre u. Silbermann⁶⁾ 0,6438; nach Schüller⁷⁾ zwischen 16 und 30° 0,6019, zwischen 16 und 35° 0,6067, zwischen 16 und 40,5° 0,6120. Vergl. auch Gerlach⁸⁾, dessen ausführliche Zusammenstellung der physikalischen Eigenschaften des Alkohols während des Druckes dieser Arbeit erschien und daher hier nicht mehr benutzt werden konnte.

Die spezifische Wärme von Alkohol und Wassergemischen entspricht nicht dem aus den Componenten sich berechnenden Mittel, sondern weicht von diesem weit ab.

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1863, 76.

²⁾ Gasometrische Methoden, 2. Aufl. S. 362.

³⁾ Jahresber. d. Chem. 1879, 65.

⁴⁾ Jahresber. d. Chem. 1847/48, 86.

⁵⁾ Jahresber. d. Chem. 1847/48, 89.

⁶⁾ Jahresber. d. Chem. 1853, 78.

⁷⁾ Jahresber. d. Chem. 1870, 89.

⁸⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie 24, 487.

Specifische Wärme von Alkohol-Wasser-Mischungen

nach Dupré u. Page ¹⁾		nach Schüller ²⁾	
Alkohol	Specifische Wärme	Alkoholgehalt	Specifische Wärme
Gew.-Proc.			
5	1,01502	14,90	1,0391
10	1,03576	20,00	1,0456
20	1,04362	22,56	1,0436
30	1,02602	28,56	1,0354
40	0,96805	35,22	1,0076
45	0,94192	44,35	0,9610
50	0,90633	49,46	0,9162
60	0,84332	49,93	0,9096
70	0,78445	54,09	0,8826
80	0,71690	54,45	0,8793
90	0,65764	58,17	0,8590
100	0,60430	73,90	0,7771
		83,00	0,7168

bei 30°	1,0324
40	1,0440
50	1,0562
60	1,0691
70	1,0828
80	1,0974

Die Ausdehnung des durch entsprechenden Druck flüssig erhaltenen Alkohols bei hohen Temperaturen ist nach Pirn¹⁾:

Temperatur	Volum
0	1,0
50	1,05429275
100	1,12734849
150	1,24073712
200	1,47654887

Die Ausdehnung des Alkohols ist nach Ropp³⁾, wenn sein Volum bei 0° = 1,0000 genannt wird:

bei 0°	1,0000
10	1,0105
20	1,0213

Der Alkohol löst oder absorbiert eine große Zahl von Gasen. Das Volum eines auf die Temperatur von 0° und 760 mm Luftdruck reducirten Gases, welches von einem Volum Flüssigkeit absorbiert wird, nennt man den Absorptionscoefficienten des Gases. Dieser ist für jedes einzelne Gas und bei den meisten Gasen bei verschiedenen Temperaturen ein anderer. Nach Bunsen²⁾ absorbiert 1 Vol. Alkohol folgende Gasvolumina von 0° unter 760 mm Druck:

0 C.	Stickstoffgas	Wasserdampf	Sauerstoffgas	Kohlenoxydgas	Kohlen-säuregas	Methan	Aethylen	Stickoxydulgas	Stickoxydgas	Schwefel-säuregas	Schwefelwasserstoffgas
0	0,12634	0,06925	0,28397	0,20443	4,3295	0,52259	3,5950	4,1780	0,31606	327,80	17,891
2	0,12553	0,06896	Bei allen Temperaturen constant.	0,20443	4,1466	0,51691	3,4823	4,0409	0,30928	295,34	16,606
4	0,12476	0,06867			3,9736	0,51135	3,3750	3,9085	0,30290	265,33	15,373
6	0,12405	0,06839			3,8105	0,50590	3,2732	3,7811	0,29690	237,77	14,193
8	0,12338	0,06813			3,6573	0,50057	3,1768	3,6585	0,29130	212,67	13,066
10	0,12276	0,06786			3,5140	0,49535	3,0859	3,5408	0,28609	190,02	11,992
12	0,12219	0,06761			3,3807	0,49024	3,0005	3,4279	0,28127	169,82	10,971
14	0,12166	0,06737			3,2573	0,48525	2,9205	3,3200	0,27685	152,08	10,003
16	0,12119	0,06713			3,1438	0,48037	2,8459	3,2169	0,27281	136,79	9,088
18	0,12076	0,06690			3,0402	0,47561	2,7768	3,1187	0,26917	123,95	8,225
20	0,12038	0,06668			2,9465	0,47096	2,7131	3,0253	0,26592	113,56	7,415
22	0,12005	0,06646	2,8628	0,46642	2,6549	2,9368	0,26306	105,63	6,659		
24	0,11976	0,06626	2,7890	0,46199	2,6022	2,8532	0,26060	100,15	5,955		
25	0,11964	0,06616	2,7558	0,45982	2,5778	2,8133	0,25951	93,33	5,623		

Der Alkohol hat ein großes Lösungsvermögen. Von den einfachen Stoffen nimmt er Jod, Phosphor, Schwefel auf, die aus concentrirten Lösungen sich beim Erkalten

krystallinisch abscheiden. Die gesättigte Lösung von Jod in Alkohol ist die Jodtinctur der Pharmakopöen. Bei längerer Aufbewahrung wirkt das Jod zersezend auf den Alkohol unter Bildung von Jodwasserstoffsäure

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1869, 95.
²⁾ Jahresber. d. Chem. 1870, 90.
³⁾ Poggendorff's Ann. 72, 1.

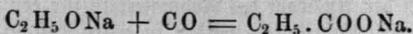
¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1867, 52.
²⁾ Gasometrische Methoden, 2. Aufl., S. 334.

und anderen Verbindungen. Von den unorganischen Salzen sind nur die in Alkohol löslich, welche auch leicht in Wasser löslich sind. Von organischen Verbindungen löst er viele in Wasser unlösliche, so namentlich Harze, Farbstoffe, ätherische Oele und manche Fette, die Fettsäuren, Kohlenwasserstoffe. Salpetersaures Magnesium, Chlorcalcium, Zinkchlorid, Zinnchlorid, Eisenchlorid, Eisenchlorür, salpetersaures Calcium, Manganchlorür, Aetzbaryt lösen sich in absolutem Alkohol und gehen damit krystallisirende Verbindungen ein, die zuerst von Graham studirt und Alkoholate genannt wurden. Der Alkohol scheint in diesen Verbindungen die Stelle des Krystallwassers zu vertreten. Die Alkoholate enthalten auf 1 Mol. Salz 1, 2 oder 3 Mol. Alkohol. Beim Erwärmen giebt keines dieser Salze wieder Alkohol ab, sondern nur Zersetzungproducte desselben, Kohlenwasserstoffe.

Der Alkohol zerfällt, wenn man ihn in Dampfform durch ein schwach glühendes, mit Bimssteinstückchen gefülltes Rohr leitet, in Kohlenoxydgas, Wasserstoff, Wasser, Methan, Aethylen, Naphthalin, Phenol, brenzliche Oele und Kohle. Bei einer Temperatur unter 300° findet noch keine Zersetzung statt. Bei ganz schwacher Glühitze bildet sich vorzugsweise Sumpfgas, Kohlenoxyd und Wasserstoff; in dem Maße, wie die Hitze gesteigert wird, nimmt die Bildung des Naphthalins zu, sie ist bei Weißgluth am höchsten.

Durch den elektrischen Strom wird der absolute Alkohol kaum zersetzt, da er dem Durchgange des Stromes die größten Hindernisse entgegensetzt. Am negativen Pole entwickelt sich dabei nur sehr wenig Wasserstoffgas, am positiven Pole wird kein Gas frei. Wasserhaltiger Alkohol leitet den Strom besser, es bildet sich dabei am positiven Pole Aldehyd, Essigsäure etc. Läßt man in siedendem Alkohol Inductionsfunken überspringen, so entsteht Wasserstoff, Methan, Aethylen, Acetylen, Kohlenoxyd (Truchot¹⁾).

Kalium und Natrium lösen sich unter Wasserstoffentwicklung in absolutem Alkohol und bilden krystallinische Verbindungen, die Kalium- oder Natriumäthylat oder -Alkoholat genannt sind. Das Natriumalkoholat erhält man, indem man Natrium mit einem Ueberschuß von absolutem Alkohol zusammenbringt und nach dem Aufhören der Wasserstoffentwicklung im Wasserbade erwärmt, bis kein Alkohol mehr verdampft. Es bleibt eine geschmolzene, beim Erkalten krystallinisch erstarrende Masse zurück, welche die Zusammensetzung $C_2H_5ONa \cdot 3C_2H_5O$ hat. Beim Erhitzen auf 200° verwandelt dieselbe sich unter Abgabe von Alkohol in reines Natriumalkoholat, C_2H_5ONa . Durch Wasser wird das Natriumalkoholat in Natronhydrat und Alkohol zerlegt (Wanklyn²⁾). Läßt man auf Natriumalkoholat Kohlenoxyd bei einer Temperatur von 160° einwirken, so wird dasselbe absorbirt und es entsteht propionsaures Natrium (Geuther³⁾):



Sauerstoff oder atmosphärische Luft wirkt direct nicht auf Alkohol ein. Verdünnte alkoholische Flüssigkeiten, Wein, Bier, Würze, gehen bei Einwirkung eines Fermentes unter Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure über. Poröse Körper, Platinschwamm etc., mit Alkoholdampf unter Zutritt der Luft in Berührung, führen eine langsame Verbrennung herbei, deren Producte Aldehyd und Essigsäure sind. Erhitzt man solche Körper, so findet eine weitergehende Verbrennung statt. Eine Spirale von Platindraht, die man in der Flamme einer Spirituslampe zum Glühen erhitzt und unmittelbar über dem Dochte befestigt hat, fährt fort zu glühen, nachdem man die Flamme vorsichtig verlöscht hat, und bleibt glühend, so lange der Docht noch Alkoholdampf abgiebt (Davy's Glühlampe).

Alle Substanzen, welche leicht Sauerstoff abgeben, wirken mehr oder weniger heftig auf den Alkohol. Chromsäure erhitzt sich damit bis zur Entflammung und vollständigen Verbrennung des Alkohols. Verdünnte Schwefelsäure und Braunstein liefern bei der Destillation mit Alkohol vorzugsweise Aldehyd. Salpetersäure giebt Salpetersäureäther (S. 30) und Drydationsproducte, Ameisensäure, Essigsäure, Oxalsäure etc. Bei Gegenwart von salpetersaurem Silber entsteht bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Alkohol knallsaures Silber.

Chlor wird von Alkohol mit Begierde absorbirt. In wasserfreiem Alkohol geleitet, bringt jede Gasblase Entzündung in der Flüssigkeit unter Abscheidung von Kohle hervor. Bei starker Abkühlung, oder bei der Einwirkung auf wässrigen Alkohol, werden zahlreiche Substitutionsproducte und Verbindungen, die wieder durch Chlor zersetzt werden, gebildet. Es entstehen dabei gleichzeitig oder nach einander Aldehyd, Chloral, Chloräthyl, Essigsäure, Essigäther; in jedem derselben kann wieder Wasserstoff durch Chlor vertreten werden, so daß man je nach der Länge der Einwirkung die verschiedensten Producte erhält, von denen jedoch das Chloral in größter Menge sich bildet.

Brom wirkt ganz ähnlich wie Chlor. Sod dagegen weit weniger energisch, erst nach langer Zeit findet eine Einwirkung statt. In Alkali enthaltendem Alkohol wird bei der Behandlung mit Chlor, Brom oder Jod die dem Chloroform entsprechende Verbindung gebildet.

Schwefelsäure mit Alkohol gemischt und gelinde erwärmt, bildet Aetherschwefelsäure (S. 23) und diese, mit einem Ueberschuße an Alkohol auf 130° erhitzt, bildet Aether. Ein Ueberschuß von Schwefelsäure und stärkere Erhitzung wirkt zersetzend auf die Aetherschwefelsäure und es entsteht ölbildendes Gas, C_2H_4 , Aethylen. Schwefelsäureanhydrid bildet bei der Einwirkung auf Alkohol Aethionsäure und Thäthionsäure. Phosphorsäure verhält sich ähnlich wie Schwefelsäure.

Chlorwasserstoffsäure bildet Chloräthyl. Geringe Mengen von Salzsäure bilden beim Erwärmen mit Alkohol unter hohem Drucke Aether (S. 21).

¹⁾ Chem. Ges.-Ber. 10, 900.

²⁾ Ann. Chem. 150, 200.

³⁾ Ann. Chem. 202, 288.

Spiritusfabrikation.

Die Spiritusfabrikation bezweckt die Darstellung von alkoholreichen Flüssigkeiten, die zum geringeren Theile technische Verwendung finden, während die größte Menge zur Darstellung von Branntwein dient. Eine directe Darstellung von Branntwein, die bis vor wenigen Decennien noch allgemein üblich war, findet jetzt nur noch ausnahmsweise statt und zwar nur bei der Verarbeitung gewisser Rohmaterialien, deren natürliches Aroma man auf das zu producirende Getränk zu übertragen wünscht. Die eigentliche, als Getreide betriebene Spiritusfabrikation liefert als Product Rohspiritus mit einem Gehalt von etwa 80 bis 95 Volumprocent Alkohol, der noch durch mancherlei fremde Stoffe verunreinigt ist und in eigenen Spiritusraffinerien gereinigt und in Feinsprit, mit einem Gehalte von etwa 95 Proc. Alkohol, verwandelt wird. Die Rohspiritusfabrikation ist immer von der Spiritusraffinerie getrennt. Die erste ist ein rein landwirthschaftliches Gewerbe, die letztere ist eine der städtischen Großindustrien.

Als landwirthschaftliches Gewerbe ist die Spiritusfabrikation von größter Bedeutung, insofern als ihr wichtigstes Rohmaterial, die Kartoffel, noch reiche Ernten auf Bodenarten liefert, welche für die Cultur anderer Feldfrüchte wenig geeignet sind. Ferner weil in den Rückständen, der Schlempe, Massen von werthvollem Futter gewonnen werden, die die Haltung eines großen Viehstandes ermöglichen, durch dessen Dünger die Qualität des Bodens, bei sonst richtiger Bewirthschaftung, im Laufe der Zeit bedeutend verbessert werden kann. Von der Natur ärmlich bedachte Gegenden, oder durch Mißwirthschaft herunter gebrachte Güter, sind vielfach durch Einführung der Spiritusfabrikation zu hohem Wohlstande gekommen. Hierin liegt die große volkswirthschaftliche Bedeutung dieses Industriezweiges.

Rohmaterialien. Der Spiritus wird ausschließlich durch Gährung von Zucker dargestellt. Es können daher alle solche Stoffe als Rohmaterial verwandt werden, welche entweder fertig gebildeten Zucker, oder Bestandtheile enthalten, die ihrerseits leicht in Zucker zu verwandeln sind, endlich werden zur Anfertigung von Branntweinen auch Materialien benutzt, welche bereits die Gährung erlitten haben und in denen fertig gebildeter Alkohol vorkommt. Von den chemischen Verbindungen, welche leicht in Zucker überführbar sind, ist vor allem das Stärkemehl zu erwähnen, technisch von geringerer Bedeutung ist das Inulin und die Cellulose. Diese Verbindungen brauchen aber nicht aus den Pflanzentheilen, in welchen sie uns von der Natur geliefert werden, abgeschieden zu werden, sondern es gelangen die Pflanzentheile als solche unmittelbar zur Verarbeitung. Hiernach kann man folgende Eintheilung der technisch nutzbaren Rohstoffe machen.

a) Stärkemehl enthaltende Rohmaterialien: Kartoffeln, Mais, alle Getreidearten. Reis, obgleich sehr reich an Stärkemehl, kann nur in solchen Gegenden zur Verwendung kommen, wo sein Preis seinem Stärkemehlgehalt entspricht. Er dient in Ostindien zur Darstellung des Arrak.

Topinambur, Erdbirnen, die Knollen von Helianthus tuberosus, entfalten Inulin, welches sich sehr leicht in Zucker verwandeln läßt. Von technischer Bedeutung ist dieses Rohmaterial nicht, da die Pflanze verhältnißmäßig wenig angebaut wird und da die Knollen, da wo die Pflanze überhaupt cultivirt wird, meist unmittelbar als Viehfutter verwandt werden, weil der Spiritusertrag zu gering ist, um lohnend zu sein.

Cellulose kommt in reichlichster Menge in allen Pflanzentheilen, in Holz und dergl. vor und ist durch geeignete Behandlung in Zucker zu verwandeln. Man hat dieses eine Zeit lang technisch ausgeführt, aber weniger der Nutzbarmachung des Zuckers wegen, als um einen reinen, für die Papierfabrikation geeigneten Zellstoff zu gewinnen, wobei eine gewisse Menge von Zucker als Nebenproduct gewonnen wurde. Seitdem aber in neuerer Zeit andere Fabrikationsmethoden erfunden sind, die den Hauptzweck auf bessere Weise erreichen lassen, ist die Cellulose als Rohstoff der Spiritusfabrikation verlassen.

b) Zucker enthaltende Rohstoffe. Im Großbetriebe findet die Melasse der Zuckerrüben und die Zuckerrübe Verwendung. In einzelnen Fällen hat man wohl Möhren und ähnliche Wurzelgewächse verarbeitet, auch ist der Saft der Zuckerrübe, Sorghum saccharatum, als Rohstoff für die Spiritusfabrikation angepriesen worden. Letztere Pflanze mag für südliche Gegenden eine gewisse Bedeutung haben, in nördlichen Ländern kann sie nicht in Betracht kommen.

Obst, namentlich Steinobst, Kirschen, Zwetschen dienen in vielen Gegenden einer umfangreichen Kleinindustrie als Rohmaterial zur Erzeugung beliebiger Branntweine, Kirchwasser, Zwetschenwasser, Stinowitz, von denen das erstere namentlich am Schwarzwalde, im Elsaß, in der Schweiz, das andere in Mähren und den österreichischen Ländern dargestellt wird.

Der Krapp enthält zwar keinen Zucker, aber einen Körper, die Ruberythrin säure, welche durch Fermentwirkung in den Farbstoff Alizarin und Zucker zerlegt wird und es können die zuckerhaltigen Flüssigkeiten, welche bei dieser Umwandlung als Nebenproduct entstehen, auf Spiritus verarbeitet werden. Als Rohmaterial für die Spiritusfabrikation ist der Krapp nur von ganz untergeordneter, localer Bedeutung.

c) Alkohol enthaltende Rohstoffe. In Frankreich ist, namentlich in früheren Jahren, sehr viel Wein destillirt worden, um daraus Cognac zu gewinnen, doch haben die Verheerungen, welche zuerst vom Traubenpflanz und dann von der Rebwurzellaus in den dortigen Weinpflanzungen hervorgerufen worden sind, diese Industrie fast zum Stillstande gebracht. Außerdem wird durch Destillation der Nebenproducte der Weinbereitung, der Hefe, des Faßgelägers, der abgepreßten Schalen, Branntwein und außerdem Weinöl (f. S. 158) gewonnen.

Bei der Auswahl des Rohmaterials für den Betrieb der Spiritusfabrikation werden in erster Instanz immer wirthschaftliche Rücksichten maßgebend sein. Man wird diejenige Frucht anbauen, für welche Boden und Klima sich am besten eignen und auf diese seinen Betrieb basiren. Beim Zukauf von fremden Producten ist auf deren

Gehalt an Stärkemehl, resp. Zucker Rücksicht zu nehmen und man wird sich für das Material zu entscheiden haben, in welchem man die Gewichtseinheit an Stärkemehl, Zucker u. s. w. zu dem billigsten Preise bezahlt. Dabei kommen aber noch zwei weitere Momente in Betracht. Zunächst die Art der in den einzelnen Ländern eingeführten Besteuerung der Spiritusfabrikation. Wie schon früher erwähnt, so wird in Deutschland die Steuer nach dem Voluminhalt des Gährgefäßes erhoben. Es liegt daher im Interesse des Fabrikanten, möglichst viel Spiritus aus dem versteuerten Gährraume zu ziehen, um sein Product möglichst wenig mit Steuer zu belasten. Dies ist aber nur thunlich bei der Verarbeitung von sehr zuckerreichen Flüssigkeiten, die ihrerseits nur von Rohmaterialien zu gewinnen sind, die sehr reich an Zucker oder Stärkemehl sind. Aus diesem Grunde verbietet sich bei uns die Verarbeitung von all solchen Rohstoffen, die dieser Bedingung nicht entsprechen, und es verbleiben als verwendbar nur Kartoffeln, Mais, Getreide, so weit dessen Preis ein angemessener ist, und Melasse. Endlich ist bei der Calculation der Rentabilität noch der verschiedene Werth des Nebenproductes, der Schlempe, in Ansatz zu bringen. Die bei der Destillation von vergohrener Melasse verbleibende Schlempe läßt sich als Futtermittel nicht verwenden. In den landwirtschaftlichen Spiritusfabriken ist daher die Melasse aus der Liste der Rohmaterialien zu streichen. Der Werth der Mais- und Kornschlempe ist ein ungleich höherer, als der der Kartoffelschlempe, wir werden auf diesen Gegenstand später zurückkommen haben, und es kann daher das Stärkemehl in Mais und Getreide verhältnißmäßig theurer bezahlt werden als in den Kartoffeln, weil diese Preisdifferenz sich durch die bessere Beschaffenheit, die größere Nahrhaftigkeit der Getreideschlempen wieder ausgleicht.

Erster Abschnitt.

Die Vorgänge der Spiritusfabrikation.

1. Die Verzuckerung des Stärkemehls, Maischproceß.

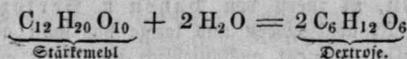
Das Stärkemehl ist eine organische Verbindung, deren Zusammensetzung durch die empirische Formel $C_6H_{10}O_5$ bezeichnet wird. Diese Formel giebt jedoch keinen Ausdruck für die Größe des Molekulargewichtes der Stärke. Die wirkliche Größe des Molekulargewichtes des Stärkemehls ist noch nicht bekannt, nur so viel ist sicher, daß sie ein Multiplum obiger Zahlen ist und es sprechen Gründe dafür, dem Stärkemehlmolekül die Zusammensetzung $C_{120}H_{200}O_{100}$ zu geben, wie weiter unten gezeigt werden wird.

Die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker läßt sich auf verschiedene Weise vollziehen, durch Einwirkung verdünnter Säuren, durch hydrolytische Fermente, durch Bacterien. Diese einzelnen Agentien verhalten sich in der Hauptsache gleich, doch kommen, je nachdem man das eine oder das andere verwendet, Verschiedenheiten vor, die es zweckmäßig erscheinen lassen, sie getrennt zu behandeln, wobei jedoch zu erwähnen ist, daß unsere Kenntnisse der hier stattfindenden Vorgänge in vieler Beziehung noch lückenhaft und voll von Widersprüchen

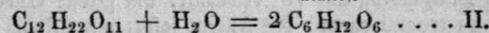
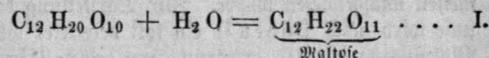
sind, obgleich dieser Gegenstand so vielseitig und von so vielen Forschern bearbeitet worden ist, wie wenige Gebiete der Chemie.

a) Verzuckerung durch Säuren. Läßt man auf Stärkemehl verdünnte Säuren, Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure bei Siedhitze einwirken, so findet nach ganz kurzer Zeit vollständige Verflüssigung statt, die abgekühlte Lösung färbt sich auf Zusatz von wässriger Jodlösung intensiv blau, auf Zusatz von Alkohol giebt sie einen voluminösen Niederschlag, welcher, durch Filtration abgefondert, mit Alkohol gewaschen werden kann und dann eine isomere Modification des Stärkemehls: lösliche Stärke, Amidulin bildet, welche krystallisirt erhalten werden kann, Amylodextrin (W. Nägeli¹⁾, und außerdem in amorpher Form auftritt (Musculus²⁾, Nägeli³⁾. Bei weiterer Einwirkung der Säuren verschwindet die lösliche Stärke, die Flüssigkeit giebt auf Zusatz von Jodlösung eine burgunderrothe Färbung, auf Zusatz von Alkohol erfolgt eine weiße Fällung, beim Erhitzen mit alkalischer Kupferoxydlösung scheidet sie Kupferoxydul in reichlicher Menge ab. In diesem Stadium enthält sie ein Dextrin, Erythro-dextrin (Brücke⁴⁾) und daneben Kupferoxyd reducirenden Zucker. Setzt man das Kochen längere Zeit fort, so vermehrt sich die Menge des Zuckers beständig, die Jodreaction hört auf, das Erythro-dextrin geht in Achroo-dextrin über, allmählig verschwinden die Dextrine und es verbleibt, neben Zucker, je nach der Dauer der Erhitzung, mehr oder weniger eines Körpers, welcher als Gallisin bezeichnet ist (Schmitt u. Cohenzyl⁵⁾) und die Zusammensetzung $C_{12}H_{24}O_{10}$ haben soll.

Der als Endproduct der Säurewirkung sich findende Zucker ist immer Dextrose oder Traubenzucker. Nach Salomon⁶⁾ ist es sehr wahrscheinlich, daß derselbe primär aus dem Stärkemehl gebildet wird, während nach Musculus⁷⁾ zunächst Maltose entsteht, die durch fortgesetzte Wirkung der Säure in Dextrose überführt wird. Das Endstadium läßt sich durch folgende Gleichung ausdrücken:



Die Umwandlung in Maltose und deren Umbildung zu Dextrose ist dem entsprechend:



In Bezug auf die Energie der Wirkung verhalten die einzelnen Säuren sich nicht gleich, sondern folgen sich in der Reihe: Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure. Unter Anwendung von Salz-

1) Ann. Chem. 173, 222.

2) Compt. rend. 65, 857.

3) Beiträge zur näheren Kenntniß der Stärkegruppe 1874.

4) Wiener Akademie-Berichte 65, 126.

5) Chem. Ges.-Ber. 17, 1000.

6) Journ. f. Pratt. Chem. [2] 28, 139.

7) Journ. f. Pratt. Chem. [2] 28, 502.

säure gelingt es leicht, das Stärkemehl bis auf die letzte Spur in Dextrose zu verwandeln (Sachsse¹⁾). Durch verdünnte Schwefelsäure werden 75 Proc. des Stärkemehls verhältnismäßig rasch in Zucker übergeführt, die dann vorhandenen Dextrine widerstehen der Wirkung der Säure viel länger und es gelingt kaum, mehr als 90 Proc. des Stärkemehls in Dextrose zu verwandeln, da bei längerer Einwirkung der Säure eine entsprechende Menge des Zuckers wieder zerstört wird (Allihn²⁾). Die organischen Säuren verhalten sich in dieser Beziehung ebenso wie die Schwefelsäure (Salomon).

Die Wirkung der Schwefelsäure ist zunächst ihrer Concentration proportional. Eine Säure von 0,1 Proc. Gehalt bildet bei 100° schon Zucker, es erfordert aber ein 16 stündiges Kochen, um 22 Proc. der angewendeten Menge der Stärke in Dextrose zu verwandeln, während eine einprocentige Säure bei derselben Temperatur in acht Stunden 80 Proc. der Stärke in Dextrose überführt. Die Energie der Säure wird durch eine Steigerung der Temperatur ganz erheblich beeinflusst. Nimmt man die Operation in geschlossenen Gefäßen bei 114° vor, so giebt die Säure von 0,1 Proc. Gehalt nach 8 Stunden eine Zuckermenge, welche 46 Proc. des Stärkemehls entspricht, eine Säure von 1 Proc. verzuckert schon nach 2 Stunden 88 Proc. des Stärkemehls (Allihn). Ebenso wie eine Steigerung der Concentration begünstigt auf den Verzuckerungsproceß wirkt, so erfährt derselbe auch eine Beschleunigung durch Vermehrung der Masse der Säure (Salomon). Die Säure erleidet dabei nicht die geringste Veränderung.

b) Verzuckerung durch hydrolytische Fermente. Gewisse Fermente, welche im Pflanzen- und Thierkörper vorkommen, so die Diastase des Malzes, das Ptyalin des Speichels, das Pankreatin oder die Mykrozymase des Bauchspeichels wirken ähnlich verzuckernd auf Stärkemehl wie die Säuren, und in der Wirkung dieser einzelnen Fermente besteht keine Verschiedenheit (Musculus u. von Mehring³⁾).

Die Diastase, identisch mit Dubrunfaut's Maltin, ist zuerst von Payen u. Perroz⁴⁾ aus dem Malz abgetrennt und lange hat man geglaubt, daß dieses Ferment ausschließlich im Malz enthalten sei, bis von v. Gorup-Besanez⁵⁾ und von Krauch⁶⁾ sein Vorkommen in sehr vielen Pflanzen und Pflanzentheilen nachgewiesen wurde. Zur Darstellung der Diastase wird nach Payen⁷⁾ ein kalt bereiteter wässriger Malzauszug auf 70° erwärmt, um gelöste Eiweißstoffe zu coaguliren und das Filtrat sofort mit Alkohol gefällt. Nach Dubrunfaut⁸⁾ wird der kalte Malzauszug mit seinem doppelten Volum Alkohol von 90 Proc. vermischt. Wahrscheinlich in reinerer Form erhält man das Fer-

ment nach einer von v. Wittich¹⁾ angegebenen Methode, die auch von Hüfner²⁾ zur Isolirung einer Reihe von anderen Fermenten benutzt ist. Dieses Verfahren besteht darin, daß die Ferment führenden zerkleinerten Substanzen zunächst zwei Tage in absoluten Alkohol gelegt und dann mehrere Tage mit Glycerin macerirt werden; das filtrirte Glycerinextract läßt man tropfenweise in Alkohol fallen, wobei das Ferment als weißes Pulver ausgeschieden wird. Zweckmäßig wird das abfiltrirte Ferment von Neuem in Glycerin gelöst und auf gleiche Weise wieder durch Alkohol gefällt. Krauch extrahirt das Malz mit Salicylsäurelösung, doch dürfte dies nicht empfehlenswerth sein, da von Brown u. Heron³⁾ gezeigt ist, daß die Salicylsäure die Fermentwirkung der Diastase zerstört. Duquesnel verfährt im Wesentlichen wie Payen und fällt aus dem von Eiweißstoffen durch Digestion bei 70° befreiten Extract die Diastase durch Vermischen der Flüssigkeit mit ihrem 6- bis 8fachen Volum an absolutem Alkohol.

Die Diastase ist ein weißes, in Wasser lösliches Pulver, dessen Lösung die Eigenschaft, Stärkemehl zu verzuckern, in hohem Maße besitzt. Nach Payen verzuckert 1 Th. Diastase 2000 Th. Stärkemehl, nach Dubrunfaut sogar 100 000 bis 200 000 Th. Im trockenen Zustande widersteht Diastase sehr hohen Temperaturen, nach Krauch kann sie mehrere Stunden auf 120 bis 125° erhitzt werden, ohne wirkungslos zu werden, nach Hüppe⁴⁾ verträgt sie sogar kurze Erhitzung auf 159 bis 162°.

Die Zusammensetzung der Diastase ist von Krauch in einem nach Duquesnel bereiteten Präparat und von Zulkowsky⁵⁾ in einem durch Glycerinextraction gewonnenen Producte ermittelt worden:

	Krauch	Zulkowsky
Kohlenstoff	45,68	47,57
Wasserstoff	6,90	6,49
Stickstoff	4,57	5,14
Sauerstoff und wenig Schwefel	36,77	37,64
Nische	6,08	3,16

Diese Zusammensetzung stimmt sehr annähernd mit der von Hüfner für andere ähnliche Fermente gefunden überein, sie zeigt aber auch, daß die Diastase, wenn man sie überhaupt als feste chemische Verbindung betrachten will, in ihrer Zusammensetzung weit von der der Eiweißstoffe, mit denen man sie mehrfach als gleich bezeichnet hat, abweicht. Diesem widerspricht Loew⁶⁾, er behauptet, die analysirten Stoffe seien in hohem Grade mit Dextrin verunreinigt gewesen und es unterliege keinem Zweifel, daß die diastatische Wirkung an einen Eiweißkörper geknüpft sei und zwar an einen Eiweißkörper von der Natur des Peptons. Für die Eiweißnatur der Diastase sprechen sich auch Brown u. Heron⁷⁾ aus, indem sie fanden, daß wässriges

¹⁾ Chem. Centrbl. 1877, 732.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. [2] 22, 77.

³⁾ Jahresber. d. Chem. 1879, 846.

⁴⁾ Ann. chim. phys. [2] 53, 73; 56, 337; 60, 441; 61, 351.

⁵⁾ Jahresber. d. Chem. 1876, 867.

⁶⁾ Landw. Versuchsstationen 23, 77.

⁷⁾ Jahresber. d. Chem. 1866, 663.

⁸⁾ Jahresber. d. Chem. 1868, 799.

¹⁾ Pflüger's Archiv d. Physiol. 2, 193.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. [2] 5, 372.

³⁾ Ann. Chem. 199, 219.

⁴⁾ Chem. Centralbl. 1881, 746.

⁵⁾ Jahresber. d. Chem. 1878, 1034.

⁶⁾ Pflüger's Archiv der Physiol. 27, 206.

⁷⁾ Ann. Chem. 199, 248.

Malzextract schon bei einer Temperatur von 46° unter Verlust an diastatischer Kraft zu gerinnen beginne, und daß diese in dem Maße abgeschwächt werde, wie die Gerinnung bei steigender Temperatur zunimmt; ferner bietet sich eine weitere Analogie mit den Eiweißstoffen beim Filtriren des Malzextractes durch poröse Thonzellen, der dabei sein Verzuckerungsvermögen völlig einbüßt und also ebenso wenig wie Eiweißstoffe durch die Poren des Thones passiren kann.

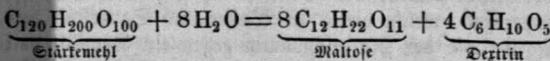
Die Verzuckerung des Stärkemehls wird technisch immer durch eine Mischung von feinzerkleinertem Malz und Wasser ausgeführt. Zum Studium des Verzuckerungsprocesses bedient man sich eines frischen, kalt bereiteten Aufgusses von 100 Th. hellem Darrmalz und 250 Th. Wasser, der nach sechsständiger kalter Maceration klar filtrirt wird. Eine längere Aufbewahrung des Malzextractes ist unzulässig, da dasselbe in kurzer Zeit in Gährung übergeht.

Die Wirkung der Diastase auf Stärkemehl verläuft auf ähnliche Weise wie die der Säuren. Das Stärkemehl spaltet sich dabei in Maltose (Dubrunfaut¹⁾, (E. Schulze²⁾, D'Sullivan³⁾ und Dextrin. Dextrose wird dabei nicht gebildet (Brown u. Heron, Wärder⁴⁾, nach anderen Angaben (Musculus u. Gruber⁵⁾, Musculus u. v. Mehring⁶⁾, v. Mehring⁶⁾) entstehen geringe Mengen von Dextrose bei fortdauernder Einwirkung des Ferments auf die primär entstandene Maltose.

Die Wirkung des Fermentes ist abhängig von der Beschaffenheit des Stärkemehls und von der obwaltenden Temperatur. Unerlegte Stärkekörner werden von Diastase nicht angegriffen. Wird das Stärkemehl Korn aber durch Zerreiben mit Glaspulver oder Sand zerstört, so wird es schon in der Kälte gelöst. Mit voller Energie wirkt die Diastase auf verkleistertes Stärkemehl, solches wird schon in der Kälte in 1 bis 3 Minuten völlig dünnflüssig, durchsichtig und wird unmittelbar darauf durch Jod nicht mehr blau gefärbt, nach 5 bis 6 Minuten verschwindet auch die Rothfärbung des Erythro-dextrins, nach Ablauf einer Stunde enthält die Flüssigkeit:

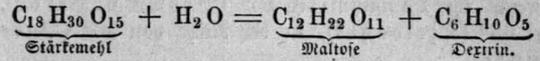
Maltose 80,4
Dextrin 19,6

wonach die Umsetzung nach der Gleichung:



erfolgt ist. Im Wesentlichen auf gleiche Weise erfolgt die Umbildung, wenn die Verzuckerung bei Temperaturen von 40 oder 50° vorgenommen wird, dagegen tritt bei Temperaturen über 50° eine allmähliche Abschwächung der Diastase ein, bei 80 bis 81° ihre diastatische Wirkung völlig vernichtet. Bringt man zu der Flüssigkeit, in welcher obige Mengen von Maltose

gebildet sind, immer neue Mengen von Diastase hinzu, so wird schließlich alles Dextrin in Zucker verwandelt, doch erfolgt diese Umwandlung des Dextrins sehr schwierig (Brown u. Heron). Nach D'Sullivan¹⁾ hört sogar die diastatische Wirkung schon auf, wenn die Flüssigkeit Maltose und Dextrin im Verhältnisse von 67,7 : 32,3 enthält, wofür die folgende Gleichung einen Ausdruck giebt:



Der Verzuckerungsproceß, sowohl durch diastatische Fermente, wie auch durch Säuren, muß als ein nach und nach erfolglicher Abbau des Stärkemehlmoleküls betrachtet werden, bei welchem dieses zunächst unter Aufnahme von einem Molekül Wasser in Zucker und ein Dextrin von sehr hohem Molekulargewicht zerfällt. Dieses Dextrin nimmt in einer zweiten Phase die Elemente von einem Molekül Wasser auf, spaltet Zucker ab und liefert ein zweites Dextrin von geringerem Molekulargewicht. Das zweite Dextrin spaltet sich wieder in Zucker und ein drittes Dextrin u. s. f., wie durch folgende Reihe von Gleichungen ausgedrückt wird:

1. $C_{120}H_{200}O_{100} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{108}H_{180}O_{90}$
Erythro-dextrin α
2. $C_{108}H_{180}O_{90} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{96}H_{160}O_{80}$
Erythro-dextrin β
3. $C_{96}H_{160}O_{80} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{84}H_{140}O_{70}$
Achroo-dextrin α
4. $C_{84}H_{140}O_{70} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{72}H_{120}O_{60}$
Achroo-dextrin β
5. $C_{72}H_{120}O_{60} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{60}H_{100}O_{50}$
Achroo-dextrin γ
6. $C_{60}H_{100}O_{50} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{48}H_{80}O_{40}$
Achroo-dextrin δ
7. $C_{48}H_{80}O_{40} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{36}H_{60}O_{30}$
Achroo-dextrin ϵ
8. $C_{36}H_{60}O_{30} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{24}H_{40}O_{20}$
Achroo-dextrin ζ
9. $C_{24}H_{40}O_{20} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{12}H_{20}O_{10}$
Achroo-dextrin η
10. $C_{12}H_{20}O_{10} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11}$

Ist der Abbau des Stärkemehlmoleküls in das Stadium gelangt, welches durch die Gleichung 8. ausgedrückt wird, so ist für gewöhnliche Umstände die diastatische Kraft des Fermentes erschöpft und es verbleiben dann die beiden Achroo-dextrine ζ und η , deren Molekül durch die Diastase nicht mehr angegriffen wird.

Nach neueren Untersuchungen von Brown und Morris²⁾ ist das Molekül des Stärkemehls noch größer anzunehmen als eben geschehen ist, nämlich zu $C_{180}H_{300}O_{150}$. Der Abbau des Moleküls erfolgt regelmäßig bis zu obiger Gleichung 8. Das daraus schließlich hervorgehende Product ist aber kein Gemenge von Maltose und Dextrin, sondern ein einheitlicher Körper, Maltodextrin, $C_{36}H_{62}O_{31}$, welcher für sich durch Oberhefe nicht in Gährung versetzt, wohl aber durch neue Mengen von Diastase in Maltose verwandelt wird. Dies Maltodextrin ist identisch mit einem früher von Herz-

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1847/48, 793.

²⁾ Chem. Ges.-Ber. 7, 1047.

³⁾ Jahresber. d. Chem. 1872, 771; 1874, 884.

⁴⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 2, 177.

⁵⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 2, 420.

⁶⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 5, 185.

¹⁾ Jahresber. d. Chem. 1876, 1147.

²⁾ Ann. Chem. 231, 72.

feld¹⁾ im unreinen Zustande beschriebenen gleichnamigen Körper.

Die Wirkung der Diastase unterscheidet sich von der der Säuren hauptsächlich in folgenden Punkten:

Das Hauptproduct ist in dem einen Falle Maltose, in dem anderen Dextrose.

Säuren wirken bei niedriger Temperatur gar nicht, Diastase ist schon bei 0° wirksam (Schwarzer²⁾, sie erreicht ihr Optimum bei 45° (Brown u. Heron), bei 63° (Kjeldahl³⁾, in der Nähe von 50° (Baswig⁴⁾).

Säuren erfordern eine lang fortgesetzte Dauer der Wirkung, mit Diastase wird der Maximaleffect schon nach 20 Minuten erreicht (Kjeldahl).

Die Wirkung der Diastase wird durch die Anwesenheit mancher anderer Stoffe gehemmt oder gänzlich vernichtet. Schwefelsäure, Salzsäure, Milchsäure hemmen, wenn sie mehr als in Spuren vorhanden sind, Alkalien zerstören die Diastase, schädlich erweisen sich Bleinitrat, Quecksilberchlorid, schwefelhaftes Zink und Eisenoxydul, Borax, Alaun, Carbonsäure, Salicylsäure, Alkohol, dagegen wirkt Maltose und Dextrose nicht irgendwie hemmend (Kjeldahl), Kohlensäure wirkt in einigen Fällen begünstigend (Detmer⁵⁾, in anderen Fällen verhält sie sich gänzlich indifferent (Baswig), Wasserstoffsuperoxyd, welches für alle organisirten Fermente intensives Gift ist, schädigt die diastatischen Fermente nicht (Bret u. Regnard⁶⁾).

Nach Obigem entsteht bei der Verzuckerung eine Flüssigkeit, die auf 100 Th. Stärkemehl bezogen, etwa 80 Th. Maltose und 20 Th. Maltodextrin enthält. Von diesen Bestandtheilen ist die Maltose leicht und vollkommen vergährbar, während das Dextrin nicht gährungsfähig ist. Nach Märcker⁷⁾ soll dieser Antheil des Stärkemehls bei der Spiritusfabrication aber doch in die Gährung hineingezogen werden, indem während der langen Dauer des Gährungsprocesses eine Nachwirkung der Diastase eintritt, durch welche das vorhandene Dextrin zunächst in Maltose verwandelt wird, die ihrerseits der Gährung verfällt.

2. Die Gährung.

Unter Gährung faßt man sehr verschiedene Prozesse zusammen, die sämmtlich auf einem durch Fermente bewirkten Zerfall von großen Molekülen in kleinere Moleküle beruhen, und unterscheidet die einzelnen Arten der Gährung nach dem dabei entstehenden Hauptproduct, oder nach dem der Gährung verfallenden Material. Zu ersteren gehört die Alkohol-, Milchsäure-, Buttersäure-Gährung, zu letzteren die Cellulose-Gährung. Die Fermente sind entweder organisirte, lebende Wesen, Pilze, Sprosspilze, Saccharomycceten, Ascomycceten, Spaltpilze, Schizomycceten, Bacterien, zu denen die Alkoholhefe, das Milchsäure-, Buttersäureferment u. a. gehören, oder sie sind nicht organisirte Körper, Enzyme,

Zymasen, zu diesen gehört die Diastase und viele andere. Letztere bewirken sehr häufig die Spaltung der Moleküle unter Assimilation der Elemente von einem oder von mehreren Molekülen Wasser und werden dann als hydrolytische Fermente bezeichnet. Manche der organisirten Fermente können nur bei Gegenwart von freiem Sauerstoff existiren und übertragen diesen auf das der Gährung verfallende Substrat, man bezeichnet diese als Aerobien oder Verwesungspilze, zu denen das Essigferment gehört, andere bedürfen des freien Sauerstoffs nicht, oder bringen keine oxydirenden Wirkungen hervor, Anaerobien.

Unterscheidet man auch gegenwärtig streng zwischen organisirten und nicht organisirten Fermenten, so wissen wir von ersteren doch nicht mit Sicherheit, ob sie als Organismen Gährungserreger sind, oder ob ihr Organismus nur Träger eines Fermentes ist. Nur soviel steht fest, daß das Functioniren der organisirten Fermente unmittelbar mit dem Leben derselben im Zusammenhange steht, da ihre Wirkung in dem Momente aufhört, wo ihr Leben erlischt. Andererseits ist die Wirkung der nicht organisirten Fermente aber auch wieder an ganz bestimmte Bedingungen geknüpft, und in sehr vielen Fällen sind diese gleichbedeutend mit den Lebensbedingungen der organisirten Fermente, so daß, wenn letztere Träger der ersteren sind, das Absterben der Organismen zugleich die Vernichtung der in ihnen enthaltenen Fermente herbeiführen kann.

Seit langer Zeit hat man versucht, für die Vorgänge der Gährung eine wissenschaftliche Erklärung zu geben. So viele hoch geistvolle Theorien hierfür auch aufgestellt worden sind, so ist doch bis zum heutigen Tage die Frage: auf welche Weise bewirken die Fermente die Spaltung der Moleküle? auf experimentellem Wege endgültig noch nicht gelöst und sämmtliche Erklärungen der Gährungs Vorgänge beruhen auf Hypothesen, deren Prüfung auf dem Wege des Experimentes bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht wohl möglich ist. Berzelius war der Erste, welcher der Frage näher trat. Er nahm an, die Fermente seien mit einer besonderen Kraft begabt, durch welche sie, ohne chemische Affinität auszuüben, die mannigfachsten Zersetzungen herbeiführen können. Die Fermente verhalten sich gegen die vergährbaren Stoffe auf gleiche Weise wie das fein vertheilte Platin, der Braunstein, gegen Wasserstoffsuperoxyd, welche dieses in Wasser und Sauerstoff zerlegen, wie der Platinschwamm gegen ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff, welcher beide Gase zu Wasser sich vereinen läßt, wie die Schwefelsäure gegen Alkohol, welche diesen in Aether und Wasser zersetzt. Die Kraft, durch welche alle diese, ganz heterogenen Erscheinungen hervorgerufen werden, wurde als katalytische Kraft, die Zersetzung der Substanzen als Katalyse bezeichnet. Für den Begriff katalytische Kraft erfand Mitscherlich ein neues Wort, er nannte sie Contactwirkung. Als man dann später den Zusammenhang vieler Gährungsvorgänge mit der Existenz von lebenden Wesen erkannt hatte, sonderte man diese von den übrigen aus und erklärte die durch Organismen bewirkten Gährungsvorgänge für physiologische Vorgänge, da in zwischen die Benutzung der Lebenskraft unwissend

¹⁾ Chem. Ges.-Ber. 12, 2120.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. [2] 1, 218.

³⁾ Polyt. Journ. 235, 382.

⁴⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1879, 323.

⁵⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1882, 511.

⁶⁾ Jahresber. d. Chem. 1882, 1234.

⁷⁾ Handbuch der Spiritusfabrication, 3. Aufl., S. 491.

schafftlich geworden war. Liebig¹⁾ faßte alle Gährvorgänge von einem gemeinsamen Gesichtspunkte auf. Nach ihm sind die Fermente in chemischer Zersetzung begriffene Substanzen, deren Atome in den Molekülen in einer zu Umlagerungen führenden Bewegung begriffen sind und diese Bewegung auf die Atome der gährungsfähigen Moleküle fortpflanzen, wodurch diese zu neuen Lagerungen, d. i. zur Bildung von neuen Molekülen veranlaßt werden. (C. v. Nägeli²⁾ definierte endlich die von Organismen bewirkte Gährung als die Uebertragung von Bewegungszuständen der Moleküle, Atomgruppen und Atome verschiedener das lebende Plasma zusammensetzender Verbindungen, welche hierbei chemisch unverändert bleiben, auf das Gährmaterial, wodurch das Gleichgewicht in dessen Molekülen gestört und dieselben zum Zerfallen gebracht werden. Vergl. auch Hüfner, Zur Lehre von den catalytischen Wirkungen³⁾. Die von Nägeli aufgestellte molekular-physikalische Gährungstheorie hat sehr viel Ähnlichkeit mit der Liebig'schen Lehre. Sie unterscheidet sich von dieser wesentlich dadurch, daß sie die Bewegung der Atome des Plasmas keine Veränderungen der Moleküle desselben bewirken läßt. Ob aber eine solche Unveränderlichkeit der Plasmamoleküle in Wirklichkeit statt hat, kann bezweifelt werden, vielmehr sprechen eine Reihe von Gründen dafür, im Leben der Zelle eine stete Umwandlung und Neubildung der Plasmamoleküle anzunehmen. Bewirkt man diese aber nicht, erkennt man die Wandelbarkeit der Plasmamoleküle an, so kommt die Liebig'sche Erklärung wieder zu ihrem Recht. Je nach dem Bau des Moleküles jedes einzelnen Fermentes werden verschiedenartige Bewegungen von demselben ausgehen, und diese werden auf verschiedene Weise auf die Moleküle der verschiedenen Stoffe wirken. Die einen werden davon unafficiert bleiben, die anderen werden durch die ihnen mitgetheilte Bewegung zum Zerfall gelangen und die Bruchstücke der alten Moleküle, die bei der Gährung aus den alten hervorgegangenen, neuen Moleküle werden in ihrer Größe, in ihrer Beschaffenheit der Größe der Bewegung entsprechen, welche von den Fermentmolekülen auf die ursprünglich vorhandenen übertragen worden ist.

Hiermit im vollen Einklange steht die Thatsache, daß ein Ferment, unter gleichbleibenden äußeren Umständen, immer nur die gleiche Wirkung auszuüben vermag. Diastase zerlegt gequollenes Stärkemehl, Emulsin spaltet Amygdalin, Alkoholhese zerstört den Zucker. Diastase wirkt so wenig auf Amygdalin, wie auf Zucker, Alkoholhese ist indifferent gegen Stärkemehl, wie gegen Amygdalin, weil die von dem Diastasemolekül ausgehenden Bewegungen, seien sie Erschütterungen oder Anziehungen, weder mächtig genug sind, das Molekül des Amygdalins zum Zerfall zu bringen, noch genügende Gewalt haben, um die Atome des Zuckermoleküls zu einer Umlagerung zu veranlassen. Das Gleiche gilt von der Wirkung des Emulsins gegen Stärke und Zucker und von der der Alkoholhese gegen Stärke und Amygdalin.

Von den vielen verschiedenen Gährvorgängen interessiert uns hier in erster Instanz die durch die Alkoholhese bewirkte Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlenäure.

Die Hefe. Seit den ältesten Zeiten hat man während des Verlaufs der Gährung weiniger Flüssigkeiten die Abscheidung eines unlöslichen, in der Ruhe sich zu Boden setzenden, schlammigen Körpers beobachtet und hat denselben früher als eine im Most oder in der sonstigen gährenden Flüssigkeit vorhandene, durch die Gährung beseitigte Unreinigkeit gehalten. Ueber die Natur dieses Schlammes fehlten alle näheren Kenntnisse, bis derselbe 1822 von Persoon, 1827 von Desmazières, 1835, 1836 und 1837 fast gleichzeitig von Meyen, Küzing, Cagniard de la Tour und Schwann näher untersucht wurde. Alle diese Forscher entdeckten darin kleine einzellige Organismen, welche Desmazières anfangs für Infusorien hielt, dann aber für Pilze erklärte, denen Persoon den Namen Mycoderma gab, während Meyen den Namen Saccharomyces einführte, Küzing betrachtete sie als Algen und nannte sie Cryptococcus. Den ursächlichen Zusammenhang der Gährung mit einem pflanzlichen Organismus erkannte zuerst 1835 Cagniard de la Tour¹⁾ und unabhängig von ihm 1837 Schwann²⁾, welcher bewies, daß in einer gekochten Flüssigkeit keine Gährung eintritt, daß Luftzutritt, wenn vorher durch Erhitzen alles Lebende zerstört war, keine Gährung veranlasse, daß andererseits in nicht erhitzter Luft Keime enthalten sind, welche die Gährung verursachen. Namentlich durch das Auftreten Liebig's, der lange die Bedeutung der Organismen überseh und die Gährung nur als einen mechanisch-chemischen Proceß betrachtete (s. o.), fanden die Beobachtungen jener Forscher nicht allein keine Beachtung, sondern geriethen gänzlich in Vergessenheit, bis Pasteur³⁾ 1857 die Funde von Schwann von Neuem entdeckte und den sicheren Nachweis führte, daß Alkoholgährung allein durch lebende Organismen hervorgerufen werden könne. Die botanischen Kenntnisse der Hefe sind später von Kieß⁴⁾ bedeutend gefördert worden.

Die Hefe, welche sich in gährenden Branntweinaischen findet, ist mit der der Bierwürzen identisch, aber in ihren äußeren Gestaltverhältnissen etwas von den Hefearten, welche die Gährung des Weines (s. d.) bewirken, verschieden. Die Bier- und Branntweinhese, *Saccharomyces cerevisiae*, ist ein einzelliger Pilz von fast kugelförmiger Gestalt, von 0,008 bis 0,009 mm Durchmesser. Er besteht aus einer von einer Cellulosemembran umhüllten Protoplasmanasse, in welcher sich, im ausgewachsenen Zustande, mit wässrigem Zellsaft gefüllte Vacuolen finden. Als Nahrung bedarf die Hefe, wie alle Pilze, organische Substanz, als solche sind die gährungsfähigen Zuckerarten am meisten geeignet. Ferner müssen ihr stickstoffhaltige Verbindungen zugeführt werden und von diesen wird sie von Eiweiß, Peptonen, Fleischextract und ähnlichen am besten ernährt, doch können, wie

¹⁾ Organ. Chem. in Anwend. auf Agricultur und Phytologie, 1840, 199; Handwörterbuch d. Chem., 1848, 4, 217; Chemische Briefe, 1865, 178; Ann. Chem. 153, 1.

²⁾ Theorie der Gährung, München 1879, 29.

³⁾ Journ. f. prakt. Chem. [2] 10, 148, 385.

Muspratt, Chemie, bearb. v. Stobmann u. Kerl. I.

¹⁾ Ann. chim. phys. [2] 58, 206.

²⁾ Poggendorff's Ann. 117, 184.

³⁾ Compt. rend. 45, 1021.

⁴⁾ Botanische Unterjuchungen über die Alkoholgährungspilze (1870).

von Pasteur gefunden und von Anderen (A. Mayer¹⁾, C. v. Nägeli²⁾ bestätigt ist, auch Ammoniaksalze und andere Verbindungen, jedoch weder Cyan- noch Nitroverbindungen, deren Stelle vertreten. Endlich sind, wie bei der Ernährung jeglicher Pflanze, gewisse Salze, phosphorsaures Kalium und Calcium, schwefelsaures Magnesium erforderlich. Als geeignete Nährlösung empfiehlt A. Mayer:

Wasser	100
Zucker	15
Salpetersaures Ammonium	1
Saures phosphorsaures Kalium	0,5
Neutrales phosphorsaures Calcium	0,05
Krystallisiertes schwefelsaures Magnesium	0,5

Ob die Hefe des freien Sauerstoffs bedürfte, darüber sind die Meinungen sehr controvers gewesen. Pasteur³⁾ stellte zuerst die Lehre auf, daß die Hefe bei völliger Abwesenheit von freiem Sauerstoff zu wachsen und Gährung zu erregen vermöge, indem sie den zu ihrer Ernährung erforderlichen Sauerstoff dem Zucker entnehme. Diesem wurde von Brefeld⁴⁾ sehr energisch widersprochen. Nach einer vielfach hin- und hergegangenen Polemik läßt sich diese Frage gegenwärtig wohl in folgenden Worten Nägeli's⁵⁾ als abgeschlossen betrachten.

„Der freie Sauerstoff, den sonst alle Pilze zu ihrem Leben bedürfen, kann bei vorhandener hinreichender Gährthätigkeit entbehrt werden. Die Oxydation durch freien Sauerstoff begünstigt aber ihrerseits die Gährthätigkeit.“

Findet sich die Hefe in einer Flüssigkeit, welche alle zu ihrer Ernährung erforderlichen Bestandtheile enthält, und ist die Temperatur der Flüssigkeit nicht über 40° und nicht unter 3 bis 4°, so erfolgt eine sehr rasche Vermehrung derselben. Man sieht, wie an einer Stelle der Zelle, bei den ovalen regelmäßig am stumpfen Ende, sich eine kleine Ausstülpung der Membran bildet. Das Protoplasma erfüllt diese Ausstülpung unter Vergrößerung seiner Vacuole. Die Ausstülpung nimmt rasch an Größe zu und wird immer von der ersten Zelle mit Protoplasma versorgt. Allmählig verengt sich der Verbindungs canal zwischen der Ausstülpung und der ursprünglichen Zelle mehr und mehr, schließt sich endlich ganz, wodurch jene Ausstülpung, Knospe, Sprosse, zum eigenen neuen Zellenindividuum wird, welches sich entweder sofort von der Mutterzelle, aus welcher es hervorgegangen ist, ablöst oder an ihr haften bleibt. Bei genügender Aufnahme von Nahrung erreicht die Sprosse oder Tochterzelle bald die Größe der Mutterzelle, bildet dann ganz auf gleiche Weise Tochterzellen und so geht eine Generation aus der anderen hervor. In dem Maße, wie die jüngeren Vegetationen heranwachsen, werden die älteren absterben. Das in ihnen vorhandene Protoplasma löst sich von der Zellwand ab, ballt sich zu unförmlichen, im Zellsaft schwimmenden Klumpen zusammen, ein Theil der Bestandtheile

des Zellinhaltes geht durch Diffusion durch die Membran in das umgebende Fluidum über und kann dabei zur Ernährung neuer Generationen verwandt werden.

Außer dieser, der gewöhnlichen Fortpflanzung, ist die Hefe zu einer selbstständigen Fructification befähigt, wie von Kleeß entdeckt worden ist. Dieselbe kommt jedoch in Flüssigkeiten nicht vor, sondern tritt nur ein, wenn die Hefe auf feuchten, zu ihrer Ernährung geeigneten Substraten frei dem Zutritt der Luft ausgesetzt ist. Dabei schwellen die Zellen stark an, ihr Durchmesser verlängert sich von 8 bis 9 auf 11 bis 14 Mikromillimeter, die großen Vacuolen verschwinden, das ganze Protoplasma nimmt eine schaumartige Beschaffenheit an, nach einigen Tagen differenzieren sich in dem schaumigen Protoplasma zwei bis vier dichtere Massen, um welche alles übrige Protoplasma sich sammelt. Diese in der Zelle liegenden Protoplasmainmassen umkleiden sich bald jede mit einer Membran und es finden sich dann in der ursprünglichen Mutterzelle, durch Theilung ihres Inhalts gebildet, zwei bis vier kleine Tochterzellen. Das Protoplasma derselben ist anfangs gleichförmig dicht, nach und nach scheiden sich in der Mitte kleine Vacuolen aus, das Protoplasma füllt sich mit feinen Körnern. Die Membran der Mutterzelle, welche die junge Zellenbrut umschließt, wird allmählig resorbirt oder verwächst mit der Membran der Tochterzellen, worauf diese frei werden. Gelangen dieselben in Nährflüssigkeiten, so beginnen sie alsbald zu sprossen, während sie auf trockenen Unterlagen lange Zeit als Dauersporen verweilen können, ohne Beeinträchtigung ihrer Lebensfähigkeit. Durch diese Weise der Fortpflanzung reißt sich die Hefe anderen Pilzen, den Ascomyceten, an. Man bezeichnet danach die Mutterzellen als Sporenschläuche, Ascii, die Tochterzellen als Schlauchsporen, Ascosporen.

Wenn die Vegetation der Hefe bei reichlicher Nahrungsaufnahme ungemein rasch verläuft, so kann sie bei mangelnder Nahrung lange Zeit vollständig ruhen. Ebenso kann man sie durch vorsichtige Wasserentziehung in den Ruhezustand bringen. Es verschwinden dabei zunächst die Vacuolen, allmählig wird auch das Protoplasma wasserärmer. Bringt man dann nach langer Ruhe die Hefe wieder in für sie geeignete Nahrung, so beginnt ihre Vegetation von Neuem. Rasche Austrocknung, namentlich bei höherer Temperatur, ruft ihren sofortigen Tod hervor. Ebenso wird die Hefe getödtet, wenn sie mit Substanzen zusammentrifft, welche andere Pflanzen zerstören, z. B. mit Quecksilber-, Kupfersalzen, Carbonsäure; gegen Salicylsäure ist Hefe weniger empfindlich als andere Pilze, doch wird sie durch größere Mengen Salicylsäure ebenfalls beeinträchtigt und schließlich getödtet; andere Stoffe: Strychnin, Chloroform, Chinin, Blausäure, in kleinen Quantitäten der Hefe zugefugt, bringen keine Veränderung hervor, in größeren Mengen bewirken sie entweder Ruhezustand, der durch Entziehung jener Stoffe wieder aufgehoben werden kann, oder Tod. Extrem niedere Temperaturen scheinen nur Ruhezustand zu erzeugen, Hefe, welche bis auf — 90° abgekühlt war, vegetirt später in höherer Temperatur weiter; weit empfindlicher ist die Hefe gegen größere Wärme, bei + 50° wird sie, in Berührung mit Wasser, unsehbar getödtet; im trockenen Zustande soll sie

¹⁾ Untersuchungen über die alkoholische Gährung, Heidelberg 1869.

²⁾ Untersuchungen über niedere Pilze, München 1882.

³⁾ Compt. rend. 52, 1260.

⁴⁾ Landw. Jahrbücher 3, 87.

⁵⁾ Theorie der Gährung, München 1879, 69.

angeblich bis auf 200° erwärmt werden können, ohne zerstört zu werden.

Die Vegetation der Hefe verläuft in ihren Nährstofflösungen mit sehr verschiedener Intensität, je nach der Temperatur der Flüssigkeit. Bringt man die Hefe in eine solche Flüssigkeit bei einer Temperatur von 4 bis 8°, so findet eine langsame, aber lange dauernde Vermehrung durch Knospung statt. Die neugebildeten Zellen bleiben nur zu wenigen Exemplaren mit einander vereinigt, die Hefe lagert sich bei langsamer Entwicklung von Kohlensäure am Boden des Gefäßes ab. Bringt man dagegen die Hefe in eine Flüssigkeit von 15 bis 20°, so erfolgt ihre Vegetation weit rascher, in kurzer Zeit entstehen eine Masse Knospen, die einzelnen Zellen bleiben in großer Zahl an einander haften und bilden so Körper von verhältnißmäßig großer Oberfläche, Kohlensäure entwickelt sich reichlich, manchmal stürmisch, die Blasen derselben, indem sie aufsteigen, nehmen die eine große Oberfläche darbietenden Hefemassen mit sich und treiben sie als mehr oder weniger consistenten Schaum an die Oberfläche der Flüssigkeit. Auf diesem verschiedenen Modus der Vegetation der Hefe beruhen die Erscheinungen, welche man als Untergährung und Obergährung bezeichnet, beruhen die Verschiedenheiten der sogenannten Oberhefe und Unterhefe.

Da die ganze Alkoholbildung auf den den Lebensvorgang der Hefe bedingenden chemischen Processen beruht, so müssen wir die weiteren Erfordernisse ihres Lebens kennen und sehen, wie Hefe sich verhält zunächst in reinem Wasser, dann in reinen Zuckerslösungen und endlich in Zuckerslösungen bei Gegenwart der übrigen Nährstoffe der Hefepflanze, also in Würzen, Maischen etc.

a. Hefe und Wasser. Bringt man Hefe, der durch Waschen mit Wasser alle anhängenden fremden Stoffe entzogen sind, mit Wasser in Berührung, so bemerkt man in der Kälte eine schwache langsame Gasentwicklung, bei einer Temperatur von 30 bis 35° tritt eine lebhaftere, fast stürmische Gasentwicklung ein. Das producirte Gas ist reine Kohlensäure. Nach und nach läßt die Entwicklung des Gases nach. Untersucht man dann die durch Filtration geklärte Flüssigkeit, so enthält sie Alkohol und außer diesem einen Stickstoff und Schwefel enthaltenden Körper, der sich wie Eiweiß verhält; endlich einen sich von dem Eiweiß ableitenden Körper, Leucin. Die zurückbleibende Hefe sproßt nicht mehr, ihr Protoplasma ist wesentlich verringert, die Hefe ist getödtet.

Es findet hier ein ganz analoger Vorgang statt wie bei der Berührung mit Zucker. Die Hefe producirt in Wasser dieselben Producte, Alkohol und Kohlensäure, sie vermehrt sich aber nicht, sie lebt eine Weile auf Kosten ihrer eigenen Substanz, giebt dabei Bestandtheile an das Wasser ab, ihr der Stoffmetamorphose verfallenes Eiweiß wird als Leucin ausgeschieden, die Hefe muß Mangels an Nahrung zu Grunde gehen, sie verhungert. Die Alkoholbildung bei dieser Selbstgährung der Hefe glaubte Pasteur auf eine Umwandlung der Cellulosemembranen in Alkohol zurückführen zu können. Es ist jedoch von Liebig nachgewiesen, daß die Cellulose nicht an der Alkoholbildung theilhaftig sei, daß diese dagegen auf Kosten des Inhaltes der Hefezellen erfolge. Viel-

leicht ist das Material, aus welchem hier der Alkohol hervorgeht, Glycogen, dessen Vorkommen in gut ernährter Hefe von Errera¹⁾ erwiesen ist.

b. Hefe und Zuckerslösungen. Es gestalten sich hier die Verhältnisse verschieden, je nachdem wenig Hefe auf viel Zucker oder viel Hefe auf wenig Zucker wirkt. Bringt man eine Spur von Hefe mit einer großen Menge von Zuckerslösung zusammen, so tritt anfangs Gährung ein, es entwickelt sich Kohlensäure, es bildet sich Alkohol, die Hefe vermehrt sich um ein Weniges, sie stirbt aber ab, ehe aller Zucker zersetzt ist. Die Ursache ist leicht zu erkennen. Die Zersetzung des Zuckers ist abhängig von der Gegenwart lebender Hefe. Bringt man nun Hefe in eine Flüssigkeit, welche außer dem Zucker keine anderen Nährstoffe enthält, so wird anfangs eine Knospung eintreten, die neu sich bildenden Zellen entziehen den älteren Zellen einen Theil ihres Protoplasma, ein anderer Theil des Eiweißes tritt aus und wird in Leucin verwandelt, die neuen Zellen finden daher nicht mehr genügende Nahrung, sie verhungern, wie wenn sie in reinem Wasser gelebt hätten.

Ist dagegen viel Hefe mit wenig Zucker in Berührung, so tritt eine vollständige Zersetzung des Zuckers ein; nach Beendigung der Gährung enthält die Flüssigkeit mehr Alkohol, als der vorhandenen Zuckermenge entspricht, die Hefe ist abgestorben. Hier vegetirt die Hefe anfangs auf Kosten des Zuckers und des Protoplasmas der alten Zellen; neue Zellen können sich bilden und werden in kurzer Zeit die geringe Menge des vorhandenen Zuckers zerstört haben. Alsdann tritt Selbstgährung der Hefe ein, wie wenn nur reines Wasser vorhanden wäre. Auf Kosten ihres Inhaltes producirt sie Alkohol, nimmt in Folge dessen an Gewicht ab und verhungert dabei.

a. Hefe mit Nährflüssigkeiten, Würze oder Maische. In diesen Flüssigkeiten findet die Hefe alles, was sie zu ihrer Erhaltung und Vermehrung bedarf: Wasser, Zucker, Eiweiß, Salze, die vorher Bestandtheile des Korns, der Kartoffeln und sonstigen Materialien waren. Die Hefe wird hier unablässig sich vermehren, das an die Tochterzellen abgegebene Protoplasma der Mutterzelle wird aus dem Gehalt der Flüssigkeit an Eiweiß, Salzen, Zucker ergänzt werden, in die Tochterzellen werden diese Nährstoffe neues Material einführen, diese werden so gut wie die Mutterzellen neue Knospen treiben, die Mutterzellen, endlich erschöpft, gehen zu Grunde, einen Theil ihrer Bestandtheile an die Flüssigkeit abgebend und eine zahlreiche Generation von Nachkommen hinterlassend. Es wird bei einer solchen Ernährung der Vorrath an Zucker schließlich erschöpft sein und es wird zugleich eine große Menge von neuer Hefe gebildet sein, die nur in frische Würze gebracht zu werden braucht, um in derselben die Gährung hervorzu-rufen.

Unter ganz bestimmten Umständen kann jedoch die Gährung ihr Ende erreichen, obgleich noch unzersetzter Zucker vorhanden ist und obgleich es an den sonstigen Nährstoffen nicht fehlt. Dieses tritt in sehr zuckerreichen Flüssigkeiten ein, sobald die Menge des gebil-

¹⁾ Chem. Centralbl. 1885, 685.

deten Alkohols ein gewisses Maß überschritten hat, da der Alkohol, sobald er eine entsprechende Concentration erreicht hat, auf die Hefe als Gift wirkt. Nach Untersuchungen von Brefeld ¹⁾ hört die Hefe auf zu wachsen, sobald der Alkoholgehalt der Flüssigkeit 12 Gew. = Proc. erreicht hat, die Gährung erlischt bei einem Gehalt von 14 Proc. Von den zur Gährung gelangenden Flüssigkeiten enthalten jedoch die wenigsten genügende Mengen von Zucker, um derartig hohe Alkoholmengen entstehen zu lassen. Weder in den Würzen der Brauereien, noch in den gewöhnlichen Maischen der Spiritusfabriken, noch in den normalen Mosten der Trauben ist eine unvollständige Vergährung zu besichtigen. Nur die aus halbgetrockneten Trauben gewonnenen Moste sind so reich an Zucker, daß die Gährung durch ein Uebermaß an Alkohol zum Stillstand gebracht werden kann. Keine durch Gährung erhaltene Flüssigkeit kann daher einen höheren Alkoholgehalt als einen solchen von 14 Proc. haben, alle Weine von höherem Gehalt sind künstlich mit Spiritus versetzt.

Die normale Gährung ist immer zugleich eine Hefecultur, bei der mehr Hefe erzeugt wird, als zur Zersetzung des Zuckers erforderlich ist. Die gewonnene Hefe ist aber ein Gemenge aller denkbaren Entwicklungsstufen des Hefepilzes. Es finden sich in ihr in Knospung begriffene Mutterzellen, kaum entstandene Tochterzellen, völlig ausgebildete Zellen neben solchen, die ihren ganzen Entwicklungszyclus durchlaufen und, unter Abgabe ihrer Bestandtheile an die umgebende Flüssigkeit, zu Grunde gegangen sind. Es ist daher selbstverständlich, daß die Hefe niemals eine bestimmte Zusammensetzung zeigen kann, wie auch deutlich aus dem weiten Auseinandergehen der von verschiedenen Forschern ausgeführten Analysen hervorgeht.

Um ein Beispiel für die Zusammensetzung zu geben, sei nur eine von C. v. Nägeli und Poew ²⁾ ausgeführte Analyse, in welcher die näheren Bestandtheile berücksichtigt wurden, hier angeführt. Die frische Hefe bestand aus 83 Proc. Wasser und 17 Proc. Trockensubstanz, letztere enthielt in 100 Th.:

Cellulose mit Pflanzenschleim (die Zellenmembran bildend)	37	Proc.
Einweißstoffe *):		
a) gewöhnliches Albumin	36	"
b) leicht zersehbare, glutencaseinartige Protein- stoff	9	"
Peptone, durch Bleiessig fällbar	2	"
Fett	5	"
Nische	7	"
Extractivstoffe	4	"
*) Stickstoff im Ganzen	8	Proc.

Eine Zusammenstellung früherer Analysen findet sich in den Werken von A. Mayer ³⁾ und Schützenberger ⁴⁾.

Für den Verlauf der Gährung ist es nur erforderlich, daß Würze und Hefe anfangs mit der Luft in

Berührung seien; ist die Gährung einmal eingetreten, so verläuft sie auch bei völligem Abschluß der Luft. Aber der Verlauf der Gährung ist ein verschiedener, je nachdem die Luft dabei Zutritt hat oder nicht. Setzt man Hefe mit Würze oder Maische in flachen Gefäßen der Luft aus, so erfolgt unter Aufnahme von Sauerstoff eine rasche und lebhaftere Vermehrung der Hefezellen, es wird von 1 Th. Hefe etwa 6 bis 8 Th. Zucker zerlegt. Gewährt man der Luft dagegen keinen Zutritt, so wächst die Hefe äußerst langsam, ist aber während des Verlaufs ihres Wachstums im Stande, bis zum Hundertfachen ihres Gewichtes an Zucker zu zersetzen. Die erstere Art der Gährung haben wir im gewöhnlichen Betriebe der Spiritusfabrikation, die letztere bei der sogenannten Nachgährung der Biere, der Weine, bei der Gährung der Schaumweine.

Gegen die einzelnen Zuckerarten verhält die Hefe sich nicht gleich. Bei sonst gleichen Umständen vergäht Dextrose rascher als Lävulose und in Gemengen von verschiedenen Zuckerarten wird die raschere Vergährung des einen oder des anderen Zuckers durch Temperatur, Verdünnung und Alkoholgehalt der Lösung beeinflusst. Ein bestimmtes Wahlvermögen der Hefe (elektive Gährung), welches Dubrunfaut früher angenommen hat, existirt dagegen nicht (Bourquelot ¹⁾).

Spontane Gährung. Läßt man Maische, Würze, Obstsaft, Most, irgend eine Flüssigkeit, welche neben Zucker, Eiweiß und die Hefensalze enthält, frei an der Luft stehen, so tritt Gährung ein. Obgleich kein absichtlicher Zusatz von Hefe gemacht ist, so findet doch Hefenvegetation in der Flüssigkeit statt. Die Hefe ist dabei nicht spontan in der gährungsfähigen Flüssigkeit entstanden, sondern in ihren Keimen durch die Luft hinzugeführt (Schwann, Pasteur). Diese Zuführung der Gährungskeime durch die Luft läßt sich mit Leichtigkeit nachweisen. Bringt man irgend eine gährungsfähige Flüssigkeit in einen langhalsigen, zu einer feinen Spitze ausgezogenen Kolben und kocht bis alle Luft ausgetrieben und der ganze Kolben mit Wasserdämpfen erfüllt ist, und schmilzt dann, während die Flüssigkeit in vollem Kochen erhalten wird, die Oeffnung des Kolbens zu, so wird niemals Gährung eintreten; durch das Kochen ist jede Spur von Hefe, welche in der Flüssigkeit oder in dem Gefäße enthalten sein konnte, sicher getödtet. Oeffnet man dann, nach beliebig langer Aufbewahrung, den Kolben und läßt die Luft einströmen, so beginnt der Inhalt in kürzester Zeit zu gähren. Es tritt ebenfalls keine Gährung ein, wenn man nach dem Austreiben der Luft das Gefäß nicht hermetisch verschließt, sondern ein mit Baumwolle gefülltes Rohr auf dasselbe so aufsetzt, daß die Luft nicht anders, als nachdem sie durch die Baumwolle hindurchgeförmst ist, eintreten kann. Dies beweist, daß in dem vorigen Versuche nicht der Mangel an Luft die Gährung verhinderte. Saugt man mittelst eines Aspirators anhaltend Luft durch ein mit Baumwolle gefülltes Rohr und bringt man einen Theil dieser Baumwolle in eine gährungsfähige Flüssigkeit, so tritt Gährung ein. Es hat daher in vorigen Versuche die Baumwolle wie ein Filter gewirkt und den Gährungserreger,

¹⁾ Landw. Jahrbücher 4, 405; 5, 281.

²⁾ Ann. Chem. 193, 331.

³⁾ Lehrbuch der Gährungschemie, Heidelberg 1874, 92.

⁴⁾ Die Gährungsercheinungen, Leipzig 1876, 56.

¹⁾ Chem. Centralbl. 1885, 531.

der in der Luft vorhanden war, zurückgehalten. Läßt man ferner die Luft zu einer gährungsfähigen Flüssigkeit treten, nachdem sie ein glühendes Rohr passiert hat, so tritt wieder keine Gährung ein. Die durch die Baumwolle aus der Luft abfiltrirbare, gährungserregende Materie ist daher organische, durch Glühen zerstörbare Substanz. Setzt man endlich Glasplatten, die man, um das Anhaften von Materie zu erleichtern, mit Glycerin befeuchtet hat, einige Zeit der Luft aus und untersucht sie mikroskopisch, so findet man darauf eine große Zahl von Organismen aller Art, Sporen der verschiedensten niederen Pflanzen, unter ihnen Hefe u. A. Die scheinbare freiwillige Entstehung der Hefe in gährungsfähigen Flüssigkeiten ist hiermit auf die einfachste Ursache zurückgeführt, auf in der Luft verbreitete Sporen.

Sonstige Alkoholfermente. Nachdem der pflanzliche Charakter der Hefe erkannt war, lag die Frage nahe, ob *Saccharomyces* die einzige Pflanzenart sei, welcher die Fähigkeit, die alkoholische Gährung zu veranlassen, zukomme, oder ob auch andere Pflanzen, speciell verwandte Pilzarten, dieselbe Eigenschaft besäßen.

Von Bail¹⁾ ist zuerst die Beobachtung gemacht, daß einer der am weitesten verbreiteten Schimmelpilze, *Mucor racemosus*, in zuckerigen Flüssigkeiten Gährung erzeuge und dabei eine neue, der Hefe sehr ähnliche Gestalt annehme, welche als *Mucorhese*, Kugelhese, Gemmen, Clamydosporen bezeichnet worden ist. Da die sogenannte *Mucorhese* sich wie *Saccharomyces* durch Sprossung vermehrt, so hat man darin einen Uebergang der beiden Pilzarten erblicken wollen, ein Irrthum, der durch de Bary²⁾ beseitigt worden ist.

Diese kugelförmigen Zellen bilden sich an dem fructificationsreifen Mycel des Pilzes stets, wenn dasselbe in einer Flüssigkeit untergetaucht ist, sie vermehren sich durch Sprossung, so lange sie in der Flüssigkeit befindlich sind, wachsen aber in Berührung mit der Luft wieder zu normalem Pilzmycel aus (de Bary, Brefeld³⁾). Das Pilzmycel als solches erregt keine Gährung, sondern nur die bei Abschluß der Luft entstehenden kugelförmigen Gebilde. Die *Mucor*-Gährung unterscheidet sich von der *Saccharomyces*-Gährung dadurch, daß das Ferment gegen sein eigenes Product weit empfindlicher ist als die Hefe, insofern als die *Mucor*-Gährung schon bei einem Alkoholgehalt der Flüssigkeit von 3,5 bis 4 Proc. träge wird und zum Stillstande kommt (Fig⁴⁾); nach Brefeld bedingt ein Alkoholgehalt von 4,5 Proc. die Wachsthumshemmung, ein solcher von 5,5 Proc. die Gährungsgrenze.

Ähnlich wie *Mucor racemosus* verhalten sich auch *Mucor mucedo* und *Mucor stolonifer*, nur sind diese noch weit empfindlicher gegen Alkohol, bei ersterem steht die Gährung bei einem Gehalt von 2,5 Proc. Alkohol still, letzterer wird schon bei 1,5 Proc. getödtet. Eine geringe Gährungsfähigkeit kommt auch einem von Hansen⁵⁾

entdeckten, der *Monilia candida Bonorden* ähnlichen Pilze zu. Endlich wird in Japan *Eurotium Oryzae Ahlburg* in den Gährungsgewerben allgemein verwendet (Liebscher¹⁾).

Fremde Fermente. Es ist oben gezeigt worden, daß in der Luft die verschiedensten Organismen sich verbreiten finden. Von diesen sind viele Gährungserreger und leiten Gährungen ein, sobald sie auf einen für ihre Entwicklung günstigen Boden fallen. Die meisten derselben gehören zu den Spaltpilzen oder Schyzomyceten, die in Zucker enthaltenden Flüssigkeiten die verschiedensten Gährungen hervorrufen und dadurch der eigentlichen Gährung nachtheilig werden können. Am meisten verbreitet von diesen ist das Milchsäureferment, welches Zucker, unter Kohlensäureentwicklung und Bildung von Gummi und Mannit, in Milchsäure zerlegt. Das Temperaturoptimum dieses Pilzes liegt zwischen 40 und 50°, unterhalb wie oberhalb dieser Temperaturgrenzen wird seine Ausbildung und seine Thätigkeit gehemmt. Ebenso wie die *Mucorinen* höchst empfindlich gegen ihr eigenes Gährungsproduct sind, so wird auch die Thätigkeit des Milchsäurefermentes durch die bei der Gährung gebildete Säure beeinträchtigt. Erreicht der Milchsäuregehalt einer Flüssigkeit die Höhe von etwa 1 Proc., so findet eine weitere Vermehrung nicht mehr statt.

Außerdem ist das Vorkommen von Buttersäureferment zu erwähnen. Gewöhnlich stellt sich dieses in Flüssigkeiten ein, welche bereits die Milchsäuregährung erlitten haben, und bildet, namentlich bei Temperaturen von 30 bis 40°, aus Zucker, unter Entwicklung von Kohlensäure und Wasserstoff, Buttersäure.

Eine eigenthümliche, zum Glück höchst selten sich stellende Gährung ist die Dextrangährung, welche einzeln in Melassemaischen beobachtet worden ist und sich darin äußert, daß die ganze Flüssigkeit sich im Verlauf von wenig Stunden in eine steife gallertförmige Masse verwandelt. Sie wird durch ein Ferment, *Leuconostoc mesenteroides Tieghem*²⁾, verursacht.

Endlich bemerkt man mitunter bei unregelmäßig verlaufenden Gährungen von Melassemaischen, Rübensäften eine Entwicklung von Stickoxyd oder salpetriger Säure. Wir werden auf diese Erscheinung später zurückkommen.

Alle diese fremden Fermente sind der Alkoholbildung nachtheilig, weil sie einen Theil des zu vergärenden Materials consumiren und weil sie eventuell die Hefe verdrängen können. Man schützt sich daher vor den durch die fremden Fermente bewirkten Nebengährungen dadurch, daß man die Gährflüssigkeit unter Bedingungen erhält, die der Vegetation von *Saccharomyces* günstig, für die der übrigen Pilze aber möglichst ungünstig sind. Aus diesem Grunde hält man die gährenden Flüssigkeiten schwach sauer, weil *Saccharomyces* in ganz schwach sauren Flüssigkeiten gern gedeiht, während die Spaltpilze sich vorzugsweise in neutralen und während der Gährung neutral erhaltenen Flüssigkeiten entwickeln.

1) Flora, 1857, 417.

2) Schimmel u. Hefe, Berlin 1869.

3) Landw. Jahrbücher 5, 285.

4) Chem. Ges. Ber. 6, 53.

5) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 1042.

1) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1881, 400.

2) Scheibler's Neue Zeitschrift für Zuckerindustrie 3, 128, 144, 157, 173.

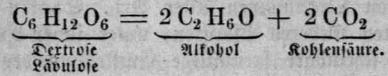
Außerdem erhält man die Gährflüssigkeit, soweit es thunlich, auf Temperaturen, bei welchen das Milchsäureferment noch im Ruhezustande sich befindet, während die Hefe bereits thätig ist. Der Ruhezustand des Milchsäurefermentes tritt schon wenig unter 30° ein. Leitet man daher die Gährung bei einer Temperatur von etwa 15° ein, so wird nur die Hefe in Wirksamkeit treten. Steigert sich während der Gährung die Wärme der Flüssigkeit bis zu dem Grade, bei welchem das Milchsäureferment activ wird, so ist bereits die größte Menge des Zuckers vergohren und der Rest wird durch die dann in vollster Energie stehende Hefe rasch zersetzt werden, so daß dem Milchsäureferment nicht mehr viel Material verbleibt.

Einen sicheren Schutz vor der Wirkung der fremden Fermente gewährt die Reinheit der Hefe, ihr möglichstes Freisein von fremden Organismen. Sproßpilze und Spaltpilze vertragen einander nicht in derselben Flüssigkeit, sondern verdrängen sich gegenseitig. Sät man in eine gährungsfähige Flüssigkeit beide Pilzarten in annähernd gleichen Mengen aus, so werden die Spaltpilze immer das Uebergewicht erlangen, die Alkoholgährung wird äußerst mangelhaft verlaufen, während das Umgekehrte eintritt, wenn die Ausaat ganz überwiegend aus *Saccharomyces* besteht. Ist letzteres der Fall, so kommen die etwa aus sonstigen Quellen hinzugegangenen Spaltpilze nicht zur Entwicklung und es tritt reine Alkoholgährung ein. Für das Ursächliche dieser Erscheinung ist von Nägeli¹⁾ eine Erklärung gegeben, auf welche verwiesen sein mag. Bei einem gut geleiteten Betriebe sollte die zu verwendende Hefe einer regelmäßigen mikroskopischen Untersuchung unterzogen werden. Erweist sie sich dabei aus verhältnißmäßig großen runden Zellen bestehend, welche entweder vereinzelt oder zu mehreren zusammenhängend sind, so ist die Hefe rein, während zahlreiche sehr kleine, oft zu Schnüren an einander gereihete Zellen, oder stäbchenförmige Gebilde eine Verunreinigung mit fremden Fermenten nachweisen. Sobald diese sich in irgendwie größerer Zahl einfinden, sollte die vorhandene Hefe nicht mehr zur Fortzucht benutzt, sondern durch frische ersetzt werden.

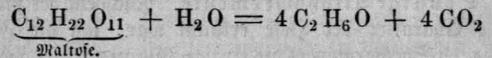
Der Spiritusfabrikant verschafft sich die ihm nöthige Hefe anfangs von Bierbrauereien, wo sie in weit größerer Menge, als für den eigenen Bedarf erforderlich ist, erzeugt wird. Ist die Maische einmal in Gährung versetzt, so kann sie selbst die zur Fortpflanzung erforderliche Hefe liefern, man braucht von der gährenden Maische nur einen Theil zu der frischen Maische zu bringen, um hier die Gährung unter lebhafter Vegetation und Vermehrung der Hefe hervorzurufen. Dies Verfahren ist aber durch unsere Steuergesetzgebung mit den höchsten Strafen bedroht und daher, so lange diese Vorschriften noch bestehen, nicht ausführbar. Der Spiritusfabrikant macht deshalb besondere Hefenculturen, die sogenannten Kunsthefen, welche ihm das Material zur Ausaat des Hefepilzes liefern, wie wir weiter unten beschreiben werden.

Gährungsproducte. Wie oben erwähnt, zerfallen verschiedene Zuckerarten bei der Gährung in Alkohol und Kohlensäure. Je nach der chemischen Zusammensetzung der Zuckerarten kann dabei der Hauptproceß, von den gleich zu besprechenden Nebenproceß, sei hier vorläufig abgesehen, in drei verschiedenen Richtungen verlaufen:

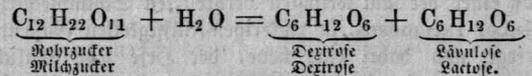
a) Es findet eine glatte Spaltung des Zuckermoleküles statt, so bei Dextrose und Lävulose, nach der Gleichung:



b) Die Spaltung des Zuckermoleküles ist mit der Assimilation der Elemente von einem Molekül Wasser verbunden, so bei der Maltose:



c) An sich nicht gährungsfähiger Zucker zerfällt durch hydrolytische Fermentwirkung zunächst in gährungsfähige Zuckerarten, die ihrerseits die Gährung erleiden, so beim Rohrzucker und Milchzucker:



Die nicht directe Vergährbarkeit des Rohrzuckers ist bereits 1832 von Dubrunfaut¹⁾ erkannt und Berthelot²⁾ fand, daß die Spaltung des Zuckers durch ein lösliches Ferment bewirkt werde, dessen Eigenschaften zuerst genauer von Liebig³⁾ studirt wurden. Dieses Ferment, welches als Invertin bezeichnet worden ist, wird von der lebenden Hefe producirt und tritt aus dieser in die zuckerige Flüssigkeit über, in der die Hefe vegetirt. Besteht diese Flüssigkeit aus einer Lösung von Rohrzucker, so erleidet der Zucker zuerst die durch obige Gleichung ausgedrückte Spaltung, und das Gemenge gleicher Moleküle Dextrose und Lävulose, als Invertzucker bezeichnet, verfällt der Gährung. Hinsichtlich der Abscheidung des Invertins aus seinen Lösungen sei auf eine Arbeit von Barth⁴⁾ verwiesen.

Die Verwandlung des Zuckers in Alkohol erfolgt in Wirklichkeit nie so glatt, wie obigen Gleichungen entspricht, sondern es entstehen dabei verschiedene Nebenproducte. Schon vor langer Zeit ist von C. Schmidt, Schunk, Beizenhitz das Vorkommen von Bernsteinsäure in gegohrenen Flüssigkeiten beobachtet, und nicht allein dieses ist von Pasteur bestätigt, sondern Pasteur hat auch die regelmäßige Bildung von Glycerin constatirt. Die aus 100 Th. Zucker mögliche Ausbeute an Alkohol verringert sich daher um den Betrag, welcher jenen Stoffen entspricht und dazu kommt noch, daß durchschnittlich etwa 1 Proc. der Gesamtmenge des vorhandenen Zuckers zur Bildung der Bestandtheile der neu wachsenden Hefe verwandt wird.

¹⁾ Journ. f. pratt. Chem. 14, 334.

²⁾ Compt. rend. 50, 980.

³⁾ Ann. Chem. 153, 8.

⁴⁾ Chem. Ges. Ber. 11, 474.

1) Theorie der Gährung, 81.

Geht man vom Rohrzucker aus, so geben 100 Th. desselben 105,26 Th. Invertzucker und diese liefern durchschnittlich nach Pasteur¹⁾:

Alkohol	51,11
Kohlenzäure	49,42
Bernsteinsäure	0,67
Glycerin	3,16
Zur Bildung von Hefe Zucker .	1,00

Außer diesen normalen Gährungsproducten entstehen immer noch geringe Mengen von anderen Körpern, homologe Alkohole, Amylalkohol, Butyl-, Propylalkohol, flüchtige Säuren der Fettzäurereihe, zusammengesetzte Aether, Aldehyd. Diese bedingen den eigenthümlichen Geruch und das Aroma der aus den gegohrenen Flüssigkeiten abgeschiedenen Destillate. Man faßt sie unter dem Namen Fuselöle zusammen. Diese Stoffe gehen jedoch nicht aus der eigentlichen Gährung hervor, sondern werden von den absterbenden Hefezellen gebildet (Bresfeld).

Mit der Gährung ist immer ein Freiwerden von Wärme verbunden, jede gärende Flüssigkeit erwärmt sich um ein Erhebliches. Diese Wärme ist das Resultat der verschiedenen während der Gährung verlaufenden chemischen Prozesse, von denen die wesentlichen sind: die Invertirung des Zuckers, der Zerfall des Zuckers in Gährungsproducte, die Lösung des gebildeten Alkohols in Wasser.

Die bei der Invertirung des Zuckers stattfindende Wärmetönung kennen wir nicht, da der Wärmewerth der Lävulose unbekannt ist. Wir können dieselbe aber für die Berechnung der Gesamtwärme des Gährungsprocesses entbehren, indem wir von dem Dextrose-Äquivalent des Rohrzuckers ausgehen. Die Wärmewerthe der dann in Betracht kommenden Körper sind folgende (Stohmann²⁾):

Dextrose	3692 Cal. pro Gramm
Alkohol	7056 " " "
Bernsteinsäure	3019 " " "
Glycerin	4317 " " "

Die Lösungswärme des Alkohols beträgt nach Berthelot³⁾ 2540 Cal. pro Gramm-Molekül oder 55 Cal. pro Gramm.

Demnach haben wir auf der einen Seite:

Dextrose 105,26 × 3692	388 620 Cal.
Lösungswärme des Alkohols 51,11 × 55	2 811 "
	<hr/>
	391 431 Cal.

Auf der anderen Seite in den Gährungsproducten:

Alkohol 51,11 × 7056	360 632 Cal.
Bernsteinsäure 0,67 × 3019	2 023 "
Glycerin 3,16 × 4317	13 642 "
Dextrose zur Hefe 1 × 3692	3 692 "
	<hr/>
	379 989 Cal.

Ober bei der Vergährung von 105,26 Th. Dextrose = 100 Th. Rohrzucker werden 391 431 — 379 989 = 11 442 Cal. frei. Eine 20 procentige Zuckerlösung würde daher $\frac{11442 \times 20}{100} = 2288$ Cal. liefern, oder

sie würde sich um annähernd 23° erwärmen können, wenn keine Wärmeverluste durch Ableitung und Ausstrahlung stattfänden, wobei die nicht ganz zutreffende, aber das Resultat nicht beeinträchtigende Voraussetzung gemacht ist, daß die specifische Wärme, sowohl der Anfangs-, wie der Endflüssigkeit, der des Wassers gleich sei. Die hier durch Rechnung ermittelte Zahl stimmt genügend mit den Beobachtungen des praktischen Gährungsbetriebes überein.

Attenuation. Lösungen von Zucker haben ein bedeutend höheres specifisches Gewicht als die aus ihrer Vergährung hervorgehenden alkoholischen Flüssigkeiten, deren specifisches Gewicht niedriger als 1 ist. Hat man es daher mit reinen Zuckerlösungen zu thun und vergären dieselben vollständig, so wird man schließlich eine Flüssigkeit erhalten, deren specifisches Gewicht geringer als das des Wassers ist. In den Maischen der Spiritusfabriken und den Würzen der Brauereien ist neben dem Zucker stets Dextrin enthalten und außerdem kommen noch manche andere Stoffe darin vor, welche auf das specifische Gewicht erhöhend wirken. Von diesen bleibt stets ein großer Theil, wenn nicht die Gesamtmenge, während der Gährung unverändert und übt seinen Einfluß auf das specifische Gewicht der vergohrenen Flüssigkeit. Hierdurch erreicht diese nie eine geringere Dichtigkeit als die des Wassers, sondern bleibt immer specifisch schwerer als Wasser. Die Weine, welche wenig unvergärbare Substanz enthalten, haben dagegen fast immer ein geringeres specifisches Gewicht als Wasser, da bei diesen der Einfluß des Alkohols den der unvergohrenen Substanz überwiegt.

Die Veränderung des specifischen Gewichtes, welche eine Flüssigkeit durch die Gährung erleidet, bezeichnet man als die Attenuation. Diese steht immer in directem Verhältnisse zu der Menge des zeretzten Zuckers und ist daher auch der Menge des gebildeten Alkohols proportional. Man kann daher aus der Kenntniß der Attenuation wichtige Rückschlüsse auf den Verlauf der Gährung und auf die zu erwartende Ausbeute an Alkohol machen. Sind diese Schlüsse auch nicht absolut exact, da bei der Gährung neben dem Alkohol noch einzelne andere Stoffe gebildet werden, die das specifische Gewicht nach der einen oder der anderen Richtung beeinflussen, so sind sie doch genügend genau für eine sichere Betriebscontrolle. Man discreditirt zwar in neuerer Zeit die von Balling¹⁾ begründete Attenuationslehre, aber, wie uns scheint, mit Unrecht. Dieselbe hat sich im Verlaufe von langer Zeit erprobt und zwar in einer Prüfung, wie sie schwerer nicht gedacht werden kann. Die in England seit vielen Jahren eingeführte Besteuerung der Spiritusfabrikation wird nämlich derartig ausgeübt, daß die zu zahlende Steuer nach dem Ergebnisse der Attenuation berechnet und außerdem durch die Menge des gewonnenen Productes controlirt wird. Wäre die Attenuationslehre so unbrauchbar, wie jetzt behauptet wird, so müßten sich zwischen der berechneten und der gefundenen Ausbeute an Alkohol Differenzen zeigen. Wäre dies aber der Fall, so würden entweder die Fabrikanten längst gegen die Anwendung einer

¹⁾ Ann. chim. phys. [3], 58, 330.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. [2] 31, 285; 32, 420.

³⁾ Naumann, Thermochemie, Braunschweig 1882, 347.

¹⁾ Gährungschemie, Prag 1865, 1, 177.

falschen Methode protestirt haben, oder die englische Re- gierung würde im Interesse der Staatseinnahmen ein solches Verfahren beseitigt haben.

Des bequemeren Ausdruckes wegen berechnet man die Attenuation nicht nach dem wirklichen specifischen Ge- wichte der Flüssigkeiten, sondern bezieht die beobachteten specifischen Gewichte auf das specifische Gewicht von Rohrzuckerlösungen von bekanntem Gehalt und bezeichnet hiernach die Dichte der in Betracht kommenden Flüssig- keiten. Enthalten z. B. 100 g einer Lösung 20 g Rohrzucker, so wird dieselbe 1,08329 spec. Gew. haben, eine andere, welche 2 g Rohrzucker enthält, wird 1,00779 spec. Gew. haben. Maischen von denselben specifischen Gewichten bezeichnet man als 20- und 2 procentig oder grädig. Es ist danach wohl zu verstehen, daß diese Zahlen nur Vergleichszahlen sein können. Eine 20 pro- centige frische Maische enthält nicht 20 Proc. Zucker, sondern neben Maltose eine entsprechende Menge von Dextrin und sonstigen Stoffen, deren specifische Gewichte in ihrer Summe dem specifischen Gewichte einer Rohrzuckerlösung von 20 Proc. gleich kommen. Ferner eine zweiprocentige vergohrene Maische enthält nicht 2 Proc. Rohr- zucker, sondern eine gewisse Menge un- vergohrener Materie und Alkohol, deren specifische Gewichte in ihrer Summe eben- falls dem specifischen Gewichte einer Rohr- zuckerlösung von 2 Proc. Gehalt gleich sind.

Fig. 22.



Die Ermittlung des specifischen Gewich- tes erfolgt entweder mittelst des Sacha- rometers oder durch Wägung.

Das Saccharometer (Fig. 22) ist ein hohler Glaskörper von der in der Zeich- nung dargestellten Form, dessen Kugel so weit mit Quecksilber belastet ist, daß das Instrument in reinem Wasser von 17,5° C. bis nahe zum oberen Ende des engeren Theiles einsinkt. Dieser Punkt ist als der Nullpunkt bezeichnet. In Flüssigkeiten von höherem specifischem Gewichte wird das In- strument um so weniger tief einsinken, je höher das specifische Gewicht der Flüssigkeit ist. Es läßt sich nun leicht das Volum des Instrumentes so reguliren, daß es in einer Zuckerlösung von bestimmtem Gehalt, z. B. von 25 Proc., bis zum unteren Ende des engeren Theiles einsinkt. Dieser Punkt ist dann mit 25 zu bezeichnen. In dem man den zwischen beiden Cardinalpunkten liegenden Theil der engen Röhre in 25 gleich weit von einander abstehende Theile zerlegt, so hat man eine Scala, deren einzel- ne Theile einem Procent Rohrzucker oder dem specifischen Gewichte von dem Rohrzucker äquivalenten Lösungen entsprechen. Zweckmäßiger Weise construirt die Versuchsstation des Vereins der Spiritus- fabrikanten ihre, für genauere Untersuchungen bestimmten Saccharometer in der Weise, daß sie nur eine beschränkte Zahl von Graden umfassen, so Nr. 1 von 0 bis 10°, Nr. 2 von 10 bis 20°, Nr. 3 von 20 bis 30°. Durch diese Anordnung wird es ermöglicht, den einzelnen Gra-

den eine größere räumliche Ausdehnung zu geben, so daß sich eine weitere Theilung auf Zehntel Grade an- bringen und deutlich ablesen läßt. Die Anwendung der Saccharometer ist äußerst bequem und giebt genaue Resultate, vorausgesetzt, daß das Instrument exact ge- arbeitet ist. Aus unsicherer Quelle bezogene Saccharo- meter sollten stets durch Einsenken in Rohrzuckerlösungen von genau bekanntem Gehalte controlirt werden.

Bei der directen Bestimmung des specifischen Ge- wichtes hat man die gefundenen specifischen Gewichte mittelst der nebenstehenden Tabelle auf Saccharometer- grade zu reduciren. Die directe Bestimmung des speci- fischen Gewichtes geschieht am einfachsten, indem man ein Kölbchen, welches bis zu einem um seinen Hals ge- zogenen Kreisstrich genau 50 oder 100 cem, also ebenso viele Gramm Wasser von bestimmter Temperatur, faßt, genau bis zu diesem Punkte mit der klaren Flüssigkeit füllt und so das Gewicht bestimmt. Nach Abzug des Gewichtes des Glases bleibt dann das absolute Gewicht von 50 oder 100 cem der Flüssigkeit. Dividirt man das absolute Gewicht durch 50 oder 100, je nach dem Inhalte des Glases, so bekommt man das gesuchte speci- fische Gewicht.

Kascher und leichter läßt sich das specifische Gewicht der Maische, wie jeder anderen Flüssigkeit, mittelst einer vom Mechaniker Westphal in Celle construirten Wage feststellen. Sie ist in Fig. 23 (S. 339) abgebildet; ihre Beschreibung lassen wir in des Verfertigers eigenen Worten folgen.

Diese Wagen haben vor den bekannten Aräometern den Vorzug, daß man mit denselben alle Flüssigkeiten, gleichviel ob sie schwerer oder leichter als Wasser sind, rasch und genau bis zur 3. Decimale bestimmen kann.

Sie bestehen aus einem Stative, dem in das Lager desselben einzulegenden Balken, einem Senfkörper von Glas mit Thermometer und den Gewichten, Fig. 23. Der Stativfuß *F* endigt nach oben in ein mit einer Preßschraube *P* versehenes Leitungsrohr *L*, worin sich das Obertheil mit einer Leitstange auf- und abschieben, sowie feststellen läßt. Das Obertheil, ein Bügel, trägt an einer Seite das Achsenlager *H*, auf der anderen in derselben Horizontale eine Spitze *J*, die als Nullpunkt für die Einstellung des Balkens beim Wägen dient. Ferner befindet sich am Obertheile ein Fangkloben *K*, der den Balken vor Aushebung aus dem Lager schützt.

Der Balken, ein ungleicharmiger Hebel, ist von Achse zu Achse in 10 Theile getheilt und läuft nach der ent- gegengesetzten Seite in ein Balancirungsgewicht aus, das mit einer Spitze versehen ist, die als Zunge dient. Oberhalb der Eintheilung sind Einkerbungen angebracht, um die in Reiterform mit einer Schneide gebildeten Ge- wichte *A*, *B* und *C* aufnehmen zu können.

Der Senfkörper ist ein ganz kleines Thermometer von 40 mm Länge und 5 mm Durchmesser mit einer Marke für die Normaltemperatur. Am oberen Ende des Körpers ist eine Platinöse eingeschmolzen, in die der Aufhängungsdraht eingestiftet und andererseits mit dem stärkeren Aufhängegliede *m* verbunden wird. Um den Draht beweglicher zu machen und dadurch vor Bruch zu schützen, ist derselbe nicht direct, sondern durch eine Doppelöse *n* mit der eingeschmolzenen Platinöse ver-

Tabelle

zur

Reduction der specifischen Gewichte auf Saccharometerprocente nach Matejczek u. Scheibler¹⁾.

Temperatur 17,5° C.

Saccharometer- grade	Specifisches Gewicht								
0,0	1,00000	5,0	1,01970	10,0	1,04014	15,0	1,06133	20,0	1,08329
0,1	1,00038	5,1	1,02010	10,1	1,04055	15,1	1,06176	20,1	1,08374
0,2	1,00077	5,2	1,02051	10,2	1,04097	15,2	1,06219	20,2	1,08419
0,3	1,00116	5,3	1,02091	10,3	1,04139	15,3	1,06262	20,3	1,08464
0,4	1,00155	5,4	1,02131	10,4	1,04180	15,4	1,06306	20,4	1,08509
0,5	1,00193	5,5	1,02171	10,5	1,04222	15,5	1,06349	20,5	1,08553
0,6	1,00232	5,6	1,02211	10,6	1,04264	15,6	1,06392	20,6	1,08599
0,7	1,00271	5,7	1,02252	10,7	1,04306	15,7	1,06436	20,7	1,08643
0,8	1,00310	5,8	1,02292	10,8	1,04348	15,8	1,06479	20,8	1,08688
0,9	1,00349	5,9	1,02333	10,9	1,04390	15,9	1,06522	20,9	1,08733
1,0	1,00388	6,0	1,02373	11,0	1,04431	16,0	1,06566	21,0	1,08778
1,1	1,00427	6,1	1,02413	11,1	1,04473	16,1	1,06609	21,1	1,08824
1,2	1,00466	6,2	1,02454	11,2	1,04515	16,2	1,06653	21,2	1,08869
1,3	1,00505	6,3	1,02494	11,3	1,04557	16,3	1,06696	21,3	1,08914
1,4	1,00544	6,4	1,02535	11,4	1,04599	16,4	1,06740	21,4	1,08959
1,5	1,00583	6,5	1,02575	11,5	1,04641	16,5	1,06783	21,5	1,09004
1,6	1,00622	6,6	1,02616	11,6	1,04683	16,6	1,06827	21,6	1,09049
1,7	1,00662	6,7	1,02657	11,7	1,04726	16,7	1,06871	21,7	1,09095
1,8	1,00701	6,8	1,02697	11,8	1,04768	16,8	1,06914	21,8	1,09140
1,9	1,00740	6,9	1,02738	11,9	1,04810	16,9	1,06958	21,9	1,09185
2,0	1,00779	7,0	1,02779	12,0	1,04852	17,0	1,07002	22,0	1,09231
2,1	1,00818	7,1	1,02819	12,1	1,04894	17,1	1,07046	22,1	1,09276
2,2	1,00858	7,2	1,02860	12,2	1,04937	17,2	1,07090	22,2	1,09321
2,3	1,00897	7,3	1,02901	12,3	1,04979	17,3	1,07133	22,3	1,09367
2,4	1,00936	7,4	1,02942	12,4	1,05021	17,4	1,07177	22,4	1,09412
2,5	1,00976	7,5	1,02983	12,5	1,05064	17,5	1,07221	22,5	1,09458
2,6	1,01015	7,6	1,03024	12,6	1,05106	17,6	1,07265	22,6	1,09503
2,7	1,01055	7,7	1,03064	12,7	1,05149	17,7	1,07309	22,7	1,09549
2,8	1,01094	7,8	1,03105	12,8	1,05191	17,8	1,07353	22,8	1,09595
2,9	1,01134	7,9	1,03146	12,9	1,05233	17,9	1,07397	22,9	1,09640
3,0	1,01173	8,0	1,03187	13,0	1,05276	18,0	1,07441	23,0	1,09686
3,1	1,01213	8,1	1,03228	13,1	1,05318	18,1	1,07485	23,1	1,09732
3,2	1,01252	8,2	1,03270	13,2	1,05361	18,2	1,07530	23,2	1,09777
3,3	1,01292	8,3	1,03311	13,3	1,05404	18,3	1,07574	23,3	1,09823
3,4	1,01332	8,4	1,03352	13,4	1,05446	18,4	1,07618	23,4	1,09869
3,5	1,01371	8,5	1,03393	13,5	1,05489	18,5	1,07662	23,5	1,09915
3,6	1,01411	8,6	1,03434	13,6	1,05532	18,6	1,07706	23,6	1,09961
3,7	1,01451	8,7	1,03475	13,7	1,05574	18,7	1,07751	23,7	1,10007
3,8	1,01491	8,8	1,03517	13,8	1,05617	18,8	1,07795	23,8	1,10053
3,9	1,01531	8,9	1,03558	13,9	1,05660	18,9	1,07839	23,9	1,10099
4,0	1,01570	9,0	1,03599	14,0	1,05703	19,0	1,07884	24,0	1,10145
4,1	1,01610	9,1	1,03640	14,1	1,05746	19,1	1,07928	24,1	1,10191
4,2	1,01650	9,2	1,03682	14,2	1,05789	19,2	1,07973	24,2	1,10237
4,3	1,01690	9,3	1,03723	14,3	1,05831	19,3	1,08017	24,3	1,10283
4,4	1,01730	9,4	1,03765	14,4	1,05874	19,4	1,08062	24,4	1,10329
4,5	1,01770	9,5	1,03806	14,5	1,05917	19,5	1,08106	24,5	1,10375
4,6	1,01810	9,6	1,03848	14,6	1,05960	19,6	1,08151	24,6	1,10421
4,7	1,01850	9,7	1,03889	14,7	1,06003	19,7	1,08196	24,7	1,10468
4,8	1,01890	9,8	1,03931	14,8	1,06047	19,8	1,08240	24,8	1,10514
4,9	1,01930	9,9	1,03972	14,9	1,06090	10,9	1,08285	24,9	1,10560

1) Zeitschr. f. Rübenzucker-Industrie 1865, 580; 1870, 263; 1874, 827, 950; 1877, 32.

bunden. Diese Doppellöse und der Draht bilden ein Zwischenstück, das beim Zerbrechen des Drahtes durch ein neues von genau derselben Schwere leicht ersetzt werden kann.

Die Gewichte sind so hergestellt, daß die beiden größten A und A^1 gleich sind dem Gewichte des vom Körper verdrängten destillirten Wassers bei $+15^{\circ}\text{C}$. als Normaltemperatur. Das eine Gewicht A^1 ist zu einer Dese zusammengebogen und wird nur bei Bestimmung des spezifischen Gewichtes schwererer Flüssigkeiten als Wasser in den Haken der Balken-Endachse zum Körper gehängt. Man hat dann 1,0.

Die anderen drei Gewichte sind als Reiter gebildet und oben zu einer Schärfe abgefeilt, um mit dieser auf

den tiefsten Punkt der Kerben gehängt werden zu können. Die beiden Enden der Reiter sind als Haken gebogen, damit sie sich an einander hängen lassen, wenn dieselbe Stelle der Decimaltheilung wiederkehrt, z. B. 0,888. Die Schwere des Reiters B ist $\frac{1}{10}$ von A , die von C $\frac{1}{100}$ von A . A oder A^1 würde also das durch Eintauchen des Körpers in destillirtes Wasser von $+15^{\circ}\text{C}$. gestörte Gleichgewicht wieder herstellen, wie in Fig. 23 dargestellt ist. In eine der Kerben gehängt, wird A so viel Zehntel seines Gewichtes anzeigen, wie die Ziffer der Kerbe zeigt. Ebenso Reiter B so viel Hundertel und C so viel Tausendtel.

Zum Gebrauche stellt man den Stativfuß auf einen möglichst horizontalen Tisch, legt den Balken mit seiner

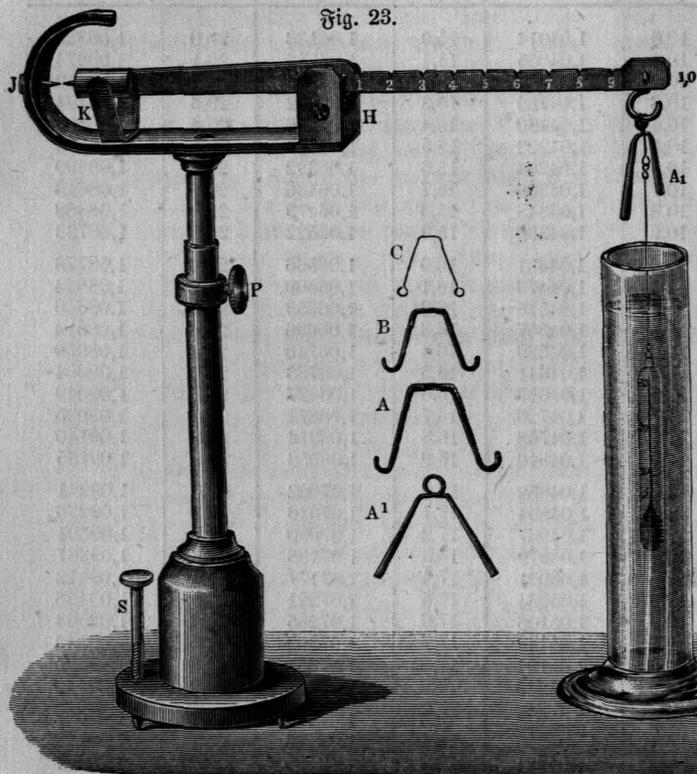


Fig. 23.

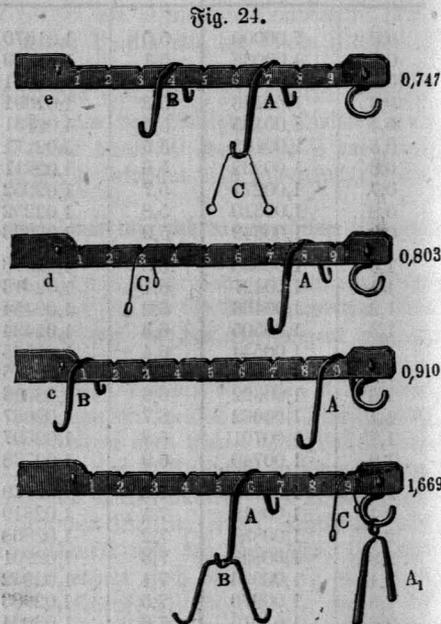


Fig. 24.

Mittelachse in das Lager und hängt den Thermometerkörper mit seinem Platin-Aufhängegliede in den Haken der Endachse. Der Balken wird jetzt im Gleichgewichte sein, und seine Spitze der Spitze am Stativ gegenüber stehen. Ist das nicht der Fall, so ist der Tisch nicht horizontal, und man verbessert den Fehler dadurch, daß man die feine Schraube S in der einen oder anderen Richtung dreht, wodurch die Stativspitze gehoben oder gesenkt wird.

Füllt man das Gefäß G mit destillirtem Wasser von $+15^{\circ}\text{C}$. und senkt den Körper hinein, so wird das Gleichgewicht aufgehoben werden. Hängt man dann aber das Gewicht A^1 in den Haken des Balkens zum Körper, so wird das Gleichgewicht wieder hergestellt, und man hat das Resultat 1,0, Fig. 23.

Hat man eine Flüssigkeit, die schwerer ist als Wasser,

so benutzt man außer A^1 zur Herstellung des Gleichgewichtes noch die Reitergewichte A , B und C und verhängt diese nach Bedarf in den Kerben, bis die Ausgleichung gelingt.

Hat man eine Flüssigkeit, die leichter als Wasser ist, so entfernt man das Gewicht A^1 vom Haken des Balkens und stellt das Gleichgewicht nur durch Aufhängung der Reiter A , B und C in die geeignetsten Kerben her. In Fig. 24 ist die verschiedenen spezifischen Gewichten entsprechende Aufhängung der Reiter dargestellt.

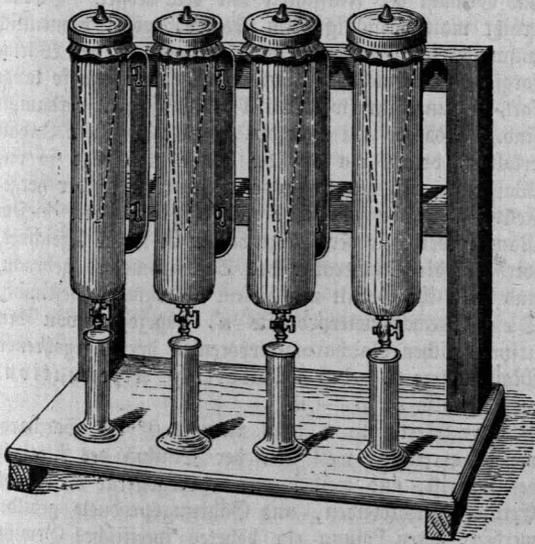
Bei der Feinheit der Wagen läßt sich die 3. Decimale mit großer Genauigkeit bestimmen, und auch noch die 4. Decimale dadurch, daß man den Reiter C , wenn er z. B. auf 4 gehängt, noch ein wenig zu leicht, auf 5 aber zu schwer schiene, zwischen 4 und 5 auf dem Balken verhängt, bis die völlige Herstellung des Gleichgewichtes

gelungen ist, und dann die Entfernung von 4 nach Zehnteln schätzt.

Der Draht, an dem der Glaskörper hängt, ist verhältnißmäßig fein, so daß man annehmen könnte, ein Unterschied in der Einsenkungstiefe habe keinen Einfluß auf das Resultat der Gewichtsbestimmung. Eine größere Veränderung dieser Tiefe ist indessen wohl merkbar, und thut man immer gut, die bei der Justirung der Gewichte angewendete Einsenkungstiefe bei den folgenden Bestimmungen beizubehalten.

Die Ermittlung des specifischen Gewichtes, auf welche Weise sie auch ausgeführt werde, kann nur richtige Resultate liefern, wenn die untersuchten Flüssigkeiten völlig klar und frei von suspendirten Stoffen sind. Da die Maischen aber stets durch Treber, Hülsen der Getreidekörner, des Malzes, Schalen der Kartoffeln, getrübt sind, so sind sie vor der Untersuchung zu klären. Bei ihrer, durch anwesendes Dextrin u. s. w. bewirkten, Dicksflüssigkeit ist aber eine Filtration durch Papier nicht

Fig. 25.



wohl ausführbar. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, kann man eine Verdünnung vornehmen, indem man z. B. 500 g der Maische in einer verschließbaren Flasche mit ihrem gleichen Gewichte Wasser mischt, absetzen läßt und das fast klare in einem bedeckten Trichter durch ein Faltenfilter fließen läßt. Die Saccharometeranzeige ist dann zu verdoppeln. Bei unverdünnten Flüssigkeiten bedient man sich zur Filtration eines engmaschig gestrickten Beutels, durch den die Flüssigkeit Anfangs rasch, aber trübe, fließt, während sie nach einiger Zeit klar wird, dann aber sehr langsam abläuft. Um während der langsamen Filtration einer Verdunstung von Wasser und Alkohol vorzubeugen, von denen letztere bei vergohrenen Maischen recht fehlerhafte Resultate herbeiführen könnte, hängt man, nach Delbrück¹⁾, die Beutel in verschließbare kupferne Cylinder, wie in Fig. 25 dargestellt. So lange die Flüssigkeit trübe läuft, zieht man

sie durch den am Boden angebrachten Hahn ab, verschließt darauf den Hahn, läßt das klare Filtrat sich im Cylinder ansammeln und entleert diesen endlich durch den Bodenhahn.

Die Maischwürze, d. h. der von den Trebern und allen suspendirten Theilen befreite Theil der Maische, besteht aus Zucker oder gährungsfähigem Extract und nicht gährungsfähigen Stoffen, die beide einen Einfluß auf das specifische Gewicht oder die Saccharometeranzeige haben. Nennen wir die Saccharometeranzeige der Würze p , die Anzahl der Saccharometergrade, welche dem gährungsfähigen Extract entsprechen, z , die Saccharometergrade, welche dem Nichtzucker entsprechen, x , so ist

$$p = z + x.$$

Durch die Gärung wird das gährungsfähige Extract zerstört, der Nichtzucker bleibt unverändert, es wäre demnach

$$z = p - x,$$

wenn das gährungsfähige Extract dabei in eine Flüssigkeit von demselben specifischen Gewicht wie das Wasser verwandelt würde. Da aber der entstehende Alkohol ein weit geringeres specifisches Gewicht als das Wasser hat und demnach eine dadurch veränderte Saccharometeranzeige giebt, so ist die letzte Gleichung nicht richtig. Der Einfluß des gebildeten Alkohols kann jedoch durch Kochung eliminirt werden.

Nach Vollendung der Gärung bleibt die Saccharometeranzeige auf einem Minimum stehen. Da die Flüssigkeit nach beendigter Gärung mit kohlenstoffsaurem Gas gesättigt ist, und dieses ebenfalls auf das Saccharometer einwirkt, so muß dieses vor der Beobachtung entfernt werden. Es geschieht am leichtesten, indem man eine Flasche zur Hälfte mit der Würze füllt, verstopft und anhaltend schüttelt, wobei man von Zeit zu Zeit den Kork lüftet, um frische Luft in die Flasche zu führen.

Die Saccharometeranzeige in der von Kohlensäure befreiten Flüssigkeit wird mit m bezeichnet.

Scheinbare Attenuation. Zieht man m von p (der Saccharometeranzeige der Maischwürze) ab, so ergiebt die Differenz, also $p - m$, eine Zahl, welche die scheinbare Attenuation genannt wird. Diese Differenz drückt nicht die Saccharometerprocente aus, welche dem vergohrenen Zucker entsprechen, weil an die Stelle des Zuckers der Alkohol getreten ist, dessen specifisches Gewicht geringer ist als das des Wassers. Da die scheinbare Attenuation aber im geraden Verhältniß zu der Menge des zeretzten Zuckers steht, so giebt ihre Bestimmung das einfachste Mittel an die Hand, um den Verlauf der Gärung zu beobachten.

Je nach der Menge des vergohrenen Zuckers wird der Werth von m größer oder kleiner sein.

Da der Werth von m durch das specifische Gewicht des bei der Gärung gebildeten Alkohols beeinflusst wird, so läßt sich ein Factor denken, der, wenn man ihn mit der scheinbaren Attenuation, ausgedrückt in Saccharometerprocenten, multiplicirt, direct den Alkoholgehalt der Flüssigkeit in Gewichtsprocenten ausdrückt. Nennt man diesen Factor a , die scheinbare Attenuation $p - m$, den Alkoholgehalt der Flüssigkeit A , so ist

$$A = (p - m) a.$$

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1882, 460.

Den Werth des Factors a findet man, indem man ein für alle Mal den Werth von A durch eine directe Bestimmung des Alkoholgehalts (s. Abschnitt V. Alkoholometrie) feststellt; denn es ist

$$a = \frac{A}{p - m}$$

Der Werth a wird als Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation bezeichnet. Derselbe ist jedoch nicht eine constante Größe, sondern ist bedingt und abhängig:

1. von der der Gährung unterworfenen Zuckerart;

2. von der ursprünglichen Concentration oder Saccharometeranzeige der Maischwürze (p); er wechselt bei Maischen, je nachdem p zwischen 5 bis 30 Proc. ist, von 0,4073 bis 0,4580; in der S. 351 folgenden Tabelle sind die Factoren für die verschiedenen Concentrationsgrade zusammengestellt;

3. von dem Vergährungsgrade; erst in dem späteren Vergährungsstadium wird der Factor constant.

Mit der Kenntniß dieses Factors kann man also schon aus der vergohrenen, weingaren Maische die Quantität des zu gewinnenden Alkohols im Voraus berechnen.

Scheinbarer Vergährungsgrad. Kennt man die scheinbare Attenuation, so kann man diese leicht in ein einfaches Verhältniß zu dem ursprünglichen Procentgehalt (Saccharometeranzeige) der Maischwürze bringen und danach berechnen, der wievielte Theil von p scheinbar vergohren ist. Dieses Verhältniß von p zu $p - m$, wobei $p = 1$ ist, nennt man den scheinbaren Vergährungsgrad V ; man findet ihn nach der einfachen Proportion

$$p : p - m = 1 : V,$$

es ist dabei

$$V = \frac{p - m}{p}$$

Ist, um ein Beispiel anzuführen, die ursprüngliche Saccharometeranzeige $p = 24$ Proc., die der weingaren Maischwürze $m = 2$ Proc., so ist

$$V = \frac{24 - 2}{24} = \frac{22}{24} = 0,917,$$

d. h. von je 1 Proc. der ursprünglichen Concentration ist 0,917 Proc. durch die Gährung verschwunden, oder 0,917 ist der scheinbare Vergährungsgrad der gegohrenen Flüssigkeit.

Wird der scheinbare Vergährungsgrad V gegeben, und ist m bekannt, so kann man danach leicht den Werth für p finden, oder ist p bekannt, so läßt sich damit m berechnen. Ist $V = 0,917$ und $m = 2$, so ist nach der oben für den Werth von V aufgestellten Gleichung

$$0,917 = \frac{p - 2}{p},$$

woraus

$$\begin{aligned} 0,917 p &= p - 2 \\ p - 0,917 p &= 2 \\ p \cdot (1 - 0,917) &= 2 \\ 0,083 p &= 2 \\ p &= \frac{2}{0,083} = 24. \end{aligned}$$

Oder ist der Werth von p bekannt $= 24$, der von m aber unbekannt, so ist:

$$\begin{aligned} 0,917 &= \frac{24 - m}{24} \\ 22 &= 24 - m \\ m &= 2. \end{aligned}$$

Da man also aus dem scheinbaren Vergährungsgrade die scheinbare Attenuation berechnen kann, und aus dieser der Alkoholgehalt der Flüssigkeit abzuleiten ist, so kann man diesen auch berechnen, wenn man den scheinbaren Vergährungsgrad und eine der Größen p oder m kennt.

Wirkliche Attenuation. Wir haben bisher nur die gegohrene, also alkoholhaltige Flüssigkeit betrachtet; befreit man die Flüssigkeit von dem Alkohol und ersetzt diesen durch Wasser, so beseitigt man den Einfluß des specifischen Gewichts des Alkohols und kommt so auf die wirkliche Attenuation. Die durch Schütteln mit Luft vollständig von Kohlensäure befreite Flüssigkeit bringt man in einen Kessel von Messingblech und bestimmt das Gewicht der Flüssigkeit mit dem Kessel. Hierauf erhitzt man vorsichtig zum Kochen, wobei namentlich anfangs ein Ueberkochen durch Regulirung der Wärme sorgsam zu vermeiden ist, und setzt das Erhitzen so lange fort, bis ungefähr zwei Drittel der Flüssigkeit verdampft sind. Alsdann läßt man den Kessel mit seinem Inhalt erkalten, bringt ihn auf die Wage und fügt so viel Wasser zu, bis genau das erste Gewicht wieder hergestellt ist. Die gekochte Flüssigkeit (mit diesem Namen werde sie der Kürze halber in Folge bezeichnet) wird auf die Temperatur des Saccharometers gebracht, und dann ihr Gehalt mit diesem Instrumente bestimmt. Diese Saccharometerprocente n , abgezogen von den ursprünglichen Saccharometerprocenten der ungegohrenen Maischwürze p , geben die wirkliche Attenuation, diese ist also $= p - n$.

Der Werth für n kann niemals 0° des Saccharometers erreichen, weil hier der Einfluß des Alkohols beseitigt ist, und weil immer unvergohrene Reste von Extract zurückbleiben, und Gährungsproducte gebildet werden, deren Lösung ein höheres specifisches Gewicht als das des Wassers hat.

Ebenso wie bei der scheinbaren Attenuation läßt sich nun ein Factor denken, der bei der Multiplication mit der wirklichen Attenuation direct den Alkoholgehalt der Flüssigkeit giebt. Ist dieser Factor $= b$, die wirkliche Attenuation $= p - n$, der Alkoholgehalt $= A$, so ist

$$A = (p - n) b.$$

Der Werth des Factors b läßt sich indirect durch Rechnung, direct durch Destillation und Bestimmung des Alkoholgehalts des Destillats finden; denn wenn A bekannt ist, so ist

$$b = \frac{A}{p - n}.$$

Die Größe b ist der Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation. Für die Berechnung dieses Factors mußte man annehmen, daß bei der Gährung zunächst 1 Mol. Rohrzucker 1 Mol. Wasser aufnehme, um in Invertzucker überzugehen, und sich dann in 4 Mol. Alkohol und 4 Mol. Kohlensäure spalte. Es

würden daher 100 Th. Rohrzucker sich in 105,263 Th. Traubenzucker verwandeln und 53,801 Th. Alkohol und 51,462 Th. Kohlenäure bilden. Ehe man wußte, daß bei der Gährung stets ein Theil des Zuckers in Bernsteinsäure und Glycerin verwandelt werde, hatte man doch schon beobachtet, daß bei der Gährung nie die theoretisch berechnete Menge der beiden Producte entstehe. Balling nahm an, daß 100 Th. Rohrzucker 51,111 Th. Alkohol und 48,889 Th. Kohlenäure liefern, welche Annahme hinsichtlich der Menge des Alkohols genau mit Pasteur's Zahlen übereinstimmt (vergl. S. 333). Diese Angaben beziehen sich auf reine Zuckerlösungen, die durch Hefe in Gährung versetzt sind, und worin also, da es an stickstoffhaltigen Bestandtheilen fehlt, nur eine sehr beschränkte Vermehrung der Hefe eintreten kann. Anders ist es bei der Gährung von Bierwürzen oder Branntweinmaischen, wo ein größerer Theil des Extracts immer zur Bildung von Hefe verbraucht wird. Nach zahlreichen Beobachtungen von Balling sollen dabei 100 Gewichtstheile Extract zerfallen in 48,391 Th. Alkohol, 46,286 Th. Kohlenäure und 5,323 Th. Hefe, also auf 100 Th. Alkohol sollen jedesmal 11 Th. Hefe gebildet werden. Ob diese Zahlen streng richtig sind, ist wohl fraglich, da die Menge der gebildeten Hefe unter Umständen sehr verschieden ist. Für die Praxis genügen diese Annahmen jedoch vollkommen. Berechnet man unter dieser letzteren Voraussetzung die Alkoholactoren, so erhält man mit den direct durch Destillation gefundenen Zahlen durchaus übereinstimmende Werthe. Die in der Tabelle S. 351 gegebenen Werthe für die Alkoholactoren der wirklichen Attenuation sind nach diesen Zahlen bestimmt, nach einer Methode, deren Deduction hier zu weit führen würde.

Wirklicher Vergährungsgrad. Hatten wir oben den scheinbaren Vergährungsgrad oder das Verhältniß des Extractgehalts der Würze zu der scheinbaren Attenuation berechnet, so läßt sich ebenso gut der wirkliche Vergährungsgrad oder das Verhältniß des Extractgehalts der Würze zu der wirklichen Attenuation ermitteln. Nennen wir die wirkliche Attenuation $(p - n) = 1$, so ist

$$p : p - n = 1 : V',$$

oder

$$V' = \frac{p - n}{p},$$

V' oder der wirkliche Vergährungsgrad weist nach, welcher Bruchtheil von 1 Th. Extract wirklich vergohren ist.

Nach dem wirklichen Vergährungsgrade V' kann man, wenn eine Größe n oder p bekannt ist, die Werthe für die unbekannte Größe p oder n finden. V' sei = 0,875, $n = 1$, p unbekannt, so ist

$$0,875 = \frac{p - 1}{p},$$

woraus

$$\begin{aligned} 0,875 p &= p - 1 \\ 1 &= p - (0,875 p) \\ p &= 8. \end{aligned}$$

Es kann aber der Fall eintreten, daß der Vergährungsgrad zweier sehr verschiedener Würzen ganz gleich ist, es wird dann aber auch n eine andere Größe sein. V' sei z. B. wieder = 0,875, $n = 3$, so ist

$$0,875 = \frac{p - 3}{p},$$

woraus

$$\begin{aligned} 0,875 p &= p - 3 \\ 3 &= p - (0,875 p) \\ p &= 24. \end{aligned}$$

Die Ermittlung des wirklichen Vergährungsgrades hat in der Praxis das größte Interesse, in so fern sie direct in Procenten nachweist, wie viel Procent des Extractgehalts der Maische wirklich vergohren sind. Nennt man den Extractgehalt $p = 1$, und ist der Vergährungsgrad 0,875 gefunden, so zeigt dies an, daß $\frac{875}{1000}$ des Extracts oder 87,5 Proc. in Alkohol verwandelt sind. Man wird also bei einer Probemaischung mit verändertem Material, sobald die Gährung richtig verlaufen ist, sofort in Zahlen ausdrücken, um wie viel günstiger oder ungünstiger der Versuch ausgefallen ist, wodurch ein einfaches Rechenexempel den Vortheil oder Nachtheil der veränderten Methode zeigt.

Attenuationsdifferenz. Die scheinbare Attenuation = $p - m$ ist immer größer als die wirkliche Attenuation = $p - n$. Subtrahirt man daher von der ersteren die letztere, so erhält man die Differenz beider

$$= (p - m) - (p - n).$$

Um diese Werthe in Zahlen auszudrücken, sei $p = 12$, $m = 1$, $n = 3$, so ist

$$\begin{aligned} p - m &= 11 \\ p - n &= 9 \\ \text{Differenz} &= 2. \end{aligned}$$

Dieselbe Zahl erhält man aber auch, wenn man m direct von n abzieht, denn

$$\begin{aligned} n &= 3 \\ m &= 1 \\ \text{Differenz} &= 2. \end{aligned}$$

Diese Differenz, in Saccharometerprocenten ausgedrückt, ist die Attenuationsdifferenz, man bezeichnet sie mit D . Es ist also

$$D = n - m.$$

Da die beiden Werthe n und m sich dadurch unterscheiden, daß n in Saccharometerprocenten den wirklich unzeretzten Antheil der Würze repräsentirt, während m derselbe Werth, aber beeinflusst durch das specifische Gewicht des gebildeten Alkohols ist, so ergiebt sich, daß die Attenuationsdifferenz immer größer werden muß, je weiter die Gährung kommt, je mehr Alkohol also gebildet wird; es steht daher die Attenuationsdifferenz auch in geradem Verhältniß zu dem Alkoholgehalt der Flüssigkeit.

Bei diesem Zusammenhang des Alkoholgehalts mit der Attenuationsdifferenz läßt sich auch hier ein Factor c denken, der mit der Attenuationsdifferenz multiplicirt unmittelbar den Alkoholgehalt A der Flüssigkeit in Gewichtsprocenten finden läßt. Es ist demnach

$$A = (n - m) c.$$

Den Werth des Factors stellt man durch Destillationsversuche fest, indem man A bestimmt, denn es ist

$$c = \frac{A}{n - m}.$$

Der Factor c wird der Alkoholfactor für die Attenuationsdifferenz genannt.

Der Alkoholfactor ist um etwas verschieden, je nach der Concentration der ursprünglichen Flüssigkeit, er behält aber bei derselben gährenden Flüssigkeit für jeden Vergährungsgrad denselben Werth. Die verschiedenen Werthe der Factoren je nach der Concentration der Würze finden sich in der Tabelle S. 351.

Attenuationsquotient. Dividirt man die scheinbare Attenuation $= p - m$ mit der wirklichen Attenuation $= p - n$, so erhält man einen Attenuationsquotienten, der durch q bezeichnet wird; es ist demnach

$$q = \frac{p - m}{p - n}.$$

Dieser Quotient ist verschieden für verschiedene Concentrationen der Würze, in derselben Lösung ist er aber in den späteren Vergährungsgraden, sobald die Attenuationsdifferenz sich der Zahl 1,0 nähert, ziemlich constant. Da der Attenuationsquotient das Verhältniß der wirklichen und der scheinbaren Attenuation ausdrückt, so zeigt er auch, um wie viel größer diese als jene ist. Die Attenuationsquotienten für Maischen von 5 bis 30 Proc. sind durch Versuche ermittelt und in der fünften Spalte der Tabelle S. 351 zusammengestellt.

Mittels der Attenuationsquotienten lassen sich die meisten der sacharometrischen Rechnungen ausführen. Man findet damit nämlich:

1. Die Werthe der Alkoholfactoren für die scheinbare Attenuation $= a$. Dividirt man die oben (S. 342 u. 344) aufgestellten Gleichungen zur Berechnung des Alkoholgehalts der gegohrenen Flüssigkeit aus der scheinbaren und wirklichen Attenuation:

$$A = (p - m) a$$

und

$$A = (p - n) b,$$

also

$$\frac{A}{A} = \frac{(p - m) a}{(p - n) b}$$

so erhält man

$$\frac{b}{a} = \frac{p - m}{p - n},$$

und da

$$\frac{p - m}{p - n} = q,$$

so ist auch

$$\frac{b}{a} = q,$$

und daraus ist

$$a = \frac{b}{q}.$$

Man erhält also den Alkoholfactor für die scheinbare Attenuation, wenn man jenen für die wirkliche Attenuation mit dem zukommenden Attenuationsquotienten dividirt.

2. Die Werthe der Alkoholfactoren für die Attenuationsdifferenz $= c$. Zur Berechnung des Alkoholgehalts aus der wirklichen Attenuation und der Attenuationsdifferenz gelten folgende Gleichungen (S. 344 u. 346):

$$A = (p - n) b \text{ und } A = (n - m) c,$$

hiernach ist auch

$$(p - n) b = (n - m) c \quad (I)$$

Sucht man aus der Gleichung für den Attenuationsquotienten

$$q = \frac{p - m}{p - n}$$

den Werth von m , so ist

$$m = p - (p - n) q,$$

und setzt man diesen statt m in die Gleichung (I), so erhält man:

$$(p - n) b = (n - [p - (p - n) q]) c.$$

Die Auflösung dieser Gleichung ist:

$$(p - n) b = [n - p + (p - n) q] c,$$

und da

$$n - p = -(p - n),$$

so ist auch

$$(p - n) b = [-(p - n) + (p - n) q] c$$

$$(p - n) b = (p - n) (q - 1) c$$

$$b = (q - 1) c,$$

und

$$c = \frac{b}{q - 1} \quad (II)$$

Man erhält also den Alkoholfactor für die Attenuationsdifferenz, indem man den Alkoholfactor für die wirkliche Attenuation durch den Attenuationsquotienten $- 1$ dividirt.

Dieser Alkoholfactor wird namentlich bei der Untersuchung gegohrener Flüssigkeiten angewandt, bei welchen der Werth von p , d. h. der Extractgehalt der Maischwürze, unbekannt ist. Seine Werthe schwanken immer innerhalb geringer Grenzen, so daß man bei vorläufiger annähernder Berechnung eine Mittelzahl dafür zu Grunde legen kann.

3. Die Beziehung des scheinbaren und wirklichen Vergährungsgrades zu einander; um diese nachzuweisen, sind die für beide Größen angegebenen Gleichungen (S. 343 u. 345) in Proportion zu bringen. Es war:

$$V = \frac{p - m}{p}, \quad V' = \frac{p - n}{p}.$$

Es verhält sich also:

$$V : V' = \frac{p - m}{p} : \frac{p - n}{p}$$

$$V : V' = p - m : p - n,$$

da aber

$$p - m : p - n = q : 1,$$

so verhält sich auch

$$V : V' = q : 1,$$

oder

$$\frac{V}{V'} = q$$

und

$$V' = \frac{V}{q}$$

Man findet also den wirklichen Vergährungsgrad, wenn man den scheinbaren Vergährungsgrad mit dem Attenuationsquotienten dividirt, welcher dem ursprünglichen Werthe von p zukommt.

4. Die ursprüngliche Saccharometeranzeige der Flüssigkeit, aus welcher die gegohrenen Flüssigkeiten gewonnen wurden. Da der Attenuationsquotient

$$q = \left(\frac{p - m}{p - n} \right)$$

ist, so muß der Werth für

$$p = \left(\frac{ng - m}{q - 1} \right)$$

sein. Der Werth für p läßt sich aber auch noch auf andere Weise finden. Es ist

$$A = (p - n) b$$

und

$$A = (n - m) c,$$

es ist also auch

$$(p - n) b = (n - m) c.$$

Der Werth von c ist aber bestimmt (s. S. 348 II)

$$c = \frac{b}{q - 1}.$$

Bringt man diesen Werth in obige Gleichung an die Stelle von c , so ist

$$(p - n) b = (n - m) \frac{b}{q - 1},$$

also

$$p - n = \left(\frac{n - m}{q - 1} \right),$$

wird beiderseits n hinzuaddirt, so ist

$$p - n + n = \left(\frac{n - m}{q - 1} \right) + n,$$

woraus also

$$p = \left(\frac{n - m}{q - 1} \right) + n \quad \dots \quad (III)$$

Aus der Gleichung:

$$(p - n) b = (n - m) c$$

kann noch auf andere Weise der Werth von p ermittelt werden. Es ist nämlich hieraus:

$$\frac{c}{b} = \left(\frac{p - n}{n - m} \right)$$

$$\frac{c}{b} \cdot (n - m) = p - n$$

und

$$p = \frac{c}{b} (n - m) + n \quad \dots \quad (IV)$$

Die Werthe c und b sind für jede ursprüngliche Concentration der Flüssigkeit constante Größen, m und n werden durch die Prüfung mit dem Saccharometer festgestellt. Aus den bekannten Werthen von c und b sind die Werthe für $\frac{c}{b}$ berechnet und in die letzte Spalte

der folgenden Tabelle eingetragen. Indem man diese also in die Gleichung (IV) einfügt, kann man den Werth von p ermitteln.

Man findet auf diese Weise zunächst die ursprüngliche Saccharometeranzeige der zuckerhaltigen Flüssigkeit, woraus die gegohrene entstanden ist, und wenn diese bekannt geworden, so kann man mit Hilfe der Alkohol-factoren die Alkoholgehalte und alle übrigen Attenuationsverhältnisse berechnen.

Anwendung der Attenuationslehre. In der Spiritusfabrikation wird der Fall am häufigsten eintreten, daß man in einer gegohrenen Maische den zu erwartenden Alkoholgehalt (= A) im Voraus zu bestimmen wünscht. Es kann dieses, sobald man die Saccharometeranzeige der Würze unmittelbar nach dem Zugeben der Hefe bestimmt hat, auf dreierlei Weise geschehen. Indem man die scheinbare Attenuation mit dem dieser zukommenden Factor multiplicirt, oder indem man die wirkliche Attenuation mit ihrem Factor multiplicirt, oder endlich, indem man die Attenuationsdifferenz mit ihrem Factor multiplicirt. Alle drei Methoden geben dieselben Werthe. Es sei z. B. die ursprüngliche Saccharometeranzeige der Würze vor der Gährung $p = 16,2$ Proc., die Saccharometeranzeige nach der Gährung $m = 1$, die Saccharometeranzeige der gefochten Flüssigkeit $n = 3,9$.

1. Berechnung nach der scheinbaren Attenuation:

$$A = (p - m) a.$$

Da der Werth von p bekannt = 16,2 Proc. ist, so sucht man zunächst den Werth des Factors a für diese Concentration in der Tabelle, wobei man die Decimalestelle, da sie unter 0,5 ist, nicht berücksichtigt. Man findet den Werth des Factors a für eine Concentration von 16 Proc. = 0,4267, es ist also

$$(p - m) a = (16,2 - 1) a = 15,2 \cdot a = 15,2 \cdot 0,4267 = 6,48584 = A.$$

2. Berechnung nach der wirklichen Attenuation:

$$A = (p - n) b.$$

Der Werth für n ist, wie oben (S. 344) beschrieben, in der gefochten Flüssigkeit bestimmt. Den Werth des Factors b findet man in der Tabelle für eine Concentration von 16 Proc., er ist = 0,5274, es ist also

$$(p - n) b = (16,2 - 3,9) b = 12,3 \cdot b = 12,3 \cdot 0,5274 = 6,48702 = A.$$

3. Berechnung nach der Attenuationsdifferenz:

$$A = (n - m) c.$$

Die Werthe für n und m sind bekannt. Der Factor c ist für die Concentration von 16 Proc. nach der Tabelle = 2,2350, es ist also

$$(n - m) c = (3,9 - 1) c = 2,9 \cdot c = 2,9 \cdot 2,2350 = 6,4815 = A.$$

Der Alkoholgehalt = A beträgt demnach 6,48 Proc. und die Würze besteht aus

Alkohol	6,48
Ungegohrenem Extract (n)	3,90
Wasser	89,62
	100,00

Tabelle

der

Alkoholfactoren und Attenuationsquotienten für die Gährung der Brauntweimaiswürzen
und Bierwürzen von 6 bis 30 Proc. Extractgehalt derselben.

Ursprüngliche Concentration der Würze in Saccharometer- Procenten	Alkoholfactoren für die			Attenuations- Quotienten	Werth von $\frac{c}{b}$
	scheinbare	wirkliche	Attenuations- Differenz		
= p	= a	= b	= c	= q	
6	0,4073	0,4993	2,2096	1,226	4,4247
7	0,4091	0,5020	2,2116	1,227	4,4052
8	0,4110	0,5047	2,2137	1,228	4,3859
9	0,4129	0,5074	2,2160	1,229	4,3668
10	0,4148	0,5102	2,2184	1,230	4,3478
11	0,4167	0,5130	2,2209	1,231	4,3289
12	0,4187	0,5158	2,2234	1,232	4,3103
13	0,4206	0,5187	2,2262	1,233	4,2918
14	0,4226	0,5215	2,2290	1,234	4,2734
15	0,4246	0,5245	2,2319	1,235	4,2553
16	0,4267	0,5274	2,2350	1,236	4,2372
17	0,4288	0,5304	2,2381	1,237	4,2194
18	0,4309	0,5334	2,2414	1,238	4,2016
19	0,4330	0,5365	2,2448	1,239	4,1840
20	0,4351	0,5396	2,2483	1,240	4,1666
21	0,4373	0,5427	2,2519	1,241	4,1493
22	0,4395	0,5458	2,2557	1,242	4,1322
23	0,4417	0,5490	2,2595	1,243	4,1152
24	0,4439	0,5523	2,2636	1,244	4,0983
25	0,4462	0,5555	2,2677	1,245	4,0816
26	0,4485	0,5589	2,2719	1,246	4,0650
27	0,4508	0,5622	2,2763	1,247	4,0485
28	0,4532	0,5656	2,2808	1,246	4,0322
29	0,4556	0,5690	2,2854	1,249	4,0160
30	0,4580	0,5725	2,2902	1,250	4,0000

Den scheinbaren Vergährungsgrad V und den wirklichen Vergährungsgrad V' findet man, indem man die scheinbare oder die wirkliche Attenuation durch die Saccharometeranzeige der Würze, gleich nach dem Zugeben der Hefe, dividirt, nach den Gleichungen:

$$V = \frac{p - m}{p} \quad \text{und} \quad V' = \frac{p - n}{p}$$

In obigem Beispiel ergeben sich daher folgende Werthe:

$$\frac{p - m}{p} = \frac{16,2 - 1}{p} = \frac{15,2}{p} = \frac{15,2}{16,2} = 0,938 = V$$

$$\frac{p - n}{p} = \frac{16,2 - 3,9}{p} = \frac{12,3}{p} = \frac{12,3}{16,2} = 0,759 = V'$$

Es ergibt sich daraus, daß 75,9 Proc. des in der Würze enthaltenen Extracts vergohren sind, daß aber 24,1 Proc. des Gehalts der Würze in die Schlempe übergehen.

Es wird häufig der Fall eintreten, daß man die ursprüngliche Saccharometeranzeige der Würze, also den Werth für p , nicht kennt. Diesen findet man, wie oben angegeben ist, nach den Gleichungen:

$$p = \frac{n - m}{q - 1} + n \dots \dots \dots (III)$$

oder

$$p = \frac{c}{b} (n - m) + n \dots \dots \dots (IV)$$

Da der Werth von p unbekannt ist, so kann man auch nicht unmittelbar den Werth von q oder von $\frac{c}{b}$ aus der Tabelle entnehmen. Man bestimmt deshalb den Werth von p erst annäherungsweise, indem man für den Factor q einen Mittelwerth der Zahlen, also 1,24 annimmt, um später, wenn man p nahezu kennt, den richtigen Werth in die Gleichung einzufügen. Wir behalten die Zahlen des vorigen Beispiels bei: $n = 3,9$; $m = 1$, es ist dann:

$$p = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n = \left(\frac{3,9 - 1}{q - 1}\right) + n =$$

$$\left(\frac{2,9}{q - 1}\right) + n = \left(\frac{2,9}{1,24 - 1}\right) + n =$$

$$\left(\frac{2,9}{0,24}\right) + n = 12,1 + n = 12,1 + 3,9 =$$

$$16,0 = p.$$

Da der Werth von p hiernach sehr annäherungsweise = 16 ist, so sucht man in der Tabelle den dieser Zahl entsprechenden Werth von q und schaltet ihn in die Gleichung ein. Es ist nach der Tabelle der Werth von q für 16 procentige Würze = 1,236, demnach ist:

$$p = \left(\frac{n - m}{q - 1}\right) + n = \left(\frac{3,9 - 1}{q - 1}\right) + n =$$

$$\left(\frac{2,9}{q - 1}\right) + n = \left(\frac{2,9}{1,236 - 1}\right) + n =$$

$$\left(\frac{2,9}{0,236}\right) + n = 12,288 + n =$$

$$12,288 + 3,9 = 16,188 = p.$$

Oder nach der Gleichung IV berechnet, nachdem der Werth für p annähernd zu 16 gefunden ist, zeigt die Tabelle den Werth für $\frac{c}{b} = 4,2372$. Es ist demnach:

$$p = \frac{c}{b} (n - m) + n = 4,2372 \cdot (n - m) + n =$$

$$4,2372 \cdot (3,9 - 1) + n = 4,2372 \cdot 2,9 + n =$$

$$12,288 + n = 12,288 + 3,9 = 16,188 = p.$$

Hat man so den Werth von p gefunden, so berechnet man danach mit Hilfe der obigen Gleichungen den Alkoholgehalt x . Die Kenntniß des Werthes von p gestattet eine wirkliche Controle des ganzen Betriebes und zwar namentlich in der Bierbrauerei, wo man bei der saccharometrischen Prüfung des fertigen Productes damit einen Rückschluß auf die Beschaffenheit der Würze und somit auf die Quantität des angewandten Roh-

materials thun kann. In manchen Brennereien trifft der Besitzer mit dem Brennereinspector die Uebereinkunft, ihm einen gewissen Gewinntheil nach dem Ausbringen an Spiritus von 100 Th. Rohmaterial oder vom Volum der Gährgefäße zu zahlen. Dabei liegt nun die Versuchung sehr nahe, eine concentrirtere Maische anzuwenden, als contractlich bedungen ist. Mit Hilfe der Kenntniß der Attenuationslehre werden solche Unterschleife unmöglich gemacht, da es nur einer Bestimmung der scheinbaren und wirklichen Attenuation bedarf, um jede begangene Unredlichkeit zu entdecken, sobald man durch einen Versuch die Concentration der Würze festgestellt hat, wie sie sich bei Anwendung der vereinbarten Menge Rohmaterial ergeben muß.

Da man in den Brennereien, wie in den Brauereien seine Producte nicht dem Gewichte, sondern dem Maße nach bestimmt, und da der Spiritus auch nur nach dem Gemäße in den Handel gebracht wird, so müssen die dem Gewichte nach bestimmten Größen auf Volumeinheiten berechnet werden. Ferner hat man in den Brennereien nicht mit Würzen, sondern mit Maischen zu thun, die noch die Treber enthalten, deren Gewicht also von dem Gewichte der Maische abgezogen werden muß, um das Gewicht der Maischwürze, für welche die saccharometrischen Bestimmungen gemacht sind, zu finden.

Angenommen, man habe 1000 l vergohrener Maische, die filtrirt in 100 Gewichtstheilen enthalte:

Alkohol	6,48
Unvergoheenes Extract	3,90
Wasser	89,62
	<hr/>
	100,00

Zur Bereitung dieser Maische seien verwandt 250 kg Roggenschrot und 50 kg Malz; nimmt man für beide 33 Proc. trockene Treber an, so sind in den 1000 l Maische 99 kg Treber enthalten. Ohne einen sehr großen Fehler zu begehen, kann man das specifische Gewicht der Treber gleich dem der Maische setzen und so in Rechnung bringen.

Die vergohrene Würze zeigte 1 Proc. am Saccharometer, ihr specifisches Gewicht ist daher nach der Tabelle S. 337 gleich 1,004. Da 1 Liter Wasser 1 kg wiegt, so multiplicirt man dieses Gewicht mit dem specifischen Gewichte der Maischwürze, um das Gewicht eines Liters Maischwürze zu erhalten; es ist dies also $1 \cdot 1,004 = 1,004$. Die 1000 l Maische würden daher 1004 kg wiegen. Zieht man hiervon das Gewicht der Treber mit 99 kg ab, so bleiben $1004 - 99 = 905$ kg für das Gewicht der Würze.

Nach obiger procentischer Zusammensetzung enthalten diese 905 kg Würze demnach:

Alkohol	58,64 kg
Unvergoheenes Extract	35,30 "
Wasser	811,06 "
	<hr/>
	905,00 kg

Da das specifische Gewicht des Alkohols = 0,794 ist, so wiegt 1 l Alkohol 0,794 kg. 1 kg Alkohol ist daher = 1,2594 l.

Die in den 1000 l Maische enthaltenen 58,64 kg Alkohol sind demnach $58,64 \cdot 1,2594 = 73,85$ l oder 7385 Literprocente.

Der Ausdruck Literprocent ist im Spiritushandel ein allgemein angenommenes Maß, um danach den Werth einer alkoholischen Flüssigkeit auszudrücken. Er ist darauf gegründet, daß 1 l 100 Proc. absoluten Alkohol enthält. Es werden demnach 100 l Alkohol von 1 Proc., 50 l von 2 Proc., 25 l von 4 Proc. immer 100 Literprocente enthalten. Ebenso wird 1 l Branntwein von 40 Proc. auch 40 Literprocente, 1 l Spiritus von 90 Proc. 90 Literprocente enthalten.

Hat man daher eine gegebene Anzahl von Literprocenten und will wissen, wie viel Liter Spiritus oder Branntwein von gewisser Stärke diese liefern werden, so braucht man die Literprocente nur durch den beabsichtigten Procentgehalt zu dividiren. Es werden demnach die 7385 Literprocente der Maische $\frac{7385}{90} = 82,06$ l Spiritus von 90 Proc., oder $\frac{7385}{40} = 184,62$ l Branntwein von 40 Proc. entsprechen.

3. Die Destillation.

In der vergohrenen Maische haben wir einerseits die Gährungsproducte und andererseits die durch die Gährung nicht veränderten Stoffe. Erstere bestehen der Hauptmenge nach aus einer wässrig-alkoholischen Flüssigkeit, deren Alkoholgehalt nach der Menge des bei der Gährung zeretzten Zuckers variabel ist, in geringerer Menge treten die Nebenproducte der Gährung und Producte secundärer Gährungen auf: Bernsteinsäure, Glycerin, Milchsäure, Acetaldehyd, Essigsäure, Propyl-, Butyl- und Amylalkohol, nebst verschiedenen Aethern. Die durch die Gährung nicht veränderten Stoffe bestehen aus Resten von Dextrin und den pflanzlichen Bestandtheilen der Rohmaterialien, mit Ausnahme des durch die Diastase umgewandelten Stärkemehles.

Durch einfache Destillation können wir die Bestandtheile der Maische in zwei große Gruppen zerlegen, in flüchtige und nichtflüchtige Körper. Die ersteren bestehen aus dem Wasser, den verschiedenen Alkoholen, den Aethern, dem Acetaldehyd, der Essigsäure, alle übrigen Bestandtheile sind nicht flüchtig, sie bleiben bei der Destillation zurück und bilden die Schlempe. Mit dieser Zerlegung in flüchtige und nichtflüchtige Stoffe begnügt man sich aber nicht, sondern sucht durch die Destillation das Hauptproduct der Gährung, den Aethylalkohol, möglichst zu isoliren und ihn, soweit dies möglich ist, von dem Wasser und den flüchtigen Nebenbestandtheilen zu befreien.

Der Destillationsproceß¹⁾. Durch die Einführung einer ausreichenden Wärmemenge in eine alkoholische Flüssigkeit werden die Anziehungskräfte zwischen den verschiedenartigen und gleichartigen Theilchen, sowie der Druck der atmosphärischen Luft überwunden, so daß die abstoßenden Kräfte zur Geltung kommen und schließlich ein Theil der Flüssigkeit in den dampfförmigen

Zustand übertritt. Je nach der Größe der Anziehungskräfte zwischen den gleichartigen Theilchen eines Gemisches von Alkohol, Wasser, Fuselöl zc. werden die verdampfenden Mengen, sowie das erforderliche Wärmequantum verschieden groß sein. Da der Druck der atmosphärischen Luft auf alle Flüssigkeiten in gleicher Stärke wirkt, so kommt es nur auf die Größe der Anziehungskräfte zwischen den Molekülen während des Siedezustandes an. Aus diesem Grunde ist es wichtig, die Wirkungsweise der Molekularkräfte einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

Gießt man zwei Flüssigkeiten in ein Gefäß, so werden sich dieselben entweder zu einem homogenen Gemisch vereinigen, oder beide Flüssigkeiten werden sich nach dem specifischen Gewichte lagern. Im ersteren Falle sind die Anziehungskräfte zwischen den ungleichartigen Theilchen der Flüssigkeiten so groß, daß sie die der gleichartigen Moleküle überwinden und die ungleichartigen Theilchen möglichst nahe an einander führen. Gießt man auf die Oberfläche einer begrenzten Wasserschicht mit großer Vorsicht Alkohol, so wird, trotz des geringeren specifischen Gewichtes des letzteren, doch so lange eine Bewegung der Alkoholtheilchen nach abwärts und der Wassertheilchen aufwärts erfolgen, bis sich auf allen Stellen ein vollkommen homogenes Gemisch gebildet hat. Die Anziehung zwischen den ungleichartigen Theilchen überwindet hier nicht nur die Cohäsion der einzelnen Flüssigkeiten, sondern auch die Kraft, welche aus der Verschiedenheit der specifischen Gewichte resultirt.

Gießt man Fuselöl auf die Oberfläche des Wassers in einem Gefäße, so bleibt dasselbe oben und tritt auch dann immer wieder an die Oberfläche, wenn es durch Rühren zc. mit dem Wasser vermischt wird. Die letztere Erscheinung wird dadurch bedingt, daß die Anziehungskraft zwischen den ungleichartigen Theilchen fast gleich Null ist.

Mischt man mehr als zwei Flüssigkeiten mit einander, und ist die Cohäsion zwischen den verschiedenartigen Theilchen ungleich und größer, als die Cohäsion der gleichartigen, so werden sich diejenigen Moleküle, deren gegenseitige Anziehung am größten ist, mit einander vereinigen. Gießt man in einen calibrirten Cylinder von 30 ccm Inhalt 5 ccm fuselhaltigen Alkohol von 85 Proc. Tr. und 10 ccm Aether und schüttelt dieselben durch, so erfolgt eine Auflösung von Alkohol und Aether, es bildet sich ein homogenes Gemisch. Gießt man jetzt aber 10 ccm Wasser dazu und schüttelt, so vereinigt sich das Wasser mit dem Alkohol und das Fuselöl mit dem Aether. Ueberläßt man nun die Flüssigkeit der Ruhe, so erfolgt eine Scheidung nach dem specifischen Gewichte, das Fuselöl steigt mit dem Aether nach oben, das Wasser und der Alkohol sinken herab. Ein stark fuselhaltiger Rohspiritus von 80 bis 90 Proc. bildet ein vollkommenes physikalisches Gemisch, verdünnt man denselben mit Wasser bis auf 40 Proc., so wird eine Trübung der Flüssigkeit bemerkbar, welche von dem Auscheiden des Fuselöles aus dem Gemische herrührt. Durch die Wirkung der größeren Anziehungskräfte zwischen Alkohol und Wasser werden die Flüssigkeitstheilchen derselben mit einander vereinigt, das Fuselöl wird dagegen frei, so daß keine Molekularkräfte auf dasselbe wirken. Ver-

¹⁾ Die Bearbeitung des folgenden Abschnittes verdanke ich der Gefälligkeit des Herrn Ingenieur F. P a m p e, Halle. St.

dünnt man den fuselhaltigen Rohspiritus nur auf 55 Proc., so ist diese Trübung nicht zu bemerken, weil der Alkohol durch das Wasser nicht vollkommen gebunden ist und daher noch eine bestimmte Menge Fuselöl auflösen kann. Die Trübung bei dem Kartoffelfuselöl ist am stärksten, weil dasselbe in Wasser fast gar nicht löslich ist.

Aus Vorstehendem geht hervor, daß eine 40procentige fuselhaltige, alkoholisches Flüssigkeit kein vollkommenes physikalisches Gemisch ist. Bei einer alkoholischen Flüssigkeit von größerem Fuselgehalt ist nach der Verdünnung die Entfernung der einzelnen Fuselölmoleküle sehr gering, es kommt daher die gegenseitige Anziehung der Theilchen zur Geltung, sie werden zu Molekulargruppen vereinigt, die sich schließlich nach dem specifischen Gewichte lagern.

Hat eine 40procentige alkoholische Flüssigkeit nur einen geringen Fuselgehalt, so kommt in Folge der großen Entfernung der einzelnen Fuseltheilchen die Anziehung nicht zur Geltung und es erfolgt auch keine Ablagerung nach dem specifischen Gewichte, trotzdem auch diese Flüssigkeit nicht als ein physikalisches Gemisch zu betrachten ist. Daß die Theilchen in dem einen Falle Bewegung erhalten, im anderen nicht, liegt daran, daß die Widerstandskraft gegen den Auftrieb der Fuselöltheilchen mit dem Quadrate des Radius, der Auftrieb selbst mit der dritten Potenz desselben zunehmen; kleinere Flüssigkeitstheilchen werden daher von der umgebenden Flüssigkeit zurückgehalten, wogegen größere Molekulargruppen von Fuselöl emporsteigen.

Die alkoholischen Flüssigkeiten, welche der Destillation unterworfen werden, sind fast immer physikalische Gemische, welche Flüssigkeitstheilchen eingeschlossen enthalten, auf welche die Anziehungskräfte der sie umgebenden Moleküle nicht wirken. Nachdem jedoch durch lange andauernde Bewegung bei dem Siedeprozesse die eingeschlossenen gleichartigen Theilchen ganz nahe an einander vorübergeführt werden, kommen die Anziehungskräfte derselben derart zur Geltung, daß Molekulargruppen entstehen, welche durch die Wirkung der Schwerkraft Bewegung gewinnen und sich nach dem specifischen Gewichte lagern.

Aus Vorstehendem geht hervor, daß man die alkoholischen Destillationsflüssigkeiten je nach der Wirkung der Molekularkräfte zwischen den ungleichartigen Theilchen in physikalische und mechanische Gemische eintheilen kann.

Es wird später nachgewiesen werden, daß diese Trennung unbedingt erforderlich ist, weil sich die mechanischen Gemische bei dem Destillationsprozesse ganz anders verhalten, als die physikalischen Gemische.

Die Eigenschaften der Bestandtheile der hier in Betracht kommenden alkoholischen Flüssigkeitsgemische, welche den inneren Zustand derselben bedingen, sind in Folgendem zusammengestellt.

Aethylalkohol. Siedepunkt 78,4° C., spec. Gew. 0,795. In allen Verhältnissen mit Wasser und sämmtlichen im Gährungsprozesse gebildeten Substanzen mischbar.

Propylalkohol. Siedepunkt 98° C., spec. Gew. 0,812. Mit Wasser, Aethylalkohol und allen übrigen

hier vorkommenden Stoffen in allen Verhältnissen vollkommen mischbar.

Butylalkohol. Siedepunkt 109° C., spec. Gew. 0,803. In Wasser sehr schwer löslich. In Alkohol löslich. Unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden Alkoholen durch unangenehmen Geruch und Geschmack.

Amylalkohol. Siedepunkt 132° C., spec. Gew. 0,825. In Wasser unlöslich. In wässrigem Alkohol von mehr als 50 Proc. Alkohol löslich. Von höchst unangenehmem Geruch und Geschmack. Bildet die Hauptmenge des sogenannten Fusels der Kartoffel- und Kornmaischen.

Acetaldehyd. Siedepunkt 21° C., spec. Gew. 0,801. In Wasser und Alkohol leicht löslich. Von stechendem, höchst unangenehmem Geruch und Geschmack.

Außer den in dieser Zusammenstellung angegebenen Bestandtheilen der alkoholischen Flüssigkeit kommen noch andere Stoffe vor, die den Destillationsproceß, sowie den Geruch und Geschmack des Destillates beeinflussen, die aber bis heute noch nicht genügend bekannt sind. Bezüglich der Löslichkeit verhalten sich dieselben fast ebenso, wie der Amyl- und Butylalkohol, der Geruch und Geschmack ist aber noch unangenehmer.

Neben den verschiedenen Alkoholen und dem Aldehyd finden sich auch die bei der Gährung gebildeten organischen Säuren in den alkoholischen Flüssigkeiten in geringerer Menge vor. Von diesen kommen die flüchtigen Fettsäuren am meisten in Betracht, weil die Löslichkeit derselben in Wasser besonders groß ist und die Siedetemperatur nur wenig höher liegt, als die des Wassers. Essigsäure siedet bei 119° C. und Buttersäure bei 127°. Unter normalen Verhältnissen kommt fast nur die Essigsäure und auch diese nur in ganz geringen Quantitäten vor.

Die Dampfbildung in den alkoholischen Flüssigkeiten. Führt man einer Flüssigkeit Wärme zu, so wird dieselbe ausgedehnt und die Temperatur so lange gesteigert, bis die ganze Flüssigkeit zu siedea beginnt und Dämpfe entweichen. Von diesem Zeitpunkte ab steigt die Temperatur der Flüssigkeit nicht mehr, die Siedetemperatur ist erreicht. Durch die eingeführte Wärme wird aber nicht nur die Temperatur der Flüssigkeit erhöht, sondern auch eine Kraft hineingetragen, durch welche die Cohäsionskräfte der Flüssigkeit, sowie der äußere Druck auf dieselbe überwunden werden, so daß die Moleküle aus dem flüssigen in den dampfförmigen Aggregatzustand übertreten.

Hiernach ist die Siedetemperatur von der Größe der Molekularkräfte und von der Höhe des äußeren Druckes abhängig. Nach dem Beginne des Siedezustandes wird die gesammte zugeführte Wärme zur Veränderung des Aggregatzustandes verbraucht.

In den Flüssigkeitsmischungen ist die Größe der Molekularkräfte der gleichartigen und ungleichartigen Theilchen sehr verschieden, es ist daher erforderlich, den Verdampfproceß der homogenen Gemische und der nicht mischbaren Flüssigkeiten gesondert zu behandeln.

Bei der Dampfbildung der Gemenge nicht physikalisch mischbarer Flüssigkeiten sind verschiedene Fälle zu berücksichtigen:

- a) Die Flüssigkeiten haben sich durch Ablagerung nach dem specifischen Gewichte vollständig geschieden und die flüchtigere ist specifisch leichter.
- b) Die Flüssigkeiten haben sich durch Ablagerung nach dem specifischen Gewichte geschieden und die flüchtigere ist specifisch schwerer.
- c) Ein physikalisches Gemisch wird mit einer Flüssigkeit gemischt, welche nur mit einem Bestandtheile des bestehenden Gemisches mischbar ist. Die Anziehung zwischen den Molekülen dieser zugefügten Flüssigkeit und der einen des Gemisches ist aber größer, als diejenige zwischen den Bestandtheilen des vorhandenen Flüssigkeitsgemisches, und zwar so groß, daß eine Auswechslung der Theilchen stattfindet. Hierbei sind noch zwei Unterschiede zu beachten:

1. Die ausgeschiedenen Flüssigkeits-Moleküle sind in so großer Zahl vorhanden, daß die gegenseitige Anziehung zwischen denselben zur Geltung kommt, aus den Molekülen entstehen Molekulargruppen und es findet dann eine Ablagerung nach dem specifischen Gewichte statt. Es treten unter diesen Umständen dieselben Verhältnisse, wie bei a) oder b) ein.
2. Die ausgeschiedenen Flüssigkeits-Moleküle sind nur in geringer Menge vorhanden, und in Folge der Auswechslung sind einzelne Moleküle oder kleine Molekulargruppen in der Flüssigkeit so vertheilt, daß die Anziehung zwischen denselben nicht zur Geltung kommen kann.

Zu a) Befinden sich zwei nicht mischbare Flüssigkeiten in einem Verdampfgefäße und hat die specifisch leichtere auch die niedrigste Siedetemperatur, so siedet nur die obere Flüssigkeit bei der gewöhnlichen Siedetemperatur. In der unteren Flüssigkeit finden Strömungen statt, die je nach der Erwärmung der Außenfläche gleichmäßig oder ungleichmäßig sind. Die warmen Theilchen der unteren Flüssigkeit steigen bis zur Grenzschrift, geben ihre Wärme an die obere Flüssigkeit ab, die dadurch in den Siedezustand übergeführt wird und sinken dann in Folge der Temperatur-Erniedrigung auf den Boden des Gefäßes zurück. Auf diesem Wege nehmen die Theilchen allmählig eine höhere Temperatur an; sind sie am Boden angelangt und haben die Maximaltemperatur erreicht, so steigen sie wieder aufwärts bis zur Grenzschrift u. s. f.

Ist die Differenz der Siedetemperaturen und der specifischen Gewichte sehr gering, so daß Dampfblasen bis zur Grenzschrift emporsteigen, so siedet die ganze Flüssigkeit, und die aufsteigenden Dämpfe sind Dampfgemische beider Flüssigkeiten.

Bei der Destillation der alkoholischen Flüssigkeiten ist der vorstehend behandelte Fall nicht zu berücksichtigen, weil die mechanisch beigemischten Flüssigkeiten stets eine höhere Siedetemperatur und geringeres specifisches Gewicht haben.

Zu b) Hat die specifisch leichtere Flüssigkeit eine höhere Siedetemperatur, so siedet die ganze Flüssigkeit bereits unter der Siedetemperatur der unteren Flüssigkeit. Auf Grund der mechanischen Wärmetheorie läßt sich diese eigenthümliche Erscheinung folgendermaßen erklären:

Wenn man sich die Oberfläche der beiden sich berührenden Flüssigkeiten an ihrer Grenze als Verdampfungsflächen, auf die der Atmosphärendruck und der Druck der oberen Flüssigkeit wirken, so werden sich die abstoßenden Kräfte der verschiedenartigen Moleküle der nicht mischbaren Flüssigkeiten summiren. Sobald nun die Summe derselben so groß ist, daß der Atmosphärendruck, sowie der Flüssigkeitsdruck überwunden werden, dann beginnt die Flüssigkeit zu sieden und gebildete Dampf ist ein Gemisch der Dämpfe beider Flüssigkeiten. In den meisten Fällen werden sich die beiden Dämpfe im Sättigungszustande befinden, mitunter ist aber auch einer der Dämpfe des Gemisches nicht gesättigt. Wenn nämlich die Siedetemperatur der beiden Flüssigkeiten nicht sehr verschieden ist, oder die obere der beiden Flüssigkeiten nur eine Schicht von geringer Stärke bildet, so daß die untere Flüssigkeit auch zeitweise an die Oberfläche gelangt, dann steigen die unten gebildeten Dampfblasen mit größerer Geschwindigkeit durch die obere Flüssigkeit und können nur eine gewisse Menge Dämpfe derselben aufnehmen. Mitunter beträgt diese Menge kaum 20 Proc. der Sättigungsmenge, in vielen Fällen auch beträchtlich mehr. Eine Gesetzmäßigkeit liegt in der Beziehung nicht vor.

Während der Destillation von fuselhaltigem Spiritus befinden sich die Fuselöldämpfe fast niemals im Sättigungszustande.

Zu c) Befinden sich innerhalb einer Flüssigkeit eine größere Zahl von Molekulargruppen einer anderen mechanisch beigemischt und so vertheilt, daß ihre gegenseitige Anziehung nicht wirken kann, so wird eine sehr schnelle Verdampfung der beigemischten Flüssigkeit erfolgen, wenn ihre Siedetemperatur niedriger, als die der sie umgebenden ist und sich die ganze Flüssigkeit durch das Sieden in Bewegung befindet. Ohne diese Bewegung verdampft die beigemischte Flüssigkeit nicht.

Ist die Siedetemperatur der beigemischten Flüssigkeit höher, als die der sie umgebenden Flüssigkeit, so erfolgt nur dann die Verdampfung der ersteren, wenn eine aufsteigende Dampfblase mit einer Molekulargruppe in directe Berührung kommt, oder die Fuselöltheilchen an der Verdampfungsfläche eine so hohe Temperatur erhalten, daß sich in Folge dessen eine Dampfblase bildet, die auf dem Wege bis zur Oberfläche der siedenden Flüssigkeit nicht verdichtet wird. Von der beigemischten Flüssigkeit verdampft daher, bei gleichem Mischungsverhältnisse, um so weniger, je größer die Molekulargruppen sind und je niedriger die Temperatur der Wärme abgebenden Fläche ist.

Hierbei ist jede einzelne Molekulargruppe so zu betrachten, als wenn sie ein höheres specifisches Gewicht habe, weil über derselben stets Flüssigkeit steht.

Vorstehende Ausführungen sind bei der Entfuselung durch Destillation zu beachten, denn es haben die mechanisch beigemischten Fuselölgruppen eine höhere Siedetemperatur, als die dieselben umgebende Flüssigkeit.

Wird z. B. Kartoffelspiritus rectificirt und ist der Schluß des Destillationsprocesses nahe, so scheiden sich durch die fortwährende Bewegung der Flüssigkeit die Fuselöltheilchen zum Theil aus und treten in Folge des geringen specifischen Gewichtes an die Oberfläche der

Flüssigkeit in der Blase. Diejenigen Fuselöltheilchen, welche während des Destillationsprocesses in die Rectifications-Colonne und in den Dephlegmator und von dort wieder zurück in die Blase geführt werden, sammeln sich ebenfalls über der Flüssigkeit in der Blase, so daß am Schlusse des Destillationsprocesses das Fuselöl über der Flüssigkeit eine dünne Schicht bildet. Das Fuselöl hat aber eine höhere Siedetemperatur, als das Wasser in der Blase; man müßte daher annehmen, daß zuerst das Wasser und dann das Kartoffel-Fuselöl überdestillire; es ist dieses jedoch nicht zutreffend. Am Schlusse des Destillationsprocesses ist fast sämtliches Fuselöl aus der Flüssigkeit der Blase ausgechieden und befindet sich in Folge des geringeren specifischen Gewichtes als dünne Schicht auf der Oberfläche. Wird nun der Verdampfproceß fortgesetzt, so bildet sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ein Dampfgemisch, welches von jedem Dampfe eine dem Sättigungsdrucke der Siedetemperatur des Gemisches entsprechende Menge enthält. Die Dämpfe steigen durch den Rectificator und Dephlegmator in den Kühler. Die Flüssigkeit, welche von jetzt ab in die Vorlage fließt, hat eine weißliche Farbe, was davon herrührt, daß sich sehr kleine Fuselöl-Molekulargruppen fein vertheilt im Wasser befinden.

Bezeichnet man den Sättigungsdruck der unteren Flüssigkeit für eine gewisse Temperatur mit pt , den der oberen mit p_1t , den Sättigungscoefficienten des Dampfes der oberen Flüssigkeit mit α und mit Pt den Siededruck, dann ist $Pt = pt + \alpha \cdot p_1t$; befinden sich auch die Dämpfe der oberen Flüssigkeit im Sättigungszustande, dann wird $\alpha = 1$ und es ist $Pt = pt + p_1t$.

Im letzteren Falle ist die Siedetemperatur t ganz unabhängig von dem Mengenverhältnisse der Bestandtheile. Sind die Dämpfe der oberen Flüssigkeit nicht gesättigt, so ist die Siedetemperatur auch nur von der Größe des Sättigungscoefficienten α und dem Sättigungsdrucke pt und p_1t abhängig. Das Mengenverhältniß kommt dann nur indirect in Betracht.

Die Siedetemperatur zweier nicht physikalisch mischbarer Flüssigkeiten ist stets geringer, als diejenige des am leichtesten flüchtigen Bestandtheiles.

Die Gewichtsmengen der verschiedenen aus der Flüssigkeit aufsteigenden Dämpfe sind von der Größe des Molekulargewichtes und der Höhe des Dampfdruckes der einzelnen Dämpfe abhängig, d. h. die Gewichtsmengen verhalten sich wie die Producte aus den Molekulargewichten und den entsprechenden Dampfdrücken. Bezeichnet man mit g die Gewichtsmenge des Dampfes der unteren Flüssigkeit, mit g_1 die des oberen, mit m und m_1 die entsprechenden Molekulargewichte, mit pt und p_1t die zugehörigen Sättigungsdrücke und mit α den Sättigungscoefficienten des Dampfes der oberen Flüssigkeit, so ist

$$\frac{g}{g_1} = \frac{pt \cdot m}{\alpha \cdot p_1t \cdot m_1} \text{ oder:}$$

$$g = \frac{g_1 \cdot pt \cdot m}{\alpha \cdot p_1t \cdot m_1} \quad g_1 = \frac{g \cdot \alpha \cdot p_1t \cdot m_1}{pt \cdot m}$$

Befinden sich beide Dämpfe im Sättigungszustande, dann wird $\alpha = 1$ und kann fortgelassen werden.

Bei der Destillation der alkoholischen Flüssigkeiten sind die nicht mischbaren Bestandtheile Amyl- und Butylalkohol fast immer nur in so geringen Mengen vorhanden, daß α nicht mehr als 0,3 beträgt. Die obigen Bestandtheile bilden unter sich ein physikalisches Gemisch und werden Fuselöl genannt; Wasser, Alkohol und geringe Mengen organischer Säuren sind ebenfalls unter sich physikalisch mischbar. Beide Gemische lösen sich aber nicht in einander auf, sondern verhalten sich genau so, wie ein Gemenge zweier nicht physikalisch mischbarer Flüssigkeiten.

Die Dampfbildung in physikalisch mischbaren Flüssigkeiten wurde zuerst von Magnus und Gay-Lussac untersucht und dabei festgestellt, daß die Siedetemperatur mit dem Mischungsverhältnisse variabel ist, daß das Mischungsverhältniß der Bestandtheile im Flüssigkeitsgemische ein anderes, als in dem Dampfgemische ist, welches sich aus der Flüssigkeit entwickelt, und daß das Dampfgemisch stets eine größere Menge des flüchtigeren Bestandtheiles enthält.

Für eine aus Alkohol und Wasser bestehende Flüssigkeit hat Gröning durch Versuche diese Mischungsverhältnisse, sowie die zugehörigen Siedetemperaturen festgestellt. Die Resultate der Gröning'schen Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Alkoholgehalt der siedenden Flüssig- keit Volumproc.	Siedepunkt oder Temperatur des Dampfes ° C.	Alkoholgehalt der verdichteten Dämpfe Volumproc.
90	78,8	92
80	79,4	90,5
70	80	89
60	81,3	87
50	82,5	85
40	83,8	82
30	85	78
20	87,5	71
18	88,8	68
15	90	66
12	91,3	61
10	92,5	55
7	93,8	50
5	95	42
3	96,3	36
2	97,5	28
1	98,8	13
0	100	0

Der Sättigungsdruck eines physikalischen Gemisches ist nicht gleich der Summe der Sättigungsdrücke der einzelnen Bestandtheile, sondern in jedem Falle kleiner als die Summe, mitunter sogar geringer, als der Sättigungsdruck des am wenigsten flüchtigen Bestandtheiles.

Bezeichnet man den Siededruck des Gemisches mit Pt , mit p_1t den Sättigungsdruck eines Bestandtheiles, den eines zweiten mit p_2t und den Coefficienten der Druckverminderung mit a , dann ist $Pt = a(p_1t + p_2t)$.

Wüllner hat mit Gemischen von Alkohol und Wasser, sowie Alkohol und Aether umfangreiche Untersuchungen angestellt¹⁾.

Nach Wüllner ist der Coefficient a mit dem Verhältnisse von Alkohol und Wasser im Flüssigkeitsgemische veränderlich, dagegen vollständig unabhängig von der Temperatur bei Alkoholwassermischungen über 30 Gew. Proc. Alkohol. Bei einem geringeren Alkoholgehalt bleibt die Unabhängigkeit nur noch in den Temperaturgrenzen von 50 bis 100° bestehen, dagegen ist eine geringe Veränderlichkeit mit der Temperatur in den Grenzen von 10 bis 50° beobachtet worden.

Die durch Wüllner gefundenen Werthe von a hat der Verfasser benutzt und auf graphischem Wege die Coefficienten für die übrigen Alkoholwassermischungen bestimmt. Durch Multiplication der Coefficienten a mit der Summe der Sättigungsdrücke für die Dämpfe von Wasser und von absolutem Alkohol erhält man den Sättigungsdruck von den Dämpfen der Mischung für die verschiedenen Temperaturen. Bei näherer Untersuchung der Werthe von a findet man, daß dieselben für die Alkoholdämpfe und Wasserdämpfe im Dampfgemische nicht gleich sein können, daß nicht $Pt = a.p_1t + a.p_2t$ ist, sondern für a zwei verschiedene Werthe zu setzen sind. Bezeichnet man dieselben mit d und e , dann ist

$$Pt = d.p_1t + e.p_2t.$$

Die Gewichtsmengen der Dämpfe, welche aus einem Gemenge zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten aufsteigen, ergibt die Formel:

$$g:g_1 = pt.m:p_1t.m_1 \dots \dots (I)$$

Dieselbe kann für physikalische Gemische nur aus dem Grunde nicht angewendet werden, weil im Dampfgemische nicht die Sättigungsdrücke p_1t und p_2t , sondern die reducirten Drücke $d.p_1t$ und $e.p_2t$ zur Geltung kommen. Die Coefficienten d und e können mit Hilfe der von Wüllner gefundenen Werthe für a bestimmt werden. Berücksichtigt man, daß der Sättigungszustand der Dämpfe nach Clausius dadurch erklärt wird, daß die Zahl der Moleküle, welche in den Dampfraum übergehen, gleich der Zahl der zur Flüssigkeit zurückkehrenden ist, und daher keine weitere Zunahme der Theilchen im Dampfraum erfolgt, so kommt man zu dem Schlusse, daß das Verhältniß der Gewichtsmengen der Bestandtheile vorzugsweise durch das Verhältniß der anziehenden und abstoßenden Molekularkräfte bedingt wird. Jedes Alkohol- und Wassermolekül beeinflussen je zwei verschiedene anziehende und abstoßende Kräfte. Auf das Alkoholmolekül wirkt erstens die Resultante der Kräfte sämmtlicher Alkoholmoleküle A_a , zweitens die Resultante der Kräfte von den Wassermolekülen W_a . Auf jedes Wassermolekül wirkt die Resultante der Kräfte von den Wassermolekülen W_w und die Resultante der Kräfte der Alkoholmoleküle A_w ; durch das Verhältniß dieser resultirenden Kräfte wird die Größe der Werthe d und e bedingt.

Bezeichnet man die Reduction des Sättigungsdruckes für den Alkoholdampf durch die Wirkung von $A_a = n\alpha$ und von $W_a = n_1\beta$; die Reduction des Sättigungsdruckes für den Wasserdampf durch die Wirkung von $A_w = n\gamma$ und durch $W_w = n_1\delta$, dann ist $d = n.\alpha + n_1.\beta$ und $e = n.\gamma + n_1.\delta$ zu setzen. Setzt man diese Werthe in die Gleichung $Pt = d.p_1t + e.p_2t$ ein, dann ist

$$Pt = (n.\alpha + n_1.\beta)p_1t + (n.\gamma + n_1.\delta)p_2t.$$

In dieser Gleichung bezeichnen n und n_1 die Gewichtsprocente von Alkohol und Wasser, p_1t und p_2t die Sättigungsdrücke von absolutem Alkohol und von Wasser und Pt den Sättigungsdruck des Gemisches bei der Temperatur t . Vorstehende Werthe sind bekannt, dagegen α, β, γ und δ unbekannt. Da Wüllner für verschiedene Mischungsverhältnisse von Alkohol und Wasser den Werth a bestimmt hat, so ist es nicht schwer, mit Hilfe der Gleichung $Pt = a.p_1t + a.p_2t$ vier unabhängige Gleichungen zu bilden und aus diesen α, β, γ und δ zu berechnen. Die Werthe von α, β, γ und δ werden dann in die Gleichungen für d und e eingesetzt und so diese Coefficienten für die verschiedenen Mischungsverhältnisse von Alkohol und Wasser bestimmt.

Setzt man in die Gleichung (I) für pt und $p_1t, d.p_1t$ und $e.p_2t$, dann ist (II) $g:g_1 = d.p_1t.m:e.p_2t.m_1$.

Nimmt man $g_1 = 1$ an, dann ist $g = \frac{d.p_1t.m}{e.p_2t.m_1}$.

Setzt man dagegen $g_1 = 100 - g$, dann wird

$$g = \frac{100 d.p_1t.m}{e.p_2t.m_1 + d.p_1t.m}.$$

Wenn die Siedetemperaturen der Alkoholwassermischungen bekannt sind, so können mit Hilfe der Gleichung (II) die entsprechenden Werthe der Gröning'schen Tabelle berechnet resp. die noch fehlenden Resultate gefunden werden.

Tabellen der Sättigungsdrücke von Alkohol und Wasserdämpfen, welche für die Bestimmung von g und g_1 ausreichen, giebt es nicht, daher müssen dieselben besonders berechnet werden, wozu nachfolgende Formel dienen kann:

$$\log. E = a + b\sigma^c,$$

worin mit E der Sättigungsdruck bezeichnet ist, also für Alkoholdämpfe $E = p_1t$ und für Wasserdämpfe $E = p_2t$. a ist für Alkohol = 5,5431975, für Wasser = 5,4233177, b für Alkohol = -5,0194510, für Wasser = -5,4642763, $\log. \alpha$ für Alkohol = 0,9972021 - 1, für Wasser 0,9972311 und endlich $\tau = t + 20$.

Mit Hilfe dieser Zahlen und der von Wüllner gefundenen Coefficienten a können die Sättigungsdrücke der verschiedenen Alkoholwassermischungen für Pt bestimmt und aus vier Gleichungen die Coefficienten α, β, γ und δ berechnet werden; durch Multiplication derselben mit n und n_1 , den entsprechenden Gewichtsprocenten, und Addition der zusammengehörigen Producte erhält man $d = n\alpha + n_1\beta$ und $e = n\gamma + n_1\delta$. Durch Einsetzen der Resultate für d und e in Gleichung (II) erhält man die wirklichen Werthe für g und g_1 , das Verhältniß der Gewichtsmengen der Alkohol- und Wasserdämpfe, welche aus einer Alkoholwassermischung von bestimmtem Procentgehalt aufsteigen.

¹⁾ Poggendorff's Annalen 129.

Tabelle
des Alkoholgehaltes von Dämpfen aus Flüssigkeiten von bestimmtem
Procentgehalt und zugehörige Temperaturen.

Berechnet von F. Pampé.

Temperatur der siedenden Flüssigkeit	Temperatur der Dämpfe	Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit in Gewichts- procenten	Alkoholgehalt der verdichteten Dämpfe in Gewichts- procenten	Temperatur der siedenden Flüssigkeit	Temperatur der Dämpfe	Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit in Gewichts- procenten	Alkoholgehalt der verdichteten Dämpfe in Gewichts- procenten
99,30	98,79	1	14,00	83,19	82,54	44	79,55
98,25	97,82	2	25,20	83,05	82,42	45	79,85
97,27	96,85	3	31,50	82,91	82,30	46	80,15
96,37	95,90	4	36,00	82,79	82,20	47	80,45
95,52	95,02	5	39,75	82,66	82,10	48	80,75
94,97	94,21	6	42,50	82,55	82,00	49	81,05
94,27	93,43	7	45,70	82,45	81,90	50	81,35
93,72	92,70	8	48,30	82,34	81,80	51	81,65
93,18	92,03	9	50,80	82,24	81,70	52	81,95
92,65	91,40	10	53,20	82,13	81,60	53	82,25
92,12	90,83	11	55,50	82,03	81,50	54	82,50
91,60	90,27	12	57,50	81,93	81,40	55	82,75
91,12	89,91	13	59,00	81,84	81,31	56	82,95
90,66	89,55	14	60,20	81,75	81,22	57	83,15
90,20	89,18	15	61,40	81,65	81,13	58	83,35
89,75	88,85	16	62,55	81,55	81,04	59	83,55
89,32	88,01	17	63,70	81,46	80,95	60	83,75
88,90	87,67	18	64,85	81,37	80,86	61	83,95
88,52	87,32	19	65,95	81,28	80,77	62	84,15
88,16	87,00	20	67,05	81,19	80,67	63	84,35
87,83	86,70	21	68,05	81,10	80,58	64	84,55
87,50	86,40	22	69,00	81,01	80,49	65	84,75
87,19	86,10	23	69,80	80,93	80,41	66	84,95
86,90	85,84	24	70,40	80,84	80,33	67	85,15
86,62	85,58	25	71,00	80,76	80,25	68	85,35
86,36	85,34	26	71,60	80,67	80,17	69	85,55
86,12	85,12	27	72,20	80,59	80,09	70	85,75
85,90	84,92	28	72,80	80,51	80,01	71	85,95
85,70	84,73	29	73,40	80,43	79,93	72	86,15
85,49	84,55	30	73,90	80,35	79,85	73	86,35
85,30	84,37	31	74,40	80,27	79,77	74	86,55
85,11	84,20	32	74,90	80,19	79,69	75	86,75
84,92	84,05	33	75,40	80,11	79,61	76	86,95
84,73	83,90	34	75,80	80,04	79,53	77	87,15
84,56	83,75	35	76,20	79,97	79,45	78	87,35
84,39	83,60	36	76,60	79,89	79,37	79	87,55
84,22	83,45	37	77,00	79,82	79,29	80	87,75
84,05	83,30	38	77,40	79,75	79,21	81	87,95
83,90	83,16	39	77,80	79,68	79,14	82	88,15
83,75	83,02	40	78,15	79,61	79,07	83	88,35
83,61	82,90	41	78,50	79,54	79,00	84	88,55
83,47	82,78	42	78,85	79,47	78,93	85	88,75
83,33	82,66	43	79,20				

Die Verstärkung des Alkoholgehaltes durch Rectification. Im letzten Abschnitte ist nachgewiesen worden, daß die Dämpfe, welche sich aus Alkohol-Wassermischungen entwickeln, stets einen größeren Alkoholgehalt besitzen, als die Ursprungsflüssigkeit. Diese Eigenschaft wird zur Trennung des Alkohols von Wasser resp. zur Verstärkung des Alkohols benutzt. Führt man einem mit alkoholhaltiger Flüssigkeit theilweise gefüllten Gefäße Wärme zu, so wird die Flüssigkeit zuerst bis zur Siedetemperatur erwärmt und dann in Dampf umgewandelt. Verdichtet man die gebildeten Dämpfe und unterbricht die Destillation in dem Moment, in welchem der Alkoholgehalt der Flüssigkeit gleich 0 ist, dann enthält das Destillat die ganze Alkoholmenge. Die verdichtete Flüssigkeit, das Destillat, wird Lutter, der Destillationsrückstand Schlempe genannt. Nach Erfahrungen von Gall muß man, um die vollständige Entgeistung der Schlempe zu erreichen, aus einer Flüssigkeit von 3 Proc. Alkohol 20 Proc., aus einer 4 proc. 25 Proc., aus einer 5 proc. 29 Proc., aus einer 6 proc. 33 Proc. verdampfen. Aus einer Flüssigkeit von 3 Proc. Alkoholgehalt wird Lutter von 15 Proc. Alkohol, aus Maische von 4 Proc. Alkohol wird Lutter von 16 Proc. gewonnen, aus Maische von 5 Proc. Alkohol entsteht Lutter von 17,2 Proc., aus Maische von 6 Proc. Alkohol gewinnt man Lutter von 18,18 Proc. und aus Flüssigkeit von 8 Proc. Alkohol Lutter von 23 Proc.

Wird das durch die erste Destillation gewonnene Product einer zweiten Destillation unterzogen, so erhält man Branntwein, und zwar wird von 23 proc. Lutter ein Destillat von 42,5 Proc. gewonnen. Das Verdampfen einer alkoholischen Flüssigkeit bis zur vollkommenen Entgeistung der Schlempe und eine Verflüssigung der gebildeten Dämpfe, wie vorstehend angegeben wurde, nennt man einfache Destillation. Das Gefäß, in welchem die Bildung der Dämpfe vor sich geht, heißt die Blase, dasjenige, in welchem die Verflüssigung erfolgt, der Kühler. Diese beiden Theile sind die einfachsten Apparatelemente für den Destillationsproceß. Vereintigt man zwei oder mehrere Blasen, welche über oder neben einander aufgestellt sind, so mit einander, daß die in dem untersten Gefäße gebildeten Dämpfe in die Flüssigkeit der zweiten und die in der zweiten Blase gebildeten Dämpfe in eine dritte strömen, dann wird der Alkoholgehalt der Dämpfe zunehmen, sofern auch die Flüssigkeit entweder periodisch, oder continuirlich immer tiefer aus einem Gefäße in das nächst folgende gelangt. Der höchste Alkoholgehalt der in obersten Gefäße entwickelten Dämpfe entspricht nahezu den Angaben der Gröning'schen Tabelle. Die von Gröning gefundenen Resultate können nicht vollständig erreicht werden, weil die Dampfbildung nicht durch directe Heizung mittelst äußerer Erwärmung des Gefäßes, sondern durch die Dämpfe erfolgt, welche sich in dem nächst tieferen Behälter gebildet haben und einen entsprechend geringeren Alkoholgehalt besitzen. Die Verstärkung durch wiederholte Destillation nennt man Rectification.

Die Dämpfe, welche sich in einem Behälter entwickeln und die Flüssigkeit eines zweiten Behälters durch-

streichen, werden zum Theil verdichtet; durch die dabei frei werdende Wärme erfolgt Dampfbildung in der Flüssigkeit. An der Oberfläche der Dampfstrahlen, also auf der Berührungsstelle zwischen Dampf und Flüssigkeit, erfolgt unaufhörlich eine Auswechslung der Theilchen. Der Alkoholgehalt im inneren Raume der Dampfstrahlen nimmt um so mehr zu, je größer die Oberfläche im Verhältnisse zum Inhalt der Strahlen ist. Die Verdampfungsoberfläche wird um so größer, je kleiner die Dampfstrahlen und Dampfbläschen sind, die sich durch die Flüssigkeit bewegen. Um den Dampfstrahl möglichst zu vertheilen, ist es erforderlich, denselben mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch die Flüssigkeit zu führen. Hieraus ergibt sich, daß sich die rectificirende Wirkung steigert, je größer die Berührungsoberfläche zwischen Dampf und Flüssigkeit wird, je vollkommener sich dieselben mit einander vermischen. Es ist gleichgültig, ob die Vergrößerung der Oberfläche dadurch entsteht, daß alkoholhaltiger Dampf in eine größere Menge alkoholhaltiger Flüssigkeit strömt, oder eine geringere Menge alkoholischer Flüssigkeit durch alkoholhaltigen Dampf zerstäubt wird.

Durch die Vergrößerung der Berührungsoberfläche zwischen Dampf und Flüssigkeit ist nur zu erreichen, daß der Alkoholgehalt der aufsteigenden Dämpfe den Resultaten der Gröning'schen Tabelle möglichst nahe kommt, ohne dieselben zu erreichen, wenigstens nicht durch die rectificirende Wirkung allein. Die Verstärkung durch Rectification ist auch noch durch den Alkoholgehalt der verdampfenden Flüssigkeit selbst beschränkt; wenn z. B. die zu entgeistende Maische einen Alkoholgehalt von 8 Gew.-Proc. hat, so können die daraus entwickelten Dämpfe durch die Rectification im höchsten Falle 48 Proc. besitzen. Soll eine weitere Steigerung der Hochgrädigkeit erfolgen, dann ist es nöthig, eine besondere Rectificationseinrichtung in Verbindung mit einem Rückkühler, resp. Dephlegmator, anzuwenden. Es wird dann ein Theil der Dämpfe condensirt und in den Rectificator als Phlegma zurückgeführt. Die Flüssigkeit erhält dadurch einen größeren Alkoholgehalt, folglich wird auch der Alkoholgehalt der Dämpfe verstärkt. Durch die Wahl einer entsprechenden Anzahl von Rectifications-Elementen und eines richtig construirten Dephlegmators wird es ermöglicht, ein Destillat zu gewinnen, welches 94, 95 bis 96 Gewichtsprocente Alkohol enthält. Aus den vorstehenden Auseinandersetzungen geht hervor, daß die Verstärkung durch wiederholte Destillation benutzt werden kann: erstens zur Entgeistung alkoholischer Flüssigkeiten, zweitens zur Verstärkung der daraus gebildeten alkoholhaltigen Dämpfe, im ersteren Falle als eine für sich gesondert wirkende Vorrichtung, im letzteren in Verbindung mit Dephlegmation.

Die Entgeistung alkoholhaltiger Flüssigkeiten. Durch den Entgeistungsproceß sollen alkoholische Flüssigkeiten vollständig und mit möglichst geringem Wärmehaufwand von Alkohol befreit werden. Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich der Entgeistungsproceß von dem eigentlichen Rectifications- und Destillationsproceße äußerlich nicht, so daß alle Ausführungen über Rectification zc. auch auf den Entgeistungsproceß Anwendung

finden. In Nachfolgendem soll daher nur das dem Entgeistungsproceſſe Eigentümliche, ſowie die charakteriſtiſchen Unterſchiede der verbreitetſten Entgeiſtungsvorrichtungen behandelt werden.

Entgeiſtungsvorrichtungen ſind:

Die Blaſen der Maiſchdeſtillirapparate für periodiſchen Betrieb und der Spritapparate, ſowie die Maiſch- und Luttercolonnen der continuirlichen Deſtillationsapparate.

Ueber den Entgeiſtungsproceß in den Deſtillirblaſen iſt nicht viel zu ſagen. Werden die Blaſen durch direct in die Flüſſigkeit ſtrömenden Dampf geheizt, ſo iſt darauf zu achten, daß der einſtrömende Dampf die Flüſſigkeit in eine ſolche Bewegung verſetzt, daß hierdurch die Miſchung zwiſchen Dampf und Flüſſigkeit begünſtigt wird. Bei Zuführung der Wärme durch die Oberfläche einer Dampfschlange muß letztere ſo groß ſein, daß nur geringe Temperaturdifferenzen zwiſchen dem Dampfe in der Schlange und der Flüſſigkeit um dieſelbe entſtehen und zwar aus zweifachem Grunde. Erſtens erfolgt dann ſtets eine vollkommenerer Ausnützung der Wärme des Dampfes, zweitens wird dadurch vermieden, daß eine größere Menge Fuſeöl verdampft. Die Fuſeöltheilchen, welche ſich in unauſgelöſtem Zuſtande überall vertheilt in der Flüſſigkeit befinden und in Folge der Widerſtände in derſelben ſich nicht vereinigen und an die Oberfläche treten können, verhalten ſich, wie bereits früher angeführt, ſo, als ob ſie ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer wären, über denſelben befindet ſich Waſſer. Die Fuſeöltheilchen haben eine höhere Siedetemperatur und gehen daher nur dann in den dampfförmigen Zuſtand über, wenn ſie an die innere Oberfläche einer Dampfblaſe treten oder eine Fläche berühren, die eine höhere Temperatur als die Siedetemperatur der Theilchen beſitzt.

Für die Beſtimmung der Größe der Heizfläche iſt Folgendes zu beachten:

Kennt man die pro Stunde zu übertragende Wärmemenge W , den Wärmetransmiſſionscoefficienten resp. das Wärmequantum, welches pro Stunde 1 qm und 1° Temperaturdifferenz übertragen wird, C , die Wärme der Oberfläche der Schlange resp. des Heizkörpers t , der Flüſſigkeit t_1 und die Anzahl Quadratmeter Heizfläche n , dann iſt:

$$W = C(t - t_1)n \text{ oder } n = \frac{W}{C(t - t_1)}$$

Der Transmiſſionscoefficient C iſt je nach der Beſchaffenheit der Heizfläche und der Beweglichkeit der Flüſſigkeit ſehr verſchieden.

Für kupferne horizontale Schlangen und concentrirtere Maiſchen beträgt $C = \text{circa } 2000 \text{ W.}^\circ\text{C.}$; für dünne Flüſſigkeiten, wie verdünnten Spiritus, circa $2400 \text{ W.}^\circ\text{C.}$; bei verticalen Heizröhren für Maiſche $= 1800$ und für Spiritus $\text{rc. } 2200$.

Die Entgeiſtungseinrichtungen der continuirlichen Deſtillirapparate haben ſtets die Form von Säulen mit rechteckiger oder cylindriſcher Baſis und unterſcheiden ſich in der inneren Einrichtung von den Rectificatoren nur wenig. Der innere Raum iſt durch Böden oder Einſätze in eine größere Anzahl von Abtheilungen — Elemente — getheilt, in welchen die Vermischung von

Dampf und Flüſſigkeit und das wiederholte Verdampfen ſtattfindet. Der Alkoholgehalt der Flüſſigkeit und der Dämpfe nimmt von oben nach unten ab, ſo daß die Flüſſigkeit im unterſten Elemente alkoholfrei wird. In das oberſte Element fließt ununterbrochen und in möglichſt gleichmäßigem Strahle alkohohaltige Flüſſigkeit zu, ſinkt von hier in die tieferen Elemente, gelangt ſchließlich in das unterſte und verläßt als entgeiſtete Flüſſigkeit — Schlempe — in einem ununterbrochenen Strahle oder in kurzen Zeitintervallen den Apparat. In das unterſte Element, oder in einen Heizkörper aus gut leitendem Material, ſtrömt Waſſerdampf, derſelbe giebt den größten Theil ſeiner Wärme ab und bringt dadurch die Flüſſigkeit zum Sieden. Die entwickelten Dämpfe ſteigen in die höher liegenden Elemente und ſchließlich in das oberſte, auf dieſem Wege Alkohol dampf aufnehmend und Waſſerdampf abgebend. Bei dem Proceſſe der Entgeiſtung darf, im Gegenſatz zu dem Rectificationsproceſſe, der Alkoholgehalt der in der oberſten Abtheilung befindlichen Flüſſigkeit nicht durch Manipulationen während der Deſtillation verändert werden. Bei der Rectification kann dieſes dadurch geſchehen, daß in Folge ſtärkerer Kühlung im Dephlegmator die Menge und der Alkoholgehalt der Lutterflüſſigkeit vergrößert werden.

Die Menge der alkohohaltigen Flüſſigkeit, welche in die oberſte Abtheilung einer continuirlich wirkenden Entgeiſtungsvorrichtung — Maiſch- oder Luttercolonne — fließt, kann zwar verändert werden, da es aber erſte Bedingung iſt, daß die Flüſſigkeit vollkommen entgeiſtet wird, ſo muß bei Zuführung beſtimmter Waſſerdampfmenge auch nur eine ganz beſtimmte Menge alkohohaltiger Flüſſigkeit zufließen; tritt mehr hinzu, ſo wird die Schlempe nicht alkoholfrei abfließen. Führt man dagegen zu wenig alkohohaltige Flüſſigkeit in die oberſte Abtheilung und zu viel Waſſerdampf in das unterſte Element des Apparates, ſo wird der Alkoholgehalt der Dämpfe oben durch den Ueberſchuß an Waſſerdampf vermindert. Aus dieſem Grunde iſt es unbedingt nöthig, daß die Flüſſigkeits- und Dampfmenge, die in den Apparat ſtrömen, thunlichſt constant erhalten werden, wenn die Entgeiſtung vollkommen und der Wärmeverbrauch ſo gering wie möglich ſein ſoll. Gewöhnlich geſchieht die Regulirung der zuſtrömenden Flüſſigkeit und des Dampfes durch einen Arbeiter, ſeltener durch ſelbſtthätige Regulirungsvorrichtungen. Im erſteren Falle beobachtet der Apparatführer den Alkoholgehalt und die Menge des Deſtillates am Auslauf des Condensators und achtet auf die Beſchaffenheit der condenſirten Schlempe dämpfe am Probirkühler; hiernach ſtellt er die Ventile und Hähne mit der Hand. Oſt kommt es aber vor, daß die Spannung im Dampfkeſſel oder das Niveau im Waſſerreſervoir ſchnell ſteigt oder fällt und dadurch das Verhältniß des Druckes zwiſchen Dampf und Flüſſigkeit verändert wird. Bevor der Apparatführer dieſes merken kann, iſt bereits eine nicht unbedeutliche Menge Flüſſigkeit durch den Apparat geſtrömt und es iſt entweder mit der Schlempe Alkohol ausgefloſſen, oder es ſind unnütze Mengen Dampf und Waſſer verbraucht. Selbſt bei der größten Aufmerkſamkeit iſt eine genaue Regulirung mit der Hand nicht

ausführbar. Wenn der Apparatführer nicht zuverlässig ist, so ist der continuirliche Betrieb eine Quelle großer Verluste, weshalb bei nicht zu großem Betriebe die Blasenapparate immer vorzuziehen sind. Durch selbstthätige und sicher wirkende Regulirungsvorrichtungen werden Dampf und Flüssigkeit stets in gleichmäßiger Menge in den Apparat geführt, wodurch das Verhältniß zwischen beiden constant bleibt. Die Sicherheit für die absolute Entgeistung, sowie die Verwendung der geringsten, für eine bestimmte Construction nöthigen Wärmemenge werden durch Benutzung solcher Einrichtungen ganz bedeutend gesteigert und es sollte daher kein continuirlicher Destillirapparat ohne selbstthätige Regulirungsvorrichtung für Dampf und Wasser zur Anwendung kommen. Ein continuirlicher Apparat ohne selbstthätige Regulirung ist etwas durchaus Unvollkommenes.

Die Entgeistungsvorrichtungen der continuirlichen Apparate kann man in drei verschiedene Categorien einteilen, in solche mit totaler Befüllung, mit partieller Befüllung der Elemente und mit Oberflächenverdampfung. Mit der totalen Befüllung hängt stets eine Steigerung des Druckes an der Einstromungsstelle für den Dampf zusammen. Die Dampfblasen, welche unten einströmen, enthalten dem entsprechend eine größere Wärmemenge, während die Größe der Oberfläche für die Uebertragung der Wärme dieselbe bleibt, und hieraus entwickeln sich ungünstige Verhältnisse. Bei Verwendung des abgehenden Maschinendampfes für die Destillation hat die Maschine einen größeren Gegendruck zu überwinden, folglich vermindert sich die Leistung derselben. Die Annahme, daß bei gesteigertem Drucke nur abgehender kostenfreier Maschinendampf für die Destillation verwendet wird, beruht auf einem Irrthum; kostenfrei ist der abgehende Maschinendampf nur dann, wenn er unter dem Drucke der atmosphärischen Luft in den Apparat strömt. Ist der Gegendruck größer, z. B. $1\frac{1}{2}$ mal so groß, so wird auch die Dampfmenge, welche unangenehm von der Dampfmaschine ausströmt, $1\frac{1}{2}$ mal so groß sein. Diese Vergrößerung der Dampfmenge kostet aber genau eben so viel, wie wenn das dem größeren Drucke entsprechende Quantum direct aus dem Dampfkessel in den Apparat geleitet würde. Je kleiner der Dampfdruck vor der Einstromungsöffnung in den Apparat ist, um so mehr wird kostenfreie Wärme zur Destillation verwendet, es ist daher verwerflich, durch die Construction der Destillirapparate ohne besonderen Grund den Gegendruck zu steigern. Nur dann ist dieses zu rechtfertigen, wenn bei partieller Befüllung der Elemente Hindernisse irgend welcher Art auftreten und die Vortheile dadurch compensirt werden.

Man hat in früheren Jahren den continuirlichen Apparaten mit partieller Befüllung, Kapseln und Ueberlaufrohren den Vorwurf gemacht, daß dieselben sich sehr leicht verstopfen, und zwar häufig mit vollem Rechte, es lag dieses aber nicht an dem Systeme, sondern an dem vollkommen mangelnden physikalischen Verständnisse der Apparatanbauer. Ein Uebelstand, welcher sich besonders in früheren Jahren an den Destillirapparaten zeigte, war die Bildung von Zöpfen aus den Fasern in den Maischen. Die Art der Bewegung des Dampfes durch

die Maische verfestete letztere in rollende Bewegung und dadurch wurden aus den Fasern Zöpfe gesponnen, die schließlich die Ueberlaufrohre verstopften. Nach der Einführung der vollkommeneren Zerkleinerung der Maischen hat sich dieser Uebelstand weniger gezeigt, dessen ungeachtet hört man doch noch hin und wieder Klagen über die Verstopfung der Kapselcolonnenapparate; dieses rührt davon her, daß der Dampf von der Kapsel aus unten in das Ueberlaufrohr strömt und den Abfluß der Maische verhindert. Mit größter Leichtigkeit läßt sich dieses jedoch vermeiden. Die Ueberlaufrohre, welche der Leistung der Apparate entsprechend eine lichte Weite von 130 bis 220 mm erhalten, stehen von dem nächst tieferen Boden 80 bis 90 mm ab, daher kann der Dampf sehr leicht hineinströmen. Läßt man jedoch die nach der Mitte des Apparates, also auch nach der Kapsel zu gerichtete Seite bis ganz nahe an den Boden gehen und nur die hintere Hälfte in einer Höhe von 80 bis 90 mm frei, so daß durch diese vollkommen genügende Oeffnung die Maische aus der höheren Abtheilung in die tiefere sinkt, dann bildet die nach der Mitte zu gerichtete Fläche ein Schutzblech gegen den Dampf und derselbe hindert den Abfluß nicht mehr. Durch diese Aenderung wird es ermöglicht, dem Dampfe beträchtlich größere Geschwindigkeit zu geben und die rectificirende Wirkung sowohl, wie die quantitative Leistung des Apparates zu steigern. Bei der Construction der Dampfvertheilungen in den Abtheilungen der Maisch- und Luttercolonne der continuirlichen Apparate ist vorzugsweise darauf zu sehen, daß eine möglichst vollkommene Vermischung zwischen Dampf und Flüssigkeit erfolgt und der Abfluß der letzteren von einer Abtheilung zur anderen nicht behindert wird; alle complicirten Formen sind dabei zu vermeiden.

Die Entgeistungsvorrichtungen mit Oberflächenverdampfung, wie dieselben zuerst bei den Apparaten von Cellier-Blumenthal zur Anwendung gekommen sind, erzeugen für die abgehenden Maschinendämpfe den geringsten Widerstand. Dennoch sind dieselben nicht sehr zu empfehlen, weil das im Apparate befindliche Maischquantum zu gering ist und bei der kleinsten Aenderung der zufließenden Dampf- und Maischmengen die Verhältnisse zu sehr wechseln. Anders ist es dagegen, wenn eine Entgeistungsvorrichtung mit partieller Befüllung der Elemente und eine andere mit Oberflächenverdampfung combinirt werden. Ist die Oberflächenverdampfung derart construirt, daß durch die Geschwindigkeit der Dämpfe die Tropfen am Rande der Böden losgelöst und zerstäubt werden, so wird die Wirkung noch wesentlich gesteigert und durch die Combination der beiden Systeme die Leistungsfähigkeit der Apparate erhöht.

Die Rectification alkoholhaltiger Flüssigkeiten. In allen Fällen, wo es gilt, direct aus den gegohrenen Flüssigkeiten ein Destillat von höherem Alkoholgehalt zu gewinnen, ist es erforderlich, Rectificatoren und Dephlegmatoren anzuwenden. Die Bedingungen, welche zu erfüllen sind, um eine wirksame Rectification zu erhalten, sind bereits angeführt worden, es soll daher in Nachfolgendem nur der charakteristische Unterschied

der verschiedenen Art der Rectification besprochen und die in der Praxis hervortretenden wichtigen Erscheinungen angeführt werden.

Es giebt nur zwei verschiedene Systeme der Rectification:

1. Durch Mischung von Dampf und Flüssigkeit derartig, daß Dampf durch Flüssigkeit geleitet wird und sich in derselben vertheilt; 2. durch Vertheilung der Flüssigkeit auf großer Oberfläche, so daß dadurch eine große Berührungsoberfläche zwischen Dampf und Flüssigkeit gebildet wird.

Die einfachste und älteste Rectificationseinrichtung durch Mischung besteht aus einem Luttergefäße, in welches das von der Blase kommende Geißrohr von dem oberen Boden nach unten bis nahe an den Unterboden geleitet ist. Die alkoholhaltigen Dämpfe werden auf diese Weise gezwungen, durch die Lutterflüssigkeit zu strömen, wodurch eine Verstärkung erzielt wird. Eine etwas vollkommene Rectificationseinrichtung ist die einfache Kapsel- oder Glockenrectification, wie dieselbe im Vorwärmer von Pistorius zur Anwendung kommt.

Ueber einen vertical aufwärts steigenden Stutzen ist eine cylindrische Kapsel, wie ein Hut geformt, gestellt und an dem Boden, in welchem der Stutzen sitzt, durch 3 oder 4 Füße befestigt. Der Dampf steigt aufwärts, verdrängt aus dem Raume zwischen Stutzen und Kapsel, sowie auch unterhalb des Randes der Kapsel die Flüssigkeit so weit, daß die durch den Stutzen ausströmende Dampfmenge vermöge des Ueberdruckes durch die Lutterflüssigkeit entweichen kann. Je größer der Durchmesser der Kapsel ist, um so geringer wird die unterhalb des Randes verdrängte Flüssigkeitshöhe und die Ausströmungsgeschwindigkeit der Dämpfe. An der durch den Dampfdruck sich bildenden Ausströmungsöffnung unterhalb des Randes der Kapsel ist die Ausströmungsgeschwindigkeit aber nicht an allen Stellen gleich groß. Der Druck im Dampftraume ist überall gleich, der Gegenruck durch die Flüssigkeitsäule ist aber ganz nahe unterhalb des Kapselrandes geringer, als an einem tieferen Punkte. Die Ausströmungsgeschwindigkeit ist dicht unter dem Rande am größten und am tiefsten Punkte gleich Null, weil dort Druck und Gegenruck gleich groß sind. Damit nun eine größere Verdampfungsoberfläche erzeugt wird, muß die Geschwindigkeit des Dampfes so groß sein, daß derselbe die Flüssigkeit möglichst weit in horizontaler Richtung durchstreicht. Ist der Kapseldurchmesser zu groß und die Geschwindigkeit zu gering, so wird der Dampfstrahl in Folge des Auftriebes sehr schnell an die Oberfläche geführt. Die Curve, welche der Dampfstrahl beschreibt, ist eine Parabel. Als einen weiteren Fortschritt in der Construction der Rectificatoren kann man die Anordnung mehrerer Glocken oder Kapseln auf jedem Boden der Abtheilungen bezeichnen. Durch ein gebogenes Kupferblech wird der Lutter auf einem ganz bestimmten Wege zwischen den Glocken geführt und dadurch die Mischung zwischen Dampf und Flüssigkeit begünstigt; die Ueberlaufrohre befinden sich in der Mitte. Diese Construction ist eine sehr alte und bei richtiger Ausführung wohl brauchbar, aber nicht gerade besonders zu empfehlen, weil sie theuer ist und durch andere einfachere

Mittel dieselben resp. noch bessere Resultate erzielt werden können.

Eine ähnliche Construction, wenn auch in etwas anderer Form, befindet sich in der viereckigen Rectificationscolonne von D. Savalle, Paris. An Stelle der runden Glocken werden längere Rinnen angewendet, die über einem eben so langen Schlitz befestigt sind. Diese Schlitz und Rinnen sind so vertheilt, daß der Lutter gezwungen wird, zwischen denselben hin- und herzufließen, bis er an das entgegengesetzte Ende der viereckigen Fläche gelangt und dann durch das Ueberlaufrohr in die nächst tiefere Abtheilung sinkt. Die Ueberlaufrohre zweier benachbarter Abtheilungen sind in den entgegengesetzten Ecken angebracht und der Dampf durchströmt den Lutter von den dachförmigen Rinnen aus in horizontaler Richtung, so daß sich bei genügender Geschwindigkeit die beiden Dampfstrahlen begegnen. Die Wirkung der Savalle'schen Rectificationscolonne dieser Construction ist bezüglich der Feinheit des Productes eine recht gute, dagegen verursacht die Herstellung viereckiger Zargen aus Kupfer einige Schwierigkeiten und der Kostenpreis wird dadurch erhöht.

Schließlich ist es auch nicht leicht, diese Construction für größere Apparate, die über 1000 Liter Spirit pro Stunde erzeugen sollen, anzuwenden, weil dann die Dimensionen der Colonnengarge so groß werden, daß die Bearbeitung derselben sehr erschwert wird. Es ist mit dieser Construction schwieriger, als bei Anwendung von Siebcolonnen, ein Destillationsproduct von höchstem Alkoholgehalt zu gewinnen, worauf vielfach, wenn auch nicht mit Recht, ein großes Gewicht gelegt wird. Jedemfalls liegt kein Grund vor, für die Rectificationscolonnen eine viereckige Form zu wählen, denn eine vollkommene Mischung zwischen Dampf und Flüssigkeit erreicht man bei Colonnen mit kreisförmigem Querschnitte mindestens eben so leicht.

Zu dieser Art der Rectificationseinrichtungen gehört auch noch die Colonne mit Sternkapseln. Die Colonne selbst ist kreisförmig, die Kapseln sind aus Kupferblech hergestellte Sterne mit 3, 4 bis 6 Strahlen in radialer Richtung. Der äußere Rand der Strahlen ist häufig zur besseren Vertheilung des Dampfes mit sägeförmigen Zähnen versehen. An einer Stelle jeder Abtheilung befindet sich eine verticale Scheidewand und ganz nahe an derselben rechts und links sind die Ueberlaufrohre angeordnet. Auf einer Seite der Scheidewand gelangt der Lutter durch das Ueberlaufrohr in die Abtheilung, fließt zwischen den Strahlen hin und her und an der Peripherie entlang bis auf die entgegengesetzte Seite der Scheidewand, von wo er durch das Ueberlaufrohr in das nächst tiefere Rectificationselement sinkt, in welchem die Bewegungsrichtung des Lutters eine entgegengesetzte ist.

Für alle vorhin angegebenen Constructionen ist es von Wichtigkeit, den Dämpfen eine bestimmte Geschwindigkeit zu geben, und zu verhüten, daß dieselben in die Ueberlaufrohre treten, damit dadurch der Abfluß des Lutters nicht verhindert wird; beide Bedingungen sind verhältnißmäßig leicht zu erfüllen, wie in dem Abschnitte über Entgeistung alkoholischer Flüssigkeiten gezeigt worden ist.

Bei der Bestimmung der erforderlichen Querschnitte

für die Ausströmung des Dampfes in die Flüssigkeit ist Folgendes zu beachten: Damit die Geschwindigkeit der Dämpfe genügend groß wird, muß der Ueberdruck von einer Abtheilung zur nächst folgenden mindestens 2,2 cm Flüssigkeitssäule betragen, so daß also die Flüssigkeit unterhalb des Randes der Gloden, Sterne u. 2,2 cm hoch verdrängt wird. Unter dieser Voraussetzung ist der erforderliche Querschnitt für die Erzeugung von 100 kg Destillat über 80 Proc. circa 220 bis 250 qcm. Für Flüssigkeiten von geringem Alkoholgehalt empfiehlt es sich, den Querschnitt der Ausströmungsöffnung um ein Zehntel zu vergrößern.

Für größere, oder geringere Leistung der Rectificatoren können die Querschnitte im directen Verhältnisse ausgeführt werden. Der Durchmesser der Ueberlaufrohre darf für dünne Flüssigkeiten, Lutter, nicht weniger als 80, für consistente Flüssigkeiten, Maische, nicht unter 120 mm betragen, wenn Störungen vermieden werden sollen; es ist dabei in Rücksicht zu ziehen, daß die Flüssigkeit über den Rand des Ueberlaufrohres fließt und folglich der Umfang desselben maßgebend ist, andererseits ist es auch wieder vortheilhaft, die Querschnitte nicht zu klein anzunehmen, weil es nicht immer ganz zu vermeiden ist, daß Dämpfe in die Ueberlaufrohre treten und den Abfluß erschweren, was bei größerem Querschnitte weniger hindernd wirkt. Für die größten Apparate, die jetzt gebaut werden, zur Erzeugung von 100 000 Literprocent pro Stunde, genügen Ueberlaufrohre von 160 mm lichter Weite. Für dicke Flüssigkeiten ist als größter Durchmesser der Ueberlaufrohre 220 mm zu nehmen.

Von allen Rectificationseinrichtungen sind die mit Siebböden am meisten verbreitet. Der Engländer Coffey ist als der Erfinder dieser Construction zu bezeichnen, D. Savalle hat jedoch das Verdienst, dieselbe bis zur höchsten Vollkommenheit ausgebildet zu haben. Der Dampf wird durch Löcher, welche in einer Kupferplatte gleichmäßig vertheilt sind und sehr geringen Durchmesser haben, in die darüber ruhende alkoholhaltige Flüssigkeit geleitet. In Folge des Ueberdruckes, welcher unterhalb der kleinen Löcher an der Berührungsstelle zwischen Dampf und Flüssigkeit besteht, wird die letztere vom Dampfe getragen und kann daher nicht in die nächst tiefere Abtheilung hinunter sinken. Ist bei dieser Einrichtung die Summe der Querschnitte für eine bestimmte Dampfmenge, welche den Apparat pro Zeiteinheit durchströmt, zu klein und die Geschwindigkeit zu groß, so bewegt sich der Dampf durch die Flüssigkeit, ohne dieselbe in scharf wallende Bewegung zu versetzen; es wird daher durch zu große Geschwindigkeit die Verdampfungsoberfläche vermindert. Ist die Geschwindigkeit zu klein und die Summe der Querschnitte zu groß, so wird die rectificirende Wirkung ebenfalls gering, weil dann die Aufwärtsbewegung der Dampfblasen fast nur durch den Auftrieb hervorgerufen wird und folglich die Mischung eine unvollkommene ist.

In keinem Falle darf die Summe der Querschnitte so groß sein, daß während des Betriebes durch einen Theil der Löcher Dampf aufwärts steigt und durch einen anderen Theil Lutter heruntertropft, weil sich dann die Flüssigkeit nicht sammeln kann und zu kurze Zeit der

Einwirkung des Dampfes ausgesetzt wird, daher die Rectification eine unvollkommene bleibt.

Höchst wichtig ist es, daß die Höhe der auf den Böden ruhenden Flüssigkeit weder zu groß, noch zu gering ist und die Siebböden eine horizontale Lage erhalten, so daß die Flüssigkeitshöhe auf allen Stellen der einzelnen Böden gleich ist. Bei zu hohem Stande der Flüssigkeit wird eine ungenügende Bewegung und Mischung hervorgerufen. Gleiches findet statt, wenn derselbe zu gering ist, weil dann die Adhäsion der Lutterflüssigkeit an der Platte mitwirkt.

Die Höhe der Flüssigkeit wird bestimmt durch den nach oben vorstehenden Theil des Ueberlaufrohres. Nach den praktischen Erfahrungen darf diese Höhe nicht weniger als 25 mm und nicht mehr als 35 mm betragen. Von dieser Höhe ist übrigens auch die Summe der Querschnitte der Löcher abhängig, weil dadurch die Widerstände verändert werden. Der gebräuchliche Durchmesser der Sieblöcher ist 2,5 bis 3,2 mm. Für eine Höhe von 30 mm ist die Summe der Querschnitte in Quadratcentimetern

$$a = 0,01005 A, \text{ worin } A \text{ der Werth in Literprocenten des Destillates beträgt.}$$

Für die Erzeugung von 100 Liter à 100 Proc. ist folglich $a = 100,5$ qcm.

Savalle und viele andere Apparathauer geben den unteren Siebböden einen etwas größeren Querschnitt, weil durch die geringere Temperatur des zufließenden Lutters eine Verdichtung von Dämpfen erfolgt. Einzelne Fabrikanten vermindern sogar nach oben zu die Querschnittsumme um ein Drittel, was nicht erforderlich ist, wenn der Lutter mit genügend hoher Temperatur in die Colonne gelangt.

Durch zu geringe Temperatur des Lutters werden die Dämpfe in den obersten Abtheilungen verdichtet und dadurch der Druck an diesen Stellen entsprechend vermindert. Der Ueberdruck von einer Abtheilung zur nächsten steigt dadurch beträchtlich und somit auch die Geschwindigkeit der Dämpfe. Dieses hat zur Folge, daß der Dampf die Flüssigkeit von einem Boden gegen die untere Fläche des nächst höheren schleudert und in die darüber befindliche Flüssigkeit mitreißt. Aus diesem Grunde dürfen die Siebböden auch nicht zu nahe an einander liegen und ist die geringste Entfernung mit 150 mm anzunehmen.

Nach den praktischen Erfahrungen des Verfassers ist es zweckmäßig, den Ueberlaufrohren der Siebcolonnen folgende lichte Weiten zu geben:

Für die stündliche Erzeugung von

	50 Liter à 100 Proc. . . .	60 mm
für 100 "	"	80 "
" 150 "	"	90 "
" 200 "	"	100 "
" 250 "	"	105 "
" 300 "	"	110 "
" 400 "	"	120 "
" 500 "	"	130 "
" 600 "	"	140 "
" 700 "	"	145 "
" 800 "	"	150 "
" 900 "	"	155 "

für 1000 Liter à 100 Proc. . . .	160 mm
" 1200 " " . . .	165 "
" 1400 " " . . .	170 "
" 1500 " " . . .	175 "

Die Schüsseln, in welche die Ueberlaufrohre eintauchen, erhalten mindestens 50 mm Tiefe und einen solchen Durchmesser, daß der Querschnittsinhalt doppelt so groß, als derjenige der Ueberlaufrohre ist. Die Ueberlaufrohre müssen mindestens 20 mm in die Schüssel eintauchen und die Entfernung von der Unterkante des Ueberlaufrohres bis an den Boden der Schüssel den vierten Theil der lichten Weite des Ueberlaufrohres betragen.

Aus dem oberen Theile der Siebcolonne darf kein Flüssigkeitstheichen durch das Verbindungsrohr nach dem Dephlegmator hindübergerissen werden. Um dieses zu erreichen, ist es erforderlich, den Lutter nicht auf den obersten, sondern auf den zweiten oder dritten Boden zu leiten und die Querschnittsumme der Böcher in den darüber liegenden Böden etwa um ein Drittel größer auszuführen, damit die Geschwindigkeit dem entsprechend vermindert wird.

Ueber dem obersten Boden muß immer ein 300 bis 400 mm hoher freier Raum bleiben.

Bei der Rectification durch Vertheilung wird die Lutterflüssigkeit auf möglichst großer Oberfläche in sehr dünner Schicht ausgebreitet. Die Wärmetübertragung erfolgt dann indirect durch Metallplatten zc., welche durch den aufwärts strömenden Dampf erhitzt werden, und direct durch die Berührung des Dampfes mit der Flüssigkeit auf der ganzen Verdampfungsfläche. Zur letzteren sind auch die Oberflächen der Flüssigkeitströpfchen und Bläschen zu rechnen, welche sich in dem Raume befinden.

Eine der ältesten Rectificationseinrichtungen dieser Art findet man innerhalb der Pistorius'schen Becken. Es ist dieses der Mittelboden. Ueber dem Oberboden befindet sich Kühlwasser, durch welches ein Theil der Dämpfe, die sich zwischen Oberboden und Mittelboden weiter bewegen, verdichtet werden. Die erzeugte Lutterflüssigkeit sammelt sich in Form von kleinen Tröpfchen auf dem Mittelboden, breitet sich auf demselben aus und verdampft immer wieder von Neuem in Folge der höheren Temperatur, welche der Mittelboden durch die Dämpfe in dem Raume zwischen demselben und dem Unterboden erhält. Die Temperatur der Dämpfe zwischen Mittelboden und Oberboden ist niedriger, als diejenige zwischen Mittelboden und Unterboden, weil die Hochgrädigkeit durch das Verdichten und Verdampfen gesteigert wird und dem entsprechend die Siedetemperatur sinkt. In Folge der Temperaturdifferenz findet das Verdampfen bei der Siedetemperatur statt und daher ist die Verstärkung der Pistorius'schen Becken keine Dephlegmation, sondern eine Rectification.

Es giebt Rectificationseinrichtungen mit Vertheilungsoberfläche in großer Zahl und zwar ältere und neuere Constructionen.

Zu den älteren gehören die inneren Verdampfungsflächen der Nöhring'schen Colonne, die verschiedenen Luttercolonnen, welche aus einer Reihe über einander geordneter Böden bestanden, auf denen der Lutter in

dünnere Schicht vertheilt wurde, während die Dämpfe von unten nach oben dem Lutter entgegen strömten.

Zu den Rectificationen mit Vertheilungsoberfläche gehören ferner der Alges'sche Rectificator mit Porcellanfugeln und der Rectificator von Christoph Nisky. Letzterer besteht aus einer Anzahl über einander gelegter Rinnen aus Kupferblech, auf denen die Lutterflüssigkeit vertheilt und dem Dampfe entgegen geführt wird. Alle Rectificationseinrichtungen dieser zweiten Art enthalten eine sehr geringe Menge Lutterflüssigkeit und der kleinste Wechsel in der Condensation verändert daher den Alkoholgehalt des Lutters, folglich auch den Alkoholgehalt des Destillates. Durch eine starke Condensation ist es daher auch möglich, zeitweise ein Product von hohem Alkoholgehalt zu gewinnen, dasselbe ändert sich aber sehr schnell wieder und das Durchschnittsproduct ist keineswegs von höherem Alkoholgehalt, als das von den Rectificatoren mit Mischung von Dampf und Flüssigkeit. Für diese zweite Art der Rectification ist es erforderlich, daß die Kühlung im Dephlegmator, sowie die Dampfzuführung selbstthätig regulirt werden und daher constant bleiben. Weder an dem Alges'schen Apparate, noch an dem von Christoph wird der Zufluß des Kühlwassers selbstthätig regulirt, was als ein Mangel bezeichnet werden muß.

Bei den Rectificationseinrichtungen mit Vertheilungsoberfläche sind vielfach dadurch Mißerfolge vorgekommen, daß man die Wege, auf welchen Dampf und Lutterflüssigkeit in entgegengesetzter Richtung strömend, sich berühren, so klein ausführte, daß der Abfluß des Lutters durch den aufsteigenden Dampf behindert wurde. Damit solches in Zukunft vermieden werde, seien nachstehend die erforderlichen Querschnittsverhältnisse angegeben:

Nennen wir Q den Querschnittsinhalt in Quadratcentimetern, A die Anzahl Liter des Destillates, welche in Dampfform pro Stunde die Wege passieren, und s das specifische Gewicht der Flüssigkeit, dann ist

$$Q = \frac{3,6 A}{s}$$

Nach dieser Formel ist für die Erzeugung von 100 Liter und das specifische Gewicht des Lutters von 0,82:

$$Q = \frac{360}{0,82} = 498 \text{ qcm.}$$

Die Grenze, bei welcher die Flüssigkeit zurückgehalten wird, liegt ungefähr bei 250 qcm. Es ist nicht zu empfehlen, den Querschnitt geringer auszuführen, als sich aus der Formel ergibt, weil es nicht zu vermeiden ist, daß zeitweise größere Dampfmenngen durch den Apparat strömen, die dann immer Anstauungen des Lutters, also Störungen verursachen würden. Nach dieser Formel ist es nicht erforderlich, den Alkoholgehalt des Destillates zu berücksichtigen, dagegen empfiehlt es sich, den Querschnitt für dickere Flüssigkeiten, Maische, um ein Zehntel zu erhöhen.

Die Verstärkung des Alkoholgehaltes durch Dephlegmation. Bis zum Jahre 1879 war die Annahme allgemein verbreitet, daß durch Abkühlung alkoholhaltiger Dämpfe auf eine bestimmte Temperatur

eine Trennung in alkoholreichere Dämpfe und alkoholärmere Flüssigkeit erfolgt. Die Haltlosigkeit dieser Annahme, die übrigens durch die alten Ansichten über Wärme begründet waren, ist von Parnpe¹⁾ nachgewiesen. Die ältere Dephlegmationstheorie wäre nur dann berechtigt, wenn durch die Abkühlung eine Zerlegung nach bestimmten Verhältnissen erfolgen würde, z. B. in der Weise, wie es die Gröning'schen Zahlen angeben. Die allgemein bekannten praktischen Erfahrungen beweisen aber durchaus das Gegentheil, die Verstärkung durch Dephlegmation erfolgt nicht in derartig gesetzmäßiger Weise, es ist sogar eine Thatsache, daß durch zu starke Abkühlung eine Verminderung der Verstärkung verursacht werden kann. Trotz dieser unbestreitbaren Thatsachen sind die alten Anschauungen auch heute noch viel verbreitet.

Die neue Theorie der Wärme giebt über die in der Praxis hervortretenden Erscheinungen bei der Dephlegmation genügende Aufklärungen.

Nach Clausius erfolgt stets, also auch bei ganz niedrigen Temperaturen, ein Uebertreten der Moleküle aus dem flüssigen in den gasförmigen, und ebenso zurück aus dem gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand. Der Sättigungszustand ist erreicht, sobald die Zahl der aufsteigenden und zurückkehrenden Moleküle gleich ist, also keine Zunahme im Dampftraume erfolgt.

Denken wir uns eine Dampfmenge, welche aus einem Rectificator in einen Dephlegmator übertritt, und darin eine geringere Temperatur annimmt, so wird zuerst ein Verdichten eines Theils des Dampfgemisches erfolgen, und in der Anfangszeit wird der Alkoholgehalt der ausgeschiedenen Flüssigkeit und des zurückbleibenden Dampfes nahezu gleich sein. Dann beginnt aber die ausgeschiedene Flüssigkeit an den Kühlflächen, Sammelstellen, auf der Oberfläche der ausgeschiedenen Nebelbläschen, wieder zu verdampfen, und es entwickelt sich aus der ausgeschiedenen Flüssigkeit ein Dampf von größerem Alkoholgehalte.

Nehmen wir für das erste Zeitelement an, die Hochgrädigkeit des Dampfes, welcher aus dem Rectificator in den Dephlegmator strömt, sei 80 Proc., und es scheidet sich ebenfalls 80 procentiges Phlegma aus, so würden die Dämpfe, welche sich aus der ausgeschiedenen Flüssigkeit bilden, einen Alkoholgehalt von 90,5 Proc. haben.

Die Temperatur des Dampfes wird im Anfange noch nicht niedriger, weil nur so viel Wärme entzogen wird, als durch das Ueberführen eines Theils der Dämpfe in den flüssigen Zustand frei geworden ist; sie vermindert sich erst in Folge der Zunahme des Alkoholgehaltes durch wiederholtes Wiederverdampfen der ausgeschiedenen Flüssigkeit.

Wenn man beispielsweise den aus dem Rectificator in den Dephlegmator tretenden Dampf gleich nach dem Uebertreten um 3° plötzlich abkühlen wollte, so würde dieses nur gelingen, wenn seine Spannung unter 760 mm sinkt, also im Dephlegmator eine Verminderung des Druckes unter den Barometerstand erfolgt. In diesem Falle würden die Dämpfe nicht aus dem Dephlegmator

in den Kühler gelangen können und der Betrieb daher unterbrochen werden.

Die am Anfange der Abkühlung aus der ausgeschiedenen Lutterflüssigkeit sich entwickelnden 90,5 procentigen Dämpfe vermischen sich mit den 80 procentigen, es nimmt daher der Alkoholgehalt der Dämpfe im Dephlegmator zu und derjenige der Flüssigkeit an den Flächen und auf den Sammelstellen zc. ab. In Folge der Verminderung des Alkoholgehaltes der Lutterflüssigkeit wird auch die Hochgrädigkeit der sich aus ihr entwickelnden Dämpfe geringer, so daß die Zunahme des Alkoholgehaltes der übrigen, im Dephlegmator bereits befindlichen Dämpfe sich verringert. Durch das Verdampfen der ausgeschiedenen Lutterflüssigkeit vermindert sich ihr Alkoholgehalt bis zu einer gewissen Grenze.

Das Maximum der Hochgrädigkeit der Dämpfe ist erreicht, sobald der Alkoholgehalt und die Menge der aus der Flüssigkeit aufsteigenden Dämpfe gleich dem Alkoholgehalt und der Menge der in den flüssigen Zustand zurückkehrenden sind.

Ist die Construction des Dephlegmators derartig, daß eine vollkommene Gegenströmung der Dämpfe und des Kühlwassers stattfindet, und daß die ausgeschiedenen Flüssigkeitströpfchen bei dem Heruntersinken an der Kühlfläche von einer kälteren zu einer wärmeren Stelle der Kühlfläche gelangen, so wird eine beträchtlich größere Verstärkung eintreten, als in dem Falle, wenn der Dephlegmator nach dem Kühler zu geschlossen ist. In dem ersteren Falle kann man sich den Dephlegmator ganz ebenso, wie den Rectificator in eine Anzahl Elemente zerlegt denken, deren jedes für sich einen Sättigungszustand besitzt, der jedoch niemals vollkommen erreicht wird, weil die Dämpfe sich darin nur vorübergehend und zu kurze Zeit aufhalten. Die Lutterflüssigkeit wird in diesem Falle bei dem Heruntersinken an der Kühlfläche an Hochgrädigkeit verlieren und der Alkoholgehalt des Dampfes auf dem Wege durch den Dephlegmator größer werden. Das Resultat der Verstärkung ist dann gleich der Summe der Verstärkungen in den einzelnen Elementen.

Aus vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß die Annahme, „es erfolge durch Abkühlung der Alkoholdämpfe selbst eine Verstärkung, und es sei durch Regulirung der Kühlwassertemperatur eine Regulirung der Hochgrädigkeit möglich“, unrichtig ist und eine vollständige Verwechslung von Ursache und Wirkung in sich schließt. Dagegen erfolgt eine Verstärkung der alkoholischen Dämpfe nur dann, wenn nach dem Verdichten eines Theiles derselben wiederholtes Wiederverdampfen stattfindet, gleichgültig, ob dieses im Dephlegmator oder Rectificator geschieht.

Eine schärfere Abkühlung hat auf die Verstärkung nur insofern Einfluß, als mehr Dämpfe zu Flüssigkeit verdichtet werden, und diese ausgeschiedene Flüssigkeit wegen ihrer größeren Hochgrädigkeit als die Lutterflüssigkeit die letztere entsprechend verstärkt, demgemäß auch der Alkoholgehalt der aus der Lutterflüssigkeit sich entwickelnden Dämpfe zunimmt. Leitet man aber durch den Dephlegmator zu viel Kühlwasser, so daß die Kühlflächen zu stark abgekühlt werden, so wird wohl Lutterflüssigkeit gebildet, aber es erfolgt kein genügendes Wiederver-

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1879, 48, 66, 137, 178, 221; 1885, 414.

dampfen und daher eine ungenügende Verstärkung durch den Dephlegmator.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß bei der Construction der Dephlegmatoren folgende Bedingungen zu erfüllen sind. Es müssen

1. die Dämpfe sich langsam durch den Dephlegmator bewegen;
2. die Abkühlung muß eine sehr allmälige, d. h. die Temperaturdifferenz zwischen Kühlfläche und dem alkoholischen Dampfe im Dephlegmator nicht zu groß sein;
3. es soll eine möglichst vollkommene Gegenströmung der Dämpfe und des Kühlwassers erfolgen und
4. muß die ausgeschiedene Flüssigkeit beim Herabrieseln an der Kühlfläche sich von einem kälteren zu einem wärmeren Theile derselben bewegen und eine Gegenströmung zwischen herabsinkendem Lutter und aufsteigenden Dämpfen erfolgen.

In Vorstehendem ist die verstärkende Wirkung der Dephlegmatoren besprochen, dieselben haben aber, wie bereits früher angeführt, auch noch eine andere Function, nämlich den Rectificator neue und alkoholreiche Flüssigkeit zuzuführen, damit sich der Alkoholgehalt der Lutterflüssigkeit in den verschiedenen Elementen des Rectificators vermindern kann. Je höher der Procentgehalt und je größer die Menge der alkoholischen Flüssigkeit ist, welche vom Dephlegmator in den Rectificator zurückfließt, um so größer wird die verstärkende Wirkung sein, weil dadurch die Hochgrädigkeit der Flüssigkeit in den verschiedenen Elementen des Rectificators und der Alkoholgehalt der aus ihnen entwickelten Dämpfe vergrößert werden. Der Alkoholgehalt der Lutterflüssigkeit darf aber niemals auf Kosten der verstärkenden Wirkung des Dephlegmatoren gesteigert werden, und die Differenz der Hochgrädigkeit des aus dem Dephlegmator in den Kühler strömenden Dampfes und der Lutterflüssigkeit, welche von dem tiefsten Punkte des Dephlegmatoren in den Rectificator zurückfließt, muß möglichst groß sein. Der Dephlegmator und Rectificator bilden zusammen ein organisches Ganzes und die Verstärkung in beiden beruht auf vollkommen gleichen Gesetzen.

Die bekannnten Dephlegmator-Constructionen kann man in zwei Arten eintheilen: 1. in solche mit besondern Vertheilungs- und Verdampfungsflächen für den gebildeten Lutter, wie die Köhring'sche Colonne, die Pistorius'schen Becken u., und 2. in einfache Dephlegmatoren, in denen das Wiederverdampfen des Lutters nur auf der Kühlfläche selbst und auf den kleinen Flüssigkeitsbläschen erfolgt, die im inneren Raume des Dephlegmatoren durch die Abkühlung gebildet werden.

Von der ersteren Art sind jetzt nur noch sehr wenige im Betriebe, weil dieselben stets complicirter geformt sind und daher größere Herstellungskosten erfordern.

Heute werden fast ausschließlich Köhren- und Zargen-Dephlegmatoren angewendet.

Von den Köhren-Dephlegmatoren giebt es auch wieder zwei verschiedene Constructionen, nämlich solche, bei denen das Wasser durch die Kühlrohre geführt wird

und andere, bei welchen sich dasselbe in den Räumen um die Kühlrohre befindet.

Die ersteren besitzen wichtige Vorzüge; zu diesen gehört auch der, daß man die inneren Flächen der Kühlrohre durch eine Drahtbürste jederzeit von Schlamm und Kesselstein reinigen kann, so daß dieselben gleiche Kühlwirkung behalten. Der Raum um die Rohre ist durch eingesezte Circulationsböden so eingerichtet, daß die oben eintretenden Dämpfe sich zwischen den Kühlrohren hin- und herbewegen. Im tiefsten Punkte des Dampf-raumes sammelt sich der Lutter und wird durch das Lutterrohr in den Rectificator geführt; die unverdichteten Dämpfe werden seitlich von der cylindrischen Wandung aus nach dem Kühler geleitet. Das Geistrohr von dem Dephlegmator nach dem Kühler muß mindestens 300 mm über dem Ausfluß des Lutters gelegen sein, damit in dasselbe keine Lutterflüssigkeit übertreten kann. Der Raum unterhalb und oberhalb des Köhrsystems ist mit Wasser angefüllt. Das Wasser tritt unten ein, wird in dem Raume gleichmäßig vertheilt und steigt dann durch sämtliche Rohre aufwärts, füllt den oberen Raum an und fließt dann mit einer Temperatur von 65 bis 80°, je nach dem Procentgehalt des Destillates und der Kühlfähigkeit des Dephlegmatoren, durch den Abflußstutzen fort, um dann zum Speisen des Dampfessels, Reinigen u. verwendet zu werden.

Zur Kühlung des Dephlegmatoren wird entweder kaltes Wasser aus dem Reservoir oder auch das Wasser benutzt, welches bereits im Kühler zur vollständigen Verflüssigung der Alkoholdämpfe gedient hat, und daher auf 40 bis 50° erwärmt worden ist; ist letzteres der Fall, so muß man darauf achten, dem Kühler eine genügend große Kühlfläche zu geben. Wenn dieselbe zu klein ist, dann wird man gezwungen, mehr zu dephlegmiren, als sonst erforderlich ist, oder das Destillat aus dem Kühler mit zu hoher Temperatur abfließen zu lassen, was einen Alkoholverlust durch Verdunsten zur Folge hat. Für große Destillationsanlagen empfiehlt es sich wohl immer, Kühler und Dephlegmator gesondert zu speisen.

Die zweite Art der Köhren-Dephlegmatoren besteht aus einem Wasserbehälter, in welchen das Dephlegmationsgefäß eingesezt ist. Dasselbe besteht aus einem oberen und einem unteren, durch die Kühlrohre mit einander verbundenen Behälter.

Der obere Raum hat meistens die Form einer Linse, die durch zwei Kupferböden gebildet wird. Der vom Rectificator kommende Alkoholdampf tritt durch den Stutzen in der Mitte des oberen Bodens ein und vertheilt sich in dem oberen Raume. Um eine vollkommene Vertheilung desselben zu sichern, ist es zweckmäßig, einen gelochten Mittelboden anzuwenden. Die alkoholhaltigen Dämpfe bewegen sich durch sämtliche Rohre abwärts und gelangen in den Lutterammelraum. Dieser ist durch einen trichterförmigen Boden in zwei Räume geschieden. Der vertiefte Boden mündet unten in eine Rohre, die in das Lutterammelgefäß im Boden mündet. Auf dem trichterförmigen Boden befindet sich oben rings herum an der Peripherie eine so große Zahl Löcher von circa 15 mm, daß der Alkoholdampf ohne merklichen Ueberdruck in den Raum außerhalb des vertieften Bodens gelangt und von hier durch den Stutzen in der cylin-

drischen Wandung in den Kühler übertritt. Das Kühlwasser fließt oberhalb des unteren Rohrbodens durch einen Stutzen in den Kühlbehälter und auf der entgegengesetzten Seite ziemlich nahe unter dem oberen Rande des Behälters mit einer entsprechenden Temperatur wieder hinaus. Diese Art Dephlegmatoren ist in der Praxis viel im Gebrauche, der ersteren Art ist jedoch der Vorzug zu geben. Bei Benutzung von kalkhaltigem Kühlwasser setzt sich nämlich rings um die Rohre eine so große Menge Kesselstein an, daß die Kühlwirkung dadurch wesentlich beeinträchtigt wird; um diesen Kesselstein zu beseitigen, muß dann der ganze Dephlegmator aus einander genommen oder es müssen chemische Mittel, z. B. Salzsäure u., angewendet werden, wodurch die Haltbarkeit beträchtlich vermindert wird. Die dephlegmirende resp. verstärkende Wirkung ist bei der ersteren Art größer, weil die Dämpfe gezwungen werden, sich zwischen den Circulationsböden hin und her zu bewegen, daher die Zeitdauer der Dephlegmation eine etwas größere ist.

Zargendephlegmatoren sind heute weniger verbreitet, weil es bei dieser Construction schwerer ist, eine entsprechend große Kühlfläche, wie sie für größere Apparate erforderlich ist, zu gestalten, dieselben sind bei gleicher Wirkung, wie die Röhrendephlegmatoren, stets theurer als diese. Durch concentrische Zusammenstellung von zwei resp. vier Zargen und entsprechende Verbindung derselben werden geschlossene Räume für die Alkoholdämpfe gebildet. Die Räume zwischen je zwei Cylindern werden durch Auslöthen von gebogenen Blechstreifen oder dünnwandigen Kupferröhren in schraubenförmige Canäle umgewandelt, in denen sich die Dämpfe bewegen. Diese Bewegung ist gewöhnlich abwärts gerichtet, so daß Lutter und Dämpfe zusammen unten anlangen und sich dann erst trennen.

Eine sehr verbreitete Dephlegmationseinrichtung ist der Vorwärmer der continuirlichen Colonnenapparate. Es ist dieses eine Combination von Zargen- und Schlangendephlegmation.

Zwei cylindrische Kupfergefäße sind concentrisch in einander gestellt und die Durchmesser so bestimmt, daß zwischen den beiden Zargen ein kupfernes Schlangenrohr Raum gewinnt. Zwischen den Cylinderrandungen ist oben eine ringförmige Decke von Kupferblech eingesetzt. Der Alkoholdampf tritt oben ein, bewegt sich in den Schraubenvindungen abwärts und gelangt in den linsenförmigen Raum zwischen den beiden unteren Böden. Der gebildete Lutter sinkt auf demselben Wege abwärts, sammelt sich auf dem unteren Boden und fließt von hier in den Rectificator zurück. Der Alkoholdampf steigt durch das mittlere Rohr nach oben in den Kühler über. Durch das Schlangenrohr wird mittelst der Dampf-pumpe die Maische gepumpt, dieselbe durchströmt die Schlangel von unten nach oben, wird vorgewärmt und wirkt dephlegmirend.

Bei allen bis jetzt angeführten Dephlegmationseinrichtungen nehmen Lutter und Alkoholdämpfe dieselbe Bewegungsrichtung, die verstärkende Wirkung ist daher nur verhältnißmäßig gering. Wenn z. B. bei der zuletzt besprochenen Construction der Alkoholdampf von der Colonne durch das mittlere Rohr in den linsenförmigen

Raum treten und von hier aus in dem Zwischenraume der beiden cylindrischen Zargen aufwärts, dem herabsinkenden Lutter entgegenströmen würde, so wäre die verstärkende Wirkung eine beträchtlich größere.

Es giebt allerdings noch eine recht beträchtliche Zahl von Dephlegmator-Constructionen, z. B. solche mit stehenden und liegenden Kühlslangen, dieselben werden aber neuerdings in der Spiritusfabrikation wenig angewendet.

Zur Bestimmung der Kühlflächen der Dephlegmatoren gelten folgende Grundsätze:

Nennt man F die Größe der erforderlichen Kühlflächen in Quadratmetern, C die Anzahl Wärmeeinheiten, welche pro Stunde und 1° Temperaturdifferenz von 1 qm Kühlfläche übertragen werden, $t - t'$ die mittlere Temperaturdifferenz, — für gute Dephlegmatoren nicht größer als 5° —, A die Anzahl Wärmeeinheiten, welche zu übertragen sind, dann ist

$$F = \frac{A}{C(t-t')}$$

Für kupferne Kühlflächen und die bei der Dephlegmation vorliegenden Verhältnisse ist für Röhrendephlegmation $C = 1200$ und für Zargendephlegmation $C = 1600$ anzunehmen. Sind z. B. bei der Dephlegmation 60 000 Wärmeeinheiten abzuführen und es soll eine Röhrendephlegmation angewendet werden, dann ist für eine mittlere Temperaturdifferenz $t - t' = 5$:

$$F = \frac{60\,000}{1200 \cdot 5} = 10 \text{ qm.}$$

Für einen Zargendephlegmator ist

$$F = \frac{60\,000}{1600 \cdot 5} = 7,5 \text{ qm.}$$

Die Verflüssigung alkoholischer Dämpfe. Die Einrichtungen für diesen Zweck sind den Dephlegmatoren sehr ähnlich und unterscheiden sich fast nur durch die äußere Form, sie besitzen eine größere Höhe und einen geringeren Durchmesser als jene. Man kann die Kühler in drei Arten eintheilen, in Röhren-, Zargen- und Schlangenkühler. Der Alkoholdampf tritt oberhalb in den mit Kühlwasser umspülten Raum, bewegt sich abwärts und fließt, verflüssigt und auf möglichst geringe Temperatur gekühlt, in den Spiritusauslauf oder Verschuß. Die Querschnitte für den Dampf müssen sich nach unten zu verengen, jedoch nicht so sehr, daß der Austritt der uncondensirbaren Gase, Kohlensäure, Luft u. behindert wird. Damit dieselben entweichen können, befindet sich stets am Austritte für die Flüssigkeit unten ein Luftrohr, welches auch für kleinere Apparate nicht unter 30 mm auszuführen ist. Für ganz große Apparate genügt aber schon eine lichte Weite des Luftrohres von 80 bis 90 mm. Für Spiritusrectificirapparate können diese Luftrohre mit geringerem Durchmesser ausgeführt werden, weil in der Destillationsflüssigkeit keine Kohlensäure enthalten ist. Von Wichtigkeit ist es, die Vertheilung des Kühlwassers im unteren Theile des Kühlers möglichst vollkommen auszuführen, weil die Kühlfähigkeit davon sehr abhängig ist; ferner muß man verhindern, daß die Alkoholdämpfe zu schnell aus dem

oberen nach dem unteren Theile des Kühlers gelangen, weil dadurch die Abkühlung der Flüssigkeit sehr erschwert wird; es ist vielmehr vortheilhaft, die Wege für den Dampf zu verlängern. Endlich muß man vermeiden, daß das erwärmte Kühlwasser nach dem Austritte aus dem Kühler durch Knieöhre auf- und abwärts fließt. Bei Erwärmung auf höhere Temperaturgrade scheidet sich die Luft aus dem Kühlwasser aus, sammelt sich an erhöhten Stellen, Knieöhren zc. an und behindert dadurch schließlich periodisch den Abfluß des Kühlwassers, wodurch empfindliche Betriebsstörungen entstehen können.

Die Wärmeübertragung in den Kühlern ist weniger gut, weil im unteren Theile derselben der Austausch nicht zwischen Dampf und Flüssigkeit, sondern zwischen Flüssigkeit und Flüssigkeit erfolgt und der untere Theil der Kühlfläche nur theilweise ausgenutzt wird. Die Temperaturdifferenz zwischen Kühlwasser und Destillat darf nicht mehr als 1° betragen; oberhalb kann der Temperaturunterschied zwischen Alkoholdämpfen und erwärmtem Wasser 12° betragen. Als mittlere Temperaturdifferenz kann folglich 6° angenommen werden.

Die Kühlfläche erhält man ebenfalls nach der Formel $F = \frac{A}{C \cdot (t - t')}$, worin C für Röhrenkühler gleich 850, für Zargenkühler gleich 1200 und für Schlangenkühler 1500 zu nehmen ist. Der Werth C wechselt je nach der inneren Construction selbst bei gleichem Kühlsystem, die hier angeführten Zahlen können daher nur als mittlere der Praxis entsprechende Werthe gelten.

Die Vorwärmung der alkoholischen Flüssigkeiten. Behufs Verminderung des Wärmeverbrauches der Destillation ist es zweckentsprechend, zur Erwärmung der Destillationsflüssigkeit nicht Dampf, sondern irgend eine andere Wärmequelle zu benutzen, welche sonst unverwerthet bleibt. Es ist dieses die Wärme der Schlenpe und die Dephlegmationswärme, welche gewöhnlich durch Kühlwasser abgeführt wird.

Beide Mittel sind in der Praxis mit mehr oder weniger Erfolg angewendet worden. Sofern die Destillationsflüssigkeit dünnflüssig ist, vor allem keine breiige Beschaffenheit, wie die Dickmaischen in Deutschland besitz, dann ist die Wärme der Schlenpe für den Zweck allerdings zu verwerthen, obgleich die Wärmeübertragung von Flüssigkeit zu Flüssigkeit weniger gut, als zwischen Flüssigkeit und Dampf erfolgt. Bei der Destillation von Dickmaischen ist diese Art der Wärmeverwerthung durchaus nicht zu empfehlen, weil die Wärmeübertragung eine höchst unvollkommene ist, daher große Verührungsflächen erforderlich sind, wenn eine einigermaßen befriedigende Wirkung erzielt werden soll und dadurch die gleichmäßige Abführung der Schlenpe aus dem Destillirapparate sehr erschwert wird. Nur in äußerst seltenen Fällen erscheint es zweckmäßig, diesen Weg für die Wärmereduction zu wählen.

Die Benutzung der Dephlegmationswärme für die Vorwärmung der Maische empfiehlt sich dagegen in jedem Falle und sollte an keinem Destillirapparate fehlen.

Die Flüssigkeit wird mittelst einer Dampfmaschine durch eine schraubenförmig gebogene Schlangenvöhre gepumpt, die in einem Gefäße befestigt ist, durch welches

die im Destillirapparate entwickelten Dämpfe streichen. Durch die Maische in der Schlange wird den Dämpfen Wärme entzogen und Lutterflüssigkeit ausgeschieden. Die Maische wirkt in dem Falle ganz ebenso, wie das Kühlwasser; sie erwärmt sich bei genügend großer Kühlfläche bis auf 60° und darüber und nimmt Wärme auf, die sonst verloren gehen würde. Ist die Construction oben in der Maischecolonne derart, daß die auf 60° vorgewärmte Maische auf größerer Oberfläche vertheilt und nach unten dem aufwärts steigenden Dampfe entgegen geführt wird, so kann die Vorwärmung bis zur Siedetemperatur erhöht werden, während durch Wärmeabstrahlung vom Dampftraume aus nach den Flächen weiter eine theilweise Condensation der Dämpfe, eine Dephlegmation bewirkt wird. Die verstärkende Wirkung ist allerdings im letzteren Falle beschränkt durch den Alkoholgehalt der Schlenpe, weil unter der Siedetemperatur auch Wasserdämpfe aus der Schlenpe aufsteigen. Indessen ist dieses nicht so sehr von Bedeutung, weil die größte Wirkung von den durch Abkühlung gebildeten kleinen Flüssigkeitskügelchen im Dampftraume ausgeht, auf deren Oberfläche stets ein Verdampfen und Verdichten erfolgt.

Durch die zweite Art kann eine wesentliche Wärmeersparniß erzielt werden, so daß sich die Ausnutzung der Dephlegmationswärme in jedem Falle empfiehlt. Schließlich hat man auch noch eine dritte Art von Vorwärmung angewendet, nämlich durch Wasserdampf; letzteres ist aber durchaus unzweckmäßig, es wird dadurch keine Wärmeersparniß herbeigeführt, sondern sogar die verstärkende Wirkung des Destillirapparates vermindert. Es findet auch dann eine freilich nur sehr geringe Verstärkung durch Dephlegmation statt, wenn man die Maische kalt direct in den Apparat pumpt.

Der Wärmeverbrauch der Destillation. Die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um aus einer gegebenen Menge alkoholischer Flüssigkeit den Alkohol mit einem bestimmten Wassergehalte abzuschneiden, setzt sich zusammen aus derjenigen, welche nöthig ist, um die Flüssigkeit bis auf Siedetemperatur zu erwärmen, aus der für die Dephlegmation erforderlichen Wärmemenge und aus dem Wärmegehalte der Dämpfe, welche nach dem Kühler übertreten.

Die erstere kann man mit Flüssigkeitswärme, die zweite mit Dephlegmationswärme und die dritte mit Dampfwärme bezeichnen.

Für die Bestimmung der ersteren ist es erforderlich, die specifische Wärme der alkoholhaltigen Flüssigkeit und die Temperatur, mit welcher dieselbe den Apparat verläßt, zu kennen. Für Alkohol-Wassermischungen sind die specifischen Wärmen bestimmt (s. S. 307), für diejenigen Flüssigkeiten, auf die es in der Praxis der Destillation vorzugsweise ankommt, für Maische und Schlenpe, sind dieselben noch nicht festgestellt worden, so daß man gezwungen ist, sie gleich der des Wassers mit 1 anzunehmen.

Behufs Bestimmung der Dephlegmationswärme muß die Flüssigkeitsmenge, welche aus dem Dephlegmator in den Rectificator fließt, sowie die Verdampfungswärme dieser alkoholischen Flüssigkeit bekannt sein. Wenn die

Dämpfe, welche aus dem Rectificator in den Dephlegmator strömen, gemäß der Gröning'schen Zahlen, oder sonst nach einem bestimmten Verhältnisse zerlegt würden, dann ließe sich die Menge der Lutterflüssigkeit sehr leicht in folgender Weise bestimmen. Bezeichnet das Gewicht des in den Dephlegmator tretenden Dampfes G , den Alkoholgehalt desselben in Gewichtsprocenten m , das Gewicht des Spiritus x , den Alkoholgehalt desselben n , das Gewicht des Lutters y und den Alkoholgehalt des Lutters p , dann ist

$$m \cdot G = nx + py,$$

ferner

$$G = x + y,$$

hieraus erhält man

$$x = G \frac{m - p}{n - p} \quad y = G \frac{m - n}{p - n}.$$

Setzt man in diese aufgelösten Gleichungen die entsprechenden Werthe ein, so resultirt x und y . Es ergibt sich y stets kleiner als x , was jedoch keineswegs den Erfahrungen der Praxis entspricht. Auch bei dem vorzüglichsten Apparate ist die Gewichtsmenge des von dem Dephlegmator nach der Colonne zurückfließenden Lutters mindestens doppelt so groß, als die Gewichtsmenge des Destillates. Wenn ein Destillationsproduct von besonders hohem Alkoholgehalt erzeugt wird, dann ist das Gewicht des Lutters mindestens dreimal so groß. Es geht hieraus hervor, daß die Annahme, es erfolge eine Zerlegung der in den Dephlegmator übertretenden Dämpfe nach irgend einem Verhältnisse, vollkommen unbegründet ist. Von dieser Annahme aus kann man folglich den Wärmeverbrauch für die Destillation nicht bestimmen.

Dieses kann gleichzeitig als ein Beweis dafür gelten, daß die alte Theorie der Dephlegmation unhaltbar gewesen ist.

Auch aus einem anderen Grunde ist es ausgeschlossen, den ange deuteten Weg für die Bestimmung des Wärmeverbrauches der Destillation zu benutzen. Bereits im Jahre 1879 ist von *Hamppe* darauf hingewiesen, daß es für die Feststellung der Verdampfungswärme der physikalischen Gemische nicht statthaft ist, die Summe der Verdampfungswärmen der einzelnen Bestandtheile anzuwenden, sofern es sich um genauere Ermittlungen handelt, denn erstens beeinflussen sich die Alkohol- und Wassermoleküle in geringem Maße auch im Dampfzustande, zweitens ist es sehr wahrscheinlich, daß ein gewisser, wenn auch nur geringer Theil des Wassers unter Einfluß der chemischen Kräfte steht. Hierdurch muß nun auch offenbar die Verdampfungswärme verändert werden. Da aber diese Größen bislang noch unbekannt sind, muß man nach wie vor mit der Summe der Verdampfungswärmen der Bestandtheile operiren.

Die totale Verdampfungswärme des Wassers bei der Siedetemperatur beträgt, wenn man 25° als Temperatur nach der Gährung in Rücksicht zieht, 612 W.-E., für den Alkohol unter gleicher Annahme 242 W.-E.

Die Gesamtwärme W zur Verdampfung einer Gewichtsmenge D in Kilogrammen alkoholhaltiger Flüssigkeit von p Gewichtsprocent Alkohol und für die Erwärmung des Destillationsrückstandes von R kg auf die Siedetemperatur ist dann

$W = D [612 (100 - p) + 242 p] + 75 R.$

Für die einfache Destillation, d. h. bei Ausschluß jeder Dephlegmation, gewinnt man auf diese Weise zwar nur ein annähernd richtiges, aber doch noch ganz brauchbares Resultat. Für den Destillationsproceß mit Rectification und Dephlegmation muß dagegen die erforderliche Wärmemenge auf indirectem Wege und zwar in folgender Weise bestimmt werden.

Einen Theil der Wärmemenge, welche durch den Dampf der alkoholhaltigen Flüssigkeit behufs theilweiser Verdampfung derselben zugeführt wird, nimmt das Kühlwasser auf, welches für die Dephlegmation und für die Verflüssigung der verstärkten Alkoholdämpfe verwendet wird; einen anderen Theil enthält die Schlempe, endlich wird noch eine gewisse Wärmemenge durch Strahlung und Leitung an die Luft der Umgebung des Apparates übertragen. Sofern es möglich ist, diese Wärmemengen, sowie die in der Maische anfangs enthaltene Wärme, genau zu bestimmen und die letztere von der Summe der ersteren abziehen, dann ist die Differenz gleich dem Wärmeverbrauche der Destillation.

Bezeichnet man den Wärmegehalt der Maische mit m , den Wärmegehalt der Schlempe mit n , die für die Dephlegmation und Verflüssigung verbrauchte Kühlwassermenge in Litern resp. Kilogrammen mit k , die Erwärmung des Kühlwassers in Graden Cels. = t , den Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung von der Apparaturwandung an die atmosphärische Luft $s + l$ und schließlich den Wärmeinhalt des Destillates mit d , dann ist

$$n + kt + s + l + d - m = W.$$

Für die Bestimmung der Werthe n , m und d ist es erforderlich, die specifische Wärme resp. den Wärmegehalt pro Kilogramm der Stoffe zu kennen, der Werth für m ist je nach der Concentration und dem Alkoholgehalte der Maische verschieden, n ist dagegen von der Concentration und dem Drucke im Apparate abhängig. Für sehr genaue Bestimmungen muß daher die Wärmecapazität einer bestimmten Gewichtsmenge Maische und Schlempe calorimetrisch ermittelt werden. Für die meisten Zwecke wird man jedoch die specifische Wärme der Maische und der Schlempe der des Wassers gleich setzen können.

Die Ermittlung der Wärmemenge, welche durch die Wandung des Destillirapparates durch die Strahlung und Leitung an die atmosphärische Luft übertragen wird, geschieht in nachfolgender Weise.

Zuerst muß die Temperatur der äußeren Oberfläche des Apparates festgestellt werden; für unbedeckte Metallflächen, deren Dicke 18 mm nicht übersteigt, kann die äußere Temperatur der inneren gleichgesetzt werden, weil im höchsten Falle Temperaturunterschiede von 0,5° bestehen.

Die innere Temperatur des Apparates wird durch mehrere Thermometer bestimmt, die an verschiedenen Stellen des Apparates vertheilt sind. Aus den beobachteten Temperaturen wird die innere mittlere Temperatur gefunden. In gleicher Weise wird auch die Temperatur des Raumes in der Umgebung des Apparates festgestellt.

Bezeichnet man die Temperatur an der Oberfläche des Apparates mit t' und die des Raumes mit t'' , dann ist $t' - t''$ die Temperaturdifferenz für die Wärmetransmission.

Behufs Ermittlung des Wärmeverlustes ist es ferner erforderlich, den Coefficienten der Strahlung und den Leitungscoefficienten zu bestimmen.

Nehmen wir an, der zu untersuchende Apparat habe eine gußeiserne Wandung von 6 m Höhe und 1 m Durchmesser, dann ist der Coefficient der Strahlung auf 1 qm bezogen gleich 3,335.

Der Leitungscoefficient ist von der Form des Apparates, von der Höhe und dem Durchmesser abhängig. Aus der beigefügten Tabelle I sind die Leitungscoefficienten für Apparate bis 1 m Durchmesser und bis 14 m Höhe angegeben.

Aus der Tabelle II ist der Betrag der strahlenden und leitenden Wärme für Temperaturdifferenzen von 50 bis 80° dadurch zu ermitteln, daß man die beiden angegebenen Werthe mit den zugehörigen Coefficienten der Strahlung und Leitung multiplicirt und die erhaltenen Producte addirt. Das Resultat ist die Anzahl Wärmeeinheiten, welche pro Quadratmeter der Apparatwandung an die Luft übertragen wird. Es bleibt noch die Oberfläche des Apparates zu berechnen und die Zahl der Quadratmeter mit der ermittelten Anzahl Wärmeeinheiten zu multipliciren.

Das auf diese Weise gefundene Resultat des Wärmeverlustes besitzt die erforderliche Genauigkeit. Schwieriger ist die Feststellung dieses Wärmeverlustes, wenn die Apparatwandungen mit Wärmeschutzmasse umkleidet sind. In diesem Falle muß erst die äußere Temperatur der Fläche bestimmt werden und dient dazu folgende Formel:

$$t' = \frac{Ct + (S + L)et''}{C + (S + L)e}$$

In derselben sind bezeichnet mit t' die Temperatur der äußeren Apparatwandung, C die Wärmeleitfähigkeit des Materials auf Metermaß bezogen, t die Temperatur an der inneren Wandung des Apparates,

S der Coefficient der Strahlung, L der Leitungscoefficient und e die Stärke der schützenden Decke in Metern.

Nachstehend sind einige Werthe für C und S angegeben.

Nehmen wir an, der Apparat sei mit einer schützenden Hülle aus feinem Thon und Kälberhaaren von 50 mm Stärke umkleidet, dann beträgt der Werth $C = 0,2$, $S = 2,925$, L bei einer Höhe von 6 m und 1 m Durchmesser $= 1,71 e = 0,05 m$, $t'' = 25$ und $t = 85$, dann ist

$$t' = \frac{0,2 \cdot 85 + (2,925 + 1,71) 0,05 \cdot 25}{0,2 + (2,925 + 1,71) 0,05}$$

$$t' = 47,4,$$

$$t' - t'' = 47,4 - 25 = 22,4.$$

Für die Temperaturdifferenz 23 beträgt die leitende und strahlende Wärme

$$27,351 S + 24,344 L$$

oder

$$27,351 \cdot 2,925 + 24,344 \cdot 1,71 = 122 \text{ W.}\cdot\text{E.}$$

pro Quadratmeter und Stunde.

Die Oberfläche des Apparates von 1 m Durchmesser und 6 m Höhe beträgt 19 qm, der genannte Wärmeverlust durch Strahlung ist daher pro Stunde mit 2318 W.·E. $= s + l$ anzunehmen. Mit Benutzung der beiden Tabellen und der übrigen Werthe ist es leicht ausführbar, den Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung an die atmosphärische Luft zu berechnen.

Es bleibt nun noch die Feststellung des Wärmehaltes im Destillat. Zu dem Zwecke wird das Gewicht desselben bestimmt und mit der specifischen Wärme der Alkoholwassermischung multiplicirt.

Die specifische Wärme der Alkoholwassermischung ist für die Hochgradigkeit in den Grenzen von 85 bis 95 Proc. mit 0,7 anzunehmen.

Auf diese Weise werden die Werthe von n , kt , $s + l$, d und m bestimmt und durch Addition und Subtraction der Werth für die Gesamtwärme W gefunden.

Tabelle I.

Leitungscoefficienten L für verticale Cylinder.

Durchmesser in Metern	Höhe der Cylinder in Metern											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bis 1 Meter	1,8	1,777	1,746	1,71	1,665	1,642	1,629	1,62	1,615	—	—	—
Von 1 bis 2 Meter	1,755	1,71	1,687	1,660	1,632	1,624	1,611	1,602	1,593	1,588	1,584	1,579

Strahlungscoefficienten verschiedener Körper für
1 Stunde Zeit und 1 qm Fläche = S:

Gusseisen	2,7
Kupfer	0,1296
Messing polirt	0,1944
Ölfarbe-Anstrich	3,001
Thon	2,925
Wasser	4,3

Wärmeleitungsvermögen fester Körper = C für
1 qm Fläche, 1 m Dicke, 1 Stunde Zeit und 1° C.
Temperaturdifferenz:

Kupfer	57,0
Eisen	26,1
Gebrennte Erde	0,62
Holzmasse	0,059
Mischung von Thon und Rälberhaaren ca.	0,20

Tabelle II.

Betrag der strahlenden und leitenden Wärme bei Temperaturdifferenzen
von 20 bis 80 Grad.

Temperatur- differenz	Strahlung		Temperatur- differenz	Strahlung		Temperatur- differenz	Strahlung	
	Strahlung	Leitung		Strahlung	Leitung		Strahlung	Leitung
20	24,657 . S	21,645 . L	41	54,969 . S	52,451 . L	61	88,748 . S	85,606 . L
21	25,996	22,987	42	56,546	54,033	62	90,563	87,339
22	27,351	24,344	43	58,123	55,624	63	92,408	89,080
23	28,704	25,716	44	59,716	57,233	64	94,269	90,826
24	30,059	27,101	45	61,323	58,831	65	96,143	92,578
25	31,443	28,500	46	62,930	60,446	66	98,019	94,334
26	32,827	29,913	47	64,567	62,071	67	99,924	96,101
27	34,225	31,337	48	66,219	63,703	68	101,84	97,785
28	35,639	32,775	49	68,641	65,345	69	103,78	99,644
29	37,053	34,224	50	69,537	66,992	70	105,71	101,44
30	38,497	35,648	51	71,203	68,583	71	107,68	103,21
31	39,925	37,156	52	72,900	70,309	72	109,66	105,02
32	41,383	38,640	53	74,611	71,981	73	111,63	106,82
33	42,841	40,134	54	76,322	73,658	74	113,03	108,63
34	44,314	41,639	55	78,064	75,344	75	115,67	110,44
35	45,952	43,154	56	79,805	77,038	76	117,69	112,26
36	47,305	44,680	57	81,561	78,737	77	119,74	114,09
37	48,824	46,215	58	83,347	80,443	78	121,81	115,91
38	50,341	47,760	59	85,131	82,156	79	123,90	117,75
39	51,874	49,314	60	86,932	83,876	80	125,99	119,59
40	53,421	50,878						

Vorstehende Methode der Bestimmung des Wärmeverbrauches für den Destillationsproceß ist die einzige, durch welche genauere Resultate gefunden werden und dürfte dieselbe besonders dort anzuwenden sein, wo es sich nicht nur um eine oberflächliche Schätzung handelt. Der Vorschlag, in der Schlempe die Menge des Wassers, welches durch Condensation des Dampfes zugeführt ist, zu bestimmen, erscheint deshalb nicht praktisch verwendbar, weil der Dampf in den meisten Fällen Wasser von dem Kessel herüberführt, sodann bei dem Austritt der Schlempe ins Freie eine beträchtliche Menge Wasser verdampft. Letzteres wird in jedem Falle schwer zu vermeiden sein, weil die Schlempe im Apparate unter einem gewissen

Ueberdrucke siedet, der beim Ausflusse aufgehoben wird. Der erstere Uebelstand läßt sich dagegen durch Anwendung von Dampftrocknung vermeiden.

Die Wärmebestimmung durch alleinige Feststellung der Wärmeabführung durch das Kühlwasser für die Verflüssigung und Dephlegmation muß als ungenügend bezeichnet werden, dagegen kann die Größe der Dephlegmationswärme allein als Maß für den Vergleich der Wirkung von Dephlegmations- und Rectificationseinrichtungen gelten, sofern der Alkoholgehalt der Destillationsflüssigkeit und des Destillates gleich groß sind. Für solche Untersuchungen muß der Dephlegmator eine gesonderte Wasserzuführung haben und die Kühlwasser-

mengen und Temperaturen in sorgfältigster Weise bestimmt werden.

Bezeichnet man mit *W* die Anzahl Wärmeeinheiten der Dephlegmationswärme pro 1000 l, dann steht der Werth eines Apparates im umgekehrten Verhältnisse zu *W*.

Nach Erfahrungen des Verfassers ist die Wirkung eines Apparates als eine sehr gute zu bezeichnen, wenn die Dephlegmationswärme pro 1000 l Maische und ein Destillat von 90 Gewichtsprocent $W = 30\ 000$ beträgt, häufig ist *W* doppelt so groß und darüber.

Sind zwei Apparate zu vergleichen, von denen einer mit Vorwärmung durch Schlempe versehen ist, dann darf nur die zuerst angeführte Methode der Bestimmung angewendet werden, welche exactere Resultate ergibt.

Pampe.

Statistik der Spiritusfabrikation.

Die Bedeutung der Spiritusfabrikation als Gewerbszweig läßt sich aus den Zahlen übersehen, welche auf Grundlage der Angaben der Steuerbehörden vom statistischen Reichsamte veröffentlicht werden¹⁾. Eine Zusammenstellung derselben für den Zeitraum von 1872 bis 1883/84 findet sich in nachstehender Tabelle. Das Reichssteuergebiet, auf welches sich die Zahlen der Tabelle beziehen, umfaßt Preußen, Sachsen, Hessen, Mecklenburg, Thüringen, Oldenburg, Braunschweig, Anhalt und seit dem 1. Juli 1873 auch Elsaß-Lothringen. In letzterem Reichslande existiren an 27 000 Brennereien, die sämmtlich aber nur als Kleingewerbe betrieben werden, und je nach dem Ausfalle der Obst- und Weinernte in Thätigkeit kommen oder ruhen. So waren dort 1875 27 051 Brennereien im Betriebe, während 1880/81 nur 18 470 derselben arbeiteten. Wegen dieser Schwankungen sind die Brennereien von Elsaß-Lothringen in der Zusammenstellung nicht berücksichtigt worden. Unter „landwirthschaftliche Brennereien“ sind,

nach dem Gesetze vom 8. Juli 1868, solche zu verstehen, die nur in dem Zeitraume vom 1. November bis 16. Mai in Thätigkeit sind und täglich nicht mehr als 1030,5 l Bottichraum bemaßschen. Diese genießen eine Bevorzugung vor den größeren Brennereien, insofern als sie für die jedesmalige Benutzung eines Gährtraumes von 22,9 l eine Steuer von 25 Pf. zu zahlen haben, während dieselbe Größe des Gährtraumes in den übrigen mit 30 Pf. belastet wird.

Die Größe der Alkoholproduction ergibt sich aus den amtlichen Mittheilungen nicht direct. Sie läßt sich aber annähernd aus dem Bruttoertrage der Steuer berechnen, wenn man eine durchschnittliche Ausbeute aller Brennereien von 8 Proc. Alkohol von 100 l versteuertem Gährtraum annimmt. Diese Annahme ist allerdings ziemlich willkürlich, da diese Ausbeute von vielen Betrieben nicht erreicht, dagegen von anderen überschritten wird. Auf Grund einer weitergehenden Schätzung der Ausbeute nach der Verschiedenartigkeit und dem Umfange des Betriebes der einzelnen Fabriken kommt Löwenherz¹⁾ zu folgenden Angaben über die Größe der Production in Hektolitern Alkohol von 100 Proc.:

1872	2 662 570
1873	2 978 110
1874	3 328 410
1875	3 386 950
1876	3 168 090
1877/78	3 129 080
1878/79	3 275 740
1879/80	3 177 700

Bei der Ausfuhr aus dem Reichssteuergebiete und, seit dem 1. Januar 1880, bei der Verwendung für technische Zwecke wird eine Steuerrückvergütung von 16 Mark für 1 hl Spiritus von 100 Proc. oder für 10 000 Literprocente gewährt. Diese Beträge, von dem Bruttoertrag der Steuer abgezogen, unter Hinzurechnung des für vom Auslande importirten Braantweines gezahlten Zolles, ergeben den in der zweiten Reihe der Tabelle aufgeführten Reinertrag der Spiritussteuer.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1880, 217; 1881, 15, 157, 213, 361; 1883, 156; 1884, 571; 1885, 475.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1881, 15, 157, 213, 361.

Statistik der Spiritusfabrikation im Reichssteuergebiete.

	1872	1873	1874	1875	1876	1877/78	1878/79	1879/80	1880/81	1881/82	1882/83	1883/84
Spiritussteuer, Bruttoertrag M.	—	—	54 521 757	56 873 090	53 408 369	52 529 563	54 616 727	53 398 827	57 271 757	64 002 689	58 824 959	61 176 817
„ und Zoll, nach Abzug der Exportbonifikation „	41 981 556	42 788 918	47 977 365	52 474 865	49 069 887	45 202 994	47 409 990	45 747 685	47 098 758	48 510 107	45 966 418	48 911 372
Getreibebrennereien, landwirtschaftliche	707	664	586	613	571	669	668	653	540	480	573	576
„ nicht landwirtschaftliche	2 063	2 071	2 080	2 166	2 237	2 286	2 280	2 337	2 321	2 279	2 364	2 339
Kartoffelbrennereien, landwirtschaftliche	1 863	1 467	1 550	1 564	1 424	1 062	1 077	993	1 222	1 352	1 059	1 172
„ nicht landwirtschaftliche	2 848	2 929	3 065	3 165	3 143	3 053	3 052	3 014	3 050	3 145	3 121	3 134
Melassebrennereien	32	33	35	34	38	34	30	32	26	24	17	19
Zusammen	7 011	7 164	7 316	7 542	7 413	7 104	7 107	7 029	7 159	7 280	7 143	7 260

	1872	1873	1874	1875	1876	1877/78	1878/79	1879/80	1880/81	1881/82	1882/83	1883/84
Verarbeitete Materialien:												
Kartoffeln { hl	20 679 687	23 074 557	24 337 696	25 379 515	22 691 180	23 527 366	25 855 690	21 584 163	1 596 492	2 452 668	2 246 859	2 567 531
„ { 100 kg	5 395	1 87 971	903 888	297 554	239 303	141 186	105 905	407 491	18 620 680	27 103 825	22 234 258	23 104 302
Getreide, Mehl, Stärke { hl	3 659 191	3 908 982	4 480 331	4 909 947	4 377 254	4 455 677	4 374 059	4 968 338	921 990	438 546	398 620	383 253
„ { 100 kg	273 311	349 269	356 728	195 412	192 722	213 724	193 879	348 055	4 158 938	3 779 595	3 293 319	3 777 266
Melasse { hl	740 965	114 394	231 340	152 617	568 468	321 377	221 071	295 940	1 699	358	244	70
„ { 100 kg	451 018	661 770	941 843	646 105	697 187	609 360	630 059	731 866	878 508	684 104	424 719	575 814
Rüben { hl	14 174	4 790	1 453	6 570	3 926	248	—	1 478	3	—	1 020	60
„ { 100 kg	6 598	4 863	33 501	80	21 372	—	—	1 251	591	1 803	6 895	4 244
Diverse Branereiabfälle { hl	75 388	72 466	103 640	80 706	78 121	81 311	83 997	86 929	85 701	91 338	96 187	92 648
„ { 100 kg	—	—	—	—	4	87	—	188	415	357	198	227
Kernobst und Kernobsttreiber hl	10 276	8 912	29 133	79 334	81 241	58 078	44 387	54 523	40 343	109 159	40 740	158 266
Steinobst hl	18 590	10 515	215 310	559 018	235 240	149 403	88 743	95 715	141 528	85 260	79 245	196 392
Wein, = Gefe, = Treber hl	84 186	26 317	492 646	666 344	560 312	602 925	509 458	216 316	139 479	434 901	323 216	433 401
Sonstige Materialien { hl	1 325	2 046	2 506	2 176	8 553	3 331	2 920	2 386	2 950	3 573	2 257	3 035
„ { 100 kg	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	93

Zweiter Abschnitt.

Die Utensilien der Spiritusfabriken.

Bei der Verarbeitung der verschiedenen Rohmaterialien sind zur Ausführung der Hauptoperationen im Wesentlichen dieselben Vorrichtungen erforderlich. Um Wiederholungen zu vermeiden, sollen daher die Utensilien zunächst beschrieben werden.

Bis zum Jahre 1871 arbeiteten die Spiritusfabriken mit verhältnißmäßig einfachem Apparate, der im Laufe der Zeit diese und jene Verbesserung zwar erfahren hatte, im Großen und Ganzen aber doch gleichförmig in allen Fabriken war. Da trat 1871 bei Gelegenheit der Ausstellung zu Pesth Hollefreund mit einem neuen Apparate auf, durch welchen ein neues Princip: das Erhitzen der Stärkemehl haltigen Substanzen, speciell der Kartoffeln, unter hohem Druck — zur Anwendung gebracht wurde. Dieses Verfahren fand fast allseitigen Anklang, und es folgten zahlreiche Neuconstructions und Verbesserungen des benutzten Apparates, zu denen namentlich, wenig Jahre darauf, ein genialer Gedanke von Henze Veranlassung gab. Nämlich trat ein förmlicher Wettlauf von Erfindungen neuer Apparate ein. Zahlreiche Fabriken entstanden, die die Construction von Apparaten für die Spiritusfabrikation zu ihrer Specialität machten, jede einzelne derselben brachte neue Formen, neue Verbesserungen, und so hat im Laufe von wenig Jahren eine völlige Umwandlung der gebräuchlichen Vorrichtungen stattgefunden, die sich nicht auf die Einführung der Hochdruckapparate beschränkte, sondern sich auf alle übrigen Utensilien erstreckt. Es kann nicht Aufgabe dieses Werkes sein, alle einzelnen Constructions zu besprechen, wir müssen uns vielmehr damit begnügen, einzelne typische herauszugreifen und wegen des Weiteren auf Specialwerke zu verweisen.

1. Mühlen. Alle Arten der Getreidekörner müssen zerkleinert werden, theils um die das Mehlkorn umschließenden Hülsen zu zerreißen, theils um das Stärkemehl in eine solche Vertheilung zu bringen, daß es dem Malzextracte, der Diastase, eine möglichst große Oberfläche darbiete, und durch die Einwirkung derselben in Zucker verwandelt zu werden. Im rohen Zustande verhindert die Hülle des Kornes fast gänzlich das Eindringen von Flüssigkeit, alle nicht zerkleinerten oder nur unvollständig zerkleinerten Körner gehen daher verloren. Es kommt dabei jedoch nicht darauf an, daß das Korn zu so feinem Mehle, wie es vom Bäcker gebraucht wird, vermahlen wird, ebenso wenig wird man für den Branntweinbrenner die Kleie durch Sieben entfernen, weil diese stets eine große Menge Stärkemehl zurückhält. Man erreicht seinen Zweck vollkommen durch eine sogenannte Schrotmühle und nennt das Gemahlene Schrot. Sie besteht aus zwei horizontalen Mühlsteinen, von denen der untere, der Bodenstein, festliegt, während der obere, der Läufer, bewegt wird. Das Getreide fällt durch einen Trichter, Kumpf, durch eine Oeffnung in der Mitte des Läufers zwischen die Steine, wird dort zermalm und wird, durch entsprechend geschnittene

Furchen im Steine, der Peripherie zugetrieben, wo es die Steine als Schrot verläßt und in einen nebenstehenden Behälter geleitet wird. Manche Brenner lassen das Schrot durch ein Sieb gehen und bringen den zu groben Theil nochmals zwischen die Steine. Das Getreide oder das gedörrte Malz, wenn man solches verwendet, fällt durch hölzerne Schläuche vom oberen Boden des Gebäudes in den Kumpf, einen Trichter, unter dessen Oeffnung sich ein hölzerner Kasten von der Form einer Schaufel befindet, der durch einen mit der Maschine verbundenen Mechanismus stets in gelinder Bewegung erhalten wird, und zwar ist diese Bewegung gleichzeitig horizontal und vertical, so daß die aus dem Trichter auf diese Schaufel gelangenden Körner gleichmäßig in das Auge des Mühlsteines fallen. Unterbricht man die Bewegung dieser Schaufel, oder verstärkt man sie, so hört im ersteren Falle die Zuleitung des Kornes ganz auf, weil der Trichter dadurch abgesperrt wird, im letzteren Falle wird sie aus dem entgegengesetzten Grunde beschleunigt. Die Bewegung des Läufers wird durch ein im unteren Stockwerke befindliches Triebwerk, dessen Welle also durch ein in den Bodenstein gehauenes Loch geht, bewirkt. Das Schrot fällt durch eine seitliche Oeffnung und einen damit verbundenen Schlauch in einen in der unteren Etage befindlichen Behälter.

Das Getreide, und namentlich der auf Mühlen sehr schwer zu zerkleinernde Mais, wird neuerdings sehr vielfach im ungemahlten Zustande verarbeitet und statt dessen durch Kochen und Dämpfen unter hohem Drucke der Wirkung der Diastase zugänglich gemacht. Da wo dies geschieht, kommen selbstverständlich die Mühlen in Wegfall.

2. Apparate zur Malzzerkleinerung. Das Malz wird in den Brennereien fast ausschließlich im frischen Zustande, feucht, mit Wasser durchdrungen, als Grünmalz verwandt. In dieser Form ist es auf gewöhnlichen Mühlen nicht zu zerkleinern, weil es durch seine klebrige Beschaffenheit die Steine verschmieren würde. Man bewirkt daher die Zerkleinerung entweder durch Zerdrücken zwischen eisernen Walzen in Malzquetschen, oder wirksamer durch Zermalmern unter Zusatz von Wasser in Centrifugalmühlen, in Malzmilchapparaten.

a) Malzquetschen. Eine vorzügliche Construction dieser Apparate, von der Fabrik Bartels u. Co. in Halberstadt, ist in Fig. 26 u. 27 im Längen- und Querschnitt dargestellt. A und B sind zwei eisernen Walzen, zwischen denen das Malz zerquetscht wird. Die letztere ruht mit ihren Achsen in den festliegenden Lagern *z* und wird durch die Riemenscheibe *h* durch einen Triebriemen *kk* in Umdrehung versetzt. Zur Regulirung der Bewegung ist an dem anderen Ende der Welle ein in der Zeichnung nicht sichtbares Schwungrad angebracht. Die Walze B ist größer als A, wodurch ihre Leistung bedeutend erhöht wird. Die Achsen von A ruhen in den Lagern *f*, die aber nicht feststehend, sondern beweglich sind, sie gleiten in eisernen Rinnen und können mehr oder weniger nachgeben, je nachdem man die Schraube *d* fester anzieht oder loser stellt. Diese Schraube wirkt auf eine Spiralfeder, gegen welche die Stange *e* mit

dem einen Ende drückt, während das andere Ende dieser Stange eine Platte trägt, die gegen die Lager gerichtet ist. Je nachdem man die Feder mehr oder weniger zusammendrückt, haben die Lager größeren oder geringeren Spielraum. Man erreicht dadurch den Vortheil, daß die Lager sehr wenig abgenutzt werden, da ein übermäßiger Druck auf dieselben, durch Anhäufung größerer Mengen von Malz zwischen den Walzen verursacht, ganz vermieden wird.

Der Kasten *a* dient zur Aufnahme einer größeren Menge von Malz, welches durch einen Arbeiter in klei-

nen Portionen in den Kumpf *b* geschoben wird. Von dort gelangt es zwischen die beiden Walzen und fällt durch die Rinne *c* als eine lockere, wollige Masse in einen davor stehenden Behälter. Bei der klebrigen Beschaffenheit des Grünmalzes bleibt ein großer Theil desselben an den Walzen hängen. Um diesen zu beseitigen, ist an jeder derselben ein Messer *g* angebracht, welches so breit wie die Walze ist und fest gegen dieselbe drückt, so daß es Alles, was daran hängen geblieben ist, abschabt.

Bei den beweglichen Lagern der Walze *A* hat man es ganz in seiner Gewalt, das Malz so fein oder grob

Fig. 26.

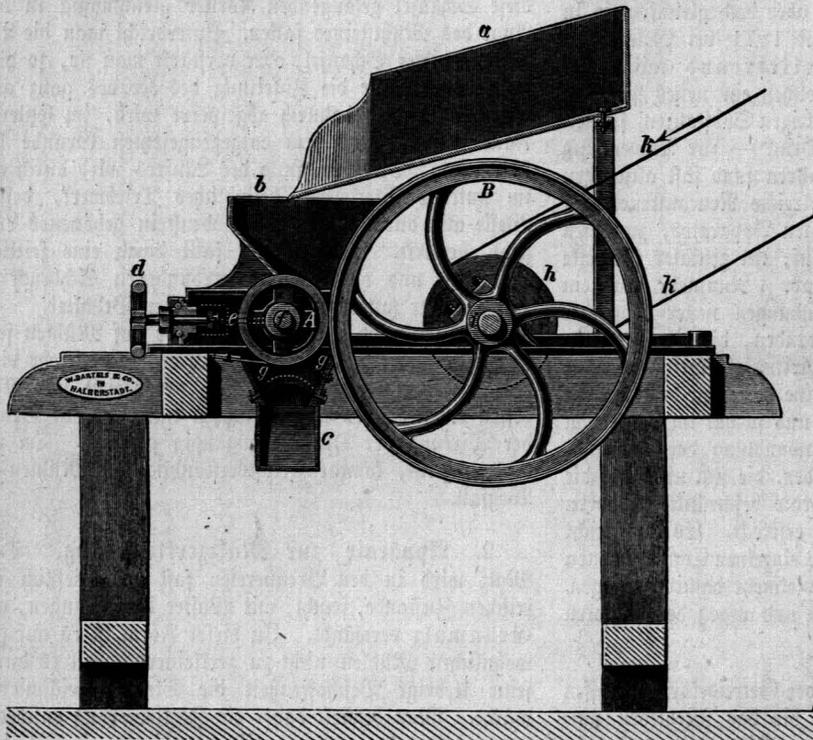
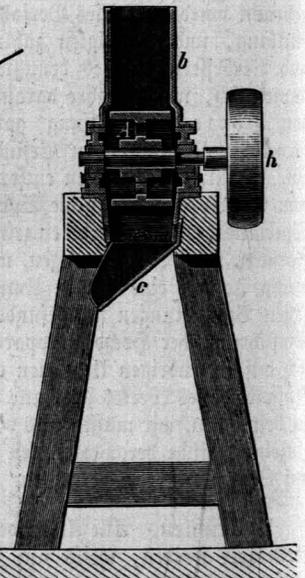


Fig. 27.



zu zerdrücken, wie man will. Durch starkes Anziehen der Schraube *d* wird die Walze *A* fester gegen *B* gedrückt und also der Druck, welcher auf das Malz ausgeübt wird, vermehrt.

b) Malzmilchapparate. Diese in neuerer Zeit vielfach angewandten Apparate gestatten eine sehr gründliche Zerkleinerung des Malzes, wodurch nicht allein die Diastase besser verwerthet, sondern auch jedes Stärkemehlkörnchen frei gelegt wird. Fig. 28 giebt eine äußere Ansicht derselben nach Construction von C. G. Bohm in Frederksdorf.

Das zu zerkleinernde Malz wird mit der erforderlichen Menge von kaltem oder warmem Wasser in den Behälter *A* geschüttet, nachdem von der Riemenscheibe *R* die Centrifugalmühle *B* in Thätigkeit gesetzt ist. Letztere besteht aus einem feststehenden Gehäuse, dessen aus Hartguß geformter Mantel an seiner Innenseite mit scharfen Rippen versehen ist. Auf der durch die Riemenscheibe in sehr rasche Rotation versetzten Welle sitzt im Inneren

des Gehäuses ein gerippter Conus. Ein Rohr *f* verbindet den Behälter mit dem Innenraume des Gehäuses der Mühle, und durch diesen gelangt die Mischung von Malz und Wasser zwischen die mahlenden Rippen, wird hier zerkleinert und durch das Rohr *b* und *c* und durch das geöffnete Ventil *v* und das Rohr *d* in den Behälter *A* zurück befördert. Die Masse passirt so lange durch die Mühle, bis sie keine unzertrümmerten Theile mehr wahrnehmen läßt. Alsdann wird das Ventil *v* geschlossen und das andere an dem Zweigrohr *c* befindliche Ventil *v'* geöffnet, worauf die fertige Malzmilch durch das Rohr *f* entweder in den Maischapparat oder zum Hefenbottich geleitet wird. Nach der Entleerung wird der Apparat gut mit Wasser ausgespült, wobei man zweckmäßig durch das Rohr *a* Dampf zuströmen läßt.

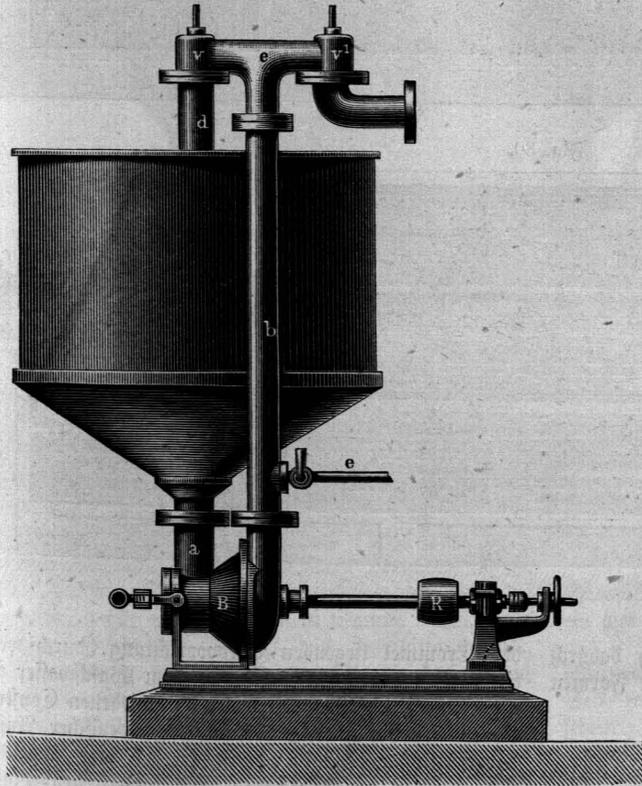
3. Kartoffelwaschmaschinen. Den Kartoffeln hängt, sowie sie aus den Wieten genommen werden,

eine Menge von Erde, Schmutz, Steinchen an, von denen sie vor der weiteren Verarbeitung zu befreien sind. Dazu dienen Waschmaschinen, von denen man zwei verschiedene Constructionen unterscheiden kann, Trommelwäschen und Trogwäschen.

a) Trommelwäschen. Eine solche Waschmaschine, nach einer Zeichnung von W. Bartels u. Co. in Halberstadt, ist in Fig. 29 bis 31 (a. f. S.) dargestellt.

Sie besteht aus einer großen hölzernen Kufe, die durch eine Scheidewand in zwei ungleich große Räume A und A' getheilt ist. Ueber derselben ruht die Welle bb in drei Lagern *ccc*. Die Welle kann durch die

Fig. 28.



Niemenscheibe *a* in Umdrehung versetzt werden. *e* ist ein Hebel, mittelst dessen der Anker *d*, der in der Längsrichtung der Welle gleitet, sich aber nicht um dieselbe drehen kann, in zwei entsprechende Nuten der Trieb-
scheibe eingeschoben oder aus denselben gelöst werden kann. Ist der Anker gelöst, so dreht die Scheibe sich frei um die Welle, die letztere steht daher still, beim Eingreifen des Ankers wird die Welle mit der Scheibe in Drehung versetzt.

Auf dem Theile der Welle, welcher über der kleineren Abtheilung der Kufe liegt, sind sechs Doppelarme *BB* spiralförmig aufgezogen. Der längere Theil der Welle trägt die Waschtrommel *C*, die entweder aus durchlöcher-
tem Eisenblech oder aus Holzstäben gefertigt ist. Die Stäbe liegen höchstens 7 bis 8 mm von einander entfernt, so daß keine Kartoffeln durch die Zwischenräume fallen können.

Die Kufe wird zu Anfang des Waschens etwa halb mit Wasser gefüllt, die Kartoffeln werden alsdann in kleinen Portionen in die Abtheilung *A'* gebracht, in der sie sogleich von den Armen *B* ergriffen und in dem Wasser umhergeworfen werden, wodurch der größte Theil des Schmutzes abgerieben wird. Da die Kartoffeln stets im Schwimmen erhalten werden, so fallen die ihnen beigemischten Steine im Wasser zu Boden. Die größten derselben sammeln sich auf dem durchlöcher-
ten Boden *g*, alle feineren gelangen in den unteren Theil des Behälters *f*, der ein Reservoir für den Schmutz bildet. Durch den Boden *g* wird die Bewegung der Flüssigkeit in *f* gehemmt, es können sich daher hier alle schwereren Theile des Schmutzes, Sand u. dergl. ablagern, wodurch bedeutend an Wasser gespart wird, indem dieses dadurch verhältnißmäßig rein bleibt.

Die so schon vorgewaschenen und von Steinen befreiten Kartoffeln werden durch die spiralförmige Stellung der Arme *B* über den Ausschnitt der Scheidewand, der in Fig. 31 deutlich sichtbar ist, in die eigentliche Waschtrommel *C* getrieben und gelangen, bei dem ununterbrochenen Nachschieben frischer Kartoffeln durch die Arme *B*, nach und nach bis an das entgegen-
gesetzte Ende. Durch die Drehung der Trommel rollen sie beständig über einander und reiben sich gegenseitig den Schmutz ab, bis sie, bei *h* angekommen, von einer Schöpfvorrichtung ergriffen und bei der jedesmaligen Umdrehung entweder auf eine daneben befindliche schiefe Ebene oder in Körbe geworfen, um von dort zum Dämpf-
faß geschafft zu werden. Zweckmäßig bringt man unmittelbar über der Stelle, wo die Kartoffeln die Waschtrommel verlassen, ein continuirlich fließendes Wasser-
rohr an, um die Kartoffeln zuletzt noch einmal abzuspülen und um die Kufe mit frischem Wasser zu speisen. Das schmutzige Wasser fließt da ab, wo die Kartoffeln ein-
getragen werden.

Zum Reinigen der Kufe und zum Ab-
lassen des schmutzigen Wassers sind drei durch hölzerne oder eiserne Platten und Nügelverschraubungen zu verschließende Oeffnungen vorhanden, und zwar die eine in der Abtheilung *A*, eine am Boden von *A'* und eine unmittelbar über dem durchlöcher-
ten Boden *g*. Je häufiger man das Wasser ganz abläßt und je stärker man es während des Waschens zufließen läßt, um so besser werden die Kartoffeln gereinigt werden.

Die Bewegung des Apparates darf nicht zu schnell sein, damit die Kartoffeln nicht beschädigt werden. Acht bis zehn Umdrehungen pro Minute genügen vollkommen, um eine gründliche Reinigung herbeizuführen.

Bei manchen Wäschen findet man den Steinfänger von der Waschtrommel getrennt, und zwar kommen die Kar-
toffeln erst in diesen, nachdem sie schon gewaschen sind.

Alle Theile des Apparates, welche hier von Holz angefertigt sind, lassen sich eben so gut von Eisen con-

struiren. An die Stelle der großen Rufe tritt dann ein aus leichten eisernen Stäben, die Arme des Stein-
Halbcylinders von Blech, der Mantel der Trommel wird fängers aus kurzen eisernen Stangen gebildet. Durch
Fig. 29.

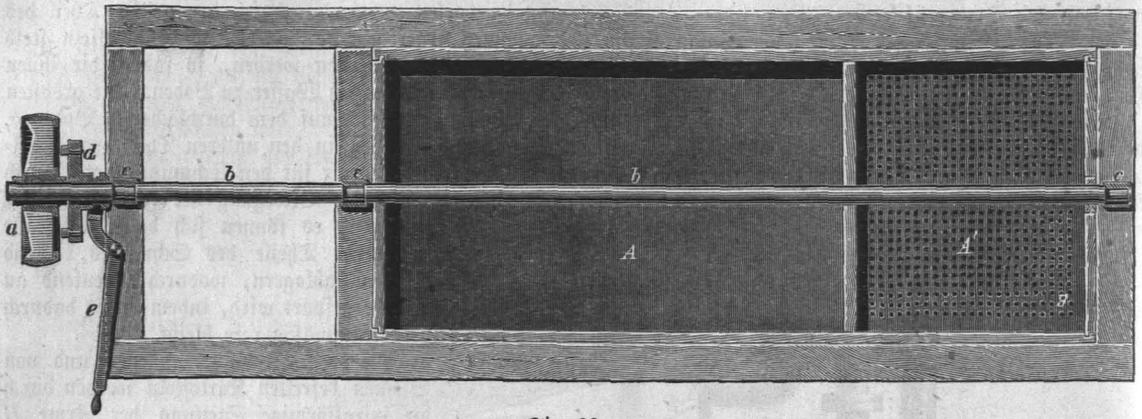
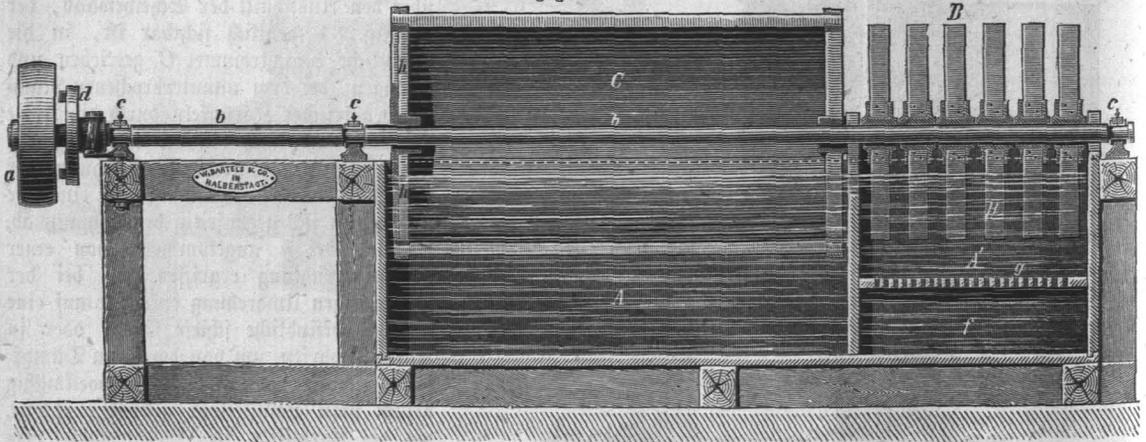
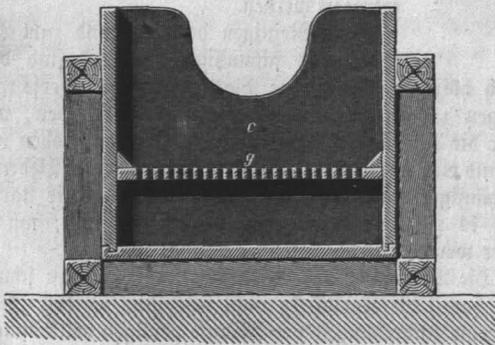


Fig. 30.



das geringere Volum der Eisentheile läßt sich dadurch der Apparat compendiöser und von gefälligeren Formen herstellen.

Fig. 31.



b) Trogwäschen. Bei dieser Art der Waschmaschinen hat man die große, schwerfällige Trommel beseitigt und bewirkt die Bewegung der Kartoffeln im Waschtroge ausschließlich durch eine Armwelle. Zweckmäßig verbindet man die Welle mit einer, außerhalb

der Trommel liegenden Siebvorrichtung, durch welche ein großer Theil des Schmutzes dem Washwasser fern gehalten wird. Von den vielen verschiedenen Constructionen sei die in Fig. 32 in perspectivischer Ansicht dargestellte von Eckert in Berlin hier angeführt. Darin ist A der Waschtrog, aus gußeisernen Platten zusammengeschraubt. B die mit den Armen C garnirte Welle, welche durch die Riemenscheibe R in Umdrehung versetzt wird. Die Kartoffeln werden auf den schrägen Kofel D geworfen, durch dessen Zwischenräume ein Theil des Schmutzes abfällt, gelangen von hier in den aus Eisenstäben gebildeten, auf der Triebwelle befestigten Siebkorb E und werden durch eine Fangvorrichtung durch die in der Endplatte angebrachte Oeffnung F in den Waschtrog befördert. Hier werden sie von den Armen C ergriffen, im Wasser bearbeitet und dabei durch die Spiralstellung der Arme dem entgegen gesetzten Ende des Troges zugeführt, wo sie durch Fangkörbe G ausgeworfen werden. Der sich am Boden sammelnde Schlamm wird von Zeit zu Zeit durch ein Mannloch entfernt.

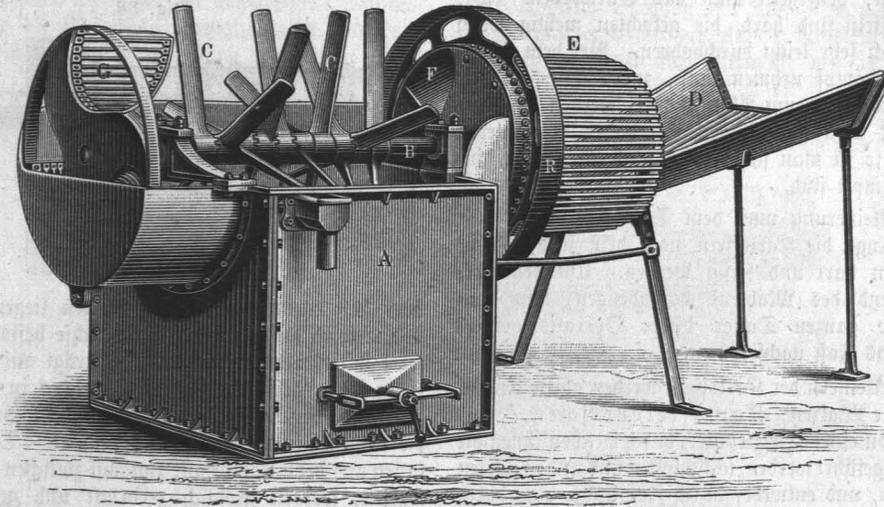
Eine sehr zweckmäßige automatisch wirkende Vorrichtung zur Beseitigung des Schlammes ist von Lienz

haas u. Hülsenberg in Freiberg erdacht, D. R.-P. 31 078. Bei dieser ist am Boden des Waschtroges ein Ventil angebracht, welches durch Uebersetzungsrichtungen so mit der Armwelle in Verbindung steht, daß es jedesmal für einen Moment geöffnet wird, wenn die Welle 50 Umdrehungen gemacht hat. Der am Boden befindliche Schlamm stürzt dabei in eine unter dem

Ventil liegende Schleuse und wird ohne großen Wasserverlust fortgespült, da das Ventil sich sofort wieder schließt.

4. **Vorrichtungen zum Dämpfen und Zerkleinern.** Die Diastase wirkt nur auf völlig frei liegende, nicht mehr in Zellen eingeschlossene Stärke-

Fig. 32.



mehlkörner. Es ist daher Bedingung eines erfolgreichen Betriebes, daß möglichst jede einzelne Zelle des zu verarbeitenden Materials, speciell der Kartoffeln, zerstört werde, um die Stärkekörner von jeder Umhüllung frei zu machen. Ferner wirkt die Diastase auch nur auf Stärkemehl, welches bei hoher Temperatur Wasser imbibirt hat und dadurch in seinem Baue desorganisiert ist. Beide Zwecke erreicht man zugleich, indem man die Kartoffeln kocht, durch Erhitzen in Dampf. Bei dieser Erhitzung liefert der Zellsaft das Imbibitionswasser. Das Stärkemehl schwillt dabei so weit auf, daß es den ganzen Innenraum der Zelle erfüllt. Die Zellmembran wird dabei in ihrem Zusammenhange gelockert und läßt sich dann leicht zertrümmern. Das Dämpfen wird auf zwei verschiedene Weisen ausgeführt. Entweder, nach dem alten Verfahren, werden die Kartoffeln im Dämpffasse, durch vom Kessel zuströmenden Dampf, ohne Druck, gekocht und alsdann zwischen Walzen zerdrückt, oder sie werden, nach dem neueren Verfahren, unter starker Dampfspannung gedämpft und dann unter vollem Drucke aus dem Apparate entleert, wobei die Zerkleinerung ohne weiteres Zutun erfolgt.

Nach welchem Verfahren man auch arbeite, so ist die Aufstellung der Apparate so anzuordnen, daß der Betrieb möglichst vereinfacht wird. Die Kartoffelwäsche befindet sich am zweckmäßigsten zu ebener Erde, um das nöthige Wasser möglichst wenig hoch heben zu brauchen. Von der Wäsche werden die Kartoffeln mittelst eines Ketten-Elevators in das obere Stockwerk des Gebäudes in einen, auf einer Wage stehenden Kasten von genügender Capacität, um die in einer Operation zu verarbeitenden Kartoffeln fassen zu können, gehoben. Nach

dem hier das beabsichtigte Quantum durch Wägung festgestellt ist, gelangen die Kartoffeln in den Dämpfapparat, der seinerseits hoch genug steht, um das gedämpfte Material auf die Quetschwalzen und von diesen in den Maischapparat fallen zu lassen. Letzterer befindet sich meist wieder im Erdgeschoß.

a) Die älteren Apparate. Die Einrichtung des Dämpffasses bedarf kaum einer Beschreibung. Es ist ein aus starken Dauben gefertigtes hohes Faß oder ein aus Kesselblech gefertigter Cylinder, oben mit einer verschließbaren Oeffnung zum Einfüllen, unten an der Seite mit einer ähnlichen Oeffnung zum Entleeren versehen. Am Boden steht, schräg gegen die Oeffnung geneigt, ein Lattenrost, der das Herausfallen der Knollen befördert. Unter demselben, also an der der Oeffnung entgegengesetzten Seite des Fasses, ist ein Rohr angebracht, durch welches das durch die kalten Kartoffeln aus dem Dampfe condensirte Wasser abfließt. Dieses Rohr läßt man zweckmäßig etwa 1 m tief in Wasser tauchen; es wird dadurch erreicht, daß die Dämpfe nicht ganz frei entweichen können, sondern unter schwachem Drucke auf die Kartoffeln wirken, wodurch das Garlochen befördert wird. Die untere Oeffnung wird am besten durch eine kleine Thür, die obere durch einen Deckel verschlossen; beide werden durch Bügelschrauben festgehalten. Der Dampf tritt meistens durch ein in der Mitte des Fasses mündendes Rohr ein, steigt zwischen den Kartoffeln in die Höhe, wird aber, da er hier nicht entweichen kann, wieder herabgedrückt und findet endlich einen Ausweg durch das am Boden befindliche Abflußrohr des Wassers. Anfangs werden die Dämpfe vollständig verdichtet, erst später, wenn der ganze Inhalt

des Fasses auf die Temperatur des Dampfes erhitzt ist, kann ein Theil entweichen. An dem ausströmenden Dampfe erkennt man daher die Gare der Kartoffeln. Um hierfür noch eine Controle zu haben, ist dicht über dem Boden ein kleines Spundloch angebracht, welches während des Dämpfens mit einem Zapfen verschlossen ist. Je nach dem Widerstande, welchen die Kartoffeln einem durch diese Oeffnung eingebrachten spitzen eisernen Stabe leisten, beurtheilt man das Garwerden. Die rohen Kartoffeln sind hart, die gekochten mehlig weich und lassen sich sehr leicht durchbohren. Bei dem Wege, welchen der Dampf nehmen muß, zuerst aufwärts steigend, dann abwärts zum Abzugsrohre, werden die Kartoffeln zuerst oben gar; zeigen sich daher die unteren ganz weich, so ist man sicher, daß auch die oberen hinreichend gedämpft sind.

Die Zerkleinerung muß dem Dämpfen unmittelbar folgen, so lange die Kartoffeln noch heiß sind, da sie beim Erkalten hart und seifig werden. Um dem Erkalten während des Mahlens vorzubeugen, läßt man während der ganzen Dauer dieser Operation etwas Dampf in das Faß nachströmen.

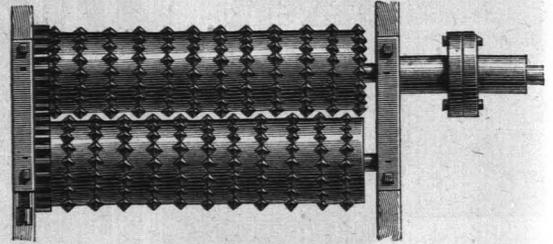
Zum Zerkleinern der Kartoffeln werden glatte eiserne, hohl gegossene Walzen, Kartoffelquetschen, angewandt, die von einem Holztrichter, durch welchen ihnen die Kartoffeln zugeführt werden, umschlossen sind und in starken Lagern ruhen, und entweder durch Zahnräder oder durch Treibriemen in Bewegung gesetzt werden. Selbst bei dem sorgfältigsten Waschen und bei Anwendung des Steinfrägers ist es nicht zu vermeiden, daß einzelne Steinchen den Kartoffeln beigemischt bleiben. Kommt ein solcher Stein zwischen die Quetschen, so können zwei Eventualitäten eintreten. Bei der ersteren günstigeren wird der Stein nicht sehr hart fein und wird zwischen den Walzen mit einigem Kraftaufwande zu Pulver zerdrückt, worauf Alles seinen guten Gang geht. Bei der zweiten kann aber der Stein so hart sein, daß die Kraft der Maschine nicht ausreicht, ihn zu zertrümmern, der Widerstand, den er auf den ganzen Apparat ausübt, wird so groß, daß schließlich ein Zahn des Triebrades ausbricht und die Arbeit unterbrochen werden muß. Hat man dann nicht ein Reserverad vorrätzig, so kann die Bremmerei eines Steinchens wegen wochenlang zum Stillstande gezwungen werden. Diese Gefahr läßt sich vermeiden, indem man die Walzen nicht fest lagert, sondern die Lager in Schlitten beweglich macht und sie durch belastete Hebel oder starke Federn, wie bei der Malzquetsche (Fig. 26), in ihrer richtigen Stellung erhält. Bei dieser Einrichtung, die ganz selbstregulirend ist, werden die Lager durch den Druck eines zwischen die Quetschen gekommenen Steines für einen Augenblick zur Seite geschoben, so daß der Stein zwischen den Walzen hindurchfallen kann. Sobald dieser Druck überwunden ist, werden die Lager durch die Hebel wieder einander genähert und in ihre richtige Stelle gebracht.

Abbildungen der Quetschwalzen werden S. 417 u. 423 in Verbindung mit den Maischvorrichtungen gegeben werden.

Gut gekochte und gesunde Kartoffeln lassen sich sehr leicht zwischen den glatten Walzen zerquetschen. Schwie-

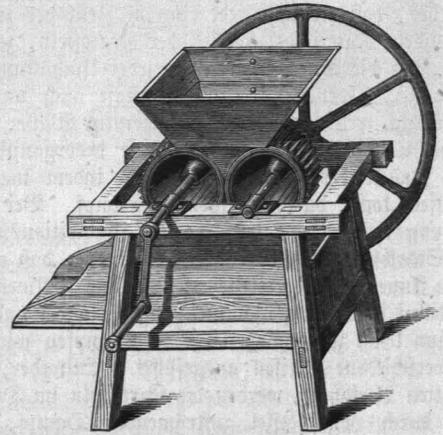
riger ist es, faulige oder solche Kartoffeln zu verarbeiten, die durch Zufall oder Nachlässigkeit nicht genügend gedämpft sind. Diese sind zu glatt, um von den Walzen gleichmäßig ergriffen zu werden. Man ist dann genöthigt, sie durch Stampfen zwischen die Walzen zu bringen, eine mühsame Arbeit, die durch Anwendung von Vorbrechwalzen vermieden werden kann. Es sind dies zwei Stachelwalzen (Fig. 33), die unmittelbar

Fig. 33.



über den eigentlichen Quetschwalzen liegen. Die eine Walze wird durch ein auf ihrer Achse befindliches Triebwerk in Umdrehung versetzt. Sie trägt auf dem anderen Ende ihrer Achse ein Zahnrad, welches in ein ähnliches Zahnrad der zweiten Walze eingreift und dieser so die entgegengesetzte Bewegung ertheilt. Die Kartoffeln fallen aus dem Dämpffasse zunächst zwischen diese Stachelwalzen, werden gröblich zerdrückt und gelangen dann

Fig. 34.



zwischen die glatten Walzen. Die Vorbrechwalzen finden weniger Verwendung, als sie es verdienen. Man hört häufig Klagen über ungleichmäßige Zerkleinerung der Kartoffeln durch das Quetschwerk und in Folge dessen über schlechte Beschaffenheit der Maischen, Klagen, welche zum großen Theile durch die so leicht zu beschaffende Vorbrechwalze zu beseitigen sein dürften.

Für kleinen Betrieb verwendet man hier und da noch Walzen, die aus scharfkantigen, dicht neben einander liegenden Eisenstäben gebildet sind. Sie sind unter dem Namen Braunfelfer Kartoffelmühlen bekannt und in Fig. 34 dargestellt. Diese können aber nie eine so feine Zerkleinerung der Kartoffeln herbeiführen, wie die dicht an einander liegenden glatten

Walzen. Da eine möglichst feine Zertheilung der Kartoffeln aber wesentliches Bedingniß zur Erzielung einer guten Maische ist, so wird man immer den glatten Walzen den Vorzug geben.

Eine andere Vorrichtung, die ebenfalls für den Kleinbetrieb berechnet ist, ist von Siemens-Hohenheim konstruirt. Bei dieser sind die Quetschwalzen durch eine sich in einem trichterförmigen Gehäuse drehende, dem Schlick'eisen'schen Thonschneider nachgebildete Schraube ersetzt, welche die Kartoffeln zermalmt und das Feine durch kleine, in der Trichterwandung angebrachte Löcher hindurchpreßt. Da der Betrieb dieses Apparates ein langsamer ist und dadurch die Kartoffeln leicht abkühlen, so läßt Siemens gleichzeitig eine geringe Menge Malz-

flüssigkeit (0,5 kg Malz auf 100 kg Kartoffeln) zufließen, wodurch dem Hartwerden der Kartoffeln vorgebeugt wird.

Das Nähere dieser Einrichtung zeigt Fig. 35 im Längendurchschnitt und Fig. 36 (a. f. S.) in einem verticalen Querdurchschnitt.

A ist das Kartoffeldämpfpaß. B der Trichter oder Conus, worin die Verkleinerung mittelst der Schraubenflügel a durch Drehung der Achse b erfolgt. Der liegende Cylinder C mit der Achse c dient zur Vermischung der durchgeriebenen Kartoffelmasse mit dem aus D zugeleiteten Malzextracte. E ist der Maischapparat.

Das Kartoffeldämpfpaß A wird mit Ausnahme der eisernen Böden aus starkem Lerchenholz hergestellt. Das

Fig. 35.

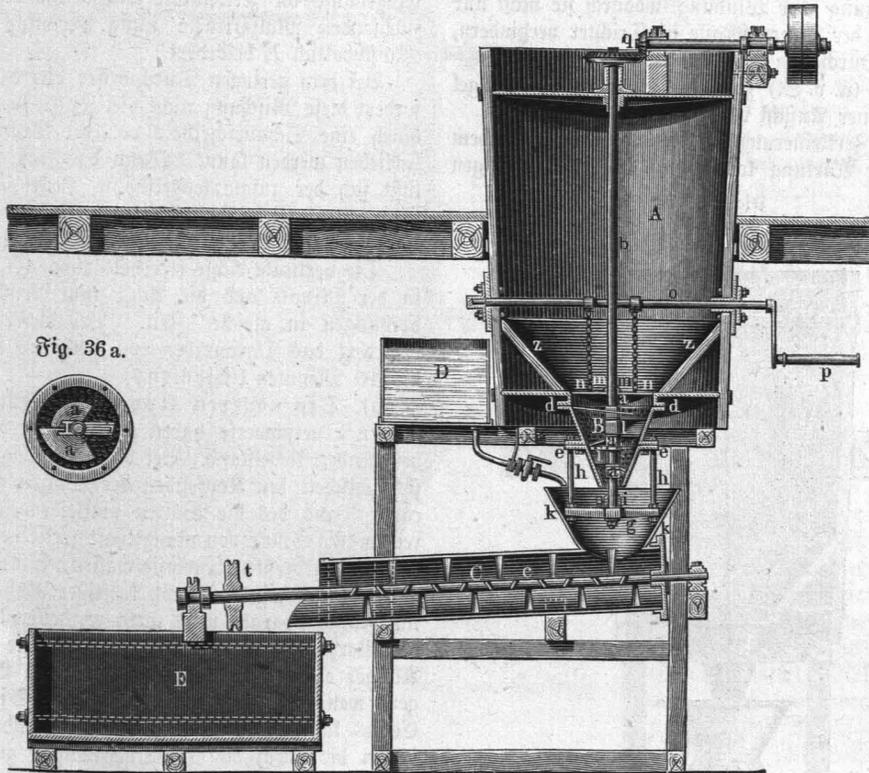


Fig. 36 a.

Paß muß womöglich oben weiter sein als unten, weil man dadurch ein größeres Quantum von Kartoffeln beim Dämpfen trockener erhalten kann, wodurch dieselben bei der Zerkleinerung vollständiger zerfallen oder pulverisiren. Aus demselben Grunde ist auch das Dampfzuleitungsrohr in den oberen Theil des Fasses zu leiten, hier kann die Zuleitung durch den Gußboden dauerhaft dicht hergestellt werden. Der untere Boden erhält eine größere Oeffnung mit einem Bordkreuze dd, mit welchem der Siebtrichter mittelst Schrauben oder einfacher an drei Stellen durch einen Bajonettverschluß verbunden wird; er ist dann durch eine einfache Rückwärtsdrehung leicht abzunehmen und wieder hinreichend fest zu verbinden. Der Conus ist von Gußeisen und seine 7 mm weiten Oeffnungen nach außen auf 15 mm erweitert. Derselbe wird zur leichteren Reinigung aus zwei Theilen

hergestellt, je mit einem Bord ee, die gleichfalls wie der obere Theil mit einem Bajonettverschluß zu verbinden sind. Die Handgriffe ff dienen zur leichteren Drehung des unteren Theiles, wenn dieser zum Behufe der Reinigung abgenommen wird. Die untere Oeffnung des Conus ist um 5 cm weiter als der Durchmesser der durchgehenden Achse b. Durch den Stellring i läßt sich diese Oeffnung mehr oder weniger schließen.

Die Achse b ruht unten auf dem Traversstück oder Bügel g, welches von den beiden Säulen hh getragen wird. Diese sind mit dem unteren Rande oder Bord des oberen Theiles vom Conus verbunden.

Zu dieser Verbindung erhält jener Rand zwei vorstehende Lappen. Die Achse b hat unten einen Zapfen, welcher durch die Oeffnung im Bügel g reicht und unten mit einer Schraube versehen ist. Da der Widerstand

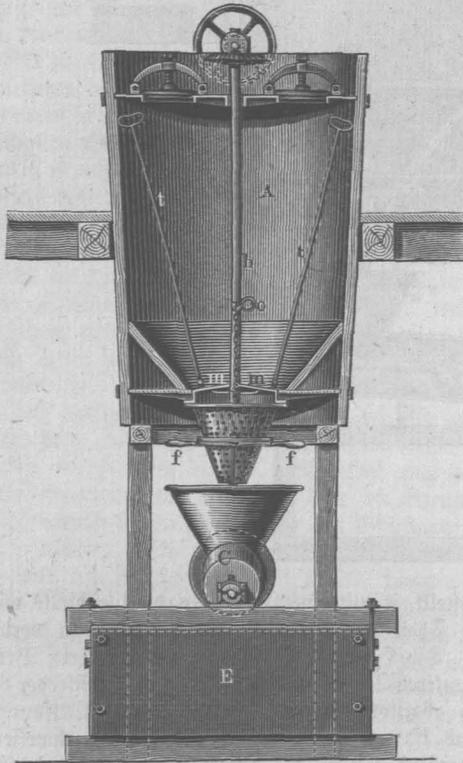
die Achse nach oben drückt, so erhält die Schraube hier eine Messingunterlage. Uebrigens vermindert das Gewicht der Achse und der Quetschflügel diesen Druck nach oben größtentheils, so daß die untere Verbindung der Achse nicht viel zu leiden hat und deshalb keiner festeren Unterstützung bedarf. Die Schraubenmutter *kk* an den Säulen oder Trägern *hh* lassen die Achsenhöhe und damit die Entfernung der Quetschflügel vom Conus beliebig stellen.

Um das Durchquetschen der zerkleinerten Kartoffeln zu befördern, sind hier in dem Conus zwei unbewegliche Flügel *ll* angebracht; sie sind auf der Achse nicht befestigt und ihre Drehung wird durch Vorsprünge oder Zapfen im Trichter verhindert. Diese feststehenden Flügel haben eine den beweglichen Flügeln entgegengesetzte Abschrägung oder Windung, wodurch sie nicht nur eine Drehung der ganzen Masse im Trichter verhindern, sondern den Durchgang derselben wesentlich befördern.

Fig. 36 a (a. v. S.) zeigt die Stellung der Flügel *a* und *l* in einer Ansicht von oben.

Da die Zerkleinerungsvorrichtung erst nach dem Dämpfen zur Wirkung kommt, so ist ein Eindringen

Fig. 36.



von ungekochten Kartoffeln zu vermeiden. Zu diesem Behufe ist über dem Trichter ein aus zwei Theilen bestehender, durch Charniere verbundener Deckel angebracht. Wird derselbe in die Höhe gezogen, so klappen die beiden Hälften nach unten zusammen, wodurch die Oeffnung des Trichters frei wird.

Zum Aufziehen des Deckels erhält dieser oberhalb zwei Ringe oder Desen *nn* zu beiden Seiten der durchgehenden Achse *b*. Diese Ringe werden durch zwei

gleich lange Ketten mit der horizontal durchs Faß gehenden Achse *o* verbunden, so daß sich die Ketten um diese Achse wickeln, wenn dieselbe von außen durch die Kurbel gedreht wird. Auf diese Weise läßt sich der Deckel, selbst wenn das Faß voll ist, in die Höhe ziehen, sobald die Kartoffeln hinreichend gedämpft sind. Durch das Zusammenklappen der beiden Hälften des Deckels kann eine beliebig große Oeffnung hergestellt werden. Man setzt, vor dem Aufziehen, die Achse *b* durch das Triebwerk *g* in Bewegung und zieht den Deckel nach Bedarf weiter auf. Bei der trichterförmigen Auskleidung *rr* im unteren Theile des Fasses entleert sich dieses vollständig.

Sobald das Durchtreiben der Kartoffeln beginnt, fallen diese durch den Kumpf *s* in den Cylinder *c*, dessen Flügelachse die zerkleinerte Masse mit dem aus *D* zuleitenden Malzextracte innig vermischt und in den Maischbottich *E* befördert.

Bei dem geringen Durchmesser dieses Cylinders erfordert diese Mischung nicht viel Kraft, so daß die Achse durch eine Schwurscheibe *t* von der Transmission aus betrieben werden kann. Wenn das Faß völlig geleert, läßt sich der zusammengeklappte Deckel *mm* durch die Stangen *tt* (siehe Fig. 36) von oben trennen und die Oeffnung des Trichters wieder verschließen.

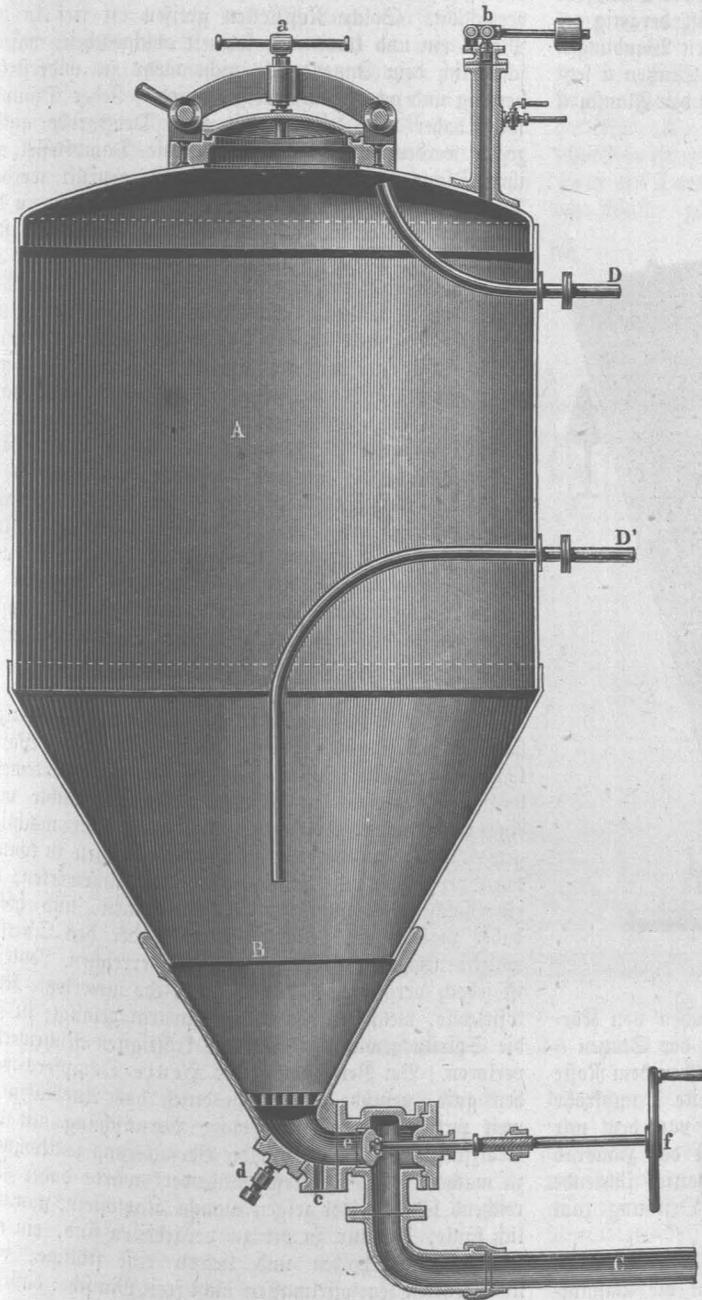
Die verticale Achse *b* erhält etwa 40 Umdrehungen in der Minute und die Achse zum Mischen 120 Umdrehungen in gleicher Zeit. Bei dieser Schnelligkeit erfordert das Durchreiben von 1000 kg Kartoffeln 36 bis 40 Minuten (Siemens).

b) Die neueren Apparate. Die sämtlichen älteren Quetschwerke haben einen in ihrer Construction beruhenden Uebelstand. Bei den Quetschwalzen drängen sich zwischen den Kopfen der Walzen und der verticalen Wand des die Walzen umkleidenden Holztrichters regelmäßig Stücke von mangelhaft zerkleinerten und dicht zusammengepreßten Kartoffelmassen, Schwarten, hindurch, die sich später, trotz kräftiger Nährvorrichtungen im Maischapparate, nicht mehr zertheilen lassen und sich der Verzuckerung entziehen, wodurch die Ausbeute an Alkohol entsprechend vermindert wird. Bei dem übrigens wenig in Gebrauch gekommenen Siemens'schen Conus kann ebenfalls eine Schwartenbildung eintreten, indem die durch die Trichteröffnungen gepreßten Kartoffeln sich zu nudelartigen Fäden zusammendrücken. Die Tendenz der Constructionen aller neueren Apparate geht dahin, diese Schwartenbildung gänzlich zu vermeiden und die Kartoffeln in eine gänzlich homogene, dünnbreitige Masse zu verwandeln, in welcher sich möglichst nicht eine einzige unverletzte Zelle mehr findet. Obgleich wir jetzt eine Menge von verschiedenen Formen von Apparaten haben, so ist doch bei allen das zuerst von Hollefreund angewandte Princip beibehalten worden, und dies besteht, wie oben erwähnt, in einem Dämpfen der Kartoffeln unter hohem Drucke.

Behandelt man die Kartoffeln in einem geschlossenen Behälter mit Dampf von 3 bis 4 Atmosphären Ueberdruck oder von 140 bis 150° C., so nimmt die ganze Masse denselben Druck und dieselbe Temperatur wie der umgebende Dampf an. Der von dem Stärkemehle imbibirte Zellsaft hat dieselbe Temperatur wie der Dampf,

ist also 140 bis 150° C. heiß, wird aber im flüssigen Aggregatzustande erhalten, da er ringsum von gesättigtem Dampfe von gleicher Temperatur umgeben ist. Wird der umgebende Dampf plötzlich entfernt, oder auf eine Spannung gebracht, welche der des Atmosphärendruckes

Fig. 37.



lichen Dampfbildung Veranlassung giebt. Dieser plötzlich und gewaltfam in der Substanz des Stärkemehles und der Zellmembranen sich bildende Dampf treibt durch seine eigene Expansion die einzelnen kleinsten Theilchen aus einander, um so mehr da die äußerst zarten Zellmembranen durch die hohe Temperatur ohnehin schon desorganisiert sind, und verwandelt die Kartoffeln in eine structurlose Masse.

Die Beseitigung des Dampfdruckes wird bei Hollefreund's Apparat durch Ausblasen der gespannten Dämpfe bewirkt, die gedämpfte Masse verbleibt dann in demselben Behälter und wird hier weiter gekühlt und gemaischt. Bei Henze's Apparat wird dasselbe erreicht, indem man die gedämpfte Masse durch ein am Boden befindliches Ventil plötzlich austreten läßt, wobei der Druck sich mit dem der Atmosphäre ausgleicht und eine Zerstäubung der ganzen Kartoffelmasse unter massenhafter Dampfbildung stattfindet. Auf den Hollefreund'schen Apparat werden wir unten bei den Maischapparaten zurückkommen.

Henze's Dämpfer, der nicht allein zum Dämpfen von Kartoffeln, sondern auch zum Kochen von Getreide und Mais unter Hochdruck dient, ist in Fig. 37 u. 38, beides Constructionen von H. Paukisch, Landsberg a. d. Warthe, dargestellt. Derselbe besteht in Fig. 37 aus einem cylindrischen Theile A, an welchen, um das Ausblasen zu begünstigen, ein conischer Theil B angefügt ist. Letzterer verengt sich nach unten und läuft in die Ausblasevorrichtung, von welcher er durch einen aus scharfkantigen Stäben gebildeten Kost getrennt ist, aus. Auf dem oberen Deckel befindet sich das Mannloch a, ferner ein Rohrflutzen mit Sicherheitsventil b und ein Hahnrohr, an welches ein Manometer gesetzt ist. Die Dampfzuleitung erfolgt hier durch zwei Röhren DD'. Das aus dem Dampfe condensirte Wasser wird durch ein an den Stutzen c befestigtes Rohr abgeleitet. Beim Betriebe wird der Apparat mit Kartoffeln gefüllt, das Mannloch geschlossen und Dampf zugeleitet, wobei anfangs das Rohr c geöffnet bleibt, bis hier kein Wasser mehr kommt. Man sperrt darauf den

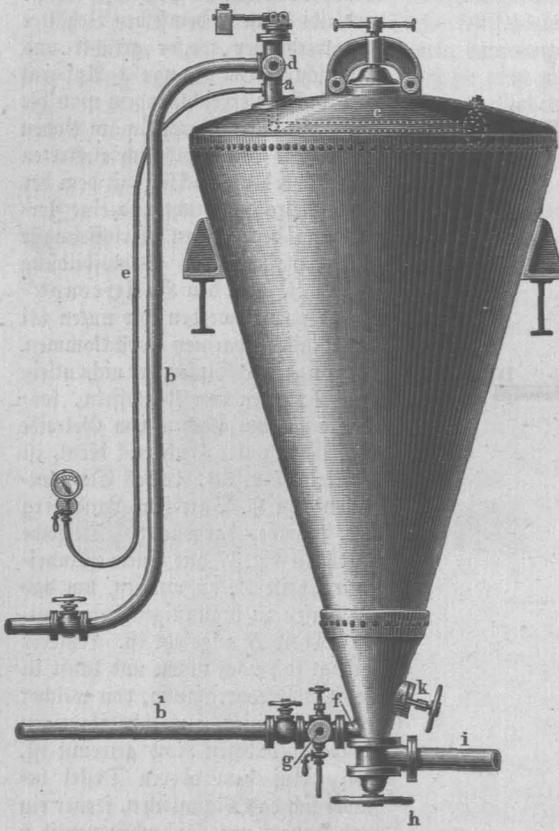
gleichkommt, so ist zwischen die Micellen jedes einzelnen Stärkemehlornes und zwischen die Micellen jeder einzelnen Zellmembran überhitztes Wasser gelagert, welches bei dem verminderten Drucke seine überschüssige Wärme in Spannkraft umsetzt und zu einer reich-

Wasserablauf ab, läßt weiter Dampf zuströmen und erhält den Dampfzufluss in solcher Stärke, daß das bis zu dem beabsichtigten Drucke belastete Sicherheitsventil stets etwas Dampf ausblasen läßt. Ist die Masse genügend gedämpft, so wird durch das Handrad f das Ventil e

bei vollem Dampfdrucke geöffnet, und es wird dann die Kartoffelmasse durch den scharfkantigen Kofz und durch das Rohr C in den Maischapparat getrieben.

Bei der in Fig. 38 dargestellten Construction sind einzelne Abänderungen getroffen. Die Gestalt ist hier ganz conisch gewählt. In den Rohrstützen a tritt das Dampfrohr b ein, welches sich im Inneren des Dämpfers in einem Kranzrohre c fortsetzt. Dies ist derartig geschliffen, daß der ausströmende Dampf den Wandungen des Dämpfers zugeführt wird. An den Stützen a setzt sich ein Wasserrohr an, von welchem nur der Flansch d

Fig. 38.



gezeichnet ist. Dasselbe kommt beim Kochen von Körnern zur Verwendung. Außerdem trägt der Stutzen a das Manometerrohr e. Ein unmittelbar über dem Kofze befindlicher Rohrstützen f nimmt das zweite Dampfrohr b' und das Condenswasser-Abflußrohr, von dem nur der Flansch g gezeichnet ist, auf. h ist das Handrad des Abblaseventils, i das zum Maischbottich führende Abblaserohr und k eine verschließbare Oeffnung zum Abräumen des Kofzes.

An der Dampfzuführung, an der Ausblasevorrichtung, an dem Zertheilungsroste kommen die mannigfachen Abänderungen vor, deren Aufzählung zu weit führen würde.

Bei dem hohen Drucke, welcher in den Apparaten herrscht, liegt die Gefahr von Explosionen nahe, und es sind bereits mehrfach solche Explosionen vorgekommen. Es ist daher bei der Anfertigung mit allergrößter Sorg-

falt zu verfahren und man sollte während des Gebrauches sich häufig davon überzeugen, ob der Apparat nicht schadhast geworden ist. Das Schadhastwerden wird vorzugsweise durch Rostbildung verursacht und diese wird durch Austropfen von Wasser aus nicht ganz dicht schließenden Ventilen, durch Condensation von Wasserdampf an der Oberfläche während des Kaltliegens u. s. w. verursacht. Solche Roststellen greifen oft tief in das Metall ein und können es so weit abschwächen, daß es schließlich dem Innendrucke nicht mehr zu widerstehen vermag und gewaltsam zerrissen wird. Jeder Dämpfer sollte daher von Zeit zu Zeit einer Druckprobe unterzogen werden, auf gleiche Weise wie Dampfessel auf ihre Dichte und Widerstandsfähigkeit geprüft werden. Die Druckprobe wird fast unnötig gemacht, wenn der Dämpfer, wie es vielfach geschieht, um Wärmeverluste vorzubeugen, mit schlechten Wärmeleitern umkleidet ist, da man durch diese verhindert wird, seine Oberfläche beobachten zu können. So nützlich eine Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern in Betreff der Kohlenersparniß ist, so ist sie hier doch am wenigsten zu empfehlen, und zwar einmal aus dem angegebenen Grunde und dann auch, weil ein Feuchtwerden der Umhüllungsmasse des Dämpfers kaum zu verhüten ist. Eine feuchte Umhüllungsmasse ist aber in doppelter Beziehung nachtheilig. Durch ihre poröse Beschaffenheit hält sie die Feuchtigkeit dauernd fest und begünstigt so das Rosten, und außerdem hört jede feuchte Umhüllungsmasse auf, ein schlechter Wärmeleiter zu sein, wird vielmehr zu einem Wärmeverbraucher, indem das aufgesogene Wasser durch den in den Apparat gelassenen Dampf verdunstet wird.

5. Die Maischapparate. Die Maischapparate haben die Bestimmung, die Vermischung der in Wasser löslichen Bestandtheile des Malzes mit dem stärkemehlhaltigen Materiale zu bewirken. Früher glaubte man eine vollkommene Maischung nur durch eine mächtige, gewaltsame Bewegung der Flüssigkeit erreichen zu können man verfuhr deshalb die Apparate mit Rührwerken, die eine solche Bewegung hervorrufen können, und hoffte dabei zugleich eine Nachzerkleinerung der den Quetschwalzen entgangenen Kartoffelmassen zu erreichen. Letzteres ist jedoch vergebliches Bemühen. Jede unverletzte Kartoffelzelle, welche in den Maischapparat gelangt, ist für die Spiritusgewinnung trotz des kräftigsten Rührwerkes verloren. Bei Verwendung des Henze-Dämpfers werden gute, gesunde Kartoffeln durch das Ausblasen so weit zerkleinert, daß eine bloße Vermischung mit der Malzflüssigkeit genügt, um die Verzuckerung vollkommen zu machen. Das leichteste Rührwerk würde daher hinreichend sein. Leider zeigen manche Kartoffeln, namentlich faule, die nur zu oft zu verarbeiten sind, ein abweichendes Verhalten und liefern eine stückige, von unversehrten Kartoffelmassen nicht freie Maische; dasselbe kommt auch leicht, wenn nicht beim Dämpfen sehr vorsichtig verfahren wird, bei der Verwendung von Körnern, speciell von Mais vor. Um diese unzerkleinert gebliebenen Theile auszunutzen, bringt man in den neueren Maischapparaten statt der Rührwerke Mahlvorrichtungen an, welche alle vorhandenen Klumpen zertheilen

und die Maische in einen dünnen homogenen Brei zu wandeln.

a) Ältere Maischapparate mit Rührwerk. Fig. 39 giebt einen Durchschnitt und Fig. 40 (a. f. S.) eine obere Ansicht einer Maischmaschine mit Kartoffelquetsche, nach Zeichnungen der Fabrikanten W. Bartels u. Co. in Halberstadt.

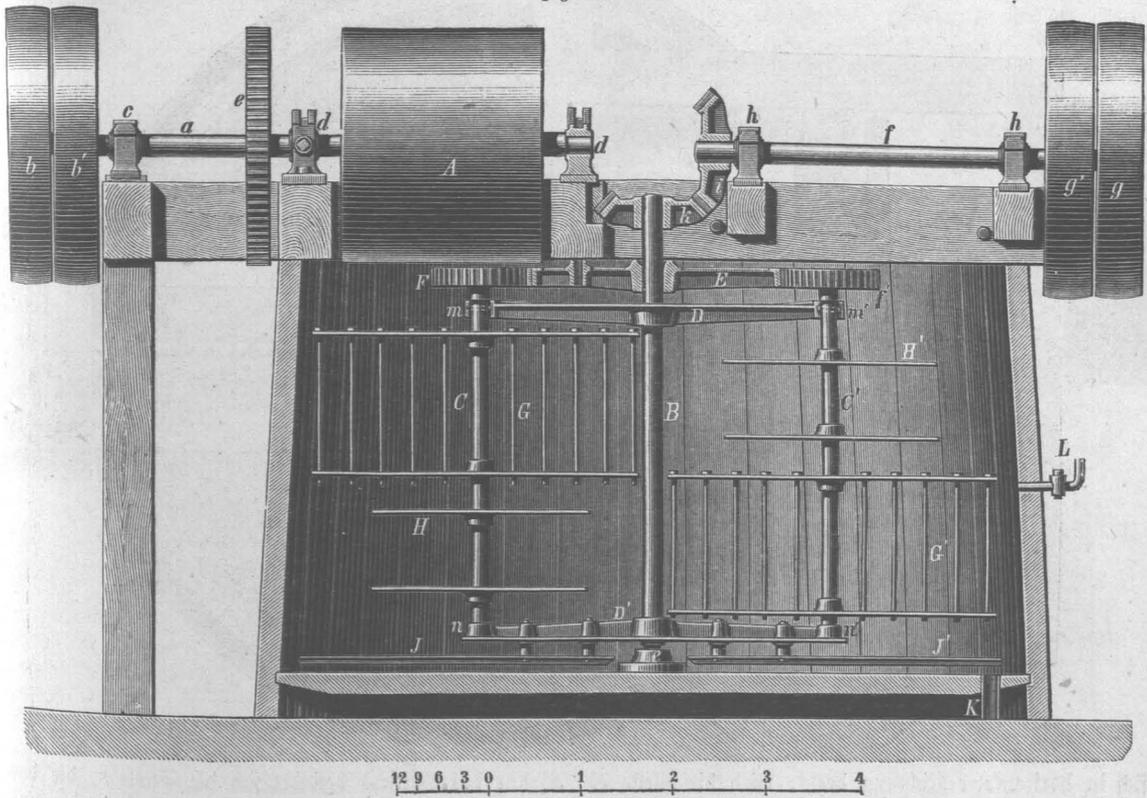
Die Kartoffelquetsche liegt auf einem starken Balkengerüst oberhalb des Maischbottichs und ist unabhängig von dem Bewegungsmechanismus des letzteren.

Die eisernen, hohl gegossenen, auf ihrer Oberfläche glatt abgedrehten Quetschwalzen sind mit AA' bezeichnet. Sie erhalten ihre Bewegung durch einen Laufriemen und die Triebseibe b ; die Leerseibe b' , welche sich frei um die Achse der Walze dreht, nimmt den Riemen

beim Stillstande des Apparates auf. Die Achse a der Walze A ruht in den drei Lagern cdd , die Achse der Walze A' in den verschiebbaren Lagern $d'd'$, durch deren Stellung die beiden Walzen einander mehr oder weniger genähert werden können. Auf den Achsen der beiden Walzen sind die Zahnräder ee' aufgezogen, welche die von der Riemenscheibe der Walze A ertheilte Drehung in entgegengesetzter Richtung auf die Walze A' übertragen.

Der Maischbottich ist ein runder, hölzerner, aus starken Bohlen gefertigter Behälter, in dessen Boden das Rohr K , welches außerhalb durch ein Ventil verschließbar ist, zum Ablassen der Maische, und durch dessen Seite ein Dampfrohr L und ein ähnliches zum Zulassen von Wasser geht. Die Hauptwelle B wird durch die

Fig. 39.



Triebseibe g in Umdrehung versetzt, indem die Bewegung von g , deren Leerseibe g' ist, durch die in den Lagern hh ruhende Welle f auf das conische Rad i und von diesem auf das Rad k , welches auf der Welle B befestigt ist, übertragen wird. Die Hauptwelle B geht durch den Mittelpunkt des durch Verschraubungen an dem Gebälk befestigten und also feststehenden Rades E und dreht sich in der Lagerbüchse e .

Auf der Welle B sind zwei Arme DD' befestigt, von denen D an seinen beiden Enden die Büchsen m und m' und D' die beiden Lagerbüchsen nn' trägt, in denen sich die Nebenwellen CC' drehen. Diese Nebenwellen tragen an ihrem oberen Ende Zahnräder Ff' , die in das feststehende Zahnrad E eingreifen. Durch

die Arme DD' erhalten demnach die Nebenwellen dieselbe Bewegung wie die Hauptwelle B . Aber durch den Eingriff der Räder Ff' werden die Nebenwellen um ihre eigene Achse gedreht und zwar mit einer weit größeren Geschwindigkeit als die Hauptwelle. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Hauptwelle und den Nebenwellen steht in demselben Verhältnisse, wie die Zahl der Zähne an den Rädern F und f' zu der Zahl der Zähne des Rades E . Ist z. B. die Zahl der Zähne des Rades E viermal so groß wie die des Rades F , so wird die Welle C vier Umdrehungen in derselben Zeit machen, in welcher die Welle B sich nur einmal dreht.

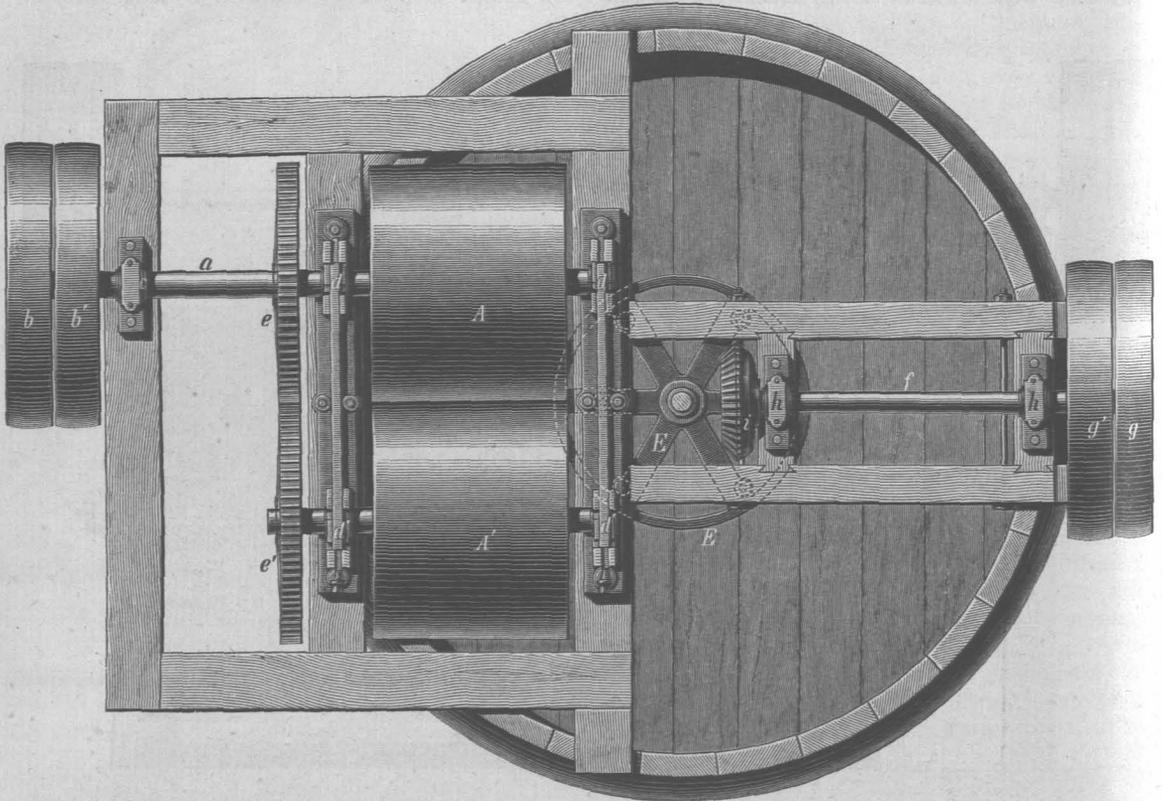
Die Wellen CC' tragen den eigentlichen Rührapparat und dieser besteht aus zwei verticalen, aus eisernen

Stäben gebildeten Gittern GG' und zwei Paar horizontal liegenden Stäben HH' . Die Gitter sowohl wie die Stäbe drehen sich mit derselben Geschwindigkeit wie die Nebenwellen, da sie auf diesen befestigt sind, und durchstreifen daher die Maische in allen Richtungen. Dicht über dem Boden des Bottichs bewegen sich die unterhalb des Armes D' befestigten eisernen Rlingen JJ' , welche auch dort die Ablagerung fester Substanzen verhindern.

Ein anderer Maischapparat, ebenfalls von Bartels u. Co. in Halberstadt, der eine so starke Bewegung wie der vorige nicht gestattet, ist in Fig. 41 gezeichnet. Die Riemenscheibe a überträgt die Bewegung auf die

Transmissionswelle A , welche sich in dem Lager d dreht und ein conisches Rad b trägt, dessen Zähne in das conische Rad b' , welches auf der Hauptwelle B befestigt ist, eingreifen. Die Welle B dreht sich oben in dem Lager e und ruht unten in der Lagerbüchse f , die im Centrum eines feststehenden conischen Rades c befestigt ist. An der Welle B ist die horizontal liegende Achse C befestigt, die bei g mit dem Arme D verbunden ist. Frei um diese Achse dreht sich das conische Rad c' , welches in das festliegende Rad c eingreift. Das Rad c' ist an einer hohlen Welle EE befestigt, welche frei über die Achse C geschoben ist und mit der das Rührwerk FF' verbunden ist. Während also die Achse C

Fig. 40.



sich in horizontaler Richtung dreht, wird die Welle E und das Rührwerk F sich um dieselbe bewegen und die Maische in verticaler Richtung bearbeiten. Außerdem sind an der Hauptwelle zwei Arme GG' , welche durch eiserne Stäbe H zu einem gitterförmigen Rührwerke verbunden sind. Dieses dreht sich mit der Hauptwelle. Endlich schleppt der Arm g noch eine schwere eiserne Kette J über den Boden des Bottichs und verhindert dadurch ein Ansammeln der Treber.

Eine dritte Form des Maischapparates, Fig. 42 (S. 423), zeigt zugleich die Anordnung des Dämpffasses D und der Kartoffelquetschen, von denen die letzteren auf dem Rahmengerüste gg über dem Maischbottich B ruhen. Die Bewegung der beiden eisernen Walzen uu wird durch Zahnräder, die auf den Achsen derselben aufgezogen sind, und ein Vorgelege bewirkt. Auf dem

Boden des Bottichs befindet sich die Säule s , die das Zapfenlager, in dem sich die Hauptwelle w dreht, und außerdem das feststehende conische Rad p trägt. Am oberen Ende der Welle w befindet sich das conische Rad t , welches durch ein anderes in dasselbe eingreifendes Rad g , das mit der Transmission in Verbindung steht, in Umdrehung versetzt wird und so die Welle w dreht. An der Welle w sind zwei Arme bb und xx befestigt. Um die letzteren drehen sich, wie bei dem vorigen Apparate, die Gitter vv , welche durch die in das Rad p eingreifenden conischen Räder xx gedreht werden. Außerdem sind noch zwischen den beiden Gittern zwei Rechen angebracht, welche in der Zeichnung nicht sichtbar sind.

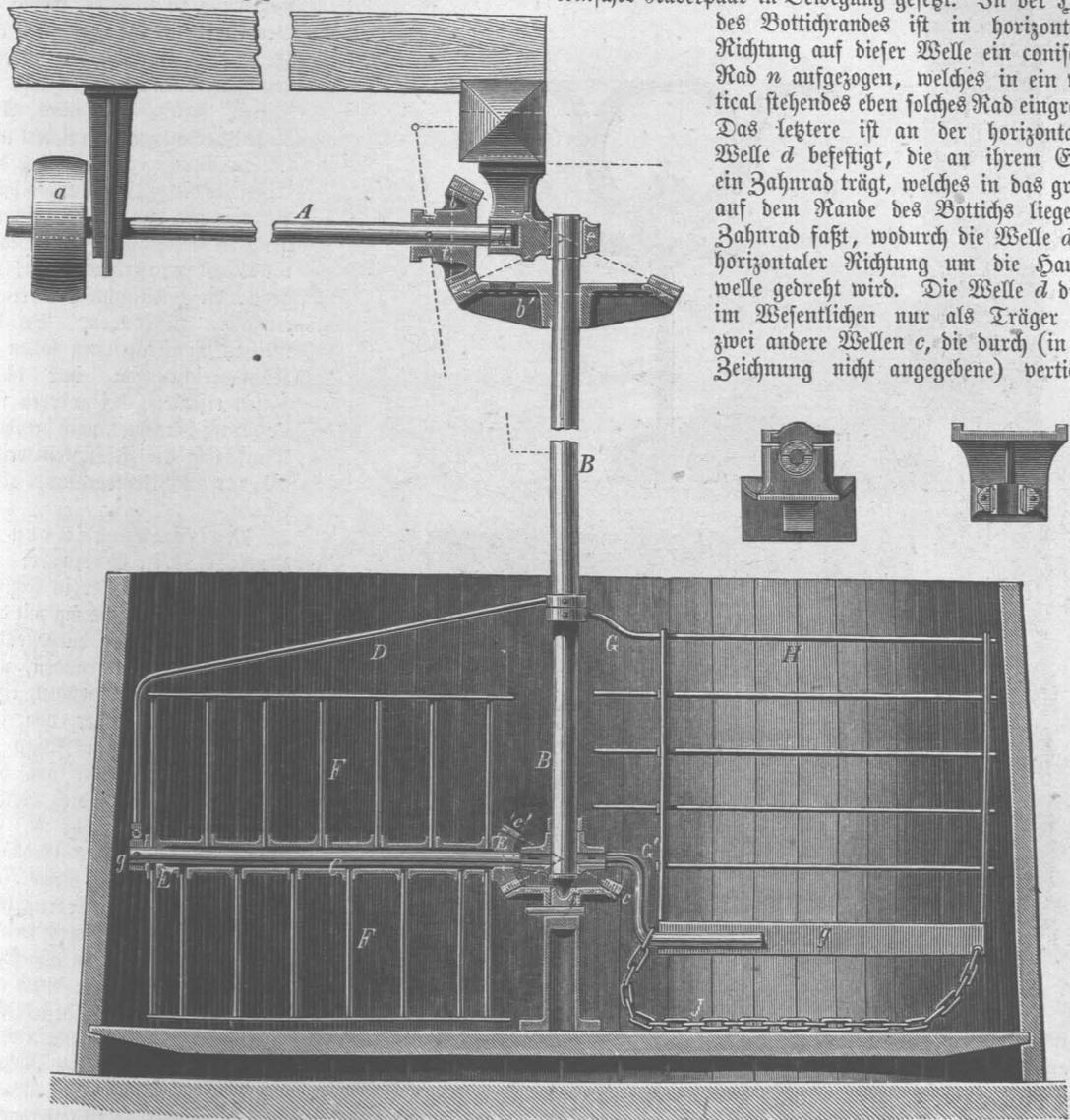
Das Rohr y dient zum Zuliefern von Wasser; h ist ein Dampfrohr; i ein durch ein Ventil verschlossenes Rohr, durch welches die Maische mittelst einer Pumpe

aus dem Bottich gezogen wird; *K* dient zum Ablassen des Wassers beim Reinigen.

Endlich möge hier noch Fig. 43 (S. 426) ein Bild einer Maischvorrichtung gegeben werden, die wir in einer großen Brennerei in Glasgow sahen. Dieselbe ist namentlich wegen ihrer colossalen Dimensionen bemerkenswerth.

Der Durchmesser des Maischbottichs beträgt 26 Fuß engl. = 7,92 m, seine Tiefe 9 Fuß engl. = 2,74 m; in jeder Operation werden 1250 engl. Ctr. = 63503 kg Getreide und Malz verarbeitet.

Die Hauptwelle, welche sich in einem am Boden des Bottichs befindlichen Zapfenlager dreht, wird durch ein conisches Räderpaar in Bewegung gesetzt. In der Höhe des Bottichrandes ist in horizontaler Richtung auf dieser Welle ein conisches Rad *n* aufgezogen, welches in ein vertical stehendes eben solches Rad eingreift. Das letztere ist an der horizontalen Welle *d* befestigt, die an ihrem Ende ein Zahnrad trägt, welches in das große auf dem Rande des Bottichs liegende Zahnrad faßt, wodurch die Welle *d* in horizontaler Richtung um die Hauptwelle gedreht wird. Die Welle *d* dient im Wesentlichen nur als Träger für zwei andere Wellen *e*, die durch (in der Zeichnung nicht angegebene) verticale



Arme so mit der Welle *d* verbunden sind, daß diese Arme drei Lagerbüchsen haben, in denen sich *d* und *cc* frei drehen können. Die Drehung der Wellen *cc* wird durch zwei Paar conische Räder *m* von der Hauptwelle aus bewirkt. Die Wellen *cc* tragen eiserne Arme, an denen Schaufeln befestigt sind, die also sich in einem Kreise um die Wellen *cc* drehen und so die Bewegung der Maische verursachen.

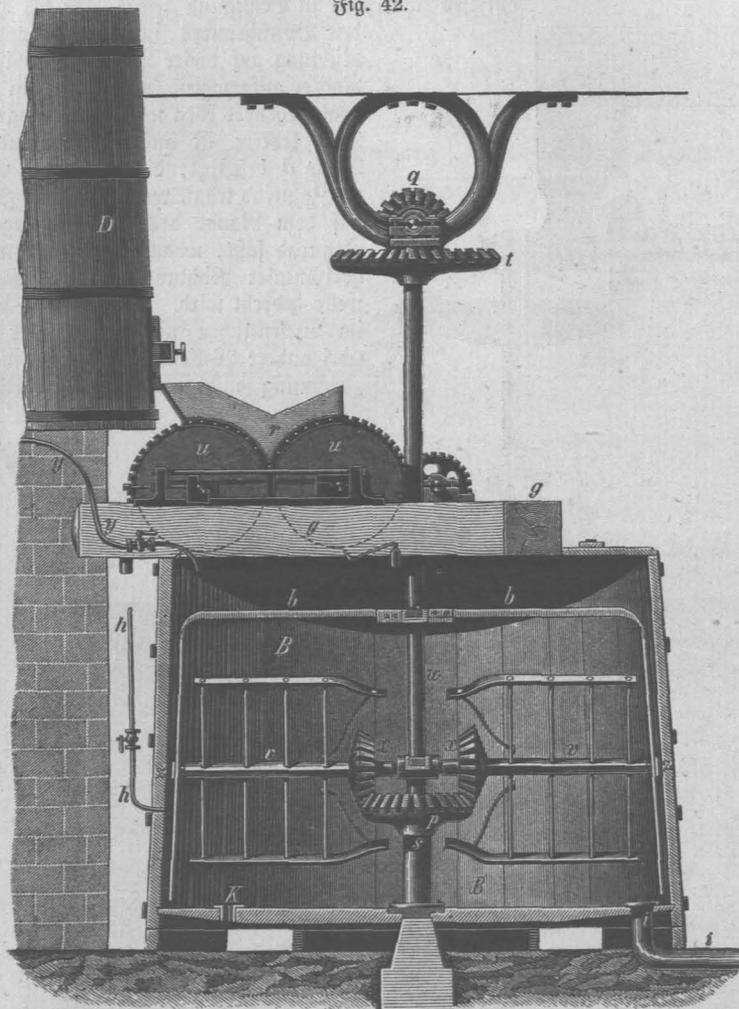
Die beiden Rinnen *bb* führen das gemahlene Getreide und das Malzschrot zu. Die großen Kübel *ee* sind Behälter für die beim englischen Maischverfahren

gewonnenen schwachen Würzen, die am folgenden Tage statt Wasser beim Einmaischen benutzt werden.

In der Construction ganz von den vorstehenden abweichend ist der belgische, von Lacambre construirte Maischapparat (Macérateur, Fig. 44, S. 425). Er besteht aus einem liegenden eisernen Cylinder *A*, der oben offen und unten mit einem Mantel *B* umgeben ist. Durch die Achse des Cylinders geht eine Welle, die durch ein Triebwerk von außen drehbar und mit acht gebogenen Armen besetzt ist. Durch die letzteren sind eine Menge von Eisenstäbchen geschlagen; jeder Arm

bildet daher einen Rechen, der die Bestandtheile der Maische aufrührt. Dieser Rührapparat wirkt jedenfalls weniger kräftig als andere, der Hauptvorthheil des Apparates besteht aber in dem eisernen Mantel, welcher ihn umgibt. In diesen werden bei der Verarbeitung von nicht gekochten Körnern Wasserdämpfe geleitet, so

Fig. 42.



daß die Erwärmung der Maische nicht durch einströmenden Dampf, oder durch Zusatz von kochendem Wasser, sondern nur durch Abgabe der Wärme des Dampfes geschieht. Die Maische kann daher weit concentrirter als mit anderen Vorrichtungen dargestellt werden. Zugleich wird aber auch der Mantel zum Abkühlen der heißen Maische benutzt, indem man nach dem Ausblasen des Dampfes kaltes Wasser durch denselben fließen läßt. Man bringt daher mit diesem Macerateur die Maische vom Eintragen des Schrotens bis zum Anstellen fertig, wozu sonst noch ein besonderer Kühlapparat erforderlich ist.

b) Die neueren Maischapparate. Bei den älteren Apparaten, welche mit Dämpffäß und Quetschwalzen arbeiten, erfolgt bei dem verhältnißmäßig langsamen Gange der Quetschen eine Abkühlung der Kar-

toffelmasse, die möglichst so regulirt wird, daß die Mischung des kalten Malzaufgusses mit der warmen Kartoffelmasse gerade die richtige Maischtemperatur annimmt. Bei den neueren Apparaten, die sämmtlich mit dem Henze-Dämpfer verbunden sind, liegt die Gefahr vor, durch zu rasches Ausblasen der gedämpften oder gekochten

Massen eine zu hohe Temperatursteigerung zu erhalten, womit ein Verbrühen des Malzes, d. h. eine Zerstörung der Diastase verbunden sein würde. Zwar läßt sich diesem durch langsames Ausblasen vorbeugen, doch sichert man sich zweckmäßiger Weise vor dem Eintritte dieses Uebelstandes durch Anbringung von Kühlvorrichtungen, in welche man nach Bedarf kaltes Wasser strömen läßt, um genau die gewünschte Temperatur einhalten zu können. Bei den meisten Constructionen sollen die Kühlvorrichtungen nur diesen Zweck erfüllen, bei anderen sind sie darauf berechnet, nach beendeter Maischung die Flüssigkeit weiter, bis zur Gährtemperatur, abzukühlen.

Maischapparat von D. Hentschel in Grimma. D. R.-P. 11319. Der in Fig. 45 (S. 427) in Verbindung mit dem Henze-Dämpfer dargestellte Apparat hat einen runden, nach unten conisch verlaufenden, eisernen Bottich A, der von drei starken, gußeisernen Füßen getragen wird. Oben auf dem gußeisernen Kreuze des Bottichs steht ein weites Rohr K, das über das Dach des Gebäudes fortgeführt ist. In dieses Rohr mündet bei a ein Rörting'sches Dampfstrahlgebläse, durch welches ein kräftiger Luftstrom angesogen wird. Die Luft tritt durch acht

Röhren bb, die in den aus mehreren Theilen bestehenden Blechdeckel eingehängt sind, ein, nimmt den im Bottich gebildeten Dampf mit sich, strömt der, durch das Rohr L vom Henze-Dämpfer ausgeblasenen, Kartoffelmasse entgegen, kühlt dieselbe bedeutend und wird, mit Wasserdampf gesättigt, zum Dach hinausgetrieben, wodurch jeder Verbreitung von Wasserdampf im Arbeitsraume vorgebeugt wird.

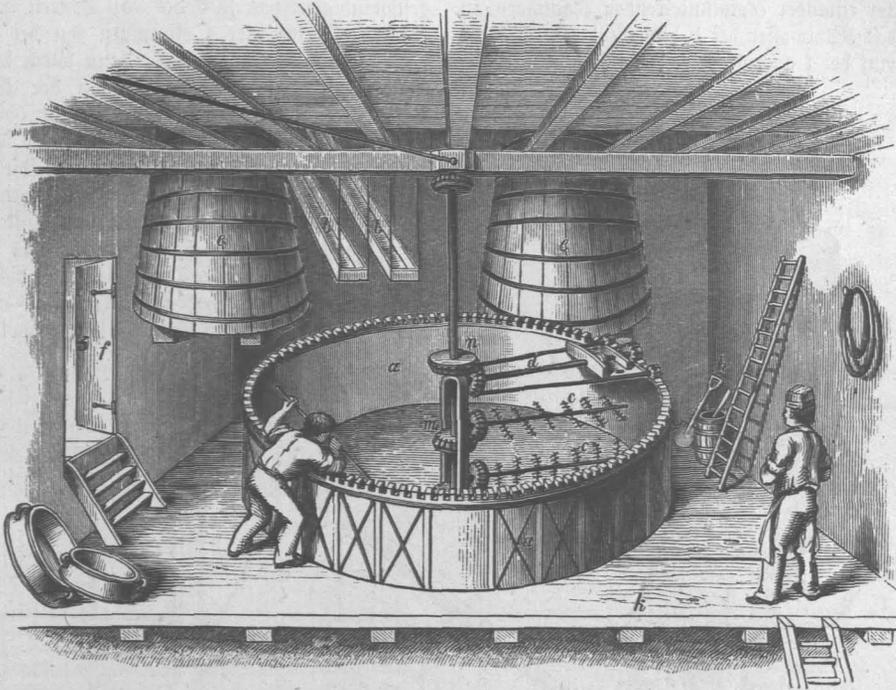
Auf dem Boden des Bottichs ist der Misch- und Zerkleinerungs-Apparat angebracht. Dieser besteht aus einem cylindrischen Gehäuse B mit Oeffnungen cc und einem darauf befindlichen Mahlringe O, in dem der schüsselförmig vertiefte, innen und außen gerippte Mahlconus n sich mit einer Geschwindigkeit von 200 Touren in der Minute bewegt. Eine in dem Gehäuse B befindliche Verlängerung des Mahlconus trägt die Schnecke m.

Die Bewegung wird von der Riemenscheibe *D* auf die verticale Welle *C* übertragen, welche in dem auf dem gußeisernen Kreuze des Bottichs verschrobenen Boche *E* ein doppeltes Führungslager hat. An ihrem untersten Ende, unterhalb der Stopfbüchse *F*, ist die Betriebswelle mit einem eingesezten Spurzapfen versehen, der in einer

Deckkapsel auf dem, durch die Schraube *G* verstellbaren Hebel *H* ruht, wodurch der Abstand der Rippen des Mahlconus von der Innenfläche des Mahlrings beliebig regulirt werden kann.

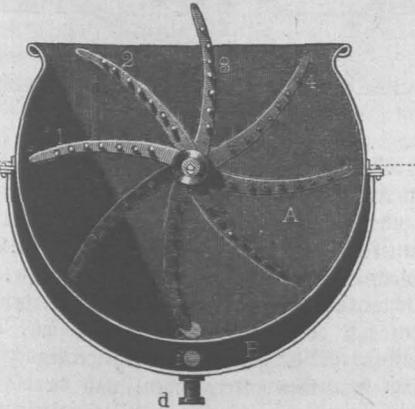
Die aus dem Henze-Dämpfer bei *L* ausblasende Masse wird in der Richtung der punktirten Linie in die

Fig. 43.



rotirende Schüssel des Mahlconus und aus dieser durch Centrifugalkraft in parabolischer Richtung gegen die oberen Windungen der Kühlschlange *Q* und gegen die Wandung des Bottichs geschleudert, an welcher sie herabsinkt, sich mit der im unteren Theile des Bottichs

Fig. 44.



befindlichen Malzmilch mischt und mit dieser in die Oeffnungen *e* des Schneckengehäuses *B* eintritt, wo die Masse durch die Wirkung der Schnecke aufwärts in die Mahlvorrichtung *on* geführt wird, um, nachdem sie diese passiert hat, wieder gegen die Schlange *Q* und die

Bottichwandung geworfen zu werden. Das gleiche Spiel wiederholt sich beständig während der ganzen Dauer des Ausblasens und bis die Maische völlig homogen geworden ist. Der Kartoffelmasse noch beigemischte Steinchen sammeln sich dabei in der rinnenförmigen Vertiefung *d* und werden dadurch der Mahlvorrichtung fern gehalten.

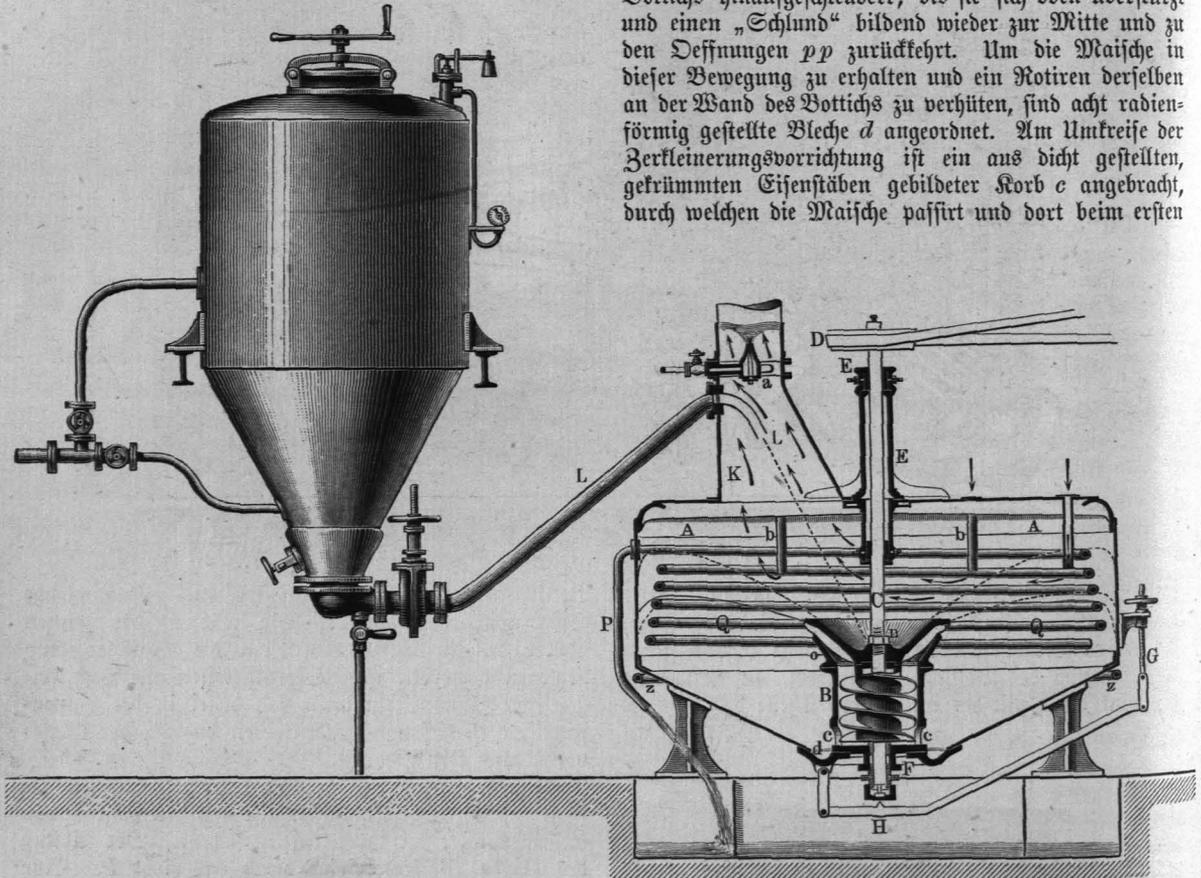
Die kupferne, aus halbkreisförmigen Stücken zusammengeschaubte Kühlschlange erhält den Zufluß von kaltem Wasser an ihrer tiefsten Stelle. Der Abfluß des heißen Wassers erfolgt durch das Rohr *P*. Eine weitere Kühlung erfolgt durch das fein gelochte Rohr *Z*, aus dessen Oeffnungen feine Wasserstrahlen gegen die Außenfläche des Bottichs spritzen.

Lwowski's Maischapparat. Bei diesem Apparat steht die in Fig. 46 im Vertical- und in Fig. 47 (S. 429) im Horizontaldurchschnitte dargestellte Zerkleinerungsvorrichtung auf dem ebenen Boden des cylindrischen Maischbottichs. Sie besteht aus dem äußeren Gehäuse *A*, in welchem die gerippten Platten *B* befestigt sind und dem gerippten Läufer *B'*, welcher sich, durch die Welle *C* getrieben, zwischen den gerippten Platten *B* mit großer Geschwindigkeit dreht. Die zu zerkleinernde Maische wird durch die Oeffnungen *aa* eingefogen, wird durch Centrifugalkraft zwischen Läufer und Platten hindurch geschleudert, wobei alle größeren Theile eine gründliche Zerkleinerung erfahren und wird, nachdem sie

diesen Weg gemacht hat, aus dem äußeren Gehäuse in der Richtung des Pfeiles in den Maischbottich zurückgetrieben.

Pauksch's Universalmaischarapparat¹⁾. Der runde, wannenförmige Bottich *A*, Fig. 48 (S. 431), ist von einem Wassermantel *B* umhüllt. Letzterer besteht aus acht unter einander communicirenden Kammern, in deren erste das Kühlwasser bei *h* einströmt, um aus der letzten erwärmt bei *i* auszufließen. *C* ist das Ausblase-

Fig. 45.



rohr des Henze-Dämpfers, *D* das Dunstzugsrohr, in welches ein in der Zeichnung nicht dargestelltes Körting'sches Dampf-Erhafter-Gebläse eintritt. Die in Fig. 49 (S. 431) größer gezeichnete Zerkleinerungsvorrichtung besteht in der auf dem Boden befestigten Grundplatte *d* und dem Flügelrade *a*, welches durch die Welle *f* und die Riemenscheibe *K* eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 300 bis 350 Touren in der Minute erhält. Durch vier Oeffnungen *pp* des Flügelrades wird die Maische angesogen, dann durch die Zerkleinerungsvorrichtung getrieben und an der Wandung des Bottichs hinaufgeschleudert, bis sie sich oben überstürzt und einen „Schlund“ bildend wieder zur Mitte und zu den Oeffnungen *pp* zurückkehrt. Um die Maische in dieser Bewegung zu erhalten und ein Kotiren derselben an der Wand des Bottichs zu verhüten, sind acht radienförmig gestellte Bleche *d* angeordnet. Am Umkreise der Zerkleinerungsvorrichtung ist ein aus dicht gestellten, gekrümmten Eisenstäben gebildeter Korb *c* angebracht, durch welchen die Maische passirt und dort beim ersten

Durchgange alle unzerkleinert gebliebenen fremden Stoffe, wie Stroh, Heiser u. dergl. zurückkläfft. Die ausblafende Kartoffelmasse trifft auf die auf der Verlängerung der Triebwelle sitzende Haube *g* und wird hier vertheilt, gleichzeitig sollen dadurch Steinchen seitlich fortgeschleudert und so der Zerkleinerungsvorrichtung fern gehalten werden.

Neuerdings hat Pauksch seinen Apparat mit einer weiteren Kühlvorrichtung, mit gußeisernen Taschen, durch welche kaltes Wasser strömt, versehen, um die Maische gleich bis zur Gährtemperatur herabbringen zu können. Wir werden auf diese Taschen bei den Kühlvorrichtungen zurückkommen.

1) Ztschr. f. Spiritus-Industrie 1878, 131; 1879, 149.

Hollefreund's Maischarapparat. Wenn wir diesen Apparat, aus dem die vorigen hervorgegangen sind, zuletzt bringen, so geschieht dies, weil derselbe von den neueren Constructionen fast verdrängt ist. Existirt auch noch eine große Anzahl dieser Apparate, so wird doch schwerlich noch ein neuer gebaut werden, da die anderen sich durch einfachere Construction, billigeren Beschaffungspreis, geringeren Kraftverbrauch vorthellhaft von denselben unterscheiden, und da die ihm anfangs nachgerühmte bedeutende Materialersparniß, die Viele zu seiner Anschaffung bewogen hat, sich nicht in dem versprochenen Maße bewahrheitet hat. In seiner Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Qualität der Maischen steht Hollefreund's Apparat den übrigen mit Henze-Dämpfern arbeitenden gleich, ist ihnen aber

nicht überlegen. Ebenso wie diese zerkleinert er trockenfaule Kartoffeln nur sehr unvollkommen und bedarf daher für solches Material einer Nachzerkleinerungsvorrichtung, wozu ein im größeren Maßstabe ausgeführter Bohm'scher Malzmilchapparat (Fig. 28, S. 401) dienen kann.

Der Apparat besteht in seinen wesentlichen Theilen aus einem liegenden cylindrischen Dampfkessel, in welchem

Fig. 46.

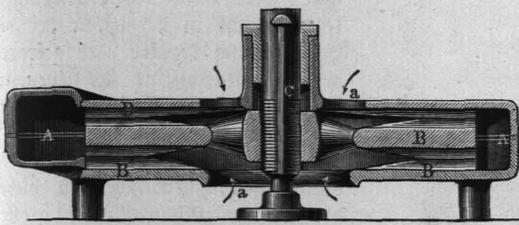
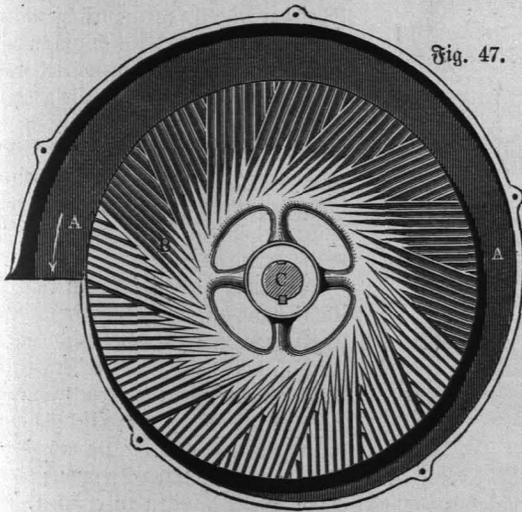


Fig. 47.



sich ein mit starken Armen versehenes Rührwerk befindet. Hierin werden die Kartoffeln unter Hochdruck gedämpft und dann, während der Druck erhalten wird, durch das Rührwerk zermalmt, worauf der Dampf abgelassen wird. Die zerstückelte Kartoffelmasse verbleibt in dem Kessel und wird darin durch künstlich vermehrte Dampfbildung auf die Maischwärme herabgebracht. Dies erfolgt, indem der Kessel nach dem Abblasen des Dampfes mit einem Einspritz-Condensator und einer Luftpumpe in Verbindung gesetzt wird. Durch den verminderten Druck und durch die sofortige Verdichtung des Dampfes wird immer neuer Dampf gebildet, dessen Dampfwärme der Kartoffelmasse unter Erhaltung derselben entzogen wird. Ist die Temperatur auf 95° C. gesunken, so wird der Kessel mit einem Behälter in Verbindung gebracht, in welchem sich Malzmilch befindet. Hiervon läßt man bei dieser Temperatur eine geringe Menge, etwa ein Zehntel des ganzen zu verwendenden Quantums, einzuziehen. Zweck dieses Zusatzes ist, eine Verflüssigung der Kartoffelmasse einzuleiten, wodurch das Rührwerk, welches unansgesetzt in Thätigkeit sein muß, bedeutend weniger Widerstand zu überwinden hat. Ist dann die Temperatur auf 60° ge-

sunken, so wird der Rest des Malzes zugefügt, die Luftpumpe außer Thätigkeit gesetzt und die Verzuckerung vorgenommen.

Die Hollefreund'sche Construction ist bald mehrfach modificirt worden. C. G. Bohm bewirkt die erforderliche Abkühlung nicht durch Condensator und Luftpumpe, sondern durch ein aus Hohlkörpern gebildetes Rührwerk, durch welches nach dem Abblasen des Dampfes ein Strom von kaltem Wasser geleitet wird, bis die Verzuckerungstemperatur erreicht ist. Nach erfolgtem Zusatz des Malzes und beendigter Maischung wird von Neuem kaltes Wasser durch das Rührwerk geleitet, bis die Temperatur der Maische auf die Gährungswärme gebracht ist. Bohm's Apparat ist daher zugleich Kühlapparat, während Hollefreund einer besonderen Kühlvorrichtung bedarf. S. Huber in Prag beseitigt den nassen Condensator und ersetzt ihn durch eine Kühltischlange, durch welche die Dämpfe durch die Luftpumpe gezogen werden; durch dieselbe Schlange wird die Maische nach beendigter Verzuckerung durch die Pumpe, welche dann als Druckpumpe fungirt, getrieben, um auf die Gährtemperatur abgekühlt zu werden. Endlich dient die Pumpe auch noch zum Evacuiren eines luftdicht verschließbaren Reservoirs, in welches, nachdem seine Verbindung mit den Gährgefäßen hergestellt ist, die vergohrene Maische durch den Luftdruck gehoben wird, um von hier unmittelbar in den Destillir-Apparat zu fließen.

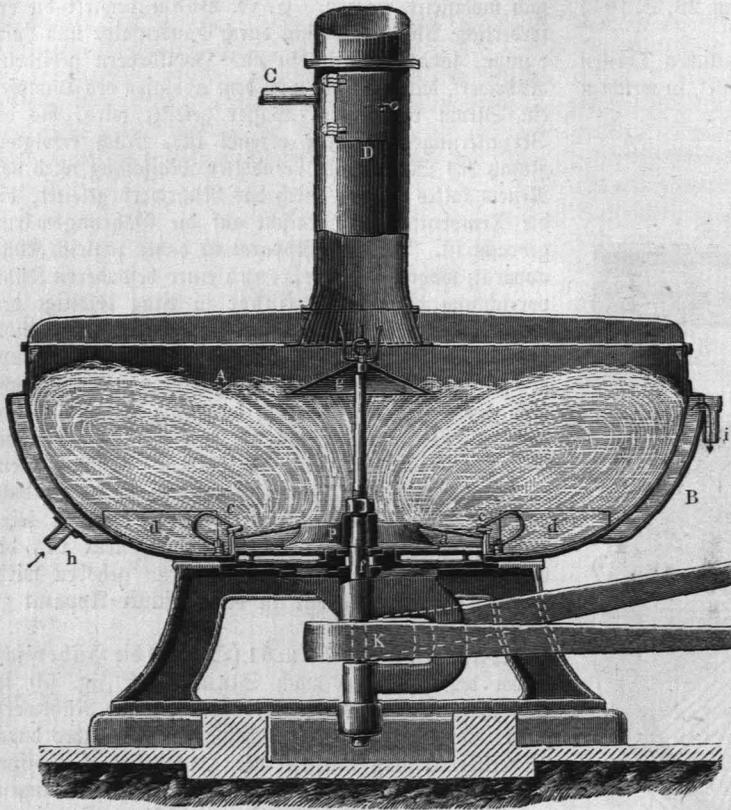
Wir geben in Fig. 50 u. 51 (S. 433) die Huber'sche Form des Apparates nach Stammer. Fig. 50 ist ein Längenschnitt des Kessels, darin *qq* das Rührwerk, *p* das Vorgelege, *o* das Maischablaßventil, welches durch Räderübertragung mittelst des Handrades *o'* geöffnet und geschlossen wird. *A* die Hauptdampfzuleitungen, von denen die, durch Kugelventile vor dem Eindringen von Maische geschützten, Rohrstützen *aa* den Dampf in den Kessel leiten. *d* ist der Dom mit einem Dampf-ablaßrohr und der Verbindung zur Kühltischlange. In der im kleineren Maßstabe gezeichneten Endansicht (Fig. 51) ist *a* die Maschine, *b* die Saug- und Druckpumpe, *n* das Dampf-ablaßrohr. Beim Evacuiren des Kessels ist der Dreiveghahn *e* so gestellt, daß der Dom des Kessels mit dem Rohre *g* und hierdurch mit der in *B* liegenden Kühltischlange communicirt, deren unteres Ende durch den Dreiveghahn *k* und das Rohr *i* mit der saugend wirkenden Pumpe in Verbindung steht. Soll nach beendigtem Verzuckerungsproceße die Maische gekühlt werden, so fungirt die Pumpe *b* als Druckpumpe und treibt, nachdem der Dreiveghahn *k* in eine Stellung gebracht ist, bei welcher das untere Ende der Schlange mit dem zum Gährbottich führenden Rohre *l* verbunden ist, comprimirt Luft durch das Rohr *h* in den Kessel. Wird dann das Ablaßventil *o* geöffnet, so geht die heiße Maische durch das Verbindungsrohr *f* und den entsprechend umgestellten Dreiveghahn *e* durch das Rohr *g* in die Kühltischlange, giebt hier ihre Wärme ab und gelangt durch *l* zum Gährbottich.

Der Kühler *B* ist ein doppelwandiger Cylinder, bei dem der Abstand der beiden Wandungen genau dem Röhrendurchmesser der Kühltischlange entspricht. In diesen ringförmigen Raum tritt das Kühlwasser unten

bei x , zwischen den beiden untersten Windungen der Schlange, ein und muß beim Aufwärtsströmen den

fluß sind, die dabei einen Theil des Gährbottichraumes erfüllen, also eine unnöthige Ausgabe an Steuer verursachen und bei der später folgenden Destillation bei manchen Apparaten Störungen im Betriebe durch Verstopfungen der Röhren herbeiführen können.

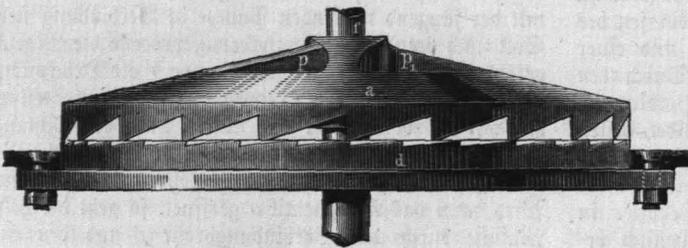
Fig. 48.



Weg zwischen sämtlichen Windungen der Schlange verfolgen, wodurch das Princip der Gegenstromkühlung bestens gewahrt wird. Das heiße Wasser wird oben abgeführt.

6. Apparate zur Beseitigung der Treber und Schalen. Diese Vorrichtungen kommen nur da zur Verwendung, wo man mit den älteren Apparaten arbeitet,

Fig. 49.



weil die Nachzerkleinerungs-Vorrichtungen der neueren Maischapparate alle festen Theile so fein zermalmen, daß von Trebern und Schalen nichts mehr wahrnehmbar bleibt. Die ohne solche Vorrichtungen bereitete Maische enthält außer dem alkoholbildenden Material Bestandtheile, die auf die Ausbeute an Alkohol ohne allen Ein-

nicht darauf ankommt, eine absolute Trennung der Flüssigkeit von den festen Bestandtheilen zu erzielen, so kann das Sieb der Trommel verhältnißmäßig grobmaschig genommen werden, so daß dem Durchtritt der Flüssigkeit kein Hinderniß entgegengesetzt wird; die nach kurzer Zeit auf dem Siebe abgelagerten Treber wirken dabei als Filter und lassen nur das Flüssige passiren. Um ein Verspritzen der Maische durch Hinanschleudern aus der Trommel zu vermeiden, muß der Rand der Trommel so gebogen sein, daß alles, was dorthin gelangt, wieder dem Centrum der Trommel zugeführt wird. Durch die Centrifugalkraft werden die festen Theile zum größten Theil von dem Flüssigen befreit werden; ganz wenig in die Centrifuge gespritztes Wasser genügt, um den Rest der Maische zu verdrängen.

Ein anderer Apparat ist von Siemens-Hohenheim für den gleichen Zweck empfohlen worden. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem Siebe mit trichterförmigem Boden, auf dem conische Walzen rotiren, um das Flüssige von dem Festen abzupressen. Der Apparat ist in Fig. 52 (S. 439) im Durchschnitt und in Fig. 53 in Aufsicht dargestellt.

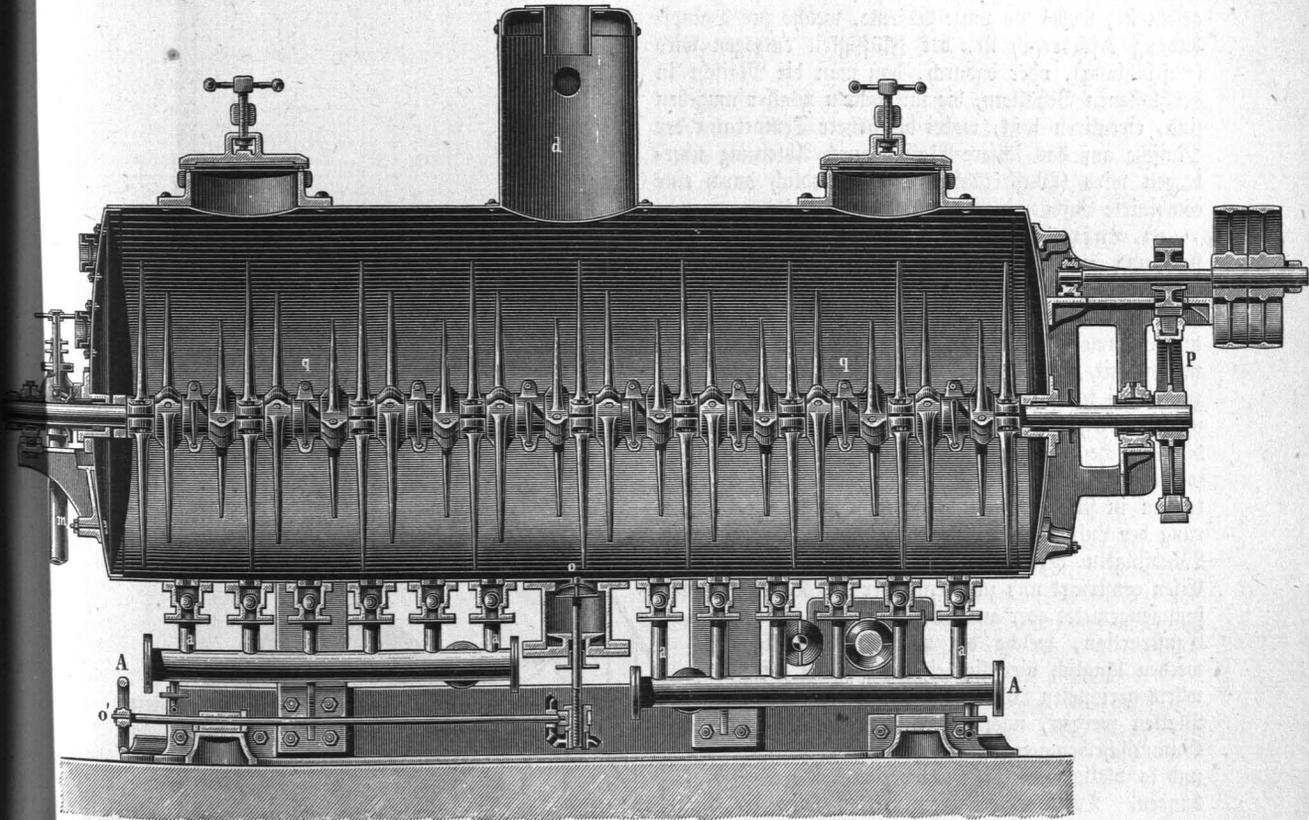
Es sind dies die Treber des Malzes und des Getreides, die Schalen der Kartoffeln und mangelhaft zerleinerte Kartoffelstückchen, letztere nicht zu vermeiden bei der Verarbeitung kranker oder gefroren gewesener Kartoffeln. Es ließen sich diese durch eine einfache Seihvorrichtung entfernen; wie es in englischen Brennereien geschieht, bei unseren dickflüssigen Dickmaischen ist dieses aber nicht möglich, weil ein zu großer Theil der Maische darin zurückgehalten werden würde, der durch Waschen mit Wasser anzuziehen sein würde, was aber wegen der dadurch erfolgenden Verdünnung der Maische nicht thunlich ist. Die Beseitigung dieser Bestandtheile, und damit die Umwandlung der Maische in eine Art von Würze, läßt sich jedoch auf anderem Wege erreichen.

Läßt man die Maische in eine in Umdrehung befindliche Trommel einer Centrifuge fließen, so wird alles Flüssige durch das Sieb der Trommel hindurchgeschleudert werden, während Schalen, Treber, Kartoffelstückchen darin zurückbleiben. Da es hier

Das Gefäß $a^1 a^2 a^3 a^4$ mit dem darunter befindlichen Siebboden bb bildet einen Trichter, in welchem die Filtration der Maische vorgenommen wird. Die durchgezeigte Maische sammelt sich in dem darunter befindlichen Gefäße $c^1 c^2 c^3 c^4$ und wird aus diesem durch das Rohr d dem Kühlapparate zugeführt. Der Siebboden b ist in einen Rohransatz f verlängert und dieser steckt in einem durch den Boden des Gefäßes c hindurch gehenden beiderseitig offenen Rohrstutzen e , durch welchen die festen Theile beseitigt werden. Unterhalb dieses Rohrstutzens ist der Bügel k als Träger eines Lagers angebracht, in welchem die Welle g ruht. Diese Welle findet oben ihre Führung in der an dem Querbalken m befestigten

Büchse l ; sie wird durch das Näderpaar $n^1 n^2$ von der Transmission o mittelst Riemenscheibe oder Kurbel p in langsame Umdrehung versetzt. Vom Maischbottich kommend, fließt die Maische aus dem Rohre S zunächst in das an der Welle g befestigte Gefäß q und wird von hier durch die Röhren $t^1 t^2$ gleichmäßig über die Siebplatte b vertheilt. Indem sie von dem höchsten Punkte der Siebplatte herabfließt, wird sie den hölzernen conischen Walzen $h^1 h^2$ zugeführt und durch den Druck derselben durch die Oeffnungen der Siebplatte hindurchgedrückt, während die festen Theile zurückbleiben. Die Walzen $h^1 h^2$ sind an der Welle g befestigte Bügel $r^1 r^2$ und $v^1 v^2$ aufgehängt, die beiden Bügel sind ihrer-

Fig. 50.



seits durch die Stange uu verbunden und diese geht durch eine centrale Durchbohrung der Walzen hindurch. Bei dieser Vorrichtung werden daher die Walzen beständig im Kreise herumgeführt und drehen sich um ihre eigene Achse; dabei ist die Stellung der Walzen zu den Ausflüßröhren der Maische derartig, daß die Walzen immer unmittelbar hinter den Ausflüßröhren folgen und also durch ihren Druck die Maische sofort abpressen. Mit den Bügeln $r^1 r^2$ sind außerdem zwei gebogene Stahlklingen $w^1 w^2$ verbunden. Diese befinden sich hinter den Walzen und dienen dazu, die auf der Siebplatte zurückbleibenden Schalen z . abzuschaben und bringen sie durch die Form ihrer Krümmung in das Rohr f , von wo sie durch die Schnecke i nach außen geschafft werden.

7. Kühlapparate. Die Maische hat nach beendeter Verzuckerung eine Temperatur von etwa 60° und muß, um zur Gährung angesetzt zu werden, auf etwa 15° abgekühlt werden. Man kann diese Abkühlung erreichen, wie es früher geschah, dadurch, daß man sie einen Theil ihrer Wärme durch Ausstrahlung und Verdunstung freiwillig abgeben läßt und dann so viel kaltes Wasser zusetzt, wie erforderlich ist, um durch dieses Zutühlen die richtige Temperatur zu erlangen. Dieses Verfahren ist durch den Zwang zum Dickmaischen unmöglich geworden. Bei der Abkühlung ist weiter zu berücksichtigen, daß die Maische während der dazu erforderlichen Zeit mannigfachen Gefahren ausgesetzt ist, dadurch, daß ihr durch die sie umgebende Luft Fermente aller Art zugeführt werden, die, wenn sie günstige Be-

dingungen zu ihrer Entwicklung finden, unerwünschte Gährungsproceffe, Milchsäuregährung zc. hervorrufen, wodurch Verluste an alkoholbildendem Material herbeigeführt werden. Den Einfluß dieser fremden Fermente kann man dadurch abschwächen, daß man die Maische möglichst kurze Zeit mit der Luft in Berührung läßt und namentlich dafür sorgt, daß die gefährliche Temperatur von 50 bis 30°, welche dem Milchsäure- und Buttersäureferment am meisten zusagt, rasch beseitigt werde. In noch höherem Maße wird man dieses erreichen, wenn man den Zutritt der Luft während des Kühlens ganz ausschließt. Beides läßt sich auf verschiedene Weise ausführen und zwar entweder dadurch, daß man die Maische in solche Verhältnisse bringt, in welche sie einer möglichst lebhaften Verdunstung ausgesetzt ist, wobei die ganze Wärme, welche zur Dampfbildung erforderlich ist, der Flüssigkeit entzogen wird (Luftkühlung), oder dadurch, daß man die Maische in geschlossenen Behältern, die mit kaltem Wasser umgeben sind, circuliren läßt, wobei die höhere Temperatur der Maische auf das kältere Wasser durch Ableitung übertragen wird (Wasserkühlung), oder endlich durch eine combinirte Luft- und Wasserkühlung.

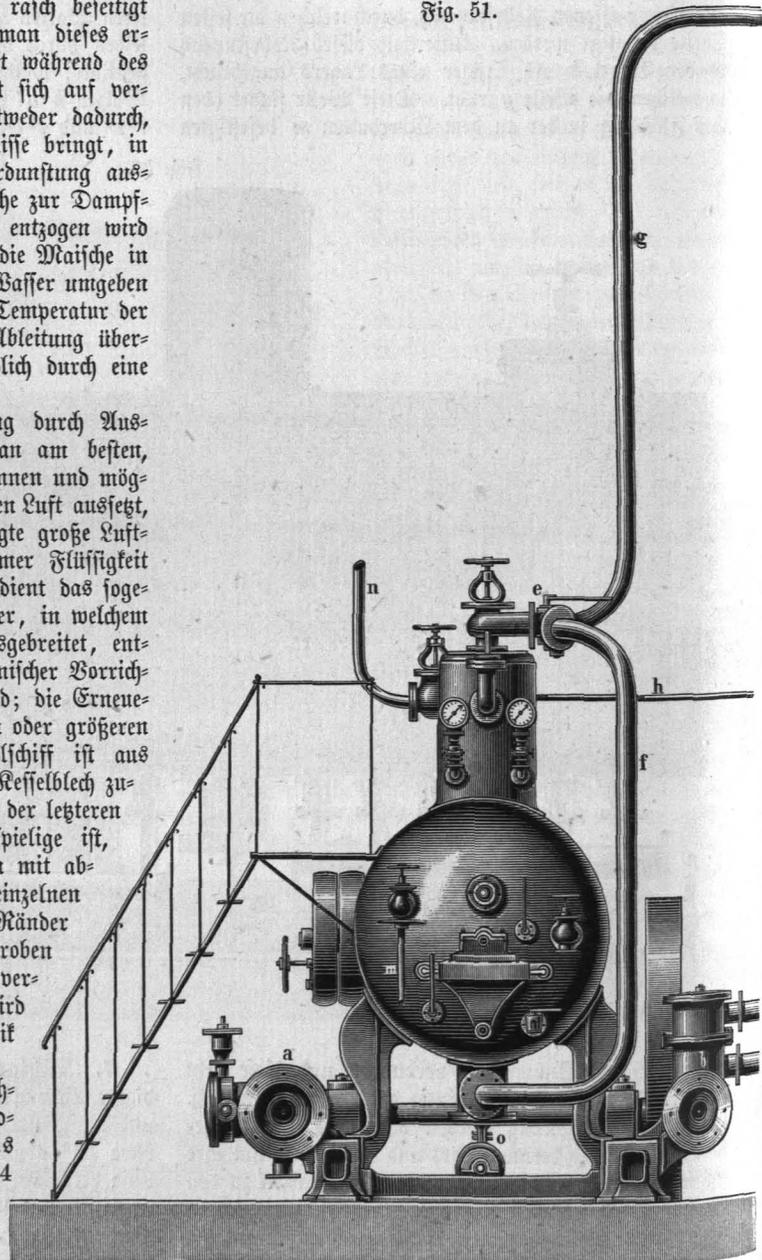
a) Luftkühlung. Die Abkühlung durch Ausstrahlung und Verdunstung erreicht man am besten, indem man die Maische in möglichst dünnen und möglichst oft erneuerten Schichten der bewegten Luft aussetzt, um so immer mit Wasser wenig gesättigte große Luftmassen mit verhältnißmäßig wenig warmer Flüssigkeit zusammen zu bringen. Diesem Zwecke dient das sogenannte Kühlschiff, ein flacher Behälter, in welchem die Maische in einer dünnen Schicht ausgebreitet, entweder mit der Hand oder mittelst mechanischer Vorrichtungen in steter Bewegung erhalten wird; die Erneuerung der Luft wird mittelst Ventilatoren oder größeren Windflügeln herbeigeführt. Das Kühlschiff ist aus Eisen construirt und zwar entweder aus Kesselblech zusammengenietet oder aus Gußeisen. Bei der letzteren Construction, welche die weniger kostspielige ist, werden länglich viereckige eiserne Platten mit abwärts gerichteten Rändern gewählt; die einzelnen Platten werden, nachdem zwischen die Ränder Gummischleiben gelegt sind, zusammengeschoben und so völlig wasserdicht unter einander verbunden. Diese letztere Construction wird von der gräflich Einsiedel'schen Fabrik Gröbzig in vorzüglicher Güte geliefert.

Ein Kühlschiff von Blech mit Vorrichtung zum Bewegen der Maische und Windflügeln — nach Zeichnungen von Bartels u. Co. in Halberstadt — ist in Fig. 54 (S. 442) im Durchschnitt, in Fig. 55 von oben gesehen dargestellt.

Das eiserne Kühlschiff A liegt auf einem Balkenrost B, am besten im Freien, den herrschenden Winden möglichst ausgesetzt und jedenfalls so weit vom Erdboden entfernt, daß sich keine ruhende Luftschicht darunter bilden kann. Man stellt es so hoch, daß die Maische von dort unmittelbar in die Gährbottiche fließen kann. Es ist von einem leichten Dache, um Regen abzuhalten, bedeckt. Die Welle C

treibt das Rührwerk, die über diese geschobene hohle Welle D die Windflügel. aa' sind Riemenscheiben, von denen die erste lose, die andere fest ist. Die letztere setzt die horizontale Welle e in Bewegung. Die Welle e trägt das kleine Zahnrad b, welches in das größere, auf der Welle f befestigte Zahnrad b' eingreift. Durch diese Uebersetzung wird die Welle f bewegt, ihre Um-

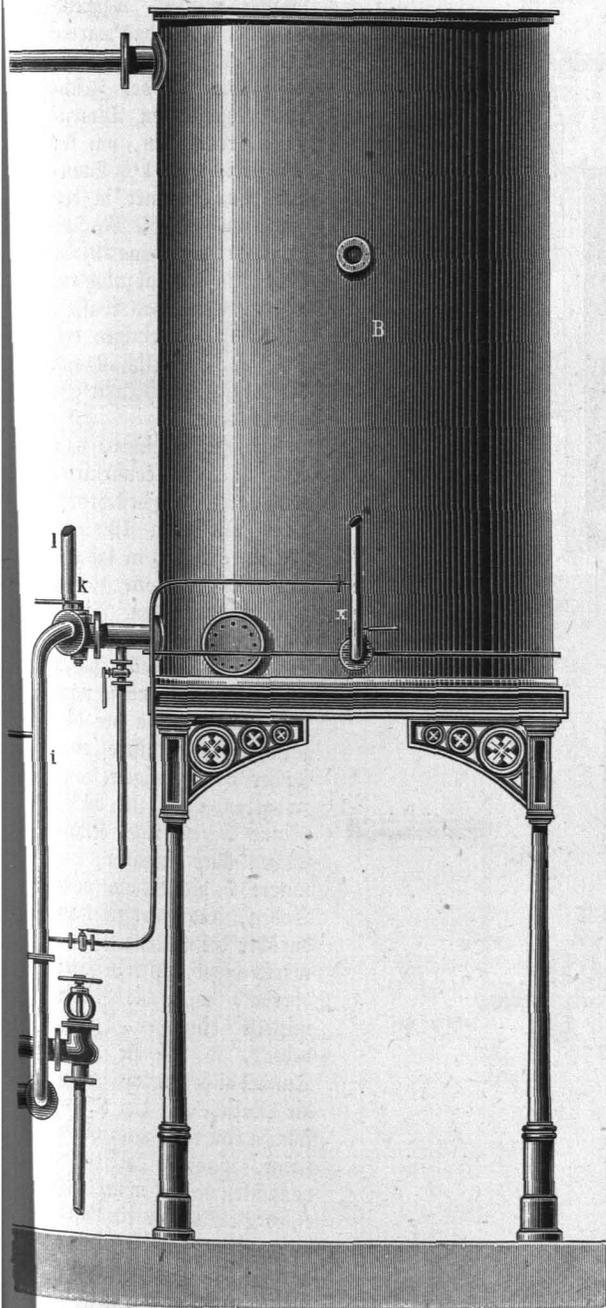
Fig. 51.



drehungsgeschwindigkeit ist aber viel geringer als die der Welle e, da das kleine Zahnrad b eine Reihe von Umdrehungen machen muß, ehe das Rad b' sich einmal um seine Achse gedreht hat. Die Welle f trägt an ihrem Ende das kleine conische Rad c, welches in das größere conische Rad c' faßt. Das letztere sitzt auf

der Hauptwelle *CC*, die sich unten in dem feststehenden Zapfenlager *e* dreht. Durch die Form der beiden Räder *cc'* wird wieder eine Verlangsamung des Umganges der Welle *C* herbeigeführt. Die Welle *C* trägt unten zwei lange eiserne Arme *F*, die über die ganze Länge

Fig. 51.



durchpflügen. Ihre Wirkung ist am richtigsten mit der des Pfluges zu vergleichen, indem sie durch ihre Form nicht allein eine stete Erneuerung der Oberfläche der Flüssigkeit herbeiführen, sondern auch Alles, was sich am Boden abgelagert hat, fortwährend wieder in die Höhe bringen.

Die Windflügel, welche den Luftzug über der Maische verursachen, erhalten ihre Bewegung von der Welle *e*. Durch die Zahnräder *bb'* erhält die Welle *f* die entgegengesetzte Drehung von *e*; während die eine sich von rechts nach links dreht, dreht die andere sich von links nach rechts. Diese verschiedene Drehung wird auch auf die Wellen *C* und *D* und somit auf die Arme *E* und *F* übertragen, wodurch also die Luft in der der Maische entgegengesetzten Richtung strömt und so die Abkühlung befördert.

Die Welle *e* trägt die große Frictionscheibe *d*, welche durch ihre Reibung die kleinere Scheibe *d'* dreht. Die letztere bildet das obere Ende der hohlen Welle *D*, welche über die Welle *C* geschoben ist, und setzt daher die Welle *D* in Rotation. An *D* sind die horizontalen eisernen Arme *EE* befestigt, welche durch die Stangen *E'* getragen werden. An jedem der Arme *E* ist ein Brett *G* festgeschraubt, welches in einem Winkel von etwa 45° gegen die Maische gerichtet steht und den Windflügel bildet.

Während die Rotation der Welle *C* durch die Form der Räder verlangsamt wird, sind die mit der Welle *D* in Verbindung stehenden Räder so construirt, daß sie eine Beschleunigung der Umdrehungen bewirken. Dieses geschieht dadurch, daß die Frictionscheibe *d* größer als die zu ihr gehörende Frictionscheibe *d'* gemacht wird. *d'* wird sich daher mehrere Male drehen, während die Scheibe *d* nur einen Umgang macht. Durch Vergrößerung dieser Scheiben kann man die Umdrehung der Windflügel im Vergleich zu den Schaufelstangen beliebig vermehren. Am zweckmäßigsten giebt man diesen eine Umdrehung, während jene acht bis zehn machen.

Die Windflügel stehen so tief, daß die Schaufelstangen gerade, ohne sie zu berühren, unter ihnen hindurchpassiren können.

An der einen Seite des Schiffes ist eine mittelst eines Ventiles zu verschließende Oeffnung, aus welcher die Maische durch ein Rohr unmittelbar in die Gährbottiche fließt. Man kann, um den Abfluß der Maische zu erleichtern, dem Kühlschiffe ein geringes Gefälle nach dieser Seite hin geben. Es wird dann allerdings die Maische an den verschiedenen Stellen des Schiffes nicht ganz gleichmäßig tief stehen und somit auch die Wirkung des Rührwerkes am tiefsten Punkte am stärksten, am höchsten Punkte am schwächsten werden. Da aber ein Gefälle von etwa 3 cm schon hinreicht, um die Entleerung bedeutend zu erleichtern, so ist die Ungleichheit der Richtung nicht wesentlich, sie wird wieder dadurch ausgeglichen, daß die Maische am höchsten Punkte des Kühlschiffes eine um so geringere Tiefe hat und somit dort leichter kühlt. Das Gefälle darf natürlich nie so stark sein, daß an der tieferen Stelle durch das Rührwerk hohe Wellen gebildet werden, die über den Rand des Schiffes schlagen könnten.

des Schiffes reichen und an der entgegengesetzten Seite von zwei kleinen Walzen *f*, die auf dem Rande des Schiffes laufen, getragen werden. An diesen Armen sind eine Menge dreieckiger, vorn spitzer Schaufeln *H* befestigt, die den Boden des Schiffes fast berühren und durch die Umdrehung der Arme *F* die Maische fortwährend

Der Bewegungsmechanismus kann eben so gut unterhalb wie oberhalb des Kühlschiffes befindlich sein, und es ist dieses namentlich da angebracht, wo die Kühle nicht im Freien, sondern im oberen Stock des Brennereigebäudes liegt. Es gehen dann die Wellen durch Büchsen im Boden des Schiffes. Die Aufstellung des Kühlschiffes

Fig. 52.

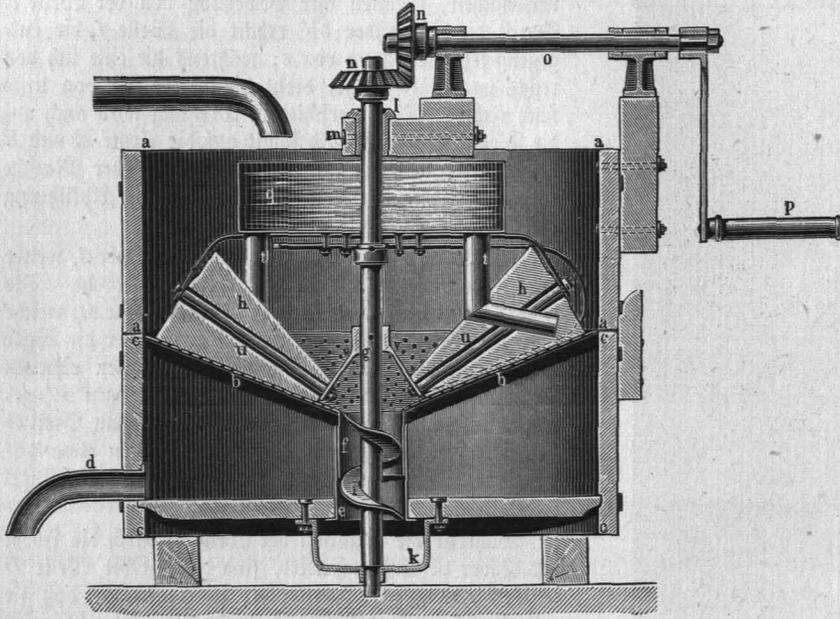
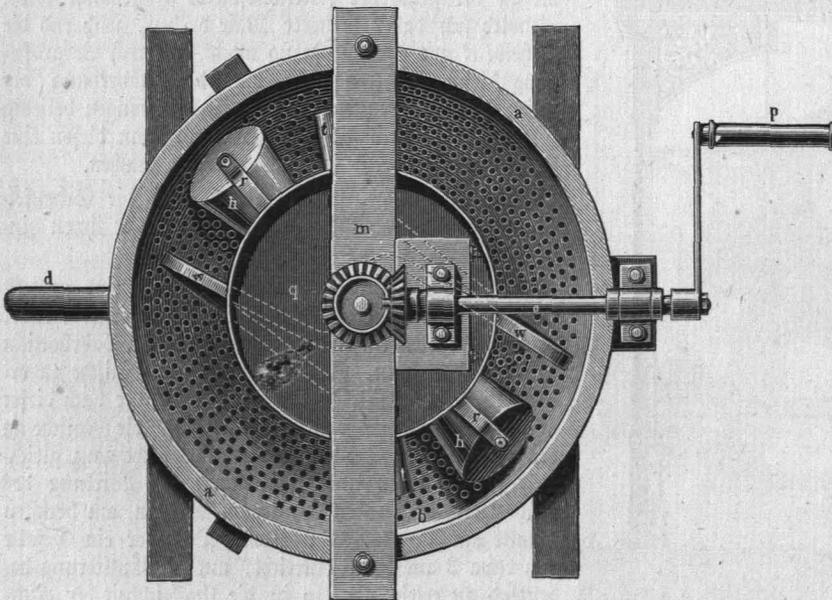


Fig. 53.



im Freien unter einem leichten Dache begünstigt aber die Abkühlung bedeutend, da in einem Gebäude nie so freier Luftzug stattfinden kann, und da der gleichmäßige Zutritt der Luft zum Boden des Kühlschiffes in einem Gebäude nur durch hohe Unterlagen erreicht werden kann. Bei in Gebäuden liegenden Kühlen ist man daher

häufig gezwungen, noch zum Wasser seine Zuflucht zu nehmen. Will man dabei nicht noch Wasser in der Maische in kupfernen Röhren, die durch ähnliche Arme wie die Windflügel getragen werden, circuliren lassen, so umgiebt man das Schiff in einem Abstände von 10 bis 15 cm mit einem hölzernen Mantel, in den an der einen Seite beständig kaltes Wasser zufließt, während an der anderen das warme wieder abläuft. Das Kühlschiff von aus der Zeichnung ersichtlichen Dimensionen reicht hin, um im Winter in 1 bis 1½ Stunden, im Sommer in der doppelten Zeit, die Maische für einen Bottich von 2900 l Inhalt so weit abzukühlen, daß sie durch das Wasser, welches zum Reinigen des Schiffes erforderlich ist, auf die richtige Temperatur gebracht wird.

Die Hohenheimer, von Siemens construirte, Kühlvorrichtung besteht aus einer nur etwa 120 cm breiten, aber 10 m langen, geneigt liegenden Rinne von Holz; als Unterlage dient ein Gestell, durch welches der Rinne je nach der Concentration der abzukühlenden Maische eine flachere oder geneigtere Lage zu geben ist. In dieser Rinne liegen zwei Kühlflächen über einander, die untere 7 bis 10 cm vom Boden, und eben so hoch darüber die obere, auf seitwärts angebrachten Leisten; oberhalb wird die Rinne mittelst einzelner Tafeln bedeckt, so daß sie einen Tunnel bildet, durch welchen die Maische auf den Kühlflächen von oben nach unten fließt, während derselben von unten nach oben mittelst eines Ventilators ein Luftstrom entgegen getrieben wird. Die beiden Kühl-

flächen sind aus einzelnen Metalltafeln von Kupfer-, Eisen- oder auch Zinkblech herzustellen, sie erhalten seitwärts einen Rand und werden mit einander nicht verbunden, sondern nur dachziegelartig über einander gelegt, um sie leicht abnehmen zu können. Zur gleichmäßigen Zuleitung und Vertheilung der zu kühlenden Maische sind in einer Ent-

fernung von 10 bis 12 cm, der Länge nach auf den Tafeln, mit einander correspondirende Stäbe befestigt und dadurch eine entsprechende Anzahl von kleinen Rin-

nen hergestellt. Die Stäbe, welche diese Rinnen bilden, können von gleichem Metall oder auch von oben abgerundeten, unten flach ausliegenden Holzleisten gemacht

Fig. 54.

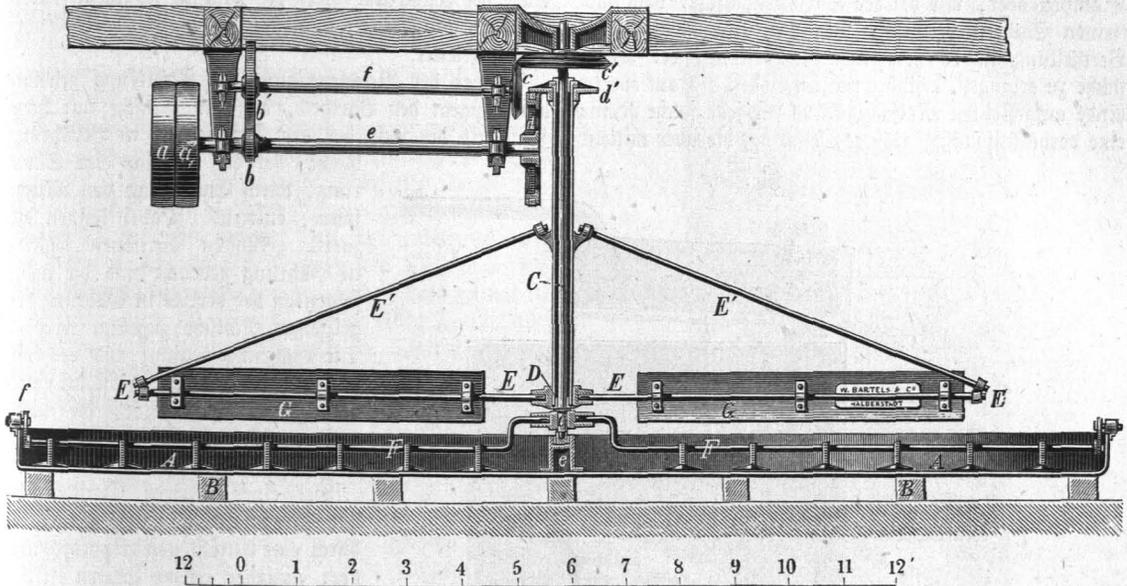
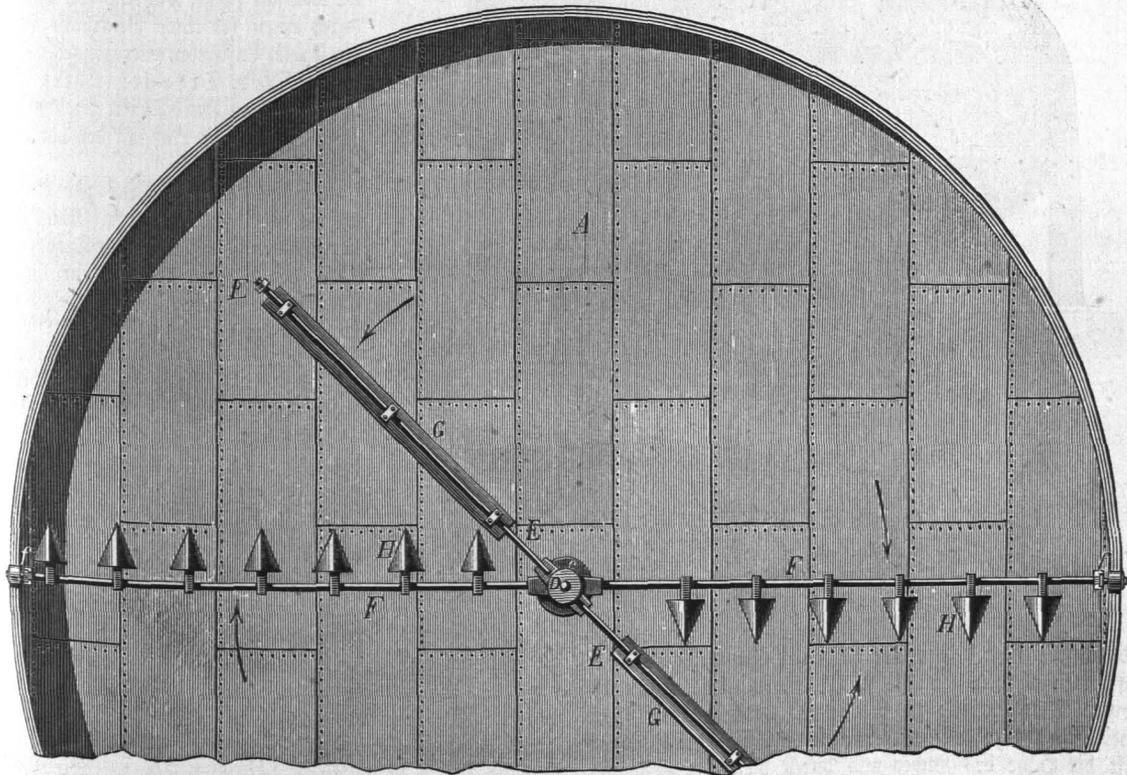


Fig. 55.



werden. Von Kupfer sind sie einfach aufzulöthen, von Eisen aufzunieten, von Holz aber mittelst Holzschrauben von unten zu befestigen. Die Tafeln von schwachem Metall erhalten durch diese Stäbe eine hinreichende

Festigkeit oder Steife, wozu sie auch unterhalb noch mit zwei Querleisten zu versehen sind; für diese erhält die seitliche Auflage entsprechende Ausschnitte, wodurch die einzelnen Tafeln gegen eine Verschiebung oder Hinunter-

gleiten geschützt werden. Bei dieser Einrichtung sind sie leicht abzunehmen und nach dem Gebrauche bequem zu reinigen.

Um für concentrirtere, mitunter noch mit kleinen Klumpen oder, wie bei der Kartoffelmaische, noch mit kleinen Stücken vermischte Maischen eine gleichmäßige Vertheilung in den einzelnen Rinnen auf der Kühlfläche zu erlangen, befindet sich im Boden des am oberen Ende aufgestellten Maischbehälters für jede solche Rinne eine verhältnißmäßig größere Oeffnung, die aber mittelst

Fig. 56.

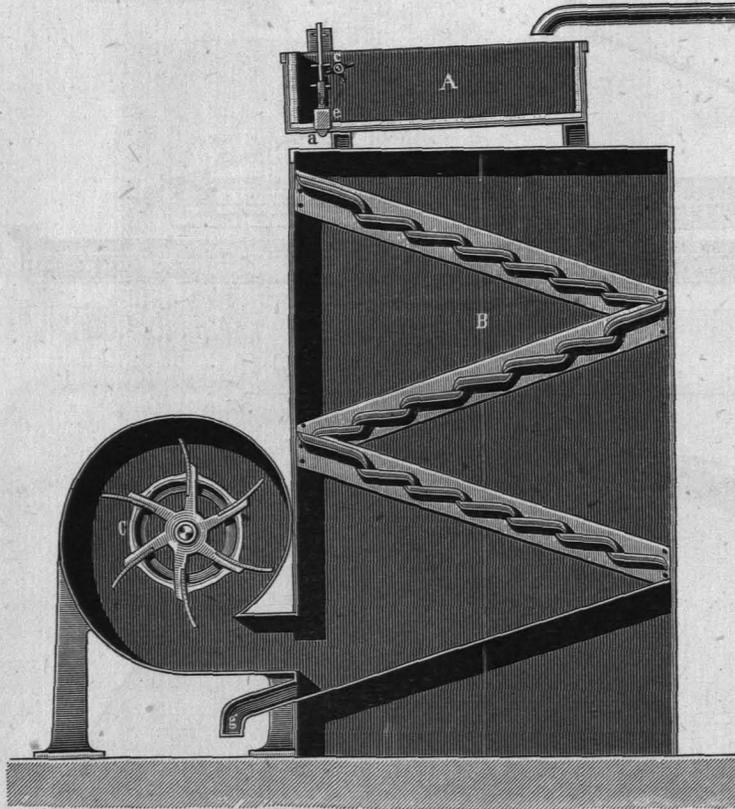
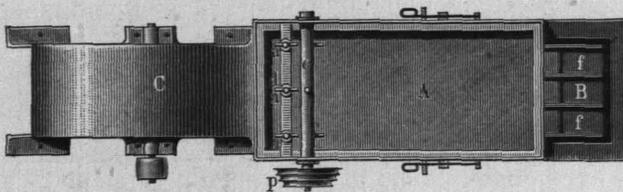


Fig. 57.



durch Bleiringe beschwerter hölzerner Stempel geschlossen gehalten werden. Um sie zu öffnen, sind letztere mittelst einer Daumenwelle zu heben und dadurch ein Abfluß der Maische zu gestatten. Durch die Länge der Daumen ist die Höhe des Hubes und durch diese die Zeitdauer des Oeffnens oder Abflusses zu bestimmen. Beim Niederfallen der Stempel werden die Oeffnungen nicht nur geschlossen, sondern auch von den etwa steckengebliebenen Maischtheilen befreit, so daß beim nächsten Hub der Abfluß wieder sicher erfolgt. Die Drehung der Dau-

menwelle läßt sich leicht mit der Bewegung des Ventilators verbinden. Die untere Kühlfläche steht oben in der Rinne um so viel weiter vor, daß sie aus demselben Maischbehälter wie die obere zu speisen ist. Am unteren Ende der Kühlrinne wird die Maische in einem flachen Behälter aufgefangen und von hier direct in den Gährbottich geleitet.

Außer der Beschleunigung der Abkühlung gewährt der Apparat den Vortheil, daß die Maische nur kurze Zeit mit der Luft bei der Temperatur in Berührung bleibt, bei der so leicht eine Säuerung, durch Entstehung von Milchsäure, eintritt. Dabei können die zuerst gekühlten Portionen sogleich in Gährung gebracht und die nachfolgenden der bereits in Gährung begriffenen Maische zugefügt werden. Die Gährung beginnt und verläuft dadurch viel kräftiger, selbst bei einer niedrigeren Temperatur, die nicht minder einer schädlichen Säuerung entgegenwirkt.

Bei einer neueren Construction hat Siemens die lange Holzrinne durch eine Anzahl von treppenförmig über einander gelegte Stufen ersetzt, über welche von oben nach abwärts die Maische fließt, während von unten durch einen kräftigen Ventilator ihr ein starker Luftstrom entgegengeblasen wird. Dieser Treppenkühler ist in Fig. 56 im Durchschnitt gezeichnet; Fig. 57 ist eine Aufsicht des oberen Theiles.

Der Behälter A dient zur Aufnahme der zu kühlenden Maische. Der Raum B umschließt die Treppen, C ist der Ventilator. Die einzelnen Theile, die Stufen der Treppe, die Wandungen sind am besten von Eisen herzustellen. Drei Treppen, jede von sieben Stufen, sind über einander angebracht, um den Wind wiederholt zu bringen. Die Stufen sind 50 cm lang und 25 cm breit, sie sind etwas nach vorn geneigt, um den Abfluß der Maische zu befördern, und ist jede durch zwei Leisten ff in drei gleich große Theile getheilt, um eine möglichst Vertheilung der Maische zu bewirken und zugleich zu verhindern, daß dieselbe an einzelnen Stellen der Stufe vorzugeweiße ihren Weg nehme. Aus dem Behälter A fließt die Maische durch drei Oeffnungen aaa auf die oberste Stufe der ersten Treppe. Die Regulirung des Abflusses der Maische geschieht auf die oben beschriebene Weise. Die Oeffnungen a sind durch Stöpsel b geschlossen; diese werden durch die Zapfen d der Daumenwelle c wechselnd gehoben und gesenkt. Die Zapfen sind verstellbar; ihre Länge bedingt ein mehr oder weniger Heben der Stöpsel

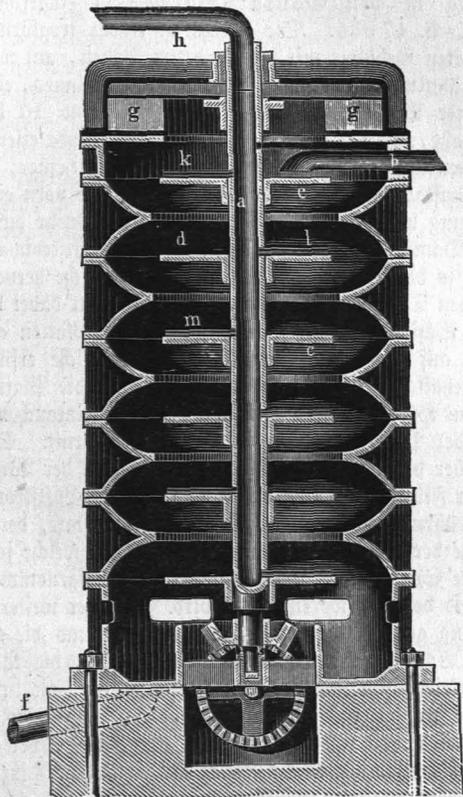
und somit länger oder kürzer dauernden Verschluss der Oeffnungen *a*. Die Stöpsel *b* sind durch Bleiringe *c* beschwert, um beim Niederfallen feste Theile der Maische, welche sich in den Oeffnungen *a* festgesetzt haben könnten, zu beseitigen. Die Bewegung der Dammenwelle *e* erfolgt von der Transmission mittelst der Schnurscheibe *p*. Die Wandungen des Kastens lassen sich mit Leichtigkeit öffnen, um so den ganzen Apparat reinigen zu können.

Bei dem von Siemens-Charlottenburg construirten Kühler wird die Maische in dem Maße, wie sie in den Apparat gelangt, durch Centrifugalkraft zerstäubt, während ihr ein mächtiger Luftstrom entgegenbläst. Die wieder gesammelte Flüssigkeit wird von Neuem durch Centrifugalkraft fortgeschleudert und wieder gesammelt, während immer Luft ihr entgegenströmt. Bei dieser außerordentlich vergrößerten Oberfläche der Flüssigkeit und der immer zuströmenden Luft gelingt es in kürzester Zeit, die Maische bis zu einer Temperatur abzukühlen, die niedriger ist, als die Temperatur der umgebenden Luft.

Der Apparat ist in Fig. 58 im verticalen Durchschnitte, in Fig. 59 in oberer Ansicht dargestellt. Zum Kühlen wird die Welle *a* durch Riemenbetrieb in rasche Drehung, etwa 600 bis 800 Umgänge pro Minute, versetzt. Die Maische wird dabei mittelst einer Pumpe durch das Rohr *b* zugeführt. Sie gelangt auf die Scheibe *c*, wird dort durch die rasche Rotation sofort aus einander getrieben und dadurch in den Zustand feiner, staubartiger Vertheilung gebracht, sammelt sich an der trichterförmigen Wand des Apparates und tropft von hier gleichmäßig auf die zweite Scheibe *d* ab, um dort ebenso wieder zerstäubt zu werden. Derselbe Vorgang wiederholt sich auf *e* und überhaupt so oft, als hierzu Scheiben vorhanden sind, bis schließlich der Abfluß durch das Rohr *f* erfolgt. Während so die Maische im Apparate hinabfließt, wird der in feinsten Vertheilung begriffenen Flüssigkeit mittelst des Exhaustors *g* ein kräftiger Luftstrom entgegen getrieben. Es findet dadurch eine sehr innige Berührung zwischen der Luft und der zu kühlenden Maische statt, und da die Luft der Maische entgegenströmt, die Luft aber nur geringe Wärmecapacität, wohl aber ein großes und mit der Temperatur steigendes Vermögen zur Aufnahme von Wasserdämpfen hat, so muß sie beim Austritt aus dem Apparate nahezu die Temperatur der einströmenden Maische angenommen und eine dieser Temperatur entsprechende Menge von Wasserdampf aufgenommen haben. Damit wird der austretenden Maische so viel Wärme entzogen, wie zur Bildung der erheblichen Menge von Wasserdampf erforderlich war. Der hierzu nöthige Wärmeaufwand ist so beträchtlich, daß er selbst bei mäßiger Luftzufuhr ansreicht, um die Maische sofort bis unter die Lufttemperatur abzukühlen, wenn die Luft nicht etwa schon vorher mit Wasserdämpfen gesättigt war. Wiederholte Versuche haben dargethan, daß man, bei warmem Wetter und bei relativ trockener Luft, Flüssigkeiten, gleichviel mit welcher Temperatur sie zugeführt waren, unmittelbar bis unter die Lufttemperatur abkühlen kann. Bei einer Lufttemperatur von 32° wurde eine Abkühlung auf 20° erreicht. Der Vortheil, welchen diese Construction bietet, besteht darin, daß sie rasch,

fast unplotslich kühlt, daß jeder zugeführte Theil der Maische nur Secunden lang im Apparate verweilt und

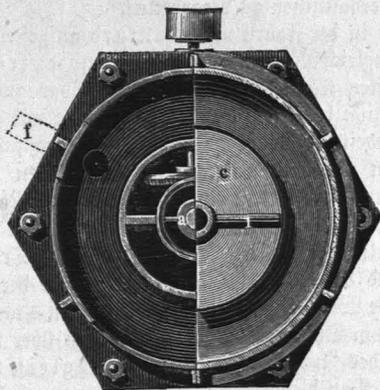
Fig. 58.



dann ausreichend gekühlt ist, wodurch der Milchsäuregärung möglichst entgegengewirkt wird.

Soll der Apparat nach dem Gebrauche gereinigt werden, so läßt man Wasser durch das Rohr *h*, welches

Fig. 59.



zu diesem Zwecke mit dem Wasserreservoir in Verbindung steht, in die hohle, im oberen Zapfen durchbohrte Welle *a* treten. Da die Welle sich rasch dreht, so wird das Wasser sich an deren Mantel anlegen und von den damit in Verbindung stehenden Röhren *k*, *l*, *m* rasch angesogen werden. Diese Röhren verschleudern das Wasser über

alle Theile des Apparates und bewirken so die Fortspülung aller anhaftenden Maische.

Eine einfache, aber höchst wirksame Kühlvorrichtung ist von Gontard in Mookau eingeführt, D. R. = P. 17 935. Sie besteht in einem trogförmig gefalteten Behälter mit abgerundetem Boden, auf welchem, ähnlich wie bei den Kartoffelwaschmaschinen, eine rotirende Welle gelagert ist. Auf diese sind 10 bis 12 große, fast bis zum Boden reichende, runde eiserne Scheiben aufgezogen und das Ganze ist mit einer, in ein Dunstabzugsrohr auslaufenden Haube, die vorn eine Oeffnung hat, bedeckt. Wird in dem Abzugsrohr durch einen Dampfstrahl-Erhauster ein kräftiger Luftstrom erzeugt, so bläst dieser über den aus der Maische hervorragenden Theil der Eisenplatten hin und kühlt dabei die dünne Schicht von Flüssigkeit, welche den Platten adhärrt, auf wirksamste Weise ab. Die Maische erfüllt den Behälter fast bis zum Rande, so daß die Platten nahe zur Hälfte in dieselbe eintauchen. Der eintauchende Theil der Platten wird in der Maische erwärmt. Sobald aber dieser Theil in Folge der Rotation der Welle aus der Flüssigkeit hervorkommt und mit dem Luftströme in Berührung tritt, findet Dampfbildung statt, deren Wärme der dünnen Schicht von Flüssigkeit, welche jede einzelne Scheibe aus dem Maischbehälter mitgenommen hat, und der Scheibe entzogen wird. Bei der weiteren Drehung gelangt die abgekühlte Flüssigkeit und die erkaltete Scheibe in den Maischbehälter zurück, die kalte Flüssigkeit mischt sich dort mit der wärmeren, die kalte Scheibe nimmt von Neuem Wärme auf und dasselbe Spiel wiederholt sich beständig, so lange die Scheiben sich in Rotation befinden. Durch das beständige Hinzutreten von erkalteter Flüssigkeit und durch das Eintauchen der kalten Scheiben wird nach kurzer Zeit die ganze Masse der Flüssigkeit abgekühlt und, was sehr wesentlich ist, durch die stetig fortschreitende Dampfbildung findet eine Verdunstung und somit eine erhebliche Concentrirung der Maische statt, durch welche es möglich wird, auch zuckerärmere Flüssigkeiten bei unseren Steuerverhältnissen zu verarbeiten.

Der in der Fabrik von Gontard aufgestellte Apparat ist zugleich Maischapparat. Die im Henze-Dämpfer gedämpften Kartoffeln werden unmittelbar zwischen die in Rotation begriffenen Scheiben gelassen und die Malzmilch zugefügt. Während der Verzuckerung fungiren die Scheiben als Mischvorrichtung und kühlen dabei die Kartoffeln soweit, daß ein Verbrühen des Malzes nicht zu befürchten ist. Für eine Verarbeitung von 1750 kg Kartoffeln und 100 kg Grünmalz ist der Trog 2,5 m breit und 3 m lang. Die 16 Touren in der Minute machende Welle trägt 11 Blechscheiben von 4 mm Stärke und 2,3 m Durchmesser. Beobachtungen über die Wirksamkeit des Apparates sind von Stenglein veröffentlicht¹⁾. Von diesen seien nur zwei hervorgehoben. Bei einer Lufttemperatur von 24,6° C. wurde die Maische in 3 Stunden 30 Minuten von 57,5° C. auf 22,2° C. herabgebracht, die Saccharometeranzeige war von 19,3° auf 20,8° gestiegen. Bei einer zweiten Beobachtung war die Lufttemperatur 19,7° C., die Anfangstempe-

ratur der Maische 61,2°, die nach 3 Stunden 15 Minuten erreichte Endtemperatur 16,8°, die Saccharometeranzeige war aufangs 17,4°, nach beendeter Kühlung 20,2°.

b. Wasserkühlung. Bei den bisher beschriebenen Apparaten wird die Kühlung durch Verdunstung und Ausstrahlung bewirkt. Die Temperaturdifferenz der umgebenden Luft und der Maische ist hier das wesentliche Kühlmittel. Je größer diese Temperaturdifferenz und je geringer der Wassergehalt der Luft ist, um so rascher wird die Kühlung erfolgen. Im Winter ist es leicht, mit dem Kühlschiff die Maische in kurzer Zeit auf die richtige Gährungswärme zu bringen; im Sommer ist es dagegen sehr schwer und man sieht sich häufig genöthigt, um Säurebildung zu vermeiden, die letzten schwer zu beseitigenden Wärmegrade durch Einstellen von mit Eis gefüllten Behältern wegzunehmen.

Selbst bei den wirksamsten Luftkühlern nimmt die nöthige Temperaturerniedrigung mehrere Stunden in Anspruch. Sieht man auch von der damit gewährten Gelegenheit zur Säurebildung ab, so ist eine Abkürzung dieser Dauer für den ganzen Betrieb von Bedeutung. Rasche Abkühlung ist aber nur durch directe Uebertragung der Wärme der Maische auf beständig erneuertes Wasser zu ermöglichen. Hierzu sind folgende Vorrichtungen zu verwenden.

Bottichkühlung. Die Kühlung erfolgt in dem Maischgefäße. Bei der Beschreibung der Maischapparate sind schon verschiedene hierauf hinielende Vorrichtungen erwähnt worden. Zum Beispiel Lacambre's Maccrateur u. A. Zur höchsten Ausnutzung des Kühlwassers ist bei der Construction der Apparate darauf zu halten, den von dem Kühlwasser durchströmten Behältern, welche die Wärme der Maische auf das Wasser übertragen sollen, eine möglichst große Fläche zu geben, um möglichst viele Punkte des Temperaturausgleiches zu haben. Ferner soll das Wasser in diesen Behältern einen möglichst langen Weg zurück zu legen haben, um genügend lange für einen Temperaturenaustausch mit der Maische in Berührung zu sein. Bei einem gut construirten Kühler wird dann das ausfließende Wasser nahezu dieselbe Temperatur wie die im Bottich befindliche Maische haben und dem entsprechend ist die Stromgeschwindigkeit des Wassers zu reguliren. Da die Wärmeübertragung hier nur durch Leitung erfolgt, so ist bei der Anfertigung der Kühlvorrichtung ein die Wärme möglichst gut leitendes Material zu wählen. Von den zur Verfügung stehenden Metallen eignet sich Kupferblech am besten, welches sich auch wegen seiner großen Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Angriffe, denen das Metall ausgesetzt ist, am besten bewährt. Aus Schmiedeeisen angefertigte Apparate haben sich als ganz unbrauchbar erwiesen, da sie nach kurzem Gebrauch zerstückt sind. Neuerdings verwendet Panksch gußeiserne Vorrichtungen. Da das zur Kühlung benutzte Wasser häufig mechanische Verunreinigungen mit sich führt und noch häufiger beim Warmwerden kohlensaure Erden als Inkrustationen an den Flächen der Apparate absetzt, wodurch deren Wärmeleitungsvermögen beeinträchtigt wird und Verstopfungen sich bilden können, so ist es zweck-

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1882, 330.

mäßig, die Apparate so einzurichten, daß sie aus einander zu nehmen sind, um ihre Innenflächen reinigen zu können.

Von den vielen verschiedenen Constructionen sei hier nur die von S. Hampel¹⁾ in Dresden, Fig. 60 bis 62, erwähnt, welche es gestattet, die Kühlvorrichtung zugleich zum Erwärmen der Maischen zu benutzen, so bei der Verarbeitung von nicht gekochtem Getreide. In diesem Falle läßt man beim Einmischen Dampf in die Kühlvorrichtung treten, später, nach beendigter Maischung, wird dieselbe von kaltem Wasser durchströmt. Der wesentliche Theil der Kühlvorrichtung ist ein auf dem

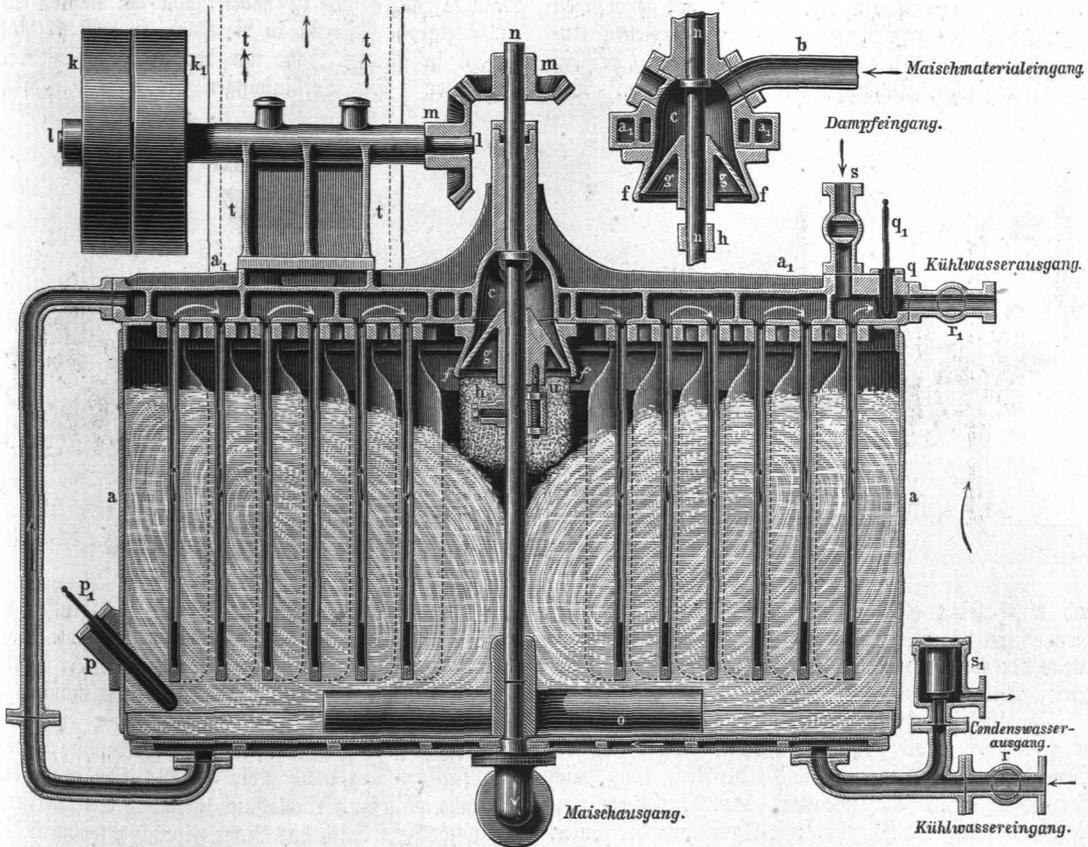
runden, eisernen Maischapparate ruhender Canalbalken *a' a'*, an welchem zahlreiche, hohle, concentrisch gebogene Kühlschaufeln aufgehängt sind. Der Canalbalken ist der Länge nach durch eine Scheidewand in zwei Hälften, und ferner, durch zwischen den zwei zusammengehörenden Oeffnungen der Kühlschaufeln eingesetzte Querwände, in eine entsprechende Anzahl von Kammern getheilt. Jede Kühlschaufel ist ihrer Länge nach in der Mitte durch eine Querwand, die unten eine schlitzförmige Oeffnung hat, in zwei Hälften getheilt, wodurch das Wasser gezwungen wird, in der einen Hälfte jeder Schaufel den Weg von unten nach oben und in der anderen Hälfte den Weg

Fig. 62.



Fig. 60.

Fig. 61.



von oben nach unten zu machen, wie in der Zeichnung durch die Richtung der Pfeile angedeutet ist. Der Eintritt des Kühlwassers erfolgt bei *r* in den Doppelboden des Maischgefäßes, in welchem es, durch Querwände gezwungen, einen möglichst großen Weg zurückzulegen hat. Am Ende dieses Laufes steigt es durch das gebogene Rohr in die Höhe, tritt in die erste Kammer des Canalbalkens, fällt in die hintere Hälfte der ersten Kühlschaufel, steigt in der vorderen wieder in die Höhe und durchfließt so nach der Reihe eine Schaufel nach der

anderen, bis es bei *r'* seinen Ausweg findet. Soll der Apparat zum Erhitzen der Maische dienen, so wird der Hahn *r'* abgesperrt und bei *s* Dampf in die letzte Kammer geleitet. Der Dampf nimmt dann den entgegengesetzten Weg, wie oben für das Kühlwasser beschriebener, das auf diesem Wege condensirte Wasser findet, bei geschlossenem Hahne *r*, seinen Ausweg durch das Retourventil *s'*.

Die vom Henze-Dämpfer kommende Masse tritt durch das Rohr *b* (Fig. 61) in die innen glättwandige Zertheilungsglocke *cf*, in welcher der Regel *g* auf der rasch rotirenden Welle *n* sitzt. Derselbe ist auf der Welle in ver-

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1881, 370. Muspratt, Chemie, bearb. v. Stohmann u. Kerl. I.

ticaler Richtung verschiebbar und durch die Schrauben *hu* feststellbar. Je nachdem man den Keil an der Welle hinauf- oder herunterrückt, wird der zwischen seinem Umfange und der Innenwand von *f* befindliche Raum vergrößert oder verringert werden, wodurch die Zertheilung des gedämpften Materiales geregelt wird.

Durch das gekrümmte gebogene Flügelrad *o*, welches am unteren Ende der Welle *n* sitzt, wird eine mächtige Bewegung der Maische hervorgebracht. Die Uebertragung der Bewegung erfolgt durch die Riemenscheibe *k* (deren Keierscheibe *k'*) auf die liegende Welle *l* und von dieser mittelst des Räderpaares *mm'* auf die verticale Welle *n*. Der mit einem Dampfstrahl-Exhaustor versehene Dunstabzug *tt* führt die sich bildenden Dämpfe ins Freie.

Vom Maischbottich unabhängige Wasserkühlung. Die einfachste Form der hierher gehörenden Apparate ist der von Nägeli in Neumwegesleben eingeführte Röhrenkühler. Derselbe ist auf das Princip des Liebig'schen Kühlapparates zurückzuführen. Die

heiße Maische fließt in das obere Ende eines langen, schwach geneigten Rohres, während ihr von der entgegengesetzten Seite, von unten aufsteigend, kaltes Wasser in einem, das Maischrohr umhüllenden, Rohre entgegenströmt. Die Dimensionen der Röhren müssen sich dabei nach der Menge der zu kühlenden Maische und nach der Temperatur des Wassers richten. Bei einer Verarbeitung von 3000 kg Kartoffeln und einer Temperatur des Kühlwassers von 10° bedarf man einer Kühlröhre von etwa 100 m Länge mit einem cubischen Inhalt von 700 l. Die Capacität des äußeren Rohres sollte etwa der des inneren Rohres entsprechen. Da die Länge der Röhre Unbequemlichkeiten verursachen würde, wenn sie in gerader Richtung fortgeführt würde, so giebt man dem Rohre mehrere Biegungen, derartig, daß die einzelnen Abtheilungen in einer Verticalebene über einander befindlich sind, und führt dann, um das Rohr stets mit Maische ganz gefüllt zu haben, von der tiefsten Stelle ein Steigrohr senkrecht in die Höhe, so daß der Abfluß nahezu in gleicher Höhe wie der Einfluß der Maische stattfindet. Die Verbindungen der einzelnen Röhren

Fig. 63.

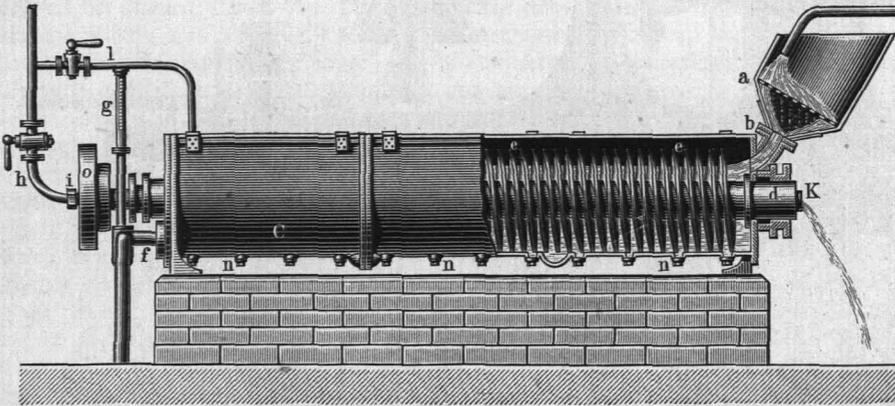
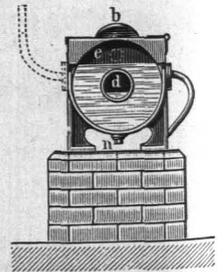


Fig. 64.



sind durch leicht abschraubbare Kniee herzustellen, um etwa eintretende Verstopfungen, die aber bei genügender Weite der Röhren nicht leicht zu befürchten sind, beseitigen zu können.

Das Maischrohr ist am zweckmäßigsten aus Kupfer zu fertigen. Das Wasserrohr kann aus beliebigem Material hergestellt werden, aus Eisenblech, Guß, auch Holzröhren lassen sich verwenden. Das Wasserrohr umgiebt rings das Maischrohr, mit Ausnahme der Kniee, welche frei bleiben. Die Verbindung der einzelnen Theile des Wasserrohres geschieht durch seitlich angelegte gebogene Röhren, derartig, daß jedesmal das obere Ende des unteren Rohres mit dem unteren Ende des oberen verbunden ist. Die Arbeit mit dem Apparate ist höchst einfach. Das obere Ende des Maischrohres steht in Verbindung mit einer Pumpe, welche die Maische aus dem Maischbottich saugt, das untere Ende des Wasserrohres mit einer Wasserpumpe. Die Wasserpumpe wird zuerst in Thätigkeit gesetzt. Sobald das Wasser oben auszufließen beginnt, läßt man auch die Maischpumpe arbeiten und hat dann nur die Leistung der beiden Pumpen derartig zu regeln, daß die Maische mit der

gewünschten Wärme abfließt. Sollte die Maische nicht genügend gekühlt sein, so läßt man entweder die Maischpumpe langsamer oder die Wasserpumpe stärker arbeiten; bei zu niederer Temperatur der Maische mäßigt man den Zufluß des Wassers. Bei richtigem Gange des Apparates sieht man so für jeden Kolbenhub, welchen die Maischpumpe macht, ein gleiches Quantum kalter Maische abfließen. Schließlich wird das Spülwasser des Maischbottichs durch das Rohr gepumpt, wodurch dieses für den nächsten Gebrauch wieder gereinigt ist, indem das Spülwasser die im Rohre befindliche Maische verdrängt.

Ein Apparat von ganz analoger Einrichtung ist der mit dem Hollefreund-Huber'schen Maischapparat (f. d.) verbundene Schlangenkühler, welcher sich von dem Nägeli'schen Röhrenkühler im Wesentlichen nur durch die spiralförmige Windung der die zu kühlende Maische aufnehmenden Röhre unterscheidet.

Diesem wieder schließt sich im Princip der Spiralmäischkühler von D. Hentschel in Grimma, Fig. 63 und 64, an. Derselbe besteht aus einem eisernen, in

feinem Untertheil halbkreisförmig gestalteten Troge *c*, in dessen centraler Achse die an ihren beiden Enden hohle Welle *d* ruht. Auf der Welle sitzt eine aus Kupfer gefertigte hohle Spirale *e*, deren erster Schraubengang mit dem vorderen Hohlraum der Welle *d* communicirt, und ebenso mündet der letzte Schraubengang der Spirale in den hinteren Hohlraum der Welle *d* ein. Die steil gestellten Schraubengänge haben einen solchen Durchmesser, daß der Umfang der Spirale den kreisförmigen Boden und die Seitenwände des Troges fast berührt. Durch die Riemenscheibe *o* und ein entsprechendes Vorgelege kann die Welle *d* mit der Spirale beliebig in der einen oder der anderen Richtung gedreht werden. Vor der Riemenscheibe befindet sich die Stopfbüchse *i*, in die das Wasserrohr *h* einmündet. Beim Beginn des

Betriebes wird der Spirale eine der Stopfbüchse *i* zulaufende Bewegung ertheilt und der Wasserhahn geöffnet, wobei sämmtliche Windungen der Spirale sich gänzlich mit Wasser füllen, während die Luft am entgegengesetzten Ende der Welle aus dem Hohlraume entweicht. Alsdann läßt man die durch eine Pumpe geförderte Maische in den Trichter *a*, in welchem ein Sieb alle größeren Theile zurückhält, einfließen. Von dort gelangt sie durch das Rohr *b* in den Trog *c*, wird von der sich in entsprechender Richtung drehenden Spirale erfasst und durch die Drehung derselben von einem Schraubengange zum anderen geführt, bis sie am entgegengesetzten Ende des Troges ankommt und völlig gekühlt bei *f* abfließt. Ein in das Abflußrohr *f* eingesetztes Thermometer *g* gestattet jeden Augenblick, die

Fig. 67.

Fig. 65.

Fig. 68.

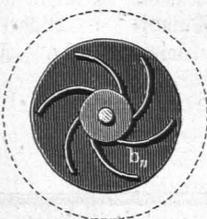
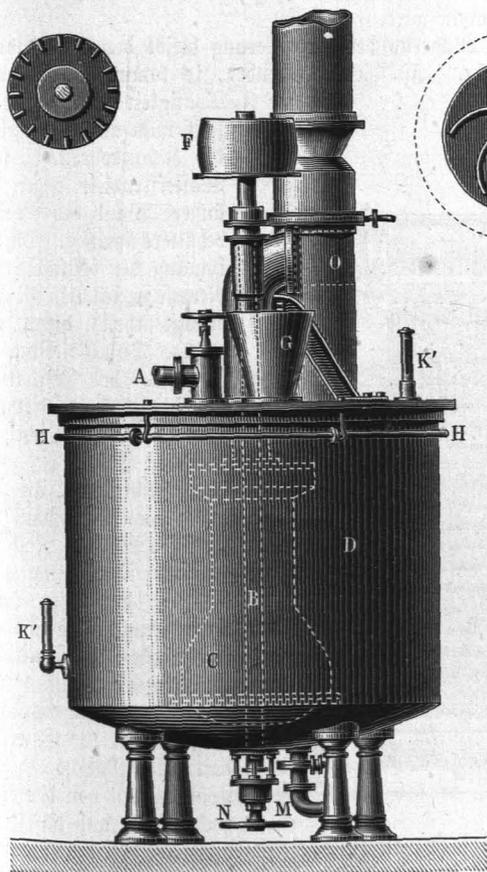
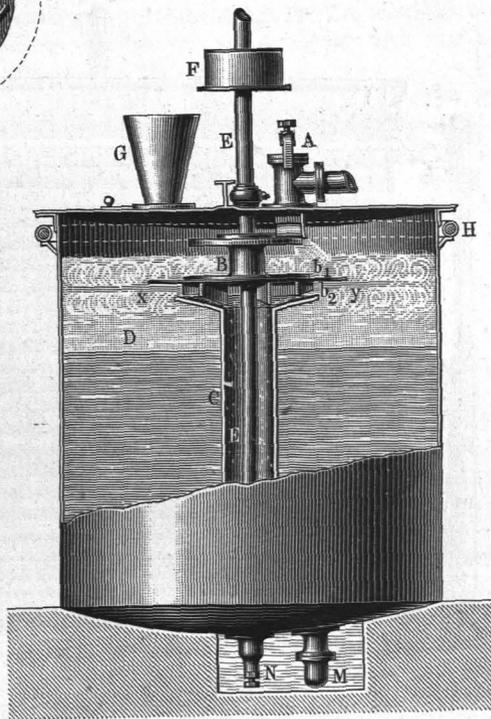


Fig. 66.



Temperatur der gekühlten Maische zu beobachten, und hiernach wird der Zufluß des Wassers regulirt. Um in den Spiralgängen angelegten Schlamm zu beseitigen, bringt man nach beendeter Arbeit durch eine im letzten Gange der Spirale befindliche, während des Betriebes durch eine Schraube verschlossene, kleine Oeffnung etwa 3 kg groben Flintenschrot in die Spirale und läßt diese dann mehrere Male erst in der einen und dann in der anderen Richtung rotiren, wodurch die Metallflächen durch die Reibung der Körner völlig gereinigt werden.

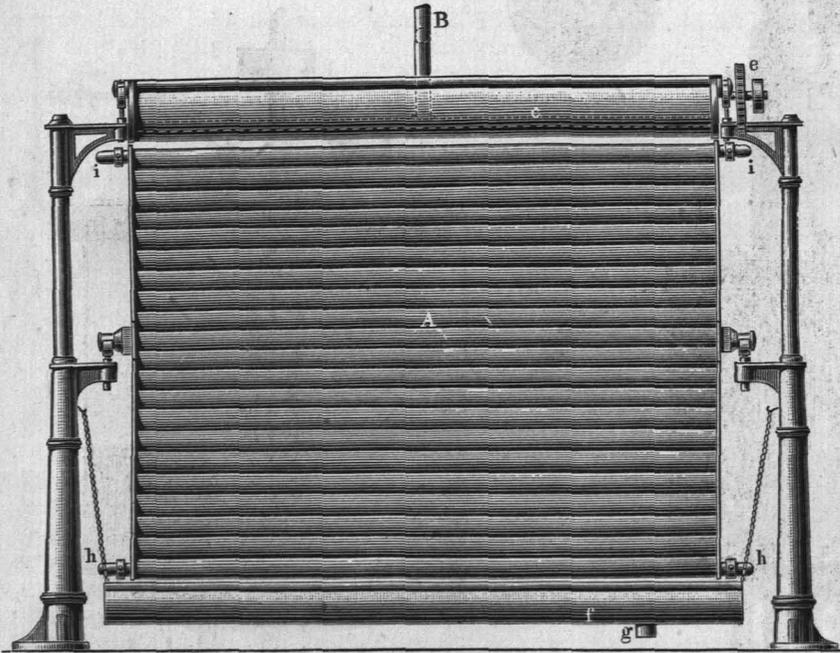
Nach übereinstimmenden Berichten hat sich der Apparat im praktischen Betriebe vortrefflich bewährt. Der-

selbe verbraucht, bei 40 bis 50 Drehungen der Welle pro Minute, durchschnittlich pro Liter Maische $\frac{3}{4}$ bis 1 Liter Brunnenwasser, um die Temperatur der Maische von 60° auf 16° C. herunter zu bringen.

c. Combinirte Luft- und Wasserkühlung. Ebenso wie bei der bloßen Wasserkühlung kann diese Methode der Kühlung entweder im Maischbottich, oder unabhängig von diesem in besonderen Apparaten vorgenommen werden. Als Beispiel der ersten Art gelte Pamppe's Maisch- und Kühlbottich, ausgeführt von der Halle'schen Maschinenfabrik und Eisen-

gießerei, Fig. 65 (a. v. S.). Fig. 66 ist derselbe Apparat in einer älteren Construction, deren Abweichungen jedoch nur die Dimensionen einzelner Theile betreffen, auch ist hier die Luftkühlung noch nicht angebracht. Der Apparat besteht aus einem kupfernen Cylinder *D*, in welchem die durch die Riemenscheibe *F* getriebene Welle *E* sich mit einer Geschwindigkeit von 200 bis 250 Touren pro Minute dreht. Die Welle ist umschlossen von dem offenen, 280 mm weiten Steigrohr *C*, welches sich oben trichterförmig, unten birnförmig erweitert. Die Welle trägt oben die Zerkleinerungsscheibe *B*, welche sich dicht an das Ausblaserohr *A* des Henze-Dämpfers anlegt. Die Zerkleinerungsscheibe ist, um sie vor Abnutzung zu schützen, oben mit einer dünneren Platte von Stahlblech belegt und radienförmig mit Schlitzen versehen, wie Fig. 67 zeigt. Die Schlitze sind je nach der Beschaffenheit des verarbeiteten Materials oben 2 bis 5 mm weit und erweitern sich nach unten auf 40 mm. Indem die aus dem Dämpfer kommende Masse durch den Dampfdruck gegen diese rasch rotirende Scheibe getrieben wird,

Fig. 69.



passirt sie die Schlitze und wird durch die Centrifugalkraft fortgeschleudert und fein zertheilt. Durch eine besondere Construction der Ausblasseöffnung werden Steinen u. dergl. an einer bestimmten Stelle des Ausblaserohres zurückgehalten und können von dort nach beendigter Operation entfernt werden. Der obere Raum des Bottichs, in welchem die Zerstäubung des Materiales erfolgt, communicirt durch ein 200 mm weites, in der Zeichnung nicht sichtbares Rohr mit der Luft außerhalb des Brennereigebäudes, und da in dem Dunstabzugsrohr *O* ein sehr kräftig wirkender Exhaustor sich befindet, so wird hier ein starker Strom von kalter, reiner Luft eintreten. Hierdurch, sowie durch die lebhaftere Dampfbildung, wird die Temperatur der ausblasenden Masse auf etwa 67° C.

herabgebracht. Die Mischung mit der Malzflüssigkeit, sowie die Bewegung der Maische erfolgt durch zwei Centrifugalpumpen, von denen die eine obere bei *b*₂ sichtbar ist, während die zweite in der birnförmigen unteren Erweiterung des Rohres *C* steht. Die Stellung der Flügel dieser Centrifugalpumpen zeigt Fig. 68. Die von unten durch die beiden Pumpen aufgesaugte Flüssigkeit wird oben gegen die Mischscheibe *b* getrieben, fein vertheilt und mit der auf die Mischscheibe fallenden, zerstäubenden Kartoffelmasse gemischt. Trotz der raschen Rotation der Welle ist der Kraftverbrauch ein verhältnißmäßig geringer.

Will man den Apparat zur Verarbeitung von Getreideschrot verwenden, so wird letzteres durch den Trichter *G* nach und nach eingeschüttet, wobei es auf die Mischscheibe *b* fällt und sofort mit dem aus der oberen Centrifugalpumpe hervorgeschleuderten warmen Wasser gemischt wird.

Während der Verzuckerung bleibt der Exhaustor in Ruhe. Ist dieselbe beendet, so kommt er wieder in

Thätigkeit und außerdem läßt man aus dem gelochten Kranzrohr *HH* feine Wasserstrahlen gegen die äußere Wand des Maischbehälters spritzen. Die Abkühlung der beständig von Neuem zerstäubten Maische erfolgt theils durch vermehrte Dampfbildung im Inneren des Behälters, mit der eine entsprechende Zunahme der Dichtigkeit Hand in Hand geht, theils durch Ableitung an das kalte, die Außenwand befeuchtende Wasser. Nach genügender Abkühlung wird die Hefe durch den Trichter *G* eingegossen und auf wirksamste Weise mit der Maische vermischt. Bei einer Temperatur des Kühlwassers von 11° C. erfordert 1 Th. Maische 2½ Th. Wasser, um von der Verzuckerungs- auf die Gäh-

rungstemperatur gebracht zu werden. Bei Kühlwasser von 5° C. ist nur 1 Thl. Wasser erforderlich. Die Temperaturen der Maische und des Vertheilungsraumes sind an den Thermometern *k''* und *k'* ersichtlich. Zum Ablassen der fertig gekühlten Maische dient das Ventil *M*. Mittelt des Handrades *N* kann die Welle *E* etwas gehoben oder gesenkt werden, um den Abstand der Flügel der Centrifugalmühlen von den Gehäusen zu reguliren.

Eine von dem Maischbottich unabhängige Vorrichtung ist der Berieselungs-Apparat von Ed. Theissen in Leipzig, Fig. 69 in vorderer Ansicht, Fig. 70 im Querschnitt. Derselbe ist dem Lawrence'schen Milchkühler nachgebildet und beruht wie dieser in der

Vertheilung der warmen Flüssigkeit über eine sehr große durch Wasser gekühlte Fläche. Die Kühlflächen bestehen aus fein polirten Kupferplatten, welche entsprechend gewellt sind, wie der Querschnitt, Fig. 71 in halber natürlicher Größe darstellt, und seitlichen Abschluß durch Rothguß-Stirnwände finden. Die obere Fläche jeder Wellung liegt horizontal, um den Abfluß der Maische möglichst aufzuhalten, während die untere Seite derartig geneigt ist, daß der Weg der Maische möglichst verlängert wird, ohne daß die letztere die Kühlfläche

immer homogenen Kartoffelmaische erfordert eine besondere Vorrichtung, wie sie in Fig. 70 dargestellt ist. Das geräumige Maische-Zuleitungsrohr *B* theilt sich über dem Becken *c* in zwei Arme, welche auf dem Boden dieses Beckens rechtwinklig an die Vertheilrohre *b b* anschließen. Die letzteren reichen über die ganze Breite des Apparates und haben nach oben Ausströmeöffnungen, welche durch aufgeschobene Hülsen so zu justiren sind, daß die Maische im ganzen Becken in gleicher Stärke austritt. Dieselbe hat sodann zwei schräg gestellte Scheidewände zu übersteigen, welche oben an rotirende Wellen *dd* anschließen und auf deren geneigten inneren Flächen sie sodann in mäßiger Geschwindigkeit abgleitet, um sich von da auf den conischen Ansatz des Apparates und weiter auf die Kühlflächen zu ergießen. Diese Scheidewände sind verstellbar und behufs vollständigen Ablassens der Maische und Reinigung ganz herauszuziehen. Die nach innen gerichtete Rotation der Rohre *dd* bewirkt, daß keine Schalen, Stücke oder sonstige feste Beimengungen der Maische sich beim Uebersteigen der Wände festsetzen können, welches eine gleichmäßige Vertheilung unmöglich machen würde. Durch Verbindung mit der Transmission, durch ablaufende Gewichte oder mit der Hand wird diese Vertheilung in Bewegung gehalten.

Die Seitenwände haben in ihrer ganzen Höhe leicht abnehmbare Deckplatten, nach deren Entfernung die inneren vom Wasser bespülten Flächen freigelegt sind und mittelst einer nach beiden Seiten auf Draht befestigten Rundbürste leicht von Niederschlägen aus dem Wasser befreit werden können. Der ganze Apparat ruht in Gabeln auf zwei gußeisernen Ständern; zwischen den Tragarmen der Ständer und den Gabeln liegen Schraubenmutter, mittelst deren resp. den eingreifenden Schraubenbolzen der Lager diese letzteren zu heben oder zu senken sind, so daß die horizontale Lage der Wellungen jederzeit genau zu justiren ist.

Eine gleiche Lagerung und Vorrichtung hat noch besonders das Vertheilungsbecken *c*, um dasselbe ebenfalls für sich genau horizontal, sowie höher oder tiefer stellen zu können.

8. Gährbottiche. In den meisten Brennereien findet man hölzerne, aus tannenen oder eichenen Stäben zusammengesetzte und durch eiserne Bänder zusammengehaltene Bottiche von schwach conischer Form, oben etwas enger als unten, deren Höhe etwa ihrem Durchmesser gleichkommt oder etwas geringer ist. Fläche ovale Bottiche, die man früher zu der Zeit, wo die Maische noch im Gährbottich bereitet wurde, allgemein angewandte, sind jetzt abgeschafft; früher war diese Form unentbehrlich, weil in einem tiefen, fast cylindrischen Bottich die Bearbeitung der Maische und namentlich das Teig schlagen wegen der größeren Tiefe nicht ausführbar war. Die flachen ovalen Bottiche haben den großen Nachtheil vor den cylindrischen, daß sie der Luft eine weit größere Oberfläche darbieten als jene, ihr Inhalt wird daher leichter abkühlen und durch die große der Luft ausgesetzte Fläche der gährenden Maische wird Milchsäure- und Essigsäurebildung in hohem Maße, namentlich während der warmen Jahreszeit, eintreten.

Fig. 70.

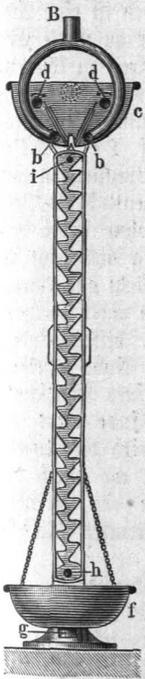
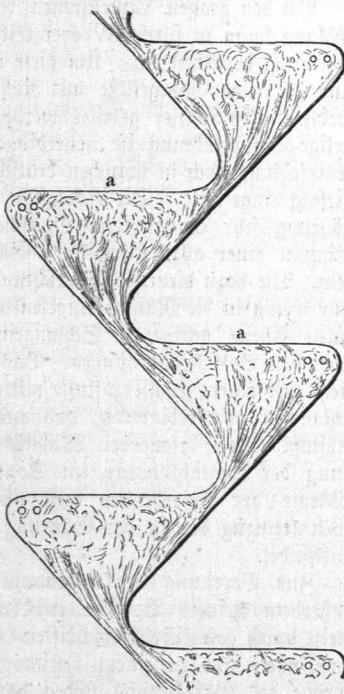


Fig. 71.



jemals verläßt und ins Fallen oder Tropfen kommt. Während des Betriebes ist der ganze Apparat mit einer gleichmäßig herabfließenden Schicht von Maische überzogen, auf welche demnach die gesammte Kühlfläche einwirkt, so daß die Maische mit der gewünschten Temperatur in dem darunter befindlichen Sammelbecken anlangt und von dort gekühlt dem Gährbottich zugeleitet wird.

Das Kühlwasser tritt unten bei *h* zwischen die Kühlplatten und wird zunächst in einem nach oben durchbrochenen Wasservertheilrohr durch den ganzen Apparat geleitet; aus diesem Rohre steigt es gleichmäßig in der ganzen Breite des Apparates nach oben unter steter Reibung an den Wänden, wie im Querschnitt dargestellt. Es ist demnach keine Stelle in der gesammten Kühlfläche, welche nicht von innen durch stets erneutes Wasser gekühlt und von außen durch eine dünne Schicht stets wechselnder Maische bedeckt wird. Das stark erwärmte Kühlwasser verläßt bei *i* den Apparat und kann zum Kesselspeisen, Spülen u. mit Vortheil verwendet werden.

Die gleichmäßige Zuführung der dicken und nicht

Die hölzernen Bottiche haben den einzigen Nachtheil, daß ein Theil der Maische in ihre Wände eindringt und nach dem Entleeren durch die Berührung mit der Luft zur Säurebildung Veranlassung giebt, welches äußerst nachtheilig auf die spätere Fällung einwirkt.

Auch werden die Wandungen der Bottiche leicht durch fremde Fermente inficirt, die sich bis in die Poren des Holzes hineinziehen können. Hiergegen sucht man sich durch allerlei Anstriche, die das Holz für Flüssigkeiten undurchdringlich machen, zu bewahren, so durch Ueberziehen mit geschmolzenem Harze oder Paraffin oder durch einen Anstrich von Harzfirniß (4 kg Fichtenharz, 0,5 kg Schellack, 2 kg Terpentin, 16 l Spiritus von 90°). Alle diese Ueberzüge können nur wirksam sein, wenn sie auf völlig trockenes Holz gemacht werden, da sie in feuchtes nicht eindringen. Zum Auftragen von geschmolzenem Harze und Paraffin muß das Harz außerdem stark erhitzt werden, da diese Materialien nur dann von Nutzen sein können, wenn sie nicht nur an der Oberfläche haften, wo ihr Verband immer ein lockerer bleibt, sondern von der Masse des Holzes aufgesogen werden.

Hauptfache bei der Behandlung der Gährbottiche bleibt immer größte Sauberkeit. Nach jedem Gebrauche sollten sie sorgfältig mit scharfen Bürsten und reinem Wasser ansgeheuert werden, um alle anhängenden klebrigen Massen, die zu wahren Fermentfängern werden, zu beseitigen. Sehr zu empfehlen ist ferner, etwa alle Woche einmal die Bottiche mit einer Lösung von saurem schwefligsaurem Kalk, die für diese Zwecke von chemischen Fabriken in den Handel gebracht wird, auszuspülen, um damit alles, was von fremden Fermenten in die Oberfläche des Holzes eingedrungen ist, zu tödten. Während der Zeit, wo die Bottiche nicht gebraucht werden, wie während der Sommermonate, hält man sie am besten ganz mit reinem Wasser gefüllt.

Die Größe der Bottiche ist ungemein verschieden. Sie richtet sich nach der Art und dem Umfange des Betriebes. In unseren deutschen Kartoffel- oder Kornbrennereien findet man meist Bottiche von etwa 3000 bis 4000 l Inhalt. Derselbe ist immer der Leistungsfähigkeit der übrigen Apparate anzupassen, derart, daß die im Maischapparate dargestellte Menge der Maische, sammt dem Spülwasser und der Hefe, gerade ausreicht, um den Gährbottich bis auf den erforderlichen Steigraum zu füllen.

Steinerne, aus Sandstein oder Thonschieferplatten gefertigte Bottiche haben den Nachtheil, daß sie zur Abkühlung der Maische mehr als jene beitragen. Man setzt sie aus viereckigen Platten zusammen und zwar so, daß die eine Seitenwand immer zwei Bottichen gemeinschaftlich ist. Die Form der Bottiche nähert sich dann der des Würfels. Es können daher in einem beschränkten Gährtraume bedeutend mehr solcher Bottiche aufgestellt werden, als bei runder Gestalt. Diese viereckige Form läßt sich auch bei hölzernen Bottichen anwenden. Man bildet dann aus langen Bohlen einen großen Trog, der durch Querrände in so viele Abtheilungen zerlegt wird, wie man einzelne Bottiche zu haben wünscht. Je eine dieser Scheidewände ist immer zwei Bottichen gemeinsam.

Die Porosität der steinernen Bottiche kann man dadurch unschädlich machen, daß man sie mit einem Anstrich von heißem Leinölfirniß so oft überzieht, bis von dem Firniß nichts mehr aufgesogen wird.

Eiserne Bottiche theilen zwar nicht die Porosität der steinernen, ihre noch größere Wärmeleitfähigkeit ist aber ein Hinderniß ihrer Anwendung in nicht sehr großen Brennereien. In den englischen Brennereien verwendet man sehr vielfach eiserne Bottiche. Diese sind dann aber so groß, daß ihre Oberfläche im Verhältniß zu ihrem Inhalte nur einen kleinen Theil ausmacht.

Bei den großen Dimensionen derselben ist eine Abkühlung kaum zu fürchten, eher tritt eine zu starke Erwärmung derselben ein. Um diese reguliren zu können, sind derartige Gährgefäße mit Röhren versehen, durch welche kaltes Wasser geleitet werden kann. Eine derartige Bottichkühlung ist neuerdings auf Delbrück's Empfehlung auch in manchen deutschen Brennereien mit Erfolg eingeführt. Sie ermöglicht namentlich die Vergärung sehr concentrirter Maischen, ohne dabei den Eintritt einer allzu stürmischen Gärung ausgesetzt zu sein. Die dazu dienende Vorrichtung besteht aus einem, nur wenig in die Maische eingesenkten, in einer horizontalen Ebene gebogenen Schlangenrohr, dessen Enden über den Bottichrand hängen. Das eine Ende desselben steht mit einem Wasserzuflusse mittelst eines Kautschukschlauches in Verbindung, das andere Ende dient als Abfluß. Von besonderer Wichtigkeit wird die Anordnung der Bottichkühlung im Sommer, wo durch die Wärme der umgebenden Luft ohnehin ein geringer Wärmeentzug der in der Gärung erwärmten Maische stattfindet.

Zur Bereitung der sogenannten Kunsthefen sind außerdem kleinere Bottiche erforderlich, deren Größe meist durch gesetzliche Vorschriften regulirt wird, indem ihr Inhalt nur in einem bestimmten Verhältnisse zur Größe des Gährbottichs stehen darf. Sie sind allgemein von Holz angefertigt, aber mit Kupferblech ausge schlagen, da nur dadurch die größte Reinlichkeit zu erzielen ist, die bei dem hohen Säuerungsgrade, welchen man der Hefe gewöhnlich giebt, doppelt erforderlich ist. Für die Aufstellung der Hefengefäße bestimmt man ein kleines neben dem Gährtraume belegenes Local, welches durch starke Wände möglichst vor Abkühlung geschützt ist und im Winter durch einen guten Fülllofen gelinde geheizt werden kann.

Die Gährbottiche stehen am besten auf Unterlagen, die so hoch sind, daß der Raum unter denselben leicht gereinigt werden kann. Der Boden des Gährtraumes ist mit Fliesen belegt oder mit Asphalt ausgegossen und muß nach einer Seite hin geneigt sein, wohin alles zum Reinigen des Bodens angewandte Wasser rasch und leicht abfließt. Bei großer Wärme im Sommer gießt man häufig am Tage kaltes Wasser über den Boden, um durch dessen Verdunstung die Wärme der Luft zu mäßigen.

Sämmtliche Gährbottiche haben am Boden ein Abflußrohr, durch welches die vergohrene Maische in eine Röhrenleitung abgelassen werden kann, die sie zur Pumpe führt, mittelst welcher die Maische in ein hoch stehendes

Reservoir oder direct in den Vorwärmer des Destillirapparates gefördert werden kann.

Bei der Masse der während der Gährung entwickelten Kohlenäure ist für eine gute Ventilation des Gähr-raumes zu sorgen, da sonst plötzliche Erstickung der darin beschäftigten Arbeiter eintreten kann. Doch soll bei der Ventilation jeder Zug vermieden werden, um eine zu weite Abkühlung einzelner Bottiche, die eine Störung des Verlaufs der Gährung im Gefolge haben würde, zu verhüten.

9. **Destillationsapparate.** Die verschiedenen Formen, in denen die Destillationsapparate gebaut werden, lassen sich folgendermaßen eintheilen:

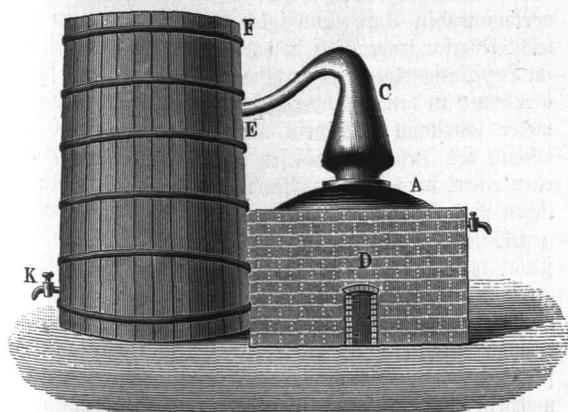
1. einfache Destillirapparate, bestehend aus Blase, Helm und Kühlrohr;
2. einfache Destillirapparate mit Vorwärmung der Maische durch die Wärme der abziehenden Feuerluft;
3. Destillirapparate mit rectificirendem Vorwärmer;
4. Destillirapparate mit Vorwärmer, Rectificator und Dephlegmator;
 - a) für intermittirenden Betrieb;
 - b) für continuirlichen Betrieb.

Von diesen werden die vier ersten heute nur noch in der eigentlichen Branntweimbrennerei verwandt, während die letzteren der Spiritusfabrikation dienen.

Ebenso wie bei den Maischapparaten, hat die Neuzeit auch auf diesem Gebiete eine Menge von neuen Constructionen gebracht, von denen hier nur einzelne typische aufgeführt werden können. Hinsichtlich der Begründung ihrer Construction ist auf das oben Gesagte zu verweisen (s. S. 355 ff.).

1. **Einfache Destillationsapparate.** Die älteste und einfachste Form des Destillirapparates ist in Fig. 72 dargestellt. Darin ist *A* die Blase, ein

Fig. 72.



tupferner, mehr weiter als hoher Kessel mit schwach abgerundetem Boden, der zum größten Theile von dem Mauerwerke *D* umgeben ist. Der obere Theil des Kessels bildet einen mit dem Kessel verbundenen Deckel, der in der Mitte eine Oeffnung hat, in welche der unten offene Helm *C* genau paßt. Der Helm verjüngt sich nach oben, hat dort eine Biegung, die in ein Rohr oder

den Schnabel des Helmes *E* ausläuft. Der Schnabel mündet in ein langes gewundenes Rohr, das Kühlrohr oder Schlangrohr, welches in dem mit Wasser gefüllten Behälter *F* liegt, worin die Dämpfe durch das umgebende kalte Wasser zu Flüssigkeit verdichtet werden, die bei *K* abfließt.

Dieser Apparat findet sich jetzt nur noch in den kleineren Brennereien, in allen fabrikmäßigen Anlagen ist er durch Apparate verdrängt, die eine bessere Ausnutzung der Wärme gestatten.

Es entweicht nicht allein ein großer Theil der Wärme unbenutzt in den Schornstein, sondern auch alle Wärme, die zur Erhitzung der Maische und zur Verdampfung des Alkohols und Wassers erforderlich ist, wird entweder durch die siedend heiße Schlempe oder durch das Kühlwasser entfernt. Bei diesem unvermeidlichen Wärmeverluste muß man durch möglichst vollkommene Einrichtung des Apparates danach streben die Verluste auf das geringste Maß zu reduciren. Dieses geschieht zunächst durch zweckmäßige Einrichtung der Feuerung.

Mehr oder weniger muß sich die Anlage der Feuerung nach der Art des zur Verfügung stehenden Brennmaterials richten, im Wesentlichen lassen sich jedoch einige allgemein gültige Regeln dafür aufstellen. Es hat sich dabei als sehr vortheilhaft bewährt, wenn man den eigentlichen Heizraum nicht unmittelbar unter, sondern vor die Blase legt und ihn hier mit einem flachen Gewölbe überspannt. Das Gewölbe wird eine sehr hohe Temperatur annehmen und durch Ausstrahlung von Wärme die Verbrennung der Kohlen so befördern, daß alle Destillationsproducte und Ruß durch die heiße Luft vollständig verbrannt werden und als helle Flamme den Boden der Blase treffen. Durch gemauerte Züge wird eine Ausbreitung der Flamme verhindert, die Flamme und die Verbrennungsproducte werden dadurch vielmehr gezwungen, auf einem um das Mehrfache verlängerten Wege unter der Blase zu circuitiren und dabei ihre Wärme möglichst abzugeben. Ein zweiter Zug windet sich rings um die Seitenwand der Blase, und erst nachdem die Verbrennungsproducte auch diesen passiert haben, können sie in den Schornstein entweichen. Dieser Zug muß natürlich so angelegt sein, daß er die Blasenwand nur so weit trifft, wie sie, selbst nach beendigter Destillation, mit Flüssigkeit bedeckt bleibt, weil sonst ein Anbrennen und eine Zerstörung des Apparates unausbleiblich sein würde.

Die Größe der Blase ist sehr verschieden und muß sich ganz nach dem Umfange des Betriebes richten. In England wandte man früher Blasen an, die in einer Füllung bis 100 000 l faßten, und diese bedurften eine volle Woche, um abdestillirt zu werden (Dodd). Ähnliche colossale Apparate findet man heute noch in den Whisky-Destillationen, z. B. in der Port Dundas Destillery zu Glasgow. Die Destillation wird dort theils durch directes Feuer, theils durch ein großes geschlossenes Dampfrohr, welches im Inneren der Blase liegt, bewirkt und rasch zu Ende geführt. Bei uns macht man die Blasen nie größer, als daß sie bei mehrmaliger Benutzung die an einem Tage zu verarbeitende Maische abtreiben können. Ihre Größe muß so sein, daß sie bei jeder Füllung nicht mehr als bis zu $\frac{3}{4}$ oder höchstens

$\frac{4}{5}$ ihres Raumes von der Maische gefüllt zu werden brauchen, um der durch die Erhitzung sich ausdehnenden Flüssigkeit Raum zu lassen, und um ein Uebersteigen und Ueberschäumen zu vermeiden. Um die Wärme so weit wie möglich zu benutzen, giebt man ihnen einen Durchmesser, der sich zu ihrer Höhe wie 5:2 oder wie 3:1 verhält. Die Weite der Blasenöffnung, welche den Helm aufnimmt, sollte wenigstens 30 cm im Durchmesser haben, um bequem hineingelangen und die Blase reinigen zu können. Am Boden der Blase ist außerdem eine durch einen Hahn zu verschließende Oeffnung, durch welche die Schlempe abgelassen wird.

Ueber die Form und Größe des Helms sind die Ansichten sehr verschieden. Balling empfiehlt ihn möglichst klein zu machen, oder vielmehr ihn durch einen auf die Blasenöffnung zu schraubenden Deckel, von dem ein Rohr zum Kühlapparat führt, zu ersetzen. Dieses ist jedoch nicht zweckmäßig, weil die Oberfläche des Helms durch Wärmeausstrahlung dephlegmirend wirkt und so ein concentrirteres und reineres Destillat gewinnen läßt. Dabei dürfen jedoch gewisse Grenzen nicht überschritten werden, weil bei einem zu großen Helm zur Wiedererhitzung des Phlegmas zu viel Feuerung gebraucht werden würde.

Ob man einen größeren oder kleineren Helm anwenden soll, wird durch das zu gewinnende Product bedingt. Handelt es sich lediglich um die Abscheidung des Alkohols, wie dies bei der Destillation der Maische meist der Fall ist, so hat man einen möglichst kleinen Helm zu wählen. Der zur Verhinderung des Ueberkochens der Maische nöthige Raum ist dabei am zweckmäßigsten durch geringere Füllung der Blase zu beschaffen. Soll dagegen ein reineres Product gewonnen werden, wie bei der Destillation oder Rectification des Lutters, so wird ein größerer Helm nöthig, damit die durch die Fuseltheile und mechanisch mit fortgerissenen Stoffe verunreinigte Flüssigkeit nicht mit in den Kühler gelange.

Das Kühlrohr (Fig. 73) ist ein spiralförmig gewundenes Kupferrohr, welches oben, da wo der Schnabel des Helmes in dasselbe eintritt, so weit ist, daß sein Durchmesser sich zu dem der Blase wie 1:12 verhält. Nach unten läuft es verjüngt zu, weil die Dämpfe in dem Maße, wie sie sich in den oberen Windungen verdichten, weniger Raum einnehmen. Man vermeidet durch diese Verengung des Rohres zugleich das Eintreten von Luft in die Röhre, welche zur Drydation des Kupfers und Grünspanbildung beitragen würde. Die Länge des Rohres muß sich nach dem Volum der zu verdichtenden Dämpfe, mehr noch aber nach dem Quantum des zur Verfügung stehenden Kühlwassers richten. Ist man genöthigt, an Kühlwasser zu sparen, so muß man das Rohr verlängern und es in einen sehr großen Bottich legen, in welchen das Rohr erst in der Mitte seiner Höhe eintritt und nur den unteren Theil einnimmt. Das heiß gewordene Wasser steigt vermöge seines geringeren specifischen Gewichtes in die Höhe, während das kältere Wasser aus der oberen Hälfte des Bottichs herabsinkt, so daß der untere Theil der Schlange stets in kaltem Wasser liegt. Das erhitzte Wasser vom oberen Theile des Bottichs kann dann zum Einmischen u. dgl. benutzt werden. Hat man reichlich Wasser und kann

man dieses ohne große Kosten so weit in die Höhe schaffen, daß es sich in ununterbrochenem Strome in das Kühlfaß ergießt, so kann man die Schlangenröhre bedeutend abkürzen und ein kleineres Kühlfaß anwenden. Das kalte Wasser wird durch ein Rohr, welches außen dicht über dem Boden in das Faß geht, zugeleitet und fließt erwärmt oben ab. Man findet häufig die Einrichtung, daß das Rohr für das kalte Wasser in dem Kühlfaße steht. Dieses ist jedoch bei weitem nicht so zweckmäßig, weil dann das kalte Wasser, indem es die oberen warmen Schichten, welche das Rohr umgeben, passiert, immer mehr oder weniger erwärmt wird. Durch die Zuleitung von außen wird dies ganz vermieden.

Bei den neueren Apparaten, und namentlich bei den für einen raschen Betrieb bestimmten, tritt an die Stelle des Schlangenrohres der Röhrencondensator, dessen Einrichtung sich aus den Figuren 13 und 14 (Seite 58 und 59) ergibt.

Aus dem Kühlrohre fließt das Destillat in eine Vorlage und wird aus dieser in geeignete Behälter entleert; ist es Branntwein, so kommt er in die Verkaufsfässer, ist es Lutter oder Nachlauf, so wird es in besondere Sammler gebracht. In allen besseren Brennereien und namentlich beim fabrikmäßigen Betriebe ist zwischen dem Kühlrohre und der Vorlage noch ein Apparat, der Ablauf oder Alkoholometerständler oder Verschuß, eingeschaltet, welcher die Qualität des Destillates fortwährend controlirt. Dieser Apparat in seiner vollkommensten Construction, nach Siemens, ist in Fig. 74 und 75 dargestellt.

Die Verschraubung *a* verbindet das Rohr *b* mit der Kühlschlange; das Rohr *c*, welches zweckmäßig durch eine Verlängerung bis ins Freie zu führen ist, dient zum Entweichen der sich beim Erwärmen ausdehnenden Luft und der Kohlsäure, mit welcher die Maische gesättigt ist. Die Fortführung dieses Rohres ins Freie ist namentlich bei allen großen Apparaten geboten, um bei einer etwa vorkommenden Unregelmäßigkeit der Condensation die leicht feuerfangenden Alkoholdämpfe an der Verbreitung im Destillationslocale zu verhindern. Das gebogene Rohr *b* mündet in den Cylinder *d*, in welchem ein Alkoholometer schwimmt, an dem man jeden Augenblick den Gehalt des Destillates ablesen kann. Das Rohr *d* hat oben einen umgebenen Rand und ist von dem beweglichen Rohrstücke *ee* umgeben. An *e* ist ein Kranz *ff* angelöthet, in welchen sich das aus *d* abfließende Destillat ergießt. Ein anderer Kranz *gg* trägt die Glasglocke *h* und ist unten mit vier Ablaufröhren *ii*, welche nach verschiedenen Behältern führen, versehen. In den trichterförmigen Theil dieser Röhren läßt sich das Destillat aus dem Kranze *ff* durch die Tülle *k* leiten, je nachdem man das bewegliche Rohr *ee* von außen dreht. Der äußere größere Kranz *gg* ist durch die Bügel *l* mit dem festen Rohre *d* verbunden, so daß er von diesem getragen wird.

Die Röhren *ii* sind jede mit einem besonderen Behälter verbunden, von denen z. B. der eine für Spiritus, der andere für Branntwein, der dritte für Lutter, der vierte für Nachlauf bestimmt ist. Während der Destillation zeigt das Alkoholometer durch seinen Stand in der

Flüssigkeit den Gehalt des Productes. Sobald dieser unter die beabsichtigte Stärke sinkt, bringt man, durch einfache Drehung des Rohres *e*, die Abflußstille *k* über die Mündung eines anderen Rohres *i* und fängt so jeden einzelnen Theil des Destillates für sich besonders auf.

Von historischem Interesse sind noch ein paar Apparate, die unter besonderen Verhältnissen entstanden sind. Im Jahre 1786 wurde in Großbritannien die Besteuerung des Spiritus in Form eines Blaseninzses erhoben, dessen Grundlage die Größe der Blase bildete. Nach

Fig. 73.

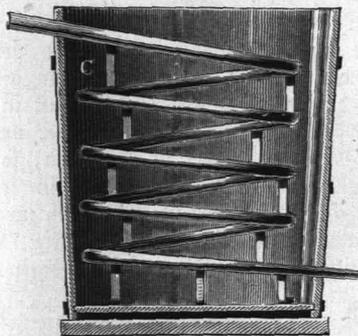


Fig. 76.

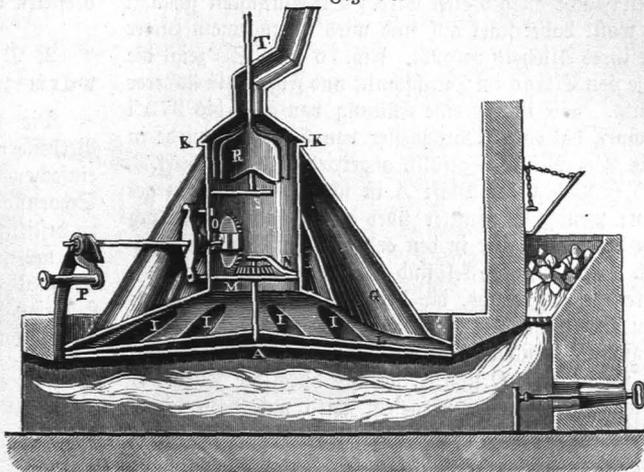


Fig. 74.

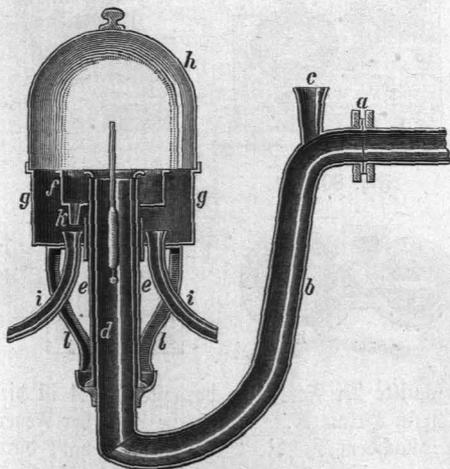


Fig. 77.



Fig. 75.

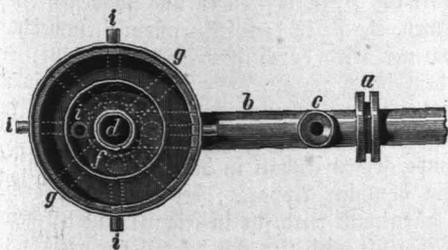
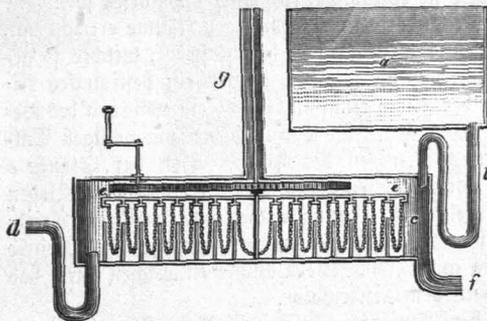


Fig. 78.



dem Gesetze sollte der Brenner wöchentlich für je eine Gallone (= 4,54 l) des Inhaltes der Blase eine Abgabe von Kflr. 1,10 (Mk. 30,00) entrichten. Um möglichst wenig Steuer zu zahlen, machte man die Blase nun so klein wie irgend thunlich und ersetzte ihre Leistungs-

fähigkeit durch einen möglichst raschen Abtrieb. Während die Gesetzgebung angenommen hatte, jede Blase werde täglich nur einmal benutzt, kam man bald dahin, eine Destillation in drei Minuten zu beenden. Nimmt man nur 10 Arbeitsstunden täglich, so war dieser rasche

Abtrieb gleichbedeutend mit einer Reduction der Steuer auf $\frac{1}{200}$ der beabsichtigten Höhe. Es wurde dies 1787 erreicht durch eine Construction der Gebrüder Sligo in Leith. Das Princip der hiernach abgeänderten Construction des Apparates beruht darauf, daß die Maische in einer sehr dünnen Schicht auf einer großen, stark erhitzten Fläche ausgebreitet wird. Die Flüssigkeit schäumt und wallt dabei stark auf und wird in ungemein kurzer Zeit ihres Alkohols beraubt. Fig. 76 (a. v. S.) zeigt die Blase von Sligo im Durchschnitt und Fig. 77 in äußerer Ansicht. Sie ist für eine Füllung von 350 bis 370 l berechnet, hat einen Durchmesser von 5 m und wurde in 3 bis $3\frac{1}{2}$ Minuten gefüllt, abgetrieben und entleert.

Der Boden der Blase A ist schwach nach innen gebogen; wenige Centimeter über dem Boden erhebt sich schon der Deckel, der in den cylindrischen Helm K ausläuft. Auf dem Deckel sind außerdem noch zehn weite Röhren G angebracht, die bei I in die Blase und an ihrem oberen Ende in den Helm münden. Im Inneren des Helms befindet sich ein Triebwerk, bestehend aus zwei Zahnrädern O und N, welches durch die Kurbel S von außen in Bewegung gesetzt wird und dazu dient, den Rührapparat L, durch den die Maische aufgewühlt wird, in Umdrehung zu versetzen. Die stark aufschäumende Maische steigt nicht allein hoch in den Helm, welcher vom Boden der Blase bis zu dem Punkte K 6 m mißt, sondern auch in die Röhren G, von denen sie wieder in den Helm fließt. Um ein Uebererschäumen zu verhüten, ist im oberen Theile des Helms ein Schaumbrecher R befindlich, ein aus vier Flügeln bestehender Apparat, der durch ein außerhalb liegendes Getriebe in Umdrehung versetzt wird. Die Dämpfe entweichen durch das Rohr T in den Kühlapparat. Die Füllung geschieht durch ein mit dem Hahnenrohr O (Fig. 77) verbundenes Rohr. Die Schlempe fließt durch D ab.

Ein ähnlicher Apparat wurde gleichzeitig von Sir Anthony Perrier construirt. Die Maische fließt dabei aus dem Reservoir a (Fig. 78, a. v. S.) durch das Rohr b bei c in die Blase. Diese ist durch eine große Zahl concentrischer Ringe in viele kreisförmige Räume getheilt, die so unter sich communiciren, daß die Maische jeden Raum nach einander durchströmen muß. Auf ihrem Laufe wird sie vollständig entgeistet und fließt, sobald sie das andere Ende dieser ringförmigen Räume erreicht hat, als Schlempe ab. d ist das Abflußrohr, welches so gebogen ist, daß die Maische immer ein bestimmtes Niveau in der Blase einnimmt; f ist ein während des Betriebes geschlossenes Rohr und dient zum völligen Entleeren und Reinigen der Blase. Von der Stange e hängen eiserne Ketten herab, die fast bis auf den Boden jeder einzelnen Abtheilung reichen und, durch ein Triebwerk und Kurbel in Umdrehung versetzt, die Maische beständig aufrühren. Die Dämpfe entweichen durch das Rohr g in den Condensator.

In dem Apparate von Sir Anthony Perrier sehen wir schon das Princip der continuirlichen Destillation verwirklicht, und dieser muß daher als der Erfinder der Arbeitsmethode, welche in der neuesten Zeit zu großer Vervollkommnung gebracht ist, bezeichnet werden.

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß die beiden

Apparate nur dazu bestimmt sind, in möglichst kurzer Zeit möglichst viel Maische abzutreiben, welches nur durch einen unverhältnißmäßig hohen Aufwand, oder richtiger durch eine große Vergendung, von Brennmaterial bewirkt werden kann. Durch sie wurde bald eine Abänderung des Steuergesetzes herbeigeführt und damit versielen die Apparate der Vergessenheit.

2. Destillirapparate mit Blase und Vorwärmer.

Die nächste auf Brennmaterialersparniß zielende Verbesserung wurde dadurch erreicht, daß man bei der einfachen Blase die aus dem Feuerraum sonst in den Schornstein entweichende Wärme dazu benutzte, um die zu destillirende Flüssigkeit vorher zu erwärmen, so daß sie nahezu siedend in die Blase kam. Ein solcher Apparat, der noch jetzt in Westindien vielfach zur Destillation des Rums angewandt wird, ist in Fig. 79 im Verticaldurchschnitte und in Fig. 80 im Horizontal-

Fig. 79.

Fig. 81.

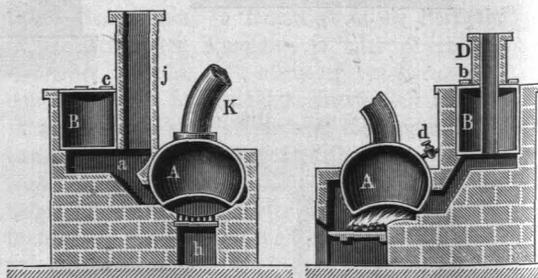
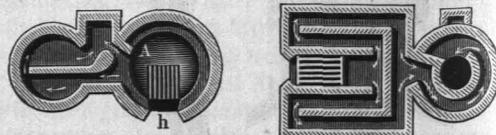


Fig. 80.

Fig. 82.



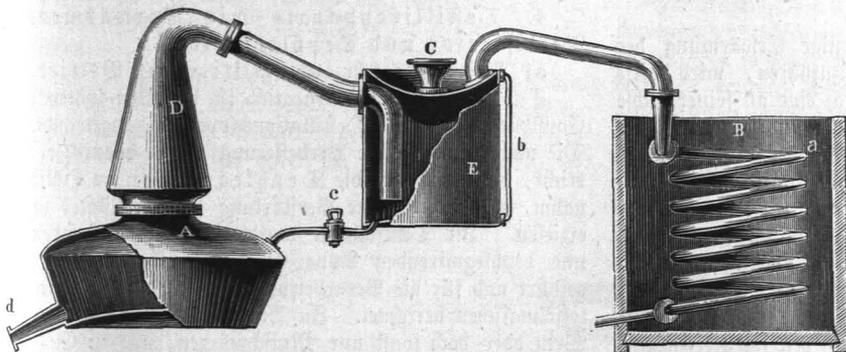
durchschnitte der Feuerung dargestellt. A ist die Blase mit ihrem Helme K. Die heiße Luft der Feuerung h steigt, nachdem sie die Blase geheizt hat, durch den Fuchs a in die Höhe und wird dort durch eine Zunge gezwungen, in der Richtung der Pfeile den Boden des Vorwärmers B zu bestreichen und so dessen Inhalt zu erwärmen, ehe sie in den Schornstein j entweicht. Der Vorwärmer wird durch den Deckel c gefüllt, er steht außerdem durch ein am Boden befindliches, in unserer Zeichnung nicht sichtbares Rohr mit der Blase in Verbindung und läßt durch dieses, nach der Entleerung der Schlempe, seinen Inhalt in die Blase abfließen.

Ein ähnlicher Apparat, bei dem die Wärme noch besser ausgenutzt wird, ist in Fig. 81 und 82 gezeichnet. Die Feuerluft wird zunächst durch Züge mehrfach unter dem Boden der Blase A hin und her geleitet, von dort gelangt sie unter den Vorwärmer B, dessen Boden sie heizt, und zieht endlich durch ein eisernes Rohr C durch den Vorwärmer in den Schornstein D. Der Deckel b dient zum Füllen des Vorwärmers, das Hahnenrohr a zum Füllen der Blase aus dem Vorwärmer.

3. Destillirapparate mit Blase und rectificirendem Vorwärmer.

Eine weitere Modification des Destillirapparates besteht darin, daß die in der Blase entwickelten Dämpfe dazu dienen, die Flüssigkeit im Vorwärmer zu erhitzen und dabei nicht allein wasserärmer werden, sondern auch noch einen großen Theil des Alkohols aus der erwärmten Flüssigkeit fortnehmen. Der einfachste Apparat mit rectificirendem Vorwärmer ist in Fig. 83 dargestellt.

Fig. 83.

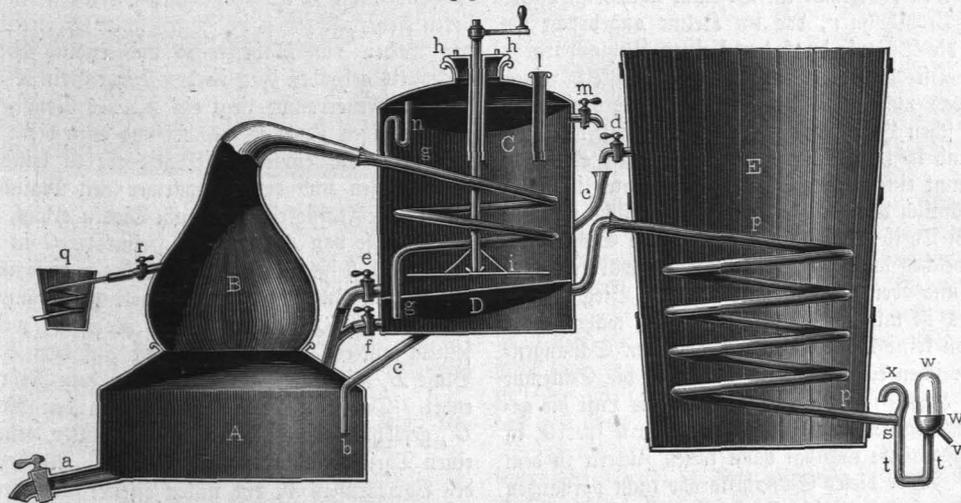


Er besteht aus der Blase A, dem Kühlapparate B und dem zwischen beiden eingeschalteten Vorwärmer E, in welchem ein Rohr, welches eine Verlängerung des Helmes D bildet, bis fast auf den Boden reicht. Der Vorwärmer wird durch ein dampfdicht verschließbares Trichterrohr C gefüllt. Ein Glasrohr b zeigt dabei den Stand der Flüssigkeit im Vorwärmer, das Rohr c

dient zum Ablassen in die Blase. Beim Sieden des Blaseninhaltes verdichten sich zunächst die Dämpfe vollständig im Vorwärmer, bis dessen Inhalt durch die Wärme des Dampfes zum Sieden kommt. Alsdann entweichen die Dämpfe und werden im Schlangrohr a verdichtet. Die Wasserdämpfe, welche beim Erwärmen der Flüssigkeit im Vorwärmer condensirt sind, können durch die nachfolgenden Dämpfe nicht wieder verflüchtigt werden; ebenso wenig kann von dem Wassergehalte der Füllung des Vorwärmers etwas verdunsten, wohl aber kann der Alkohol, sowohl der, welcher zuerst condensirt wurde, als auch der, welcher in der Füllung des Vorwärmers enthalten war, verdampfen, weil die Wärme, welche der siedende Alkohol aufnehmen muß, um Dampfgestalt anzunehmen, weit geringer als die des Wasserdampfes ist. In dem Maße aber, wie durch Wärmeabgabe der Wasserdämpfe an den Alkohol letzterer verflüchtigt wird, muß sich Wasser condensiren, da es nach Abgabe seiner latenten Wärme nicht mehr als Dampf bestehen kann. Aus diesem Grunde wird das Destillat in einem solchen Apparate reicher an Alkohol und ärmer an Wasser ausfallen, als bei der gewöhnlichen Blase.

Nachdem die erste Blasenfüllung abgetrieben und die Schlempe entleert ist, läßt man die siedende Flüssigkeit

Fig. 84.



aus dem Vorwärmer durch das Rohr c in die Blase fließen und füllt diesen mit Maische oder sonstiger zu destillirender Flüssigkeit. Da die Blasenfüllung schon den größten Theil ihres Alkohols abgegeben hat, so ist die Destillation hier rasch beendet und erfordert nur wenig Brennmaterial.

Als Destillationsapparat mit Vorwärmer und Rectificator ist zunächst der früher in deutschen Brennereien

vielfach verwandte Dorn'sche Apparat (Fig. 84) zu erwähnen. Er besteht aus der Blase A mit dem Helme B, dem Vorwärmer C, dem Rectificator D und dem Kühlapparate E. Die Construction wird am einfachsten aus der Beschreibung des Betriebes klar werden. Man füllt den Vorwärmer durch das offene Rohr l so weit mit Maische, bis diese aus dem geöffneten Hahne m auszufließen beginnt, wodurch gerade eine Füllung abgemessen

ist. Diese Füllung läßt man durch Oeffnen des Hahnes *e* in die Blase fließen und bringt, nachdem der Hahn *e* geschlossen ist, wieder ebenso viel weingare Maische in den Vorwärmer. Die Dämpfe der in der Blase zum Sieden gebrachten Maische gelangen aus dem Helme in das kurze Schlangenrohr *g*, welches in dem Vorwärmer liegt. Anfangs, so lange die Maische in *O* noch ganz kalt ist, werden alle Dämpfe hier verdichtet und sammeln sich in dem unter dem Vorwärmer liegenden und von diesem durch eine Scheidewand getrennten Raume, dem Rectificator *D*, in welchen das untere Ende des Schlangenrohrs *g* mündet.

Um eine möglichst gleichförmige Erwärmung der Maische im Vorwärmer herbeizuführen, wird diese durch den Kühler *i*, welcher durch eine an seiner Achse befindliche Kurbel gedreht werden kann, bewegt. Die Achse des Rührwerkes geht durch eine im Deckel des Vorwärmers befestigte weite Röhre und ist darin durch eine Stopfbüchse befestigt.

In dem Maße, wie die Destillation fortschreitet, sammelt sich in dem Rectificator mehr und mehr Flüssigkeit, bis diese die Mündung des Rohres *g* absperret. Die von der wärmer werdenden Maische nicht mehr condensirten Dämpfe durchströmen nun den im Rectificator angesammelten Lutter, erhizen ihn zum Sieden, wobei sein Alkoholgehalt wieder Dampfform annimmt, und entweichen dann mit dem im Rectificator gebildeten Dämpfe durch das Rohr *J* und werden in dem im Kühlfaß *E* liegenden Schlangenrohre *pp* vollständig verdichtet. Am Ende des Schlangenrohres ist ein Abflußapparat angebracht, der dem oben S. 464 beschriebenen ähnlich und ohne Weiteres verständlich ist.

Sobald das Alkoholometer bei *w* nicht mehr den gewünschten Alkoholgehalt im Destillat nachweist, öffnet man den Probegahn *r*, der im Helme angebracht ist, und läßt die Dämpfe durch den kleinen Kühlapparat *q* strömen. Ist die hier verdichtete Flüssigkeit reines Wasser, was man mittelst des Alkoholometers oder der Balling'schen Lutterwage erkennt, so öffnet man den Hahn *a* und läßt die Schlempe aus der Blase abfließen. Dabei kommt ein anderer Theil des Apparates in Wirksamkeit, nämlich das im Vorwärmer befindliche und auf dem oberen Theile der Röhre *g* angebrachte Sicherheitsrohr *n*, welches durch den Deckel des Vorwärmers hindurchgeht und oben offen ist. Die untere Biegung dieses Rohres ist mit Wasser gefüllt, so daß während der Destillation keine Dämpfe dadurch aus dem Schlangenrohre entweichen können. Läßt man nun die Schlempe durch den Hahn *a* abfließen, so drückt die Luft die geringe Menge von Wasser, welche das Rohr *n* sperrete, in die Schlangenröhre und hat dann freien Zutritt zu dem Apparate. Wäre dieses Sicherheitsrohr nicht vorhanden und der Probegahn *r* geschlossen, so könnte die Schlempe nicht anders abfließen, als indem sie das im Rectificator gesammelte Phlegma durch das Rohr *g* aufsaugte, erst dann könnte durch *x* die Luft eintreten.

Nach dem Abfluß der Schlempe öffnet man den Hahn *d* und läßt aus dem oberen Theile des Kühlfaßes durch das Rohr *e* heißes Wasser in die Blase treten, um diese zu reinigen. Ist auch das Spülwasser durch *a* abgelassen, so öffnet man die Hähne *e* und *f*, um die

heiße Maische aus dem Vorwärmer und das Phlegma aus dem Rectificator in die Blase zu schaffen, und füllt darauf nach dem Verschuß der Hähne den Vorwärmer wieder durch das Rohr *l* mit Maische, worauf die Operation von Neuem beginnt.

Das hier gezeichnete Kühlfaß *E* hat die oben erwähnte Einrichtung. Da es an Kühlwasser fehlt, so liegt die Schlange *p* in der unteren Hälfte des Kühlfaßes, also immer in verhältnißmäßig kaltem Wasser, während das heiße Wasser sich in dem oberen Raume sammelt.

4. Destillirapparate mit Vorwärmer, Rectificator und Dephlegmator.

a) Apparate für intermittirenden Betrieb.

Das Princip der Rectification ist bei allen späteren Constructionen der Destillationsapparate angewandt. Die nächste wesentliche Verbesserung wurde dadurch erreicht, daß man noch die Dephlegmation zu Hilfe nahm, um dadurch eine Verstärkung des Destillates zu erzielen. In Deutschland wurden die rectificirenden und dephlegmirenden Apparate von Pistorius eingeführt und für die Verarbeitung von Korn- und Kartoffelmaischen berechnet. In Frankreich, wo namentlich Wein oder doch sonst nur Maischwürzen, und in England, wo ausschließlich Maischwürze verarbeitet wird, hatte man schon vor Pistorius ähnliche Apparate, die aber für unsere Dickmaischen nicht anwendbar sind. Wir werden auf diese zurückkommen.

Der Pistorius'sche Apparat in seiner älteren Form ist in Fig. 85 dargestellt. Er besteht aus zwei Blasen *A* und *B*, dem Vorwärmer *C*, dem mit diesem verbundenen Rectificator *C'* und dem Dephlegmirapparat *TT'*.

Die Blase *A* ist über einer Feuerung eingemauert, deren Feuerluft zuerst in Zügen unter *A* circulirt, dann den Boden von *B* bestreicht und endlich durch einen rückwärts gehenden Zug in den Schornstein *X* entweicht. In dem Feuerraum liegt ein eisernes Rohr *y*, welches in dem engen Zuge *y'* mündet und dazu dient, um von hier heiße Luft unter die Malzdarre zu leiten. Sind beide Blasen und der Vorwärmer mit Maische gefüllt und ist die Flüssigkeit in *A* zum Sieden erhitzt, so treten die Dämpfe von *A* durch das Helmrohr *G* in die schon fast siedend heiße Maische in *B*, bringen diese auch völlig ins Kochen und führen die alkoholischen Dämpfe durch das Helmrohr *L* zunächst in das Rohr *N*, welches mit seinem unteren offenen Ende fast auf dem Boden der Blase *B*, mit seinem oberen Ende in dem Rohrstützen *S* endet. Damit treten die Dämpfe in den Rectificator *C'*, gewöhnlich Lutterkasten, Lutterbehälter, genannt, der einen Theil des Vorwärmers *C* bildet. An dem Boden des Vorwärmers ist ein unten offener Cylinder *rr* befestigt, der über den Rohrstützen *S* greift und fast an der tiefsten Stelle von *C'* endet. Die aus *S* kommenden Dämpfe werden daher gezwungen, abwärts zu gehen, sie erfüllen den Raum *C'*, kommen dabei mit dem Boden und den Wandungen des Vorwärmers in Berührung und werden zum Theil condensirt. Die condensirte Flüssigkeit sammelt sich in *C'*, sperret dadurch das Rohr *rr* ab, so daß die Dämpfe sich durch diese Flüssigkeit einen Ausweg bahnen müssen, wobei sie das Verdampfen

des Alkohols und neue Verdichtung von Wasser herbeiführen.

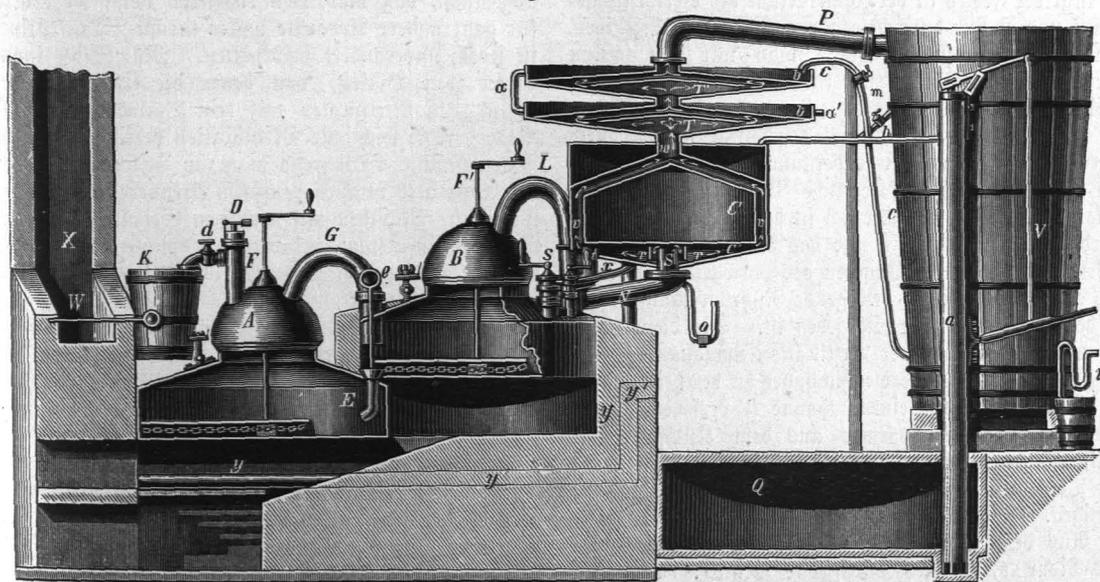
Die im Rectificator nicht verdichteten Dämpfe entweichen in der Richtung der Pfeile durch die beiden Röhren *v*, welche durch den Vorwärmer hindurchgehen, und vereinigen sich im oberen Theile des Vorwärmers wieder in dem Rohre *w*. Beim Durchgange durch die beiden Röhren *v* werden die Dämpfe wieder abgekühlt, in Folge dessen eine neue Menge condensirter Flüssigkeit sich in *C* ansammelt. Sobald die Flüssigkeit hier das Niveau des Stuzens *S* erreicht hat, wird sie in diesen überbetreten und von dort durch *N* in die Blase *B* zurückfließen.

Bei *w* gelangen die Dämpfe in den ersten der beiden Dephlegmatoren, denen von Pistorius die charakteristische beckenförmige Gestalt gegeben wurde. Die Pistorius'schen Becken haben die Form von Linsen, sie

sind inwendig hohl und durch einen in ihrem Inneren befindlichen sehr stumpfen Keil so getheilt, daß die Dämpfe sich an ihrer ganzen Oberfläche ausbreiten müssen, ehe sie entweichen können. Durch die Ausdehnung und die Berührung mit der kalten Luft findet wieder bedeutende Condensation statt. Der Lutter fließt durch *w* und *v* in den Rectificator zurück. Die Dämpfe treten in das zweite Becken *T*, werden hier nochmals dephlegmirt und gelangen endlich als starker Weingeistdampf durch *P* in den Condensationsapparat.

Im Anfange der Destillation wirkt die äußere Luft hinreichend dephlegmirend. Bald erwärmen sich die Becken aber so weit, daß man sie kaum mit der Hand berühren kann. Dann läßt man zunächst auf das obere Becken mittelst des Hahnes *m* durch das Rohr *c* Wasser aus dem Kühlfasse fließen. Beide Becken sind zu dem Zwecke mit einem Kranze von Kupferblech um-

Fig. 85.



geben, welcher so hoch ist, daß eine Wasserschicht von einigen Centimetern Höhe darauf stehen bleibt. Sobald sich das Wasser hier erwärmt hat, läßt man mehr nachfließen. Das warme Wasser des oberen Beckens läuft dann durch das Rohr *a* auf das untere Becken, nimmt hier noch mehr Wärme auf und fließt endlich durch das Rohr *a'* in ein Warmwasserreservoir.

Je nach der Temperatur des Wassers kann man die Dephlegmation mehr oder weniger weit treiben. Bei einer großen Oberfläche der Becken und verhältnißmäßig kaltem Wasser wird man einen sehr starken Alkohol gewinnen. Treibt man dabei aber die Kühlung zu weit, so kann auch das ganze Destillat verdichtet werden und immer wieder als Lutter in den Rectificator zurückfließen. Bei kleinen Becken und geringer Abkühlung wird dagegen der Effect der Dephlegmatoren fast ganz verschwinden, da die Alkoholdämpfe dann den Apparat zu rasch durchströmen und ihre Temperatur durch die Becken zu wenig verändert wird. Man regulirt daher den Zufluß des Wassers am zweckmäßigsten nach der Concentration des

bei *i* abfließenden Destillates. Kommt das Destillat bei sonst gutem Gange des Apparates zu langsam, so läßt man weniger Wasser auf die Becken. Kommt dagegen eine große Menge Destillat, aber von geringer Stärke, so ist dies ein Beweis, daß die Dephlegmation ungenügend und ein stärkerer Strom Wasser auf die Becken zu leiten sei. Es ist in der Natur der Sache begründet, daß das obere Becken stets kälter gehalten werden muß als das untere. Wäre das Umgekehrte der Fall (man findet dieses wohl in Brennerieen), so würde das obere Becken völlig überflüssig sein, da es den im unteren schon gekühlten Dämpfen wenig Wärme mehr entziehen wird. Die in unserer Zeichnung durch das Rohr *a* ange deutete Wasserleitung macht eine solche unrichtige Kühlung unmöglich.

Außer der geregelten Zuleitung des Wassers ist bei der Dephlegmation durch die Becken weiter zu berücksichtigen, daß diese nur dann erfolgen wird, wenn die Dämpfe in denselben sich ganz gleichmäßig verbreiten, weil die Theile des Beckens, welche nicht von Dampf

erfüllt sind, unwirksam bleiben, solche aber, welche der Dampf zu rasch durchströmt, ebenfalls ihren Zweck nicht genügend erfüllen. Eine solche gleichmäßige Vertheilung der Dämpfe läßt sich nur erzielen, wenn die Ränder der über dem Zuleitungsrohre befindlichen Platte überall in gleichem Abstände von dem Mittelpunkte des Zuleitungsrohres entfernt und genau in einer horizontalen Ebene liegen, weil der durch diese Platte am Entweichen gehinderte Dampf sich immer den kürzesten Weg suchen und da durchbrechen wird, wo ihm der geringste Widerstand geboten wird. Man erkennt einen solchen Mangel daran, daß das nicht mit Wasser gefüllte Becken beim Beginne der Destillation sich nicht gleichmäßig erwärmt, sondern an einzelnen Stellen bereits heiß ist, während andere noch kalt sind. Findet dieses statt, so kann die Ursache an einer mangelhaften Aufstellung liegen und ihr dadurch abgeholfen werden, daß man das Becken genau horizontal richtet. Ist dadurch keine Abhilfe zu erzielen, so liegt der Fehler in der Construction der Vertheilungsplatte und ist nur durch Veränderung dieser zu beseitigen. Unter allen Umständen sollte man nur mit solchen Becken arbeiten, welche sich im Beginne des Betriebes gleichmäßig erwärmen.

Die Füllung des Apparates geschieht immer durch den Vorwärmer, welcher so geräumig ist, daß er gerade die für eine Blase erforderliche Menge Maische faßt. Die gare Maische befindet sich in dem Reservoir *Q* und wird durch die Pumpe *a* und das Rohr *h* in den Vorwärmer geschafft. Im Inneren des Vorwärmers befindet sich eine von außen zu bewegende Rührvorrichtung, die in der Zeichnung nicht angegeben ist. Sie dient dazu, die Maische während der Destillation manchmal zu bewegen, um die Wärme gleichmäßiger zu vertheilen.

Durch das mit einem Hahne *h* versehene Rohr kann man den Vorwärmer aus dem Kühlfasse mit Wasser füllen, welches nach jedesmaliger Unterbrechung der Destillation gesehen sollte, um ihn gründlich zu reinigen.

Aus dem Vorwärmer gelangt die Maische durch das Rohr *t*, welches durch das Ventil *s* geschlossen wird, in die Blase *B* und aus dieser fließt sie durch das Ventil *E*, welches durch Lüften der Stange *e* geöffnet wird, in die Blase *A*. Der im Rectificator sich sammelnde Lutter wird nach jedesmaliger Destillation durch ein Rohr *x* und das Ventil *y* in die zweite Blase abgelassen. Im oberen Theile des Helmes der beiden Blasen sind Stopfbüchsen angebracht, durch welche durch eine Kurbel zu bewegende Stangen *FF'* gehen. Diese tragen an ihrem unteren Ende eine eiserne Kette, die auf dem Boden der Blase liegt. Durch Drehung der Kurbel schleift man die Kette über den Boden und verhindert dadurch ein Anbrennen der Treber.

Den beendigten Abtrieb der Blase *A* erkennt man daran, daß das Alkoholometer im Abflußrohr plötzlich bedeutend steigt, ein Beweis, daß ein weit wasserreicheres Destillat übergeht. Sobald dieses auf einen gewissen Grad gekommen ist, weiß man aus Erfahrung, daß dann die erste Blase nur noch Wasserdämpfe abgiebt. Um sich davon zu überzeugen, ist noch ein kleines Schlangrohr mit dem Kühler *K* angebracht, durch welches man die Dämpfe durch Oeffnen des Hahnes *d* ausströmen

lassen kann. Sinkt die Lutterwage in dem Destillate bis zum Nullpunkte ein, so ist die Fällung erschöpft und man läßt dann die Schlempe durch ein am Boden der Blase *A* befindliches Ventil abfließen, nachdem man das Feuer vorher durch Abschluß der Zugöffnung und durch Sperrung des Registers *W* im Schornstein *X* gedämpft hat. Beim Abfließen der Schlempe öffnet sich ein in dem Rohre *D* angebrachtes Luftventil und läßt die äußere Luft in die Blase treten. Sobald die Blase entleert ist, öffnet man das Ventil *E*, füllt *A* aus *B*, die Blase *B* wieder aus dem Vorwärmer und Rectificator, den Vorwärmer aus dem Maischereservoir und beginnt die Destillation von Neuem.

Modificationen des Pistorius'schen Apparates. Von allen Destillationsapparaten wird in Deutschland wohl keiner so allgemein angewandt wie der von Pistorius. An der ursprünglichen Construction sind jedoch im Laufe der Zeit so manche Veränderungen angebracht, daß man, dem Aeußeren nach, die neueren für ganz andere Apparate halten möchte. Das Princip ist jedoch unverändert beibehalten. Man findet immer daran zwei Blasen, von denen die erste die andere erhitzt, den Rectificator mit dem Vorwärmer und die Becken. Die wichtigste Modification betrifft die Art der Wärmezufuhr. Während man zur Zeit der Erfindung des Apparates in allen deutschen Brennereien ausschließlich dünne Maischen mit geringem Gehalte an Trebern und Trockensubstanz verarbeitete, konnte man sich der freien Feuerung bedienen. Als aber mit dem Erlaß des preussischen Steuergesetzes von 1821 der Anstoß dazu gegeben wurde, in den der Besteuerung unterworfenen Gährraum immer mehr Material zu bringen, was nur durch eine Erhöhung der Concentration der Maischen, oder durch den Uebergang der Arbeit mit dünnen zu der mit dicken Maischen, zu erreichen war, da mußte die directe Feuerung der Dampfheizung weichen, weil nur durch diese einem Anbrennen der dickflüssigen Massen vorzubeugen war. Mit der Veränderung der Art des Betriebes ging fast immer eine Vergrößerung desselben zusammen und hierdurch wurden die Vorrichtungen, welche bis dahin durch Handarbeit bewerkstelligt wurden, für Menschenkraft praktisch unausführbar — die Dampfmaschine fand ihren Eingang in die Spiritusfabrik. Da die Dampfmaschine aber die Kraft des Dampfes nur zum Theil ausnutzt, und den größten Theil des Dampfes, mit seiner ganzen Wärme beladen, entweichen läßt, so fand dieser Theil des Dampfes oder der Retourdampf seine zweckmäßigste Verwendung, indem man ihn direct in die Maische im Destillirapparate strömen ließ. Die Arbeit wurde nun so eingerichtet, daß die Destillation während der Zeit ausgeführt wurde, während welcher die Dampfmaschine zum Betriebe der Kartoffelwäsche, der Maischvorrichtung, der Pumpen in Thätigkeit sein mußte und daher ihren Retourdampf an die Destillation abgeben konnte.

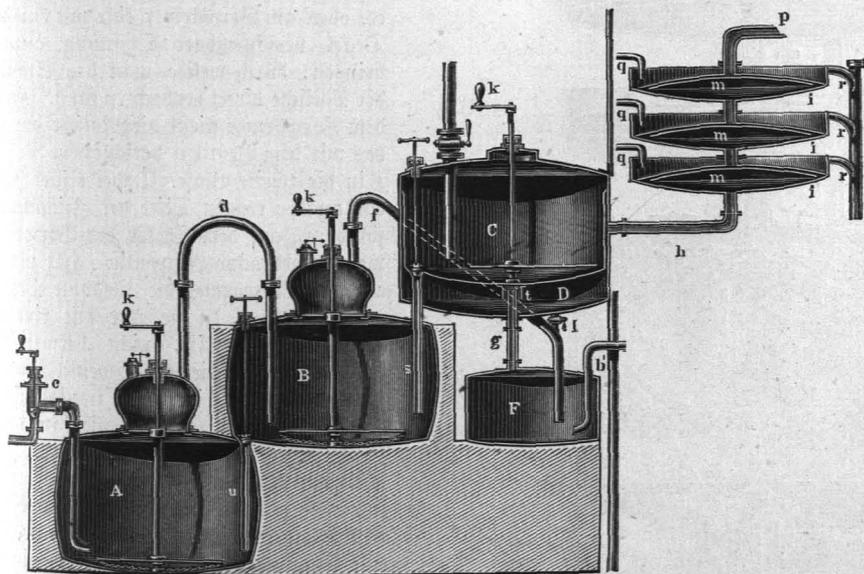
Die weiteren Abänderungen des Apparates betreffen theils die Anordnung der einzelnen Theile, theils deren Aufstellung, theils das Material, aus welchem die Blasen angefertigt werden.

Ein Apparat, welcher in seinen Einzelheiten sich noch am meisten den älteren Constructionen von Pistorius

anschließt, bei welchem die Blasen und der Vorwärmer terrassenförmig wie bei jenem aufgestellt sind, welcher sich aber vortheilhaft dadurch unterscheidet, daß der im Dephlegmator und Rectificator condensirte Lutter nicht in die zweite Blase zurückfließt, sondern in einem besonderen Behälter, dem Lutterkasten, gesammelt und entgeistet wird, ist in Fig. 86 dargestellt.

A und B sind die beiden Blasen, C der Vorwärmer, D der Rectificator des Vorwärmers, F der Lutterkasten. Der Heizdampf wird durch *c* in die erste Blase geleitet, die Dämpfe von dieser gehen durch *d* in die zweite Blase, von hier aber nicht, wie beim gewöhnlichen Pistorius, zum Vorwärmer, sondern werden durch das Rohr *f* in einen besonderen Behälter *F*, den Lutterkasten, geleitet. Hier erfolgt durch die dephlegmirende

Fig. 86.



Wirkung der Wände eine theilweise Verdichtung, dann, sobald das Rohr *f* in die Flüssigkeit eintaucht, eine neue Rectification. Dieselbe Dephlegmierung erfolgt durch die kühlen Wände des Vorwärmers *C*, die Flüssigkeit sammelt sich auf dem Boden des Rectificators *D*, der Rohrstruzen *t* zwingt die nachfolgenden Dämpfe durch die dort angesammelte Flüssigkeit zu gehen, wodurch dieselbe einer neuen Rectification unterworfen wird. Die hier nicht verdichteten Dämpfe nehmen ihren Weg durch die drei Becken *mm* und entweichen endlich durch *p* zum Kühlfaß. Alles was in den Becken niedergeschlagen wird, nimmt seinen Weg durch das Rohr *h* und fließt zunächst in den Rectificator *D* und, in dem Maße wie derselbe sich füllt, durch das weite Dampfrohr *g* in den Lutterkasten *F*. Dieser wird gewöhnlich so geräumig gemacht, daß er ausreicht, um die während eines Tages sich bildende Flüssigkeit aufzunehmen. Nach beendeter Destillation läßt man Dampf durch *b'* in den Lutterkasten strömen, nachdem man durch Oeffnen des Hahnes *l* den Inhalt des Rectificators in den Lutterkasten abgelassen hat. Diese Einströmung des Dampfes in den Lutter unterhält man so lange, bis das zuletzt

übergehende Destillat keinen Alkohol mehr enthält. Den fuseligen Rückstand im Lutterkasten kann man beseitigen; das bei der Destillation des Lutters gewonnene Destillat kann man entweder als Branntwein verwerten, oder am folgenden Tage der Füllung der zweiten Blase zusetzen, um es in Spiritus zu verwandeln.

Ueber den Werth des Lutterkastens sind die Ansichten getheilt. Derselbe hat jedoch eine sehr hohe, noch nicht genügend gewürdigte Bedeutung. Indem die sämtlichen Producte der Dephlegmation hier zurückgehalten werden, wird der Werth der Schlempe bedeutend erhöht. Werden die ganzen Wassermassen, welche im Rectificator und Dephlegmator verdichtet werden, der zweiten Blase fern gehalten, so erfolgt zunächst eine concentrirtere, an Nährstoffen reichere Schlempe. Doch

dies ist nebensächlich. Von ungleich größerer Wichtigkeit ist die Zurückhaltung des Fuselöles im Lutterkasten. Bei allen Apparaten, welche dieses Zubehörs entbehren, gelangt das Fuselöl, welches in den Dephlegmatoren verdichtet ist, in die Blasen zurück und wird der Schlempe zugeführt. Mit dieser wird es den Verwerthern der Schlempe, den Milchthieren, verfüttert und von deren Verdauungsapparaten resorbirt. Nun ist es, nach dem Analogon anderer Vorgänge, sehr wahrscheinlich, daß das von dem Blute der Thiere aufgenommene Fuselöl seinen Weg zu der Milchdrüse nimmt und mit der Milch

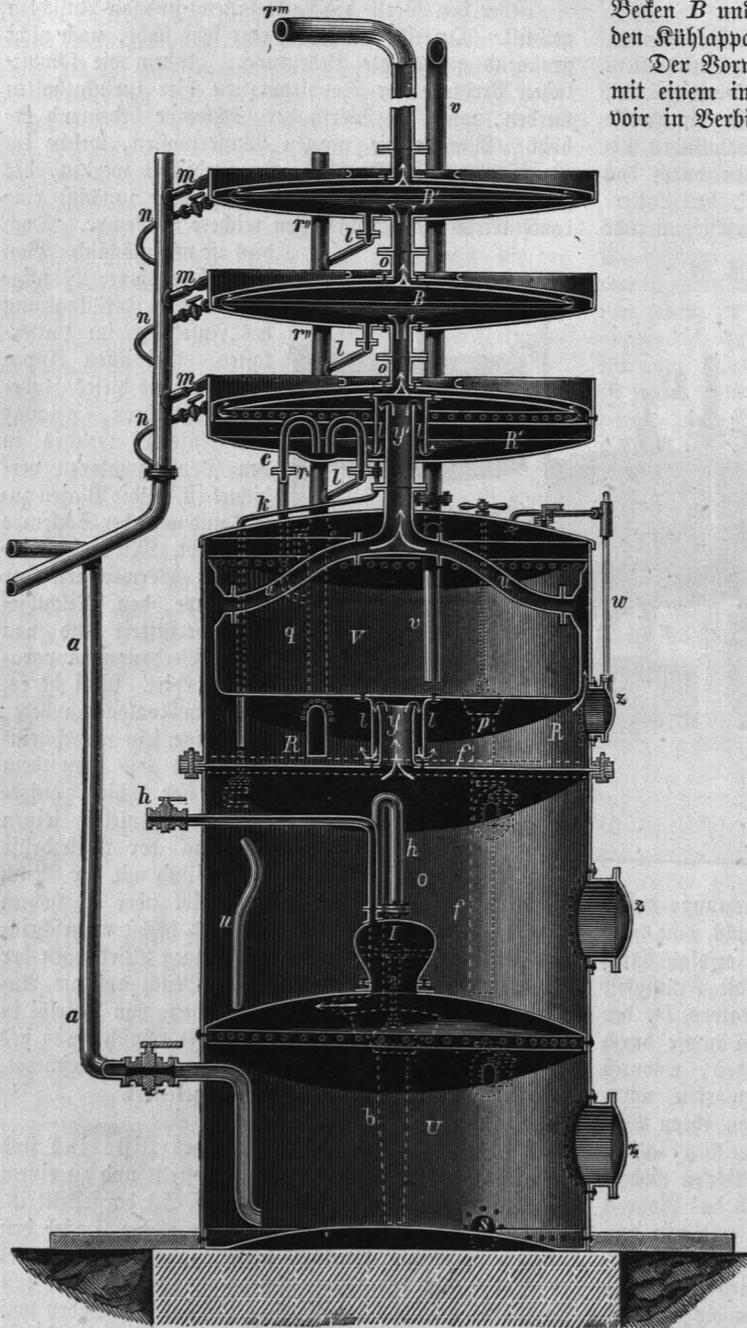
ausgeschieden wird. Da das Fuselöl aber in hohem Grade gesundheitschädlich ist, so sind höchst wahrscheinlich die so oft beobachteten nachtheiligen Wirkungen der mit Schlempefütterung producirt Milch auf die Anwesenheit, wenn auch geringer Mengen, von Fuselöl in der Milch zurückzuführen. Durch die Einschaltung des Lutterbehälters wird daher nicht allein ein gehaltreicheres, sondern auch ein gesunderes Futter geliefert.

Bei einer anderen Modification des Pistorius sind alle Theile desselben über einander gestellt und zu einem Ganzen vereint, wie in Fig. 87 (a. f. S.) dargestellt ist.

U ist die erste Blase, deren gewölbter Deckel den Boden der zweiten Blase *O* bildet. Auf diesem Deckel erhebt sich der helmartige Aufsatz *I*, von dem das erst aufwärts, dann wieder abwärts bis auf den Boden von *O* gebogene Rohr *h* die Dämpfe in die zweite Blase leitet. *h* mündet, wie die punktirten Linien andeuten, auf der tiefsten Stelle der zweiten Blase — nicht unterhalb des Deckels von *U*, wie es bei einer flüchtigen Betrachtung der Zeichnung erscheinen könnte —; es ist kurz vor seiner Mündung nochmals rechtwinkelig gebogen,

wodurch man den Vortheil erreicht, daß die Maische durch den Stoß des eintretenden Dampfes fortwährend in der Richtung des Pfeiles in kreisender Bewegung erhalten wird, so daß sich keine Treber ablagern können und immer neue Theile der Maische dem Dampfe aus-

Fig. 87.



gesetzt werden. Die Dämpfe gehen aus der zweiten Blase in der Richtung der Pfeile durch das weite Rohr *y* und die Kappe *l* in den Rectificator *R*, von diesem durch das Rohr *u* durch den Vorwärmer *V*, sammeln sich wieder in dem Rohre *y'* und treten in das Becken *R'*.

In diesem ist, wie die Kappe *l* dort anzeigt, eine nochmalige Rectification beabsichtigt worden, diese Einrichtung hat sich jedoch nicht bewährt, man benützt daher dies Becken nach Beseitigung des Stützens *l* einfach als Dephlegmator. Nach dem Becken *R'* passiren die Dämpfe noch einander durch die Röhren *oo*, zwei Becken *B* und *B'* und entweichen endlich durch *r'''* in den Kühlapparat.

Der Vorwärmer *V* wird durch das Rohr *v*, welches mit einem im oberen Geschosß befindlichen Maischesevoir in Verbindung steht, gefüllt. Ein Wasserstandszeiger *w* zeigt die Höhe der Maische. Dieser Zeiger wird seinen Zweck jedoch nur sehr unvollkommen erfüllen, wenn seine untere Verbindungsröhre nicht sehr weit ist, da er durch die Treber zu leicht verstopft wird. Zweckmäßiger ist es, oben am Vorwärmer eine mit einem Deckel verschließbare Oeffnung anzubringen, durch welche man den Stand der Maische direct beobachten kann. Aus dem Vorwärmer fließt die Maische durch das mit dem Ventil *p* verschlossene Rohr *f* in die zweite Blase. Dabei öffnet sich das an der rechten Seite der Zeichnung sichtbare, auf dem Deckel des Vorwärmers angebrachte Luftventil. Hat man auf dem Vorwärmer die erwähnte Oeffnung, welche, da sie nur mit einem Deckel versehen ist, nicht hermetisch schließt, so ist dieses Luftventil überflüssig. Es ist keinesfalls zweckmäßig, den Vorwärmer, wie es hier in der Zeichnung geschehen ist, luftdicht zu verschließen, weil dann die beim Erwärmen sich ausdehnende Luft und die aus der Flüssigkeit entwickelte Kohlensäure stets eine Spannung hervorbringen, die nicht vortheilhaft für den Apparat ist. Ein Verlust an Alkoholdämpfen ist bei einem nicht völlig luftdicht schließenden Vorwärmer kaum zu befürchten, da die Flüssigkeit darin nicht einen so hohen Temperaturgrad erreicht, daß eine nennenswerthe Menge von Alkohol verdampfen könnte. Eine andere Verbesserung des Vorwärmers würde darin bestehen, daß man seinen Boden nicht ganz flach machte, sondern ihn etwas nach unten wölbte, wodurch der Abfluß der Treber sehr befördert werden würde.

Aus der zweiten Blase gelangt die Maische durch das Rohr *b*, welches durch ein von außen zu öffnendes Ventil verschließbar ist, in die erste Blase *U* und aus dieser wird die Schlempe durch das Rohr *s* abgelassen. Durch ein auf dem Helme *J* angelegtes Rohr *h* kann man die Dämpfe der ersten Blase in ein kleines Schlangenrohr leiten, um sich von der Beendigung der Destillation zu überzeugen. An beiden Blasen sind Luftthähne angebracht, die in der Figur

punktirt gezeichnet sind; sie werden beim jedesmaligen Ablassen von außen geöffnet.

Die Destillation wird durch den aus dem Rohre *a* in die untere Blase einströmenden Dampf bewirkt. Dieses Rohr mündet in horizontaler Richtung und ist außerdem noch etwas seitwärts gebogen, so daß es, ebenso wie das Rohr *h* in der zweiten Blase, die Maische während der Destillation in steter Bewegung erhält. Außerdem ist noch ein zweites — in der Zeichnung nicht sichtbares — Rohr vorhanden, welches directen Dampf einzuleiten gestattet, wenn der Retourdampf der Maschine nicht ausreicht.

Das in der zweiten Blase sichtbare Rohr *u* leitet den Lutter aus dem Rectificator *R* in diese zurück, wenn man einen außerhalb befindlichen Hahn öffnet. Durch die Röhren *ll* fließt der Lutter aus den beiden Becken *B* und *B'* in das Rohr *r''*. Von dort kann man ihn in den Rectificator *R* leiten, oder in das rectificirende Becken *R'*. Um ihn letzteren Weg nehmen zu lassen, schließt man den im Rohre *r''* angebrachten, in der Zeichnung punktirtten Hahn; der Lutter fließt dann durch die gebogene Röhre *l* in den Rectificator des Beckens *R'*. In letzterem wird der Stand der Flüssigkeit durch das gebogene Rohr *c*, welches ebenfalls in *r* mündet, regulirt. Die Flüssigkeit wird durch dieses Rohr nach *R* abfließen, sobald ihr Stand die Höhe der Biegung erreicht hat. Dieses Rohr würde als Heber wirken und sämtliche Flüssigkeit nach *R* abziehen, wenn nicht im Rectificator ein bedeutender Gegendruck herrschte; sobald dieser aber aufhört, also beim Ablassen der Flüssigkeit von *R* nach *O*, wird auch die Flüssigkeit aus *R* denselben Weg nehmen. Um *R* auch ohne Zuthun dieses Hebers entleeren zu können, ist das Rohr *k* vorhanden, welches direct in den Rectificator führt. Da, wie oben gesagt, die Anwendung des rectificirenden Beckens sich nicht als zweckmäßig erwiesen hat, so braucht man nur den Hahn des Rohres *r* geöffnet zu lassen, um stetigen Abfluß in den Rectificator zu haben. Oder sobald man das Rohr *y'* am Boden des Beckens *R'* münden läßt, um dieses als einfaches Becken zu benutzen, kann die ganze Röhrenvorrichtung *l*, *r''*, *c*, *h*, sowie der Rohrstützen *l* in *R'* wegfallen, da der Lutter von den Becken dann ungehindert durch die Röhren *o*, *o'*, *y'*, *u* seinen Weg zurück in den Rectificator findet.

Die Röhren *m* leiten das heiße Wasser durch ein gemeinschaftliches Rohr von den Becken ab. Die in dasselbe Rohr mündenden Röhren *n* dienen dazu, die Becken ganz von Wasser zu entleeren. Die Röhren, welche das Wasser den Becken zuführen, liegen auf der anderen Seite; sie sind in der Figur nicht sichtbar.

§§§ sind Mannlöcher, um die beiden Blasen und den Rectificator reinigen zu können.

Diese Construction des Apparates bietet manche Vortheile gegen die vorige. Durch die Uebereinanderstellung der einzelnen Theile nimmt der ganze Apparat verhältnißmäßig wenig Raum in Anspruch, das Destillationslocal kann kleiner sein, oder der vorhandene Raum anders genutzt werden. Die Anfertigung ist weniger kostspielig, weil dabei bedeutende Materialersparniß stattfindet, dadurch, daß die Böden der zweiten Blase und des Rectificators in Wegfall kommen, und dadurch, daß

die Röhrenleitungen bedeutend verkürzt werden. Die geringere Oberfläche vermindert die Ausstrahlung der Wärme, der Dampfverbrauch bei der Destillation wird dadurch geringer.

Eine zweckmäßige Abänderung, die man auch häufig antrifft, mag darin bestehen, daß man der zweiten Blase einen besonderen Deckel giebt und den Vorwärmer mit dem Rectificator etwa 20 cm hoch über die zweite Blase stellt, er ruht dann auf drei kleinen Säulen oder Füßen auf dem Rande der zweiten Blase. Durch diese Trennung werden die einzelnen Theile bei etwaigen Reparaturen leichter zugänglich und der Apparat gewinnt nebenbei dadurch ein gefälligeres Ansehen. Der einzige Nachtheil besteht darin, daß man hier nicht ohne beträchtliche Complication der ganzen Construction einen besonderen Lutterkasten anbringen kann, sondern das ganze Phlegma in die zweite Blase zurückfließen lassen muß.

Eine weitere Modification des Pistorius'schen Apparates ist in Fig. 88 (a. f. S.) dargestellt. Hier finden sich die beiden Blasen *A* und *B* über einander. Die erste wird durch *e* mit Heizdampf gespeist. Der Dampf von *A* geht durch *d* aufwärts und wird durch die beiden Röhren *ee* in die Maische der zweiten Blase getrieben. Von dort werden die Dämpfe durch einen seitwärts stehenden, nach dem Dorn'schen Principe (S. 470) construirten Vorwärmer geleitet. Die hier verdichtete Flüssigkeit fließt durch die Fortsetzung des Rohres *f* in den Rectificator *D*, dessen oberer Theil die Form eines dephlegmirten Beckens erhält. Von dort gehen die nicht verdichteten Dämpfe durch *g* in zwei Becken und entweichen endlich in den Kühltapparat. Die Rectification des nach beendigtem Tagesbetriebe gesammelten Lutters geschieht, indem man denselben durch Oeffnen des *D* und *F* verbindenden Hahnes in die Lutterblase *F* abläßt und durch *p* Dampf in dieselbe leitet.

Um die Anschaffungskosten zu verringern, ersetzt man das Kupfer vielfach durch billigere Materialien, so macht man die Umfassungswände der Pistorius'schen Apparate aus Holz. Dabei werden die Böden der Blasen und der des Rectificators entweder aus Kupfer oder, nach dem Vorgange von C. Siemens-Hohenheim, aus Eisen angefertigt. Siemens hat außerdem einen sehr wirksamen Dephlegmator construirt. Ein mit diesem versehener Apparat ist in Fig. 89, 90 u. 91 (a. f. S.) dargestellt, denen wir die Beschreibung in des Erfinders eigenen Worten folgen lassen.

Zwei Maischblasen *A* und *B*, sowie der Vorwärmer *C*, sind hier zusammen in einem aus gutem Holze hergestellten Fasse, mit vier gußeisernen Böden *a*, *b*, *c*, *d* angebracht, und unmittelbar darüber der Dephlegmator *D*.

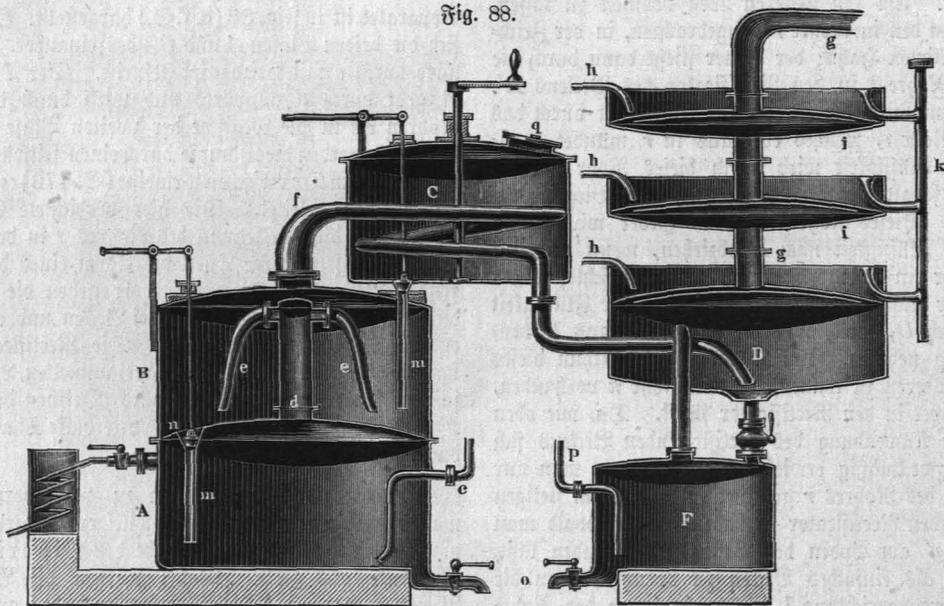
Dieser Dephlegmator besteht aus dem Cylinderstücke *ee* und dem Kranze *ff*; beide werden von der eigentlichen Dephlegmirfläche, bestehend in dem Ringe *gg* und dem cylindrischen Gefäße *hh*, geschlossen. Die Vertiefung des Ringes *gg*, welche in den Kranz *ff* taucht, ist nach unten mit den beiden Blechstreifen *ii* versehen, welche nahezu den Boden des Kranzes berühren und wodurch hier die drei Räume *k*, *k'*, *k''* entstehen. Der Wasserring *gg* wird durch eine hölzerne Zarge *ll* ge-

theilt, um die äußeren Wandungen oder Dephlegmirflächen kälter zu erhalten als die inneren. Der Ring *gg* ist mit dem Gefäße *h* fest verbunden, steckt mit seinem Rande aber nur möglichst genau in dem Rande des Kranzes *ff* und wird hier durch einen Streifen vulcanisirten Kautschuks, der durch zwei eiserne Bänder mittelst Schrauben zusammenzuhalten ist, auf eine ebenso einfache als dauerhafte Weise gedichtet.

Die Füllung des Vorwärmers erfolgt durch das Rohr *m* aus einem höher stehenden Reservoir. Statt eines Hahnes dient hier ein einfacher Schieber *n* zum Verschlusse des Rohres; gleiche Schieber bei *o*, *p* und *q* dienen zum Füllen und Ablassen der Blasen. Die Zuleitung des Wasserdampfes erfolgt durch das Rohr *r*, welches in der Blase durch die Haube *s* überdeckt wird, die die Dämpfe nach unten führt, wo sie durch eine größere Anzahl kleiner Oeffnungen in die Maische treten. Um hier ein Zurücktreten oder Eindringen der noch

kalten Maische bei plötzlicher Condensation der Dämpfe zu verhüten, was ein heftiges Schlagen der Dämpfe in dem Rohre veranlassen würde, ist dieses oberhalb unter der Haube mit einem einfachen Ventile *s'* versehen, welches durch eine Spirale offen erhalten wird, sich aber schließt, wenn in dem Rohre eine Condensation entstehen sollte. Der Hahn *r'* dient zum Ablassen des Dampfwassers, bevor nach einer Unterbrechung neue Dämpfe zugeführt werden. Aus der Blase *A* treten die Dämpfe unter die Haube *t* und durch diese in die Maische von *B*, aus der sie durch das Rohrstück *a* unter die Haube *v* und unter die Wärmfläche *w* kommen, die hier den Lutterraum *x* von der Maische im Vorwärmer trennt. Mit den hier aufsteigenden Dämpfen können sich die im Vorwärmer etwa entstehenden Dämpfe vereinigen. Das Rohr *y* führt sie mittelst der Haube *z* in die Flüssigkeit, welche sich im Dephlegmator niedergeschlagen hat. Die hier aufsteigenden Dämpfe kommen

Fig. 88.



zunächst mit der wärmeren Dephlegmirfläche von *h* in Berührung; was sich von den Dämpfen dadurch nicht niederschlägt, gelangt durch eine Oeffnung *a'* im Cylinder *ee*, die nur in dem Grundrisse Fig. 91 angegeben ist, in den Raum *k*, wo sie die kälteren Flächen von *gg* berühren. Sie werden hier durch eine Scheidewand *b'* gezwungen, den ganzen Raum *k* zu durchstreichen, um durch die Oeffnung *c'* in den Raum *k'* zu gelangen. Auch hier nöthigt sie die Scheidewand *d'*, den ganzen Raum zu durchlaufen, bevor sie die Oeffnung *e'* erreichen, welche in den äußeren und kältesten Raum *k''* zwischen *g* und *f* führt. Endlich werden sie hier nochmals durch eine Scheidewand *f'* gezwungen, den ganzen Raum zu durchstreichen, um durch das Abzugsrohr *g'* den Abkühler zu erreichen.

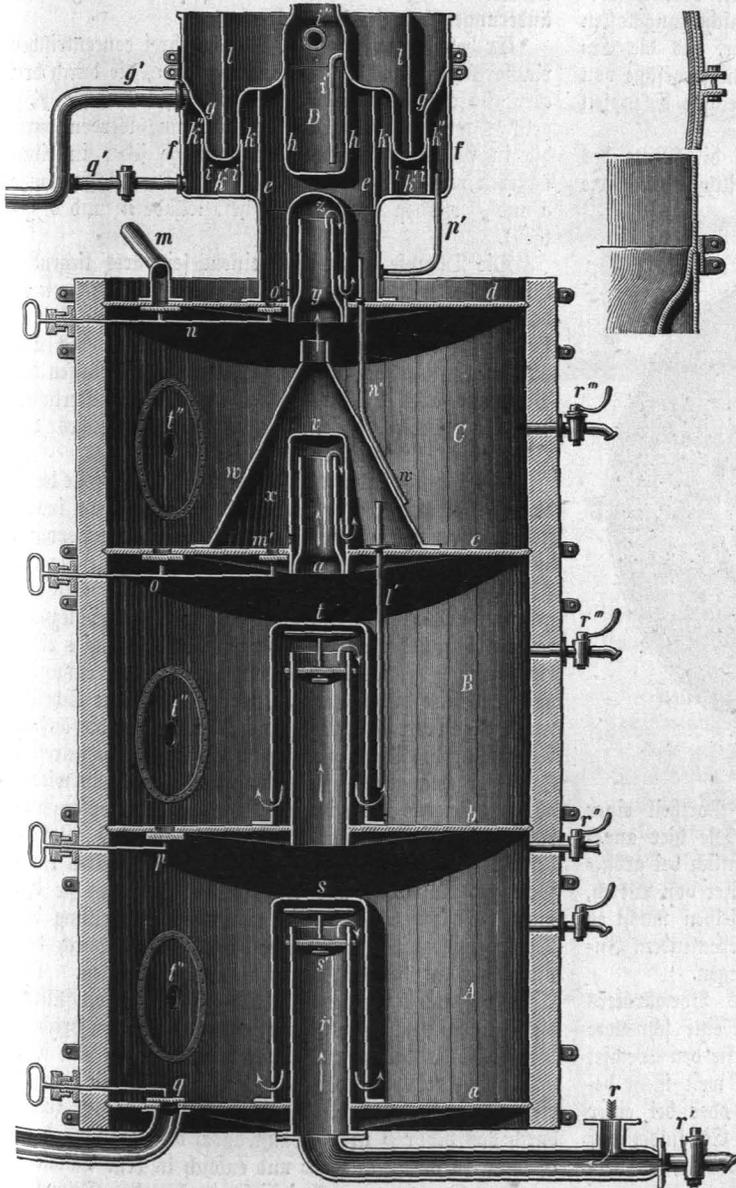
Das Dephlegmirwasser fließt durch das Rohr *h'* zunächst in den äußeren Raum von *g* und kann hier gleichfalls durch eine einfache Scheidewand in gerade entgegengesetzter Richtung von der des Dampfes geleitet

werden, bevor es durch eine Oeffnung in der Zarge *ll* in den inneren Raum von *gg* kommt. Das wärmere Wasser aus diesem Raume wird durch das Rohr *i'* in das Gefäß *h* geführt und findet nach völliger Erhitzung bei *i''* einen Abfluß vom Dephlegmator zur Speisung des Dampfessels.

Die Niederschläge unter der Wärmfläche des Vorwärmers fließen bei größerer Anhäufung durch das Rohr *l'* in die obere Blase; was davon bis zur nächsten Blasenfüllung noch zurückbleibt, wird mit dem Ablassen der Maische durch die Oeffnung *m'* entfernt, deren Verschlusse mit *o* verbunden ist. Ebenso findet die Flüssigkeit, welche aus dem Raume unter dem Dephlegmator durch das Tropfrohr *n'* nicht abfließen kann, durch *o'* einen Abfluß beim Füllen des Vorwärmers mit frischer Maische; und endlich dient auch das Rohr *p'* zur Ableitung der in dem Kranze *ff* condensirten Flüssigkeit, wenn diese nicht durch das Hahnrohr *q'* einen Abfluß nach dem Kühler erhält.

Bei der Gewinnung von gewöhnlichem Branntwein zeigen die in den Dephlegmator gelangenden Dämpfe bereits einen hinreichenden Alkoholgehalt, so daß die Flüssigkeit, welche sich in dem Kranze *ff* niederschlägt, durch das Hahnrohr *q'* direct in den Abkühler zu leiten ist. Man schließt diesen Hahn deshalb nicht eher, als bis das Destillat nicht mehr hinreichend stark oder

Fig. 89.

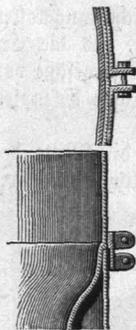


alkoholhaltig abfließt. Die Zuleitung von Dephlegmirwasser wird bei guter Maische nur nötig, wenn ein stärkerer Rohspiritus gewonnen werden soll.

Die Beendigung des Abtriebes der unteren Blase wird durch den Hahn *r''* erkannt, wozu man mit diesem Hahne einen kleinen Kugelapparat verbinden kann. Es ist dies eine etwa 10 cm weite Kugel, von Kupfer oder Messing getrieben, mit drei kleinen Rohranfängen, wovon

der eine mit einer Oeffnung von 1 cm Weite in einem Korksteck, wodurch die Kugel und die Mündung des Hahnes leicht zu verbinden sind. Das nach aufwärts gerichtete Röhrchen läuft in eine feine Spitze aus, während das nach unten gerichtete, kürzere, eine Oeffnung hat, die durch einen Korkstöpsel zu verschließen ist. Glaubt man die Destillation nahezu beendigt, so läßt man zunächst etwas Dampf durch den Hahn streichen, damit alle Unreinigkeiten, die sich hier während der Destillation angelegt haben, mit fortgerissen werden. Hierauf steckt man die Kugel an die Mündung des Hahnes und öffnet diesen nur schwach, damit keine zu starke Ausströmung des Dampfes erfolgt. Sobald dann die aus dem zugespitzten Röhrchen dringenden Dämpfe sich nicht mehr entzünden lassen, ist der Abtrieb als beendigt zu betrachten.

Fig. 90.



Die Hähne *r'''*, *r''''*, *r'''''* dienen zur Anzeige der hinreichenden Füll- und um dabei, wo es nötig ist, Luft eintreten zu lassen. Endlich gestatten die Manulöcher *t'* einen Zugang in die Blasen oder in den Vorwärmer, wenn dies, wie bei einer längeren Unterbrechung, nötig werden sollte.

Zur Begründung der Construction des hier angegebenen Apparates kann zunächst angeführt werden, daß durch die Anwendung gußeiserner Böden der Verwendung des Holzes der manchmal geäußerte Vorwurf einer geringeren Haltbarkeit nicht mehr zu machen ist. Diese geringere Haltbarkeit zeigte sich immer nur an den Böden und an den Verbindungsstellen für Röhren und Hähne. Die ungleiche Ausdehnung und das verschiedene Schwinden des Holzes, je nach seiner Länge und Breite, läßt eine gleiche Rundung der Böden nicht erhalten. Der Umfang der Fässer, aus starkem rothem Föhrenholze, zeigt nach mehrjährigem Gebrauche keine Veränderung. Der zugespitzte oder keilförmige Rand der gußeisernen Böden gestattet das durchs Schwinden des Holzes mit der Zeit nötige Nachbinden, welches hier mittelst der Keife mit Schrauben (Fig 90)

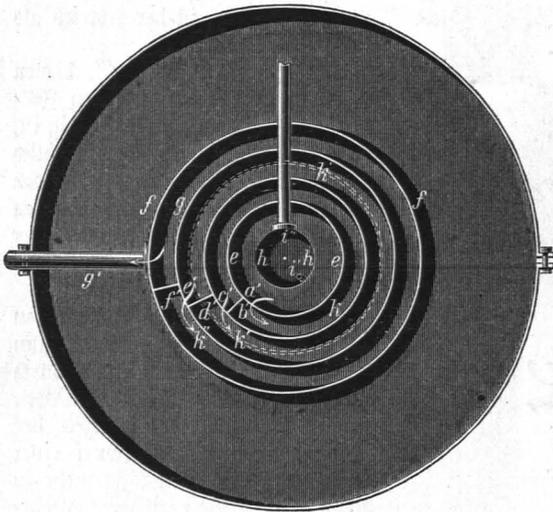
leicht möglich wird, indem sich die Böden dabei tiefer in das Holz drücken, was bei hölzernen Böden nicht möglich ist. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind hier Verbindungen durch Holz möglichst vermieden, und wo dies nicht der Fall sein konnte, wie z. B. an den Manulöchern und Stoppbüchsen, sind diese nur mittelst Holzschrauben befestigt, da alle durchgehenden Schrauben, bei der ungleichen Ausdehnung von Holz und Metall, mit der

Zeit undicht werden, was bei den Holzschrauben nicht zu befürchten steht.

Die eisernen Zwischenböden gestatten allein das Anbringen der beiden Maischblasen und des Vorwärmers in einem und demselben Gefäße, und dieses macht wieder allein die Ersparung einer Menge von Röhren und Hähnen möglich, was namentlich für kleinere Apparate von Wichtigkeit ist, da bei diesen weder Röhren noch Hähne in gleichem Grade zu verkleinern oder zu verengern sind. Die Verminderung der Anschaffungskosten für Brennapparate ist um so wichtiger, als die Erfahrung zeigt, daß auch die stärksten Kupfergefäße von der Maische, und mehr noch von den füsigen Dämpfen derselben schnell abgenutzt werden.

Die Zuleitung des Dampfes durch die Mitte des Bodens und seine gleichmäßige Vertheilung durch die

Fig. 91.



Haube gewährt hier den wesentlichen Vortheil einer schnelleren Entgeistung der Maische. Die hier angegebene Zuleitung des Dampfes ist namentlich bei größeren Gefäßen mit bedeutendem Durchmesser von Werth, die hier aber zulässige Erweiterung desselben macht es wieder eher möglich, selbst Blasen von bedeutendem Inhalte unmittelbar über einander anzubringen.

Die conische Wärmefläche *w* des Vorwärmers bewirkt bei sehr concentrirten Maischen eine schnellere und gleichmäßigere Erwärmung, indem sie den Wechsel der erwärmten Theile mit den kälteren weit mehr befördert, als dies bei einer verticalen oder bei einer horizontalen Wärmefläche der Fall ist. Es findet auf der schiefen Fläche vielmehr eine Verschiebung der verschieden erwärmten Theile statt.

Die von der kalten Maische anfangs condensirten alkoholhaltigen Dämpfe finden in dem Raume unter der Wärmefläche hinreichend Platz, bis sie durch die nachfolgenden Dämpfe ihren größeren Alkoholgehalt wieder verlieren. Die Zurückleitung des im Dephlegmator niedergeschlagenen Lutters in den Vorwärmer verursacht hier um so weniger eine Verzögerung der Destillation, als bei der vollständigen Erwärmung der Maische im

Vorwärmer diese hier schon zur Entgeistung oder Destillation kommt, was den Abtrieb beschleunigt und die möglichste Benutzung der Wärme gestattet.

Diese vollständige Erhitzung der Maische im Vorwärmer, die so wesentliche Vortheile bewirkt, wird hier ohne den geringsten Alkoholverlust erreicht.

Der Siemens'sche Dephlegmator ist in Fig. 92 in Verbindung mit einem Futterkasten mit einigen Abänderungen besonders gezeichnet.

Er besteht, wie in Fig. 89, aus drei concentrischen ringförmigen Dephlegmiräumen *a*, *b*, *c*, die durch drei ebenfalls concentrische ringförmige Wasserräume *e*, *f*, *g* gekühlt werden. Die Dephlegmiräume werden durch die in sie hinabhängenden Wasserringe jeder in einen äußeren und inneren Raum getheilt. Die Wasserräume *e* und *f* werden durch die Scheidewände *n* und *o* getheilt.

Die Dämpfe treten aus einem seitwärts liegenden Futterbehälter eines Vorwärmers durch das Rohr *a* in das kreisförmig gebogene durchlöchernte Rohr *β* und strömen aus diesem in den Futterbehälter *A* des Dephlegmators *B*. Das Rohr *d* dient zum Ablassen des Phlegmas aus *A* in den Rectificator oder Futterkasten des Vorwärmers. *γ* ist ein Glasrohr, welches den Stand der Flüssigkeit in *A* anzeigt.

Die Dämpfe strömen in der Richtung der Pfeile durch den oben offenen Kegel *r* und werden durch den am innersten Wasserringe *g* befestigten Cylinder *h h* gezwungen, durch die im innersten Dephlegmiräume niedergeschlagene Flüssigkeit zu passiren. Darauf gehen sie aufwärts und gelangen in die innere Abtheilung des zweiten Dephlegmiräumens *b*, an deren Boden sie in die Oeffnung *s* eines ringförmigen Canales *k k* eintreten, um an der entgegengesetzten Seite dieses Canales, wo er durch eine Scheidewand abgesperrt ist, durch eine Oeffnung in die äußere Abtheilung des Dephlegmiräumens *b* wieder auszutreten. Von hier gelangen sie zuerst aufwärts und dann wieder abwärts steigend in die innere Abtheilung des Dephlegmiräumens *c*, werden hier durch die Wand des Wasserbehälters gekühlt und treten bei *t* in einen zweiten ringförmigen Canal *i*, aus welchem sie, nachdem sie ihn ganz durchlaufen haben, in die äußere Abtheilung des Dephlegmiräumens *c* kommen und endlich durch das Rohr *u u* in den Kühlapparat geleitet werden. Die Canäle *k* und *i* werden sich bald mit Flüssigkeit füllen; die Dämpfe müssen sich dann durch diese Bahn brechen.

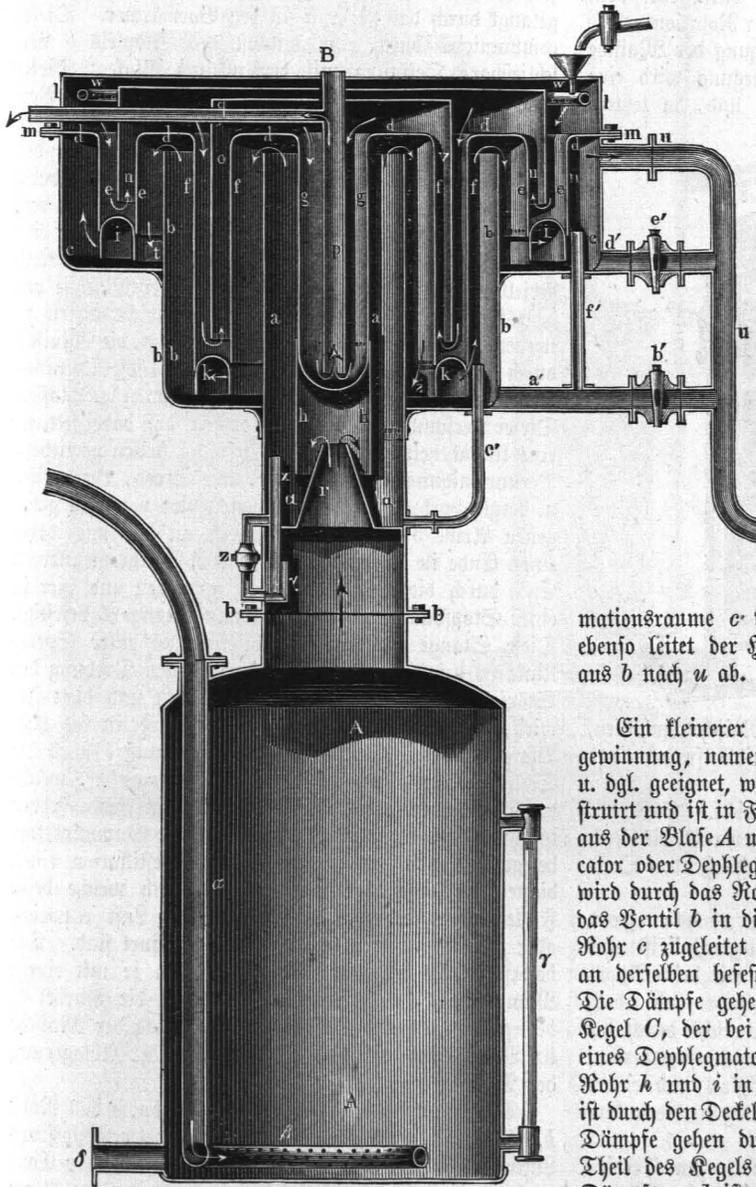
Witthin findet bei diesem Apparate nicht allein eine sehr vollständige Dephlegmation, sondern auch eine sogar viermal wiederholte Rectification statt, nämlich zuerst durch das Rohr *β* in *A*, dann durch den Cylinder *h* in *a*, dann in dem Canale *k* und endlich in dem Canale *i*.

Das Dephlegmirwasser fließt in der den Dämpfen entgegengesetzten Richtung durch *v* in das ringförmig gebogene durchlöchernte Rohr *w* in den Wasserring *e*, dessen Boden durch den Canal *i* gebildet wird. Hier wird es durch die Scheidewand *n* gezwungen, zuerst abwärts bis nahezu auf den Boden zu strömen. Dann fließt es wieder aufwärts über den Deckel *d*, von wo es in den zweiten Wasserring *f* kommt. Auch dieser ist durch eine Scheidewand *o* getheilt, so daß das Wasser seinen Weg

zuerst abwärts und dann wieder aufwärts nehmen muß, um sich über den inneren Deckel *d* in den dritten cylindrischen Wasserbehälter *g* zu ergießen, von dessen Boden es durch das Rohr *p* und *q* abgeleitet wird.

Das Wasser muß durch diesen weiten Lauf möglichst ausgenutzt werden und fast siedend heiß den Apparat

Fig. 92.



dem Boden stehen und unter einander durch den Deckel *d* verbunden sind, durch Lösung der Flanschenverschraubung bei *m* ohne große Schwierigkeit abgenommen werden kann, so dürfte doch eine gründliche Beseitigung des an den Wänden, und namentlich da, wo sie durch die Verwitterung mit den Canälen *i* und *k* scharfe Kanten bilden, fest anhaftenden Kalküberzuges sehr schwer zu bewerkstelligen sein.

Der sich in den einzelnen Abtheilungen verdichtende Lutter fließt zunächst durch das Rohr *x*, welches unten in der offenen Schale *y* steht, von *a* nach *A* zurück. Aus *b* gelangt er durch das Rohr *e'* nach *a*; aus *c* durch das Rohr *f'* nach *b*. Gleichzeitig kann man aber auch, wenn man keine so vollständige Dephlegmation wünscht, das in *b* und *c* Verdichtete unmittelbar in den Kühlapparat leiten, so daß dann der eine oder der andere Dephlegmationsraum als ein Theil des Kühlapparates wirkt. Dazu sind an den Röhren *d'* und *a'*, welche den Boden von *c* und *b* mit dem Rohre *u* verbinden, die Hähne *e'* und *b'* angebracht. Deffnet man *e'*, so fließt alle in dem Dephlegmationsraume *c* verdichtete Flüssigkeit ins Rohr *u*; ebenso leitet der Hahn *b'* beim Deffnen die Flüssigkeit aus *b* nach *u* ab.

Der sich in den einzelnen Abtheilungen verdichtende Lutter fließt zunächst durch das Rohr *x*, welches unten in der offenen Schale *y* steht, von *a* nach *A* zurück. Aus *b* gelangt er durch das Rohr *e'* nach *a*; aus *c* durch das Rohr *f'* nach *b*. Gleichzeitig kann man aber auch, wenn man keine so vollständige Dephlegmation wünscht, das in *b* und *c* Verdichtete unmittelbar in den Kühlapparat leiten, so daß dann der eine oder der andere Dephlegmationsraum als ein Theil des Kühlapparates wirkt. Dazu sind an den Röhren *d'* und *a'*, welche den Boden von *c* und *b* mit dem Rohre *u* verbinden, die Hähne *e'* und *b'* angebracht. Deffnet man *e'*, so fließt alle in dem Dephlegmationsraume *c* verdichtete Flüssigkeit ins Rohr *u*; ebenso leitet der Hahn *b'* beim Deffnen die Flüssigkeit aus *b* nach *u* ab.

Ein kleinerer hölzerner Apparat zur Branntweingewinnung, namentlich aus Obstmaische, Weintrebern u. dgl. geeignet, wurde ebenfalls von Siemens¹⁾ construirt und ist in Fig. 93 (a. f. S.) dargestellt. Er besteht aus der Blase *A* und dem Vorwärmer *B*, ohne Rectificator oder Dephlegmationsvorrichtung. Der Vorwärmer wird durch das Rohr *a* gefüllt, sein Inhalt fließt durch das Ventil *b* in die Blase. Der Dampf wird durch das Rohr *c* zugeleitet und tritt durch die Kappe *d* und die an derselben befestigten Röhren *ee* in die Flüssigkeit. Die Dämpfe gehen durch den im Vorwärmer liegenden Regel *C*, der bei seiner großen Oberfläche die Stelle eines Dephlegmators vertritt, und entweichen durch das Rohr *h* und *i* in den Kühlapparat. Der Vorwärmer ist durch den Deckel *g* verschlossen, die sich darin bildenden Dämpfe gehen durch das kleine Rohr *p* in den oberen Theil des Regels *C* und entweichen mit den übrigen Dämpfen. *l* ist ein durch die Kurbel *m* von außen drehbarer Rührapparat, um die Maische im Vorwärmer in Bewegung erhalten zu können. Die Schlempe fließt durch das Hahnrohr *f* ab. Die Hähne *n* und *o* dienen dazu, um beim Ablassen der Schlempe oder Maische Luft einströmen zu lassen und um beim Füllen das richtige Niveau der Flüssigkeit zu bezeichnen.

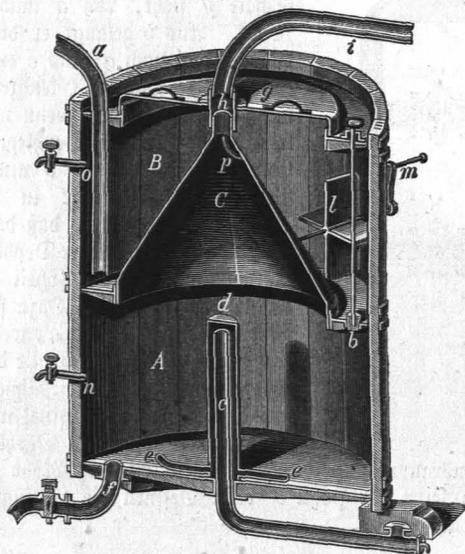
verlassen. Diese weite Leitung ist gewiß sehr zweckmäßig, wenn man weiches Wasser zur Verfügung hat; bei hartem Wasser werden sich jedoch bald die Wände so mit kohlen-saurem Kalk incrustiren, daß ihr Wärmeleitungsvermögen und somit ihr Dephlegmationseffect sehr geschwächt wird. Wenn auch der obere Theil mit den Scheidewänden *n* und *o* und dem Rohre *pq* und die Wasserringe mit den Canälen *ki*, welche nur lose auf

1) Nach Siemens, Beiträge zur Obstbenutzung, Stuttgart 1860.

Später hat Siemens¹⁾ an seinen Apparaten verschiedene Abänderungen und Verbesserungen angebracht. Sie betreffen:

1. Die Dampfzuleitung. Der Rohrstruzen, durch welchen der Dampf in die Maische der ersten Blase tritt, trägt, ebenso wie in Fig. 93, an seinem unteren Ende zwei horizontal nach einer Richtung gekrümmte Ansätze und wird außerdem durch eine vom Dampfe getriebene Vorrichtung in steter Rotation erhalten, wodurch eine gleichförmige Bewegung der Maische herbeigeführt wird. Durch diese Bewegung wird eine Ablagerung der Treber ausgeschlossen und, da letztere

Fig. 93.



immer eine Masse nicht abgetriebener Maische umhüllen, somit eine vollständigere Destillation mit Aufwand einer geringeren Dampfmenge erzielt.

2. Die Verschlüsse der Ventile. Statt der Schieberventile sind Kautschuffugeln angewandt, die durch Gewichte oder Hebel gegen die zu verschließenden Oeffnungen gedrückt werden.

3. Die Rectificationsvorrichtungen. Zwischen dem Vorwärmer und Dephlegmator ist eine Rectifications säule eingeschaltet, ähnlich wie beim Apparate von Derosne (s. u.); sie unterscheidet sich jedoch von dieser dadurch, daß die Dämpfe nicht durch die Flüssigkeit streichen, sondern auf diese geblasen werden, wodurch einem Verspritzen der Flüssigkeit und einem Zerstäuben derselben von einer Abtheilung in die andere vorgebeugt werden soll.

4. Der Dephlegmirapparat. In Verbindung mit dem älteren Zellenapparate ist ein Röhrendephlegmator gebracht, der sich von anderen ähnlichen Constructionen dadurch unterscheidet, daß die zu dephlegmirenden Dämpfe in oben geschlossene Röhren geleitet werden und so durch ihren Druck sich den Ausweg nach unten verschaffen müssen, wodurch sie mit der kühlenden Fläche in innigste Berührung gebracht werden.

¹⁾ Mittheilungen über die eingeführten, eigenthümlichen Neuerungen in der Brennerei u. s. w. Braunschweig 1870.

Der mit diesen Abänderungen versehene Apparat ist in Fig. 94 in äußerer Ansicht dargestellt. *A* ist die untere, *B* die obere Blase, *C* der Vorwärmer, *D* die Rectifications säule, *E* der erste, *F* der zweite Dephlegmator, *G* der Condensator, in welchem eine gewöhnliche Schlangenröhre liegt, *H* die Vorlage, *I* das Kaltwasserreservoir. Die weiteren Einrichtungen ergeben sich aus dem Durchschnitt Fig. 96 (S. 495). Die Maische gelangt durch das Rohr *a* in den Vorwärmer. Dieser communicirt durch eine mittelst des Stöpsels *b* verschließbare Oeffnung mit der zweiten Blase. Dieser aus Kautschuk gefertigte Stöpsel ist, des besseren Verschlusses halber, mit einer 7,5 kg schweren gußeisernen Kugel 1 beschwert. Die Stöpselstange tritt durch den Deckel des Vorwärmers in eine Oeffnung, welche durch die Kautschuffugel 3 gedichtet wird, und ist oben an dem gleicharmigen Hebel 2 befestigt, dessen anderes Ende eine nach abwärts gerichtete Zugstange trägt, um mittelst derselben den Stöpsel *b* beim Ablassen der Maische aus dem Vorwärmer in die zweite Blase leicht kühlen zu können. Aus der zweiten Blase gelangt die Maische durch eine Oeffnung bei *c* in die erste. Diese Oeffnung wird durch den Gummistöpsel 4 von unten geschlossen. Dieser Verschluss gewährt den Vortheil, daß dabei seltener eine Undichtigkeit durch in der Oeffnung stecken gebliebene Verunreinigungen der Maische, wie Stroh, Besenreiser u. dergl., vorkommt. Der Stöpsel wird von dem gebogenen Arme 5 getragen; dieser ist an der mit ihrem einen Ende in dem Lager 7 ruhenden, an ihrem anderen Ende durch die Wand der Blase gehenden und hier in einer Stopfbüchse gedichteten runden Stange 6 befestigt. Diese Stange trägt außerhalb einen in einer Sperrklinke zu befestigenden Hebel, durch dessen Drehung der Stöpsel von der Oeffnung fortgeschoben und diese frei wird, wodurch die Maische ihren Abfluß in die erste Blase gewinnt. Durch den Ventilverschluss *l* wird die Schlenke abgelassen. Die Ventilkappen *ee'e'*, welche durch in den entsprechenden Hebelarm eingreifende Federn in ihrer Lage erhalten werden, sind mit Gummiplatten belegt und gewähren während der Destillation einen dichten Verschluss der Oeffnungen, durch welche beim Füllen oder Entleeren der Räume die Luft entweicht oder Zutritt, nachdem die Klappen geöffnet sind. Die beiden Blasen und der Vorwärmer sind je mit einem Mannloche *fff* versehen. Ein durch die Kurbel *f'* bewegliches Flügelpaar dient zur Bewegung der Maische im Vorwärmer und zur Verhinderung der Ablagerung der Treber.

Die Zuleitung des Dampfes erfolgt durch das Rohr *h*. Bei *h'* ist ein durch eine Kautschuffugel verschlossenes Luftventil angebracht, durch welches bei etwaiger Condensation des Dampfes Luft in das Innere der Blase eindringen kann. Der Dampf tritt zunächst durch das verengte Rohr *h* in einen durch den an die Bodenplatte der unteren Blase angegossenen Rand 8 und die angeschrobene Platte 9 gebildeten Behälter und stößt hier in tangentialer Richtung auf die Fächer eines horizontal liegenden Schaufelrades, wie aus dem Grundrisse Fig. 95 zu ersehen ist. Es besteht aus der Scheibe 10, die zwei größere Oeffnungen für die Circulation des Dampfes erhält. Unter dieser Scheibe ist ein Kranz

befestigt, der als Rückwand für die Schaufeln 11 dient. Letztere erhalten eine schräge Stellung, damit der einströmende Dampf in der Richtung der Drehung der Scheibe wirke. In der Mitte erhält die Scheibe 10

Fig. 94.

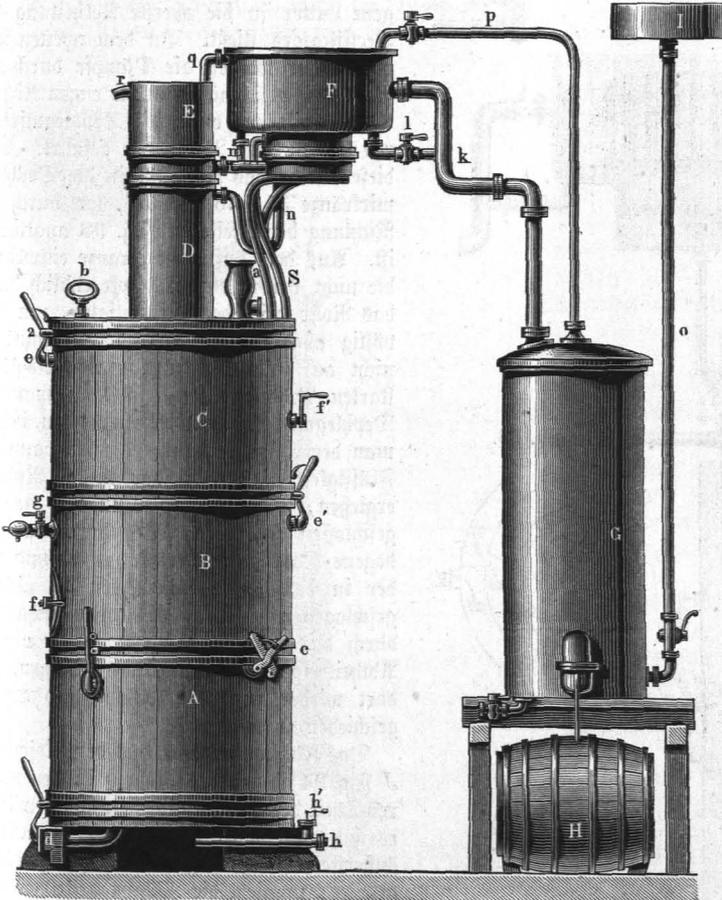
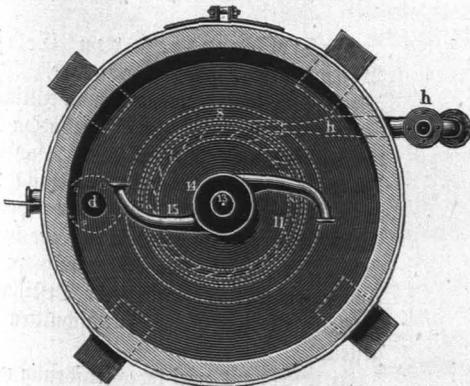


Fig. 95.



eine Verstärkung zur Verbindung mit der Achse 12. Diese ruht in einer Vertiefung der unteren Platte 9, oben erhält sie ihre Führung in dem Rohre 13, welches oberhalb geschlossen ist, aber seitwärts Deffnungen zum

Austritt des Dampfes hat. Oben ist die Achse mit dem zu drehenden Haubenrohre 14 fest verbunden. Dieses Rohr, welches den Dampf wieder nach abwärts leitet, wird durch zwei Messingringe geschlossen, von denen der innere mit dem Rohre 13, der äußere mit dem Rohre 14 fest verbunden ist. Die Ringe passen genau in einander und bilden die untere Führung für die Drehung des äußeren Rohres. Die Ausströmung des Dampfes in die Maische erfolgt durch die beiden gekrümmten Röhren 15, sie werden vorn durch Klappen gegen den Eintritt der Maische verschlossen. Das in dem unteren Behälter sich condensirende Wasser kann durch den Hahn 16 abgelassen werden.

Aus der unteren Blase treten die Dämpfe durch das Rohr 17 aufwärts, werden durch die Haube 18 wieder abwärts geleitet und strömen durch die gebogenen Röhren 19 in die Maische der zweiten Blase, um sich, nachdem sie diese passiert haben, zunächst in den Conus des Vorwärmers zu begeben. An der Haube 18 ist das Rohr 20 angebracht. Es geht durch eine Dichtung der Blasenwand und ist außerhalb durch den Hahn g verschließbar. An diesem Hahn ist ein hohler Metallkörper angebracht, der in der Richtung der Achse des Rohres 20 eine feine offene Spitze trägt. Er dient zur Ermittlung des vollständigen Abtriebes der unteren Blase, zur Vornahme der Brennprobe.

Die Rectificationsäule, in welche die Dämpfe, nachdem sie den Conus des Vorwärmers passiert haben, treten, besteht aus vier Abtheilungen. Unter

der ersten ist ein Schirm 21 angebracht, um mit fortgerissene Maische zurückzuhalten. Der Dampf tritt, je nach dem Durchmesser der Säule, durch 3 oder 5 Rohrstutzen, die mit glockenförmigen Hauben bedeckt sind, in die unterste Abtheilung. Die drei übrigen Abtheilungen der Rectificationsäule tragen Röhren, durch welche der Dampf nicht in die Flüssigkeit getrieben, sondern auf dieselbe geblasen wird. Fig. 97 (a. f. S.) zeigt diese Einrichtung in einer Ansicht von oben. Aus der mittleren Dampfhaube vertheilt sich der Dampf, je nach der Größe des Apparates, in 4 bis 7 horizontale Röhren 23, die vorn geschlossen sind, unterhalb aber einen 2 bis 4 mm weiten Schlitz in ihrer ganzen Länge haben. Aus diesem Schlitz bläst der Dampf auf die durch die Scheidewände 24 gleichmäßig vertheilte Flüssigkeit, die durch die Ablaufröhren 25 von einer Abtheilung zur anderen geleitet wird und aus der unteren Abtheilung durch das Rohr 26 in den Vorwärmer gelangt. Die Abtheilungen der Rectificationsäule bestehen aus einzelnen auf einander zu setzenden Kapseln, die genau auf

einander und in die Säule passen. Bei dieser Einrichtung ist eine vollständige Reinigung des Apparates nach dem Abnehmen des Dephlegmators *E* mit Leichtigkeit auszuführen.

Fig. 96.

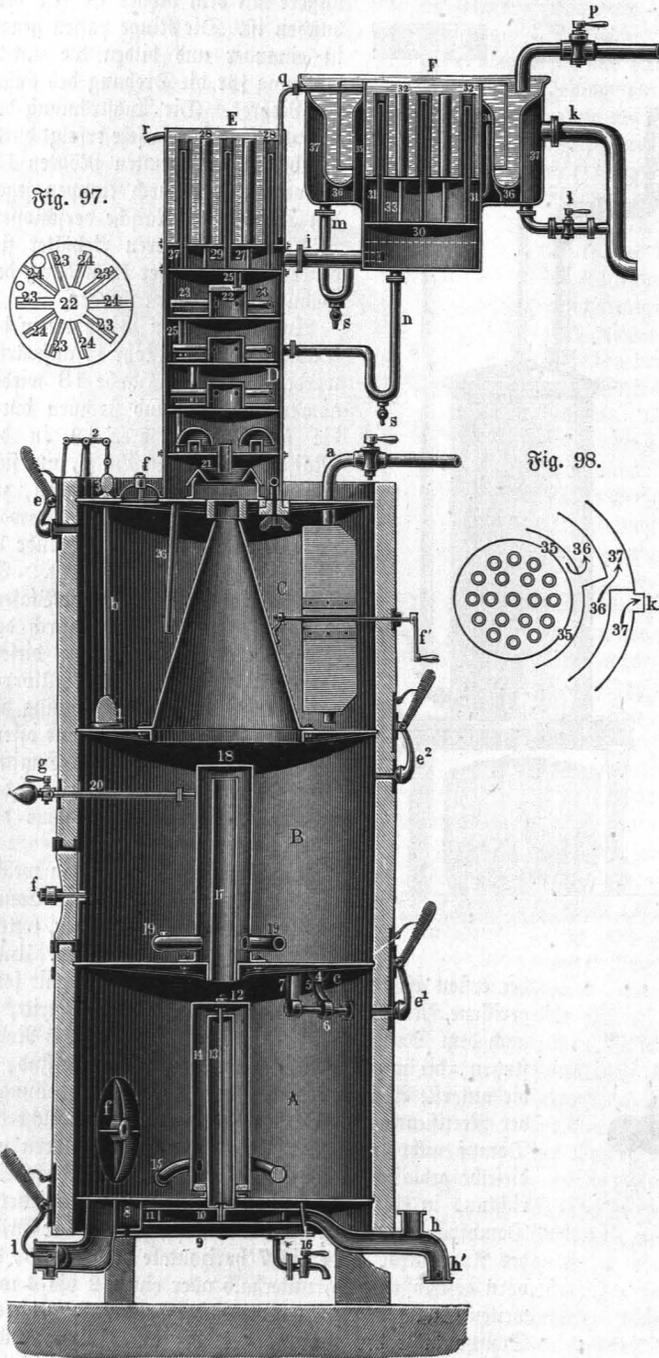


Fig. 97.

Fig. 98.

tificator kommt, durchströmt daher die Röhren 27 und wird durch die abgekühlten Röhren 28 wieder abwärts geführt, um in dem unter den Öffnungen der Röhren liegenden Raume 29 sich wieder zu sammeln und dann durch das Rohr *i* in den zweiten Dephlegmator zu treten, während der niedergeschlagene Lutter in die oberste Abtheilung des Rectificators fließt. In dem zweiten Dephlegmator werden die Dämpfe durch den Boden 30 gleichmäßig in die engen Röhren 31 vertheilt und durch die Dephlegmiröhren 32 in den Raum 33 geführt. Aus diesem leitet das Rohr 34 in die Dephlegmirkränze 35, 36 und 37, wie durch die Richtung der Pfeile in Fig. 98 angedeutet ist. Aus dem äußersten Kranz entweichen die nicht verdichteten Dämpfe endlich durch das Rohr *k* in den Condensator, um hier völlig abgekühlt zu werden. Kommt es nicht auf die Erzielung eines möglichst starken Productes an, so kann man die Dephlegmirkränze unwirksam machen, indem man den Hahn *l* öffnet; es wird dann die Flüssigkeit sich unmittelbar in das Rohr *k* ergießen, während sie, wenn der Hahn *l* geschlossen ist, ihren Weg durch das gebogene Rohr *m* in den Raum 30 und mit der in den Dephlegmiröhren 32 niedergeschlagenen Flüssigkeit gemeinschaftlich durch das gebogene Rohr *n* in die oberen Abtheilungen des Rectificators gelangen, um dort wieder in Alkoholdampf und Lutter geschieden zu werden.

Das Kühlwasser tritt aus dem Reservoir *J* (Fig. 94) durch das Rohr *o* in den unteren Theil des Condensators *G*, hier erwärmt es sich und wird dann durch *p* in den äußersten Kranz des zweiten Dephlegmators geleitet, umgiebt die Röhren desselben und kommt dann, weiter erwärmt, durch das Rohr *q* in den ersten Dephlegmator von wo es durch das Rohr *r* heiß abfließt.

Destillirapparat von Cellier-Blumenthal und Derosne. Dieser ältere Apparat, welcher namentlich in Frankreich vielfach zur Destillation von Wein verwandt ist, ist von besonderem Interesse, weil er in seinen Details viele neue Elemente enthält, welche bei späteren Constructionen mit größtem Erfolge benutzt sind. Er bildet den Uebergang zu den Apparaten mit continuirlicher Destillation. Derselbe ist in Fig. 99 durchschnitten dargestellt.

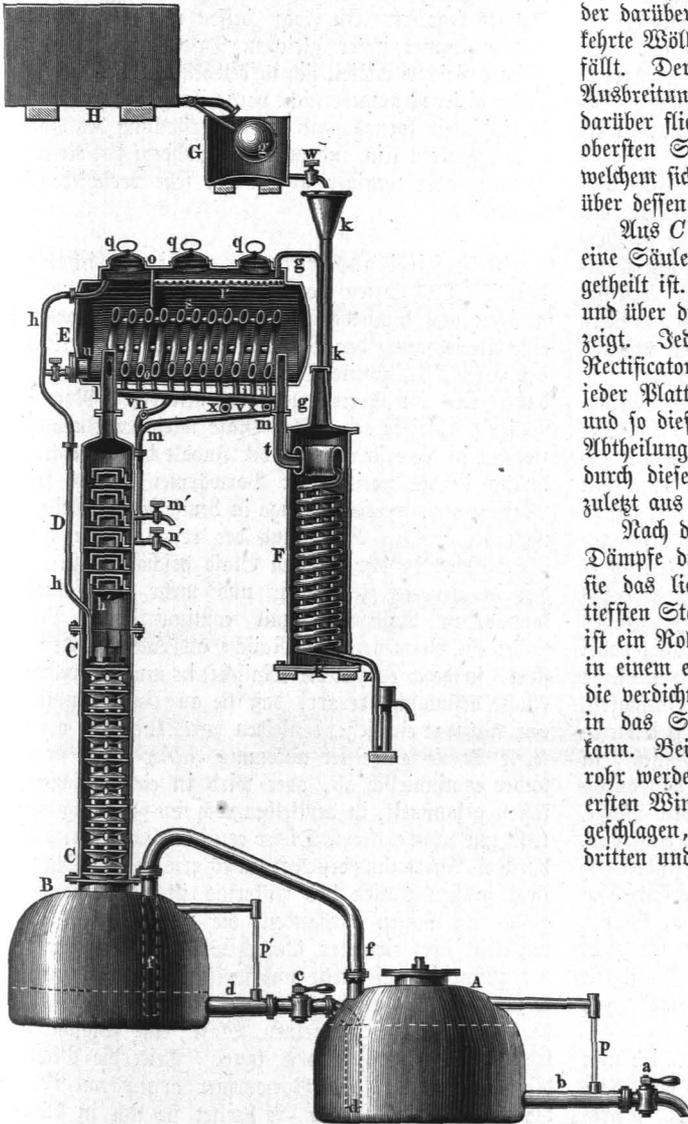
Er besteht aus zwei terrassenförmig neben einander eingemauerten Blasen *A* und *B*, von denen die erstere direct geheizt wird, aber eben so gut durch Dampf geheizt werden kann. Die in der ersten Blase gebildeten Dämpfe durchströmen den Inhalt der zweiten. Ueber der zweiten Blase ist die Destillations säule *C* befindlich.

Unmittelbar über dem Rectificator befindet sich der erste Dephlegmator *E*. Die von dem Deckel des Rectificators ausgehenden Röhren 27 sind beiderseitig offen, sie sind von den oben geschlossenen, in Wasser stehenden Röhren 28 umhüllt. Der Dampf, welcher vom Rec-

Ueber dieser erhebt sich die Rectifications säule *D*. Von dort gelangen die Dämpfe in den dephlegmirenden Vorwärmer *E* und entweichen endlich in den Kühlapparat *F*. Der Kühlapparat dient zugleich als erster Vorwärmer, indem er mit der zu destillirenden Flüssigkeit durch den Abflussregulator *G* aus dem Reservoir *H* gefüllt wird.

Bei der ersten Operation wird die Blase *A* gefüllt. Das Niveau der Flüssigkeit zeigt die Glasröhre *p*.

Fig. 99.



Zum Ablassen der Schlempe dient das Rohr *b* und der Hahn *a*.

Nach dem Füllen der ersten Blase öffnet man den Hahn *w*, füllt durch die Röhre *K* den Kühlapparat *F*, von dort den Vorwärmer *E* und läßt dann noch so lange Flüssigkeit nachfließen, bis diese, die Destillations säule *C* durchströmend, den Boden der Blase *B* bedeckt, was man an dem Stande in dem Rohre *p'* erkennt.

Der Inhalt der Blase *A* wird dann zum Sieden

Muspratt, Chemie, bearb. v. Stohmann u. Kerl. I.

gebracht. Die Dämpfe entweichen durch das Rohr *f* und werden dadurch bis fast auf den Boden der Blase *B* geleitet, wo das Rohr *f* in einen Brausenpfopf endet. Bald wird die Flüssigkeit auch hier siedend, die Dämpfe gehen in die Destillations säule *C*, die jedoch vorläufig nur als Dephlegmator wirkt. Diese Säule enthält in ihrem Inneren zehn Paar Schalen, die an drei Säulen befestigt sind und von denen jedesmal eine mit der Wölbung aufwärts, die andere abwärts gerichtet ist. Die letzteren haben keinen Boden, so daß die Flüssigkeit von der darüber befindlichen Schale auf die nach oben gekehrte Wölbung der zunächst darunter liegenden Schale fällt. Der Zweck dieser Einrichtung ist die möglichste Ausbreitung des herabfließenden Lutters und der später darüber fließenden vorgewärmten Flüssigkeit. Ueber der obersten Schale ist ein kleiner Behälter befindlich, in welchem sich die zu destillirende Flüssigkeit sammelt und über dessen Ränder sie sich über die Schalen ergießt.

Aus *C* gelangen die Dämpfe in den Rectificator *D*, eine Säule, die durch Platten in sechs einzelne Räume getheilt ist. Durch jede der Platten geht ein Rohrstutzen und über diesen greift eine Kappe, wie Fig. 100 (a. f. S.) zeigt. Jede Abtheilung bildet daher einen besonderen Rectificator, in welchem die Dämpfe sich durch den auf jeder Platte sammelnden Lutter Bahn brechen müssen und so diesen rectificiren. Sobald die Flüssigkeit in den Abtheilungen die Höhe des Rohrstutzens erreicht, fließt sie durch diesen in die darunter befindliche Abtheilung und zuletzt aus der untersten in den Behälter der Säule *C*.

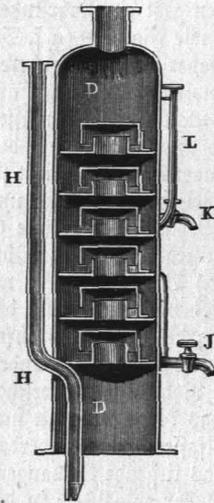
Nach dieser sechsmaligen Rectification gelangen die Dämpfe durch das Rohr *l* in den Vorwärmer *E*, wo sie das liegende Schlangenrohr *S* passieren. An der tiefsten Stelle einer jeden Windung des Schlangenrohres ist ein Rohr *i* angebracht. Alle diese Röhren *i* münden in einem etwas geneigt liegenden Rohre, durch welches die verdichtete Flüssigkeit sich in das Rohr *t* ergießt und in das Schlangenrohr des Kühlfaßes geleitet werden kann. Beim Durchgange durch das liegende Schlangenrohr werden die Dämpfe immer mehr entgeistet, in der ersten Windung wird eine wässrige Flüssigkeit niedergeschlagen, in der zweiten eine alkoholreichere, in der dritten und den folgenden immer stärkere, bis der Dampf zuletzt auf das Maximum des Alkoholgehaltes gekommen ist. Das Schlangenrohr im Vorwärmer hat aber weniger die Bestimmung, die Dämpfe zu verdichten, als sie zu dephlegmiren. Um dieses zu erreichen, sind in dem Rohre, in welches die einzelnen Röhren *i* münden, an drei verschiedenen Stellen die Röhren *vxx* angefügt, durch welche der Lutter durch *n* und *m*

in die Rectifications säule zurückgeleitet wird. *n* leitet den in den ersten vier Windungen des Schlangenrohres verdichteten Lutter in die dritte Abtheilung des Rectificators zurück, *m* bringt den Lutter aus dem übrigen Theile des Schlangenrohres in die fünfte Abtheilung des Rectificators. Die Röhren *n* und *m* sind unten sackförmig gebogen, sie bleiben dadurch in ihrem unteren Theile stets mit Flüssigkeit gefüllt und verhindern dadurch, daß die Dämpfe aus dem Rectificator durch sie in das

Schlangenrohr entweichen, was unfehlbar geschehen würde, wenn die in n und m befindliche Flüssigkeitssäule nicht dem Dampfdruck im Rectificator das Gleichgewicht hielte. Die drei Rohrstopfen v , x , x sind mit Hähnen versehen. Schließt man den Hahn des letzten Rohrstopfens x , so fließt das in den drei letzten Windungen des Schlangenrohres Verdichtete in den Kühlapparat, ohne von Neuem rectificirt zu werden; schließt man auch den ersten Rohrstopfen v , so nimmt der Lutter, welcher sich in den sechs letzten Windungen niedergeschlagen hat, denselben Weg; wird auch v verschlossen, so hört die dephlegmirende Wirkung des Schlangenrohres ganz auf und dieses wird dadurch zu einem Theile des Kühlapparates. Man hat es daher durch diese drei Hähne ganz in seiner Gewalt, ein beliebig starkes Destillat zu erzielen.

Alle Dämpfe, die in dem Schlangenrohre nicht verdichtet wurden, gehen durch das Rohr t , welches mit

Fig. 100.



der letzten Windung in Verbindung steht, in den Kühlapparat F . Das Destillat fließt durch das Rohr z in einen Alkoholometerständer, und aus diesem in die Vorlage.

Ist bei der ersten Destillation der Inhalt des Vorwärmers E genügend warm geworden, so öffnet man den Hahn w , durch welchen die zu destillirende Flüssigkeit sich zunächst aus dem Reservoir H und G durch das Rohr k bis auf den Boden des Kühlfaßes ergießt. Sie verdrängt dabei die hier schon im oberen Theile warm gewordene Flüssigkeit, die durch das Rohr g dann in den Vorwärmer E fließt, in welchem sie durch das durch-

bohrte Rohr r vertheilt wird. In demselben Maße, wie die Flüssigkeit durch g in den Vorwärmer einströmt, fließt sie durch h ab und ergießt sich in die Destillationssäule C , wo sie auf den Schalen in dünne Schichten vertheilt den aufsteigenden Dämpfen entgegen kommt. Durch die Dämpfe wird die Flüssigkeit erhitzt und giebt den größten Theil ihres Alkohols ab; da die Flüssigkeit aber eine niedrigere Temperatur als die Dämpfe hat, so wirkt sie auf jene zugleich dephlegmirend.

Aus der Säule C gelangt die Flüssigkeit, die nun ununterbrochen zufließt, in die Blase B und wird dort durch den aus A einströmenden Dampf destillirt. Durch den Hahn w regulirt man den Zufluß der Flüssigkeit auf solche Weise, daß die Blase B gerade genügend gefüllt ist, wenn der Inhalt der Blase A abgetrieben ist.

Nachdem man die Schlempe von A durch den Hahn a entleert hat, läßt man die Flüssigkeit aus B durch den Hahn c nach A , welches geschehen kann, ohne daß man die Destillation zu unterbrechen braucht. B wird sich dann allmählig wieder füllen. Um während der ganzen Dauer der Destillation einen völlig gleichmäßigen Abfluß durch den Hahn w zu haben, ist das Gefäß G vorhanden.

In diesem schwimmt eine hohle Metallkugel g , die durch eine Stange mit dem Griffe des an dem Abflußrohre des Reservoirs H befindlichen Hahnes verbunden ist. Sinkt die Flüssigkeit in dem Behälter G , so sinkt auch die auf ihr schwimmende Kugel und diese öffnet daher den Abflußhahn des Reservoirs H ; steigt die Flüssigkeit in Folge eines geringeren Abflusses durch w , so steigt auch die Kugel und verringert dem entsprechend die Oeffnung des Hahnes. Das Niveau in G wird daher immer gleich bleiben, da die Kugel die Stellung des Hahnes regulirt. In Folge dessen muß die Flüssigkeit aus w immer unter gleichem Drucke und somit mit gleicher Geschwindigkeit sich in den Kühlapparat ergießen. Wäre dieser Regulator nicht vorhanden, so würde die Geschwindigkeit fortwährend durch Verstellung des Hahnes w zu reguliren sein, indem sie, je nachdem das Reservoir H mehr oder weniger gefüllt ist, sehr verschieden sein würde.

b) Destillirapparate für continuirlichen Betrieb. Das Wesen des Pistorius-Apparates und der übrigen aus demselben hervorgegangenen Apparate ist eine Dreitheilung der Maische, von der ein Drittel in der ersten, das zweite Drittel in der zweiten Blase und das dritte im Vorwärmer sich befindet. Nach dem völligen Abtriebe der ersten Blase wird der Inhalt der zweiten in die erste entleert, der Inhalt des Vorwärmers kommt in die zweite, der Vorwärmer nimmt frische Maische auf, welche so lange in demselben verweilt, bis nach der zweiten Entleerung der ersten Blase Raum für dieselbe in der zweiten Blase geschaffen ist. Bei den in neuerer Zeit mehr und mehr in Aufnahme kommenden Apparaten mit continuirlichem Betrieb findet ein Verweilen der Maische an einem Orte nicht statt, sondern es ist die Maische in ununterbrochenem Flusse befindlich, derart, daß sie an einem Punkte in den Apparat einfließt, denselben durchläuft und am weiteren Theile entgeistet ankommt. Hier läuft sie entweder continuirlich ab, oder wird in einem Schlempefaß gesammelt, in demselben noch eine Zeit lang durchkocht und dann entleert. Dieser continuirliche Betrieb wird durch die Anordnung des Apparates ermöglicht. Statt der zwei großen Blasen des Pistorius ist hier eine große Zahl von Blasen vorhanden, die zu 12, 16, 20 unmitttelbar über einander, ähnlich wie bei der Säulenform des Pistorius, aufgestellt und meist durch Abflußröhren so mit einander verbunden sind, daß die Maische auf dem Boden jeder einzelnen Blase eine Schicht von sehr geringer Höhe bilden kann. Tritt die Maische, die häufig durch einen Vorwärmer angewärmt ist, in die oberste dieser Blasen, so breitet sie sich in dünner Schicht darin aus, fließt aber, sobald sie diesen Raum erfüllt hat, von der nachfolgenden Maische verdrängt, durch das Abflußrohr in die zweite Blase u. s. f., bis sie in der letzten, untersten ankommt und dann vom Schlempefaß aufgenommen wird, oder direct austritt. Der zur Destillation erforderliche Dampf nimmt den entgegengesetzten Weg. Er strömt in den Schlempefaß oder die unterste Blase, verdampft die letzte Spur noch vorhandenen Alkohols, tritt durch geeignete Vorrichtungen in die fast entgeistete Maische der nächst

höheren Blase, durchkocht dieselbe, nimmt Alkohol auf und steigt in die nächste Blase u. s. f., bis er in der letzten und höchsten Blase ankummt und dann in geeigneten Rectificatoren und Dephlegmatoren verstärkt wird. Der in letzteren niedergegeschlagene Lutter wird durch den aus der höchsten Blase ausströmenden Dampf entweder in besonderen Lutterkasten rectificirt, oder fließt mit der Maische durch den Destillationsapparat.

Die Erfindung dieser Apparate wird sehr häufig mit Unrecht Savalle zugeschrieben. Das Verdienst derselben gebührt Coffey in Dublin, dessen in allen früheren Ausgaben dieses Werkes bereits beschriebener Apparat im Jahre 1832 in England patentirt wurde.

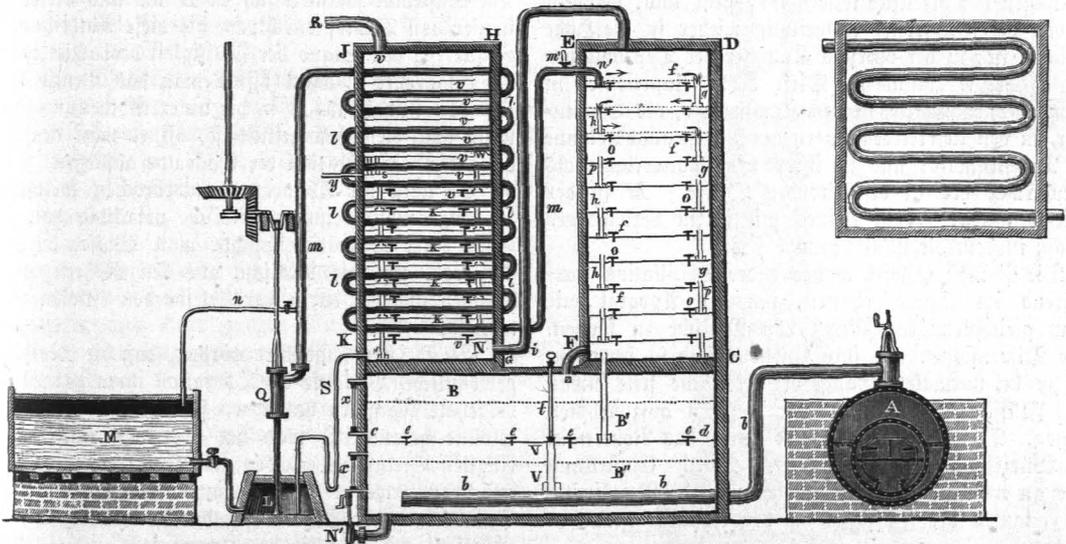
Coffey's Destillirapparat. Dieser Apparat ist noch heute in den größten Destillerien Großbritanniens für die Production von starkem Spiritus im Ge-

brauche. Er liefert je nach seiner Größe stündlich 8000 bis 12000 Liter Destillat. Da in England nicht Maische, sondern nur klare Würze verarbeitet wird, so sind die, allerdings leicht für Maischen abzuändernden, Einrichtungen auch nur für Würzen geeignet. Der Apparat ist in Fig. 101 im Durchschnitt dargestellt.

Er besteht aus dem viereckigen Schlempekasten *B*, auf dem die Destillationscolonne *CDEF* und die Rectificationscolonne *GHIK* errichtet sind. Das Gehäufte ist aus mit Kupfer ausgekleidetem Holz gefertigt; man wendet gewöhnlich 12 bis 15 cm starke Bohlen an, damit so wenig wie möglich Wärme verloren gehe. Der Schlempekasten wird durch eine kupferne Platte *ed* in zwei Räume *B'* und *B''* getheilt. Diese Platte ist siebförmig durchlöchert und enthält noch außerdem verschiedene Ventile *eeee*, die als Sicherheitsventile wirken, wenn der Dampf durch die Sieböffnungen nicht genü-

Fig. 101.

Fig. 102.



genden Ausweg findet. Von diesem Siebboden geht eine Röhre *VV* bis fast auf den Boden des Kastens und mündet in eine Kapsel, die ein Dampfventil bildet; am oberen Theile dieser Röhre ist ein Ventil angebracht, welches man mittelst des Stabes *t*, der durch eine Stopfbüchse am oberen Theile des Kastens geht, öffnen oder schließen kann. Die Glasröhren *x* zeigen den Stand der Flüssigkeit in den beiden Abtheilungen *B'* und *B''*. Die Destillationscolonne *CDEF* besteht aus zwölf Abtheilungen *ffff*, die durch die elf Kupferplatten *gh*, *gh*, *gh* u. s. w. gebildet werden. Jede dieser Abtheilungen repräsentirt eine Blase. Die Bodenplatten der einzelnen Blasen sind zum Behuf des Dampfdurchtritts, ebenso wie die im Schlempekasten liegende Platte *ed*, siebförmig durchlöchert und mit Ventilen *oooo*, die sich aufwärts öffnen, versehen. An jeder Platte ist eine Röhre *p* angebracht, durch die die Flüssigkeit von einem Siebboden auf den anderen fließt. Der obere Theil jeder dieser Röhren ragt 3 bis 5 cm über die Platte hinaus, damit diese während der Destillation stets mit einer Schicht Flüssigkeit von derselben Höhe bedeckt

bleibe. Der untere Theil der Röhre taucht in eine flache Schale, die auf dem folgenden Siebboden ruht, damit keine Dämpfe durch die Röhre entweichen können. Die Röhren sind abwechselnd an der rechten und linken Seite der Platten angebracht, wie aus der Zeichnung zu ersehen ist.

Die Rectificationscolonne *GHIK* ist auf dieselbe Weise durch Kupferplatten in einzelne Räume getheilt. In dieser sind 15 Kammern enthalten, von denen die zehn unteren *K* den Rectificator bilden und auf dieselbe Weise durchbohrt und mit Ventilen versehen sind, wie die der Destillationscolonne. Die fünf oberen dienen zur Condensation des fertigen Alkohols und werden von den übrigen durch eine Platte getrennt, die aber nicht durchlöchert ist, sondern nur bei *w* eine große Oeffnung für den Eintritt des Alkoholdampfes hat. Außerdem ist sie noch mit einer Abflußröhre *s* versehen. Die Oeffnung *w* hat einen 3 cm hohen Rand, der das Zurückfließen des Alkohols in den Rectificator verhindert. Das Rohr *s* steht in einer tieferen Schale, als die übrigen Röhren; aus dieser fließt der fertige, aber

noch heiße Alkohol durch die Röhre *y* in ein Schlangengerührrohr oder einen anderen Kühlapparat, um vollständig zu erkalten. Die Kammern *vvvv* dieses Condensators haben keine Siebböden, in den Platten ist abwechselnd an dem einen und dem anderen Ende ein Loch angebracht, welches groß genug ist, den Dämpfen den Durchgang zu gestatten und den verdichteten Alkohol zurückfließen zu lassen. Diese Platten sind zu dem Zwecke angeordnet, um die Dämpfe so viel wie möglich mit den Röhren *mm*, die kalte Würze enthalten, in Berührung zu bringen.

Durch jede Kammer der Rectificationscolonne *G H J K* geht eine zickzackförmig gebogene Röhre, wie Fig. 102 (a. v. S.) zeigt, die den Querdurchschnitt irgend einer der Kammern darstellt. Die einzelnen Theile dieser Röhre communiciren mit einander durch die Verbindungsrohre *lll* und bilden so eine ununterbrochene Röhre *mm*, die von der Maischpumpe *Q* durch die sämtlichen Abtheilungen der Rectificationscolonne geht und, nachdem sie von deren unterster Abtheilung wieder in die Höhe gestiegen ist, in der obersten Kammer der Destillationscolonne bei *n'* mündet. Diese Röhre functionirt in ihrem obersten Theile, in den Kammern *v*, als Condensator, in den tieferen Kammern der Rectificationscolonne als Dephlegmator und in ihrem Gesamtverlaufe als Vorwärmer der zu destillirenden Würze. *M* ist der Würzebehälter, *L* ein kleines mit jenem verbundenes Gefäß, in dem die Maischpumpe steht.

Die Pumpe *Q* wird während der Destillation fortwährend im Gange gehalten, um den Apparat mit einem gleichförmigen Zufluß von Maische zu speisen. Ihre Dimensionen und ihre Hubhöhe sind so bemessen, daß sie bei normalem Gange der Maschine stets etwas mehr Flüssigkeit fördert, als der Apparat aufzunehmen vermag. Dieser Ueberschuß wird durch das Rohr *n* in den Würzebehälter zurückgeführt. Durch Einstellung eines an *n* befindlichen Ventils hat man die Regulirung des Zulaufes der Flüssigkeit in den Apparat genau in der Hand.

A ist ein gewöhnlicher Dampfkessel, dessen Dampf durch die Röhre *bb* in den Schlempekasten *B'* geleitet wird. Die Röhre *bb* verzweigt sich dort in einer Menge kleiner durchlöcherter Röhren, die in der Zeichnung nicht sichtbar sind, wodurch der Dampf überall mit der ihn umgebenden Schlempe in Berührung kommt.

Die Operationen mit diesem Apparate fängt man damit an, daß man die Maischpumpe in Bewegung bringt und die ganze Länge der Zickzackröhre *mm* füllt, bis die Maische anfängt, bei *n'* in die Destillationscolonne zu fließen. Die Pumpe wird dann in Ruhe gesetzt und der Dampf aus dem Kessel durch die Röhre *bb* in den unteren Theil des Apparates gelassen. Der Dampf streicht durch die Kammern *B'' B'* und durch die Röhre *z* in die Destillationscolonne, von wo aus er durch *i* in den unteren Theil des Rectificators bei *N* eintritt. Er steigt dann durch die Kammern *kk*, umgiebt die Zickzackröhren und erwärmt die darin enthaltene Maische sehr rasch. Sobald man wahrnimmt, daß die Maische in ungefähr acht Kammern heiß geworden ist, wovon man sich leicht überzeugen kann,

wenn man die Hand an die Verbindungsrohre *lll* legt, setzt man die Pumpe wieder in Bewegung. Die Maische ist dann fast siedend heiß und fließt in der Destillationscolonne durch die Röhren von Blase zu Blase, in der Richtung der in den oberen Abtheilungen gezeichneten Pfeile. Die Maische kann nur durch diese Röhren fließen, da die Größe und die Anzahl der Löcher in den Platten so regulirt ist, daß sie nur hinreichenden Raum bieten, um dem Dampfe unter einem schwachen Drucke Durchgang zu gestatten. Die Maische muß daher auf jeder Platte eine neue dünne Schicht bilden, durch die der Dampf streicht und so mit ihr an sehr vielen Stellen in Berührung kommt. In dem Maße, wie die Flüssigkeit aus einer Abtheilung in die andere gelangt, wird ihr Alkohol mehr und mehr verflüchtigt und durch die aufwärts strömenden Dämpfe fortgeführt, so daß fast keine Spur Alkohol mehr darin zurückbleibt, sobald sie die große Kammer *B* erreicht. Die Schlempe sammelt sich in *B'* an und bleibt dort, immer von Dampf durchfocht, bis diese Abtheilung fast gefüllt ist; den Stand der Flüssigkeit beobachtet man an der Glasröhre *x*, dann öffnet man das Ventil *V* und läßt den Inhalt aus *B'* in die untere Abtheilung laufen; wenn auch diese fast gefüllt ist, öffnet man den Hahn der Röhre *N'* und läßt die Schlempe abfließen.

So kann der Apparat ununterbrochen fortarbeiten, so lange man weingare Maische vorrätig hat. Am Ende einer Operation pumpt man Wasser durch den Apparat, um die Maische aus den Röhren zu verdrängen und den darin zurückbleibenden Alkohol zu gewinnen.

Es ist schon angeführt worden, daß die Maische im gewöhnlichen Verlaufe der Operation ihren ganzen Alkoholgehalt abgegeben hat, wenn sie aus der Destillationscolonne heraustritt; man hat aber, um nicht den geringsten Verlust zu erleiden, die Kammern *B'* und *B''* angebracht, worin die Schlempe ungefähr eine halbe Stunde lang der Hitze des hindurchströmenden Dampfes ausgesetzt wird. Mit der Kammer *B''* ist ein kleiner Apparat verbunden, in dem ein Theil der Dämpfe condensirt und abgekühlt wird; die dadurch gebildete Flüssigkeit fließt fortwährend durch einen Probeylinder, in dem ein Lutterprober den Gehalt der Dämpfe anzeigt.

Der Dampf streicht zuerst durch die ihres Alkohols beraubte Maische in der unteren Abtheilung von *B*, geht dann durch die 11 Schichten von Maische auf den durchlöchernten Boden der Destillationscolonne, führt ihren Alkohol dampfförmig mit sich fort und läßt eine entsprechende Menge Wasser dafür zurück. Der Dampf gelangt, nachdem er die ganze Colonne durchstrichen hat, durch die Röhre *i* in den unteren Theil der Rectificationscolonne und umgiebt, während er aufwärts steigt, die Röhren *mm*, deren Inhalt dadurch erwärmt wird, während eine entsprechende Menge von Lutter durch Abkühlung des Dampfes verdichtet wird. Der Dampf besteht fast nur aus Alkohol, wenn er den Ausweg *w* erreicht und in den Condensator am oberen Ende der Rectificationscolonne gelangt; dort enthalten die Röhren *mm* die eben aus der Pumpe kommende kalte Maische und verdichten daher die Dämpfe rasch. Der Spiritus fließt dann über die verschiedenen Platten zurück und durch die

Röhre *y* in einen Kühlapparat. Die Röhre *R* steht mit dem Kühlapparat in Verbindung und ist dazu bestimmt, den unverdichtbaren Gasen — Kohlensäure und atmosphärische Luft — einen Abzug zu gestatten, ohne daß dadurch ein Verlust an Alkohol zu befürchten wäre.

Der Lutter, welcher sich aus den Dämpfen auf den Platten des Rectificators condensirt, fließt in den unteren Theil der Colonne, auf dieselbe Weise wie die Maische in der Destillationscolonne. Um den darin enthaltenen Alkohol zu gewinnen, wird der Lutter durch die Röhre *S* in das Reservoir *L* abgelassen, von wo derselbe gemeinschaftlich mit der Maische durch die Röhren *mm* getrieben wird, um von Neuem destillirt zu werden.

Bei *m'*, da wo die Röhre *mm* in die Destillationscolonne mündet, ist ein Thermometer angebracht, nach dessen Angaben die ganze Operation geleitet wird. Sobald man findet, daß die Maische zu heiß sei, läßt man mehr Maische zufließen, indem man das Ventil in der Röhre *n* schließt und umgekehrt, wenn die Maische zu kalt bei *n'* ausfließen sollte.

Das Wasser, welches den Dampffessel speist, geht vorher durch eine lange Röhre, welche in der kochend heißen Schlempe liegt; daher gelangt das Wasser schon sehr warm in den Kessel, wodurch natürlich viel Feuer-material gespart wird.

Savalle's Destillirapparat. Im Wesentlichen dieselben Ideen, auf welchen die Construction des Apparates von Coffey beruht, liegen dem Savalle'schen Apparate und einer ganzen Reihe von anderen, aus letzterem hervorgegangenen, zu Grunde, obgleich manche Details davon neu und eigenthümlich sind. Savalle hat, ebenso wie Coffey, die aus einer großen Zahl von Blasen bestehende Destillationscolonne, die aus Siebböden bestehende Rectificationscolonne; letztere befindet sich aber nicht neben, sondern über der ersteren, wodurch der Apparat eine sehr beträchtliche Höhe erreicht. Die Vertheilung des Dampfes erfolgt in der Destillationscolonne bei Savalle nicht durch Siebböden, sondern durch dem Pistorius- und Cellier-Blumenthal'schen Rectificator entnommene Klappen. Der Abfluß der Maische in der Destillationscolonne, von Blase zu Blase, sowie der des Lutters in der Rectificationscolonne wird auf gleiche Weise, wie bei Coffey durch unten durch Flüssigkeit abgesperrte Abflußröhren bewirkt. Verändert dagegen ist die Dephlegmation, indem ein eigener Dephlegmator vorhanden ist, dessen Lutter auf den obersten Boden der Rectificationsfäule geleitet wird. Eine Anwärmung der Maische findet nicht statt, die Maische fließt vielmehr kalt in die oberste Blase der Destillationscolonne.

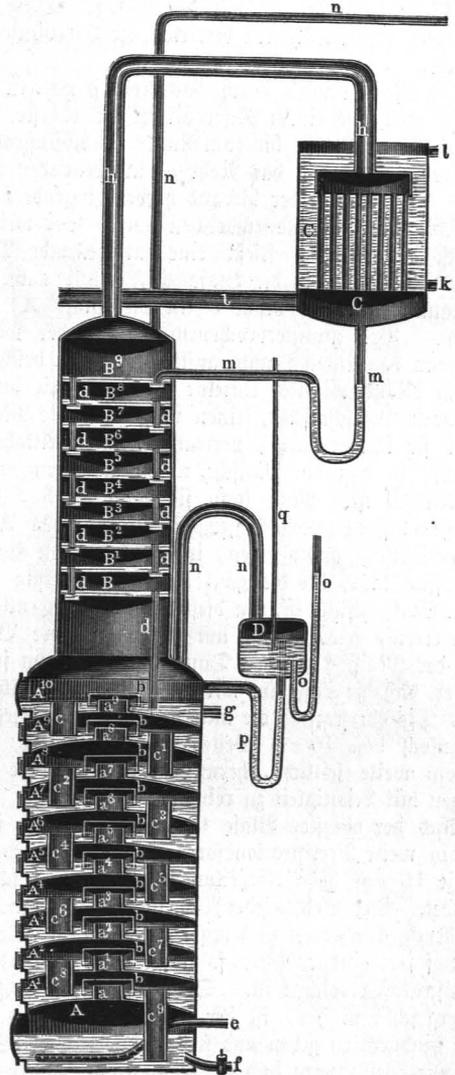
Der Einführung der continuirlichen Destillationsapparate im Allgemeinen und der Savalle'schen im Besonderen bei uns in Deutschland hat lange der Unstand im Wege gestanden, daß die Abflußröhren zu leicht durch die Beschaffenheit unserer Maischen dem Verstopfen ausgesetzt waren. Diesem ist zuerst von Fr. Krause und Co. in Halberstadt abgeholfen durch eine Erweiterung der Abflußröhren, die selbst größeren Kartoffelstücken den Durchtritt gestattet. Bei der vorzüg-

lichen Vertheilung, welche unsere Maischen jetzt durch das Ausblasen und die Nachzerkleinerungsvorrichtungen erfahren, können dieselben in jedem Apparate verarbeitet werden.

Die Construction von Krause und Co. ist in Fig. 103 im Durchschnitte, durch Hinweglassung einiger Blasen und Rectificationsräume verkürzt, gezeichnet.

Der Apparat besteht aus einer unteren Destillationsfäule mit den Blasen *A* und einer oberen Rectificationsfäule mit den Rectificatoren *B*; beide zusammen haben

Fig. 103.



eine Höhe von 9,42 m. Die Destillationsfäule hat einen Durchmesser von 94 cm und besteht aus 13 über einander befindlichen Blasen, von denen die unterste *A* 63 cm, die 12 folgenden *A*¹, *A*², *A*³ u. s. w. aber nur 21 cm hoch sind. Der Dampf tritt durch das in der untersten Blase liegende, ringförmig gebogene durchlöchernte Rohr *e* ein und entweicht, nachdem er den Inhalt der Blase *A* passirt hat, durch den 13 cm hohen und 21 cm weiten

Kohrstutzen *a* in die zweite Blase *A'*. Der Kohrstutzen ist hier mit der 29 cm weiten Kappe *b* bedeckt, welche so weit über das Rohr greift, daß sie mit ihrem unteren Rande 2,5 cm weit von dem Boden der Blase absteht. Auf ganz gleiche Weise, wie von *A* nach *A'*, tritt der Dampf durch den Kohrstutzen *a'* und die Kappe *b* aus der Blase *A'* nach *A''* und ebenso aus einer Blase in die andere, bis er die oberste Blase erreicht. Andererseits communicirt die Blase *A* mit *A'* durch das 10 cm weite Rohr *c*⁹, dessen oberer Rand 8 cm hoch über dem Boden von *A'* endet; ein anderes Rohr *c*⁸, an der entgegengesetzten Seite der Säule befindlich, verbindet *A'* mit *A''*, *c*⁷ verbindet *A''* mit *A'''* u. s. f. Diese oben und unten offenen Röhren bewirken die Circulation der Maische.

Die Maische wird durch das Rohr *g* mittelst einer Pumpe oder aus einem Reservoir in die oberste Blase geleitet; sie erfüllt sie bis zum Rande des Abflusrohres *c* und sperrt dabei den das Rohr *a*⁹ überdeckenden Kohrstutzen *b* ab, so daß der hieraus hervordringende Dampf durch die Maische hindurchbrechen muß. Bei weiterem Zufluß der Maische fließt eine entsprechende Menge durch das Rohr *c* in die Blase *A*⁹, erfüllt auch diese, um dann durch das Rohr *c*¹ in die Blase *A*⁸ abzufließen. Bei ununterbrochenem Zufluß der Maische läßt man von unten Dampf aufsteigen, dieser bricht sich, in dem Maße, wie jede einzelne Blase sich mit der einfließenden Maische füllt, seinen Weg durch die Maische, erhitzt sie immer mehr, verwandelt ihren Alkohol in Dampf, so daß die Maische, unten angekommen, frei von Alkohol ist. Man kann sie dann durch *f* sofort abfließen lassen; zweckmäßiger ist es aber, den Abfluß nur periodisch vorzunehmen, indem man den Hahn *f* geschlossen läßt, bis die ganze, verhältnißmäßig große untere Blase gefüllt ist, um diese dann ganz zu entleeren. Man erreicht dadurch eine um so viel längere Berührung der Maische mit dem Dampf und geht um so viel sicherer, daß die Schlempe wirklich vollkommen entgeistet wird. Die oberste und die unterste Blase haben jede ein Mannloch von 40 cm Weite, die übrigen sind durch 15 cm weite seitliche, hermetisch verschließbare Oeffnungen mit Leichtigkeit zu reinigen.

Aus der obersten Blase treten die Dämpfe in die 55 cm weite Rectificationsäule ein. Diese wird durch 16, je 16 cm hohe Abtheilungen *B*, *B*¹, *B*² u. s. w. gebildet. Der Boden jeder Abtheilung besteht aus einer siebförmig durchlöchernten Kupferplatte, durch welche der Dampf frei hindurchgeht, so lange keine Flüssigkeit im Rectificator verdichtet ist. Sobald sich aber Flüssigkeit niedergeschlagen hat, ist der Dampf gezwungen durch diese hindurch zu gehen und strömt in ebenso viel Strahlen, wie Oeffnungen in der Siebplatte vorhanden, durch die Flüssigkeit hindurch, auf diese Weise die vollkommenste Rectification bewirkend. Die Flüssigkeit ihrerseits kann durch die Sieboeffnungen nicht hindurch, weil diese durch den beständig nachdringenden Dampf in Anspruch genommen werden; der Dampf trägt daher die Flüssigkeit auf den Sieben.

Die Circulation der Flüssigkeit im Rectificator findet durch die 1,5 cm weiten und 2 cm über den Rand jeder Siebplatte hervorragenden Abflusröhren *d* statt.

Denken wir uns die unterste Platte des Rectificators sich zunächst mit Flüssigkeit bedeckend, so wird der Lutter sich hier ansammeln, bis er eine Höhe von 2 cm erreicht, also die Mündung des Abflusrohres erreicht hat. Alles was weiter verdichtet wird, fließt durch das Abflusrohr *d* in die oberste Blase *A*¹⁰ und vereinigt sich hier mit der zu destillirenden Maische. Füllt sich dann auch die zweite Abtheilung *B*¹ des Rectificators, so fließt alles Weitere, nachdem die Mündung der Abflusröhre erreicht ist, in die untere Abtheilung, wird hier durch den nachdrückenden Dampf von Neuem rectificirt und gelangt dann mit dem Inhalte der untersten Abtheilung in die oberste Blase. Auf gleiche Weise findet die Circulation der Flüssigkeit von einer Abtheilung zur anderen statt, so daß immer das, was in einer oberen verdichtet ist, in einer unteren von Neuem rectificirt wird. Um ein einseitiges Durchströmen der Flüssigkeit zu verhindern, sind die Abflusröhren der Abtheilungen des Rectificators, ebenso wie die Abflusröhren der Blasen der Destillationscolonne, nicht über einander, sondern immer abwechselnd an die eine und an die andere Seite der Böden gestellt, wodurch die Flüssigkeit gezwungen wird, sich erst gleichmäßig auf jeder Platte zu verbreiten, ehe sie von der oberen zu der unteren gelangen kann.

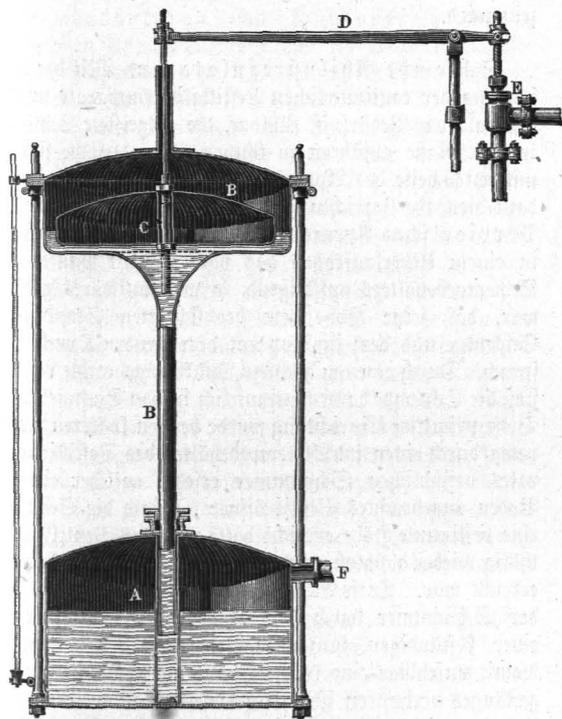
Aus der obersten Abtheilung des Rectificators leitet das 10 cm weite Rohr *h* die Dämpfe in den Röhrendephlegmator *C*. Er besteht aus einem 110 cm weiten eisernen Behälter, in welchem unten ein Boden liegt, in den eine große Anzahl von engen kupfernen Röhren eingesetzt sind, die oben in einem flach cylindrischen Körper enden, der die Fortsetzung und Erweiterung des Rohres *h* bildet. Der äußere Behälter wird durch das Rohr *k* mit Wasser gefüllt, welches nach seiner Erwärmung durch *l* abfließt. Das im Dephlegmator Condensirte fließt beständig durch das gebogene Rohr *m* in die oberste Abtheilung des Rectificators zurück, die nicht verdichteten Dämpfe gehen durch das Rohr *i* in den Condensator. Je nachdem man den Zufluß des Kühlwassers im Dephlegmator regelt, kann man unmittelbar aus der Maische einen Spiritus von beliebiger Stärke ziehen.

Bei der Arbeit mit diesem Apparate ist eins zu berücksichtigen. Da die ganze Flüssigkeit im Rectificator von den unter ihr befindlichen Dämpfen getragen wird, so kann der Apparat nur regelmäßig functioniren, wenn der Dampfdruck während der ganzen Zeit der Destillation constant erhalten wird, und hierauf ist alle Aufmerksamkeit zu verwenden. Zur Indication des Druckes kann man entweder auf der oberen Blase ein Federmanometer anbringen, welches vor dem Einspritzen von Maischtheilen zu schützen ist, oder sich des in *D* dargestellten Wassermanometers bedienen. Es ist *D* ein allseitig geschlossener kupferner Behälter, welcher durch das Rohr *q* bis zur oberen Mündung des unten gebogenen Rohres *p* mit Wasser gefüllt wird. Durch das Rohr *n* communicirt er frei mit dem Raume der obersten Blase, es wird daher derselbe Druck, welcher hier herrscht, sich auch in den Behälter *D* fortpflanzen und eine diesem Druck entsprechende Wasserfülle in das von seinem Boden ausgehende, nach aufwärts gerichtete Glasrohr *o* treiben. Die Schwankungen dieser Wasser-

säule zeigen daher jede Veränderung des Druckes an und geben Veranlassung zur Regulirung des Dampfzutrittes durch weiteres Öffnen oder Schließen des Dampfventils.

Savalle's Dampfregulator. Durch das Feder- oder Wassermanometer wird die im Apparate augenblicklich herrschende Dampfspannung angezeigt; Unregelmäßigkeiten der Dampfzufuhr, die durch die wechselnde Spannung des Dampfes im Kessel, durch Unaufmerksamkeiten des Apparatführers leicht herbeigeführt werden können, können aber dadurch nicht beseitigt werden. Um jeder Unregelmäßigkeit vorzubeugen, ist von Savalle eine Vorrichtung construirt, welche automatisch den Dampfzutritt zum Apparate regulirt. Dieselbe ist in Fig. 104 dargestellt. Der Dampfraum der obersten Blase der Destillationscolonne ist durch ein Rohr mit dem Flansch *F* des Gefäßes *A* verbunden, wodurch die dort herrschende Dampfspannung sich in das Gefäß *A* fortpflanzt. *A* ist bis zur Eintrittsstelle

Fig. 104.



von *F* mit Wasser gefüllt. In *A* befindet sich, bis auf den Boden reichend, das in einer Stopfbüchse teleskopartig verschiebbare Rohr *B*, welches oben sich erweiternd in den Hohlkörper *B* mündet. Letzterer nimmt den großen Schwimmer *C*, der durch einen Stab mit dem Hebel *D* verbunden ist, auf und dieser überträgt jede Bewegung des Schwimmers auf das Regulirventil der Dampfleitung *E*. Ist im Apparat kein Druck vorhanden und das Hauptventil der Dampfleitung geschlossen, so fließt das Wasser aus *B* nach *A* zurück, der Schwimmer ruht auf dem Boden von *B*, das Regulirventil wird dadurch gänzlich geöffnet. Bei eintretender Spannung wird ein Theil des Wassers von *A* nach *B* gedrückt und zwar wird die Höhe der Wassersäule genau dem im Apparat herrschenden Druck proportional sein. Mit dem Eintritt des Wassers in den Körper *B* wird der Schwimmer gehoben und bewirkt durch die Ueber-

Fig. 105.

Fig. 107.

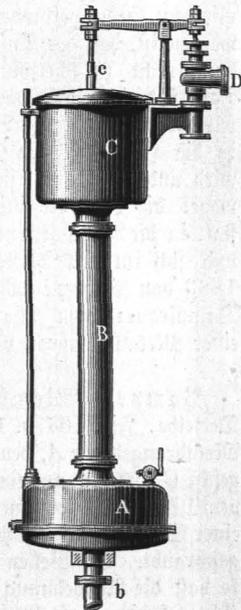
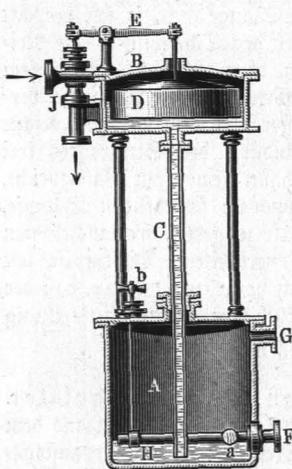
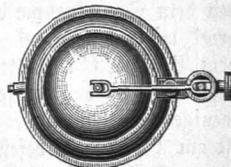
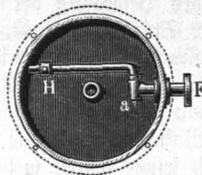


Fig. 106.

Fig. 108.



tragung seiner Bewegung auf den Hebel einen mehr oder weniger weit gehenden Abschluß des Regulirventiles. Da die Höhe der den Schwimmer tragenden Wassersäule dem im Apparat herrschenden Druck entspricht, so muß diese Höhe je nach dem Druck, welchen man im Apparat benötigt, regulirbar sein. Zu diesem Behufe ist der ganze obere Theil an Gleitstangen verschiebbar eingerichtet, um den in *A* befindlichen Theil des Rohres *B* teleskopartig zu verlängern oder zu verkürzen. Diese Bewegung des Obertheiles bringt jedoch manche Schwierigkeit in constructiver Hinsicht mit sich, welche

von F. Pompe¹⁾ dadurch überwunden ist, daß die Wasserhöhe im unteren Gefäß auf leichte und einfache Weise verändert werden kann. Zu dem Behufe erhält das untere Wassergefäß *A*, Fig. 105 u. 106, eine verhältnißmäßig beträchtliche Höhe und am unteren Theile dieses Gefäßes ist ein Abflußrohr *F* angebracht, durch welches der Inhalt von *A* in den Destillirapparat entleert werden kann. Hierzu ist an *F* im Inneren des Wassergefäßes ein Hahn *a* befestigt, an dessen rechtwinkelige Bohrung

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus- und Preßhefeindustrie 1885, 464.

das beiderseitig offene Knierohr *H* gelötet ist. Am anderen Ende von *H* ist eine Zugstange angebracht, welche durch eine Stopfbüchse am Deckel von *A* hindurchgeht und durch den Griff *b* gehoben oder gesenkt werden kann. Will man die Wasserfäule erhöhen oder den Druck im Destillirapparat verstärken, so braucht man nur die Stange *b* etwas nach abwärts zu drücken, wodurch Wasser abfließt und somit das Niveau in *A* tiefer gelegt wird. Bei dieser Anordnung können alle übrigen Theile, das Expansionsgefäß *B*, mit dem Schwimmer *D*, Hebel *E* und das völlig entlastete Regulirventil *J* dauernd mit einander verbunden werden.

Mit dem Princip des Savalle'schen Regulators ist noch ein weiterer Uebelstand verbunden. Die vom Destillirapparat kommenden Dämpfe geben Alkohol an das Wasser ab, dieser verdampft zum Theil in dem Expansionsgefäß und führt zu Verlusten. Wirkliche Gefahren sind schon durch Unkenntniß hervorgerufen, indem die Stopfbüchse, durch welche die den Schwimmer mit dem Hebel verbindende Stange geht, so fest verpackt worden ist, daß der Auftrieb des Schwimmers die Reibung nicht zu überwinden vermocht hat. In diesem Falle steht der volle Dampfdruck auf dem Apparate, derselbe treibt das ganze Wasser aus dem unteren Gefäße in die Höhe, bis die Mündung des Steigrohres frei wird und der Dampf sich dann gewaltsam Bahn bricht, wobei die vom Destillirapparate kommenden Dämpfe, statt in die Rectificationsfäule zu gehen, frei ausströmen und sich im Arbeitslocale verbreiten. Diesem ist seit 1883 von Pamppe dadurch vorgebeugt worden, daß der Dampfraum vom Wasserbehälter durch Einschaltung einer Metallmembran völlig getrennt ist.

Pamppe's Membran=Dampf=Regulator. Derselbe, Fig. 107 u. 108 (a. v. S.), besteht aus dem Membrangehäuse *A*, dem Steigrohr *B*, dem Expansionsgefäß *C* und dem auf einem Consol montirten Regulirventil *D*. Die Metallmembran von Kupferblech in Form einer Wellblechplatte ist zwischen die beiden Flanschen bei *A* geschraubt. Die Wellen bilden eine fortlaufende Spirale, so daß die Ausdehnung bei der Bewegung der Platte sich auf die ganze Länge der Spirale vertheilt. Der Raum unter der Spirale communicirt durch das Rohr *b* mit dem Dampftraume der obersten Blase, der Dampfdruck wirkt daher auf die von der im Rohre *B* und dem Behälter *C* enthaltenen Wasserfäule belastete Membran und wird diese je nach seiner Stärke mehr oder weniger durchbiegen. In der Mitte der Membran ist ein Gestänge *c* befestigt, welches oberhalb mit dem längeren Arm eines Hebels verbunden ist; das andere Ende des Hebels wirkt auf ein entlastetes Regulirventil *D*. Auf diese Weise übertragen sich die Bewegungen der Platte auf das Ventil. Bei steigendem Drucke wird die Platte gehoben und das Regulirventil entsprechend geschlossen, bei geringerem Drucke senkt sich die Platte und das Ventil wird mehr geöffnet.

Maische=Regulatoren. Für den Betrieb der continuirlichen Destillirapparate ist ein völlig genau regulirter Zufluß der Maische unbedingtes Erforderniß, weil nur dadurch ein gleichmäßiger Abtrieb des Spiritus

zu erreichen steht. Würde die Maische mit wechselnder Geschwindigkeit durch den Apparat fließen, so würde bei zu langsamem Strome eine Verschwendung von Dampf eintreten, bei zu raschem Strome würde sie nicht lange genug der Wärme ausgesetzt sein und noch Alkohol enthaltend in den Schlempebehälter gelangen. Durch einfaches Abziehen aus einem Maischereservoir ist eine gleichmäßige Ausflußgeschwindigkeit nicht zu erzielen. Bei gefülltem Reservoir wirkt ein bedeutend höherer Druck auf die Ausflußöffnung als später, wenn das Niveau der Maische gesunken ist, und es wird daher die Abflußgeschwindigkeit von Minute zu Minute abnehmen, in dem Maße, wie das Reservoir sich mehr entleert. Ebenso muß die Entleerung der Schlempe gleichmäßig erfolgen, weil sonst Anstauungen derselben in der Destillationsfäule vorkommen können. Bei dem Apparat von Cellier=Blumenthal=Derosne ist zur Regulirung der Maische ein Kugelschwimmer angeordnet, beim Apparate von Coffey dient dazu die beständig arbeitende Maischepumpe mit Ueberflußrohr. Die neueren Apparate besitzen besondere Vorrichtungen, auf welche bei der Beschreibung der Apparate zurückzukommen sein wird.

Schlempe=Abflußregulatoren. Mit der Einführung der continuirlichen Destillationsapparate machte sich bald das Bedürfniß fühlbar, die entgeistete Schlempe in dem Maße abzuführen zu können, wie dieselbe sich im unteren Theile des Apparates sammelt. Die einfachste dazu dienende Vorrichtung, welche sich schon an den alten Perrier'schen Apparaten (s. S. 467) findet, bestand in einem Ueberlaufrohr, das vom tiefsten Punkte des Schlempebehälters aufsteigend, so weit aufwärts geführt war, daß seine Höhe dem beabsichtigten Stande der Schlempe und dem im Apparat herrschenden Drucke entsprach. Durch eine am höchsten Punkt angebrachte Leitung floß die Schlempe dann continuirlich in das Sammelgefäß. Diese primitive Einrichtung wurde bei den späteren Apparaten durch einen im Schlempebehälter des Destillirapparates befindlichen Schwimmer ersetzt, welcher ein am Boden angebrachtes Ventil öffnete, sobald die Schlempe eine bestimmte Höhe erreicht hatte und das Ventil selbstthätig wieder abschloß, nachdem das tiefste Schlempeniveau erreicht war. Diese Einrichtung hat den Uebelstand, daß der Schwimmer durch das Kochen der Flüssigkeit in einer beständigen tanzenden Bewegung erhalten wird, womit unfehlbar eine rasche Abnutzung des Schwimmergestänges verbunden ist. Um dieses zu vermeiden, verlegt man jetzt allgemein den Schwimmer, sammt dem Abflußventil, in einen von der Destillationscolonne getrennten, aber durch ein vom tiefsten Punkte derselben abgezweigtes Rohr mit ihr communicirenden Behälter. Durch dieses Rohr wird die Schlempe in den Behälter getrieben und steigt in demselben so hoch, daß die Kugel von der verdrängten Flüssigkeit gehoben wird, wodurch die Oeffnung des Abflußventils erfolgt. Es fließt nun so viel Schlempe ab, daß der Schwimmer wieder seine frühere Lage einnimmt und das Abflußventil geschlossen wird. In diesem Zustande wirkt der Druck in dem geschlossenen Schwimmergehäuse derart auf die Schwimmerkugel, daß das Ventil geschlossen wird. Die erforderliche

Größe der Schwimmkugel läßt sich in folgender Weise feststellen. Ist der Durchmesser der Ausflußöffnung 70 mm und der Querschnittsinhalt 38,5 qcm, entspricht der Druck im Apparat einer Wassersäule von 1 m, dann ist der Druck auf die Deffnung 3,85 kg. Es sei das Gewicht des Schwimmers 8 kg, die Reibung der Schwimmerstange in der Stopfbüchse betrage 2 kg, und der Schwimmer beginne sich zu heben sobald zwei Drittel des Rauminhalts von dem Schwimmer mit Schlempe umgeben ist, dann ist der Radius der Schwimmkugel aus folgender Formel zu bestimmen:

$$\frac{2}{3} = \frac{4}{3} r^3 \pi = 13,85 \text{ kg } r = \sqrt[3]{5} r = 1,71 \text{ dm,}$$

der Durchmesser $d = 340 \text{ mm.}$

Für den Abfluß der Schlempe ist es ganz besonders wichtig, daß der Druck, nachdem der Auftrieb zu wirken beginnt und die Abflußöffnung frei wird, über und unter der Kugel gleich werde und folglich die Schwimmkugel um so viel höher steigt, als die verdrängte Flüssigkeit pro 3,85 kg beträgt, unter Umständen 30 bis 40 mm. (Pampe).

Condensatoren und Kühlvorrichtungen. Bei großen Apparaten reicht das im Wasserbottich liegende Schlangenvrohr zur Verdichtung der Alkoholdämpfe, wenn man demselben nicht so colossale Dimensionen geben will, wie man sie in englischen Whiskybrennereien findet, nicht aus. An seine Stelle tritt der Kühlerkühler von der in Fig. 13, S. 57 gegebenen Form. Dabei werden sehr häufig zwei solcher Kühler unter einander verbunden, von denen der eine, der Condensator, dazu dient, um die Alkoholdämpfe zu heißer Flüssigkeit zu verdichten, welche in dem zweiten, dem Kühler, zum Erkalten gebracht wird. Die Apparate sind dann so unter einander verbunden, daß das Kühlwasser dicht an der Abflußstelle des Kühlers eintritt, diesen aufwärts steigend durchläuft, alsdann ebenso durch den Condensator geht, um von hier in die Dephlegmatorvorrichtungen einzuschießen. Das Kühlwasser strömt daher den heißen Alkoholdämpfen entgegen, wird immer wärmer und wärmer und findet so seine höchste Ausnutzung, während die aufgenommene Wärme wieder zu gut gemacht wird, indem das heiße Wasser zum Speisen des Dampffessels verwandt wird.

Eine andere Form des Condensators und Kühlers ist von E. d. Theisen-Leipzig konstruirt. Dieselbe zeichnet sich durch eine compendiöse Gestalt aus und ermöglicht eine hohe Ausnutzung des Wassers, indem das Destillat mit der Temperatur des Kühlwassers abfließt, während das Wasser auf ca. 70° C. erwärmt wird. Der in Fig. 109 in äußerer Ansicht und in Fig. 110 im Durchschnitt gezeichnete Apparat ist nach dem Princip des Flächenberieselungsapparates Fig. 69 (f. S. 457) konstruirt. Er besteht aus zwei wellenförmig gebogenen, in einander greifenden Kupferblechen, die außen von dem aufwärts steigenden Kühlwasser umspült werden, während die Alkoholdämpfe oben in den zwischen den Blechen frei bleibenden Raum eintreten. Im oberen Theile, wo die Dämpfe noch ein großes Volumen einnehmen, sind die Wellungen verhältnißmäßig weit, während sie nach unten sich mehr und mehr verengen um den zur

Flüssigkeit verdichteten Spiritus als dünne, bandförmige Schicht dem Kühlwasser auszusetzen. Der Eintritt der vom Dephlegmator kommenden Dämpfe erfolgt bei *a*. Durch ein halbkreisförmig gebogenes, der Länge der Wellungen entsprechendes Rohr werden die Dämpfe vertheilt und zwischen die beiden Bleche geführt. In dem unteren Theile bei *c* sind die Dämpfe in Flüssigkeit verwandelt und diese fließt bei *d* durch den Alkoholometerständer ab. Der Eintritt des Kühlwassers erfolgt bei *e* und dieses wird durch Stege *h* gezwungen, rings um jede einzelne Wellung herum seinen Weg zu nehmen, bis es bei *g* seinen Abfluß zum Dephlegmator findet. Neuerdings ist die Führung des Kühlwassers ebenfalls

Fig. 109.

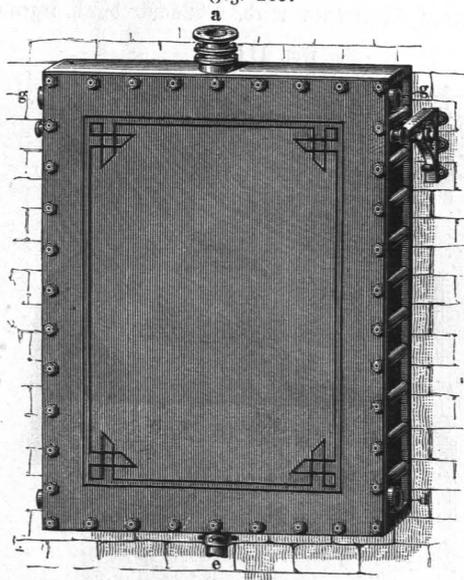


Fig. 110.

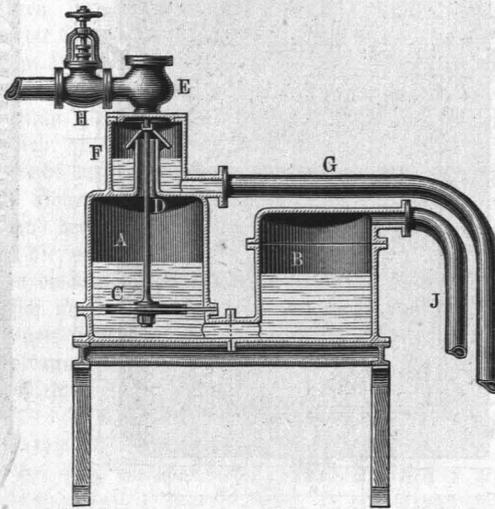


durch gewellte Bleche bewirkt worden, so daß jetzt drei im Querschnitt schlangenförmige Räume vorhanden sind, von denen der innere die Alkoholdämpfe aufnimmt, während das Kühlwasser in den beiden äußeren emporsteigt.

Pampe's Wasserregulator. Um eine gleichmäßige Abkühlung der in den Condensator eintretenden Dämpfe zu haben, genügt es nicht, wenn man das Kühlwasser bis zum Maximum ausnutzen will, einen gleichmäßigen Strom von Kühlwasser einzuführen, sondern die Menge des Kühlwassers ist dem veränderlichen Volumen des in den Condensator gelangenden Dampfes und der im oberen Theile desselben vorhandenen Dampfspannung anzupassen. Diese Aufgabe ist auf eine sinnreiche Weise von Pampe in seinem Wasserregulator gelöst (Fig. 111, a. f. S.). In demselben sind *A* und *B* zwei mit Wasser zur Hälfte gefüllte Gefäße. Zwischen die Flanschverbindungen von *A* ist eine 8 mm starke, oben und unten mit Eisenblechen gepanzerte Gummischeibe geschraubt. In der Mitte der Membran ist eine Stange *D* befestigt, welche in verticaler Richtung aufwärts mit dem Wasserregulierungsventil *E* derart in Verbindung steht, daß das Ventil durch die Bewegungen der Gummischeibe mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen wird. Um eine Stopfbüchse unnöthig

zu machen und jede Reibung zu vermeiden, geht innerhalb des kleinen Gefäßes *F* eine Röhre von etwa 300 mm aufwärts, durch welche das Ventilgestänge geführt ist. Kurz über der Mündung dieser Röhre befindet sich an dem Ventilgestänge eine Haube, durch die der aus dem Ventil *E* kommende Wasserstrahl verhindert wird, sich in das Gefäß *A* zu ergießen. *H* ist das Hauptventil, welches die Verbindung mit dem Wasserreservoir herstellt. Durch das Rohr *G* tritt das Wasser in den Condensator. Durch *J* wird der Dampfdruck des Condensators auf den Regulator übermittelt. Der Dampfdruck wirkt auf den Spiegel der Flüssigkeit in *B* und pflanzt sich von hier auf die Gummischeibe fort, deren Durchbiegung mittelst des Gestänges *D* auf das Regulirventil übertragen wird. Wächst durch irgend

Fig. 111.



welchen Umstand der Dampfdruck im Condensator, so bewirkt dieser eine Ausbiegung der Gummischeibe nach oben und damit eine weitere Oeffnung des Regulirventiles, während bei einem schwachen Druck im Condensator die Gummischeibe durch den Ueberdruck des Wassers in *A* nach unten durchgebogen wird, was eine Verringerung des Wasserstromes zur Folge hat.

Destillirapparat von Gebr. Siemens & Co., Charlottenburg. D. R.-P. 3842. Dieser unterscheidet sich von allen anderen durch eine höchst eigenthümliche Construction, durch welche die einzelnen Flüssigkeiten und Dämpfe gezwungen werden, einen sehr langen Weg zurückzulegen, wodurch der gegenseitige Austausch der Wärme in hohem Grade gefördert wird. Dies wird dadurch erreicht, daß der ganze säulenförmige Apparat durch eine eigenthümliche Anordnung seiner inneren Theile in um einen gemeinsamen Kern sich windende, schraubenförmig gestaltete Canäle getheilt ist, welche die verschiedenen Flüssigkeiten und Dämpfe aufnehmen. Außerlich besteht der Apparat aus einer aus gußeisernen Ringen zusammengesetzten Säule, Fig 112, von der der untere Theil *A* als Vorwärmer, *B* als Destillirraum, *C* als Rectificator functionirt. Die durch die Maischpumpe *P* geförderte Maische tritt bei *d* in

den Vorwärmer, der aus zwei über einander liegenden, sich um das weite Rohr *D* herumziehenden, aber nicht untereinander in Verbindung stehenden Canälen *a* und *b* besteht. Die oberste Windung des Canales *a* nimmt die kalte Maische auf, welche die ganze Länge dieses bandförmigen Canales durchläuft und in dem untersten Raume *c* durch eine Oeffnung in das große Rohr *D* eintritt, welches sie erfüllt, um sich über den oberen Rand desselben bei *f* in die oberste Windung des Canales der Maischcolonne zu ergießen. Die Maischcolonne, in welcher der Abtrieb erfolgt, bildet nur einen fortlaufenden Canal, in welchem sich die Maische in einer dünnen Schicht von oben nach unten bewegt. Der Heizdampf tritt bei *o* in die unterste Windung des Canals, kann aber der Windung des Canals nicht direct folgen, da ihm durch in die Maische eintauchende Stege der Weg versperrt wird, er muß vielmehr durch zahlreiche Löcher, welche in die Bodenplatte des Canals gebohrt sind, an eben so vielen Stellen durch die Maischschichten sich Bahn brechen und bewirkt damit die Destillation. Beim Eintreffen in der untersten Windung des Canals ist die Maische vollständig entgeistet und tritt dann als siedendheiße Schlempe in die oberste Windung des Schlempecanals *b* des Vorwärmers, in welchem sie ihre Wärme an die in dem Canale *a* fließende kalte Maische abgibt. Die unterste Mündung des Schlempecanals mündet in das Standrohr *J*, aus welchem die abgekühlte Schlempe bei *K* abgeleitet wird. Von einer der unteren Windungen des Destillationscanals führt das Rohr *p* einen Theil der Dämpfe in den kleinen Condensator *T* zur Controle des völligen Abtriebes.

Der Theil *E* der Colonne besteht aus einfachen eisernen Ringen, er bildet einen Steigraum zur Aufnahme der verspritzenden Maische, ein daran angebrachtes Schauglas *n* gestattet, die Vorgänge im Inneren desselben zu beobachten.

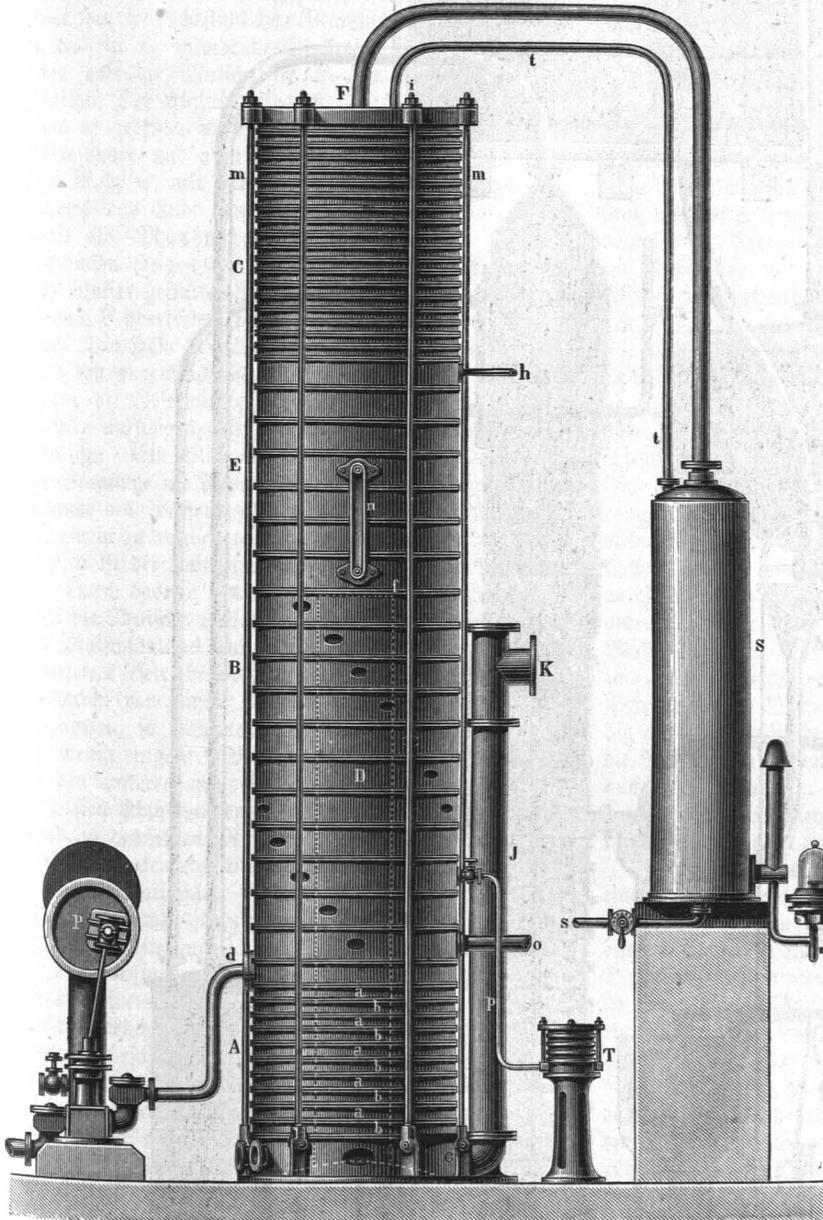
Die aus der Maische aufsteigenden alkoholischen Dämpfe werden im Rectificator *C* mit Hilfe einer größeren Anzahl Kupferböden und vermöge eines kupfernen Röhrendephlegmators in hochgrädiges Product verwandelt. Die erstarrten Dämpfe gehen bei *F* in den Spirituskühler *S* zur Verdichtung über; das Kühlwasser nimmt bei *s* seinen Weg in den Kühler, passiert denselben und tritt bei *i* in den Depleguator, aus dem es bei *h* wieder abfließt.

Bei den aus Eisen angefertigten Apparaten kann unter Umständen ein Uebelstand eintreten. Die in der Maische nie fehlende Säure wirkt auf das Eisen und dessen Bestandtheile und kann, wenn das Eisen leicht zerlegbare Schwefelverbindungen oder Kohlenstoffverbindungen in größerer Menge enthält, zur Bildung von Schwefelwasserstoff oder von Kohlenwasserstoffen Veranlassung werden, wodurch dem Spiritus ein schlechter Geruch und Geschmack ertheilt wird. Diesem läßt sich nach Angaben von F. P a m p e¹⁾ vorbeugen, indem man entweder zur Anfertigung der Gußstücke Silicateisen wählt, welches von Säuren kaum angegriffen wird, oder indem die Apparatheile in der Gießerei nur in Sand geformt werden, ohne die Form mit Kohlenpulver zu

¹⁾ Chemiker-Zeitung 1885, 1374.

beständen. Wird das Eisen bei möglichst hoher Temperatur in solche Formen gegossen, so bedeckt es sich mit einer geschmolzenen Sandschicht, die die darüber liegenden Metalltheile schützt. Ein ähnlicher Schutz wird auch durch den aus den corrodirtten Partien des Eisens abgeschiedenen Graphit gewährt. Es ist daher für die

Fig. 112.



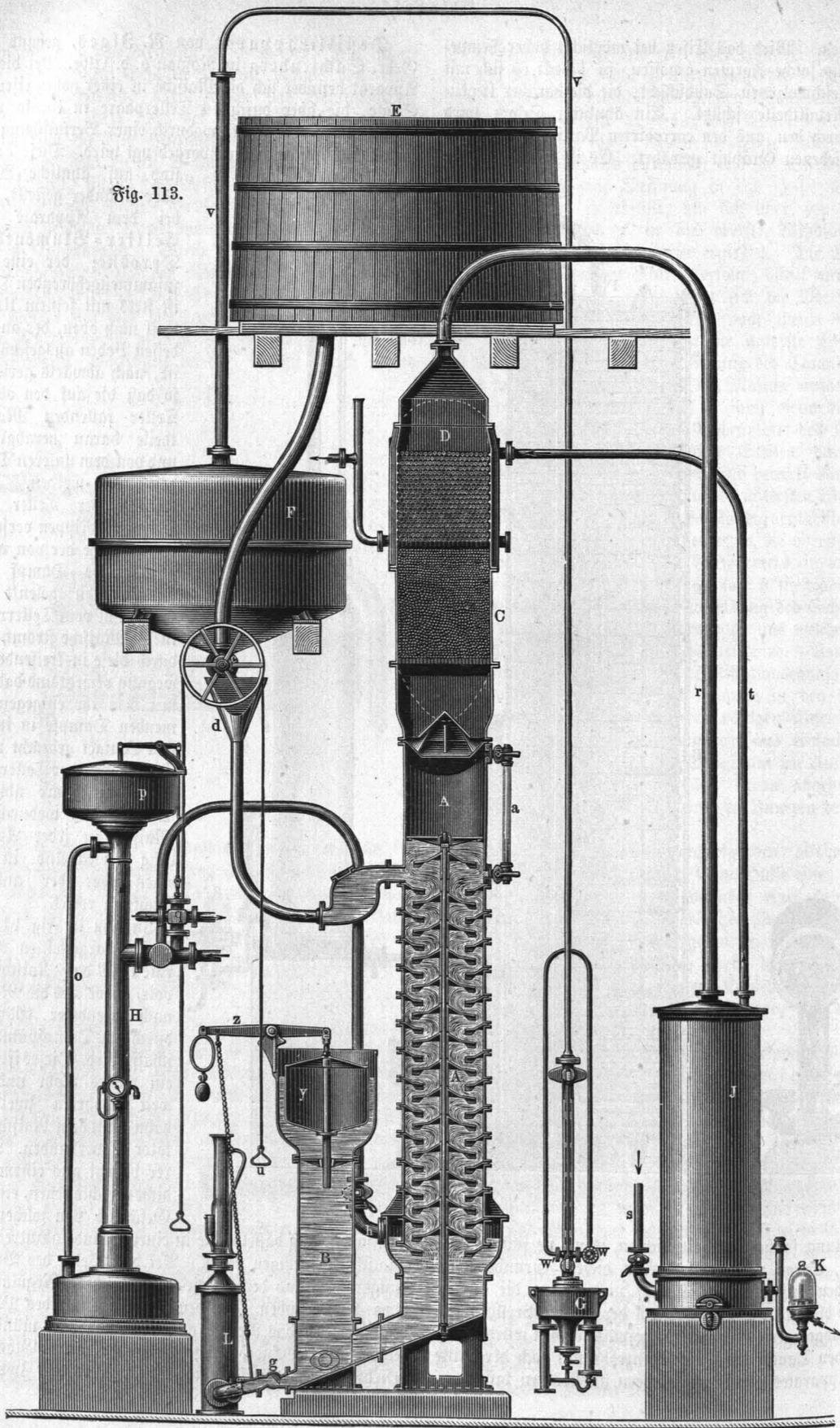
Destillirapparat von R. Hies, gebaut von Gebr. Sachsenberg in Roslau a. d. Elbe. Bei diesem Apparat befindet sich die Maische in einer hohen eisernen Säule, die aber durch 14 Tellerpaare in ebenso viele Abtheilungen zerlegt ist, wodurch einer Vermischung der einzelnen Maischeschichten vorgebeugt wird. Diese Teller sind auf ähnliche Weise über einander gestellt, wie bei dem Apparate von Cellier-Blumenthal-Derosne; der eine der zusammengehörenden Teller ist stets mit seinem Untertheil nach oben, der andere, dessen Boden ausgeschnitten ist, nach abwärts gerichtet, so daß die auf den oberen Teller fallenden Maischetheile daran herabgleiten und von dem unteren Teller gesammelt werden. Die Flächen der Teller sind ferner mit Rippen versehen, durch welche der von unten aufsteigende Dampf aus seiner Bahn gelenkt und tangential vom Tellerrande in die Maische strömt, wodurch diese in kreisende Bewegung versetzt und dadurch mit dem ihr entgegenströmenden Dampfe in innigsten Contact gebracht wird. Die Rippen der Teller sind bei jedem Paare abwechselnd gestellt, wodurch die Maische in jeder Abtheilung abwechselnd in der einen oder der anderen Richtung rotirt.

In dem in Fig. 113 (a. f. S.) dargestellten Apparate ist *E* das Maischerezevoir, in welches die Maische nach beendeter Gährung durch eine Dampfpumpe geschafft wird. Dieses ist durch ein weites Rohr und den weit gebohrten Zweiveghahn *c* mit dem Maischregulator *F* verbunden. Letzterer besteht aus einem luftdicht verschlossenen, eisernen Gefäße *F* von solchen Di-

Erhaltung solcher Graphitschichten, wenn sie sich gebildet haben, Sorge zu tragen. Aus diesem Grunde sollte man den einströmenden Dampf nicht gegen die eiserne Wand blasen lassen, da dadurch der an der Berührungsstelle abgelagerte Graphit fortgespült werden würde, sondern den Dampf durch ein Kranzrohr mit nach der Mitte des Apparates gerichteten Löchern ausströmen lassen.

mensionen, daß dasselbe die in einer Stunde abzutreibende Maische aufnehmen kann. Bei der Weite des Verbindungsröhres und des Hahnes *c* füllt sich der Regulator in etwa 40 Secunden. An den höchsten Punkt des Maischregulators ist das Rohr *v* angefest und dieses mündet in seinem unteren Ende, welches aus einem weiten Glasrohre besteht, in dem Wasserbehälter *G*. Wird der Zweiveg-

Fig. 113.



hahn *c* mittelst einer daran angebrachten Schnurfscheibe, durch Anziehen der Griffe *uu*, umgestellt, so communicirt seine Bohrung einerseits mit dem Regulator *F*, andererseits mit dem Trichter *d*, der zur Zuführung der Maische in die Destillationsäule *A* bestimmt ist. Ein Ausfluß der Maische kann aber noch nicht stattfinden, da keine Luft in das Gefäß *F* eindringen kann, es wird vielmehr durch den Druck der Atmosphäre eine Wassersäule, von einer der in *F* befindlichen Maischschicht gleichen Höhe, in das in *G* mündende Glasrohr hineingedrückt und diese hält die Maische in *F* schwebend im Gleichgewicht. Der Abfluß wird erst bewirkt, indem der Lufthahn *w* geöffnet wird. Dieser communicirt mit der Atmosphäre und außerdem durch das lange, gebogene, enge Rohr *w*, mit dem unteren Theil des Rohres *v*, in welches das Ende von *w'* eintritt. Diese Vorrichtung wirkt als Mariotte'sche Flasche. Die einzelnen Luftblasen steigen mit gleicher Geschwindigkeit in dem mit Wasser gefüllten Rohre auf und in dem Maße, wie sie nach *F* übertreten, findet dort der Ablauf der Maische statt. Die Höhe der Wassersäule in dem Glasrohr zeigt stets den augenblicklichen Stand der Maische im Regulator; die Geschwindigkeit, mit der die Luftblasen im Wasser aufsteigen, ist ein Bild für den Ausfluß der Maische. Ein Blick auf das Glasrohr genügt daher, die Vorgänge im Apparat zu erkennen. Beim tiefsten Stande des Wassers ist der Regulator neu zu füllen; bei einem zu raschen oder zu langsamen Durchtritte der Blasen ist der Lufthahn mehr zu schließen oder zu öffnen.

Durch das an den Trichter *d* sich anschließende Rohr tritt die Maische zwischen dem obersten Tellerpaar in die Maischsäule *A* und erfüllt dieselbe bei einmal eingeleitetem Betriebe vollständig, ihren Stand macht das Glasrohr von außen sichtbar. Wie bei allen Säulenapparaten, so enthalten hier die oberen Abtheilungen die wenig entgeistete Maische, während der Alkoholgehalt in den unteren mehr und mehr abnimmt und in den untersten Abtheilungen Schlempe sich befindet. Letztere wird, in demselben Maße, wie die frische Maische oben zufließt, unten continuirlich abgelassen. Dazu dient der mit der Maischsäule *A* durch den Canal *f* verbundene Schlempeabfluß-Regulator *B*, ein Cylinder, in dessen oberer Erweiterung sich der Schwimmer *y* befindet, der seine Bewegungen auf den Hebel *z* überträgt. Dieser ist an seinem anderen Ende durch eine Kette mit einem an dem Rücken des Abflahnes befestigten, durch ein Gewicht beschwerten, Hebelarm verbunden. Wenn daher in Folge eines ungenügenden Abflusses der Schwimmer *y* steigt, so wird der Hahn *g* selbstthätig weiter geöffnet, während er bei der Abwärtsbewegung des Schwimmers geschlossen wird. Vor dem Verlassen des Apparates hat die siedend heiße Schlempe noch den Schlempeprober *L* zu passieren. In diesem werden die ihr entsteigenden Dämpfe verdichtet, die daraus abgesciebene Flüssigkeit fließt durch einen Ständer, in welchem ein empfindliches Aräometer schwimmt. Bei normaler Arbeit wird dieses beständig auf dem Nullpunkt stehen.

Der Dampf tritt bei *h* durch ein seitlich gebogenes Rohr in die Schlempe, durchkocht diese und steigt von Abtheilung zu Abtheilung empor, der Maische entgegen. Der Dampfdruck wird hier durch den nach *Savalle*'s-

chem Princip construirten Apparat *H* geregelt. Der Retourdampf der Maschine tritt in das oben geschlossene mittlere Rohr, an welchem ein Manometer den augenblicklich herrschenden Druck erkennen läßt, und treibt das Wasser aus dem unteren Gefäße durch das Rohr *o* in das Expansionsgefäß *p*, in welchem sich der Schwimmer befindet, der seine Bewegung durch einen Hebel auf einen Vertheilungsschieber in dem Gehäuse *q* überträgt. In dieses Gehäuse tritt außer dem Retourdampfe der Maschine auch directer Dampf vom Kessel. Wird der Schwimmer in Folge zu starker Spannung gehoben, so sperrt der Vertheilungsschieber zunächst den Zutritt des directen Dampfes ab. Ist alsdann der Druck noch stärker als dem regulirten Gewicht der den Schwimmer tragenden Wassersäule entspricht, so wird durch die Stellung des Vertheilungsschiebers der Ueberschuß des Retourdampfes ins Freie entlassen. Sinkt dagegen der Druck im Apparate, so sperrt der Schieber zunächst den Abfluß des Retourdampfes ab, genügt dann der Druck des Retourdampfes allein nicht mehr, so wird durch den Vertheilungsschieber directer Dampf in dem erforderlichen Maße zu Hülfe gezogen.

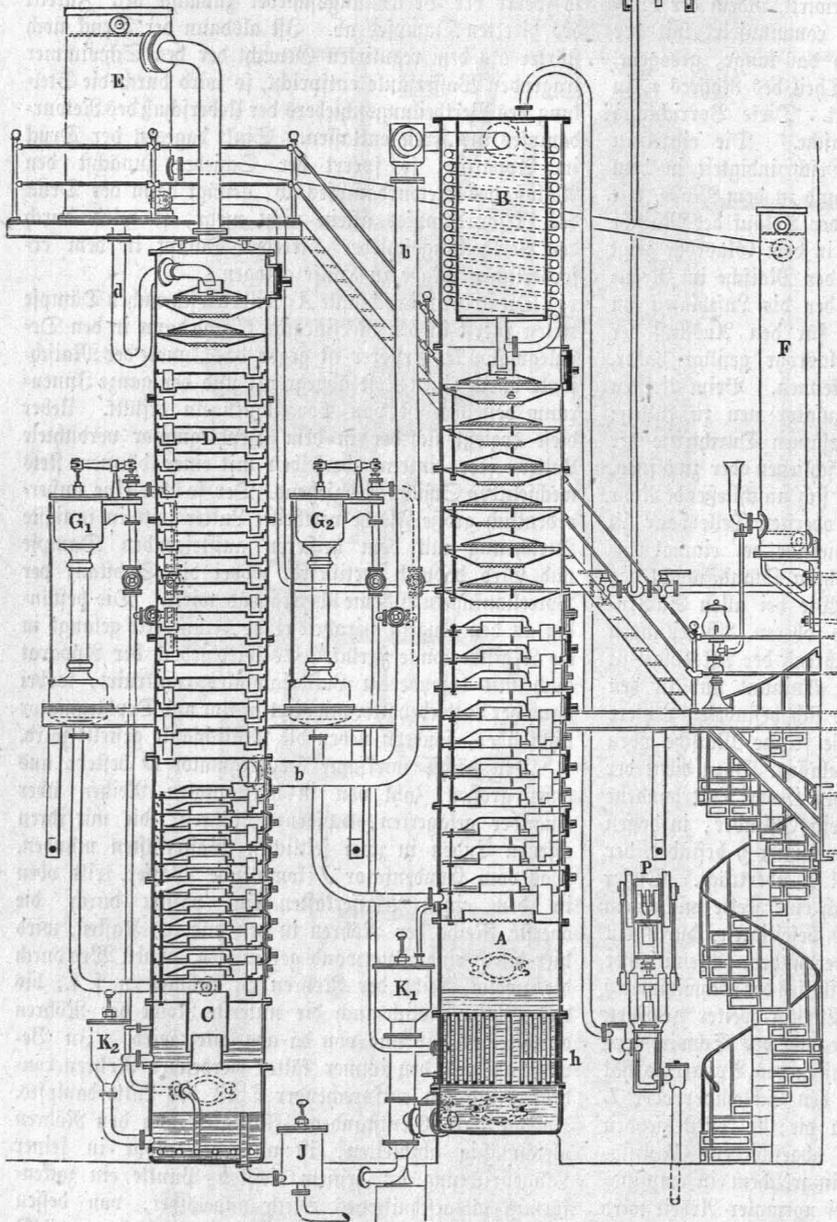
Die in der Maischsäule *A* gebildeten schwachen Dämpfe treten zuerst in den Rectificator *C* und dann in den Dephlegmator *D*. Ersterer ist gegen das Innere der Maischsäule durch einen Kofst abgegrenzt und der ganze Innenraum desselben ist von Porcellankugeln erfüllt. Ueber diese ergießt sich der in dem Dephlegmator verdichtete Lutter, jede einzelne derselben mit einer dünnen, stets wechselnden Schicht überziehend. Der so über eine außerordentlich große Fläche vertheilte Lutter tritt in innigste Berührung mit dem heißeren aufsteigenden Dampfe und wird dadurch rectificirt, wobei die Substanz der Porcellankugeln Wärme übertragend wirkt. Die beständig an den Kugeln herabrieselnde Flüssigkeit gelangt in die Maischcolonne zurück. Es wird jedoch der Apparat auch mit besonderem Luttersammler construirt, wobei dann der Lutterbehälter mit Rectificator und Dephlegmator nicht über, sondern neben die Maischsäule gestellt wird.

Der höchst wirksame Dephlegmator *D* besteht aus einer großen Zahl von in horizontalen Reihen über einander gelagerten, kupfernen Röhren, die mit ihren offenen Enden in zwei seitlichen Wasserkästen münden. Das vom Condensator *J* kommende Wasser tritt oben in den einen Wasserkasten ein, passiert durch die oberste Reihe der Röhren in den anderen Kasten, wird hier durch eine Querwand gezwungen, seinen Weg durch die zweite Reihe der Röhren zu nehmen u. s. f., bis das Wasser endlich auch die unterste Reihe der Röhren durchströmt hat und von da abgeleitet wird. In Berührung mit den immer kälter werdenden Röhren condensirt sich ein entsprechender Theil des Lutterdampfes. Um die daraus entstandene Flüssigkeit von den Röhren gleichmäßig abzuleiten, ist an jedes Rohr in seiner Längsrichtung an seinem tiefsten Punkte ein sackenförmig ausgeschlittenes Blech angelöthet, von dessen Sack die Flüssigkeit herabtropft, um dann zunächst auf die versetzt darunter befindlichen Röhren zu fallen und schließlich über die Porcellankugeln des Rectificators gleichmäßig vertheilt zu werden. Aus dem Dephlegmator ziehen die Spiritusdämpfe durch das Rohr *r*

in den Condensator *J*, aus dessen Verschlussglocke *K* der Spiritus in einer Stärke bis zu 95 Proc. abläuft. Der Condensator hat seinen Wasserzufluß bei *s*, sein warm gewordenes Wasser gelangt durch *t* in den Deplegator.

Destillirapparat der Halle'schen Maschinenfabrik und Eisengießerei. Dieser für continuirliche Destillation berechnete, nach Angaben von

Fig. 114.



Pampe construirte Apparat, ist vorzugsweise für einen großen Betrieb und für die Gewinnung eines sehr hochgradigen Productes bestimmt. Er wird in allen Dimensionen bis zu einem Abtrieb von 18 000 Liter

pro Stunde gebaut und liefert dabei Spiritus von 95 bis 96 Proc.

Derselbe ist in Fig. 114 durchschnitten, in Fig. 115 im Grundriß dargestellt

Der Apparat besteht aus der Maischcolonne *A*, dem Vorwärmer *B*, der Lutterentgeißelungscolonne *C*, der Rectificationscolonne *D*, dem Condensator *E* und dem Kühler *F*. Die Zu- und Abführung der Flüssigkeiten und Dämpfe erfolgt durch selbstthätig wirkende Regulatoren. *G*₁ und *G*₂ sind zwei Dampfregulatoren für die Maisch- und Luttercolonne, *H* ist der Wasserregulator, *K*₁ der Schlempeabflußregulator und *K*₂ ist der Lutterabflußregulator.

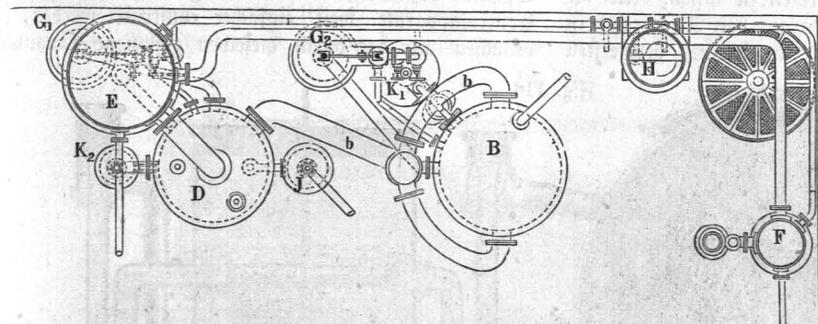
Der Destillationsproceß vollzieht sich in dem Apparate in folgender Weise:

Mittelfst einer Dampfmaischpumpe *P* wird die vergohrene Maische durch die schraubenförmig gebogene Rohrleitung innerhalb des Vorwärmers *B* in die Maischcolonne *A* gepumpt und auf der Oberfläche concaver und convexer, mit Zacken versehener Böden vertheilt. Die Querschnitte sind so gewählt, daß die aufsteigenden Dämpfe und die herunterfließende Maische sich gegenseitig nicht hindern und keine Anstauungen an einzelnen Stellen des Apparates vorkommen. Im unteren Theile der Maischcolonne befinden sich anstatt der spitzen und tiefen Böden zehn Abtheilungen mit Sternkapseln. Auf einer Stelle ist der Zwischenraum zweier Strahlen größer und durch eine verticale Scheidewand getheilt. Die Lage der Ueberlaufrohre zur Verbindung von je zwei Abtheilungen unter sich zu beiden Seiten der Scheidewand ist so eingerichtet, daß die Maische gezwungen wird, den ganzen Weg von einer Seite der Wand, die Peripherie entlang, bis zur anderen Seite derselben zurückzulegen, um

rohr in die nächst tiefere Abtheilung zu gelangen. Nachdem die Maische alle Abtheilungen der Sternkapselcolonne passirt hat, gelangt sie in den untersten Theil; letzterer hat in der Mitte einen cylindrischen Kranz

von großem Durchmesser, der unten mit Zäcken versehen ist. Die Flüssigkeit läuft über den oberen Rand des Kranzes, vertheilt sich an die Zäcke und fällt dann in Tropfen in den großen Behälter. Auf diese Weise entsteht ein Strahlenkranz von ca. 1 Meter Höhe und folglich auch wiederum eine große Verdampfungsfläche. Sobald die Maische diesen Weg zurückgelegt hat, muß die Entgeistung erfolgt sein, die weitere Verdampfung innerhalb des Heizkörpers *h* wird sicherheits halber nicht in Rücksicht gezogen. Die entgeistete Schlempe sinkt durch die Röhren des Heizkörpers in den untersten Behälter der Maischecolonne, gelangt schließlich in den

Fig. 115.



Schlempeabflußregulator *K* und wird von demselben abgeleitet. Die Heizung ist hier eine indirecte. Es strömt der Dampf nicht in die Maische, sondern in den Raum, durch welchen die oben erwähnten Röhren passiren, er vertheilt sich in diesem Raume, umgibt dabei jede einzelne der Röhren und überträgt durch diese seine Wärme auf die hier entgeistet ankommende Schlempe. Durch die indirecte Heizung wird alles Condensationswasser fern gehalten und daher eine sehr concentrirte Schlempe gewonnen.

Zum Zweck der Ersparung von Wärme empfiehlt es sich, die indirecte Heizung anzuwenden. Der Apparat wird aber auch mit directer Dampfeinströmung ausgeführt. Die unten im Heizkörper gebildeten Dämpfe steigen aufwärts, zuerst durch die Abtheilungen der Sternkapselcolonne und die Zäcencolonne, durch die Zwischenräume der beiden Zargen des Vorwärmers in das Rohr *b* und von hier in den Raum zwischen der Lutterentgeistungscolonne und der Siebcolonne. Die Dämpfe steigen von hier wieder aufwärts durch sämtliche Abtheilungen der Siebcolonne in den Röhrendephlegmator *E* und treten dann in den Kühler *F* über, um dort vollständig verdichtet zu werden. Damit die Wirkung des Dephlegmators eine vollkommen gleichmäßige sei, werden durch den Wasserregulator *H* fortwährend gleiche Mengen Kühlwasser in denselben geführt. Der condensirte Lutter fließt durch das Rohr *d* zwischen dem obersten und dem zweiten Boden in die Siebcolonne, läuft von einem Boden auf den anderen, bedeckt sämtliche Böden bis zur Höhe der Ueberlaufrohre und gelangt schließlich in die Lutterentgeistungscolonne. Letztere hat eine ganz gleiche Construction wie die Sternkapsel-Colonne, jedoch ist keine indirecte Heizung angewendet, sondern es strömt der Dampf durch eine mit kleinen Löchern versehene Schlange direct in die

Flüssigkeit. Die entgeistete Lutterflüssigkeit wird durch den Lutterabflußregulator *R*₂ abgeführt. Die Dampfregulatoren sind nach dem System Pampa construirt (s. S. 511).

Der Wasserregulator *H* besteht aus einem Schwimmer, der durch ein verticales Gestänge auf ein entlastetes Schlitzenventil wirkt. Der Schwimmer ist von einem Behälter umschlossen. Das entlastete Ventil steht durch eine Rohrleitung mit dem Wasserreservoir in Verbindung. Im Schwimmergefäß hat das Wasser stets gleichen Stand, daher ist die Menge des in den Dephlegmator und Kühler fließenden Wassers, sowie die Condensation selbst absolut gleich und der Betrieb ist ein äußerst gleichmäßiger.

Das Destillationsproduct ist von guter Qualität, weil bei der Condensation plötzliche Abkühlungen, sowie eine Ansammlung von großen Mengen Fuselöl innerhalb der Lutter- und Rectificationscolonne vermieden werden.

Als Material für die Herstellung der Destillirapparate wird Kupfer und Gußeisen verwendet. Diese Materialien werden ihren specifischen Eigenschaften entsprechend an den Stellen benutzt, wo ihre Haltbarkeit die größte ist. Eine Beeinflussung der Qualität des Productes durch Zersetzung der Metalltheile der Apparate findet nicht statt. Der Kostenpreis dieser großen Apparate ist verhältnißmäßig geringer, als wenn mehrere kleinere von 4000 bis 6000 Liter aufgestellt werden; ebenso vermindern sich die Betriebskosten, weil die Controle vereinfacht wird. Die Vorzüge des automatischen Betriebes dieses Apparates kommen auch ganz besonders in Betracht, weil Wärme erspart und die Sicherheit für totale Entgeistung gesteigert wird.

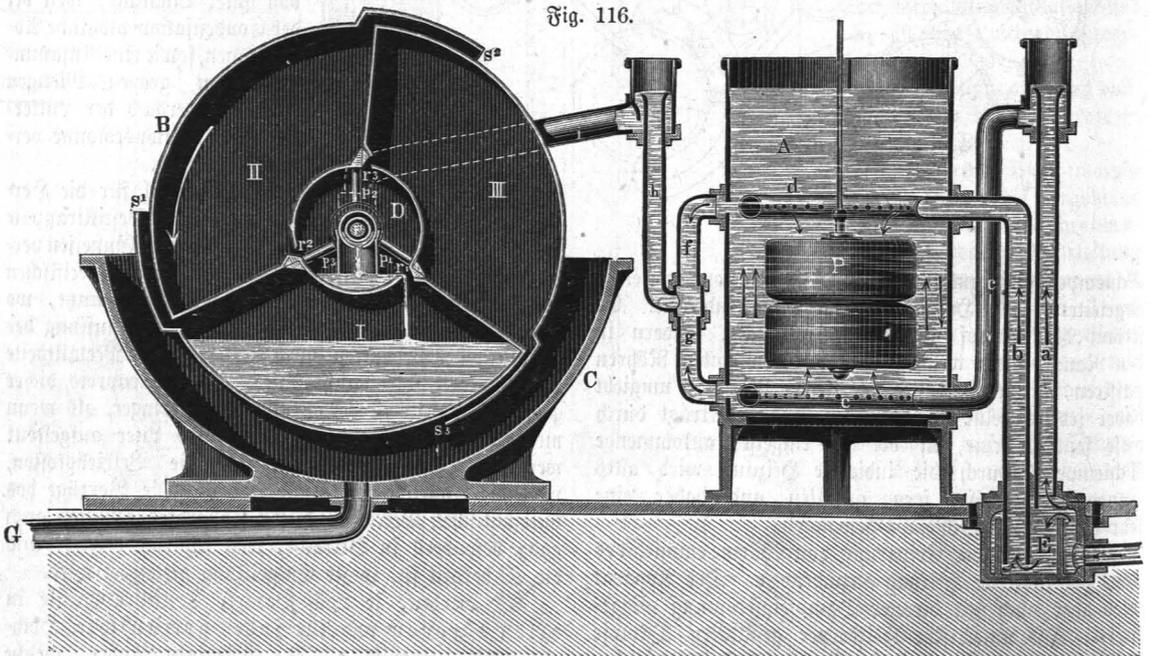
Es werden, je nach Bedarf, Destillirapparate in allen Größen und für jede gewünschte Hochgrädigkeit ausgeführt. Für diejenigen Länder, welche nur Rohspiritus von geringerem Procentgehalt erzeugen, wird die Construction entsprechend vereinfacht, doch wird in gleicher Weise für exacte Function des Apparates und der selbstthätigen Regulirung desselben gesorgt. Die Apparate für Rohspiritus von geringerem Procentgehalt werden für einen stündlichen alkoholfreien Abtrieb bis 20 000 Liter ausgeführt, so daß auch in der größten Spiritusfabrik nur ein continuirlicher Destillirapparat im Betriebe sein darf.

10. **Spiritusmeßapparate.** Der vom Destillirapparate abfließende Spiritus ist fertige Handelswaare. Derselbe wird meist in einen größeren Behälter geführt, in welchem er bis zum Versandt verbleibt. Um aber eine Controle für den Betrieb zu haben, ist es erwünscht, zwischen dem Spiritusreservoir und dem Destillirapparate eine Vorrichtung einzuschalten, welche jederzeit eine Uebersicht über die erzeugte Menge und deren Qualität gewährt. Unbedingt erforderlich sind solche Vorrichtungen, wenn die Besteuerung der Spiritusfabri-

kation, entweder obligatorisch oder facultativ, die Menge des gewonnenen Productes zur Grundlage hat, wie gegenwärtig in Oesterreich, Bayern und anderen Ländern. Der erste Anstoß zur Construction solcher Apparate, welche die Einführung der Fabrikatsteuer in Preußen ermöglichen sollten, wurde 1856 von dem Freiherrn Senfft von Pilsach gegeben. Dieser setzte einen namhaften Preis für die Lösung der Aufgabe aus und machte das preußische Landes-Oekonomie-Collegium zum Preisrichter. Es gingen 46 Bewerbungen ein. Nach Ansicht der Preisrichter besaß aber keiner der Apparate den Grad von Vollkommenheit, welche erforderlich sein würde, um darauf hin eine Aenderung des Besteuerungssystemes eintreten zu lassen. Als die relativ besten erhielten die Apparate von Albrecht in Königsberg und Röggerath in Liegnitz den ersten

und zweiten Preis. Ungefähr gleichzeitig wurde die Frage der Einführung der Fabrikatsteuer in Oesterreich angeregt. Nach eingehenden Prüfungen wurden dort die Meßapparate von Rittinger, Stumppe-Holdmann und von Jacquier für geeignet befunden, um auf Grund desselben am 1. November 1862 die Fabrikatsteuer einzuführen. Die Apparate bewährten sich jedoch so wenig, daß sie nach ganz kurzer Zeit wieder beseitigt und mit ihnen die Fabrikatsteuer aufgehoben wurde. Nach verschiedenen Uebergängen ist dann 1884 in Oesterreich die Fabrikatsteuer von Neuem eingeführt worden und zwar mit der Modification, daß nur die Menge, nicht aber die Qualität des gewonnenen Spiritus besteuert wird. In Folge dessen konnten die Controlapparate weit einfacher construirt werden, sie brauchen nur das durch dieselben geflossene Quantum

Fig. 116.



zu registriren, ohne Rücksicht auf seinen Gehalt. Die in Oesterreich-Ungarn eingeführten Apparate sind von Dolain'sky¹⁾, Weiser und Beschorner²⁾ construirt. Ungleich vollkommener ist der Apparat von Siemens und Halske, welcher nicht allein selbstthätig die Menge, sondern auch den Procentgehalt des hindurchgeflossenen Spiritus durch Zählwerke registriert. Derselbe ist in Fig. 116 und 117 dargestellt. Seine Beschreibung lassen wir in der Erfinder³⁾ eigenen Worten folgen.

Die erste Aufgabe, welche der Apparat erfüllen muß, die Messung und Registrierung der Quantität der durchgeführten Flüssigkeit, ist in folgender Weise gelöst:

Der Spiritus tritt aus der Röhre *i*, Fig. 116, in

den inneren cylindrischen Raum *D* einer dreitheiligen, aus verzinnem Kupferblech hergestellten Meßtrommel *B*, welche um die Achse *F* drehbar ist. Das Zuleitungsröhr endigt in einem die Achse der Trommel ringförmig umgebenden, sie aber nicht berührenden, unten offenen Gefäße, welches so eingerichtet und angebracht ist, daß es die Trommel nicht durch Reibung zurückhält und das Niveau der Flüssigkeit im Cylinder *D* ruhig erhält.

Die drei Fächer *I, II, III* sind durch radial stehende Zwischenwände gebildet und fassen genau ein bestimmtes Flüssigkeitsmaß, z. B. 4 Liter jedes. Sie stehen durch drei schmale, zur Achse *F* parallele Schlitze *r₁ r₂ r₃* mit dem cylindrischen Raume *D* in Verbindung. Durch drei flache Canäle, welche in ähnlichen Schlitzen *s₁ s₂ s₃* enden, münden sie nach außen. Die drei Röhren *p₁ p₂ p₃* dienen zur Abführung der Luft aus dem sich füllenden Fach. Da sie immer das Niveau in *D* überragen, so kann kein Spiritus durch sie einströmen.

¹⁾ Reichs-Gesetzblatt vom 31. Mai 1884.

²⁾ Reichs-Gesetzblatt vom 1. October 1884.

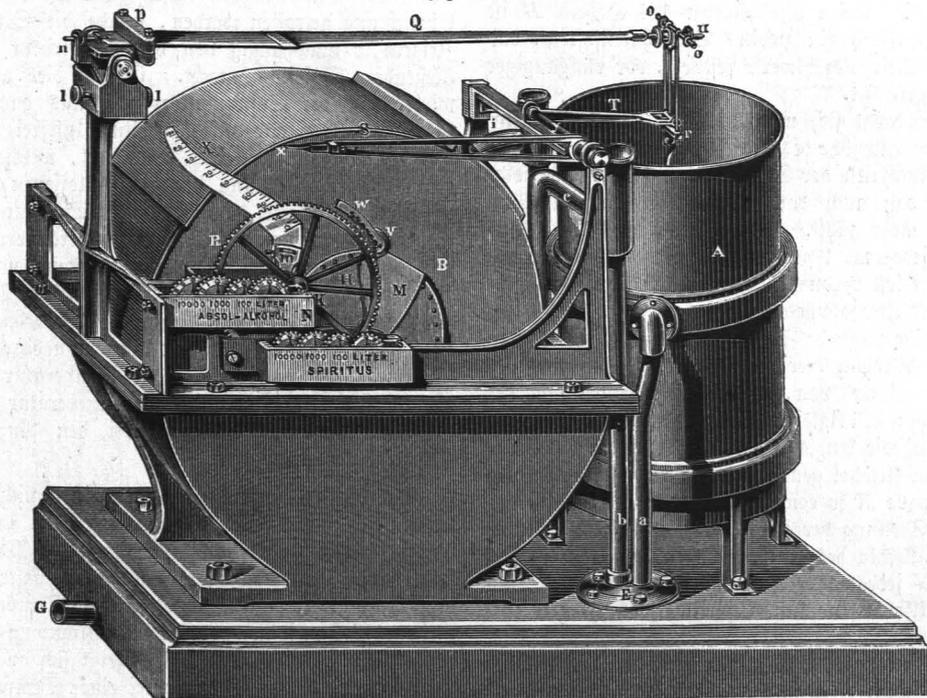
³⁾ Polyt. Journ. 187, 295. Vergl. auch Jörgensen, Siemens u. Halske's Alkohol-Meßapparat (Berlin, 1872).

Bei der Stellung, welche die Figur zeigt, fließt Spiritus durch den Schlit s r_1 in das Fach I. Da die Mitte des Faches ungefähr unter der Drehachse der Trommel liegt, so wird dieselbe durch allmähliche Füllung des Faches nicht wesentlich gedreht. Gegen Ende der Füllung, wenn der Schlit s r_1 den zuströmenden Spiritus nicht mehr abzuführen vermag, hebt sich das Niveau im Cylinder D . Kurz nachdem die letzte Luftblase aus Fach I durch das Rohr p_1 entwichen — Fach I also vollständig gefüllt ist, — erreicht es den Zuflussschlit s r_2 des nächsten Faches. Der Spiritus fließt nun in dieses ein und bewirkt so ein seitliches Uebergewicht, durch welches eine Drehung der Trommel in der Richtung des Pfeiles hervorgebracht wird. Bei dieser Drehung geht der Schlit s r_2 und mit diesem das Niveau im Cylinder D nieder, der Zuflussschlit s

des einen Faches dagegen steigt und wird hierdurch über das Niveau in D gehoben. Beginnt nun die Entleerung des vollen Faches I durch den sich senkenden Ausflussschlit s s_1 , so kann durch r_1 nur Luft für den einfließenden Spiritus eintreten und aller während der Entleerung vom Fach I in D einlaufende Spiritus muß in das nächste Fach II abfließen. Die Messung ist daher ganz unabhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher der Spiritus einströmt, sowie von der Größe der Reibung im Achsenlager.

Da der Ausfluß durch s_1 eine Verminderung des Gewichtes auf der entgegengesetzten Seite der Trommel zur Folge hat, so beschleunigt er seinerseits die Drehung derselben. Die Entleerung des gefüllten Faches erfolgt also, nachdem sie einmal begonnen hat, schnell und kräftig, sie bringt das folgende Fach II an die Stelle

Fig. 117.



des ersteren und es erneuert sich nun mit diesem dasselbe Spiel. Die Function der Trommel entspricht hiernach einem wiederholten getrennten Füllen und Wiederentleeren einer weiten Meßflasche mit engem Halse. Die kräftige, sprungweise Bewegung der Trommel kann unbeschadet der genauen Messung zu einer Arbeit, wie zum Ueberwinden von Reibungen und zum Treiben von Zählwerken benutzt werden.

Ein an der Vorderseite des Apparates angebrachtes Zählwerk wird durch ein auf die Achse F der Trommel aufgesetztes Getriebe bewegt und zählt direct das Quantum des durchgelaufenen Spiritus in Einheiten des gewählten Maßes.

Die zweite Aufgabe des Apparates — die Messung und Registrierung der Quantität des absoluten Alkohols, welcher in dem durch den Apparat geflossenen Spiritus enthalten war — ist dadurch gelöst, daß die

Bewegung eines zweiten, von der Trommel getriebenen Zählwerkes durch die jedesmalige Stellung eines zweckmäßig construirten Alkoholometers derartig begrenzt wird, daß es diese Quantität genau angiebt.

Das Alkoholometer besteht aus einem von dem durchfließenden Spiritus umgebenen, in dem Behälter A befindlichen, an der Feder Q aufgehängten Körper P , von unten zu beschreibender Einrichtung. Derselbe verliert durch das Eintauchen mehr oder weniger von seinem Gewichte, je nachdem in dem Gefäße A Spiritus von geringerem oder größerem Alkoholgehalt sich befindet, wird also die Feder Q verschieden stark durchbiegen und dem entsprechend eine höhere oder tiefere Stellung einnehmen. Diese Bewegung theilt sich durch die Stange r und den Hebel T dem um die Achse y drehbaren Zeiger S in der Weise mit, daß dessen Spitze x durch höheren oder tieferen Stand einen

stärkeren oder schwächeren Spiritus im Gefäße *A* anzeigt.

Auf der Achse der Trommel ist außer dem Getriebe, welches den Spirituszähler treibt, noch die runde Scheibe *M* befestigt. Diese hat drei tiefe Ausschnitte, in deren einem der mit der Rolle *v* auf ihrer Peripherie aufliegende, um *m* drehbare Hebel *H* jedesmal einfällt, wenn sich die Trommel bei Entleerung eines Faches um 120° dreht, jedoch nur, um sofort wieder von dem nächsten, stehen gebliebenen Theile der Scheibe *M* auf die ursprüngliche Höhe gehoben zu werden. Bei dieser aufsteigenden Bewegung nimmt der Hebel durch einen der sechs bei *w* an ihn befestigten Sperrhaken das fein gezahnte Rad *R* mit, welches sammt dem an ihm befestigten Getriebe *K* auf die Achse des Hebels *H* drehbar aufgezogen ist. Dieses Getriebe überträgt die Drehung des Rades *R* in geeigneter Weise auf das Zählwerk *N*. Beim Niederfallen des Hebels *H* ist das Rad *R* durch ein zweites Sperrhafensystem, das hinter dem Spirituszählwerke festliegt, vor rückgängiger Bewegung geschützt.

Offenbar dreht sich nun das Rad *R* um so mehr, je größer die Hubhöhe des Hebels *H* ist, d. h. je tiefer er in die Einschnitte der Scheibe *M* einfällt. Die Folge davon ist, daß auch das Zählwerk *N* in demselben Verhältniß mehr zählt. Die Tiefe dieses Einfallens wird aber jedesmal begrenzt durch Anschlagen der mit dem Hebel *H* fest verbundenen Curve *X* an die erwähnte Spitze *x* des Alkoholometerzeigers.

Durch eine passende Form der Curve *X* kann man daher dem Alkoholzähler eine von der Stellung des Zeigers *z*, mithin von dem specifischen Gewicht der durchfließenden Flüssigkeit abhängige, derartige Drehung ertheilen, daß die Angaben dieses Zählers dem Gehalte an absolutem Alkohol genau entsprechen. Zu dem Ende muß die Curve *X* so konstruirt werden, daß bei einer bestimmten Stellung der Zeigerspitze *x* — also bei einer bestimmten Stärke des durchfließenden Spiritus — das Zählwerk *N* jedesmal genau um so viel vorrückt, als absoluter Alkohol in dem Spiritus des Faches enthalten war.

Um dies zu erzielen, ist erforderlich, daß das Alkoholometer in jedem Momente das richtige mittlere specifische Gewicht des durchfließenden Alkohols anzeigt. Würde der Spiritus mit Hilfe gewöhnlicher Zu- und Abflußröhren durch das Gefäß *A* geführt, so wäre es unvermeidlich, daß er sich bei wechselndem Gehalte in Schichten von verschiedenem specifischen Gewicht ablagerte. Der Schwimmkörper würde mithin in Spiritus von anderem specifischen Gewicht spielen, als dem wirklich durch die Trommel fließenden entspräche. Um die hierin liegende Fehlerquelle zu beseitigen, muß der Durchfluß des Spiritus in einer Weise geregelt werden, daß er sich im Alkoholometergefäße gleichmäßig mischt.

Zu dem Zwecke tritt derselbe zunächst in das tieferliegende Gefäß *E*, welches durch zwei Röhren mit dem Gefäße *A* in Verbindung steht. Die eine *b* beginnt am Boden des kleinen Gefäßes *E* und endet in einem im oberen Theile des Gefäßes *A* befindlichen durchlochtem Ringe *d*, die andere *a* beginnt am oberen Ende von *E*, erhebt sich bis zum Niveau der Flüssigkeit im Gefäße *A*

und mündet in einem durchlochtem Ringe *c* am Boden des letzteren. Hierdurch wird bewirkt, daß in *E* eintretender ärmerer, mithin schwererer Spiritus durch das im oberen Theile des Gefäßes *A* mündende Rohr *b*, der leichtere dagegen durch das unten mündende Rohr *a* fortgeleitet wird. Da hiedurch die schwerere Flüssigkeit immer oberhalb, die leichtere immer unterhalb des Schwimmkörpers eintritt, so findet eine fortlaufende Mischung der neu eintretenden mit dem im Gefäße vorhandenen Spiritus statt. Der Abfluß zur Trommel geschieht durch die Röhren *fg hi*.

Der beschriebene Apparat würde den Alkoholgehalt nur dann richtig registriren, wenn die Temperatur des durchfließenden Spiritus constant und die bei der Alkoholmessung gebräuchliche Normaltemperatur von 15,5° wäre. Um seine Angaben auch für andere und für wechselnde Temperaturen richtig zu machen, mußte eine Einrichtung getroffen werden, welche die Stellung des Zeigers *z* unabhängig von der Temperatur des durchfließenden Spiritus macht. Es ist dies dadurch bewirkt, daß der Schwimmkörper *P* aus ganz dünnem Blech gefertigt und mit Spiritus luftfrei gefüllt ist. Da der Schwimmer eine Form hat, welche die ungehinderte Ausdehnung der eingeschlossenen Flüssigkeit gestattet, so erleidet derselbe im Mittel durch Temperaturveränderungen dieselben Volumenveränderungen wie der umgebende Spiritus, seine Stellung und die des Zeigers *z* wird daher unabhängig von der Temperatur derselben. Bei richtiger Wahl des Ausdehnungscoefficienten der Füllungsflüssigkeit kann man durch eine entsprechende Uebercompensation der Temperatur auch noch die in Folge der veränderten Temperatur unrichtige Volummessung der Trommel bei den Angaben des Alkoholzählers corrigiren.

Der Apparat vermindert dann einen nicht unbedeutenden Fehler der Alkoholbestimmung, den man in der Praxis bisher zu vernachlässigen pflegt. Derselbe besteht darin, daß man ein bei gerade obwaltender, von der Normaltemperatur abweichender Temperatur gemessenes Volumen später der Alkoholbestimmung zu Grunde legt. Die Größe dieses Fehlers zeigt sich an folgendem Beispiele: Gesezt, man habe bei einer Temperatur von 5° ein Spiritusvolumen von 100 Liter gemessen, so würde sich dieses Volumen durch die Erhöhung auf die Normaltemperatur um 0,01, also auf 101 Liter vergrößern. Fände man nun durch das Alkoholometer nach Anbringung der Temperaturcorrection für diese Beobachtung 80° Alkoholgehalt, so entspräche dieses 80 Litern nach gewöhnlicher Messung. In Wirklichkeit sind aber $\frac{100}{80} \cdot 101 = 80,8$ Liter, bei der Normaltemperatur gemessen, darin enthalten. Der Apparat vermeidet diesen Fehler, wie schon erwähnt, durch Uebercompensation der Temperatur. Die Richtigkeit der Angaben des Alkoholometers können jederzeit leicht durch das Entstehen des Zeigers *z* auf der Scale der Curve *X* controlirt werden, indem man das Alkoholometergefäß *A* mit Spiritus von bekanntem Gehalt und bestimmter Temperatur füllt. Um aber dieser Arbeit überhoben zu sein, sind dem Apparate

genau abgeglichene Gewichte beigegeben, die den Gewichten des Schwimmkörpers im Spiritus von verschiedenen Stärken entsprechen. Dieselben werden nach Abnahme des Körpers statt seiner an die Feder bei o (paarweise an beiden Seiten) angehängt und müssen dann den Zeiger x genau auf den entsprechenden Strich der Scala der Curve einstellen. Sollten sich hierin Differenzen zeigen, so können dieselben leicht durch Correctur der Feder mittelst Drehung der Schrauben l und n corrigirt und die Uebereinstimmung der Scala mit den auf den betreffenden Gewichten eingeschlagenen Procentgehalten dadurch hergestellt werden. Die Schrauben l corrigiren die Feder in ihrer Richtung; eine Drehung der Mutter n , welche nach Lösung der Klemmschrauben p stattfinden kann, verändert die Länge der Feder. Durch eine entsprechende Drehung der Doppelmutter u , an welcher der Körper P in einer Schneide hängt, muß diese jedoch stets wieder in die ursprüngliche Lage zum Hebelende v gebracht werden.

Soll der Apparat dazu dienen, die Grundlage der Fabriksteuer zu geben, so sind natürlich besondere Sicherheitsmaßregeln zu ergreifen, welche eine absichtliche, nicht nachweisbare Störung des Apparates unmöglich machen. Ist dies in entsprechender Weise ausgeführt, so genügt eine Ableseung des Alkoholzählers bei Beginn und am Schluß einer jeden Brenn-campagne, um den genauen Betrag des zu versteuernden Objectes zu erfahren. Diese Angabe wird durch den Spirituszähler controlirt, welcher unter Berücksichtigung des durch öfteren Vergleich der Angaben beider Zähler ermittelten mittleren Gehaltes des fabricirten Spiritus nahe denselben Alkoholgehalt angeben muß, wie der Alkoholzähler. Zur weiteren Controle ist noch eine Schöpfvorrichtung angebracht, welche von jeder Trommelfüllung eine kleine Probe nimmt und diese, ohne sie mit der Luft in Berührung zu bringen, um Verdunstung des Alkohols zu vermeiden, in ein besonderes Gefäß bringt, in welchem dann der durchschnittliche Alkoholgehalt des Destillates von Zeit zu Zeit ermittelt werden kann.

Die umfangreichen Versuche, welche mit dem Apparate angestellt worden sind, haben dargethan, daß derselbe bei dieser Construction völlig genaue Messungen des Alkoholgehaltes bei der Destillation von Kartoffel- und Getreidemaischen zuläßt. Bei der Destillation von Lutter und von Melassenmaische sind dagegen anfangs ungenaue Ergebnisse erzielt worden, dadurch herbeigeführt, daß diese Destillate fremde Bestandtheile mit sich führen, die sich auf dem Alkoholometer ablagern und dadurch den richtigen Gang des Apparates beeinflussen. Diesem Uebelstande ist jedoch von Siemens und Halske dadurch abgeholfen worden, daß sie den Alkohol vor seinem Eintritt in den Apparat durch ein mit der Kühlschlange in Verbindung gebrachtes Filter passieren lassen, ehe derselbe in den Alkoholometerbehälter eintritt.

Ferner stellte sich anfangs der Uebelstand heraus, daß die Apparatheile bei der Destillation von vergohrener Melasse stark angegriffen und bald unbrauchbar wurden. Aber auch diesem ist durch eine passende Auswahl des zur Anfertigung zu benutzenden Metalles abgeholfen worden.

11. Apparate zum Trocknen der Schlempe.

Bei der in den meisten Ländern, besonders in Deutschland üblichen Betriebsweise der Spiritusfabrikation ist dieselbe im eigentlichsten Sinne landwirtschaftliches Gewerbe, wie bereits oben erwähnt wurde. Sie liefert als werthvollstes Nebenproduct die Schlempe, die es ermöglicht, einen großen Viehstand zu halten. Andererseits macht die nicht conservirbare und, wegen ihres großen Wassergehaltes, nicht transportirbare Schlempe aber auch die Haltung eines Viehstandes erforderlich, dessen Größe sich nach der Menge der producirten Schlempe richten muß. Bei Milchkühen und Mastochsen kann, neben dem sonstigen Futter, als höchstes Maß etwa täglich auf einen Consum von 70 bis 75 Liter Schlempe gerechnet werden und eine dem entsprechende Zahl von Thieren muß vorhanden sein. Unter manchen Umständen kann eine so bedeutende Viehhaltung zur Unbequemlichkeit werden, namentlich an Orten, wo der Absatz der Producte der Thiere Schwierigkeiten macht, und unter diesen Umständen ist es erwünscht, die Spiritusfabrikation von der Viehhaltung unabhängig zu machen und denjenigen Theil der Schlempe, welcher über den täglichen Bedarf vorhanden ist, in eine haltbare und transportfähige, marktsfähige Form zu verwandeln.

Necht rohe Versuche in dieser Richtung sind in englischen Kornbrennereien ausgeführt. Dort leitet man die sehr dünne, treberfreie Schlempe in große gemauerte Absatzbassins, in welchen sie sich allmählig klärt unter Abscheidung eines voluminösen Bodensatzes. Die über letzterem stehende klare Flüssigkeit wird beiseite und der Schlamm in Säcke gefüllt, aus denen ein weiterer Theil der Flüssigkeit abtropft, während eine ziemlich consistente Masse darin zurückbleibt. Ob diese ein den Thieren zuträgliches Futter bildet, ist sehr zu bezweifeln, da ihr während des Aufenthaltes in den Klärbassins die günstigste Gelegenheit zur Aufnahme von Pilzen und allen möglichen Organismen gegeben war. Außerdem gehen dabei in dem löslichen Theile große Mengen von werthvollen Nährstoffen verloren.

Anderen Ortes hat man versucht, die festen Bestandtheile der Schlempe durch Filtration, Pressen, Centrifugiren zu gewinnen. Allein ohne günstigen Erfolg, da die schleimige, dicke Beschaffenheit der Schlempe jeder Filtration oder sonstiger Abscheidung die größten Schwierigkeiten in den Weg legt. Dazu kommt noch der namhafte Verlust, welcher durch das Opfer der löslichen Theile herbeigeführt wird.

Auf zweckentsprechende Weise ist die Conservirung der Schlempe nur durch eine Verdampfung des Wassers durch Eintrocknen zu erreichen. Hierzu ist von Ed. Heisen, Leipzig-Lindenau, ein Apparat construiert, der sich, außer der Verarbeitung von Schlempe, auch zum Verdampfen der verschiedensten anderen Flüssigkeiten, wie Wollwaschwasser, Osmosewasser, Elutionslaugen der Zuckerrfabriken u. s. w. eignet. Der in Fig. 118 (a. f. S.) im verticalen Querdurchschnitt, in Fig. 119 (S. 537) im verticalen Längendurchschnitt dargestellte Apparat besteht aus drei über einander befindlichen Pfannen, von denen die unterste als Feuerkörper, die zweite als Mittelförper und die oberste als Condensator bezeichnet wird. Von diesen drei Pfannen wird die

unterste durch directe Feuerung geheizt. Die Feuerungsgase strömen aus einer Vorfeuerung oder einem Generator in den Canal I, kehren am entgegengesetzten Ende durch die Canäle II und III unter den Boden der Pfanne zurück, um endlich in den Schornstein zu entweichen. Der Inhalt

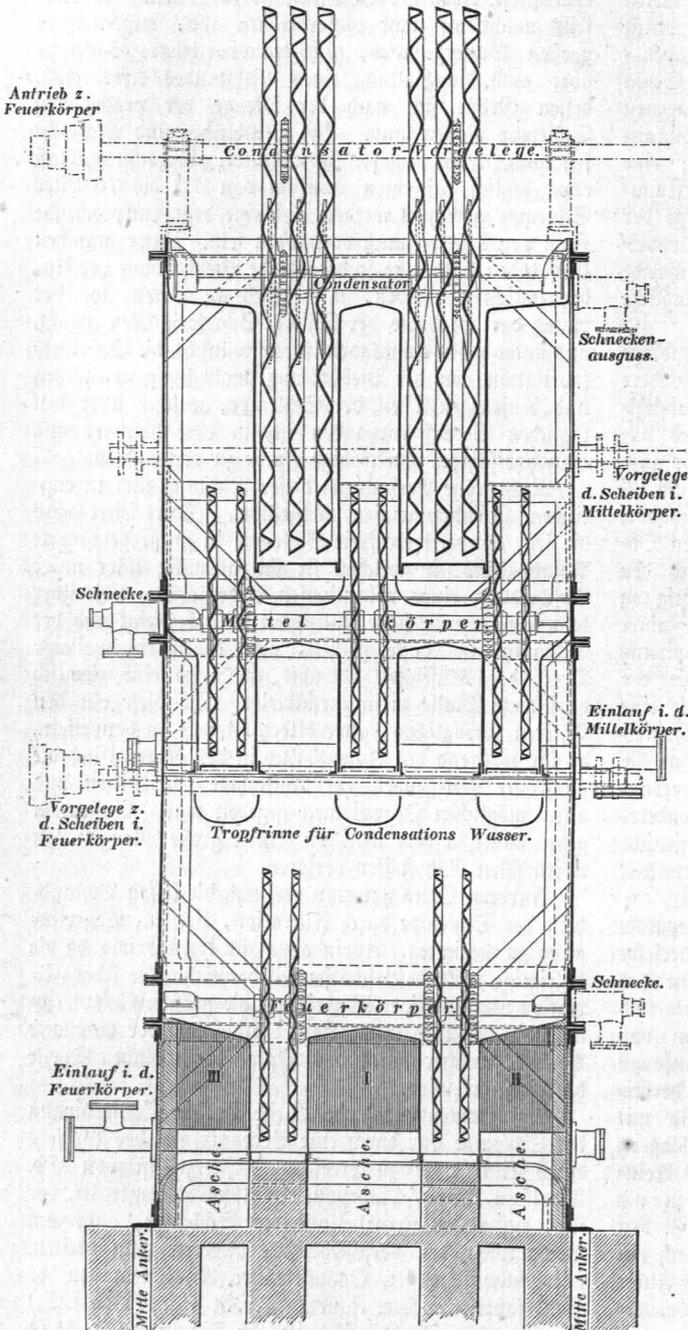
verlaufende Taschen angebracht, im Mittelkörper befinden sich drei solcher Taschen, im Condensator sind wieder zwei Taschen vorhanden. In jeder dieser Taschen rotiren zahlreiche, aus gewelltem Blech angefertigte, runde Scheiben, welche, zum Theil in die Flüssigkeit eintauchend, zum Theil in dem Dampfraum befindlich, die Verdunstung der Flüssigkeit so beschleunigen, daß im Heizkörper, trotz reichlicher Wärmezufuhr, der Siedepunkt kaum zu erreichen ist. Die Uebertragung der Bewegung auf die Scheibenwellen erfolgt in jedem Körper nur an einem Punkte durch eine Niemenscheibe, welche auf einer Verlängerung einer durch eine Stopfbüchse gehenden Welle sitzt. Alle übrigen Scheibenwellen ruhen in Lagern, die auf im Inneren der Körper angebrachten Consolen befestigt sind. Von der Welle, welche den unmittelbaren Antrieb erhalten hat, wird die Bewegung auf Kettscheiben, die auf den übrigen Wellen sitzen, fortgepflanzt, wodurch jeder durch weitere Stopfbüchsen hervorzuwendenden Undichtigkeit vorgebeugt wird.

Die zu verdampfende Flüssigkeit fließt aus einem Reservoir continuirlich durch eine Regulirungsvorrichtung in den Feuerkörper ein. Der hier an den rotirenden Scheiben sich massenhaft bildende Dampf wird beständig an den Flächen der Taschen des Mittelkörpers, indem er an diese seine Wärme abgibt, condensirt und rieselt als heißes Wasser an den Flächen der Taschen herab. Um dieses Condenswasser am Zurücktropfen in die verdampfende Flüssigkeit zu verhindern, ist unter jeder Tasche des Mittelkörpers eine Rinne angebracht, durch welche das Wasser nach außen geleitet wird. Eben solche Rinnen befinden sich im Mittelkörper unter den Taschen des Condensators.

Aus dem Feuerkörper gelangt die concentrirte gewordene Flüssigkeit unter Luftabschluß in den Mittelkörper, in welchem sie durch die ihr vom Feuerkörper mitgetheilte Dampfwärme weiter verdampft wird. Der hier gebildete Dampf dient zur Zuführung der Wärme an den obersten Körper, den Condensator, an dessen äußeren, im Mittelkörper hängenden Flächen der Dampf zu Wasser verdichtet und dann durch Rinnen nach außen abgeleitet wird.

Aus dem Mittelkörper wird die concentrirte Flüssigkeit, continuirlich, ebenfalls in den Condensator gehoben. Hier sind, um die Verdunstung zu befördern, die größten und zahlreichsten Scheiben vorhanden, die, in Berührung mit der frischen Luft rotirend, die Wärme rasch aufnehmen und sie an die sie bedeckenden dünnen Flüssigkeitsschichten abgeben, wodurch das Wasser derselben verdampft. In dem Maße, wie der Wärmeverbrauch im Condensator erfolgt, wird demselben Wärme vom Mittelkörper zugeführt, und dieser erhält eine entsprechende Wärmezufuhr vom Feuerkörper. Die Geschwindigkeit der Verdampfung im ganzen Appa-

Fig. 118.



des Mittelkörpers wird durch die im Feuerkörper entwickelten Dämpfe geheizt, deren Wärme dann noch auf den Inhalt des oben offenen Condensators übertragen wird. Zur Vergrößerung der Wärme aufnehmenden Fläche sind am Feuerkörper zwei, in seiner ganzen Länge

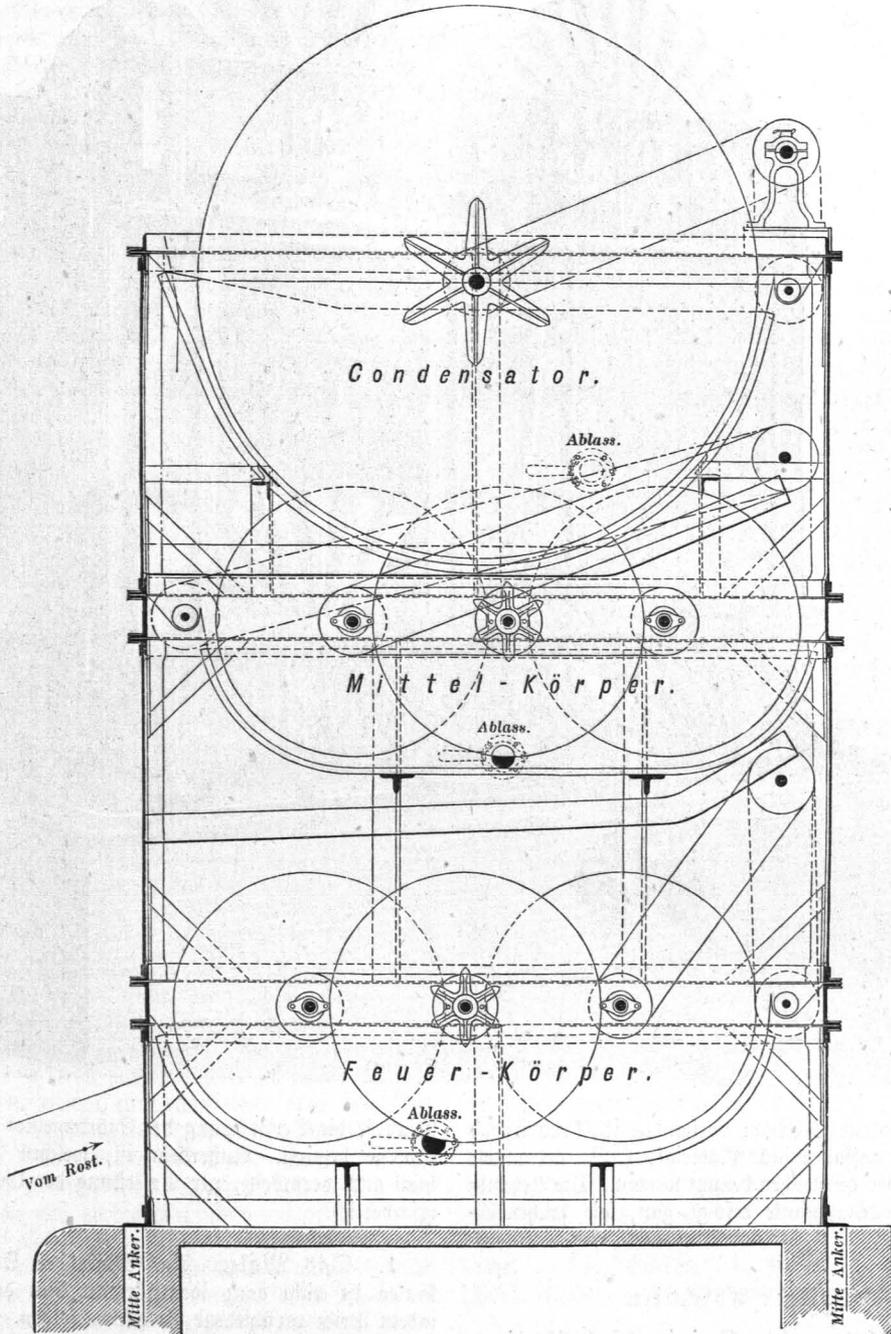
rate wird daher durch die Thätigkeit des Condensators bedingt.

Fig. 120 (a. f. S.) giebt eine äußere Ansicht eines solchen Verdampfapparates mit geöffnetem Feuerkörper. In dieser Construction, welche für kleineren Betrieb be-

stimmt ist, fehlt der Mittelförper. Alle übrigen Theile sind dieselben wie in den vorigen Figuren.

Im Condensator wird die Schlempe in eine dickbreiige, kaum flüssige Masse verwandelt, die schließlich noch völlig auszutrocknen ist. Hierzu dient der früher

Fig. 119.



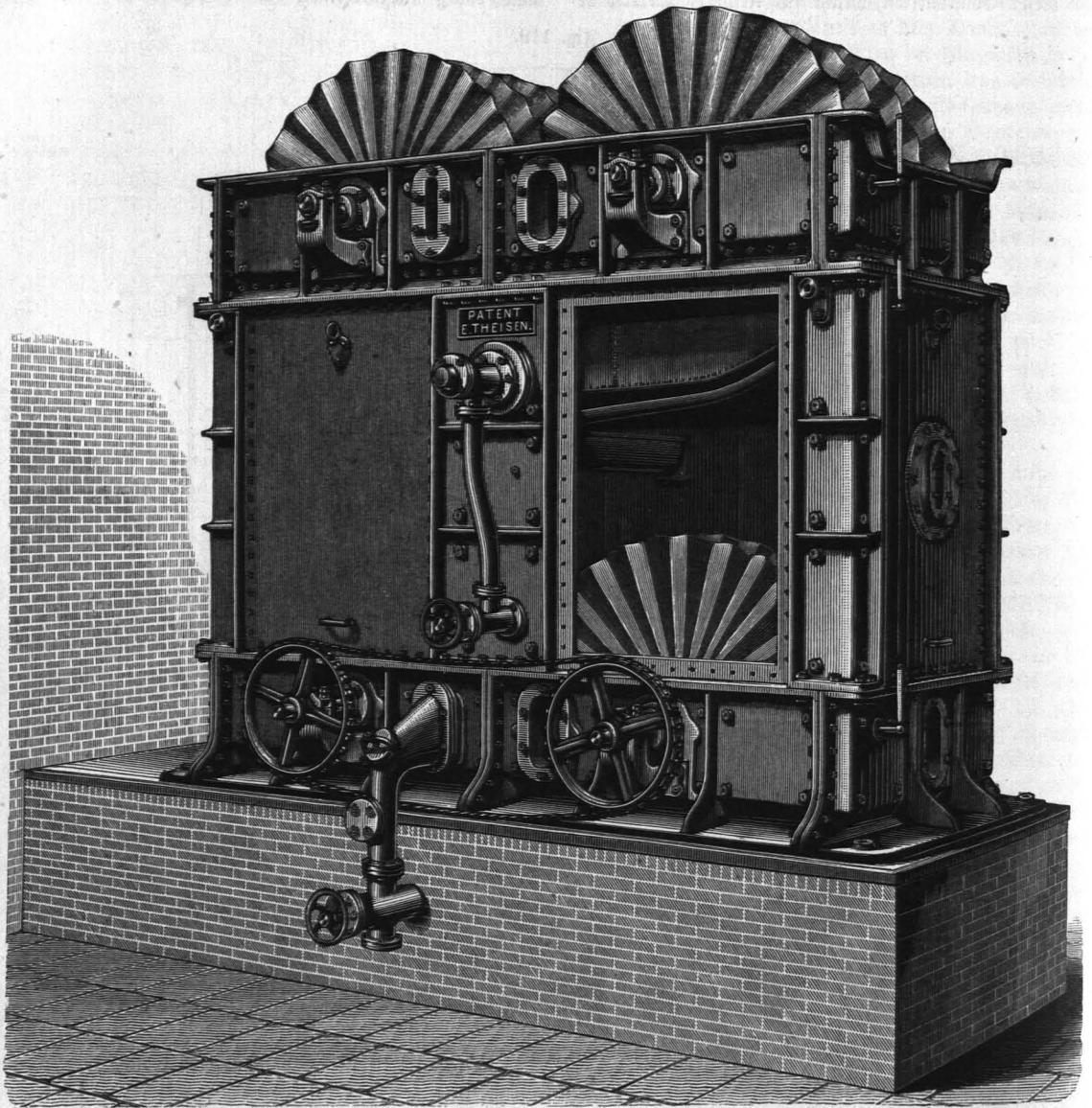
(S. 67) beschriebene, in Fig. 19, 20 und 21 dargestellte, ebenfalls von E. d. Th. Eisen construirte Trockenapparat. Da aber die breiige, klebrige Masse beim Eintrocknen sich an den Wellblechen des Heizkörpers ansetzen würde,

so ist eine besondere Vorbereitung des Schlempebreies erforderlich, um diesen in eine für den Apparat geeignete Form zu bringen. Zu diesem Behufe gelangt der Brei aus dem Condensator in einen Mischapparat, in

dem ihm so viel einer früher getrockneten Schlempe-
masse zugefügt wird, bis er eine lockere krümelige Beschaffen-
heit annimmt. Das trockene Material saugt dabei die

in dem Breie noch enthaltene Feuchtigkeit auf und ver-
hindert damit ein Ankleben an die Wandung des Trocken-
apparates. Bei der Einleitung des Betriebes, so lange

Fig. 120.



noch keine trockene Schlempe vorhanden ist, kann irgend
ein anderes auffaugendes Material, z. B. getrocknete
Biertreber oder dergleichen benutzt werden. Die Behand-
lung im Trockenapparate erfolgt ganz wie früher be-
schrieben.

Dritter Abschnitt.

Die Ausführung der Spiritusfabrikation.

In der Spiritusfabrikation bedarf man zweier Hilfs-
stoffe. Die Verarbeitung stärke-mehlhaltiger Rohstoffe
ist nur möglich unter Zuhilfenahme von Malz, dessen

Diafaste die Verzuckerung des Stärkemehles im Maisch-
proceß bewirkt. Außerdem ist, welches Rohmaterial
man auch verarbeitet, zur Einleitung der Gährung Hefe
erforderlich.

1. **Das Malz.** Das Malz des Spiritusfabri-
kanten ist nicht ganz identisch mit dem des Brauers,
indem Beide verschiedene Zwecke verfolgen. Dem Spi-
ritusfabrikanten ist das Malz nur Mittel zum Zwecke.
Dasjenige Malz, welches am reichsten an Diafaste ist,
ist für ihn am werthvollsten, alles Uebrige ist neben-
sächlich. Dem Brauer dagegen ist das Malz das Ma-
terial, aus welchem er sein ganzes Product zieht, dessen

Beschaffenheit, Geschmack, Farbe, Geruch den Werth seines Productes bedingt. Letzterer hat daher ganz andere Rücksichten zu nehmen, als der Spiritusfabrikant. Auf diese wird im Artikel Bier zurückzukommen sein, während hier nur die Art der Malzbereitung zu besprechen ist, wie sie in der Spiritusfabrikation ausgeführt wird.

Diastase entsteht bei der Keimung aller Stärkemehl enthaltenden Samen. Man könnte daher zur Bereitung des Malzes jede beliebige Körnerart verwenden, wenn nicht die Erfahrung erwiesen hätte, daß die verschiedenen Samenarten in Bezug auf die Menge, oder vielleicht richtiger in Bezug auf die Wirksamkeit, der von ihnen producirt Diastase sich sehr verschieden verhalten. Das aus Gerste dargestellte Malz übertrifft in seinem Verzuckerungsvermögen bei weitem alles andere Malz, und aus diesem Grunde verwendet man die Gerste ganz allgemein, mit wenigen Ausnahmen, als Rohmaterial für die Malzbereitung.

Nicht jede Gerste ist für die Malzbereitung gleich geeignet. Äußere Merkmale für eine gute Beschaffenheit der Gerste sind zunächst ihre Keimfähigkeit, welche leicht an einer bestimmten Körnerzahl in geeigneten Keimapparaten festgestellt werden kann, ferner ihre gleichmäßig mehlig Beschaffenheit, welche sich beim Durchschneiden einer Anzahl der Körner ermitteln läßt, endlich ihr reiner, nicht mufftriger Geruch. Frische Gerste, welche nicht mindestens drei Monat alt ist, ist nicht zu verwenden, weil sie ihr höchstes Keimungsvermögen immer erst nach einer gewissen Zeit erlangt. Verschiedene Gerstenorten sollten nie zusammen verarbeitet werden, weil die eine Sorte leichter und rascher keimt als die andere, und man daher aus solchen Mischungen Keimproducte von verschiedener Beschaffenheit erhalten würde. Hat man verschiedene Sorten von Gerste, oder solche von verschiedenen Bezugsquellen, so sind dieselben getrennt zu halten, um den Malzbildungsproceß auf die jeder Sorte angemessene Weise führen zu können. Auf dem Felde ausgewachsene Gerste ist ganz ungeeignet zur Malzbereitung, weil sie die Keimung bereits erlitten hat und daher zu neuer Keimung entweder gar nicht mehr, oder doch nur auf sehr unvollkommene Weise fähig ist. Außerdem ist solche ausgewachsene Gerste meist von den verschiedensten Pilzarten befallen, die ihr gewöhnlich einen unangenehmen mufftrigen Geruch ertheilen, häufig sich aber auch der Wahrnehmung entziehen können. Solche Organismen können höchst schädlich wirken, indem sie in die Maische gelangen, sich weiter entwickeln und vermehren und secundäre Gährungsvorgänge hervorrufen können. Viele legen bei der Beurtheilung der Gerste großes Gewicht auf möglichstste Feinschaligkeit. Doch ist eine feinere oder gröbere Schale von geringem Einfluß auf die Keimung, da man durch die Dauer der Einquellung hier corrigirend wirken kann, sobald das Material nur gleichmäßig in dieser Beziehung ist. Ebenso wenig ist ein hohes Gewicht der Körner unbedingt maßgebend für deren Güte, manche etwas leichtere Gerste keimt besser als schwerere. Auch aus der chemischen Zusammensetzung läßt sich kein Schluß auf die Qualität der Gerste als Malzmaterial machen. Man glaubte früher, die Gerste sei um so besser, je höher ihr Gehalt an Eiweißstoffen, doch ist

durch Untersuchung von E. Pintner jun.¹⁾ nachgewiesen, daß kein directer Zusammenhang zwischen dem Gehalt der Gerste an Stickstoff und dem Verzuckerungsvermögen des daraus dargestellten Malzes besteht. Nach Märcker²⁾ scheint sogar die Güte der Gerste ihrem Eiweißgehalt umgekehrt proportional zu sein.

Außer den morphologischen Veränderungen, die das keimende Korn durch die Ausbildung des Wurzel- und Blattkeimes erfährt, finden mehrfache chemische Umwandlungen statt.

Jede Keimung ist bei jeder Pflanze mit einer lebhaften Athmung verbunden. Das mit Wasser durchtränkte Korn nimmt aus der umgebenden Luft Sauerstoff auf und scheidet Kohlensäure aus. Diese Kohlensäureproduction beruht auf einer Oxydation der organischen Substanz, und derselben verfällt in erster Instanz die stickstofffreie Materie, vor allem das Stärkemehl und das Fett, doch ist auch die Eiweißsubstanz hieran betheiligt. Außerlich wahrnehmbar ist der Oxydationsvorgang bereits in den ersten Stadien der Keimung durch die dabei eintretende Erwärmung und schließlich durch den Substanzverlust. Von 100 Theilen des in der Gerste enthaltenen Stärkemehles werden durchschnittlich, bei der in der Spiritusfabrikation üblichen Weise der Malzbereitung, 4 Theile in Kohlensäure verwandelt (Märcker); bei der längeren Wachsthumsdauer des Braumalzes ist dort der Verlust noch größer. Der Verlust an Fett steigt bis zu 30 Proc. der Gesamtmenge. Außer der Kohlensäure entstehen bei der Keimung stets organische Säuren, Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Citronensäure, Apfelsäure, Bernsteinsäure, Dralsäure.

Eingreifende Veränderungen erfahren weiter die Eiweißstoffe. Diese sind im Samen als Reservestoffe aufgespeichert, um bei der Vegetation der jungen Pflanze den sich neu bildenden Zellen Material zu liefern. In der Form, wie sie sich im Samen finden, sind sie nicht wanderungsfähig, weil unlöslich, undiffundirbar. Um ihrem Zweck genügen zu können, müssen sie in lösliche, diffundirbare Stoffe verwandelt werden. Und so sehen wir, wie bei der Keimung das Eiweiß zum Theil lösliche Form annimmt, zum Theil in diffundirbare Stoffe: Asparagin, Glutamin, Tyrosin, Leucin und andere Amide und Amidosäuren verwandelt wird (E. Schulze³⁾, Behrend und Stürke⁴⁾ u. A.). Diese Umwandlung des Eiweiß in lösliche und diffundirbare Stoffe ist für die Gährungsgewerbe von großer Bedeutung, insofern als damit die Nährstoffe für das Wachsthum der Hefe geschaffen werden. Ebenso wenig wie das unlösliche Eiweiß des Samens beim Wachsthum von Zelle zu Zelle wandern kann, ebenso wenig kann es von der wachsenden Hefenpflanze aufgenommen werden. Für diese muß das Eiweiß in einer assimilationsfähigen Form vorhanden sein, und diese Form wird ihm durch die Malzbereitung ertheilt. Die Malzbereitung hat daher einen doppelten Zweck, einmal den der Bildung der Diastase und ferner

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1883, 997.

²⁾ Zeitschr. d. landw. Central-Bereins f. d. Prov. Sachsen 1885, 287.

³⁾ Landw. Versuchstationen 26, 213.

⁴⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 2.

den der Beschaffung eines für die Hefencultur geeigneten Nährmaterialies.

Da jeder Keimungsvorgang nur bei Gegenwart von Wasser erfolgen kann, so besteht die erste Operation der Malzbereitung in einer Sättigung des Kornes mit Feuchtigkeit, dem Quellen. Dies wird gewöhnlich so ausgeführt, daß die Gerstenkörner in einem Bottich oder sonstigen Behälter, dem Quellstocke, mit Wasser übergossen werden und darin so lange verbleiben, bis sie eine genügende Menge von Feuchtigkeit aufgenommen haben. Sehr zweckmäßiger Weise verbindet man in vielen Fabriken mit dem Quellen eine Waschung, um damit fremde der Gerste anhängende Körper, Pilzkeime und sonstige Organismen zu entfernen. Zu dem Behufe ist der Quellstock so eingerichtet, daß der Gerste während der ganzen Dauer des Keimens ein Strom frischen Wassers, von unten aufsteigend und oben abfließend, zugeführt wird. Soll hiermit aber ein Fortschwimmen der fremden Körper erreicht werden, so ist es unbedingt erforderlich, daß die Gerstenkörner im Wasser bewegt werden, um durch die gegenseitige Reibung die ihnen anhaftenden Stoffe abzulösen. Es kann dies entweder durch sorgfältiges Aufrühren mit hölzernen Krücken oder zweckmäßiger durch Anbringung einer Waschorrathung (Steinecker¹⁾, Landsberger Maschinenfabrik, D. R.-P. 30 157), oder einer mechanischen Rührvorrichtung im Quellstocke (Niebe, D. R.-P. 29 401²) erreicht werden.

Für die zum Quellen erforderliche Dauer der Berührung der Gerste mit dem Wasser sind keine allgemein gültigen Zahlen zu geben. Sie hat sich vielmehr nach mehreren Umständen zu richten. Nach der Beschaffenheit der Gerste, nach der Temperatur. Eine dickschalige, wenig mehligte Gerste quillt langsamer als feinschalige, mehligte. Sehr kaltes Wasser wird langsamer aufgenommen als etwas wärmeres. Im Sommer kann Gerste schon in 36 Stunden quellreif sein, während im Winter drei bis vier Tage nöthig werden können. Doch ist ein allzu langes Quellen thunlichst zu vermeiden, da die Keimfähigkeit des Kornes dadurch beeinträchtigt werden kann. Es ist daher zu empfehlen, den Quellstock an einem nicht zu kalten Orte aufzustellen und das Wasser eventuell bis zu 15° C. zu erwärmen. Die genügend erfolgte Quellreife erkennt man an empirischen Merkmalen: beim Zusammendrücken eines mit den Spitzen zwischen dem Daumen und dem Zeigefinger gefaßten Kornes, soll sich die Schale glatt vom Mehlförper ablösen; das durchschnittliche Korn soll in der Mitte des Mehlförpers noch einen weißen, trockenen Kern haben und dann einen freideartigen Strich geben. 100 l Gerste sollen beim Quellen mindestens 20 l Wasser auffangen und dabei ihr Volumen auf 140 l vergrößern.

Ein neues Quellverfahren ist von Schnell³⁾ empfohlen. Nach diesem soll die Gerste mehrere Male immer auf kurze Zeit in Wasser eingetaucht und dann

längere Zeit der Wirkung der Luft ausgesetzt werden. Hierzu wird das Wasser beim ersten Bade nach zehn Minuten wieder abgezogen, nach zwölf Stunden folgt ein zweites Bad von zehn Minuten u. s. f., bis die Gerste quellreif ist, was stets innerhalb 48 Stunden erreicht werden soll. Das Quellen bei Zutritt der Luft ist lange vor Schnell bekannt gewesen und die Nützlichkeit des Luftzutrittes mehrfach hervorgehoben worden, neu und eigenthümlich ist diesem Verfahren nur die kurze Berührungsdauer der Gerste mit dem Wasser.

Das zum Quellen zu verwendende Wasser sollte möglichst rein sein. Hartes Wasser an sich ist nicht nachtheilig, dagegen ist jedes faulige, oder leicht zur Fäulniß neigende Wasser unbedingt zu verwerfen, da durch dasselbe Fäulnißorganismen in das Malz gelangen würden.

Durch das Quellen werden der Gerste einzelne lösliche Bestandtheile entzogen, doch ist die Menge derselben nicht groß. Der dabei eintretende Verlust beträgt nach mehreren Beobachtungen durchschnittlich 0,5 Proc., selten 1 Proc. Derselbe vertheilt sich ziemlich zur Hälfte auf organische Substanz und Salze (Behrend u. Stärke¹⁾). Im Quellwasser ist Bernsteinäure nachweisbar. Das erste Quellwasser nimmt verhältnismäßig viel, das spätere weniger Substanz auf. Das erste Wasser enthält 2 bis 3 g organische Substanz im Liter und kann daher, wegen seiner gährungs- und fäulnißfähigen Beschaffenheit, beim Ablassen in öffentliche Wasserläufe Schäden herbeiführen.

Das Malz ist in einem bestimmten Stadium der Keimung am reichsten an Diastase und dieses Stadium, oder die Reife des Malzes, kennzeichnet sich an dem Fortschritte der Vegetation des jungen Pflänzchens. Man betrachtet das Malz als reif, wenn der Wurzelkeim eine Länge von etwa 10 mm oder die andertthalbfache Länge des Kornes erreicht, und der Blattkeim sich unter der Schale bis zu etwa zwei Drittel der Länge des Kornes vorgehoben hat. Dabei ist es erfahrungsmäßig nicht gleichgültig, in welcher Zeit dies erreicht wird, indem bei einem zu raschen Wachstume verhältnismäßig wenig Diastase entsteht. In der Spiritusfabrikation führt man die Keimung meist so, daß die Reife vier Tage nach beendigtem Quellen eintritt, in der Brauerei läßt man dazu längere Zeit, bis zu zehn Tagen.

Die Dauer des Wachstums wird durch die Temperatur, bei welcher das Keimen sich vollzieht, regulirt. Je kälter der Raum, um so langsamer wird die Keimung verlaufen. Aber nicht allein die Temperatur der umgebenden Luft ist maßgebend für die größere oder geringere Geschwindigkeit des Vegetationsactes. Es wird, wie oben erwähnt, bei der Keimung Wärme frei und diese überträgt sich auf das keimende Material, wodurch dasselbe weit über die Lufttemperatur erwärmt werden kann. Diese Erwärmung wird um so viel größer werden, je weniger Gelegenheit zur Abgabe von Wärme durch Ausstrahlung und Ableitung geboten ist. Ist das Keimmaterial zu großen Haufen von verhältnismäßig geringer Oberfläche zusammen geschichtet, so findet die im Inneren der Haufen frei werdende Wärme keine oder nur geringe

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 553.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 1082.

³⁾ Wochenjahr. f. Brauerei 1885, 70; Polyt. Journ. 258, 132.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 1074.

Ableitung und es findet hier eine Ueberhitzung, in Folge dessen eine zu sehr beschleunigte Vegetation statt und man erhält ein kraftloses Malz. Dies läßt sich vermeiden, wenn das Keimgut, nachdem die Keimung eingeleitet ist, in dünnen Schichten, die nicht höher als 5 cm sein sollten, ausgebreitet wird, da dadurch eine große Oberfläche der Luft und dem Wärme ableitenden Boden ausgesetzt wird. Außerdem ist die Wärme in der feimenden Masse durch von Zeit zu Zeit vorzunehmendes Umschaukeln und Wenden möglichst gleichförmig zu vertheilen. Als angemessene Temperatur des Malzraumes der Spiritusfabriken wird 14 bis 15° C. angegeben und es ist dann Sorge zu tragen, daß das Keimgut sich nicht mehr als 4 bis 5° C. über diese Temperatur erwärme.

Um eine gleichmäßige Temperatur zu haben, wird der Malzraum, die Malztenne oder der Malzkeller, meist unter der Erde eingerichtet. Ist man durch Grundwasser oder sonstige Umstände hieran behindert, so ist die Malztenne durch starke mit Isolirsichten versehene Umfassungswände, doppelte Fenster, doppelte Thüren, wenn thunlich durch Beschattung von Bäumen, vor den Schwankungen der Außenwärme zu bewahren. Die Decke ist aus Steinen zu wölben, mit Eisenbahnschienen als Widerlager und eisernen Säulen als Träger. Der Boden ist glatt und undurchlässig herzustellen, aus Asphalt, Sollinger Schieferplatten oder abgeschliffenem Cementguß; mit Cement sind ebenfalls die Umfassungswände wenigstens bis zur Höhe von 1 m zu verputzen. Der Zutritt des Tageslichtes ist nicht, wie man früher annahm, schädlich. Da aber mit dem Lichte immer zugleich Wärme eindringt, so ist die Anbringung von Fenstern auf das Nöthigste zu beschränken und es sind diese mit Läden zu versehen, um im Sommer die Wärme abzuhalten. Zur Ableitung der während der Keimung entstehenden Kohlenäure ist für Ventilation zu sorgen, indem, vom Boden des Raumes ausgehend, Abzugsanäle in den Mauern angebracht werden. Endlich ist im Malzkeller auf das Feinlichste auf Reinlichkeit zu halten, indem jede Ansammlung irgend welchen Schmutzes unfehlbar zur Brutstätte von allen möglichen Fermentorganismen, Schimmelpilzen und dergl. wird. Es ist daher die Wasserleitung in den Malzkeller zu führen und es sind Senfköcher anzuordnen, aus denen das Schmutzwasser sofort durch Pumpen fortgeschafft werden kann.

Eine Hauptverschiedenheit der Mälzerei des Brauers und des Spiritusfabrikanten, auf welche bei der Anlage Rücksicht zu nehmen ist, besteht darin, daß ersterer nur getrocknetes, gedarrtes, letzterer dagegen nur frisches, grünes Malz verwendet. Da das Grünmalz nicht haltbar ist, so muß es für den augenblicklichen Bedarf hergestellt werden, und es müssen die Einrichtungen so getroffen werden, daß die Production und der Consum Hand in Hand gehen, oder daß das reife Malz nicht älter als zwei Tage werde. Der Bequemlichkeit wegen wird dann allgemein nur alle zwei Tage eine Operation vorgenommen, welche den für diesen Zeitraum erforderlichen Bedarf liefert. Dies ist aber nur durchführbar, wenn bei der Anlage des Malzcellers richtige Dimensionen gewählt sind. Die hierzu nöthige Größe ist von

Stenglein¹⁾ für eine viertägige Keimdauer berechnet worden, wobei folgende Annahmen gemacht sind:

100 l Malzraum erfordern 4,5 kg Grünmalz,
1 hl Gerste wiegt durchschnittlich 64 kg,
1 hl Gerste liefert 226 l Grünmalz,
100 kg Gerste liefern 150 kg Grünmalz.

Normirt man die Höhe der Malzschicht zu 5 cm, und giebt man einen Zuschlag von 25 Proc. für die zwischen den einzelnen Beeten frei bleibenden Wege, so ist an freier Bodenfläche im Malzkeller zu rechnen:

Größe d. Malzraumes . . .	1	500	1000	2000	3000	4000
Bedarf an Malz pro Bottich . . .	kg	22,5	45	90	135	180
Kellerfläche für						
1 Bottich . . .	qm	3,915	7,830	12,528	23,490	31,320
2 Bottiche . . .	qm	7,832	15,660	31,320	46,980	62,640
3 " . . .	qm	11,747	23,490	46,980	70,470	93,960
4 " . . .	qm	15,660	31,320	62,640	93,960	125,280
5 " . . .	qm	19,575	39,150	78,300	117,450	156,600

Dem Quellstod ist eine solche Stellung zu geben, daß die quellreife Gerste leicht auf die Malztenne geschafft werden kann. Er wird deshalb entweder im Malzkeller selbst untergebracht, oder in einem höher liegenden Raume so aufgestellt, daß sein Untertheil durch das darunter befindliche Gewölbe des Kellers reicht, um dann die Gerste, nach dem Ablassen des Wassers, durch Öffnen eines Mannloches auf die Tenne entleeren zu können.

Das kalte Quellmalz wird zunächst, um die Keimung einzuleiten und die dazu nöthige Wärme zusammenzuhalten, in größere Haufen von etwa 30 cm Höhe gesetzt. Hier macht sich nach kurzer Zeit eine Erwärmung fühlbar, es wird dann, um diese Wärme durch die ganze Masse zu vertheilen, ein Umschaukeln vorgenommen. Der Wurzelkeim durchbricht an der einen Spitze des Kornes die Samenschale als rundlich weißer Fleck, das Korn spizt. Nunmehr wird der Haufen zu einer dünneren Schicht ausgezogen und das Umschaukeln wiederholt, so oft sich eine höhere Temperatursteigerung zeigt, als die oben für zulässig angegebene. Die Wurzeln wachsen allmählig weiter heran und verschlingen sich unter einander, Filzmalz. Es muß dann bei zunehmender Wärme ein vorsichtiges Wenden an Stelle des Umschaukelns treten, um ein Zerreißen der Wurzeln so viel wie irgend möglich zu vermeiden, da jede Schädigung des jungen Pflänzchens seiner Weiterentwicklung nachtheilig ist, ja seinen Untergang herbeiführen kann. Ein Absterben jeden einzelnen Kornes ist aber, so weit es möglich ist, zu verhüten, weil solche zerrissene, zerquetschte, zertretene Körner fremden Organismen als willkommene Unterlage dienen. Nach Ablauf von vier Tagen erfolgt, wenn die oben angegebenen Bedingungen eingehalten sind, die Reife des Malzes, erkennbar an den angeführten Merkmalen. Je nach der Beschaffenheit der Gerste können hierin Abweichungen vorkommen. Verläuft die Keimung zu langsam, so hilft man durch eine etwas wärmere Führung des Haufens, erfolgt sie dagegen zu rasch, so sind die Haufen flacher auszuziehen und häufiger umzuschaukeln.

1) Zeitschr. f. Spiritus-Industrie 1882, 389.

Die Ausbeute an Grünmalz variiert zwischen 135 bis 145 kg pro 100 kg Gerste (Märcker), während man aus dem gleichen Quantum Gerste nur 80 bis 82 kg Darrmalz erhält. Da das Zuckerbildungsvermögen beider Malzarten gleich ist, so verwendet man in der Spiritusfabrikation, wo dieses vor allen Dingen zu berücksichtigen ist, nur Grünmalz. Man spart dadurch einen erheblichen Theil der Gerste und producirt dem entsprechend mit geringeren Kosten. Außerdem verliert man beim Darren eine große Menge von Diastase, die in den beim Trocknen abfallenden Wurzelkeimen enthalten ist.

Die Qualität des Malzes ist je nach der bei seiner Bereitung angewandten Sorgfalt und je nach der Beschaffenheit der Gerste eine sehr verschiedene. Es wäre daher erwünscht, wenn man ein einfaches Mittel besäße, um leicht und einfach die Güte des Malzes, oder seine diastatische Kraft, feststellen zu können. Dieses Bedürfnis ist schon vor Jahren von Otto empfunden und es ist von ihm ein Verfahren zur Untersuchung des Malzes in Vorschlag gebracht, welches darauf beruht, daß eine bestimmte Menge Malz beim Digeriren mit einer bestimmten Menge von Stärkemehl eine Flüssigkeit liefern wird, deren Saccharometeranzeige um so höher sein wird, je größer die diastatische Kraft des Malzes ist. Die mit dieser Methode gewonnenen Resultate können gegenwärtigen Anforderungen jedoch nicht mehr genügen. Neuerdings ist von E. Lintner jun. ¹⁾ ein Verfahren eingeführt, welches gestattet, vergleichbare Zahlen zu gewinnen. Dasselbe beruht auf der Thatsache, daß in unvollkommen verzuckerten Stärkellösungen, durch Hinzufügung neuer Mengen von Malz, eine der zugesetzten Menge der Diastase proportionale Menge von Maltose gebildet wird.

Zur Ausführung der Untersuchung wird das Malz zu feinstem Mehle zerrieben und in einer Probe der Wassergehalt bestimmt. Bei Grünmalz wird eine gewogene Menge zunächst bei einer Temperatur von ca. 40° lufttrocken gemacht und diese lufttrockene Probe zur Untersuchung verwandt, nachdem darin der restirende Feuchtigkeitsgehalt ermittelt ist. 25 g des staubfein gemahlene Malzes werden mit 11 kaltem Wasser 6 Stunden lang bei Zimmertemperatur digerirt, worauf die Flüssigkeit klar filtrirt wird (Malzlösung). Ferner werden 50 g Kartoffelstärkemehl mit 200 ccm lauwarmem Wasser angerührt und mit 500 ccm siedend heißem Wasser zum Quellen gebracht. Der Kleister wird auf 80° C. abgekühlt, mit 100 ccm obiger Malzlösung versetzt und 20 Minuten lang bei 80° erhalten, wobei völlige Verflüssigung eintritt. Die Lösung wird durch ein Seihtuch filtrirt, dann rasch aufgekocht und nach dem Erkalten durch Zusatz von Wasser zum Volum von 1000 ccm gebracht. Die Flüssigkeit (Stärkellösung) wird durch Filtriren geklärt.

In einer ersten Probe werden 100 ccm der Stärkellösung mit eingesenktem Thermometer auf 59 bis 60° erwärmt und, wenn diese Temperatur erreicht ist, mit 5 ccm obiger Malzlösung vermischt und dann genau 20 Minuten lang bei 59 bis 60° digerirt, worauf die

Flüssigkeit zur Abtötung der zugesetzten Diastase rasch aufgekocht und nach dem Erkalten auf 250 ccm verdünnt wird.

In einer zweiten Probe werden 100 ccm der Stärkellösung zum Sieden gebracht und die im Kochen begriffene Flüssigkeit mit 5 ccm der Malzlösung versetzt, wodurch deren Diastase sofort wirkungslos wird. Nach dem Erkalten wird dieselbe ebenfalls auf 250 ccm verdünnt.

Bestimmt man dann in beiden Proben den Maltosegehalt mit Fehling'scher Lösung (s. Art. Stärkemehl), wobei 113 Th. metallisches Kupfer gleich 100 Th. Maltose sind, so wird die erste einen der Diastasewirkung des Malzes entsprechenden höheren Gehalt an Maltose ergeben als die zweite, in welcher jede Wirkung der Diastase ausgeschlossen ist.

Das angewandte Malz möge 97,6 Proc. Trockensubstanz enthalten haben. Es entsprechen die 5 ccm der geprüften Lösung dann 0,122 g wasserfreiem Malz. Die erste Probe möge 0,609 g Maltose mehr ergeben haben als die zweite, dann ist durch 100 Malztrockensubstanz $0,609 \times 100$

$$0,122 = 499 \text{ Maltose gebildet worden.}$$

Diese Menge der Maltose wird um so größer werden, je besser das Malz. Auf Grund seiner Versuche bezeichnet Lintner Malze, von denen 100 Th. Trockensubstanz weniger als 500 Th. Maltose liefern, als schlecht, bei 500 bis 700 Th. als mittelmäßig, bei 700 bis 1000 als gut, bei mehr als 1000 als sehr gut. Später ist von Lintner ¹⁾ eine Modification dieser Methode beschrieben.

2. Die Hefe. Obgleich bei jeder Gährung eine große Menge von neuer Hefe entsteht, so kann man sich derselben in den deutschen Brennereien doch nicht bedienen, weil dieses mit dem Steuergesetze nicht vereinbar ist, sondern muß sie nutzlos zerstören und ist gezwungen, durch eigene Culturen den Bedarf an Hefe zu schaffen. Die Culturenmethode der Hefe, oder die Darstellung der Kunsthefe, ist auf empirischem Wege ausgebildet worden. Wenn auch die Forschungen der letzten Jahre manches Licht auf die Vorgänge der Hefecultur geworfen haben, so bleibt doch noch Vieles unaufgeklärt und andererseits ist die Richtigkeit der gegebenen Erklärungen nicht über allen Zweifel erhaben.

Das Wesen der Hefecultur, so wie sie im praktischen Betriebe ausgeübt wird, besteht in Folgendem: Aus Malz und heißem Wasser wird eine Maische hergestellt, deren Temperatur nach erfolgtem Vermischen der Materialien 65 bis 67° C. betragen soll. Zweckmäßig bedient man sich dabei eines Malzmilchapparates (s. S. 401), welcher mit einem Dampfmantel versehen ist, in welchen man das Malz mit kaltem Wasser einbringt und die Temperatur während des Zerkleinerns allmähig auf die angegebene Höhe steigert. Die Temperatur von 65 bis 67° C. liegt höher als für die Verzuckerung des im Malz enthaltenen Stärkemehles erwünscht ist. Man steigert aber die Wärme bis zu diesem Grade, um fremde Fermentkörper, Buttersäure-Bakterien, die dem Malze anhängen, zu tödten.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 997; 1884, 37.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1885, 767.

Die Hefenmaische, der man gewöhnlich eine Concentration von 15 bis 16° S. giebt, bleibt im offenen Gefäße stehen. Ihre Temperatur sinkt bald auf 50° C. und bei dieser Wärme erhält man sie möglichst constant während einer Dauer von 12 bis 14 Stunden. Um weiter gehende Abkühlung zu verhüten, ist das Local, in welchem die Hefe bereitet wird, die Hefenkammer, während des Winters zu heizen. Durch die in der Luft verbreiteten Fermente stellt sich alsbald Milchsäuregärung ein. Zu Anfang des Betriebes, wo die Luft der Hefenkammer nicht viel Milchsäureferment enthält, hilft man durch Zusatz von etwas saurer Milch nach. Die Anwesenheit der Milchsäure in der Hefenmaische wird allgemein für nöthig erachtet. Ihre Bedeutung ist sehr verschieden erklärt. Früher nahm man an, die Milchsäure bewirke eine Lösung der Eiweißstoffe und der Phosphate des Malzes, um diese in für die Hefe aufnehmbare Form überzuführen; dann nahm man im Malze ein eigenes, die Eiweißstoffe in Peptone umwandelndes Ferment, welches nur bei Gegenwart von freier Säure wirksam ist, an; gegenwärtig ist diese Ansicht ebenfalls wieder verlassen und das „Grundgesetz“ für die Hefenbereitung lautet:

„Man leitet die Milchsäuregärung des Hefengutes deshalb ein, weil die gebildete Milchsäure die Entwicklung der Spaltpilze (womit Butterfäure-Bakterien gemeint sind) verhindert und hierdurch einen reinen Boden für die Entwicklung der ausgefäeten Alkoholhese schafft“ (Märcker¹).

Ob dieses Grundgesetz ganz richtig ist, kann angezweifelt werden, denn: erstens sind die durch das Malz in das Hefengut gebrachten Bacterien bereits durch die hohe Maischtemperatur zum Absterben gebracht, und zweitens würde man sich vor der Entwicklung von neu durch die Luft zugeführten Bacterien durch möglichst rasches, bei der geringen Menge der Hefenmaische leicht auszuführendes Abkühlen, oder durch Anwendung antiseptischer Mittel, Salicylsäure, die die Bacterien schon vernichtet, wenn sie in Mengen von 0,05 bis 0,1 g pro Liter zugesetzt wird und dabei auf die Hefe nicht nur keinen schädlichen, sondern eher einen nützlichen Einfluß ausübt (Heyduck²), oder von Hopfenextract, welches eines der stärksten Bacteriengifte ist (Delbrück³), C. Stenglein⁴), mit Leichtigkeit schützen können. Da man aber, trotz dieser Hilfsmittel, auf die Säuerung des Hefengutes nicht Verzicht leisten zu können glaubt, so muß die Function der Milchsäure wohl eine andere, bislang noch nicht erklärbar sein.

Während der ganzen Dauer der Säuerung ist die Temperatur des Hefengutes möglichst constant auf 50° C. zu erhalten, da bei dieser Wärme eine Milchsäuregärung eintritt, während die Temperatur von 40° C. am geeignetsten für die Bacterien ist, welche Butterfäure und andere flüchtige Fettsäuren erzeugen (Delbrück⁵).

Letztere sind aber der Maische fern zu halten, weil sie selbst in sehr geringen Mengen das Wachsthum und die Vermehrung der Alkoholhese schädigen (Keale¹), Märcker und Werenskiold²). Es genügt schon ein Gehalt von 0,05 Proc. Butterfäure, um die alkoholische Gärung zu hemmen, bei einem Gehalte von 0,1 Proc. wird sie völlig unterdrückt, ähnlich giftig wirkt Ameisensäure. Milchsäure wirkt dagegen noch bis zu 1 Proc. Gehalt fördernd auf die Gärung, eine Hemmung der Gärung erfolgt bei 2,5 Proc., aber selbst bei 4,6 Proc. ist noch langsame Gärung bemerklich. Störungen der Gärung treten ebenfalls ein auf Zusatz von Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, wenn diese mehr als in Spuren zugesetzt werden.

Die Menge der Säure, welche im Hefengute vorhanden sein soll, wird im Allgemeinen so bemessen, daß 20 ccm des Hefengutes wenigstens 2 ccm Normalnatronlösung zur Neutralisation erfordern.

Bei normal verlaufener Säuerung zeigt die Masse einen rein sauren Geschmack, ist zugleich Butterfäure entstanden, so ergiebt sich ein ranziger Beigeschmack.

Nach beendigter Säuerung wird das Hefengut rasch auf 17 bis 18° C. gekühlt, am zweckmäßigsten durch ein im Hefengefäße befindliches Schlangenrohr, durch welches kaltes Wasser fließt, bis die beabsichtigte Temperatur erreicht ist. In diese Flüssigkeit wird die Aussaat von Hefe gemacht. Bei Beginn des Betriebes bedient man sich dazu meist einer guten, frischen Preßhese, ist aber die Hefencultur einmal eingeleitet, so liefert diese selbst das Saatgut, die sog. Mutterhese. Hier tritt nun alsbald lebhaftere Vermehrung der Hefe durch Knospung ein und diese pflegt nach Ablauf von etwa 10 Stunden ihren Höhepunkt erreicht zu haben. Als empirisches Merkmal für die Reife der Hefe gilt die Saccharometeranzeige, welche auf zwei Drittel der ursprünglichen gesunken sein soll. Hätte also z. B. die Maische unmittelbar nach Zufügung der Mutterhese 18° S., so soll sie bei der Reife 12° S. haben. Ist dies erreicht, so entnimmt man der Flüssigkeit etwa den zehnten Theil ihres Volums, um dieses bei der nächsten Cultur als Aussaat zu verwenden und bringt den Rest zu der in Gärung zu versetzenden Hauptmaische. Soll die Mutterhese nicht unmittelbar verwandt werden, so wird ihre Weiterentwicklung durch Abkühlung unterdrückt, indem man sie in einem Metallgefäß in möglichst kaltes Brunnenwasser eintaucht. Durch starke Abkühlung, z. B. im Eiskeller, läßt sich die Mutterhese in Ruhezustand überführen und ist so mehrere Monate lang conservirbar.

Nachdem hierin die Grundzüge der Hefencultur entwickelt sind, geben wir einige der speciellen Vorschriften der Hefencultur.

a) Grüne Malzhese oder Grünmalzhese, nach Schubert. Es sind zur Bereitung dieser Hese, wenn man täglich einen Bottich bemaischt, drei Gefäße (Hefensaß Nr. 1 bis 3) und ein kleineres zur Aufbewahrung der Mutterhese (Hefeneimer) erforderlich.

¹) Handbuch der Spiritusfabrikation, 4. Auflage, Berlin 1886, S. 497.

²) Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1882, 458.

³) Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1884, 746.

⁴) Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1885, 267.

⁵) Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1881, 1, 14, 197.

¹) Scheibler's Neue Zeitschr. f. Zuckerindustrie, 3, 194, 210, 225.

²) Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1881, 114.

Der Inhalt jeder der drei Hefenfässer ist genügend, wenn er $\frac{1}{10}$ von dem des großen Gährbottichs beträgt.

Das anzuwendende Malz muß frisch, lang gewachsen und auf Feinste zerquetscht sein. Die Bereitung der Hefenmaische beginnt 40 Stunden vor der Einmaischung, zu welcher die Hefe benutzt werden soll. Man bringt zunächst auf 100 kg des Malzes 90 l Wasser von 75 bis 80° C. in das Hefengefäß Nr. 1, und schüttet das Malz ein, während zwei Arbeiter durch starkes Umrühren das Malz möglichst rasch mit dem Wasser mischen. Nach ungefähr fünf Minuten ist die Temperatur der Flüssigkeit auf 50° C. gesunken, es werden dann noch 70 l Wasser von 90 bis 93° C. zugesetzt und kräftig umgerührt, wodurch die Temperatur der Flüssigkeit auf 64 bis 65° C. gesteigert wird. Wird diese Temperatur nicht erreicht oder überschritten, so nimmt man beim nächsten Male das Wasser entsprechend wärmer oder kälter. Der Bottich bleibt bedeckt eine Stunde lang stehen, um die Zuckerbildung vor sich gehen zu lassen. Alsdann öffnet man ihn, rührt um und läßt ungestört, bis nach Ablauf von 13 Stunden vom Anfang des Maischens an, stehen, alsdann muß die Abkühlung durch Einstellen von mit kaltem Wasser gefüllten Blechgefäßen beschleunigt werden, so daß 5 Stunden später, also nach Verlauf von 18 Stunden, die Maische eine Temperatur von 21° C. zeigt. Das Hefengefäß wird dann mit einem Deckel zugedeckt, um eine noch weitergehende Abkühlung zu vermeiden.

16 Stunden vor dem Verbräuche wird das Hefengut von 100 kg Malz mit 18 l frischer bitterer Bierhefe oder $3\frac{1}{2}$ bis 4 kg Preßhefe vermischt oder ange stellt und lose bedeckt.

Zu der Zeit, wo man die heiße Maische aus dem Maischbottich auf das Kühlschiff bringt, nimmt man von der Hefe 70 l ab, welche in den Hefeneimer kommen und die Mutterhefe bilden. Beim Abnehmen soll man zunächst die Treberdecke vorsichtig bei Seite schieben und ungefähr zwei Drittel der nöthigen Flüssigkeit ausschöpfen, dann das Ganze umrühren und so das letzte Drittel zunehmen. Die Mutterhefe wird am zweckmäßigsten bis zum nächsten Gebrauche in ein mit kaltem Wasser gefülltes Gefäß gestellt.

Den Rest der Hefenflüssigkeit bringt man in den Gährbottich und vermischt ihn mit ungefähr seinem doppelten Volum der Maische, sobald diese auf dem Kühlschiffe eine Temperatur von 32 bis 33° C. zeigt — das Vorstellen der Hefe. Nach ungefähr einer halben oder einer ganzen Stunde wird der Rest der Maische soweit abgekühlt sein, daß man diese in den Bottich ablassen kann. Zwischen dem Vorstellen der Hefe und dem Zulassen der übrigen Maische darf höchstens ein Zeitraum von 2 Stunden liegen, weil sonst die Hefe an Kraft verlieren würde. Kann man die ganze Maische auf dem Kühlschiffe nicht zur richtigen Zeit genügend abkühlen, so nimmt man von der wärmeren Maische und bringt sie durch Zusatz von kaltem Wasser oder Eis auf die richtige Temperatur.

Die aus dem Hefengefäße Nr. 1 genommene Mutterhefe dient nun dazu, die Gärung und Hefebildung weiter fortzupflanzen. Zu dem Zwecke bereitet man 24 Stunden später, als man mit Nr. 1 begonnen hat, im

Hefengefäß Nr. 2 wieder auf dieselbe Weise eine Maische. Nach ferneren 24 Stunden wird diese mit der Mutterhefe ange stellt, wobei wieder 16 Stunden zur Hefebildung bleiben.

Von Nr. 2 wird die Mutterhefe ebenso abgenommen wie von Nr. 1 und diese wird dann gebraucht, um das Hefengut in Nr. 3 in Gärung zu bringen, so daß immer das vorhergehende Gefäß die Mutterhefe für das folgende liefert. Vom Einmaischen des Hefengutes bis zu seiner Verwendung vergehen 40 Stunden, davon werden 24 Stunden zum Einmaischen, Abkühlen und zur Säurebildung verwandt, während die Maische 16 Stunden lang gährt, ehe sie mit der Hauptmaische zusammengebracht wird.

b) Kartoffelhefe mit grünem Malz, für einen Bottich von 2750 l und 2400 kg Kartoffeln. Es sind hier drei Gefäße und ein Mutterhefeneimer erforderlich, da die Hefe 50 Stunden zum Reifen gebraucht. Zur Anstellung des Gutes kommen 55 l Kartoffelmaische und 30 kg Grünmalz in das Hefengefäß Nr. 1, werden gut durchgemischt und mit 40 l Wasser von 90 bis 93° C. gar gebrannt. Nach 36 Stunden, oder 14 Stunden vor dem Gebrauche, wird das Hefengut mit 9 l Bierhefe oder 1,750 bis 2 kg Preßhefe ange stellt. Kurz vor der Verwendung wird die Mutterhefe abgenommen, die dann zum Anstellen des zweiten Gefäßes dient. Sonst ist die Art der Bereitung dieselbe wie die der vorher beschriebenen Hefe.

c) Schrot hefe aus Gerstendarmmalz und ungemalztem Roggen, für 1000 kg Getreide oder 3600 bis 3800 kg Kartoffeln. 40 bis 42 Stunden vor der Verwendung kommen 80 l heißes Wasser in das Hefengefäß Nr. 1 und werden durch Umrühren auf 75° C. abgekühlt, hierzu kommen 40 kg Gerstenmalz und 8 kg Roggen, beide nicht zu fein geschrotet, und werden mit 40 l Wasser von 88 bis 90° C. gar gebrannt, so daß die Temperatur der Maische 64 bis 65° C. beträgt. Während der ersten 16 Stunden wird häufig umgerührt. 27 Stunden nach der Einmaischung soll die Temperatur 22 bis 23° C. betragen, was durch Umrühren oder durch Einstellen von kaltem Wasser bewirkt werden muß. Es wird dann mit 14 l Bierhefe oder $2\frac{1}{2}$ kg Preßhefe ange stellt, worauf bald die Gärung eintritt, die bis zum Verbräuche andauert. Man reservirt 60 l Mutterhefe, die zum Anstellen des Gefäßes Nr. 2, welches 22 Stunden nach Nr. 1 bemaischt wird, dient.

Wenn das Malz und der Roggen zu fein geschrotet sind, so tritt die Gärung fast jedesmal ein, ohne daß die Treber eine Decke bilden, diese sinken dann zu Boden und lassen die Flüssigkeit zu sehr der Luft ausgesetzt. Um dieses zu vermeiden, ist es zweckmäßig, das Malz und den Roggen nur auf der Grünmalzquetsche zu zerdrücken und es nicht zu schrotet.

d) Schrot hefe aus Gerstendarmmalz, für 1000 kg Getreide oder 3600 kg Kartoffeln. Die Bereitung ist dieselbe wie die der vorigen, mit dem Unterschiede, daß man das Wasser zum Garbrennen um einige Grade wärmer nehmen kann.

e) Zwanzigstündige Hüls hefe von grünem oder Darmmalz, für 1000 kg Getreide oder 3600 kg

Kartoffeln. 18 bis 20 Stunden vor dem Gebrauche bringt man 90 l heißes Wasser in das Hefengefäß Nr. 1. Ist dieses auf 75° C. abgekühlt, so werden 40 kg fein gequetschtes Grünmalz und 30 kg Roggenschrot oder 30 kg Gerstendarrmalz und 30 kg Roggenschrot hinzugefügt. Es wird mit 70 l Wasser von 88 bis 94° C. bis zu einer Temperatur von 64 bis 65° C. gar gebrannt. Nach 8 bis 10 Stunden wird die Maische rasch bis auf 27 bis 29° C. abgekühlt, so daß sie nach 13 Stunden mit 18 l Bierhefe oder mit 3½ kg Preßhefe angestellt werden kann. Vier Stunden darauf rührt man die gährende Masse gut um und nimmt 60 l Mutterhefe ab, die zurückbleibende Hefe wird mit Maische von 35° C. vorge stellt.

f) Delbrück's Schlempehefe¹⁾. Von der sehr richtigen Erwägung ausgehend, daß in der Schlempe die sämtlichen Nährstoffe der Hefe, mit Ausnahme der Maltose, in reichlichster Menge enthalten sind, empfahl Delbrück die Hefenmaische, unter Ersparung des Malzes, durch Mischen von Schlempe mit süßer Maische zu bereiten. Auf 100 l Hefengut werden 50 l Schlempe direct vom Destillirapparate durch ein grobes Sieb in das Hefengefäß gegossen und dort auf 61° C. abgekühlt. Hierauf werden 50 l süße Maische aus dem Maischapparate zugefügt und gut vermischt. Die Anstellung erfolgt zur gewohnten Einmaiszeit, die Säuerung, Abkühlung und weitere Behandlung ist genau dieselbe wie bei der 40 stündigen Grünmalzhefe.

Die Urtheile aus der Praxis lauten sehr verschieden²⁾. Während die Einen mit der Verwendung dieser Hefe sehr gute Resultate erzielen, sind Andere sehr wenig damit zufrieden. Höchst wahrscheinlich ist das negative Ergebnis auf Zufälligkeiten zurückzuführen, da bei einem Vorgange, bei dem so manche äußere Umstände von Einfluß sind, wie es bei der Gährung der Fall ist, jedes positive Resultat schwerer wiegt, als ein negatives.

g) Amerikanische Hefe nach Schrohe³⁾. Auf 50 kg zu verwendenden Hefenmalzes wird mit kochendem Wasser ein Extract von 1 kg Hopfen bereitet. Dieses Extract wird entweder siedend heiß, oder nach dem Abkühlen auf etwa 75° C. zum Einmaischen des grob zerquetschten Malzes verwandt. Die Maische von 15 bis 18° C. bleibt 1 bis 3 Stunden stehen, wird dann durch ein Sieb von den Trebern getrennt und auf 18 bis 19° C. gekühlt. Die Flüssigkeit bleibt bei dieser Temperatur sich selbst überlassen, worauf nach einigen Tagen spontane Gährung eintritt. 12 bis 18 Stunden nach Beginn der Gährung ist die Saccharometeranzeige auf etwa die Hälfte gesunken, worauf die Flüssigkeit in ein starkes, inwendig verzinntes Kupfergefäß von 4 bis 40 l Inhalt, auf dessen Hals ein mit einem kleinen Hahne versehener Deckel luftdicht angebracht ist, gebracht wird. Die Hefe ist zu beliebigem Gebrauche fertig, sei es zum Ansetzen von Hefengut oder, was in Amerika wöchentlich zu geschehen pflegt, zum Verstärken der Mutterhefe; sie hält sich in den Kupfergefäßen, welche in kaltes Wasser gelegt werden, Wochen

und Monate. Bei mikroskopischer Untersuchung erweist sich diese Hefe überraschend rein, ihre Zellen sind oval bis rund, Kugelbakterien treten dabei so gut wie gar nicht auf, Milchsäureferment nur in ganz geringer Menge.

h) Patenthefe von Michaelis u. Jaekel¹⁾. Das Verfahren dieser Hefenbereitung bezweckt eine Ersparung an Malz und damit eine Verringerung der Kosten. Für ein Quantum von süßer Maische, welches nach dem gewöhnlichen Verfahren 25 kg Grünmalz erfordert (Gährbottich von 2300 l, Hefengefäße von 180 bis 190 l), werden 10 kg Grünmalz mit 6,5 l süßer Maische, 6,5 l Schlempe und 10 l Wasser von 90° C. eingemaischt und auf 66 bis 68° C. abgekühlt. Auf diese hohe Maischtemperatur wird besonderes Gewicht gelegt. Dies erste Hefengemisch bleibt bedeckt 10 bis 12 Stunden stehen und wird darauf mit 50 l süßer Maische versetzt. Die Säuerung soll bei 42 bis 44° C. erfolgen.

i) Partenheimer's Hefe, D. R.-P. 25211²⁾. Diese Hefe wird ganz ohne Malz, nur aus verzuckerter Maische dargestellt, indem man dieselbe der Säuerung überläßt, in üblicher Weise mit Mutterhefe versetzt und die reife Hefe, anstatt, wie es sonst geschieht, mit süßer Maische, mit einem vorher abgenommenen Theil des sauren Hefengutes vorstellt. Die aus dem Maischapparate genommene süße Maische wird, wenn sie sich auf 54° C. abgekühlt hat, zugedeckt, 12 Stunden sich selbst überlassen, durchgerührt, auf ihre Temperatur geprüft und weiter etwa 12 Stunden stehen gelassen, bis sie etwa 1,5° Säure³⁾ zeigt und sich bis auf 40 bis 42° C. abgekühlt hat; dann nimmt man etwa den zehnten Theil des Hefengutes für spätere Verwendung ab. Weiter kühlt man dann nach 28 bis 30 Stunden, vom Einmaischen an gerechnet, wo die Säuerung gewöhnlich auf 2° vorge schritten ist, schnell auf die Anstelltemperatur von 20° C. herab, setzt die Mutterhefe zu, läßt über Nacht gähren, nimmt auf 100 l Hefengut 20 l Mutterhefe ab und stellt schließlich die reife Hefe mit den 30 bis 40 l des vorher abgenommenen sauren Hefengutes vor.

Prüfung der Hefe. a) Auf ihren Säuregehalt. Die Wichtigkeit der richtigen Säuerung der Hefe wurde bereits vor langer Zeit von Lüdersdorff erkannt und derselbe konstruirte ein Instrument, durch welches die Menge der vorhandenen Säure nachgewiesen werden konnte. Dieses Lüdersdorff'sche Drymeter wird gegenwärtig kaum noch gebraucht, da es von Delbrück durch einen bequemeren Titrirapparat ersetzt ist. Mittelfst einer Pipette werden 20 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit abgemessen, in einer Porcellanschale mit Lackmus versetzt und darauf aus einer in 0,1 ccm getheilten kleinen Bürette so lange Normalnatron zugefügt, bis gerade Blaufärbung eintritt. Die hierzu erforderliche Zahl von Cubikcentimetern wird als Säuregrade bezeichnet. Ein Säuregrad ist gleich 0,090 g Milchsäure in 20 ccm der Flüssigkeit oder 4,5 g im Liter.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1883, 287.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1884, 45; 1885, 266, 475, 515, 558.

³⁾ Ueber die Bedeutung eines Säuregrades s. Prüfung der Hefe.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1877, Nr. 16.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1878, 21, und Extrablatt, 12.

³⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie. 1882, 72.

b) Auf die Zahl der vorhandenen Hefezellen. Dies Verfahren ist von Panum eingeführt und von Petersen¹⁾ und von Heyduck²⁾ beschrieben; es ist im wesentlichen dieselbe Methode, welche Bierordt zur Zählung der Blutkörperchen angegeben hat und beruht darauf, daß die passend verdünnte Flüssigkeit in einer Schicht von bestimmter Abmessung auf dem Objectträger des Mikroskopes ausgebreitet wird und die in einem bestimmten Volumen befindlichen Hefezellen durch Zählung ermittelt werden. Die dazu erforderliche Zählkammer wird gebildet, indem eine Glascheibe von genau 0,1 mm Stärke auf einen Objectträger gefettet wird, nachdem in die Mitte der Scheibe eine kreisförmige Oeffnung von circa 1 cm Durchmesser geschnitten ist. Wird diese Kammer mit einem ebenen Deckglase verschlossen, nachdem ein Tropfen Flüssigkeit hineingebracht ist, so ist damit eine Flüssigkeitsschicht von 0,1 mm Höhe abgemessen. Da sich der ganze Inhalt der Meßkammer nicht wohl durchzählen läßt, so ist dieselbe in eine Anzahl von kleinen Abtheilungen zerlegt. Hierzu sind auf dem Boden der Kammer rechtwinkelig sich kreuzende Linien in einem Abstände von 0,05 mm gezogen. Jedes einzelne dieser Quadrate hat demnach bei einer Grundfläche von 0,0025 qmm und einer Höhe von 0,1 mm einen Inhalt von 0,00025 cmm und wird als Volumeinheit bezeichnet.

Die zu untersuchende Hefe wird mit ihrem 10 fachen Volumen Wasser verdünnt und gut durchmischt. Unmittelbar nach dem Durchschütteln füllt man mit einem Glasstabe einen Tropfen der Flüssigkeit in die Zählkammer, legt das Deckgläschen auf und bringt die Glasplatte unter das Objectiv eines Mikroskopes von 150 facher Vergrößerung. Durch die vorgenommene Verdünnung sind die einzelnen Zellen genügend weit von einander entfernt, um einzeln genau wahrgenommen zu werden. Bei sehr concentrirten Hefen kann eine weiter gehende Verdünnung erforderlich werden. Man zählt nun der Reihe nach die in je 10 oder 12 Volumeinheiten vorhandenen Zellen, reinigt die Kammer, füllt sie von Neuem, zählt wieder 10 Volumeinheiten durch und wiederholt dies noch mehrere Male. Der Durchschnitt sämmtlicher Zählungen giebt die in einer Volumeinheit der verdünnten Flüssigkeit enthaltene Zahl der Zellen und diese wird um so größer sein, je reicher die Hefe.

Die Zählkammern werden von dem Mechaniker K. Reiß in Vena angefertigt und sind von diesem und von der Glasbläserei des Vereins der Spiritusfabrikanten in Berlin zu beziehen.

Mit der Zählung ist zweckmäßig eine weitere mikroskopische Untersuchung, Vergrößerung 500, auf die Reinheit der Hefe von fremden Fermenten zu verbinden. Von diesen erscheint das Milchsäureferment in stäbchenförmigen, sich durch Quertheilung vermehrenden Zellen, das Butter säureferment bildet sehr kleine, kugelförmige Zellen.

¹⁾ Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet, Hæft 1.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1880, 1.

I. Verarbeitung stärkehaltiger Rohstoffe.

A. Kornspiritus. Rohstoffe: Die verschiedensten Getreidearten, Gerste, Roggen, Weizen, Hafer, Mais, Reis, Buchweizen, Sorghum (Mohrenhirse, Guineakorn, Durra, Dari).

Von den genannten Getreidearten wird in den seltensten Fällen nur eine Sorte ohne weitere Zusätze zur Erzeugung des Spiritus genommen. In den meisten Fällen arbeitet man mit einer Mischung von zwei oder drei verschiedenen Getreiden, von denen man dann die eine in Form von Malz, die andere im rohen Zustande anwendet. Bei uns findet man am häufigsten als Rohstoffe eine Mischung von Roggen und Gerste, manchmal mit Zusatz von Hafer, in England Gerste mit Weizen oder Gerste mit Weizen und Hafer oder auch wohl alle drei mit Roggen. Mais brennt man namentlich in Ungarn und Nordamerika, doch hat man auch in deutschen Brennereien vielfach aus Ungarn und anderen Ländern importirten Mais verarbeitet; Reis in Italien; beide bekommen, um das Stärkemehl in Zucker zu verwandeln, einen Zusatz von Malz, am häufigsten Gerstenmalz. Sorghum wird neuerdings aus südlichen Ländern auf den deutschen Markt gebracht und ist ein beliebtes Material geworden, da der daraus dargestellte Spiritus durch besondere Feinheit des Geruches sich auszeichnet. Lupinen, die ebenfalls für die Spiritusfabrikation empfohlen sind, sind ganz ungeeignet, da sie nur sehr wenig Stärkemehl und auch sonst kein Alkohol bildendes Material enthalten.

Die Mischungsverhältnisse der Getreidearten variiren sehr, und man kann darüber durchaus keine allgemein gültige Angabe machen, der augenblickliche Preis derselben muß dabei meistens entscheiden. Bei einer rationalen Berechnung sollte der verschiedene Gehalt an Stärkemehl wesentlich maßgebend sein, da nur dieser die zu erwartende Ausbeute vorher bestimmen läßt und somit den wirklichen Werth bedingt.

Eine Uebersicht der Zusammensetzung der verschiedenen in der Brennerei verwandten Körnerarten giebt die nebenstehende Tabelle 1).

Bei der Benutzung der Durchschnittszahlen der Tabelle ist zu berücksichtigen, daß die Zusammensetzung der Körner, je nach dem Boden, auf welchem sie gewachsen sind, je nach den Bitterungsverhältnissen, je nach den klimatischen Bedingungen, je nach dem günstigeren oder ungünstigeren Einbringen bei der Ernte, nicht unbeträchtlichen Schwankungen unterliegt. Diese sprechen sich in den angeführten Maximal- und Minimalwerthen aus. Ferner ist aber auch Rücksicht darauf zu nehmen, daß diese Analysen meist mit normalen, für den menschlichen Consum geeigneten Körnern angestellt sind, während für die Spiritusfabrikation sehr häufig nicht verkaufsfähige Waare verwandt wird und verwandt werden muß.

¹⁾ Nach König, Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, 2. Aufl., Berlin 1882, S. 73 bis 98.

Zusammensetzung
der in der Spiritusfabrikation verwandten Körnerfrüchte.

		Wasser	Eiweiß	Fett	Stickstofffreie Stoffe (Stärke-mehl)	Holz-faser	Asche
Weizen	Durchschnitt	13,65	12,35	1,75	67,91	2,53	1,81
	Maximum	19,10	21,37	3,57	73,77	6,34	2,68
	Minimum	5,33	7,61	1,00	59,90	1,24	0,52
Spelz (Dinkel)	Durchschnitt	12,09	11,02	2,77	66,44	5,47	2,21
	Maximum	15,25	14,49	2,96	—	8,64	3,43
	Minimum	7,00	9,07	2,53	—	0,78	1,22
Roggen	Durchschnitt	15,06	11,52	1,79	67,81	2,01	1,81
	Maximum	19,43	16,93	2,86	72,61	4,25	2,93
	Minimum	8,51	7,91	0,90	60,91	1,04	1,43
Gerste	Durchschnitt	13,77	11,14	2,16	64,93	5,31	2,69
	Maximum	20,88	17,46	4,87	72,20	14,16	6,92
	Minimum	7,23	6,20	1,03	49,11	1,96	0,60
Hafer	Durchschnitt	12,37	10,41	5,23	57,78	11,19	3,02
	Maximum	18,46	19,16	7,31	65,45	20,02	6,11
	Minimum	7,66	6,25	2,76	42,82	6,66	1,61
Mais	Durchschnitt	13,12	9,85	4,62	68,41	2,49	1,51
	Maximum	22,40	13,90	8,89	74,92	8,52	3,93
	Minimum	7,40	5,54	1,61	60,49	0,76	0,61
Reis	Durchschnitt	13,11	7,85	0,88	76,52	0,63	1,01
Sorghum, ungeschält .	Durchschnitt	11,66	9,25	3,50	65,95	7,29	2,35
Buchweizen, ungeschält .	Durchschnitt	11,93	10,30	2,81	55,81	16,43	2,72

So auf dem Felde ausgewachsenes Korn, leichtes, vom Saatkorn abgefondertes Korn u. s. w.; der Mais besitzt, wenn er frisch nach der Ernte in den Handel gebracht wird, einen höheren Wassergehalt als dem Maximum der Tabelle entspricht. Die Zusammensetzung solcher Producte kann dann von den Zahlen der Tabelle weit abweichen und man würde sich Täuschungen hingeben, wenn man diese Zahlen seinen Berechnungen zu Grunde legen wollte. Zu sicheren Resultaten gelangt man nur auf Grund von Analysen, welche mit Proben des zu verarbeitenden Materiales ausgeführt werden. Die Methoden zur Bestimmung des Stärkemehles finden sich im Art. Stärkemehl.

Bei der Auswahl der Getreidearten ist noch in Betracht zu nehmen, daß der Roggen im Allgemeinen eine dickflüssige, leicht klebrige Maische liefert, während Gerste und Hafer dünne klare Würzen und lockere Treber geben. Es ist dies namentlich da wichtig, wo man nicht

die Maische, sondern die Maischwürze zur Gärung bringt. Aus diesem Grunde wird in England, wo man nur Maischwürze zieht, höchst selten Roggen gebraucht. Man mischt dort sogar, um die Treber möglichst locker zu machen, manchmal fein geschnittenes Stroh zur Maische und zwar namentlich in solchen Fällen, wo man mit verhältnißmäßig wenig Malz arbeitet.

In den Kornbrennereien Deutschlands wird ganz vorzugsweise Roggen benutzt. Auch in Amerika wird in den Maisbrennereien ein Zusatz von etwa 10 Proc. Roggen gemacht. Nach Beobachtungen von Delbrück¹⁾ bewirkt ein Zusatz von Roggen eine ungemein hohe Vergärfähigkeit der Maischen und es soll diese dadurch bedingt sein, daß der Roggen fast die Hälfte seiner Eiweißstoffe in löslicher, für die Ernährung der Hefe ganz besonders geeigneter Form enthält.

In den deutschen Spiritusfabriken wird das erforder-

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 9, 49.

liche Malz nur als Grünmalz verwandt. Von der früher üblichen Verwendung des Darrmalzes ist man ganz zurückgekommen. Selbst die Hefe, für die man das Darrmalz lange für unentbehrlich gehalten hat, wird fast immer aus Grünmalz gefertigt (s. o.). In den englischen Brennereien arbeitet man dagegen noch mit Darrmalz, da der englische und schottische Kornbranntwein, der Whisky, seinen eigenthümlichen, für den Kenner höchst angenehmen Geruch und Geschmack dem Torfrauch, welcher beim Darren das Malz durchströmt, verdankt. Da aber bei uns auf diesen Rauchgeschmack keine Rücksicht genommen zu werden braucht, so ist das Darren keine Nothwendigkeit.

Das Mischungsverhältniß zwischen Malz und Getreide wird sehr verschieden gewählt. Die äußersten Grenzen findet man in englischen Brennereien. Es arbeiten Einzelne mit reinem Malze, Andere nehmen auf 1 Th. Malz bis zu 14 Th. Getreide. Beides sind Extreme, die gleich irrational sind. Im ersteren Falle Verschwendung von Malz, im zweiten Verschwendung von Korn, da eine so geringe Menge von Malz nicht ausreicht, eine genügende Zuckerbildung herbeizuführen, oder, wenn dieses doch möglich ist, wenigstens so lange Zeit erfordert, daß die Maische dabei stark säuern muß. Das richtige Verhältniß liegt in der Mitte und man kann annehmen, daß das Malz $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ der Mischung betragen muß.

Das Grünmalz wird gequetscht oder in Malzmilch verwandelt, das rohe Getreide wird zu Schrot gemahlen. Bei Anwendung verschiedener Arten von Getreide mahlt man diese, meistens im bestimmten Verhältnisse vermischt, gemeinschaftlich und bezeichnet das Product als Mengschrot. Ein Beuteln und Absondern der Kleie ist nicht erforderlich. Abscheidung der Kleie wäre sogar unzweckmäßig, weil damit eine große Menge Stärkemehl und lösliche stickstoffhaltige Bestandtheile verloren gingen, von denen die letzteren später zur Hefebildung dienen.

Verarbeitung von Gerste, Roggen, Weizen, Hafer. Diese Materialien finden fast ausschließlich in Brennereien Verwendung, die nicht Kohspiritus, sondern unmittelbar Trinfbranntwein von feiner Qualität, Kornbranntwein, erzeugen.

Einmaischen. Der Zweck des Einmaischens ist die Umwandlung der Stärke in Zucker. Dieses kann nur geschehen, wenn Malz und Schrot mit Wasser auf die zur Zuckerbildung erforderliche Temperatur gebracht werden. Zunächst ist dabei erforderlich, daß das Malz und Schrot nicht allein vollständig von Wasser durchdrungen, sondern daß sie auch gleichmäßig im Wasser vertheilt seien. Beim Einschütten der gemahlten Stoffe in Wasser bilden sich leicht Klumpen und dieses geschieht um so eher, je heißer das Wasser ist, weil dann das Stärkemehl sich verkleistert und trockenes Schrot so umhüllt, daß die Berührung mit dem Wasser aufgehoben wird. Um dieses zu vermeiden, muß gleich von Anfang an dahin gestrebt werden, das Wasser mit dem Schrot recht zu vermischen.

Man hat dazu mancherlei verschiedene Methoden. Früher wurde die Maische im Gährbottich selbst bereitet. Das Malz und Schrot wurden darin mit wenig warmem

Wasser zu einem dicken Teige geschlagen, dieser wurde durch Zusatz von siedendem Wasser bis auf die erforderliche Temperatur gebracht und endlich durch eine entsprechende Menge von kaltem Wasser bis zur Gährungswärme abgekühlt. Das Teigschlagen ist eine unendlich mühsame Arbeit; nur durch ununterbrochene Aufmerksamkeit, mit Aufwand aller Kräfte ist es möglich, mit dem hölzernen Rührscheit einen gleichmäßigen Teig zu erhalten. Ausführbar ist es nur bei einem kleinen Betriebe. Die große Menge des Zuleitwassers verdünnt die Maische so sehr, daß man bei der jetzigen Besteuerung nicht mehr dabei bestehen könnte.

Der größere Betrieb der neueren Fabriken und das Dickmaischen verdrängte die Handarbeit, es wurden Maschinen construirt, welche besser und leichter arbeiteten. Kühlschiffe machten eine geringere Menge von Zuleitwasser erforderlich. Eine Folge davon war, daß die Einmaischung nicht mehr im Gährbottich geschah, sondern daß ein Apparat die Maische für alle Gährbottiche lieferte. Dieser wurde Vormaischbottich genannt, während die anderen den Namen Maischbottiche behielten. Letzteres mit Unrecht, denn der Gährbottich dient nicht mehr zum Maischen, er ist bestimmt, die fertige Maische aufzunehmen.

Die Menge des beim Maischen zuzufügenden Wassers kann ziemlich willkürlich gewählt werden, wenn man nicht auf möglichst hohe Ausnutzung des Gährraumes Rücksicht zu nehmen hat. Die Wirkung der Diastase erfolgt immer, so lange genügende Mengen von Flüssigkeit vorhanden sind, um die bei der Verzuckerung des Stärkemehles gebildetwerdenden Producte zu lösen. Ob eine obere Grenzschicht vorhanden ist, bei welcher das Verzuckerungsvermögen der Diastase durch zu hohe Concentration der Flüssigkeit aufgehoben wird, ist nicht bekannt. Andererseits wirkt aber die Diastase noch in sehr verdünnten Lösungen. Zu Gunsten einer dünnen Maischung, d. h. einem weiten Verhältnisse von Wasser und Trockensubstanz, hat man früher behauptet, eine völlige Vergärung sei nur bei dünnen Maischen möglich. Das Irrthümliche dieser Anschauung ist allgemein erkannt. Aus Beobachtungen von Delbrück¹⁾ geht hervor, daß sogar Zuckerslösungen von 30 Proc. durch gut ernährte Hefe noch vergohren werden und dabei Maischen von 18,7 Vol. Proc. Alkohol liefern können. Man wird daher, welches Material man auch verarbeite, überall, wo der Raum des Gährbottichs der Besteuerung unterliegt, dahin streben, das Verhältniß von Wasser und Trockensubstanz so enge zu wählen, wie möglich ist.

Die Ausbeute an Alkohol wird bei sonst gut geleitetem Betriebe immer proportional der ursprünglichen Concentration der Maischen sein, und man kann nach Delbrück²⁾ durchschnittlich auf folgende Verhältnisse rechnen:

Concentration der Maische	Ausbeute vom Gährraume
16° S.	7,5 Literproc.
18	8,25 "
20	8,75 "
22	9,5 "

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 9, 49.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1882, 414.

Bei der Verarbeitung von Korn ist man durch die Beschaffenheit der entstehenden Maischen gezwungen, die Maischen dünner zu halten, als dies bei anderen Rohmaterialien erforderlich ist. Speciell für Roggen giebt Deibrück¹⁾ eine Bemaischung von 100 l Gährraum mit 22,5 bis höchstens 23,5 kg Roggen und 3 kg Malz als zulässig, wobei eine Ausbeute von etwa 8 Literproc. vom Gährraum zu erwarten ist.

Die Apparate haben wir oben beschrieben und können uns hier darauf beschränken, ihre Anwendung zu erklären.

Es ist oben erwähnt worden, daß die Einwirkung der Diastase auf das Stärkemehl schon in der Kälte eintritt und bei einem über 75° liegenden Temperaturgrade aufhört. Beim Erwärmen geht die Einwirkung weit rascher vor sich und es wird als die günstigste Maischtemperatur eine zwischen 60 und 75° liegende Wärme bezeichnet. Da der höchste Wärmegrad aber der Zerstörung des Malzes zu nahe liegt, so hält man sich am besten von diesem ziemlich entfernt und läßt die Maische nicht wärmer als 60 bis 62° werden. Ein bis zwei Grad mehr oder weniger machen dabei keinen großen Unterschied, die angegebene Wärme genügt aber vollkommen, um die Zuckerbildung in kürzester Zeit zu erreichen.

Das Einmischen selbst wird auf sehr verschiedene Weise ausgeführt, doch lassen sich folgende Hauptmodifikationen unterscheiden.

a) Das ältere, deutsche Verfahren. Das Schrot wird zunächst mit ungefähr der Hälfte des zum Maischen erforderlichen Wassers von ungefähr 60° C. eingeteigt, wobei die Temperatur durch die Abkühlung durch die Wände des Bottichs und durch das eingeschüttete Schrot um ungefähr 15° herabgebracht wird; durch Zusatz von siedend heißem Wasser oder durch warmes Wasser und durch frei einströmenden Dampf wird dann die Wärme bis auf 62° C. gesteigert und die ganze Maische nach der Abkühlung zur Gährung gebracht.

b) Das neuere deutsche Verfahren. Das Korn wird mit Wasser im Henzedämpfer gekocht und die Masse in die im Maischapparate enthaltene kalte Malzmilch geblasen.

c) Das englische Verfahren. Das Schrot wird in dem Bottich mit wenig Wasser eingeteigt und dann der Rest zugefügt; das Wasser muß dabei eine solche Wärme haben, daß die Maische nach der durch den Bottich und das Schrot herbeigeführten Abkühlung auf der richtigen Temperatur ist. Nach beendigter Zuckerbildung wird klare Würze gezogen; die Treber werden mit Wasser zum zweiten Male oder noch mehrere Male gemaischt.

Zu a) Bei der Ausführung des älteren Verfahrens beginnt man damit, daß man die erforderliche Menge von Wasser in den Maischbottich bringt, das Rührwerk in Bewegung setzt und nun das Schrotgemenge durch einen leinenen Schlauch allmählig zuläßt. Der Bottich ist während der Zeit, um die Flüssigkeit nicht zu weit abkühlen zu lassen, mit einem Deckel dicht verschlossen.

Beim Einschütten giebt man entweder das Gemisch von Schrot und Malz gleichzeitig in den Bottich, oder

man schüttet zunächst das Malz, dann das Getreide, oder man schüttet zunächst ein Drittel des Getreides, dann die Hälfte des Malzes, dann das zweite Drittel des Getreides, dann den Rest des Malzes und endlich das letzte Drittel des Getreides zu. Es scheint am zweckmäßigsten zu sein, wenn man das letzte Verfahren anwendet, jedoch mit dem Unterschiede, daß zuerst und zuletzt Malz gegeben wird. Man hat dabei den Vortheil, daß das Getreideschrot gleich in eine Flüssigkeit kommt, welche in hohem Grade zuckerbildend ist, wodurch also sofort eine Verflüssigung eintritt und die Vermischung mit dem Wasser erleichtert wird; der letzte Zusatz von Malz kann dann noch einmal recht kräftig auf das noch vorhandene Mehl wirken. In einer uns genauer bekannten Brennerei wird dieses Verfahren mit großem Vortheile angewandt. Es kommt dort auf einen Gährbottich von 2360 l eine Schüttung von 275 kg Roggen, 125 kg Gerste, beides zusammen als 400 kg Mengschrot, 100 kg Grünmalz und 50 kg Darmmalz. In den Bottich werden 450 l Wasser von 60° geschüttet und in dieses zunächst 50 kg zerquetschtes Grünmalz, dann 200 kg Mengschrot, 50 kg Darmmalz, 200 kg Mengschrot und endlich noch 50 kg Grünmalz.

Die Teigbildung ist mit einem guten Rührwerke in höchstens 30 Minuten beendet, man findet in der Masse nicht die geringsten Klumpen, keine Spur von trockenem Schrote. Man läßt das Rührwerk still stehen und kehrt mit einer Bürste Alles, was an den Wänden des Bottichs in die Höhe gespritzt ist, herab, schließt den Deckel wieder und läßt das Schrot noch eine halbe Stunde lang weichen. Das Gaarbrennen erfolgt dann unter kräftigster Bewegung des Rührwerkes durch langsamen Zufluß von Wasser von 90° C., von dem man zu obiger Schüttung 450 l giebt und dann die Maische durch einströmenden Dampf so weit erwärmt, bis das Thermometer höchstens 70° zeigt. Dieses ist genügend, um die Maische während der Zuckerbildung auf durchschnittlich 65° C. zu erhalten. Das Gaarbrennen erfordert ebenfalls eine halbe Stunde, während welcher das Rührwerk unablässig arbeitet. Nachdem die Wände des Bottichs wieder gereinigt sind, läßt man die Maische während zwei Stunden ruhig stehen, um die Umwandlung des Stärkemehles in Zucker zu beenden. Manche Brenner setzen während der Zeit das Rührwerk ab und an wieder in Gang, andere lassen es ruhig stehen; ersteres ist richtiger, da dadurch eine gleichmäßigere Vertheilung der noch in den Trebern enthaltenen Stärkemehlförnchen erreicht wird, während dieselben, wenn sie sich am Boden ablagern, sich leicht der Fersehung entziehen.

Das Gaarbrennen mit Dampf hat keine großen Vortheile, insofern weit weniger Dampf als heißes Wasser erforderlich ist, um die Flüssigkeit auf eine bestimmte Temperatur zu bringen. Nehmen wir an, daß die Masse in obigem Beispiele, bestehend aus 450 l Wasser, 400 kg Mengschrot und 150 kg Malz, zusammen also 1000 kg, welche während des Einbringens auf 45° erkaltet sind, auf 70° erwärmt werden soll, so müssen 25 000 W.-E. zugeführt werden; wir lassen dabei zur Abfözung der Rechnung außer Acht, daß die Wände des Maischbottichs und das Rührwerk dabei gleichfalls erwärmt werden müssen, ferner daß die speci-

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1882, 415.

fische Wärme des Schrotens und des Malzes nicht gleich der des Wassers ist. Hat man siedend heißes Wasser zur Verfügung, so kann jedes Kilogramm 30 W.-E. abgeben; die 25 000 W.-E. werden daher von 833 kg siedendem Wasser geliefert und man erhält nach dem Garbrennen 1833 kg Maische. Ist aber das Wasser nur 90° warm, so kann es nur 20 W.-E. abgeben, oder man muß 1250 kg Wasser zusetzen, um 1000 kg von 45 auf 70° zu bringen und erhält so 2250 kg Maische. Verwendet man statt dessen Dampf zum Garbrennen, so kann dieser, ebenso wie das siedend heiße Wasser, von seiner freien Wärme 30 W.-E., außerdem aber seine gesammte latente Wärme oder 536,5 W.-E. abgeben, jedes Kilogramm Wasserdampf wird daher mit 566,5 W.-E. zur Erhitzung der Maische beitragen, oder wir werden, da wir 25 000 W.-E. zu führen müssen, unseren Zweck mit $\frac{25000}{566,5} = 44$ kg

Wasserdampf erreichen und schließlich 1044 kg Maische haben. Unsere Maische ist für einen Gährbottich von 2360 l Inhalt bestimmt, von diesem Inhalte muß aber mindestens $\frac{1}{10}$ frei bleiben, um ein Uebergähren zu vermeiden; etwa ebenso viel Wasser wird man gebrauchen, um den Maischbottich und später das Kühlschiff nachzuspülen, es darf daher die Maische im Maischbottich höchstens ein Volum von 1888 l oder, wenn wir das spezifische Gewicht derselben nicht berücksichtigen, ein Gewicht von 1888 kg haben. Ein Garbrennen mit siedend heißem Wasser würde daher noch möglich sein, bei Anwendung eines Wassers von 90° würde der Gährbottich schon nicht genügend groß sein; bei ausschließlicher Verwendung von Wasserdampf würde man dagegen eine übermäßig concentrirte Maische erhalten. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, einen Theil der Wärme beim Garbrennen in Form von heißem Wasser zu geben und dann so lange Dampf einströmen zu lassen, bis der nöthige Wärmegrad erreicht ist. Man kann beide so reguliren, daß man der Maische eine solche Concentration giebt, um auf dem Kühlschiffe noch etwas kaltes Wasser zufügen zu können.

Die Anwendung des Dampfes hat jedoch einen Nachtheil, der nur durch Vorsicht beseitigt werden kann. Durch plötzliche Berührung mit dem siedend heißen Wasserdämpfen wird nämlich die Diastase leicht unwirksam gemacht, es tritt dies um so eher ein, wenn die Dämpfe im Kessel weit über 100° C. erhitzt sind. Man verbrennt also das Malz sehr leicht durch den Dampf. Dies ist jedoch zu vermeiden, wenn man dafür Sorge trägt, daß die Flüssigkeit während der Erhitzung durch das Rührwerk in starker Bewegung gehalten wird, und wenn man den Dampf nicht durch ein weites offenes Rohr, sondern durch einen Brausenkopf, oder besser noch durch ein am Boden liegendes, kreisförmiges, mit feinen Löchern durchbohrtes Dampfrohr einströmen läßt. Der Dampf wird dann in viele feine Strahlen zertheilt, die, mit einer großen Menge von Flüssigkeit in Berührung, rasch abgekühlt werden. Sehr zweckmäßig ist jedenfalls die Erwärmung in dem oben (S. 425) beschriebenen belgischen Macerateur, da darin die Maische durch den im Mantel circulirenden Dampf erhitzt wird, ohne verdünnt oder verbrannt zu werden.

Während des Einmischens verändert sich das Ansehen und der Geschmack der Flüssigkeit bedeutend. Anfangs beim Einschütten ist sie fast milchweiß von dem suspendirten Mehle, sie schmeckt fade, mehlig. Nach und nach verschwindet das Mehl, die Farbe der Hülsen und des Extracts treten immer mehr hervor, bis sie zuletzt gelb ist und rein süß schmeckt. Es dürfen dann beim Zerdrücken der Malzhülsen keine weißen Stärkemehlkörnchen mehr sichtbar werden, ein Tropfen der vorher abgekühlten Maische, mit Wasser und Jodtinctur vermischt, darf darin keine blaue oder rothe Farbe hervorbringen, noch weniger dürfen die Treber durch Jod blau gefärbt werden, was geschehen würde, wenn sie noch Mehl enthielten.

Nach beendigter Zuckerbildung, die in den meisten Fällen in zwei Stunden erreicht sein dürfte, zieht man die fertige Maische aufs Kühlschiff.

Sonstige Zusätze werden beim Einmischen gewöhnlich nicht gemacht, doch wurde von Balling und später wieder von Schubert ein Zusatz von Hefe oder einer concentrirten, in starker Gährung befindlichen Maische sehr empfohlen, da dadurch die spätere Gährung sehr befördert werden soll. Der Vortheil eines solchen Zusatzes ist jedoch nicht ersichtlich, da die Hefe bei der Temperatur der Maische sofort getödtet werden wird.

Zu b) Dem Dämpfen des Roggens, wobei derselbe unzerkleinert, im ganzen Korne verarbeitet wird, stellen sich anfangs große Schwierigkeiten entgegen, insofern als beim Ausblasen eine Menge von Körnern unverletzt blieben, die auch vermöge ihrer schlüpfrigen Beschaffenheit und ihres kleinen Volumens der Wirkung der meisten Zerkleinerungsvorrichtungen im Maischapparate widerstanden. Es ist dies vorzugsweise beim Henzedämpfer, weniger beim Hollefreund, Bohm und solchen Apparaten vorgekommen, welche im Dämpfer Rührvorrichtungen besitzen. Die Ursache dieser Erscheinung ist auf den Umstand zurückzuführen, daß bei der für die Kartoffeldämpfung geeigneten Dampfeinströmung sich fast stets Canäle in der von Wasser bedeckten Körnermasse bilden, durch welche der Dampf passiert, ohne seine Wärme an die Körner abzugeben. Durch Veränderung der Dampfeinströmung ist dem Uebelstande abgeholfen. Legt man in den Conus des Henzedämpfers mehrere Dampfzulaßröhren in Spiralfstellung über einander und giebt man diesen im Inneren des Dämpfers eine Biegung in der Richtung der Tangente des Kreises, so wird beim Einströmen des Dampfes der ganze Inhalt des Dämpfers in eine rotirende Bewegung versetzt und kommt damit in innigsten Contact mit dem Dampf.

Das Dämpfen ganzer Körner gelingt am besten, wenn dieselben vorher in Wasser eingequell sind. Dieselben werden daher am Abend in den Henze gebracht und mit Wasser übergossen, bis sie reichlich davon bedeckt sind, auf 100 kg Roggen rechnet man 160 l Wasser. Durch etwas Dampf erwärmt man das Wasser auf 40 bis 50° C. und läßt den Apparat über Nacht stehen. Am folgenden Morgen wird die Dampfeinströmung so regulirt, daß das Manometer nach etwa 45 Minuten 3 Atmosphären Druck zeigt und dieser Druck wird $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 Stunden lang erhalten. Kann man die Körner vor dem Dämpfen nicht quellen lassen, so kocht

man sie, ehe man Dampfdruck giebt, etwa eine Stunde lang bei geöffnetem Mannloche und steigert den Druck erst, nachdem Erweichung eingetreten ist. Die gedämpfte Kornmasse wird unter kräftigster Bewegung des Rührwerkes in den Maischapparat, in welchem das Malz mit kaltem Wasser zu Malzmilch aufgelöst ist, ausgeblasen, wobei die Ausblasungsgeschwindigkeit so regulirt wird, eventuell unter Zuhilfenahme der Bottichkühlung, daß die Maische nach beendeter Ausblasen eine Temperatur von 60 bis 62° C. hat.

Um Roggen mit Kartoffeln gemeinschaftlich zu dämpfen, was bei der Verarbeitung von stärkemehlarmen Kartoffeln erwünscht sein kann, sollte man den Roggen in besonderen Gefäßen etwa 12 Stunden lang quellen lassen, das von den Körnern nicht aufgefogene Wasser abziehen und die gequellten Körner mit den Kartoffeln in den Henze bringen, wobei zuerst der Dämpfer etwa zur Hälfte mit Kartoffeln gefüllt wird, auf diese kommt das gequellte Korn, dann der Rest der Kartoffeln. Wenn man, wie es mehrfach geschehen ist, die trockenen Körner zwischen die Kartoffeln schichtet, so ist ein gutes Resultat nicht zu erwarten, da die Wirkung des Dämpfens sich nur geltend machen kann, wenn dem Stärkemehle dabei Gelegenheit zum Quellen gegeben ist. Bei feuchten oder ausgewachsenen Körnern erfolgt die Quellung schwer, wenn sie in diesem Zustande verarbeitet werden, leicht dagegen, wenn sie vorher auf Darren völlig getrocknet worden sind (Stenglein¹⁾). Mehrfach ist empfohlen worden, beim Dämpfen des Kornes etwas Schwefelsäure zuzufügen. Will man sich dieses Mittels bedienen, so sollte die Säure jedoch nur dem Einquellwasser zugefetzt werden, wie von Delbrück²⁾ angegeben. Direct in den Dämpfer gebrachte Säure ruiniert den Apparat ganz sicher und kann ihn nach einiger Zeit so schwächen, daß eine Explosion desselben eintreten muß.

Zu c) Ganz von dem vorhergehenden abweichend ist das englische Maischverfahren. Es besteht im Wesentlichen darin, daß man nur auf klare Maischwürze arbeitet, wobei die Treber nachher ausgewaschen werden. In der großen Brennerei von Macfarlan u. Co. in Glasgow verwendet man zu jeder Maischung 260 Ctr. (14560 kg) Schüttung, die $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ ihres Gewichtes Malz enthält. Diese werden zunächst im Maischbottich mit so viel Wasser von 60° C. übergossen, wie erforderlich ist, um das Schrot zu durchfeuchten. Nach ganz kurzem Einteigen wird der Rest des Wassers mit 80 bis 82° C. zugefetzt, so daß die Maische eine mittlere Temperatur von 65° C. hat. Zu diesem ersten Aufguß werden im Ganzen auf obige Schüttung 70920 l (394 Faß à 180 l) Wasser gebraucht, so daß die Trockensubstanz zum Wasser sich annähernd wie 1 : 5 verhält. Nach dem Abziehen der klaren Würze, wozu der Bottich ähnlich wie der Maischbottich der Bierbrauer mit einem Seitboden versehen ist, läßt man ebenso viel Wasser wie vorher zum ersten Maischen zufließen, dessen Temperatur dann aber bedeutend höher sein kann, da es sich weniger um Fortsetzung der Zuckerbildung, als um eine Ausziehung der noch in den Trebern enthaltenen Flüssig-

keit handelt. Man steigert daher die Temperatur dieses zweiten Wassers bis auf 82° C.

Die zweite Würze wird durch eine Pumpe in ein großes Reservoir geschafft, worin sie bis zum folgenden Tage verbleibt, um dann statt Wasser beim Maischen gebraucht zu werden. Das große Volum der Flüssigkeit verhindert dabei die Abkühlung so weit, daß die Temperatur noch fast hoch genug zum Garbrennen ist.

In anderen englischen Brennereien begnügt man sich mit zwei Würzen nicht, man zieht drei, vier und sogar fünf Würzen, wodurch das Auswaschen der Treber allerdings noch vollständiger erreicht wird, wodurch aber auch weit mehr Arbeit verursacht wird. Bei fünf Würzeziehungen wird zu den beiden ersten Würzen die Hälfte des ganzen Wassers verbraucht. Diese werden vermischt und sind dann stark genug, um in Gährung gebracht zu werden. Die drei letzten Würzen werden mit der zweiten Hälfte des Wassers gemacht und werden nachher gemischt, um am folgenden Tage beim Einmaischen statt Wasser verwandt zu werden.

Nach der beendigten Einmaischung ist vor Allem eine gründliche Reinigung des Maischbottichs erforderlich, weil jeder Tropfen der zurückbleibenden Maische bei der längeren, zwischen zwei Maischungen liegenden Zeit durch den Zutritt der Luft säuern und dann das Milchsäureferment auf die folgende Maische übertragen würde.

Man muß daher sofort, nachdem die Pumpe die Maische abgezogen hat, den Bottich mit Wasser nachspülen; das Spülwasser wird mit der übrigen Maische vereint. Man erreicht das Nachspülen am besten, wenn ein Arbeiter die Wände des Bottichs mit einer Bürste reibt, während ein anderer mit einer feinen Brause das Wasser aufgießt.

Abkühlen. Die heiße Maische kann nicht in Gährung versetzt werden. Es muß daher ihre Temperatur bis auf den erforderlichen Wärmegrad herabgebracht werden.

In früheren Zeiten hat man dies durch Zusatz von kaltem Wasser erreicht, später verwandte man das Kühlschiff und half sich in der wärmeren Jahreszeit schließlich mit einem Zusatz von recht kaltem Wasser oder Eis. Neuerdings werden in den größeren Spiritusfabriken allgemein die früher beschriebenen Kühlvorrichtungen verwandt, bei denen die Wärme der Maische auf kaltes Wasser, welches in Gegenstromkühlern oder im Maischbottich selbst, in Kühltaschen oder auf sonst eine Weise mit ihr zusammengebracht wird, übertragen wird. Bei der Fabrication der Preßhese erfreut sich dagegen das Kühlschiff noch immer großer Beliebtheit¹⁾.

Gährung. Die Temperatur, bei welcher die Maische zur Gährung angesetzt werden muß, ist nicht allgemein zu bestimmen, sie hängt ab von der Concentration der Maische, von der Temperatur des Gährortes, von der Form und Größe der Gährgefäße, von der Beschaffenheit der Hefe. Doch kann man im Allgemeinen angeben, daß man bei guter Hefe möglichst niedrig anstellen solle, weil bei höherer Temperatur und kräftiger Hefe leicht eine sehr stürmische Gährung ein-

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 12, 109, 243.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1882, 436.

¹⁾ Brennerei-Zeitung 1885, 240.

tritt, die Aufwallen und Ueberfließen der Maische verursacht, dann aber auch rasch wieder nachläßt, so daß die Wirkung der Hefe aufhört, ehe noch aller Zucker zersetzt ist. Da kleine Gährbottiche der abkühlenden Wirkung der Luft eine verhältnißmäßig weit größere Oberfläche darbieten als große, so muß in kleinen Bottichen wärmer angestellt werden als in großen. Kartoffelmaischen gähren im Allgemeinen stürmischer als Getreidemaischen, erstere stellt man daher immer 1 bis 2° kälter als letztere an. Bei einem Gährtraume, dessen Temperatur innerhalb der Grenzen von 12 bis 17° C. schwankt, stellt man — nach Schubert — Kartoffelmaische in Bottichen von 2000 l bei 17 bis 19° C. an, in Bottichen von 1500 l bei 19 bis 20° C., in Bottichen von 3000 l bei 17° C.

Die Gährung verläuft um so stürmischer, je concentrirter die Maischen sind und da dann die bei jeder Gährung frei werdende Wärme in sehr kurzer Zeit frei wird, so ist hier eine Ueberhitzung um so eher zu befürchten. Eine Ueberhitzung, bei welcher die Maischen höhere Temperaturen als 33° C. erlangen, schädigt die Lebensthätigkeit der Hefe sehr und es resultirt dann eine ganz ungenügende Ausbeute an Alkohol, während noch viel Zucker unzersezt sein kann. Zur Verhütung derselben müssen concentrirte Maischen entweder sehr kalt angestellt werden, oder man macht zweckmäßiger von dem Gährbottichkühler (s. S. 460) Gebrauch. Bei Verwendung dieser Vorrichtung kann man die Gährung bei viel höherer Temperatur einleiten, braucht daher bei der Kühlung kein Eis zu Hülfe zu nehmen und beschleunigt durch die höhere Wärme der Maische gleich von Anfang an das Wachstum der Hefe. Bearbeitet man z. B. Maischen von 24 bis 25° C., so genügt eine Anstelltemperatur von 20° C., wenn man gleich von vornherein kaltes Wasser durch den Kühler leitet. Dabei soll der Zufluß des Wassers so geregelt werden, daß die Maische in den ersten 26 bis 30 Stunden sich nicht mehr als auf 29 bis 30° C. erwärmt. Die eigentliche Hauptgährung soll nach dieser Zeit vorüber sein und während der nachfolgenden abnehmenden Gährung, während welcher nicht mehr gekühlt wird, soll sich die Maische noch um 1 bis 2° erwärmen. Die Kühlfläche des Kühlers muß pro 1000 l Maischraum 0,3 bis 0,4 qm betragen, oder für je 1000 l Maischraum ist eine ovale Kühlröhre von 3 und 1 cm lichter Weite, 1 mm Wandstärke und 7 bis 8 m Länge erforderlich (Delebrück¹⁾).

Ueber das Quantum der zur Einleitung der Gährung erforderlichen Hefe sind um so weniger allgemeine Angaben zu machen, als die zur Verwendung kommende Hefenflüssigkeit, je nach ihrer Bereitung, je nach ihrer Behandlung, sehr verschiedene Mengen von Hefezellen enthalten muß, und außerdem sind die Hefezellen je nach ihrer Ausreifung, je nach ihrem Lebensstadium mit sehr verschieden großer Energie begabt. Unter sonst gleichen Bedingungen wird zur Zersetzung einer bestimmten Menge von Zucker in einer bestimmten Zeit immer eine gleiche Menge von kräftigen Hefezellen erforderlich sein. Hat man daher in einer bestimmten

Zeit die Gährung zu beenden, so muß die Ausfaat an Hefe um so stärker genommen werden, je mehr Zucker zu vergähren ist. Dicke Maischen erfordern eine größere Menge von Hefe als dünnere. Nach den steuergesetzlichen Vorschriften muß in Deutschland die Gährung nach Ablauf von drei Tagen beendet sein. Es ist daher Aufgabe, die Gährung derart zu führen, daß nach Ablauf dieser Frist kein unzerseztter Zucker in der Maische mehr vorhanden ist.

Ueber den Einfluß der Größe der Hefenausfaat sind von Delebrück¹⁾ lehrreiche Untersuchungen angestellt. In 400 ccm Zuckerlösungen von 30 Proc., welche mit den Nährstoffen der Hefe versetzt waren, wurden verschiedene Mengen Presshefe von gleicher Beschaffenheit ausgefäet und die Gährung nach 72 Stunden unterbrochen. Es ergaben sich folgende Resultate:

Ausfaat	Alkoholgehalt
2 g Presshefe	10,1 Volumproc.
4 " "	14,2 "
8 " "	17,2 "
12 " "	18,3 "
16 " "	18,6 "
32 " "	18,8 "

Der Alkoholgehalt der Flüssigkeit steigt daher proportional mit der Vermehrung der Hefenausfaat, bis dieselbe eine gewisse Größe erreicht. Die Ausfaat von 2 g war hier ganz ungenügend, um den vorhandenen Zucker in der gegebenen Zeit zu zersetzen, während andererseits eine Vermehrung über 12 g hinaus keinen nennenswerthen Einfluß mehr ausübte. Bei einer Ausfaat von Bierhefe konnte selbst bei dem größten Quantum kein höherer Alkoholgehalt als von 11,6 Proc. erzielt werden. Es äußert sich hierin der Einfluß der Culturbedingungen auf die Thätigkeit der Hefe. Endlich bei einer gleichen Ausfaat von je 2 g Presshefe wurden die verschiedensten Alkoholtrüge erzielt, je nachdem die Ernährungsbedingungen für die Hefe günstiger oder ungünstiger waren:

Nährflüssigkeit	Alkoholgehalt
1. 400 ccm Zuckerlösung	3,0 Volumproc.
2. Desgl. + 3 ccm Salzlösung	4,6 "
3. Desgl. desgl. + 1 g Asparagin	13,4 "
4. Zu 3. noch gefäueretes Malz	16,5 "
5. Zu 3. noch 50 g Roggenschrot	18,7 "

Der Einfluß der einzelnen Nährstoffe zeigt sich hier auf das deutlichste. Durch den verbesserten Boden, welcher durch die Zufügung des Asparagins, und noch mehr durch die Eiweißstoffe des Malzes und des Roggenschrotes geschaffen wurde, konnte sich die Zahl der Hefezellen offenbar so vermehren, daß schließlich aus der geringen Ausfaat eine genügende Menge derselben herangewachsen war, um in der gegebenen Zeit die Gesamtmenge des Zuckers zu zersetzen.

Bei einer an Hefennährstoffen reichen Maische wird man daher mit einer verhältnißmäßig geringen Ausfaat eine vollständige Gährung erreichen können, während bei einer Maische, in welcher diese fehlen, eine um so viel stärkere Ausfaat gemacht werden muß. Bei Roggenmaischen wird man zur bloßen Vergähmung wenig Hefe

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 9, 25.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 9, 33, 41, 50.

bedürfen; bei Melassenmaischnen, die einen für die Hefecultur unfruchtbaren Boden bilden, muß zum gleichen Zwecke viel mehr Hefe verwandt werden. Andere Bedingungen müssen wieder erfüllt werden, wenn es sich nicht nur um die Vergärung des Zuckers, sondern um eine möglichst hohe Ausnutzung der vorhandenen Nährstoffe für die Production von neuer Hefe handelt, wie bei der Fabrikation der Preßhese. Hier giebt man zu der Roggenmaischn eine viel stärkere Hefenausfaat, um durch eine große Zahl von bereits anfangs vorhandenen Hefenzellen die in der Hefenmaischn befindlichen Eiweißstoffe assimiliren und zur Entschaffung von neuen Hefengenerationen verwenden zu lassen.

Die Hefenvermehrung erfolgt am günstigsten, unter sonst gleichen Bedingungen, bei Temperaturen zwischen 25 und 30° C. Würde man die Kunsthefe in eine ganz kalte Flüssigkeit bringen, so würde es lange dauern, bis eine lebhaftere Vegetation derselben eintritt. Man würde daher die rascheste Gärung haben, wenn man die Ausfaat bei dieser hohen Temperatur machen könnte. Dies ist aber im Allgemeinen unthunlich, weil die Gärung zu stürmisch verlaufen würde. Bringt man aber die Kunsthefe kurze Zeit vor ihrer Ausfaat in die Hauptmaischn, durch Zusatz von warmer Maischn, auf eine Wärme von etwa 30° C., so wird, theils durch die hohe Temperatur, theils durch die zugesetzten Nährstoffe begünstigt, die Hefensprossung mächtig gefördert und damit der Werth der Ausfaat gesteigert. Diese Anwärmung durch Zusatz von warmer Maischn wird regelmäßig ausgeführt. Man bezeichnet diese Operation als das Vorstellen der Hefe.

Der Verlauf der Gärung ist ein sehr verschiedener je nach der Concentration der Flüssigkeit, je nach der Temperatur und je nach sonstigen noch nicht erkannten Einflüssen. Ist z. B. eine Maischn von 23° C. bei einer Temperatur von 12,8° C. angestellt, so beobachtet man nach einigen Stunden den Eintritt der Gärung, oder das Angähren, als eine anfangs schwache, vom Rande des Bottichs ausgehende Entwicklung von Kohlensäure. Nach einiger Zeit vermehrt sich die Kohlensäure, die Bläschen bedecken die Oberfläche der Flüssigkeit, welche bis dahin noch keine Bewegung zeigt, als eine weiße, wie Rahm aussehende Schicht. In diesem Stadium tritt die lebhafteste Neubildung von Hefe ein. Die Temperatur steigert sich ganz allmählig und erreicht nach etwa 40 Stunden 20° C. Inzwischen ist die Entwicklung der Kohlensäure stärker und stärker geworden. Es tritt die Hauptgärung ein. Durch die aufsteigende Kohlensäure wird die Maischn in der Mitte des Bottichs gehoben und es findet im ganzen Bottich eine Bewegung statt, die vom Boden ausgehend in der Mitte aufsteigt und die gehobenen Maischnmassen an den Wandungen des Bottichs wieder zum Boden zurückkehren läßt. Dieses Stadium dauert bis etwa zur 54sten Stunde. Während desselben ist der größte Theil des Zuckers zersetzt, die Temperatur erhebt sich bis zu 30° C. Nach und nach wird die Entwicklung der Kohlensäure schwächer, die Bewegung der Flüssigkeit verringert sich, die Maischn geht mehr und mehr auf ihr ursprüngliches Volumen zurück, bis nach Ablauf von 69 Stunden die Nachgärung ihr Ende erreicht. Während der Nach-

gärung wird der Rest des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure verwandelt und es soll dabei angeblich, durch eine Nachwirkung der in der Maischn verbliebenen Diastase, eine Umwandlung von Dextrin in Maltose, welche sogleich der Gärung verfällt, erfolgen. In demselben Maße, wie die Gärung vorschreitet, sinkt die Saccharometeranzeige der Maischn. Je mehr dieselbe sich bei beendigter Gärung dem Nullpunkte nähert, um so günstiger ist der Erfolg.

Das hier geschilderte Bild der Gärung trifft nicht überall zu. So giebt Märcker¹⁾ für den normalen Verlauf der Gärung in Trotha folgende Daten. Concentration der Maischn 20,2° C., Anstelltemperatur 14,4° C., Eintritt der Hauptgärung nach 28 Stunden bei 20 bis 21° C., Beginn der Nachgärung nach 40 Stunden bei einer Temperatur von 32,5° C., Ende der Gärung nach 66 Stunden bei einer Wärme von 31° C.

Stellt man concentrirte Maischn warm an und regelt man die Gärung mittelst des Kühlers, so tritt die Hauptgärung weit rascher ein, sie ist dann aber auch nach 26 bis 40 Stunden bereits beendet und es pflegt nach 48 Stunden auch die Nachgärung zu Ende zu sein. Ist man dann durch steueramtliche Vorschriften gezwungen, die reife Maischn noch 24 Stunden im Bottich stehen zu lassen, ehe zur Destillation geschritten werden darf, so tritt leicht durch Verdunstung von Alkohol und durch Essigsäurebildung Verlust ein. Die Berührung der reifen Maischn mit der Luft sollte daher so weit wie thunlich, durch Auflegen eines gut schließenden Deckels während der ganzen Dauer des Stehens, verhindert werden.

Auf von Stenglein²⁾ ausgeführte umfassende Untersuchungen über die Führung der Gärung sei hiermit verwiesen.

Den Verlauf der Gärung in einer nach englischem Verfahren dargestellten Kornmaischnwürze zeigen folgende Zahlen nach Beobachtungen von Donovan.

Das ursprünglich specifische Gewicht war 1,050 = 12,3° Saccharometer.

	Temperatur	Spec. Gew.	
Am ersten Morgen ...	21° C.	1,050	= 12,3° Saccharom.
Am ersten Abend ...	21	1,050	= 12,3 "
Am zweiten Morgen ...	22,5	1,046	= 11,3 "
Am zweiten Abend ...	24,5	1,032	= 7,9 "
Am dritten Morgen ...	26,5	1,022	= 5,5 "
Am dritten Abend ...	29	1,012	= 3,0 "
Am vierten Morgen ...	31	1,007	= 1,7 "
Am vierten Abend ...	31	1,005	= 1,2 "
Am fünften Morgen ...	31	1,003	= 0,7 "
Am fünften Abend ...	30	1,001	= 0,02 "

Von allen Maischn bedürfen die Roggenmaischn den größten Steigraum, da sie die Eigenthümlichkeit zeigen, beim Höhepunkte der Gärung eine große Menge von Schaum zu bilden, dessen große Blasen langsam zerplagen und sich als hohe Schicht auf der gärenden Flüssigkeit ablagern. Ist im Bottich nicht genügender Raum vorhanden, so fließt der Schaum über die Ränder herab und geht verloren. Die Schaumbildung ist um so

1) Handbuch der Spiritusfabrikation, 4. Aufl., S. 553.

2) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 4.

stärker, je concentrirter die Flüssigkeit und je lebhafter die Gährung. Roggenmaischen dürfen daher nie so stark angestellt werden, wie dieses bei Kartoffelmaischen, Maismaischen u. dgl. geschehen kann. Abgesehen von dem Verluste, welcher durch die Schaumbildung eintreten kann, ist diese Form der Gährung nicht nachtheilig für die Ausbeute an Alkohol, die Vergärung verläuft vielmehr sehr vollkommen unter Bildung einer Menge von neuer Hefe. Wegen letzteren Umstandes ist die Schaumgährung bei der Fabrikation der Preßhese besonders erwünscht, da es hier gestattet ist, sich auf unten zu beschreibende Weise vor Verlusten zu schützen, was dem Spiritusfabrikanten durch unser Steuergesetz verboten ist.

In höchst störender Weise tritt die Schaumgährung mitunter bei der Verarbeitung von Kartoffelmaischen auf. Bei der Schaumgährung hebt sich die Kartoffelmaische auf ein bestimmtes Niveau, bleibt auch auf demselben beharren, zeigt aber bei eintretender Hauptgährung weder ein Steigen, noch ein Fallen, noch ein regelmäßiges Wälzen. Bei zunehmender Temperatur und lebhafter werdender Gährung steigt sie noch mehr, um endlich trübe Schaumblasen zu werfen, welche nicht wieder plazen, sondern, sich eine auf die andere thürmend, als Schaum die Höhe der darunter befindlichen Maische bis um 60 Proc. überragen. Der Schaum tritt mit der Hauptgährung ein und verschwindet erst wieder mit abnehmender Gährung, um bei der Nachgährung gänzlich zusammen zu sinken. Gleichgültig ob als Anstellungstemperatur 15° oder 17° oder 20° C. gewählt wurde, so erscheint der Schaum ziemlich regelmäßig, sobald die Maische die Temperatur von 25° C. erreicht hat und bei einer Vergärung auf ein Drittel der ursprünglichen Saccharometeranzeige. Bei kalt angestellten Maischen erscheint der Schaum später, bei wärmeren früher. Man hat es daher durchaus in der Hand, die Schaumbildung zu beliebiger Stunde erscheinen zu lassen (Delbrück¹).

Die Ursache der Schaumgährung hat man in den verschiedensten Umständen gesucht. Man hat dem Malze, der Hefe die Schuld derselben zugeschrieben. Jedoch mit Unrecht, denn die eine Kartoffelsorte giebt mit dem gleichen Malze und der gleichen Hefe verarbeitet Schaumgährung, während die andere Kartoffelsorte sie nicht zeigt, ebenso zeigen gleiche Kartoffelsorten, auf verschiedenen Schlägen, in verschiedenen Düngerverhältnissen gebaut, das eine Mal normale Gährung, während die vom anderen Schläge Schaum bilden. Das Ursächliche der Schaumbildung ist ganz unzweifelhaft die Beschaffenheit der Maische. Je flüssiger dieselbe ist, um so weniger ist sie zur Schaumbildung geneigt, je klebriger, um so sicherer giebt sie Schaum. Melassenmaischen vergähren immer ohne irgend welchen Schaum zu bilden, Roggenmaischen sind nicht ohne Schaum zu vergähren. Erstere besitzt den höchsten Grad von Dünflüssigkeit, letztere ist in hohem Grade klebrig. Der Grund der Klebrigkeit, oder der Viscosität, der Roggenmaischen ist höchst wahrscheinlich in ihrem hohen Gehalte an Eiweiß zu suchen, welches bis zum Maximum quellend die Dichtflüssigkeit verursacht. Es ist daher in hohem Grade wahrscheinlich, daß das Klämlische auch bei den Kartoffel-

maischen die Ursache der Schaumbildung ist. Erfahrungsgemäß tritt die Schaumgährung ganz besonders bei früh geernteten Kartoffeln auf und es ist die Vermuthung wohl gerechtfertigt, daß in diesen die Umwandlung der Eiweißstoffe noch nicht bis zu dem Grade fortgeschritten ist, bei welchem sie eine normale Beschaffenheit angenommen haben. Delbrück¹) konnte bei Kartoffeln, die starke Neigung zur Schaumbildung hatten, durch andauerndes Dämpfen bei 3 Atmosphären Spannung und blasendem Sicherheitsventile ganz normale Gährung erzielen, während bei 2½ Atm. Spannung und kürzerer Dämpfzeit regelmäßig Schaumgährung eintrat. Diese Beobachtung scheint der sicherste Beweis für die Richtigkeit obiger Behauptung zu sein. Durch dauerndes Erhitzen in Wasserdampf von höherer Temperatur werden die Eiweißstoffe in Peptone verwandelt und diese geben mit Wasser dünnflüssige, nicht schäumende Lösungen. Die beste Abhilfe gegen Schaumgährung ist daher starkes Dämpfen, welches auch Delbrück empfiehlt, und thünlichste Verarbeitung von gesunden, gut ausgereiften Kartoffeln.

Bei der Verarbeitung von Rübensäften zeigt sich die Schaumgährung im höchsten Maße, doch hat man bei dieser als sicheres Mittel dagegen seit langer Zeit einen Zusatz einer geringen Menge von Schwefelsäure erkannt und verarbeitet Rüben nie ohne Säure. Ob die schleimige Beschaffenheit der Rübensäfte durch die gleichen Ursachen bedingt ist, wie bei den Kartoffeln, ist nicht bekannt. Bei Kartoffelmaischen hat sich die Verwundung von Säure nur hier und da bewährt. Möglicher Weise ist dies durch die gährungshemmende Wirkung der Schwefelsäure bedingt, welche sich beim Rübensafte nicht geltend machen kann wegen der Anwesenheit großer Mengen von organischen Salzen, die Schwefelsäure binden. Vielleicht könnte man dasselbe bei Kartoffelmaischen erreichen, wenn man die zur Schaumbildung neigenden Maischen vor dem Zusatz der Hefe im Verhältniß von 1 kg Schwefelsäure auf 1000 l Maische verfest und nach kurzer Zeit mit Kreide bis zur nur noch eben wahrnehmbaren sauren Reaction neutralisirt.

Das Uebersteigen der Maische bei der Schaumgährung läßt sich verhüten, wenn man auf die steigende Flüssigkeit, am besten mittelst eines Verstäubungsapparates, eine geringe Menge von Petroleum spritzt, durch welches die Blasen zum Plazen gebracht werden. Dazu genügen schon 100 ccm auf einen Bottich von 3000 bis 4000 l Inhalt (Pampe²).

2. Verarbeitung von Mais und Dari. Die Verarbeitung des Mais, welche außer in den ungarischen und amerikanischen Brennereien auch in deutschen Fabriken bei günstigen Handelsverhältnissen vielfach ausgeübt wird, ist von der der übrigen Getreidearten etwas verschieden. Die Verschiedenheiten sind durch die dichte, feste Beschaffenheit des Kornes bedingt, die eine Vorbereitung für den Maischproceß erforderlich macht, um die Einwirkung der Diastase des Malzes zu erleichtern. Während bei den gewöhnlichen Getreidearten ein

¹) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1879, 118.

²) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1879, 135.

²) Polytechn. Journ. 248, 76.

gröbliches Schrot genügt, um die Malzflüssigkeit mit dem Stärkemehl in Berührung zu bringen, muß man den Mais möglichst fein mahlen und beuteln, wobei man den Gries so oft auf die Mühle zurückgiebt, bis er vollständig in Mehl verwandelt ist. Bei der Härte der Maiskörner ist diese Zerkleinerung nur schwierig ausführbar und bringt eine bedeutende Abnutzung des Mahlwerkes mit sich.

Das Mehl wird zunächst in Wasser 24 Stunden geweicht oder, nach dem in vielen ungarischen Brennereien eingeführten Verfahren von Fleischmann, in einer schwachen Lösung von schwefliger Säure, wodurch eine bessere Aufschließung der Mehltheile, eine bessere Gährung und geringe Bildung von Milchsäure bewirkt werden soll. Zur Bereitung der Lösung von schwefliger Säure ist von Hatschek ein eigener Apparat construirt worden, bestehend aus einem eisernen Ofen, in welchem Schwefel verbrannt wird, und einer Condensationsfäule, in welcher Wasser der gasförmigen schwefligen Säure entgegentrepft (die nähere Beschreibung und Zeichnung des Apparates findet sich in Dingler's Polyt. Journ. 188, 246). Auf je 100 kg Mais verwendet man 75 bis 100 g, in Maximo 140 g Schwefel und läßt das Gas von 100 bis 110 l Wasser absorbiren.

Nach dem Einweichen, welches aber nicht länger als 24 Stunden fortgesetzt werden darf, weil das Mehl sonst in Fäulniß übergehen würde, läßt man unter kräftiger, durch ein Rührwerk bewirkter Bewegung Dampf einströmen, bis die Masse eine Temperatur von 85 bis 90° angenommen hat. Das Stärkemehl quillt dabei auf und bildet einen consistenten Kleister, der durch Malz leicht zu verzuckern ist. Vor dem Zusatz des Malzes muß der Kleister jedoch abgekühlt werden, weil die Diastase sonst zerstört werden würde. Es geschieht in den ungarischen Brennereien dadurch, daß man das Malz im Maischbottich mit kaltem Wasser vermischt und dann den Maiskleister unter stetem Umrühren zuzuließen läßt, wobei die Menge des Wassers so zu reguliren ist, daß die Mischung nach dem Zusatz des Kleisters gerade die zur Verzuckerung erforderliche Temperatur hat. Es resultirt dabei eine verhältnißmäßig dünne Maische, weil schon, um den Kleister beim Aufquellen des Stärkemehles nicht allzu dicht werden zu lassen, viel Wasser dem Mehle zugesetzt und dann noch viel Wasser zur Abkühlung angewandt werden muß.

Die auf gewöhnliche Weise in Gährung versetzte Maische vergähet ungemein leicht und vollständig. Man kann die Hefe schon bei einer Temperatur von 30° zusetzen und braucht wenig Steigraum zu lassen, ohne ein Uebergähren befürchten zu brauchen.

Ueber den Betrieb einer ungarischen Maisbrennerei, in welcher in der Campagne vom Juni 1868 bis April 1869 mehr als 11 000 000 kg Material verarbeitet wurden, machte W. Schultze Mittheilungen, denen wir das Folgende entnehmen:

Auf 100 l Gährraum kamen im Durchschnitt der ganzen Campagne 22,91 kg Gesamtmaterial; pro Liter Gährraum wurden bei dieser Maischung 6,28 Literprocente Alkohol gewonnen. 100 kg Material liefert im Gesamtdurchschnitt 2741 Literprocente; die höchste Monatsausbeute betrug 2883 Literprocente, die geringste

2601 pro 100 kg Material. Beim Malzen lieferten 100 kg Gerste 145 kg Grünmalz. Von dem Gesamtmaterial wurden 86 Proc. zur Bereitung der Hauptmaische, 14 Proc. zur Bereitung der Hefe verwandt.

Zur Hauptmaische kam, in Procenten ausgedrückt:

Maismehl.	83,15,
Gerste	16,85,
	100,00,

oder auf 100 Th. Maismehl rund 30 Th. Grünmalz.

Zur Hefenmaische wurde verwandt:

Roggenschrot	60,75,
Gerste	39,25,
	100,00.

Das fein gemahlene Maismehl wird in Portionen von 4760 kg in schwefliger Säure enthaltendem Wasser 20 bis 24 Stunden eingeweicht, kommt dann in große oblonge eiserne Kästen mit halbkreisförmigem Boden, wird mit Wasser bis zur fließenden Breiartheit verdünnt und dann durch Dampf auf 85 bis 90° erhitzt. In jedem solcher Maiskocher befindet sich ein durch die Dampfmaschine bewegtes Rührwerk, durch welches die Masse in beständiger Bewegung erhalten wird. Der heiße Maisbrei bleibt, um die Quellung des Stärkemehles zu vervollständigen, 1 bis 2 Stunden stehen; während dieser Digestion des Maisbieres wird das nöthige Quantum Grünmalz auf das Feinste zerquetscht und im Maischbottich mit kaltem Wasser eingemaischt. Ist dieses geschehen, so läßt man den Maisbrei zuzuließen, mischt mittelst der Maischmaschine alles gut durch einander, erhitzt mit Dampf auf 65° und läßt 2 Stunden lang stehen.

Nachdem die Hauptmaische auf einem eisernen, schwimmenden Kühlschiffe rasch gekühlt ist, wird sie in den Gährbottichen mit der in kräftiger Gährung befindlichen Hefenmaische vermischt. Die zur Anstellung kommende Maische hat ein Volum von circa 30 000 l, täglich werden 6 bis 7 solcher Operationen gemacht. Die Temperatur der Maische ist bei dem Anstellen 29 bis 30°, ihre Concentration 13 bis 14° Sacch. Bei dieser hohen Temperatur und geringen Concentration tritt die Gährung rasch ein und ist nach 16 bis 18 Stunden bereits beendet, worauf sofort die Destillation vorgenommen wird. Die Vergärung erreicht in den meisten Fällen 1 bis 1,4° Sacch., nur unter ungünstigen Umständen zeigt das Saccharometer in der vergohrenen Flüssigkeit 2 bis 2,4° Sacch. Während der Gährung steigt die Temperatur der Flüssigkeit bis auf 39 bis 40°.

In Italien verarbeitet man Maismehl unter Zusatz von Schwefelsäure. Auf 100 kg Mehl wendet man 400 l Wasser und je nach der Feinheit des Mehles 7 bis 10 kg Schwefelsäure an und kocht die Mischung in einem kupfernen hermetisch verschließbaren, mit einem Rührwerk versehenen Gefäß 6 bis 8 Stunden bei 2 bis 3 Atmosphären Spannung. Die Maische wird nach der Verzuckerung mit Kalkmilch neutralisirt (Märker¹⁾. Anderen Ortes wird die Verzuckerung unter Zuhilfenahme

1) Landw. Jahrbücher 4, 218.

nahme von Salzsäure bewirkt. Beide Verfahren können jedoch nur da Verwendung finden, wo die Spiritusfabrikation nicht ein landwirthschaftliches Gewerbe ist, da die Schlempe durch den hohen Gehalt an Kalksalzen für die Ernährung der Thiere ungeeignet wird.

Weitans am zweckmäßigsten wird der Mais im ganzen Korne, unzerkleinert durch Dämpfen im Henze verarbeitet. Auf 100 kg Mais werden 150 bis höchstens 200 l Wasser in den Apparat gebracht, der Mais eingeschüttet und durch gute Vertheilungsvorrichtungen, wie bei der Verarbeitung des Roggens angegeben, Dampf zugelassen, und der Druck rasch auf $3\frac{1}{2}$, oder besser noch auf 4 bis $4\frac{1}{2}$ Atmosphären gesteigert, wobei man Sorge zu tragen hat, daß das auf diesen Druck belastete Sicherheitsventil in stetem Blasen begriffen ist. Durch das Ausblasen des Dampfes vom Sicherheitsventile erfolgt eine ununterbrochene Bewegung der Körner in der Flüssigkeit und diese ist wesentlich für das Garkochen. Nach höchstens zwei Stunden wird unter starkem Drucke ausgeblasen, wobei man, wenn thunlich, auf 6 Atmosphären Spannung geht. Länger zu dämpfen ist nicht rathsam, da die Maische leicht dadurch eine braune Farbe annimmt und schlecht vergäht. Zur Verzuckerung sind auf 100 kg Mais 14 bis 15 kg Grünmalz ausreichend; auf 100 l Maisdraum lassen sich 25,5 kg trockener rumänischer Mais mit dem Malze von 3,5 kg Gerste verarbeiten (Delbrück¹).

Will man Mais mit Kartoffeln gemeinschaftlich verarbeiten, um der Maische bei an Stärkemehl armen Kartoffeln eine höhere Concentration zu geben, so dämpft man den Mais entweder für sich in einem besonderen kleinen Henze, oder man läßt den Mais vor dem Dämpfen in Wasser vollständig quellen und dämpft ihn dann mit den Kartoffeln zusammen. Am Tage vor der Verarbeitung übergießt man den Mais in einem besonderen Bottich mit kochendem Wasser und erhält die Temperatur des Quellwassers während 24 Stunden möglichst auf etwa 65° C. Vor dem Einbringen in den Dämpfer wird das nicht aufgesogene Wasser abgezapft. Beim Einfüllen giebt man zuerst 200 bis 250 kg Kartoffeln in den Dämpfer, darauf den Rest der Kartoffeln mit dem Mais zusammen. Die Ausführung des Dämpfens ist die gleiche, wie oben angegeben (Delbrück²). Als durchaus fehlerhaft ist es zu bezeichnen, wenn der Mais, sei es in ganzen Körnern oder geschrotet, im nicht gequellten Zustande mit Kartoffeln gemeinsam gedämpft wird, wie es hin und wieder geschehen ist. Das Dämpfen kann nur dann einen Erfolg haben, wenn das Stärkemehl bis zum Maximum mit Wasser imbibirt ist, und wenn außerdem noch genügend Wasser vorhanden ist, um es beim Erhitzen quellen zu lassen. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so ist jegliches Dämpfen nutzlos.

Eine von allen bisherigen gänzlich abweichende Arbeitsmethode ist von Porion³) patentirt. Bei derselben wird die Verzuckerung des Maischmateriales nicht in der Wärme, sondern kalt und gleichzeitig mit der Gährung

vorgenommen. Es soll dabei möglich sein, mit unglaublich kleinen Mengen von Malz (auf 100 kg Mais 0,13 kg Malz) die Verzuckerung herbei zu führen. Doch verdient hervorgehoben zu werden, daß der Erfinder sich nicht auf diese Minimaldase von Malz beschränkt, sondern bei der Ausführung des Verfahrens auf 100 kg Mais 3 bis 5 kg Malz verwendet. Der Mais wird im Verhältniß von 100 kg auf 250 bis 300 l Wasser zum Sieden erhitzt und 5 bis 6 Stunden bei 95 bis 100° C. erhalten, worauf das Wasser abgelassen und der gequellte Mais abgekühlt wird. Nach dem Erkalten wird der Mais zerquetscht. Ein mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von 125 Touren in der Minute laufendes Walzenpaar von 50 cm Durchmesser und 40 cm Breite genügt, um 500 kg Mais in einer Stunde zu verarbeiten. Der zerquetschte Mais wird im Gärbottich mit Wasser angerührt und mit dem erforderlichen Malz und Hefe versetzt. Als Ferment dient pro 100 kg Getreide entweder 2 bis 3 kg flüssige Bierhefe, oder eine aus 5 kg Gerste angefertigte Kunsthefe. Das gleiche Verfahren ist auf alle stärkemehlhaltigen Materialien anwendbar, dabei braucht Gerste, Roggen, Weizen aber nur eine Stunde, Darr nur 45 Minuten, Reis gar nur 15 Minuten mit dem heißen Wasser in Berührung zu sein.

Bei dem hohen Gehalte an Fett, welcher sich in den Maiskörnern vorzugsweise in den Keimungsorganen, weit weniger im Mehlkörper findet, kann man das Del als Nebenproduct gewinnen. Apparate zur Ausfondierung der Keimlinge beim Mahlen sind von Cavaillé¹) construirt. Nach von Krieger²) gemachten Mittheilungen bewährt sich dies Verfahren im technischen Betriebe. Einfacher schöpft man das Del von der vergohrenen Maische ab und reinigt es durch Waschen mit Wasser (Schulz³).

Darstellung der Preßhefe. Bei der Gährung aller Maischen bildet sich weit mehr Hefe als zur Vergährung des Extractgehaltes erforderlich ist. Diese ist beim gewöhnlichen Betriebe der Spiritusfabrikation verloren, insofern als die ganze Maische, und mit ihr die darin enthaltene Hefe, destillirt wird, wobei die Hefe zerstört wird. Da die Hefe aber werthvoller Handelsartikel ist, so kann man die Hefegewinnung vortheilhaft mit der Spiritusfabrikation verbinden. Hefe läßt sich aus jeder gährenden Maische oder Würze gewinnen, aber einerseits bietet die Trennung derselben von den weiteren Bestandtheilen mancher Maischen, so der Kartoffelmaische, Schwierigkeiten dar, andererseits nimmt die Hefe bei anderen Gewinnungsweisen fremde Bestandtheile der Flüssigkeit auf, die ihr für ihre Hauptverwendung, die Brotbereitung, nachtheilige Eigenschaften, bitteren Geschmack verleihen, wie die bei der Gährung der gehopften Biere entstehende. Bei der Gährung des Bieres kann man dadurch, daß man die zuerst aufsteigende Hefe, welche den größten Theil des Hopfenbitterstoffes enthält, nicht benützt, eine nicht unbrauchbare

¹) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1878, 158; 1880, 239; 1881, 136; 1883, 83.

²) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 764.

³) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 573.

¹) Polyt. Journ. 226, 538.

²) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1878, 271.

³) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1880, 267.

Hefe gewinnen; eine Entbitterung der Bierhefe kann, so viele Vorschriften dazu auch gegeben sind, nur auf Kosten der Qualität der Hefe erzielt werden, da alle die Stoffe, welche den Bitterstoff des Hopfens lösen sollen, zugleich die Lebensthätigkeit der Hefe beeinträchtigen.

Am besten gewinnt man die Hefe bei der Gährung der Getreidemaischen und hat, wenn die Hefenfabrikation Hauptsache wird, einige Bedingungen zu erfüllen, die die Hefenbildung begünstigen und den Betrieb einigermaßen modificiren. Die Abscheidung der Hefe aus der Maische gelingt am besten, wenn die Maische nicht allzu concentrirt ist. Wenn man keine Rücksicht auf die Hefe zu nehmen beabsichtigt, so giebt man, um den Gährraum möglichst auszunutzen, der Maische eine solche Concentration, daß ihre Würze 16 bis 18° Sacch. zeigt. Soll die Hefe gewonnen werden, so ist eine solche Ausnutzung des Gährraumes nicht möglich, die Dichte der Würze darf 9 bis 10° Sacch. nicht übersteigen.

Das Einmaischen beginnt, wie bei der älteren Methode der Verarbeitung des Roggens, mit einem Einsteigen. Das dazu erforderliche Wasser kommt mit einer Temperatur von 50° C. in den Maischbottich, darauf wird das fein gequetschte Gerstenmalz und hernach der geschrotene Roggen zugefügt. Das Verhältniß von Malz zu Roggen wird wie 1 : 5 gewählt. Nachdem mittelst des Rührwerkes das Wasser mit dem Schrote innig gemischt ist, bleibt der Inhalt des gut bedeckten Bottichs eine Stunde lang stehen, und wird dann durch Zusatz von heißem Wasser, oder durch Dampf auf die Verzuckerungstemperatur von 60 bis 61° C. gebracht. Hierauf wird der Bottich wieder bedeckt, und bleibt eine Stunde lang stehen, um dann noch eine Stunde lang bei offenem Bottich das Rührwerk gehen zu lassen. Nach der Verzuckerung wird das Auftreten eines feinen weißen Schaumes abgewartet, der als ein günstiges Zeichen des gelungenen Maischprocesses gilt. Hierauf wird auf etwa 30° C. abgekühlt, je nach der Temperatur des Zutrühlers und der Luft, so daß die Anstelltemperatur 28° C. ist. Die Anstelltemperatur ist daher weit höher als bei der Spiritusfabrikation. Die gewöhnlich auf Rührschiffen abgekühlte Maische wird in die Gährbottiche gelassen und so weit verdünnt, daß das Saccharometer 9° Sacch. zeigt und ein Steigraam von 12 cm bleibt. Ein gewisser Säuregehalt wird für die Gewinnung einer hohen Hefenausbeute für unerläßlich gehalten. Zur Erlangung eines solchen wird pro 100 l Maischraum ein Zusatz von 10 g Schwefelsäure, die vorher mit einer reichlichen Menge von Wasser verdünnt ist, gegeben.

Die Gährung wird durch Preßhefe, von der man 100 bis 150 g pro 100 l Maischraum rechnet, eingeleitet. Diese wird ungefähr 8 Stunden vor dem Einlassen in die Gährbottiche mit einer aus Malz und Roggenschrot bereiteten Maische vorgestellt, und wenn hier kräftige Gährung eingetreten ist, der Maische auf dem Rührschiffe oder im Bottich zugefügt. Einige Stunden nach dem Anstellen beginnt die Schaumbildung, welche in 12 bis 14 Stunden das Maximum erreicht. Dabei steigt die Maische bedeutend und würde verloren gehen, wenn es den Hefenfabrikanten nicht gestattet wäre, auf den Rand des Bottichs einen Ring von 35 cm

Höhe zu setzen, in welchem der Schaum sich sammelt. Die Schaumbblasen sind anfangs groß und durchsichtig, glasig, werden nach und nach kleiner, consistenter, weiß und trübe und hinterlassen beim Zerplatzen weiße Ränder. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so ist die Hefe reif und wird abgeschöpft. Dieses Abschöpfen wird so lange fortgesetzt, als der Hefenschaum die erforderliche Consistenz und weiße Farbe zeigt (Krieger¹).

Das Abschöpfen geschieht dadurch, daß man den Hefenschaum mittelst eines flachen Löffels abnimmt und die ganze Masse auf ein feines in Wasser schwimmendes Sieb wirft. Durch Umrühren schlämmt sich dabei die Hefe von den Trebern ab, vertheilt sich in dem Wasser, passiert durch die Maschen des Siebes, während die Treber darauf zurückbleiben und in dem Maße, wie das Sieb sich füllt, beseitigt werden. Dazu geeignete Maschinen sind von Hagpohl construirt und werden von H. Prollius in Görlitz geliefert. Eine andere Vorrichtung ist von G. Dilsen²) angegeben (D. R.-P. 26 631). Die ihrer Hefendecke beraubte Maische überläßt man der Nachgährung, für welche noch genügende Mengen von Hefe in der Flüssigkeit vertheilt bleiben.

Nach einiger Zeit setzt sich die Hefe aus dem Wasser, worin sie suspendirt war, in Form eines breiigen Niederschlages am Boden des Gefäßes ab. Das Hefenwasser zieht man ab und benützt es zum Zutühlen der nächsten Maische, um den Alkoholgehalt desselben nicht verloren zu geben. Die Hefe wird von Neuem mit Wasser angerührt. Das Abwässern ist erforderlich, um die Hefe haltbar zu machen. Eine Einbuße an Gährkraft erleidet sie dabei nicht (Hayduck³). Dem letzten Waschwasser fügt man zur Conservirung der Hefe 0,1 g Salicylsäure pro Liter zu (Berisch⁴), Heinzelmann⁵). Um die Hefe möglichst rein und frei von Bacterien zu erhalten, wartet man mit dem Abziehen des Wassers nicht bis zur völligen Klärung desselben, sondern entfernt es, sobald der größte Theil der Hefe sich abgesetzt hat. Die viel kleineren Bacterien sinken langsamer zu Boden als die Hefe und können somit abgeschlümmt werden. Zu diesem Behufe sind in neuerer Zeit verschiedene Vorrichtungen patentirt worden. (Dpländer, D. R.-P. 30 662⁶); Morawski⁷). Nachdem die Hefe sich klar abgesetzt hat, entfernt man das überstehende Wasser, so weit es irgendwie möglich ist. In diesem Zustande bildet die Hefe einen dicken Brei, dem man den größeren Theil des Wassers zu entziehen hat, um sie transportfähiger und haltbarer zu machen. Es geschieht durch Abpressen.

Hierbei hat man eine Schwierigkeit zu überwinden. Die feuchte Hefe bildet eine zähe Masse, welche das Wasser mit großer Energie, ähnlich wie feuchter Thon, zurückhält, und selbst unter starkem Drucke nur einen geringen Theil desselben fahren läßt. Diese Plasticität der Hefe beseitigt man dadurch, daß man ihr eine indiffe-

1) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1878, 17.

2) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1884, 657.

3) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 219, 723.

4) Populäre Zeitschr. f. Spiritusfabrikation 1883, 182.

5) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 564.

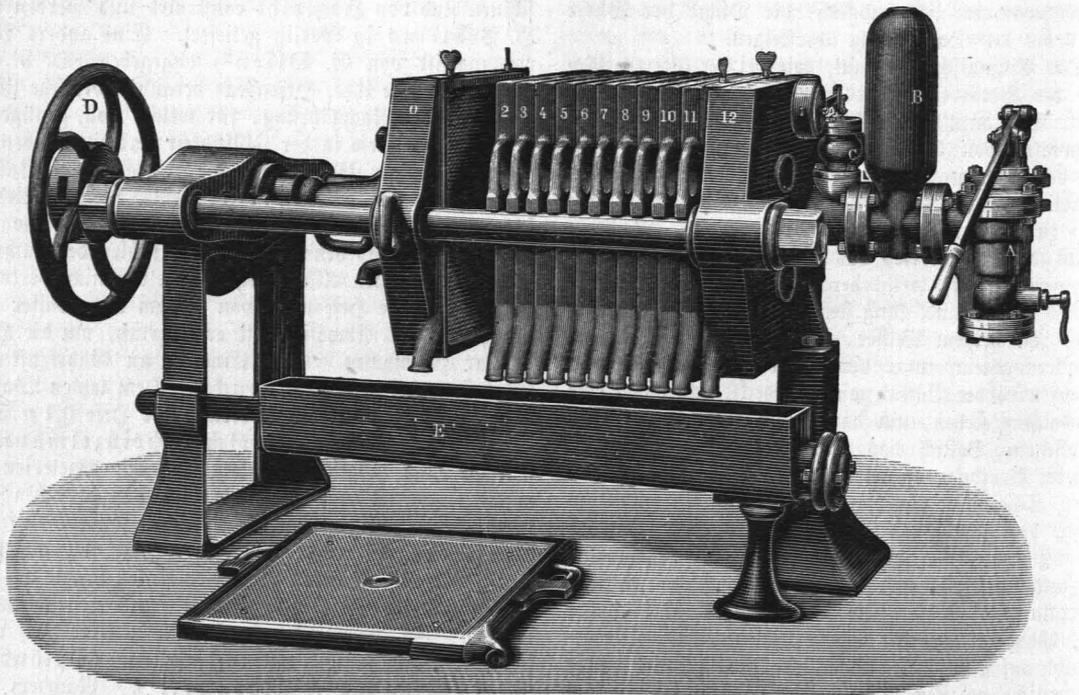
6) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 339, 615.

7) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 433.

rente Substanz zumischt, welche selbst im Stande ist, ohne chemisch auf die Hefe zu wirken, ihr einen Theil der Feuchtigkeit zu entziehen. Diese Eigenschaft besitzt das scharf getrocknete Stärkemehl. Im wasserfreien Zustande vermag es bis zu $\frac{1}{3}$ seines Gewichtes Feuchtigkeit aufzunehmen, ohne feucht zu erscheinen, und verringert, der Hefe beigemischt, den Zusammenhang der einzelnen Theilchen derselben so, daß nun durch Pressen ein großer Theil des Wassers entfernt werden kann. Das Stärkemehl wird, nachdem man es bei hoher Temperatur scharf getrocknet hat, sofort nach dem Erkalten, ehe es Zeit hatte, aus der Luft Feuchtigkeit aufzunehmen, dem Hefebrei zugemischt. Das Ganze wird dann in leinene Tücher geschlagen und unter einer Hebelpresse so lange einem starken Drucke ausgesetzt, als noch Wasser

abfließt. Statt der Hebelpresse verwendet man zweckmäßig die Filterpresse, in welche die mit Wasser zu Schlamm angerührte Hefe mittelst einer Handdruckpumpe gefördert wird. Eine zu diesem Behufe dienende Filterpresse, Construction von Wegelin u. Hübner, Halle a. d. Saale, ist in Fig. 121 dargestellt. Darin ist *A* die Pumpe, welche den Hefebrei aus einem Gefäße schöpft, *B* der Windkessel, *C* ein Sicherheitsventil, durch das der der Presse zu gebende Druck regulirt wird. Das feststehende Widerlager der Presse ist mit 12, das auf zwei starken Traversen gleitende Kopfstück mit *o* bezeichnet. Das Kopfstück kann mittelst eines Handrades *D* und einer Schraubenspindel gegen die zwischen Kopfstück und Widerlager an den Traversen aufgehängten Preßplatten 2 bis 11 gedrückt werden. Die Preßplatten, von denen

Fig. 121.



eine, am Boden liegend, besonders gezeichnet ist, sind beiderseitig, von oben nach unten laufend, canellirt. Die Canellirungen sind mit einer fein gelochten Platte bedeckt, welche wieder als Unterlage für ein Filtertuch dient. In der Mitte sämtlicher Preßplatten und des Widerlagers befindet sich eine Oeffnung und diese Oeffnungen bilden, nach dem Zusammenschrauben der Presse, einen von der Pumpe bis zum Kopfstück verlaufenden Canal, durch welchen der Hefebrei in die ganz engen Kammern der Presse gefördert wird. Um ein Eintreten des Hefebreies in die Canellirungen zu verhüten, ist in der centralen Oeffnung der Filterplatten eine Kapsel eingesetzt, deren breite Ränder sich gegen einen runden Ausschnitt der Filtertücher legen. Die Weite der Filterkammern wird bedingt durch die Stärke des vorstehenden Randes der Filterplatten. Die durch die Pumpe in die Filterkammer geförderte Hefe wird von den Tüchern, mit welchen die durchlöchernten Platten bedeckt sind, zurück-

gehalten, während das Wasser in den Canellirungen herabfließt, und durch angelegene Auslaufschneuzen in die Rinne *E* entleert wird. Die Filterpressen liefern je nach ihren Dimensionen und je nach der Zahl der Filterkammern in 12 Stunden 100 bis 2500 kg abgepreßter Hefe.

Die zurückbleibende Masse wird endlich, um sie möglichst gleichförmig zu mischen, geknetet und zu cylindrischen oder viereckigen Stücken von bestimmtem Gewichte, gewöhnlich von 0,5 kg, geformt. Auch diese Einrichtung kann mittelst Maschinen von A. Simmen in München ausgeführt werden. Die so gewonnene Preßhefe oder Pfundhefe enthält durchschnittlich etwa 60 Proc. Trockensubstanz. Bei diesem niederen Wassergehalte und Aufbewahrung bei niederer Temperatur gehen die Hefepflanzen in den Ruhezustand über und können in demselben längere Zeit verharren, um, wenn sie mit größeren Mengen von Wasser bei erhöhter Tem-

peratur zusammen kommen, zu neuer Vegetation zu erwachen. Eine unbegrenzte Haltbarkeit besitzt die Preßhese jedoch nicht, sie unterliegt vielmehr dem Verderben und zwar um so rascher, an je wärmeren Orten sie aufbewahrt wird, und namentlich wenn in ihrer Nähe faulende Materien sich befinden. Kennzeichen für die normale Beschaffenheit der Preßhese ist ihr unverändertes Aussehen auf der frischen Bruchfläche der Stücke. Ihre Farbe soll hellgelblich, möglichst weiß sein; eine gelbe, bis ins Bräunliche ziehende Färbung an der Außenfläche ist kaum zu vermeiden, auch nicht nachtheilig. Zu verwerfen dagegen ist die Hese, wenn sie schimmelig geworden ist und statt eines angenehmen süßlich-säuerlichen Geruches den unangenehmen Geruch von Fäulnißproducten zeigt.

Um die Hese haltbarer zu machen, hat man versucht, sie durch Austrocknung zu entwässern. Es gelingt dies jedoch kaum. Selbst bei vorsichtigstem Trocknen, bei niedriger Temperatur, leidet die Lebensfähigkeit der Hespflanze sehr, bei der geringsten Ueberhitzung wird sie sofort getödtet.

Ueber die Ausbeute an Hese und Alkohol bei der Hesebereitung sind von E. Schulze u. Märcker¹⁾ Untersuchungen angestellt worden. Es wurden zwei Bottiche, jeder mit 290 kg Roggen und 85 kg Darrmalz bemaischt; die Hese war für jeden der beiden Fälle aus 17,5 kg Roggen und 17,5 kg Darrmalz bereitet. Das Volum der Maische betrug bei dem einen Versuche (I) 1727 l, bei dem anderen Versuche (II) 1737 l.

Von dem Bottich (I) wurde am zweiten Tage der Gährung die Hese abgenommen; der Bottich (II) vergohr mit der Hese.

Bei der Destillation wurden gewonnen von

Bottich I . . . 9428 Literprocent Alkohol,
" II . . . 9535 " "

Außerdem liefert Bottich (I) 68,5 kg Preßhese, worin 9,8 kg wasserfreie Hese substanz und 20 kg Stärkemehl. Zur Bildung der Hese waren 8,3 kg Eiweiß aus der Maische aufgenommen worden.

Durch das Abschöpfen der Hese ist daher die Ausbeute an Alkohol nicht wesentlich beeinträchtigt worden, der Bottich I lieferte nur 107 Literprocent an Alkohol weniger als Bottich II. Dagegen ist nicht zu verkennen, daß die Ausnutzung des Gährraumes eine höchst ungünstige war, wie es auch nicht anders zu erwarten stand. Es lieferte nämlich 1 Liter Maische bei

Bottich I . . . 5,46 Literprocent Alkohol,
" II . . . 5,43 " "

Zur Bereitung der Hese dienten Bottiche von 2100 l Inhalt. Demnach lieferte also ein Liter Gährraum bei

Bottich I . . . 4,49 Literprocent Alkohol,
" II . . . 4,54 " "

Die Ausbeuten aus dem Gährraume sind hier noch verhältnißmäßig hoch, im Durchschnitt ist nicht auf mehr als etwa 4 Proc. zu rechnen²⁾, während man bei der Verarbeitung von gesunden stärkereichen Kartoffeln durchschnittlich 9 bis 9,5 Proc. erreicht.

Nach Angaben von Schuster¹⁾ läßt sich ein Theil des Kornes vortheilhaft durch Kartoffeln ersetzen. Ebenso findet Mais (Krieger²⁾ und Buchweizen vortheilhafte Verwendung in der Preßhesenfabrikation. Mit günstigstem Erfolge verwendet man neuerdings beim Einmischen statt des Wassers Schlempe. Es wird empfohlen (Frank, Delbrück³⁾, die dazu zu benutzende Schlempe nach dem Abflusse aus dem Destillirapparate unter einem Drucke von zwei Atmosphären zu kochen, um ganz sicher alle Bacterien zu tödten und sie dann heiß sich klären zu lassen. Die durch Sieben von Trebern befreite, möglichst klare Schlempe kommt zum Garbrennen in den Maischapparat. Es ist unzweifelhaft, daß durch den Zusatz von Schlempe der Hese eine Menge von Nährstoffen zugeführt werden. Das Kochen der Schlempe unter Druck wird jedoch von Méens u. Heinzelmann⁴⁾ als ein Eingriff in ein ihnen ertheiltes Patent bezeichnet. Durch den Zusatz der Schlempe wird die Menge der löslichen stickstoffhaltigen Verbindungen in der Maische bedeutend gesteigert und da nach Delbrück⁵⁾ die Ausbeute an Hese direct proportional der Menge der löslichen stickstoffhaltigen Verbindungen ist, so wird hierdurch ein entsprechender Gewinn an Hese erfolgen müssen.

B. Kartoffelspiritus. Als Rohmaterial für die Spiritusfabrikation hat die Kartoffel eine größere Bedeutung als die verschiedenen Kornarten, weil sich das in ihr enthaltene Stärkemehl zu billigerem Preise gewinnen läßt, als im Getreide. Aus diesem Grunde hat in Deutschland die Kartoffel das Getreide zum großen Theile verdrängt. Die Kartoffel gedeiht noch auf Bodenarten, die den Anbau des Getreides kaum lohnen; diese Bodenarten können daher der Industrie dienstbar gemacht werden. Aber auch auf Bodenarten von besserer Beschaffenheit wird die Kartoffel immer ein billigeres Rohmaterial sein als das Getreide, einerseits, weil das Getreide zu jeder Zeit in jeden beliebigen Quantitäten in den Handel zu bringen ist, was bei der Kartoffel nicht in gleichem Maße der Fall ist, und andererseits, weil auf der gleichen Fläche in der Kartoffel ungleich viel mehr Alkohol bildendes Material, Stärkemehl, zu produciren ist. Man kann z. B. eine durchschnittliche Roggenernte zu 1600 kg pro Hectar rechnen, worin bei einem Stärkemehlgehalte von 65 Proc. 1040 kg Stärkemehl; eine durchschnittliche Kartoffelernte läßt sich dagegen auf 16000 kg schätzen, worin bei 18 Proc. 2880 kg Stärkemehl. Eine wesentliche Concurrenz haben die Kartoffeln dagegen in den Zuckerriiben, die bei einem Ertrage von 30000 kg, bei einem Gehalte von 12 Proc., 3600 kg Zucker pro Hectar liefern können. Diese Concurrenz ist bei uns dadurch ausgeschlossen, daß die Kartoffelspiritusfabrikation durch die Art der Besteuerung geschützt ist, insofern als die Kartoffel eine bedeutend höhere Ausnutzung des Gährraumes zuläßt. Die Kartoffelmaische läßt sich leicht bis zu einer Concentration von 20^o Sacch. bringen,

1) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1881, 274, 314, 326.

2) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1878, 235.

3) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 227.

4) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 555.

5) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1879, 337, 349.

1) Journ. f. Landw. 20, 52, 293.

2) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1881, 318.

es werden sogar aus besonders guten Kartoffeln Maischen von 23 und 24^o Sach. gewonnen, während Rübensäfte bei der Verarbeitung im günstigsten Falle 12^o Sach. zeigen werden.

Die Kartoffel besteht ihrer größten Masse nach aus einem Gewebe von großen, dicht gelagerten, unregelmäßig geformten Zellen. In diesem Parenchym verlaufen, wenig deutlich erkennbar, einzelne Stränge von Gefäßbündeln, die sich in den vereinzelt stehenden Knospen oder Augen vereinigen. Das Ganze ist von einer aus Korkzellen bestehenden Rinde umhüllt. Die Parenchymzellen haben eine zartwandige Cellulosemembran, eine dünne Schicht wandständiges Protoplasma und sind von einer reichlichen Menge Zellsaft erfüllt, in welchem zahlreiche große Stärkemehlkörner liegen. In der reifen Knolle ist die Zahl der letzteren so groß, daß sie die ganz überwiegende Menge der Trockensubstanz ausmachen.

Von chemischen Verbindungen enthalten die Kartoffeln außer dem Stärkemehl Cellulose und in der Schale Korksubstanz, ferner Eiweiß, geringe Mengen von Fett, anorganische Salze, Aepfelsäure, Asparagin und sonstige Amidosäuren und Amide, und nach dem Auskeimen in den jungen Trieben Solanin, endlich Zucker, Dextrin, Pectinsubstanzen, außerdem eine große Menge, 66 bis 80 Proc., Wasser.

Das quantitative Verhältniß zwischen diesen Stoffen wechselt ungemein. Je jugendlicher, ungereifter die Knolle, um so reicher an Wasser und Eiweiß ist sie. Der Stickstoffgehalt in den Kartoffeln erreicht kaum die Höhe von 0,5 Proc. und von diesem ist immer ein Theil in Form von Amidosäuren und Amidin vorhanden (E. Schulze u. Märker¹⁾, Kreuzler, E. Schulze und Barbieri²⁾ Kellner, Morgen³⁾). Die Menge des in dieser Form auftretenden Stickstoffs kann zu etwa ein Drittel der Gesamtmenge geschätzt werden.

In dem Maße, wie die Kartoffel sich weiter entwickelt, nimmt der Gehalt an Stärkemehl zu. Alles, was der Reife hinderlich ist, Kälte, Nässe, schwere Bodenarten ihrer Kälte wegen, wird daher den Gehalt an Stärkemehl beeinflussen, während die dem Wachsthum der Knolle günstigen Momente, wie Wärme, mäßige Feuchtigkeit, geeigneter Nährstoffgehalt des Bodens, die Ausbildung des Stärkemehls begünstigen. Da das Stärkemehl nur aus Stoffen gebildet wird, die durch die Blätter und Stengel der Knolle zugeführt werden, so muß auch die vorzeitige Zerstörung des Laubes durch anhaltende Dürre und noch mehr durch Pilze, Kartoffelkrankheit, den Stärkemehlgehalt herabdrücken. Endlich charakterisiren sich manche Sorten durch besonders hohe Stärkemehlgehalte. Aus diesen Gründen ist es kaum möglich, auch nur annähernd den wahrscheinlichen Gehalt der Kartoffeln anzugeben. Nur um einen allgemeinen Anhalt zu haben, mögen die von König⁴⁾ gegebenen Werthe hier aufgeführt werden:

	Maximum	Minimum	Mittel
Wasser	82,86	68,29	75,48
Eiweiß und sonstige stickstoffhaltige Substanzen	3,66	0,57	1,95
Fett	0,31	0,03	0,15
Stickstofffreie Stoffe	21,24	18,75	20,69
Holzfaser	1,37	0,28	0,75
Asche	1,45	0,53	0,98

Von den stickstofffreien Stoffen macht das Stärkemehl immer den überwiegenden Theil aus. Sein Gehalt bewegt sich nach den vorliegenden Beobachtungen zwischen den Extremen von 9,5 und 28 Proc. vom Gewichte der Kartoffel¹⁾.

In den verschiedenen Sorten ist dabei der Stärkemehlgehalt der einzelnen Knollen durchaus nicht gleich, sondern unterliegt sehr erheblichen Schwankungen, je nachdem die einzelnen Knollen mehr oder weniger ausgereift gewesen sind. Hierdurch wird die Beurtheilung des Werthes der Sorte sehr erschwert und die Bestimmung des Gehaltes sehr unsicher gemacht, wenn nicht zu der Analyse eine Probe verwandt wird, die dem wahren Durchschnitt entspricht. Die Auswahl einer solchen Durchschnittsprobe beruht aber auf so viel Zufälligkeiten, daß man, um einigermaßen sicher zu gehen, mehrere große Proben ziehen und nur das Durchschnittsergebniß aller Untersuchungen der Beurtheilung und eventuell der Calculation zu Grunde legen sollte.

Bei längerer Aufbewahrung erleiden die Kartoffeln eine Veränderung, ihr Stärkemehlgehalt nimmt langsam, aber stetig ab. Man kann annehmen, daß eine Kartoffel, die bei der Ernte 17 bis 18 Proc. Stärkemehl enthielt, im Februar auf 15, im April auf 13 Proc. Stärkemehl herabgeht. Diese Abnahme erfolgt in noch höherem Maße, wenn die Kartoffeln zu keimen beginnen, da das in den Knollen abgelagerte Stärkemehl dabei zur Ausbildung der jungen Triebe verwandt wird. Ist man gezwungen, gekeimte Kartoffeln zu verarbeiten, so sollte man sie immer vorher von den Trieben befreien, da diese nur hinderlich sind und außerdem Solanin, einen giftigen Körper, enthalten, der, nach dem Genuße der Schlempe, der Gesundheit der Thiere nachtheilig werden kann.

Der Verlust an Stärkemehl ist auf den während der Aufbewahrung stetig fortschreitenden Athmungsproceß der Knolle zurückzuführen und dieser wird um so lebhafter, in je wärmerer Umgebung die Kartoffeln sich befinden. Bei der Aufbewahrung ist hierauf Rücksicht zu nehmen. Die Mieten sind nur so weit mit Erde zu bedecken, daß ihr Inhalt sicher vor dem Gefrieren geschützt wird. Ihre Dimensionen sind nicht zu groß zu wählen, um einer Ansammlung der durch die Athmung frei werdenden Wärme vorzubeugen. Gleichzeitig tritt bei einer trockenen Aufbewahrung eine Verdunstung von Wasser ein. Die Verluste durch Athmung und durch Wasserverdunstung stellen sich nach Umständen verschieden. Die Verdunstung und Athmung können in dem Verhältnisse erfolgen, in welchem Wasser und Stärkemehl sich in den Kartoffeln finden. Die Zusammensetzung der Kartoffeln erscheint dann unverändert.

¹⁾ Journ. f. Landw. 20, 69.

²⁾ Landw. Versuchstationen 21, 63; 24, 167.

³⁾ Deutsche Landw. Presse 1879, 533.

⁴⁾ Zusammensetzung der menschlichen Nahrungsmittel. Berlin 1882, S. 125.

¹⁾ Die Kartoffel und ihre Kultur (Berlin 1876).

Oder es wird im Verhältniß zu dem verdunstenden Wasser mehr Stärkemehl verbraucht. Die Zusammensetzung der Kartoffeln weist dann nach der Aufbewahrung einen geringeren Stärkemehlgehalt nach. Oder endlich die Verdunstung des Wassers ist relativ größer als der Verbrauch an Stärkemehl. Die Kartoffeln sind dann nach einiger Zeit scheinbar reicher an Stärkemehl als zuvor. Aus diesem letzteren, mitunter eintretenden Umstande hat man gefolgert, die Kartoffeln würden beim Lagern verbessert. Dies ist jedoch niemals der Fall.

Bei dem wechselnden Gehalte der Kartoffeln an Stärkemehl kann man seinen Betrieb nur dann richtig controliren, wenn man jede zu verarbeitende Kartoffelsorte vorher einer genauen Untersuchung unterwirft. Die dazu dienenden Methoden finden sich im Art. Stärkemehl.

Um das Stärkemehl in Zucker verwandeln zu können, müssen die Kartoffeln nicht allein zerkleinert werden, sondern es müssen auch die Zellen, in welche das Stärkemehl eingelagert ist, zerrissen werden, damit die Stärke austreten kann.

Es geschieht dies durch Dämpfen und Quetschen zwischen Walzen, oder in neuerer Zeit fast ausschließlich durch Dämpfen bei hoher Spannung im Henze, Hollefreund oder sonstigen dazu geeigneten Apparaten.

Beim Kochen oder Dämpfen schwellen die Stärkemehlkügelchen an, quellen im Zellwasser auf und absorbiren dieses vollständig. Eine Verkleisterung kann dabei aber nicht eintreten, weil die Körner durch die Zellmembranen von einander getrennt sind. Durch das Aufquellen werden die Zellmembranen so straff gespannt, daß sie bei jedem von außen oder von innen darauf ausgeübten Drucke zersprengt werden. Läßt man daher die gedämpften Kartoffeln durch die Quetschwalzen, welche oben beschrieben sind, passieren, so erhält man eine scheinbar völlig trockene, pulverförmige Masse, die trotzdem aber noch durchschnittlich 75 Proc. ihres Gewichtes Wasser enthält.

Das Stärkemehl der Kartoffeln kann ebenso wenig wie das des Getreides ohne die Einwirkung der Diastase in Zucker übergehen. Die Kartoffeln müssen daher immer unter Zusatz von Malz verarbeitet werden. Bei der Zuckerbildung verschwindet die Stärke, und das Wasser, welches sie aufgesogen hatte, wird wieder frei, so daß man aus sehr steifem Teige eine dünne Maische erhält.

a) Verarbeitung der Kartoffeln nach dem älteren Verfahren.

Einmaischen. Bei der Maischung der Kartoffeln kommen ebenso viele und wohl noch mehr verschiedene Verfahren in Anwendung, wie beim Getreide, die schließlich sämmtlich auf dasselbe, auf eine möglichst vollständige Zuckerbildung hinauslaufen und sie auch mehr oder weniger gut erreichen lassen.

Den Kartoffelquetschen giebt man allgemein so ihren Platz, daß sie unmittelbar über dem Maischbottich liegen und die zerquetschte Kartoffelmasse fast siedend heiß hineinfallen lassen. Da nun in dem Mehle durchschnittlich 75 Proc. fast siedend heißes Wasser enthalten sind, so muß das Maischverfahren nothwendiger Weise ein anderes sein, wie beim Getreidemaischen. Es braucht

nicht warm eingeteigt zu werden, es braucht nicht durch heißes Wasser gar gebrannt zu werden.

Auf je 1000 kg Kartoffeln bringt man etwa 100 l Wasser in den Maischbottich, fügt 30 bis 50 kg Grinnmalz hinzu und läßt dieses durch das Rührwerk oder durch Handarbeit gut vermischen. Kurze Zeit darauf, schon nach einer viertel bis halben Stunde, setzt man das Quetschwerk in Gang und läßt nun die Kartoffeln ununterbrochen in die Maische fallen, wobei durch kräftige Bearbeitung mit dem Rührwerke für gleichmäßige Vertheilung gesorgt wird. In dem Maße, wie die Kartoffelmasse hinzukommt, verdickt sich die Maische mehr und mehr, so daß es bei Handarbeit schließlich kaum mehr möglich ist, die Vertheilung gut genug zu bewirken. Tritt dieses ein, so muß man den Zusatz der Kartoffelmasse einige Zeit lang unterbrechen, und durch die eintretende Zuckerbildung eine Verflüssigung der Maische herbeiführen. Man hat aber dabei den Nachtheil, daß die Temperatur zu sehr sinkt, so daß endlich, nachdem alle Kartoffeln im Bottich sind, die Wärme nicht ausreichend ist. Es ist daher namentlich beim Kartoffelmaischen der Gebrauch der mechanischen Rührvorrichtung geboten; nur damit ist es möglich, in kürzester Zeit eine gleichmäßige klumpenfreie Maische herzustellen.

Die Temperatur, bei welcher die Zuckerbildung stattfindet, ist dieselbe wie bei der Getreidemaische, am günstigsten verläuft sie bei 60 bis 62° C. und erfordert ungefähr zwei Stunden, während welcher Zeit der Bottich bedeckt gehalten wird. Bei Anwendung guter Kartoffelquetschen erreicht man die richtige Maischtemperatur ohne weitere Anwendung von Dampf, indem das in den Kartoffeln enthaltene fast siedend heiße Wasser völlig ausreichend ist, um das zum Einmaischen des Malzes zugesetzte Wasser genügend zu erwärmen. Man gebraucht dabei nur die Vorsicht, während der kalten Jahreszeit hierzu nicht ganz kaltes, sondern angewärmtes Wasser, welches ja immer in reichlichster Quantität im Kühlfasse zur Verfügung steht, zu verwenden, umgekehrt kann es erwünscht sein, während warmer Herbst- oder Frühlingstage eine Abkühlung der Kartoffelmasse vorzunehmen, um eine zu hohe Temperatur zu vermeiden, man wird dann zum Einteigen des Malzes möglichst kaltes Wasser anwenden.

In manchen Brennereien wendet man andere Einmaischmethoden an, so z. B. bringt man zuerst die ganze Menge der Kartoffeln mit wenig Wasser in den Bottich und fügt dann das Malz entweder trocken, oder kalt eingeteigt, oder warm eingeteigt hinzu. Diesem ist entschieden zu widerrathen, weil dadurch gerade eine Haupterleichterung des Maischens verloren geht, nämlich die sofort beginnende Zuckerbildung, welche die Maische flüssiger macht. Nur dürfte sich vielleicht eine Modification empfehlen lassen, nämlich die, daß man anfangs nur die Hälfte des Malzes zugeibt und erst, nachdem die Gesamtmenge der Kartoffeln eingeschüttet ist, die andere Hälfte entweder trocken, oder mit ganz wenig Wasser eingeteigt hinzufügt.

Das Köhlen, Anstellen, die Gährung ist dieselbe, wie beim Getreidespiritus, nur mit dem Unterschiede, daß man die Kartoffelmaische stets um 1 bis 2°

fälter anstellt als die Getreidemaische. Eine Abänderung der Arbeitsweise besteht darin, daß man die gährende Maische mit frischer Maische auffrischt, um diese letztere gleich in kräftige Gährung zu bringen. Das Verfahren wird dann folgendes: Die Gährbottiche sind doppelt so groß herzustellen wie gewöhnlich. Jeder Gährbottich wird möglichst früh am Tage bis zur Hälfte mit Maische gefüllt und mit Hefe angesetzt. Während der Zeit, wo in dieser die Gährung beginnt, wird im Maischbottich die zweite Hälfte der Maische bereitet und diese kommt dann, nach dem Kühlen und dem Zumiseln der Hefe, zu der ersten Maische, um so die Füllung des Gährbottiches zu beenden. Es kann dieses Verfahren manche Vortheile gewähren, ebenso gut aber auch schädlich wirken, namentlich dann, wenn die zweite Hälfte der Maische sehr kalt zu der im Beginne der Gährung begriffenen ersten Hälfte hinzugelassen wird, da dann hier die eben eintretende Gährung wieder gestört wird. In solchem Falle dürfte es sich empfehlen, die zweite Hälfte etwas weniger stark zu kühlen und ihre Temperatur so hoch zu lassen, wie es möglich ist, ohne den Eintritt einer allzu stürmischen Gährung befürchten zu brauchen.

b) Verarbeitung der Kartoffeln unter hohem Druck. Das Dämpfen der Kartoffeln in den Hochdruckapparaten von Hollefreund, Bohm, Henze gelingt leichter als bei allen anderen Rohstoffen. In den am weitesten verbreiteten Henze-Apparat, welcher auf je 100 kg zu verarbeitende Kartoffeln einen Fassungsraum von 160 l haben soll, werden die Kartoffeln gebracht und bei geöffnetem Condenswasserentile der Dampf oben zugelassen. Anfangs wird der Dampf in Berührung mit den kalten Kartoffeln verdichtet, das Condenswasser wird durch das geöffnete Ventil entfernt. Hört hier der Abfluß auf, so wird das Ventil geschlossen und die Dampfspannung im Dämpfer auf zwei Atmosphären Ueberdruck gesteigert. Diese Spannung ist erfahrungsgemäß für Kartoffeln ausreichend und es genügt, wenn der Dampfdruck etwa 40 Minuten lang erhalten bleibt. Beim Ausblasen findet mächtige Dampferwicklung statt und da der Dampf hier nur auf Kosten des Zellsaftes der Kartoffeln gebildet wird, so muß die Masse der Trockensubstanz sich ungemein zu Gunsten der Dickmaischung verbessern und zwar so, daß die Maischen, trotz des dem Malze zuzufügenden Maischwassers, eine Concentration zeigen, welche höher ist als der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln. Bei von Paulsch¹⁾ ausgeführten Versuchen wurden das eine Mal 1750 kg Kartoffeln von 16,8 Proc. Stärkemehl bei drei Atmosphären gedämpft, wobei 400 l Condensationswasser abfloß. In dem Maischapparate befand sich eine Malzmilch, bestehend aus 200 l Wasser und 60 kg Grünmalz (auf 100 kg Kartoffeln also nur 3,5 kg Malz), nach dem Ausblasen hatte die Maische 22,7° Sacch. Bei einem zweiten Versuche wurden 1650 kg Kartoffeln von 17,6 Proc. Stärke gedämpft und in die aus 82,5 kg Grünmalz und 224 l Wasser bestehende Malzmilch geblasen. Die Maische zeigte hier sogar 24° am Saccharometer. Die Möglichkeit der Herstellung der Maischen so hoher Con-

centration aus verhältnißmäßig geringwerthigem Materiale ist aber für unsere Verhältnisse, bei denen eine möglichst hohe Ausnutzung des Gährraumes geboten ist, von allergrößter Bedeutung. Durch das Dämpfen wird ferner das Stärkemehl in den denkbar günstigsten Zustand für die folgende Verzuckerung gebracht. Denn außer der beim Ausblasen erfolgenden plötzlichen Dampfbildung, durch welche die Zellen der Kartoffeln zerissen werden, ist hier noch eines zu berücksichtigen. Bei der hohen Temperatur und unter dem herrschenden Dampfdruck wird das Stärkemehl verflüssigt. In diesem flüssigen Zustande erhält es sich allerdings nur, so lange diese Bedingungen obwalten. In dem Momente, wo der Druck aufgehoben und die Temperatur erniedrigt wird, geht das Stärkemehl wieder in den festen Zustand über, scheidet sich dabei aber in unendlich fein vertheilter Form aus, in welcher es von der Diastase leicht angegriffen wird. Die unter Hochdruck dargestellten Maischen enthalten daher häufig von 100 Th. des vorhandenen Stärkemehles kaum einen Theil, welches nicht gelöst ist, während in den nach altem Verfahren bereiteten Maischen selbst bei bester Arbeit 5 Proc., bei mangelhafter Arbeit aber bis 10 Proc. des Stärkemehles sich der Verzuckerung entziehen.

Zur Verzuckerung wird das erforderliche Malz, 3,5 bis 5 kg pro 100 kg Kartoffeln, entweder in besonderen Apparaten in Malzmilch verwandelt, oder im Maischapparate selbst mit Wasser zermahlen. Dabei geht man auf verschiedene Weise vor. Die Eimen bringen gleich die Gesamtmenge des zu verzuckernden Malzes in den Apparat, während die Anderen zunächst nur so viel Malz anwenden, wie gerade erforderlich ist, um die einzublasende Kartoffelmasse zu verflüssigen, um den Rest erst nach dem Ausblasen zuzufügen. Letztere Methode bietet gewisse Vortheile. Zunächst bedarf man dabei weniger Maischwasser, da die schließlich zuzufügende Menge des Malzes trocken verwandt werden kann und dann ist dabei das Verbrühen des Malzes weniger zu befürchten, da, wenn durch eine Unachtsamkeit beim Ausblasen die Temperatur der Maische zu hoch geworden sein sollte, dieser Fehler wieder gut gemacht werden kann, indem die Hauptmasse des Malzes erst zugefügt wird, nachdem die richtige Maischtemperatur erreicht ist. Immer aber ist das Ausblasen so zu reguliren, daß die Maischtemperatur von 60 bis 62° C. thunlichst in keinem Momente überschritten wird. Durch vorsichtiges Oeffnen des Ausblaseventiles, durch kräftige Luftzuführung mittelst des Exhaustors, durch Wasserkühlung oder durch Gontard'sche Verdunstungsscheiben ist dies leicht zu erreichen.

Die Temperatur von 60 bis 62° C. ist etwas niedriger als sie meist genommen wird. Sie ist aber gerechtfertigt, da sie für die Verzuckerung günstiger ist, als die gewöhnlich innegehaltene Wärme von 65° C. Je niedriger man die Temperatur halten kann, um so günstiger ist das beim Maischproceß entstehende Verhältniß von Maltose zu Dextrin, während bei höherer Temperatur mehr Dextrin entsteht.

Bei Innehaltung niedriger Maischtemperaturen kann eine vollständige Verzuckerung durch minimalste Mengen von Diastase erreicht, oder, was dasselbe ist, erheblich

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1881, 294.

an Malz gespart werden. Nach Schuster¹⁾ kann man die Verzuckerung der Kartoffeln schon mit 2 Proc. Malz erreichen. Man giebt dazu in einen Apparat mittlerer Größe 5 kg Malz mit dem nöthigen Maischwasser und regelt das Ausblasen der Kartoffeln so, daß die Temperatur der Maische in keinem Augenblicke die Wärme von 61° C. überschreitet. Nach beendeter Maischen wird bei 60° C. der Rest des Malzes trocken zugefügt und gut eingerührt, worauf die wirkliche Endtemperatur 58° C. sein soll. Wird nun von 5 zu 5 Minuten gut gerührt, um das Malz möglichst zu vertheilen, so ist die Zuckerbildung in 20 Minuten beendet. Bei der eben angegebenen Menge von 2 Proc. Malz ist vorausgesetzt, daß das Malz von vorzüglichster Güte sei. Da das Malz aber von wechselnder Beschaffenheit ist, so kann diese Zahl nicht als eine allgemeine Norm dienen, sondern sie zeigt nur das erreichbare Ziel. Beim Betriebe wird man gut thun, mit größeren Mengen vorzugehen und dann nach und nach weniger zu nehmen, wobei man sich von der bei der Destillation erreichten Ausbeute an Alkohol leiten zu lassen hat.

Während man früher eine Concentration der Kartoffelmaischen von 20° S. als das höchste Erreichbare betrachtete und schon hier eine unvollkommene Vergärung befürchtete, so begnügt man sich jetzt mit dieser Dichte nicht mehr, sondern strebt danach, möglichst 24 und 25° Sacch. zu haben, da man gefunden hat, daß die Vergärung so starker Maischen nicht allein ebenso gut, sondern vollkommener zu erreichen ist, wie bei Dünnmaischen²⁾. Nur müssen bei der Vergärung so dicker Maischen einige Vorsichtsmaßregeln angewandt werden, auf welche oben (S. 567) schon hingewiesen ist. Die Temperatur ist durch Anwendung des Gährbottichfühlers zu regeln. Außerdem ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß der sich vermehrende Alkoholgehalt in der gährenden Maische die Lebensthätigkeit der Hefe beeinträchtigt (s. S. 327) und so eine Störung der Gärung hervorrufen kann. Diese Störung ist während der Hauptgärung nicht zu befürchten, da der Alkoholgehalt während dieser noch nicht den Höhepunkt erreicht hat. Wohl aber kann sie während der Nachgärung sich geltend machen. Um hier den nachtheiligen Einfluß des zu concentrirt werdenden Alkohols zu verhindern, fügt man, sobald die Maische beim Nachlassen der Gärung zu sinken beginnt, so viel Wasser zu, daß der Bottich gefüllt erhalten bleibt. Hierdurch wird der Alkohol entsprechend verdünnt und seine Wirkung auf die Hefe abgeschwächt. Der Zusatz des Wassers darf jedoch nur mit Genehmigung der steueramtlichen Behörde erfolgen.

Malzverfahren von Trobach und Cord's³⁾, D. R.-P. 24 068. Die Kartoffeln werden mittelst einer Reibe, Excelsiormühle oder anderen Vorrichtung zu Brei zerrieben und dieser vom Fruchtwasser in einer Schleuder, hydraulischen Presse, getrennt. Das Fruchtwasser wird gekocht, um das darin enthaltene Eiweiß zu coagulieren und zu gewinnen. Das vom Eiweiß in Filterpressen oder Rutschapparaten getrennte Fruchtwasser wird den

Stärkefuchen im Maischapparate wieder zugefügt, der Brei wird nach Zugabe von Malz auf 60° erwärmt, eventuell unter Zusatz von Wasser. Nach erfolgter Verzuckerung werden die Treber in einer Schleuder oder Presse von der Maischwürze getrennt. Die Würze wird erforderlichen Falls aufgekocht, dann gefiltert und mit Hefe in Gärung versetzt. Die vergohrene Würze wird neutralisirt. Zu diesem Zwecke wird sie durch ein plastisches Filter aus Metallspänen und Knochenkohlenpulver getrieben und dann destillirt. Ob dies Verfahren sich bewähren wird, ist stark zu bezweifeln (vergl. auch Wittelschöfer¹⁾).

C. Zimmer²⁾, D. R.-P. 28 273, trennt die Würze von den Trebern in Centrifugen, welche den zur Trennung des Rahmes von der Magermilch dienenden nachgebildet sind.

Die Arbeit mit dem Hollefreund'schen Apparate unterscheidet sich von dem mit dem Henze'dämpfer nur durch den Fortfall des Ausblasens, indem die ganze Maischoperation im Apparate zu Ende geführt wird. Bei der gewöhnlichen Construction des Hollefreund ist eine Ableitung des Condensationswassers nicht möglich. Diese läßt sich aber durch eine Abänderung der Einrichtung, welche zuerst in der Fabrik zu Trotha gemacht ist, erreichen (Märcker³⁾). Zu diesem Behufe ist außer dem am unteren Theile befindlichen noch ein Dampfzuleitungsrohr in den Dom des Apparates geführt. Läßt man zuerst durch dieses Rohr den Dampf zufließen, so erwärmen sich die Kartoffeln und das Condenswasser fließt dabei durch das theilweise geöffnete Entleerungsventil ab. Nach dem Anwärmen wird das obere Dampfventil und das Entleerungsventil geschlossen und der Dampf durch die am Boden befindlichen Zuführungsventile in den Apparat gelassen, bis das Manometer eine Spannung von 2 bis 3 Atmosphären anzeigt, wozu 1 bis 1½ Stunden erforderlich sind. Alsdann wird das Rührwerk auf 15 bis 20 Minuten in Bewegung versetzt, um die Kartoffeln zu zerkleinern, und nachdem dieses geschehen ist, wird der Dampf abgelassen, der Condensator und die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt, um die Temperatur der Kartoffelmasse durch Verdunstung auf die Maischwärme herabzubringen. Ist dies erreicht, so wird die in einem Nebengefäße befindliche Malzmilz eingezogen, und durch kräftige Bewegung des Rührwerkes mit der Kartoffelmasse vermischt. Die Abkühlung bis zur Gärtemperatur wird in einer besonderen Kühlvorrichtung vorgenommen. Bei der von Bohm eingeführten Modification des Apparates erfolgt auch letztere Operation im Dämpfer selbst, indem das Rührwerk für continuirlichen Wasserdurchfluß eingerichtet ist.

Ermittelung der Ausbeute an Alkohol. Bei so verschiedenartigem Rohmaterial, wie es in der Spiritusfabrikation verwandt wird, und namentlich bei der so weit aus einander gehenden Beschaffenheit, wie die Kartoffeln sie darbieten, würde es kaum einen Sinn haben, die im Betriebe erlangte Ausbeute auf die Menge

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1878, 25.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 631, 763, 785, 801.

³⁾ Jahresber. d. chem. Technologie 1883, 939.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 744.

²⁾ Jahresber. d. chem. Technologie 1884, 1026.

³⁾ Handbuch der Spiritusfabrikation (1886) Seite 271.

des in den Betrieb eingeführten Rohmaterialies zu beziehen. Man wählt daher als Ausgangspunkt der Vergleichung die Menge des angewandten Stärkemehles, und bezeichnet als die theoretische Ausbeute diejenige Menge von Alkohol, welche man erhalten würde, wenn das Stärkemehl bei der Verzuckerung und Gährung genau nach der Gleichung:



zerfiel. Danach müßte 1 kg Stärkemehl 0,5679 kg Alkohol geben, oder da ein Liter Alkohol von 100 Proc. bei der Normaltemperatur von $15\frac{5}{9}^{\circ}C$. 0,79287 kg wiegt, so ist die theoretische Ausbeute aus 1 kg Stärkemehl $= \frac{0,5679 \times 100}{0,79287} = 71,6$ Literprocent.

Diese theoretische Ausbeute kann in der Praxis nie erreicht werden, weil eine Reihe von unvermeidlichen Verlusten stattfindet. So vollkommen die Verzuckerung mit den neueren Apparaten auch ist, so entzieht sich doch ein kleiner Bruchtheil des Stärkemehles der Umwandlung in Maltose und Dextrin. Die Vergärung des Dextrins ist selbst unter den günstigsten Umständen eine unvollständige. Von dem gährungsfähigen Materiale wird ein Theil zur Hefenbildung, ein anderer Theil bei der Säuerung des Hefengutes, und auch während der Gährung der Hauptmaische zur Bildung von Milchsäure verbraucht, ein anderer Theil wird in Fuselöl, ein Theil in Essigsäure verwandelt, außerdem entsteht bei jeder Gährung Bernsteinsäure und Glycerin. Endlich wird durch Verbunstung aus der warmen Maische während der Gährung eine gewisse Menge von Alkohol dampfförmig fortgeführt. Wenn auch alle diese unvermeidlichen Verluste, die Erlangung der theoretischen Ausbeute unmöglich machen, so muß es doch Aufgabe des Betriebsführers sein, sich obiger Zahl thunlichst zu nähern.

Hätte man eine Methode, welche es gestattete, den Stärkemehlgehalt der angewandten Rohmaterialien leicht und genau festzustellen, so würde eine Ertragsberechnung auf obiger Grundlage zu exacten Zahlen führen. Leider ist dem, namentlich bei den Kartoffeln, nicht so. Oben ist schon darauf hingewiesen, wie schwer es fällt, nur eine richtige Durchschnittsprobe der Kartoffeln für die Untersuchung auszuwählen. Dazu kommt noch, daß die Bestimmung des Stärkemehles in ihrer Genauigkeit an sich schon zu wünschen läßt, und namentlich durch die Beimischung der sonstigen Substanzen zu einer verhältnißmäßig wenig exacten wird. Unter diesen Umständen fehlt jeder Ertragsberechnung die sichere Basis, welche erforderlich ist, um daraufhin feste Schlüsse ziehen zu können.

Um die hieraus hervorgehenden Schwierigkeiten zu umgehen, ist von Märcker ein anderer Weg eingeschlagen worden. Märcker¹⁾ leitet die Menge des in den Betrieb eingeführten Stärkemehles nicht aus der Zusammensetzung des Rohmaterialies, sondern aus der saccharometrisch ermittelten Zusammensetzung der verzuckerten Maische ab, wobei allerdings einige willkürliche Annahmen gemacht sind, die jedoch nicht erheblich

auf das Resultat einwirken können. Wir lassen das Wesentliche der Methode in Märcker's eigenen Worten folgen:

Die durch das Saccharometer angezeigten Grade weisen nicht direct Zuckerprocente nach, sondern bedürfen einer Correctur. Auf die Saccharometerangabe wirken alle in der Maische gelösten Stoffe ein, diese bestehen allerdings zum größten Theile aus Maltose und Dextrin, daneben kommen aber auch andere nicht vergärbare Stoffe vor. Durch Untersuchung zahlreicher Kartoffelsorten und Maischen hat sich ergeben, daß der Quotient, welcher sich ergibt, wenn man den Procentgehalt an vergährungsfähigen Stoffen durch den Procentgehalt an Trockensubstanz dividirt, um so höher ist, je höher der Gehalt der Kartoffel, aus welcher die Maische dargestellt ist, an Stärkemehl war. Je stärkemehlreicher eine Kartoffel ist, um so weniger fremde Stoffe enthält sie, und im Zusammenhange hiermit steht direct der Quotient der Maische aus solchen Kartoffeln. Die Quotienten aus süßen Kartoffelmaischen (ohne Hefenzusatz) stellen sich folgendermaßen:

- aus sehr stärkemehlreichen Kartoffeln (22 bis 24 Proc.)
= 90 Quotient,
- aus stärkemehlreichen Kartoffeln (18 bis 22 Proc.)
= 85 Quotient,
- aus mittleren Kartoffeln (16 bis 18 Proc.)
= 82 Quotient.

Diese Zahlen besagen, daß eine $20^{\circ}S$. zeigende Maische, wenn sie aus 20 procentigen Kartoffeln dargestellt war, nicht 20 Proc. Zucker enthält, sondern nur $\frac{20 \times 85}{100} = 17$ Proc.; war sie dagegen aus sehr starke-

mehlreichen Kartoffeln gewonnen, so enthält sie $\frac{20 \times 90}{100} = 18$ Proc. Zucker. Die Quotienten müssen daher bei diesen Berechnungen berücksichtigt und als Correctur eingeführt werden.

Außerdem bezieht sich aber die Saccharometeranzeige nicht auf Stärkemehl, sondern auf Zucker. Nimmt man die Anzeigen des Saccharometers als Procenten Dextrose entsprechend, so sind sie, um daraus die äquivalente Menge von Stärke abzuleiten, im Verhältniß von 10 : 9 zu verkleinern.

Zur Ermittlung des Volums der Maische, auf welche sich alle Rechnungen beziehen, ist der Maischapparat ein für allemal zu richten und eine Tabelle zu entwerfen, welche für jedes Centimeter des Maischstandes das zugehörige Volum angiebt. Wird die Maische dann bei der Verzuckerungstemperatur von $60^{\circ}C$. gemessen, so ist ihr Volum auf das Volum zu reduciren, welches sie bei der Normaltemperatur des Saccharometers $17,5^{\circ}C$. einnehmen würde. Für diese Volumveränderung kann man genau genug das Verhältniß von 1000 : 985 einsetzen.

Ferner ist dem Gehalte an Trebern Rechnung zu tragen. Märcker schätzt diesen zu 3 Volumproc. der Maische.

Endlich ist noch aus dem ermittelten Volum das Gewicht der Maische abzuleiten. Das specifische Gewicht der Maischen von verschiedener Saccharometeranzeige ergibt sich aus der Tabelle S. 337. Da das specifische

¹⁾ Handbuch der Spiritusfabrikation, 4. Aufl., S. 584.

Gewicht einer Maische von 20° Sacch. = 1,08329, so wiegen 1000 l solcher Maische 1083,29 kg.

Um ein Beispiel für die Rechnung zu geben, so sei:

das Volum der Maische im Maischapparate . . . 3200 l
die Temperatur beim Messen 60° C.
die Saccharometerangabe bei Normaltemperatur 22° S.
der Stärkemehlgehalt der Kartoffeln 20 Proc.

1. Nach Obigem reducirt sich das Volum der Maische bei der Abkühlung von 60° bis 17,5° von 3200 l auf 3152 l.

2. Für 100 l sind 3 l Treber in Abzug zu bringen, es verbleiben daher 3152 — 94,6 = 3057,4 l treberfreie Maische.

3. Einer Saccharometeranzeige von 22° entspricht ein specifisches Gewicht von 1,09231. Die treberfreie Maische wiegt daher 3057,4 × 1,09231 = 3339,6 kg.

4. Der Quotient einer aus 20 procentigen Kartoffeln dargestellten Maische ist 85; der Zuckerwerth der Maische von 22° wird also $\frac{22 \times 85}{100} = 18,7$ Proc.

5. Da 10 Th. Zucker 9 Th. Stärkemehl entsprechen, so ist der Stärkemehlwerth der Maische $\frac{18,7 \times 9}{10} = 16,8$ Proc. Oder die 3339,6 kg Maische entsprechen $\frac{3339,6 \times 16,8}{100} = 561,0$ kg Stärkemehl.

Hierzu kommt noch das Stärkemehl, welches dem zuzusetzenden Hefengute entspricht. Man kann dafür das Grünmalz mit einem constanten Gehalte von 40 Proc. in die Rechnung einführen¹⁾. Es seien zur Bereitung der Hefe 100 kg Grünmalz verwandt, dann wird also der Stärkemehlwerth der Maische beim Anstellen 561,0 + 40 = 601 kg sein.

Aus der Maische seien 33849 Literprocente Alkohol gezogen, es hatte also 1 kg Stärkemehl eine Ausbeute von 56,3 Literprocent oder 78,6 Proc. der theoretischen Ausbeute ergeben.

Ueber die im praktischen Betriebe erzielten Ausbeuten macht Märcker folgende Angaben:

bei gutem Betriebe 60,5 Literproc. vom kg Stärkemehl oder 85,1 Proc. der theoretischen Ausbeute,
bei mittlerem Betriebe 55,0 Literproc. vom kg Stärkemehl oder 76,7 Proc. der theoretischen Ausbeute,
bei schlechtem Betriebe 48,0 Literproc. vom kg Stärkemehl oder 67,2 Proc. der theoretischen Ausbeute.

Die Schlempe. In die Schlempe gehen die sämtlichen Bestandtheile des Maisch- und Hefengutes über, soweit sie nicht im Gährungsproceß in Alkohol verwandelt worden und durch die Destillation abgeschieden sind. Es findet sich daher in der Schlempe alles das vereint, was nicht gährungsfähig, oder nicht vergohren ist, neben den im Maischproceß und während der Gährung gebildeten Umwandlungsproducten. Außer den Schalen der Kartoffeln, den Samenhüllen des Kornes und des Malzes, den Zellwandungen mit ihren Membranen, dem

unveränderten oder durch das Erhitzen coagulirten Eiweiß, den Amidosäuren der Kartoffeln und des Kornes wird daher in der Schlempe der Rest des der Verzuckerung entgangenen Stärkemehls, nicht vergohrener Zucker, Dextrin, vorkommen, daneben die durch das Kochen getödtete Hefe, die während der Gährung gebildete Milchsäure und Essigsäure, das Glycerin, die Bernsteinsäure und sonstige nicht flüchtige Gährungsproducte; es werden die im Maischgut enthaltenen Fette und Salze in ihrer Gesamtheit darin wieder erscheinen, soweit nicht durch Unachtsamkeit, Uebergähren, Versprigen, Verluste stattgefunden haben. Die Menge aller dieser Bestandtheile richtet sich vor Allem nach der Menge des Maisch- und Hefenmaterials, dann aber auch nach der größeren oder geringeren Vollkommenheit der Verzuckerung und dem Grade der Vergärung, nach der besseren oder schlechteren Construction des Destillationsapparates und der Leitung der Destillation. Letztere kommen insofern Betracht, als bei einer unvollkommen ausgeführten Destillation Alkohol in der Schlempe bleiben kann. Bei dem stets wechselnden Material, bei der verschiedenen Arbeitsweise ist es daher nicht möglich, nur irgendwie allgemein gültige Angaben über den Gehalt der Schlempe an den einzelnen Bestandtheilen zu machen. Noch größere Verschiedenheiten kommen vor in Bezug auf den Wassergehalt der Schlempe, da dieser wieder abhängig ist von dem Wassergehalt des Maischmaterials, von der beim Einmischen zugesetzten Menge von Wasser, von der Menge von Wasser, welche zum Spülen des Maischbottichs, des Kühlschiffs, des Gährbottichs angewandt ist, von dem Zufühlwasser, ferner von dem Betriebe der Destillation. Man wird eine concentrirtere Maische erzielen bei directer Feuerung der Blase als beim Dampfbetriebe, man wird bei starker Dephlegmirung der Dämpfe verdünntere Maische haben, als beim Betriebe auf schwachen Spiritus; besigt der Destillationsapparat einen besonderen Lutterkasten, aus welchem der entgeistete Lutter nicht in die Blasen gelangt, so wird die Schlempe concentrirter sein, als bei Verwendung eines Apparates ohne Lutterkasten. Im Allgemeinen kann man bei den neueren Destillationsapparaten annehmen, daß man pro 1000 l Maischraum 1200 l Schlempe erhält. Bei den mit Lutterabscheidungsrichtungen versehenen Apparaten ist dagegen das Volum der Schlempe dem Maischraum nahezu gleich (Spize¹⁾).

Da aber, wie wir oben gesagt haben, alle Bestandtheile des Maischgutes, soweit sie nicht Alkohol geworden sind, sich, wenn auch in veränderter Form, in der Schlempe wiederfinden müssen, so kann man sich, wenn man von dieser Form, die für die landwirthschaftliche Verwendung der Schlempe ziemlich nebensächlich ist²⁾, absieht, sich eine genügende Berechnung für die in der Schlempe enthaltenen Nährstoffe machen, sobald die Zusammensetzung des Maisch- und Hefenmaterials und die Ausbeute an Alkohol bekannt sind.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1883, 10.

¹⁾ Bei der Verwendung von Schlempehese sollen $\frac{2}{3}$ der Saccharometeranzeige des süßen Hefengutes, auf die Literzahl bezogen, hinzugerechnet werden. Es seien z. B. 300 l Schlempehese von 15° Sacch. verwendet, so entspricht dies 90 kg Stärkemehl.

²⁾ Auch die durch das Kochen bewirkte Coagulation des Eiweißes, wodurch der in Wasser lösliche Theil desselben in Wasser unlöslich wird, braucht nicht berücksichtigt zu werden, da das coagulirte Eiweiß ebenso leicht verdaulich ist, wie das in Wasser gelöste.

Nach S. 591 ist das bei vollständiger Zersetzung des Stärkemehls in Alkohol und Kohlensäure entstehende Quantum von Alkohol 71,6 Literprocent pro Kilogramm Stärkemehl. Es müssen daher für je 100 Literprocente des gewonnenen Alkohols 1,397 kg Stärkemehl aus dem Maischmaterial verschwinden, und um diesen Betrag muß die Schlempe ärmer an Stärkemehl sein, als das eingemaischte Material.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Maischmaterialien begegnet man hier den gleichen Schwierigkeiten, wie bei den Ertragsberechnungen. Da es aber bei der Ermittlung des Schlempeverthes sich nur um die Erlangung von Nährungswerthen handelt, so kann man, wenn man keine Analysen der Materialien hat, den Berechnungen Durchschnittszahlen zu Grunde legen. Nur bei den Kartoffeln ist wegen ihrer äußerst verschiedenen Beschaffenheit eine directe Bestimmung, wenigstens der Trockensubstanz, nöthig. Diese ergibt sich, mit für diesen Zweck genügender Genauigkeit, aus der Ermittlung des specifischen Gewichtes nach den im Artikel Stärkemehl sich findenden Methoden. Hat man die Trocken-

substanz gefunden, so kann man für diese einen mittleren Gehalt von 84 Proc. stickstofffreien und 8 Proc. Eiweiß und sonstigen stickstoffhaltigen Stoffen einsetzen.

Nehmen wir an, um ein Beispiel zu geben, es sei ein Bottich bemaischt worden mit 2000 kg Kartoffeln, zur Bereitung der Maische und zur Hefenbildung seien 100 kg Grünmalz verwandt, es seien gezogen 26 075 Literprocent Alkohol. Die Kartoffeln und das Grünmalz mögen folgende procentische Zusammensetzung gehabt haben:

	Kartoffeln	Grünmalz
Eiweiß	1,67	6,92
Rohfaser	0,92	6,61
Fett	0,05	1,26
Stärkemehl und sonstige stickstofffreie Stoffe	20,32	39,30
Mineralstoffe	0,88	1,81
Wasser	76,16	44,10
	100,00	100,00

Die Maische wird demnach, abgesehen von dem Wasser, enthalten:

	Eiweiß kg
2000 kg Kartoffeln	33,40
100 kg Grünmalz	6,92
Im Ganzen	40,32
Davon geht ab zur Bildung von 26 075 Literprocent Alkohol	—
Bleibt in der Schlempe	40,32

Rohfaser kg	Fett kg	Stärkemehl u. stickstofffreie Stoffe kg	Mineralstoffe kg
18,40	1,00	406,40	17,60
6,61	1,26	39,30	1,81
25,01	2,26	445,70	19,41
—	—	364,27	—
25,01	2,26	81,43	19,41

Man braucht daher nur noch das Volum der bei dem Betriebe gebildeten Schlempe zu ermitteln, um so den Maßstab für den Gehalt in einem beliebigen Volum zu finden.

Der wesentliche und für den Landwirth wichtigste Unterschied zwischen dem Maischmaterial und der Schlempe besteht also darin, daß das Verhältniß zwischen dem Eiweiß und den stickstofffreien Stoffen ein weit engeres geworden ist, wodurch die Verwerthung für Mast- und Milchnutzungszwecke nicht allein nicht verringert, sondern eher erhöht worden ist. In der Maische verhielt sich das Eiweiß zu der Summe des Fettes und des Stärkemehls u. wie 1 : 11,1, in der Schlempe dagegen wie 1 : 2,1.

von Roggen und Grünmalz, daß in die Maische eine gleiche Menge von Stärkemehl komme, wie bei der Kartoffelmaische.

Der Roggen möge folgende Zusammensetzung haben:

Vergleichen wir mit dieser Kartoffelschlempe eine Kornschlempe, dargestellt aus einem solchen Quantum

	Eiweiß kg
In 604,7 kg Roggen	66,52
In 100 kg Grünmalz	6,92
Im Ganzen	73,44
Davon geht ab zur Bildung von 26 075 Literprocent Alkohol	—
Bleibt in der Schlempe	73,44

Eiweiß	11,0
Rohfaser	3,7
Fett	2,0
Stärkemehl	67,2
Mineralstoffe	1,8
Wasser	14,3
	100,0

Nehmen wir gleiche Verzuckerung und gleiche Verzehrbareit des Stärkemehls im Roggen und in den Kartoffeln an, so würden wir die 2000 kg Kartoffeln durch 604,7 kg Roggen zu ersetzen haben. Unser Maischgut würde demnach enthalten:

Rohfaser kg	Fett kg	Stärkemehl u. stickstofffreie Stoffe kg	Mineralstoffe kg
22,37	12,05	406,36	10,88
6,61	1,26	39,30	1,81
28,98	13,31	445,66	12,69
—	—	364,27	—
28,98	13,31	81,39	12,69

Die bei einer gleichen Ausbeute an Alkohol aus Korn dargestellte Schlempe ist daher viel reicher an Eiweiß und Fett im Vergleich mit der Kartoffelschlempe und daher für die Fleisch- und Milcherzeugung um so viel werthvoller.

freien Stoffe auf 6 Pf. pro Kilogramm veranschlagen. Hiernach würde der Werth dieser Kartoffelschlempe etwa zu Mk. 19,75, der der Kornschlempe zu Mk. 33,30 zu schätzen sein.

Im Vergleich mit anderen Futterkosten kann man den landwirthschaftlichen Werth des Eiweißes auf 36 Pf., den des Fettes auf 15 Pf., den der sonstigen stickstoff-

C. Spiritus aus sonstigen stärkemehlhaltigen Rohstoffen. Im Pflanzenreich finden sich außer den Getreidearten und den Kartoffeln noch manche andere,

größere Mengen von Stärkemehl enthaltende Stoffe. Es ist aber keiner derselben bis jetzt irgendwie im Großen verarbeitet worden, einestheils weil sie im Verhältniß zu ihrem Stärkemehlgehalt zu theuer, wie Erbsen, Bohnen, Linsen, anderentheils weil sie nicht in genügender Menge zu beschaffen sind, wie Kastanien, Eichelu zc. Von diesen zeichnen sich die Früchte der wilden Kastanien durch ihren großen Gehalt an Stärkemehl aus. Wenn man auch nicht so viel davon sammeln kann, um einen regelmäßigen Betrieb darauf zu begründen, so sollten die Brennereien doch an solchen Orten, deren Umgegend durch die Alleen dieser schönen Bäume geziert ist, mehr als es bis jetzt geschieht, ihr Augenmerk auf diese Frucht richten, die bislang nur zu unnützen Spielereien der Kinder benutzt wird. Mit geringen Kosten würde man jedenfalls so viel davon sammeln können, um viel Kartoffeln zu ersparen. Die Kastanien können, nach dem Abschlagen ihrer grünen Rinde, mit den Kartoffeln gemeinschaftlich verarbeitet werden. Die geringe Menge eines Bitterstoffs, welcher sich darin findet, beeinträchtigt den Werth der Schlempe nicht im geringsten, die Thiere, welche damit gefüttert werden, gewöhnen sich leicht daran und gedeihen vortrefflich dabei. Wenz in Poppelsdorf verwendet direct die Frucht der berühmten Poppelsdorfer Allee als Viehfutter und hat in den Kastanien sogar in vielen Fällen sehr günstig wirkende medicinische Eigenschaften entdeckt.

Keis, der wegen seines hohen Stärkemehlgehaltes ein vortreffliches Rohmaterial für die Spiritusfabrikation ist, ist durch die Concurrenz der Stärkefabriken zu hoch im Preise, als daß seine Verarbeitung bei uns lohnend sein könnte.

Den Uebergang von den stärkemehlhaltigen zu den zuckerhaltigen Stoffen bildet die Erdbirne, der Topinambur, die Knollen von Helianthus tuberosus. Unter den Bestandtheilen derselben tritt Inulin, ein dem Stärkemehl und dem Dextrin nahestehender, leicht in Zucker zu verwandelnder Körper, auf. Diese Frucht enthält:

	Nach Payen	Serib
Traubenzucker	14,70	14,96
Inulin	1,86	—
Pflanzeneiweiß	3,12	3,68
Holzfasern	1,50	
Pectinsäure	0,92	3,30
Pectin	0,20	
Asche	1,29	1,38
Wasser	76,04	76,68

Nach Analysen von Neßler enthalten die beiden Varietäten, welche als gelber und rother Topinambur unterschieden werden:

	Große rothe Knollen	Kleine rothe Knollen	Große gelbe Knollen	Kleine gelbe Knollen
Spec. Gew.	1,030	1,044	1,037	1,045
Holzfasern	2,03	2,43	1,55	2,23
Inulin	1,34	1,33	0,87	0,99
Zucker	4,30	5,20	5,20	4,52
lösliche stickstofffreie Stoffe	14,00	9,92	14,77	15,99
Protein	8,36	2,25	9,92	8,44
Asche	2,24	1,00	2,07	2,25
Wasser	1,05	1,00	1,34	1,07
	80,65	79,55	79,05	80,49

Die in den letzten Analysen als lösliche stickstofffreie Stoffe aufgeführten Stoffe verwandeln sich zum größten Theil ungemein leicht in Zucker, schon bloßes Kochen genügt dazu.

Das specifische Gewicht giebt keinen Anhalt zur Beurtheilung des Werthes der Knollen. Bei Versuchen von Balling lieferten Knollen, deren specifisches Gewicht von 1,0435 bis 1,0529 variierte, beim bloßen Auspressen einen Saft von 1,070 bis 1,0788 spec. Gew. oder 17 bis 19 Proc. Saccharometer. Dieses höhere specifische Gewicht des Saftes erklärt sich dadurch, daß die Knollen reichliche Mengen von mit Luft gefüllten Zellen enthalten, die das specifische Gewicht verringern. Ähnliches wurde schon im Jahre 1825 von Payen beobachtet, Knollen von 1,018 spec. Gew. lieferten Saft von 1,099 spec. Gew.

Dem Anbau des Topinamburs ist für die Zwecke der Spiritusfabrikation gewiß Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn eine Frucht den Kartoffeln Concurrenz machen kann, so ist es der Topinambur, zumal dieser selbst auf armem Boden reiche Erträge giebt, da man keine Krankheiten beobachtet hat, da außerdem das reichliche Laub und die jungen Triebe vom Vieh mit Begierde gefressen werden.

Es scheint jedoch, daß die Qualität des Topinamburs ungemein großen Schwankungen unterworfen ist, worauf schon die ziemlich weit aus einander gehenden Resultate der obigen Analysen hindeuten. Dieses wird noch mehr durch die bis jetzt ganz vereinzelt angestellten Versuche bestätigt. Trommer in Eldena erhielt sehr ungünstige Ausbeuten, Häcker in Ungarisch = Altenburg dagegen befriedigende. Bei Versuchen, die im landwirthschaftlichen Garten zu Karlsruhe ausgeführt wurden, gaben 95 kg Knollen folgende Ausbeuten: 232 — 290 — 413 — 321 — 285 — 321 — 402 Literprocente.

Der Topinambur kann auf verschiedene Weise verarbeitet werden. Balling und Payen stellten Versuche mit dem ausgepressten Saft an. Nach ersterem vergohr der Saft von 17 bis 5 Proc. Saccharometer, was einem Alkoholgehalt von 5,14 Proc. entspricht. Weit günstigere Resultate erhielt Payen, sein Saft von 1,0995 spec. Gew. (24° S.) vergohr bis zu 1,0066 (1,6° S.) und würde demnach 9,94 Proc. Alkohol der Berechnung nach enthalten haben. Payen gab an, durch Destillation 9 Proc. gewonnen zu haben. Nach der Zusammensetzung des Saftes muß man annehmen, daß dieser beim Balling'schen Versuche noch weiter hätte vergähren können.

Eine zweckmäßigere Methode der Verarbeitung besteht in einer Mischung der Knollen mit geringem Malzzusatz. Ob dabei die Knollen, der leichteren Zerkleinerung wegen, vorher gedämpft und gequetscht, oder ähnlich wie Rüben zerrieben werden, darüber müssen Versuche im größeren Maßstabe entscheiden. Beim Dämpfen muß man jedoch das im Dämpffasse condensirte Wasser mit in den Maischbottich fließen lassen, da dieses reich an Zucker ist.

Anwendung der Schwefelsäure statt des Malzes beim Maischen. Daß Stärkemehl durch

Einwirkung verdünnter Schwefelsäure bei Siedhitze in Zucker verwandelt wird, ist längst bekannt. Man hat davon seit lange zur Fabrikation des Stärkezuckers, und ab und zu auch in der Spiritusfabrikation Gebrauch davon gemacht. In letzterer ist man aber mit Recht stets wieder davon zurückgekommen. So lange — wie es thatsächlich bei uns der Fall ist — die Spiritusfabrikation nicht ohne Verwerthung der Schlempe durch Fütterung an Milch- oder Mastvieh bestehen kann, so lange wird und kann ein Verfahren nicht Eingang finden, welches die Benutzung der Schlempe ausschließt. Zu Gunsten der Einmischung mit Schwefelsäure hat man eine leichtere Verzuckerung angeführt. In Wirklichkeit besteht diese jedoch nicht. Es ist vielmehr, wenn nicht sehr große Mengen von Säure verwandt werden, zur Umwandlung des Stärkemehls in Zucker ein vielstündiges Kochen erforderlich, wodurch also außer dem anderen Nachtheil noch der eines weit höheren Brennmaterialaufwandes hinzukommt.

Das Verfahren zur Verarbeitung von Kartoffeln ist im Wesentlichen folgendes:

Die Kartoffeln werden roh zerrieben und im Einmischbottich mit vielem Wasser angerührt, um die Eiweißstoffe, welche sonst beim Gerinnen das Stärkemehl umhüllen und vor der Einwirkung der Schwefelsäure schützen würden, auszuziehen. Nach einigen Stunden läßt man das Wasser von dem sich am Boden abgelagerten Stärkemehl und der Faser abfließen und giebt auf den Rückstand von je 100 kg Kartoffeln 8 kg Wasser und $1\frac{1}{2}$ kg concentrirte Schwefelsäure, womit wenigstens 4 bis 5 Stunden unter einströmendem Dampf gekocht wird. Die saure heiße Flüssigkeit wird durch Zusatz von Kreide oder Kalkstein neutralisirt, von dem abgeschiedenen schwefelsauren Kalk abgezogen und gekühlt, worauf sie mit Hefe angesetzt wird.

Zunächst werden durch Auswaschen mit Wasser die stickstoffhaltigen Stoffe, deren Anwesenheit zur späteren Bildung der Hefe unbedingt erforderlich ist, entfernt. Die Gährung kann also nur durch einen ganz unverhältnißmäßig großen Aufwand an Hefe bewirkt werden. Dann schließt die Anwendung der Säure alle mechanischen Maischapparate aus, da das Eisen der Rührwerke sofort gelöst werden würde. Endlich erhält man eine Masse von Gips, die von der Maische getrennt werden muß und dann doch noch eine große Menge derselben aufgesogen hat, die nur durch Auswaschen gewonnen werden kann, wobei man verdünnte Flüssigkeiten erhält, die nur beim nächsten Einmischen verwerthet werden können.

Nach dem Verfahren von Leplav für Korn soll man das Schrot zunächst mit feinem gleichen Volum Wasser, dem 2 Proc. Schwefelsäure zugesetzt sind, kalt einteigen und es dann nach und nach in siedendes Wasser, welches 5 bis 6 Proc. Schwefelsäure enthält, eintragen, wobei man den Dampf immer so stark zuströmen läßt, daß die Flüssigkeit nie aus dem Sieden kommt, weil sonst leicht Verkleisterung und Klumpenbildung eintritt. Der günstigste Erfolg soll erzielt werden, wenn man auf 100 kg Getreide 4 bis 6 kg Schwefelsäure anwendet. Das Kochen muß 15 bis 18 Stunden lang unterhalten werden. Der Syrup soll dann 14 bis 18° B. (25 bis 32° C.) zeigen.

In einer Fabrik zu Lille verarbeitet man, nach Otto, täglich 13 000 kg Reis mit Salzsäure. Das säurehaltige Wasser, welches 10 bis 11 Proc. Säure vom Gewicht des Reis enthält, wird durch Dampf zum Sieden erhitzt und das Reismehl so eingeschüttet, daß die Flüssigkeit nicht aus dem Kochen kommt. Nach zwölfstündigem Kochen wird die Flüssigkeit mit kohlensaurem Kalk neutralisirt.

Statt der Schwefelsäure Salzsäure anzuwenden, ist gewiß nur zweckmäßig, da bei der Neutralisation lösliches Chlorcalcium gebildet wird, welches also nicht aus der entstandenen Zuckerlösung entfernt zu werden braucht. Es übt auf den Verlauf der Gährung keinen nachtheiligen Einfluß aus. Nur der verhältnißmäßig höhere Preis der Salzsäure dürfte ihre Anwendung erschweren, wenn man nicht vielleicht in der Nähe von chemischen Fabriken gelegen ist und die Säure also wenigstens ohne hohe Transportkosten beziehen kann.

Der in Italien üblichen Verarbeitung des Mais mit Schwefelsäure ist schon oben (S. 574) gedacht.

Praktisch anwendbar ist das Einmischen mit Säuren wohl nur bei der Verarbeitung der Rückstände der Kartoffeln in Stärkfabriken. Diese enthalten immer eine große Menge nicht zerrissener Zellen, die viel Stärkemehl so umhüllen, daß dieses nicht zweckmäßig durch Malz zu verzuckern ist.

Anhang. — Spiritus aus Holz. Schon vor langer Zeit machte Braconnot die Entdeckung, daß Holzfaser beim Vermischen mit concentrirter Schwefelsäure und nachheriger Verdünnung und Kochen in Zucker verwandelt werde. Später ist dieses für die Spiritusfabrikation angewandt und es soll in Paris eine Fabrik begründet sein, die nach diesem Princip arbeitet — ob sie noch existirt, ist uns nicht bekannt.

Das Verfahren ist im Wesentlichen folgendes: Jede beliebige Holzfaser enthaltende Substanz, also Sägespäne, ausgelaugte Farbhölzer, Blätter, selbst leinene Lumpen (als ob diese nicht schon für die Papierfabrikation genügend gesucht wären!) zc. werden vollständig getrocknet und nach dem Erkalten mit wenigstens ihrem gleichen Gewicht concentrirter Schwefelsäure vorsichtig vermischt, so daß keine Erhitzung dabei eintritt. Nach einigen Stunden läßt sich das Ganze zu einer breiartigen Masse zerreiben, die mit Wasser vermischt und zum Sieden erhitzt wird. Darauf wird die Schwefelsäure mit kohlensaurem Kalk neutralisirt und die Zuckerlösung in Gährung gebracht.

Abgesehen von anderen Umständen scheint dieses Verfahren doch große technische Schwierigkeiten zu haben. Bei in kleinem Maßstabe ausgeführten Versuchen erhielt Ludwig aus 100 kg völlig wasserfreien leinernen Lumpen 3435 Literprocent Alkohol, während nach der Zusammensetzung der Cellulose zum wenigsten das Doppelte hätte gewonnen werden müssen, wenn die Zersetzung vollständig gewesen wäre.

Der große Aufwand an Schwefelsäure ist es wohl vorzugsweise, der dieses Verfahren scheitern macht. Kommt dazu der Betrag der Steuer und der sonstigen Fabrikationsunkosten, so wird die Fabrikation gewiß nicht mehr rentabel erscheinen.

Um die Schwefelsäure auszunutzen, soll nach einem patentirten Vorschlage von Tribouillet die Branntweinbrennerei mit der Stearinsäurefabrikation verbunden werden, und zwar auf die Weise, daß man die saure Maische nicht mehr mit Kalkstein oder Kreide, sondern mit der zur Abscheidung der Stearinsäure aus den Fetten dargestellten Kalkseife neutralisirt. Man erhält dann ein Gemisch von Fettsäuren, Maische und Gips, die sich im Zerfegungsbottich so ablagern, daß die geschmolzenen Fettsäuren auf der Maische schwimmen und der Gips sich am Boden abscheidet.

Es ist möglich, daß größere Stearinsäurefabriken es vielleicht vortheilhaft finden können, ihre Schwefelsäure zu benutzen, um damit zugleich eine gewisse Menge Alkohol zu gewinnen; einen allgemeineren Eingang in der Brennerei wird dieses Verfahren aber dennoch nicht finden.

Läßt man verdünnte, 2- bis 3procentige Schwefelsäure bei einer Temperatur von 180 bis 200° C., also unter hohem Druck, auf Holzfasern einwirken, so verwandelt sie diese ebenfalls in Zucker. Melkens will dieses im Großen ausführen, indem er Holzspäne und verdünnte Schwefelsäure in einen mit Blei ausgekleideten, hermetisch verschließbaren, starken Kessel bringt und sie so auf die angegebene Temperatur erhitzt. Es ist dies ein Versuch, der wohl im Laboratorium, aber gewiß nicht beim fabrikmäßigen Betriebe ausführbar ist.

Eine bessere Meinung, als von den vorhergehenden Methoden, hat man eine Zeit lang von einem Verfahren gehegt, bei welchem der Spiritus als Nebenproduct einer anderen Industrie, der Papierfabrikation, gewonnen werden sollte, wie es von Bachet und Machard geschah, die ein eigenthümliches Verfahren in den Fabriken zu Saint Ripon und Bez in der Schweiz und zu Bizille, Dep. Isère, eingeführt haben. Sie bringen 2000 kg Scheiben von Tannenholz mit 8000 l Wasser und 800 kg gewöhnlicher Salzsäure in einem großen Bottich durch einströmenden Dampf zum Sieden und kochen 12 Stunden lang. Durch den Angriff der heißen Säure wird vorzugsweise die inkrustirende Materie des Holzes gelöst und es verbleibt, nach dem Auswaschen mit Wasser, ein leicht auf Papier zu verarbeitender Rückstand. Die saure Flüssigkeit soll, nach Untersuchungen von Payen, auf je 100 Th. wasserfreien Holzes 21,13 Th. Traubenzucker gelöst enthalten. Sie wird so weit mit Kreide neutralisirt, daß 99 Proc. der angewandten Säure an Kalk gebunden wird, und kommt nach Zusatz von Hefe, bei einer Temperatur von 22 bis 25° zur Gährung. Nach Angaben der Erfinder liefert 1 cbm Tannenholz 438 kg Holzspäne und man erhält davon 787 Literprocent Alkohol. Durch die neueren Verfahren der Cellulosegewinnung aus Holz ist diese Art der Industrie jedoch wieder beseitigt worden.

Näheres über die Anwendung der Schwefelsäure in der Spiritusfabrikation findet sich: Wagner's Jahresbericht der chemischen Technologie 1858, 354; Dingler's Polyt. Journ. 138, 424; 146, 317; Otto's Landwirthschaftl. Gewerbe, V. Aufl., Bd. I, 469, 476; Wagner's Jahresbericht 1855, 221; 1859, 400; Polyt. Journ. 134, 219, 316; 136, 387; 138, 79,

428; 151, 394; 181, 233; 185, 310; Payen, Précis de chimie industrielle von Stohmann und Engler (Stuttgart 1874) Bd. II, 600.

II. Spiritusfabrikation aus zuckerhaltigen Rohstoffen. Nach den zur Verwendung kommenden Materialien können wir auch hier zwei große Gruppen unterscheiden, nämlich:

1. Rohstoffe: Vegetabilien, Rüben, Möhren, Zuckerrübe (Sorghum), Früchte, Beeren etc.
2. Rohstoffe: Nebenproducte anderer Industriezweige, Rübenzucker melasse, Krappwaschwasser etc.

A. Rübenspiritus. Von den nicht stärkemehlhaltigen Vegetabilien ist unstreitig die Rübe, und zwar die Zuckerrübe, für unsere Verhältnisse der wichtigste Rohstoff für die Spiritusfabrikation. Ihrer allgemeinen Einführung steht nichts im Wege als unsere Steuer-gesetzgebung, weil es nicht möglich ist, mit Rüben den Vorrath so hoch auszunutzen wie mit Kartoffeln, oder weil ein gegebenes Quantum Rüben saft keine so hohe Ausbeute an Alkohol zu geben vermag, wie ein gleich großes Quantum einer dicken Kartoffelmalsche. Fallen solche Ungleichheiten mit der Einführung der Fabriksteuer hinweg, so werden sofort eine Reihe von Rübenspiritusfabriken entstehen, oder es werden, wie es in Frankreich thatsächlich geschehen ist, die Zuckerrübenfabriken sich auf doppelten Betrieb einrichten, um je nach der für Zucker oder Alkohol günstigeren Conjunction ihre Rüben entweder auf den einen oder den anderen Artikel zu verarbeiten. Es wird, wenn einmal das jetzige System der Besteuerung der Fabriksteuer weichen sollte, wozu aber wenig Aussicht vorhanden ist, dadurch den Kartoffelbrennereien eine Concurrrenz entstehen, doch bleibt abzuwarten, wie weit beide neben einander bestehen können; an einen unbedingten Untergang der Kartoffelspiritus-Industrie, den allzu Aengstliche prophezeien, glauben wir nicht.

Die Fabrikation des Rübenspiritus finden wir in größten Maßstabe in Frankreich. Ebenso früher in Württemberg, wo die Besteuerung zuckerhaltiger Rohstoffe ihre Verarbeitung gestattete; um die Hebung der dortigen Fabrikation hat Siemens in Hohenheim die größten Verdienste. Ferner in Ungarn. In der Magdeburger Gegend werden in einzelnen Brennereien Rüben gemeinschaftlich mit Kartoffeln verarbeitet, um durch den höheren Extractgehalt der Kartoffelmalsche die Ausbeute vom Gähräume zu steigern.

Es lassen sich im Wesentlichen folgende verschiedene Fabrikationsmethoden unterscheiden:

1. Die Rüben werden in Brei verwandelt und als solcher in Gährung gebracht;
 - a) die Rüben werden vor dem Reiben durch Dampf gar gekocht;
 - b) die Rüben werden roh zerrieben.
2. Der Saft wird vom Mark getrennt und nur der Saft angesetzt, und zwar wird der Saft gewonnen:
 - a) durch Reiben und Auspressen oder Ausschleudern;
 - b) durch Maceration der in Scheiben geschnittenen Rüben;

e) durch Kochen der Rübenschnitte mit Schwefelsäure und Aussehleudern, wobei ein Theil des Marks durch Behandlung mit Schwefelsäure in Zucker verwandelt werden kann.

3. Der in den Rübenschnitten enthaltene Zucker wird in gährendem Rübensafte in Gährung gebracht, wobei die gegohrenen Schnitte zur Destillation kommen.

Von diesen Methoden sind unstreitig die sub 1 a) diese namentlich für kleinen Betrieb, 2 b) und 3. die wichtigsten. Da viele der dabei in Betracht kommenden Operationen völlig identisch mit denen der Zuckerrfabrikation und dieser nur entlehnt sind, so können wir diese hier nur kurz andeuten und verweisen wegen des Näheren auf den Artikel Zucker.

Dämpfen der Rüben und Gährung des Breies. Dies Verfahren wurde wohl zuerst im Jahre 1844 in Frankreich angewandt. Zwei Patente aus diesem Jahre sagen darüber Folgendes: Valerme-De Lagrange setzt die Rüben in einem Fasse der Einwirkung von Dampf aus, zerquetscht sie, läßt sie mit wenig heißem Wasser und kurzem Haferstroh digeriren, kühlt durch Zusatz von kaltem Wasser auf 25° C., setzt auf 1000 kg Rüben 5 l Bierhefe zu und läßt gähren. Douay-Lensens läßt die Rüben in geschlossenen Gefäßen kochen, wobei er das aus dem Dampf verdichtete Wasser so lange abfließen läßt, bis es ohne Geschmack und Geruch abläuft. Auf 2000 bis 2200 l zerquetschte Masse setzt man 6 bis 8 l Bierhefe und 1 Proc. Gerstenmalz zu und läßt gähren. Man gewinnt von 1000 kg Rüben 70 bis 80 l Alkohol.

Nach Siemens verarbeitet man die Rüben in kleinen Brennereien am zweckmäßigsten, indem man sie wie Kartoffeln dämpft. Es sind jedoch immer zwei Dämpfässer so mit einander zu verbinden, daß der oben aus dem einen austretende Dampf zum Vorwärmen im zweiten Fasse benutzt wird. Dies ist nothwendig, weil die Rüben vermöge ihrer Form nicht so dicht geschichtet werden können wie Kartoffeln und also große Zwischenräume lassen, die der Dampf rasch durchstreicht, ohne ausgenutzt zu werden. Am besten leitet man den Dampf nach dem Ausströmen vom zweiten Dämpfer in ein mit Wasser gefülltes Faß, um so den Dampf unter schwachem Druck auf die Rüben wirken zu lassen.

Durch das Dämpfen werden manche Bestandtheile des Rübensaftes coagulirt und zwar gerade die, welche leicht ein rasches Verderben der Masse herbeiführen, indem sie die Schleimgährung sehr befördern.

Die gar gedämpften Rüben lassen sich nicht wie die Kartoffeln zwischen glatten Walzen zerquetschen, da sie von diesen beim Umgange nicht gefaßt werden. Eine so vollständige Zerkleinerung wie bei den Kartoffeln ist aber durchaus nicht erforderlich, man braucht die Stücke nur so weit zu zerquetschen, daß sie später die Röhrenleitungen und Hähne der Destillationsapparate nicht verstopfen. Wahrscheinlich werden dazu die oben (S. 408) abgebildeten Stachelwalzen genügen. Am besten erreicht man die Zertheilung durch Reiben, wie sie in den Zuckerrfabriken angewandt werden; die Zähne derselben können jedoch weit länger genommen werden, wodurch eine raschere Arbeit erlangt wird. Man richtet die Operation so ein, daß die am Abend

gedämpften Rüben erst am folgenden Morgen zur Reibe oder Walze kommen; während der Nacht bleiben sie in Körben stehen, um so weit abzukühlen, daß sie nach Zusatz der erforderlichen Wassermenge die zum Anstellen richtige Temperatur haben.

Der Brei ist so konsistent, daß man ihm nur durch Zusatz von Wasser die zur Gährung erforderliche Flüssigkeit geben kann. Es werden auf 100 kg Rüben mindestens 50 l Wasser nöthig, so daß in einer solchen Maische auf 1 Th. Trockensubstanz etwa 7 Th. Wasser kommen.

Die Gährung wird durch Hefe eingeleitet. Auf 100 l Rübenmaische nimmt man nach Siemens 3 bis 4 l Bierhefe, deren Gehalt an Hopfenbitter die sonst zu säurmig verlaufende Gährung mäßigt. Die Gährung erfolgt dennoch rasch und erfordert nicht weniger als $\frac{1}{3}$ Steigraum. Durch Zusatz von Molken soll an Gährraum gespart werden können, indem die Masse dann weniger steigt.

In kleinen württembergischen Brennereien erhält man durchschnittlich von 50 kg Rüben 247 Literprocent, diese erfordern aber 92 l Gährraum. Mithin liefert ein Liter Gährraum $\frac{247}{92} = 2,7$ Proc. Alkohol.

Zerreiben der rohen Rüben und Gährung des Breies. Die Rüben werden roh auf der in den Zuckerrfabriken gebräuchlichen Reibe in Brei verwandelt. Theils um das Zerreiben zu erleichtern, theils um den konsistenten Brei genügend zu verflüssigen, ist es erforderlich, Wasser in beträchtlicher Menge zuzusetzen. Beim Verarbeiten der rohen Rüben fügt man sofort nach der Zerkleinerung eine gewisse Menge Schwefelsäure, 1 bis 2 Th. auf 1000 Th. Rüben, hinzu, wodurch die Schleimgährung verhindert und die Alkoholgährung befördert wird. Die Schwefelsäure zerlegt dabei die organische Säuren enthaltenden Salze des Safts, so daß, wenn man nicht mehr als die angegebene Menge Schwefelsäure anwendet, nie freie Schwefelsäure, sondern die organischen Säuren im freien Zustande bleiben, deren Genuß keine nachtheiligen Folgen auf die Gesundheit der mit der Schlempe zu fütternden Thiere haben kann.

Die Gährung wird durch Zusatz von Bierhefe eingeleitet. Sie tritt sehr rasch ein, treibt die große Menge Treber an die Oberfläche und verläuft meist ziemlich wild, so daß man großen Steigraum haben muß. In Belgien erhielt man — nach Otto — nicht mehr als 2,25 Literprocent Alkohol vom Liter Gährraum.

Gährung des durch Auspressen oder Schleudern gewonnenen Saftes. Die Gewinnungsmethoden des Saftes sind die früher in den Zuckerrfabriken üblichen. Während des Reibens läßt man dabei bis 20 Proc. Wasser zu den Rüben fließen, um den Brei zu verdünnen und den unvermeidlich in den Preßrückständen bleibenden Zuckergehalt zu verringern. Die Rückstände aus der Presse, oder der Centrifugalmaschine, haben denselben Futterwerth wie die der Zuckerrfabriken und können, ebenso wie diese, lange aufbewahrt werden. Unmittelbar nach dem Auspressen säuert man den Saft mit Schwefelsäure an und nimmt dabei auf 1000 kg Saft circa $1\frac{1}{2}$ kg Säure.

Durch den Zusatz von Schwefelsäure wird aus dem

Saft ein Körper in schmutzigbraunen Flocken gefüllt, der Schleimbildung hervorruft und durch seine Abscheidung den Saft bei weitem flüssiger macht. Ein ohne Schwefelsäure, oder mit einer ungenügenden Menge, angestellter Saft vergäht höchst unregelmäßig unter Bildung von starkem Schaum, so daß der Saft aus den Bottichen fließt und später bei der Destillation die größten Schwierigkeiten veranlaßt.

Zum Anstellen bedient man sich der Hefe oder zweckmäßiger, nach französischem Verfahren, eines Theiles des am vorigen Tage in Gährung gebrachten Saftes, was aber bei uns nicht zulässig ist. In Belgien erlangt man, nach Otto, dadurch eine sehr regelmäßige Gährung, daß man einen Theil des Saftes zuerst bei 30 bis 32° C. mit der ganzen Menge der Hefe anstellt und dann den übrigen Raum des Bottichs durch Zutreffen des Restes langsam füllt, so daß vom Vorstellen bis zum beendigten Anstellen wenigstens 1½ Stunden verfließen.

Der angesäuerte Rübensaft kommt jedoch bei einer Temperatur von 22 bis 25° C. auch freiwillig, ohne Zusatz von Ferment, in Gährung. Nach 12 Stunden tritt die Gährung ein und ist durchschnittlich nach drei Tagen beendet. Die Ausbeute übersteigt, nach Siemens, nicht 4 Procente Alkohol vom Liter Gährraum.

Gährung des durch Maceration gewonnenen Saftes. Diese Saftgewinnungsmethode ist ebenfalls der Zuckerindustrie entnommen, sie ist aber ganz besonders für die landwirthschaftliche Spiritusfabrikation geeignet, da sie gestattet, mit höchst einfachen Apparaten zu arbeiten. Um die Einführung dieser Methode haben sich in Württemberg Siemens, in Frankreich Champonnois besonders verdient gemacht. Ihre Methoden unterscheiden sich wesentlich dadurch von einander, daß Ersterer zum Ausziehen des Saftes Wasser, Letzterer Schlempe verwendet.

Das Verfahren von Champonnois ist gegenwärtig in den meisten Rübenbrennereien eingeführt. Ueber die Ausübung desselben in der Spiritusfabrik Szolcsan in Ungarn sind von Pintner¹⁾ Mittheilungen gemacht, denen wir das Folgende entnehmen:

Die gewaschenen Rüben kommen auf einen Rübenschneider, welcher sie in Schnittlinge von 1½ cm Breite, 1⅓ mm Dicke und 10 cm Länge verwandelt. Zur täglichen Verarbeitung von 29 400 kg (525 österr. Centner) dienen sechs Macerationsbottiche von Lärchenholz, von denen immer drei zusammen arbeiten. Sie haben eine Höhe von 253 cm und einen Durchmesser von 126 cm, sind mit Eisenreifen gebunden und haben über der Bodenfläche ein mit eisernem Deckel verschließbares Mannloch zum Herausnehmen der macerirten Rübenschnitte. In ihrem Inneren, 10 cm über dem Boden, befindet sich ein eiserner Kranz, auf dem ein in zwei Theile zerlegbarer schmiedeeiserner Siebboden eingesetzt ist. Unterhalb des oberen Randes der Bottiche sind zwei eiserne Knacken angebracht, welche einen oberen Siebboden halten, der nach der Beschickung der Bottiche mit den Schnitzeln aufgelegt wird, um das Aufsteigen derselben zu verhindern. Die in einer Reihe stehenden Bottiche sind durch Uebersteigrohre, welche von ihrem

Boden ausgehen und hier, um ein Eindringen fester Theile zu verhüten, mit halbkugelförmigen kupfernen Seihern bedeckt sind, unter einander und außerdem mit einem Sammeltroge und einem Saftheber verbunden. Ueber den Macerationsbottichen finden sich Reservoirs für Dünnsaft, Schlempe-Warmwasser und zur Verdünnung der Schwefelsäure.

Während des Beschickens der Macerateurs hängt man, zur gleichmäßigeren Vertheilung der Schnitzel, einen kegelförmigen hölzernen Hut ein, auf welchen die Schnitzel geworfen und gleichzeitig mit verdünnter Schwefelsäure von 3 Proc. Gehalt besprengt werden. Das Füllen jedes Macerateurs erfordert einen Zeitaufwand von 20 Minuten.

Die Maceration wird in folgender Weise ausgeführt: Bei Beginn der Campagne füllt man den Macerateur I bis zur Oberfläche der Schnitzel mit warmem Wasser. Nach einstündiger Maceration bekommt derselbe Bottich einen weiteren Aufguß von warmem Wasser, wodurch die erste Füllung durch die Uebersteigrohre in den vorher mit Schnitzeln gefüllten Macerateur II gedrückt wird. Nach Ablauf einer zweiten Stunde bekommt der Macerateur I einen dritten Aufguß, der seinerseits die in II befindliche Flüssigkeit durch das Uebersteigrohr in den Macerateur III treibt, während II den vorigen Auszug von I erhält. Nachdem die Flüssigkeiten wieder eine Stunde mit den Schnitzeln in Berührung gewesen sind, erhält I den vierten Aufguß, der dann den Saft von III als Dicksaft von 8 bis 9 Proc. Zuckergehalt in den Gährbottich treibt. Der vierte Aufguß von I wird nun von den Schnitzeln abgelassen, fließt in den Saftheber und wird als Dünnsaft in ein hochstehendes Reservoir gedrückt. Der Macerateur I wird mittlerweile entleert und mit frischen Schnitzeln gefüllt; alsdann wird die Verbindung von III und I hergestellt und der Dünnsaft auf II gelassen, um den Inhalt desselben nach III überzuführen und den von II mit den in I befindlichen frischen Schnitzeln zusammenzubringen. Nach einstündiger Maceration liefert I Dicksaft zur Gährung, der durch die letzte Füllung von II abgedrückt wird, worauf II entleert und frisch gefüllt wird u. s. f.

Ist in Folge des Betriebes einmal Schlempe vorhanden, so wird der letzte Aufguß immer mit warmer Schlempe gemacht, die dann nach der letzten Maceration mit den fast erschöpften Schnitzeln den Dünnsaft liefert. Nach Angabe des Berichtstatters muß jedoch die Schlempe von Zeit zu Zeit ganz abgelassen werden, wegen des sich darin steigenden Gehaltes an Schwefelsäure. Man könnte dies jedoch nach unserem Ermessen vermeiden, wenn man in diesem Falle den Zusatz der Schwefelsäure zu den frischen Schnitzeln beschränkte, sobald die Schlempe zu sauer wird.

Die günstigste Temperatur für die Maceration ist 75 bis 85° im letzten Bottich und diese wird durch die Wärme der Schlempe erreicht.

Die sechs Macerateurs bilden zwei Batterien und diese liefern den Saft für neun Gährbottiche. Drei dieser Bottiche haben einen Inhalt von 6226 l (110 Eimer), die sechs übrigen haben einen Inhalt von 3396 l (60 Eimer). Die Temperatur, mit welcher der Dicksaft zur Gährung kommen soll, ist 22,5°. Gemeiniglich wird der Inhalt des letzten Macerateurs diese Wärme besitzen,

¹⁾ Rübenbrennereien in Ungarn.

was durch ein eingestelltes Thermometer controlirt wird. Ist die Flüssigkeit wärmer, so wird sie auf dem Wege zum Gährbottich gekühlt. Es ist zu dem Zwecke das Leitungrohr mit einem weiteren Rohre umhüllt, in welches nach Bedarf kaltes Wasser gelassen werden kann.

Die Gährung wird auf die Weise eingeleitet, daß der erste große Bottich zu einem Drittel seiner Höhe mit Dicksaft gefüllt und mit 1/2 kg Hefe vermischt wird. Ist die Gährung in Gang gekommen, so wird weiterer Dicksaft beigegeben, so weit mit Berücksichtigung des Steigraumes gefüllt werden kann. Hat abermals die Gährung begonnen und ist die Temperatur der Flüssigkeit auf 32,5° gestiegen, so läßt man, unter kräftigem Aufrühren des Inhaltes, die Hälfte der Flüssigkeit in den zweiten Bottich fließen, zu welchem Zwecke Ueberstreigrohre angebracht sind. Beide Bottiche werden nun mit Dicksaft wieder aufgefüllt; wenn auch hier die Gährung wieder lebhaft geworden ist, so läßt man einen Theil des Inhaltes in den dritten Bottich ab und füllt alle drei mit frischem Dicksaft auf. Sind alle drei Bottiche in kräftiger Gährung, so läßt man die Flüssigkeit in die kleinen Gährbottiche soweit abfließen, daß

nur ein Drittel in den großen Bottichen zurückbleibt; die letzteren werden dann wieder allmählig mit Dicksaft gefüllt, während die Gährung in den kleineren Bottichen zu Ende geführt wird.

Ist einmal die Gährung eingeleitet, so erzeugt sich durch die Vermehrung der Hefe immer neues Ferment aus den Bestandtheilen des Saftes. Die Menge des so sich bildenden Fermentes genügt aber für die dortigen Verhältnisse nicht, da man durch die früher in Oesterreich-Ungarn geltende Pauschalirung der Steuer ein Interesse daran hatte, die Gährung so stürmisch wie möglich verlaufen zu lassen. Aus diesem Grunde fügt man große Quantitäten frischer Hefe zu und verwendet dazu pro Tag gegen 43 kg. Man erreicht dadurch, daß die Gährung bereits in 12 Stunden beendet ist.

Die Destillation erfolgt in einem Savalle'schen Colonnenapparate, welcher einen Rohspiritus von circa 40° liefert. Der Rohspiritus wird dann in einem Savalle'schen Rectificationsapparate in Feinsprit von 96 bis 97° Tr. verwandelt.

Vom Berichterstatter wird folgende Ertragsberechnung mitgetheilt:

Tägliche Unkosten:	
29 400 kg Rüben à 42 fr. pro 56 kg	220 fl. 50 fr.
134,4 kg Schwefelsäure à 6 1/4 fl. pro 56 kg	15 " — "
43 kg Hefe à 8 fl. pro 56 kg	6 " 16 "
6 Klasten Holz à 6 fl.	36 " — "
Summa für Material	
277 fl. 66 fr.	
Tagelöhne:	
a) Bei der Rübenwäsche und Schneide:	
2 × 6 Weiber à 40 fr.	4 fl. 80 fr.
2 × 2 Männer à 60 fr.	2 " 40 "
b) Maceration:	
2 × 3 Männer à 60 fr.	3 " 60 "
2 × 1 Knabe à 30 fr.	— " 60 "
c) Ausführen der Schnitte:	
22 Bottiche à 15 fr.	3 " 30 "
d) Saftheber 2 × 1 Knabe à 25 fr.	— " 50 "
e) Maschinisten 2 × 1 à 60 fr.	1 " 20 "
f) Heizer 2 × 1 à 60 fr.	1 " 20 "
g) Am Apparat 2 × 1 Laufburche à 50 fr.	1 " — "
h) Gährraum 2 × 1 Mann à 60 fr.	1 " 20 "
i) Maschinensführer 1 Mann	1 " 50 "
k) 1 Brenner	1 " 50 "
Summa der Arbeitslöhne	
22 fl. 80 fr.	
Zinsen, Amortisation von 50000 fl. Anlagecapital:	
a) 5 Procent Zinsen = 2500 fl. für 150 Arbeitstage, pro Tag	16 fl. 50 fr.
b) Reparaturkosten pro Tag	5 " — "
c) Amortisation 10 Proc. also 5000 fl., pro Tag	33 " 50 "
Summa	
54 fl. 10 fr.	
Steuer nach Pauschalirung pro Tag	118 " 40 "
Summa der Unkosten	
472 fl. 96 fr.	
Hierzu für die Verwaltung 2 1/2 Proc.	11 " 82 "
Zusammen	
484 fl. 78 fr.	
Erzeugniß:	
a) Spiritus.	
80,6 Eimer = 4562 l Rohspiritus von 40°, welche ergeben:	
23,3 Eimer = 1319 l zu 95° = 2213 Maßproc. = 125 305 Literproc.	
8,2 " = 464 l zu 92° = 754 " = 42 688 "	
Zusammen	
2967 Maßproc. = 167 993 Literproc.	
Ergeben bei einem Spirituspreise von 19 fr. pro Maßproc.	563 fl. 72 fr.
Hiervon ab Fracht nach Wien 3724 kg à 70 fr. pro 56 kg	46 " 55 "
Bleiben	
517 fl. 17 fr.	
b) Rübenschnitzel.	
70 Proc. der bearbeiteten Rüben = 20580 kg à 12 fr. pro 56 kg	44 " 10 "
Summa der Einnahmen	
561 fl. 27 fr.	
Hiervon ab Ausgaben	484 " 78 "
Ergiebt Reingewinn	
76 fl. 49 fr.	

Die Verarbeitung von durch Maceration des Rübenbreies gewonnenem Saft, unter Zusatz von getrockneten und gemahlenern Rübenschnitten, wurde von Lüdorsdorff versucht. Die Gährung war jedoch in den meisten Fällen so stürmisch, daß ein großer Theil der Flüssigkeit verloren ging, trotzdem daß ein bedeutender Steigraum gelassen wurde. Die höchste Ausbeute bei einem Versuche, der ohne Uebersteigen der gährenden Maische verlief, betrug 6,55 Proc. vom Gährtraume. Möglicher Weise wäre eine regelmäßiger Gährung durch Zusatz von Schwefelsäure zu erreichen gewesen.

Gewinnung des Saftes durch Kochen mit Schwefelsäure. Diese von Weil eingeführte Methode soll die Umwandlung der im Saft enthaltenen fremden Stoffe, wie Gummi, Pflanzenschleim zc., in Zucker bewirken und dadurch eine höhere Ausbeute an Alkohol erzielen lassen.

Die Runkelrüben, oder sonstigen Wurzeln, werden zerkleinert, entweder mittelst der Reibe oder durch Zerschneiden. Man bringt das Material sodann in eine Kufe oder ein sonstiges geeignetes Gefäß. Dasselbe kann offen sein, in Rücksicht auf Abkürzung der Dauer der Operation und Verringerung der anzuwendenden Säuremenge ist es aber vorzuziehen, sich einer geschlossenen Kufe, die einen Druck von $1\frac{1}{4}$ bis 2 Atmosphären aushält, zu bedienen. Die höhere Temperatur, welche in diesem Falle erreicht wird, erleichtert und beschleunigt die Umwandlung der Kohlehydrate in gährungsfähigen Zucker. In die Kufe bringt man circa 20 Proc. vom Gewicht des Materials Wasser und $1\frac{1}{2}$ bis 3 Proc. Schwefelsäure von 66° B. Nachdem man das mit Schwefelsäure vermischte Wasser durch ein am Boden der Kufe liegendes, mit Löchern versehenes Dampfrohr zum Kochen erhitzt hat, fügt man das Rohmaterial hinzu und setzt das Kochen eine genügende Zeit lang fort. Bei dieser Operation wird das Zellgewebe des Materials mürbe gemacht oder zerfressen, so daß man den zuckerhaltigen Saft leicht und möglichst vollständig daraus gewinnen kann. Durch die Schwefelsäure wird außerdem Gummi, Pflanzenschleim zc. in gährungsfähigen Zucker verwandelt. Man beendet die Operation, wenn diese Umwandlung genügend zu Stande gekommen ist. Dann wird die Flüssigkeit durch Abseihen und Auspressen oder mittelst eines Centrifugalapparates von der Cellulose getrennt, worauf man letztere trocknet. Die Flüssigkeit wird mit Kreide gesättigt, der dabei entstandene Gips abgefondert, die Flüssigkeit nach Bedarf abgekühlt und sodann gähren gelassen, worauf man den Weingeist derselben in gewöhnlicher Manier abdestillirt.

Die im getrockneten Mark der Rüben enthaltene Holzfasern soll ebenfalls in Zucker verwandelt werden, und zwar auf die Weise, daß man die Schwefelsäure, welche zum Kochen einer Portion Rüben bestimmt ist, vorher auf das getrocknete Mark einer früheren Operation einwirken läßt, wie oben S. 600 beschrieben ist.

Gährung der Schnitte im Saft. Diese Methode ist von Leplay in Frankreich eingeführt und kommt dort im großen Maßstabe zur Verwendung. Im Wesentlichen derselbe Gedanke wurde schon früher von

Otto ausgesprochen, er blieb aber in Deutschland unbeachtet, weil die Steuergesetzgebung seine Ausführbarkeit nicht gestattete.

Nach Leplay werden die Rüben auf dieselbe Weise, wie bei der Methode von Champonnois und Siemens in Streifen von 2 bis 3 cm Breite und 3 bis 6 mm Dicke geschnitten. Diese werden in einen Gährbottich gebracht, bis auf dessen Boden ein Dampfrohr reicht, um den Inhalt erwärmen zu können, und in dem oben durch Spannhölzer ein siebartig durchlöcherter Deckel befestigt ist, um mittelst desselben die Schnitte in der gährenden Flüssigkeit zu erhalten. In einen Gährbottich von 5200 bis 5500 Liter bringt man 1500 kg Schnitte und 3000 Liter Saft. Gleich nach dem Eintragen der Schnitte, oder während desselben, fügt man die erforderliche Menge Schwefelsäure zu. Diese variiert nach der Beschaffenheit der Rüben und muß in solcher Menge gegeben werden, daß die Gährung regelmäßig, ohne zu starke Schaumbildung, verläuft. Auf kalkreichem Boden gewachsene Rüben erfordern mehr Säure als solche, die auf kalkarmem Boden gezogen sind, in Fersehung begriffene Rüben mehr als frische. Durchschnittlich kann man auf 1000 kg Rüben $3\frac{1}{2}$ kg concentrirte Schwefelsäure rechnen. Am zweckmäßigsten verdünnt man die Säure mit Saft oder Wasser und bringt zunächst ein Drittel derselben in den Bottich, dann den dritten Theil der Schnitte, dann wieder ein Drittel der Säure, abwechselnd Schnitte und Säure, bis der Bottich gefüllt ist. Beim Anstellen muß die Temperatur 25 bis 28° C. betragen, was durch einströmenden Dampf erreicht wird.

Beim ersten Anstellen verschafft man sich die nöthige Menge Saft durch Maceration einer Portion Schnitte mit Wasser, unter Zusatz der nöthigen Schwefelsäure, und ruft die Gährung durch Presshefe oder Bierhefe hervor. Nach 10 bis 20 Stunden ist die Gährung beendet, es wird dann der Deckel geöffnet, die Schnitte werden mittelst einer Schaufel oder eines Rezes in einen über dem Gährbottich stehenden Korb oder Trichter geschafft, wo sie den anhängenden Saft in den Bottich zurückfließen lassen. In den zurückbleibenden Saft bringt man neue Schnitte und Schwefelsäure und fügt nur eine geringe Menge Hefe zu, die bei den folgenden Operationen auch nicht mehr erforderlich ist, da sich dann eine genügende Menge Ferment gebildet hat. Das richtige Verhältniß zwischen Rüben und Säure erkennt man am sichersten am Verlaufe der Gährung. Tritt diese bei einer Temperatur der Flüssigkeit von 30° C. nach 24 Stunden nicht ein, so ist der Gehalt an Säure zu groß. Man nimmt dann die Schnitte heraus, bringt sie mit Zusatz von Hefe in einen anderen Bottich und füllt den zu sauren Bottich mit frischen Schnitten, die dann eine Abstumpfung des Ueberschusses an Säure bewirken. Ein Mangel an Säure giebt sich durch schleimige Beschaffenheit des Saftes zu erkennen.

Durch die Gährung in dem Saft wird der in den Rübenzellen enthaltene Zucker in Alkohol verwandelt. Es erfolgt dies dadurch, daß von dem Inneren der die Rube bildenden Zellen ein Diffusionsstrom ausgeht, welcher den Zucker in die umgebende Flüssigkeit führt. Hier mit der Hefe in Berührung kommend, verwandelt

der Zucker sich in Alkohol, welcher durch einen gleichzeitig mit dem ersteren verlaufenden Diffusionsstrom so lange in das Innere der Zellen zurückgeführt wird, bis der Inhalt der Zellen gleichen Alkoholgehalt hat, wie die umgebende Flüssigkeit. Da der Zucker in der gährenden Flüssigkeit sofort zerstört wird, so wird schließlich aller Zucker aus den Zellen ausgewandert sein, während immer nur so viel Alkohol in dieselben einwandern kann, bis schließlich ein Gleichgewicht im Gehalte des Zellinhaltes und der umgebenden Flüssigkeit eingetreten ist.

Vorzugsweise sind es die Schnitte, welche der Destillation unterworfen werden, und es muß daher ein besonderer Apparat für dieselben construirt werden. Da aber aus den Schnitten während der Gährung eine gewisse Menge Saft austritt und das Volumen des letzteren in den Bottichen sich daher übermäßig vermehren würde, so muß durch die Destillation ein Theil desselben mit beseitigt werden. Auch hierauf ist bei der Einrichtung des Apparates Rücksicht genommen.

Der Destillationsapparat besteht aus drei, entweder im Kreise, oder neben einander stehenden Cylindern, die oben geöffnet und durch einen Deckel hermetisch verschlossen werden können. Vom oberen Theile jedes Cylinders gehen zwei Hahnenröhren ab, von denen die eine jeden Cylinder mit dem Condensationsapparate verbindet, während die andere am Boden des nächsten Cylinders mündet, so daß auf diese Weise der erste mit dem zweiten, der zweite mit dem dritten, der dritte mit dem ersten Cylinder in Verbindung steht. Außerdem geht ein Dampfrohr bis auf den Boden eines jeden der Cylinder.

In der Mitte der Cylinder steht eine verticale Stange, die als Träger für eine Anzahl siebartig durchlöcherter schalenförmiger Gefäße, die mit den gegohrenen Schnitten gefüllt sind, dient. Diese Stange ist ungefähr bis zu $\frac{1}{2}$ ihrer Höhe vom Boden bedeutend stärker als oben, so daß die Schalen, welche in der Mitte eine runde, genügend weite Oeffnung haben, um sie bequem über den oberen Theil der Stange schieben zu können, hier eine Auflage finden. Der untere Theil des Cylinders bleibt auf diese Weise frei und dient zur Destillation des Saftes und zum Entgeistern des Condensationswassers. Die Schalen werden an einen über dem zu füllenden Cylinder befindlichen Krahn oder Flaschenzug gehängt, auf die Stange geschoben und dann mit Schnitten gefüllt. Durch Bewegung des Krahns wird die gefüllte Schale an der Stange herabgelassen, bis sie auf dem stärkeren Fuße ruht. In der Mitte jeder Schale ist ein Rohrstutzen befestigt, der um die Stange greift und dann als Träger für die zweite Schale dient. So werden allmählig alle drei Cylinder gefüllt, worauf der zu destillirende Saft, der sich über die Schnitte vertheilt und sich am Boden sammelt, zugegossen wird. Nach dem Aufschrauben des Deckels läßt man in den ersten Cylinder Dampf einströmen, der zunächst den am Boden befindlichen Saft durchstreicht, ihn zum Sieden erhitzt und dann durch die Rübenschnitte geht. Anfangs stellt man die Verbindung mit dem Condensator her und sperrt die mit dem zweiten Cylinder ab, so lange man ein genügend starkes Destillat erhält. Sinkt der Gehalt desselben unter die erforderliche Stärke, so läßt man den Dampf, statt in den Condensator, aus dem ersten in den

zweiten Cylinder treten, der dann seinerseits mit dem Kühlapparate verbunden wird. Die noch alkoholhaltigen Dämpfe gehen durch den am Boden des zweiten Cylinders befindlichen Saft, dann durch die Schnitte und endlich in den Condensator. Sinkt hier das Destillat auch unter die gewünschte Stärke, so ist der erste Cylinder erschöpft, er wird dann ganz abgesperrt und entleert. Das Dampfrohr des zweiten Cylinders und das Verbindungsrohr mit dem dritten wird darauf geöffnet, der zum Kühlrohr führende Hahn des zweiten Cylinders wird geschlossen, der des dritten geöffnet. Während der zweite Cylinder abgetrieben wird, ist der erste wieder gefüllt, der dann seinerseits mit dem dritten verbunden wird. So geht der Betrieb continuirlich fort, so lange Material zu verarbeiten ist.

Für einen auf täglich 5000 kg Rüben eingerichteten Betrieb giebt man den Cylindern eine Höhe von 2 m und eine Weite von 63 cm. Jeder derselben hat zehn Schalen, hält 350 bis 400 kg Schnitte und wird in 24 Stunden fünfmal abgetrieben. Acht Gährbottiche von 2500 l Inhalt liefern die vergohrenen Schnitte. Mit einem Doppelapparate, mit sechs Cylindern von $3\frac{1}{2}$ m Höhe und $1\frac{1}{2}$ m Weite, sollen von Lep Lay in fünf Monaten 9 000 000 kg Rüben verarbeitet sein.

Die abdestillirten Schnitte wiegen ungefähr halb so viel wie die angewandten Rüben. Sie lassen sich in Erdgruben beliebig lange aufbewahren und liefern ein vortreffliches Futter.

Die Ausbeute an Alkohol beträgt nach La Cambre von 100 kg Rüben 400 Literprocente, oder nach einer anderen Angabe 560 Literprocente. Bei Versuchen in Hohenheim erhielt man von 1000 kg Rüben, die in einem Gefäße von 1100 l zur Gährung kamen, 3131 Literprocente, mithin pro 100 kg 313 Literprocente. Zu letzterem Versuche müssen offenbar entweder sehr schlechte Rüben genommen oder die Gährung muß mangelhaft gewesen sein. Denn bei Rüben, die nur 11 Proc. Zucker enthalten, müßte man theoretisch 687 Literprocente von 100 kg erhalten; nimmt man auch an, daß 20 Proc. Zucker nicht in Alkohol verwandelt werden, so müßte die Ausbeute doch immer 550 Literprocente betragen.

Literatur über Rübenspiritusfabrikation: Payen, *Traité de la distillation des bétéraves*, Paris 1854; La Cambre, *Traité de la distillation*; Otto, *Lehrbuch der landwirthschaftl. Gewerbe*, V. Aufl. I, 485 bis 516; Siemens im *Suppl. zu Pechtl's Encyclopädie* II, 19 bis 33; *Polytechnisches Journal* 129, 146; 130, 370; 132, 437, 442; 133, 378, 433; 137, 72; 142, 142; 150, 421; Wagner's *Jahresbericht* 1855, 235 bis 243; 1856, 246 bis 258; 1857, 313 bis 318; 1858, 352 bis 353; *Lüdersdorff's Annalen der Landwirthschaft* 23, 412; 24, 53, 360; *Eldenaer Archiv* 1854, 1; 1855, 70; *Zeitschrift des landwirthschaftl. Vereins in Bayern* 1854, 150, 212; 1856, 194; Gall's *Bericht über die Rübenspiritusindustrie in Frankreich, Belgien und der Pfalz in der landwirthschaftl. Zeitschrift für Rheinpreußen* 1855, 31; *landwirthschaftl. Zeitschrift für das Großherzogthum Hessen* 1856, 207; *Lintner und Sigl, Rübenbrennereien in Ungarn*, Manuscriptdruck; Thiel, die Rüben-

brennerei, Neue landwirthschaftl. Zeitung von Fühling 1869, 57, 88, 181, 207, 258, 295, 321.

B. Mährenspiritus. Die Verarbeitung der Möhren, welche jedoch wohl bis jetzt kaum im Großen ausgeführt ist, ist im Wesentlichen dieselbe wie bei den Zuckerrüben, nur dürfte sich ein Dämpfen der Wurzeln empfehlen wegen der mehr holzigen Beschaffenheit derselben. Von Aubert ist die Kiesenmöhre empfohlen worden, da sie von einer gleichen Fläche Land wenigstens das doppelte Erntegewicht wie Zuckerrüben geben soll. Nach Boffet soll man die Möhrrüben mit 2 bis 3 Proc. Malz einmaischen, um dadurch das darin enthaltene Stärkemehl und Dextrin in Zucker zu verwandeln.

C. Zuckerhirsenspiritus. Die Zuckerhirse (*Sorghum saccharatum*, *Holcus saccharatus*) ist ihrer reichen Erträge und ihres hohen Zuckergehaltes wegen zum Anbau empfohlen. Ihr Zuckergehalt findet sich im Saft der schilfartigen Stengel der Pflanze, er erreicht seine größte Höhe beim Reifen des Kornes. Lepay hat im südlichen Frankreich großartige Fabriken mit bestem Erfolge für die Verarbeitung dieser Pflanze auf Spiritus eingerichtet. Nach mehrjährigen Erfahrungen eignet sich die Pflanze aber für das Klima des nördlichen Deutschlands nicht. Nur in ausnahmsweise warmen Sommern kommt sie annähernd zur Reife, während sie in mäßig warmen Sommern kaum die Blüthenrispe entwickelt. Auf eine Verwendung zur Spiritusfabrikation ist daher in Deutschland nicht zu rechnen. Dagegen wird der in neuerer Zeit in großen Mengen aus südlichen Ländern importirte Samen dieser Pflanze, Dari, Durha mit Erfolg auf Spiritus verarbeitet f. S. 572.

D. Obstbranntwein. Das Obst wird nie zur fabrikmäßigen Spirituserzeugung verwandt, weil es auf andere Weise besser verwerthet werden kann. Es wird aber in solchen Gegenden, wo es in großen Mengen producirt wird, vielfach zur Darstellung von Branntwein benutzt, der durch seinen angenehmen Geschmack und sein eigenthümliches Aroma besonders geschätzt und hoch bezahlt wird. Im größten Maßstabe wird die schwarze Waldkirchse verarbeitet, aus der in Baden und am Schwarzwalde das vortreffliche Kirchwasser dargestellt wird. In der Schweiz, wo die Kirchwasserfabrikation namentlich im Zugerland, im Frickthal und im Baselland blüht, verwendet man die Waldkirchse nicht, sondern nur die großen schwarzen und rothen Kirschchen. In Böhmen und in Deutsch-Oesterreich bereitet man aus Zwetschen den Sliwowitz. Die Früchte werden nach Befestigung der Stiele zwischen leichten Walzen oder durch Stampfen zerquetscht, die Kerne werden dabei nur in dem Maße mit zerschlagen, daß ungefähr $\frac{1}{6}$ der Gesamtmenge zerkleinert wird. In den Kernen ist eine geringe Menge von Amygdalin enthalten, welches bei der Gährung sich in Zucker, Bittermandelöl und Blausäure spaltet. Die höchst geringe Menge der beiden letzteren ertheilen dem Destillate seinen eigenthümlichen, angenehmen Geschmack. Ihre Quantität ist jedoch darin so gering, daß sie trotz ihrer höchst giftigen Eigenschaften keinen nachtheiligen Einfluß auf die Gesundheit ausüben. An manchen Orten unterläßt

man das Zerkleinern der Kerne, da das in den Samenlappen enthaltene Fett dem Branntwein einen schlechten Geschmack ertheilen soll.

Der Fruchtbrei wird in Fässern oder in cementirten Gruben sich selbst überlassen, wobei freiwillige Gährung durch die den Früchten anhängenden Hefensporen eintritt. Bei Beginn der Gährung wird das Fruchtfleisch durch die sich entwickelnde Kohlensäure in die Höhe geführt. Nach 8 bis 14 Tagen, je nach der herrschenden Temperatur, ist die Gährung beendet, was sich an dem Niedersinken der Decke des Fruchtfleisches zu erkennen giebt.

Die Destillation wird meist erst während des Winters ausgeführt, da der Wohlgeschmack des Branntweines erfahrungsgemäß durch das längere Lagern der gegohrenen Masse erhöht wird. Andererseits wird dadurch aber auch eine nicht unerhebliche Menge von Essigsäure gebildet, durch welche nicht allein eine entsprechende Menge von Alkohol verloren geht, sondern auch eine Verunreinigung des Destillates bewirkt wird. Die Essigsäure enthaltenden Dämpfe nehmen bei ihrer Condensation in den kupfernen Kühlröhren Kupferoxyd, welches sich immer an der Oberfläche der nur periodisch benutzten Apparate findet, auf und führen dieses in das Destillat über. Nach Untersuchungen von Neßler und Barth¹⁾ giebt es nur wenige Kirchwasser, die kein Kupfer enthalten. Die größte Menge des von diesen Forschern gefundenen Kupfers betrug 9 mg im Liter, also ein Quantum, welches nicht als gesundheitsgefährlich bezeichnet werden kann.

Zur Destillation verwendet man zweckmäßig den kleinen von Siemens construirten Apparat (S. 490), der für die Destillation von größeren Früchten, Zwetschen u. dgl. noch zweckmäßig dahin abgeändert werden kann, daß man statt des Kegels, welcher in den Vorwärmer hineinreicht, eine Reihe von siebförmig durchlöchernten cylindrischen Gefäßen hineinhängt, welche das Obst aufnehmen und es so dem Dampfstrome aussetzen. Eine Zeichnung des so modificirten Apparates findet sich in Siemens, Beiträge zur Obstbenutzung S. 40. In Brennereien, wo man nicht mit Dampf abtreibt, muß die Blase mit einem Rührapparate versehen sein, der fleißig zu gebrauchen ist, um ein Anbrennen zu vermeiden.

Bei der Destillation wird der zuerst übergehende Antheil, der Vorlauf, in die Blase zurückgegeben, da hierdurch der Geschmack verbessert werden soll. Anfangs geht eine stark alkoholische Flüssigkeit über, deren Gehalt aber nach und nach abnimmt. Durch das immer schwächer werdende Destillat wird das zuerst übergegangene allmählig auf die Stärke des Trinkbranntweins verdünnt. Ist diese erreicht, so wird der letzte Antheil des Destillates, der noch eine gewisse Menge von Alkohol enthält, der Nachlauf, in einer besonderen Vorlage gesammelt und bei der nächsten Destillation dem gegohrenen Fruchtbrei zugefugt.

Der Alkoholgehalt des Kirchwassers variiert nach Neßler u. Barth innerhalb der Grenzen von 47 und 57 Volumprocent. Als Ausbeute werden 10 bis 141 Kirchwasser pro 100 kg Kirschchen angegeben.

¹⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 22, 33.

Auf dieselbe Weise lassen sich Himbeeren, Preiselbeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren, Vogelbeeren, Aepfel, Birnen, Pflaumen und alle Zucker enthaltenden Obstsorten verarbeiten. In Italien und dem nördlichen Afrika gewinnt man aus der dort in großen Massen wachsenden Fackelbistel (*Cactus Opuntia*, *Cactus ficus indica*) Branntwein.

E. Spiritus aus Rübenzucker melasse. Die Melasse der Rübenzuckerfabriken unterscheidet sich von der indischen Melasse dadurch, daß sie einen höchst unangenehmen Geschmack und Geruch hat und eine große Menge Salze — durchschnittlich etwa 10 Proc. Asche — enthält. Sie ist daher als Nahrungsmittel für Menschen nicht geeignet und bildete bis vor Kurzem ein Nebenproduct der Zuckerfabriken, dessen diese sich entäußern mußten, da sie keine Verwendung für dieselbe hatten. Die einzige irgendwie in Betracht kommende Abzugsquelle für die Melasse bildete lange Zeit die Spiritusfabrikation. Da aber die Production der Melasse eine den Consum der Spiritusfabriken weit über-treffende war, so floß letzteren ein Rohmaterial zu einem weit unter seinem wirklichen Werthe stehenden Preise zu. Eine Folge davon ist die Entstehung einer Anzahl von Spiritusfabriken gewesen, die die Darstellung des Alkohols nicht als ein landwirthschaftliches, auf die Verwerthung von selbst gewonnenen Bodenproducten basirtes Gewerbe, sondern als eine eigene, im umfangreichsten Maßstabe ausgeführte Industrie betrieben. Diese Verhältnisse haben sich seit 1875 wesentlich verändert. Von genanntem Jahre datirt ein bedeutungsvoller Umschwung der Zuckerfabrikation, der in der Gewinnung des in der Melasse enthaltenen Zuckers gipfelt. Sind auch bislang noch nicht alle Fabriken mit den dazu erforderlichen Einrichtungen versehen, so verarbeiten doch viele Fabriken nicht allein die selbst erzeugte, sondern, gemeinsam mit der übrigen, auch die in anderen gewonnene Melasse. Außerdem sind Entzuckerungsanstalten entstanden, die nur aufgekaufte Melasse verarbeiten. Es hat sich daher für die sonst häufig fast unverkäufliche Melasse ein Markt eröffnet, der den Preis derselben verhältnißmäßig bedeutend erhöht hat. Der Preis der Melasse, welcher früher in gar keinem Verhältniß zu ihrem Zuckergehalte stand, wird sich in Zukunft nach den Marktpreisen des Zuckers reguliren, und sobald dieses stattfindet, ist das Ende der Melassenspiritusfabrikation mit Sicherheit voranzusehen, da ihr Nebenproduct, die Schlempe, weit weniger werthvoll ist, als die der Kartoffelspiritusfabriken, weil sie kein Nahrungsmittel für Thiere ist, und weil, bei unserem gegenwärtig bestehenden Steuergerese, die Ausnutzung des Gähr-raumes bei der Bearbeitung von Melasse eine geringere ist, als bei Kartoffelmaischen. Letzterer Ausfall ließ sich ertragen, so lange der niedrige Preis der Melasse einen Ausgleich bot, bei gesteigerten Preisen der Melasse wird aber die Concurrenz mit der Kartoffel unmöglich werden.

Die Melasse ist nicht eine Substanz von gleichmäßiger Zusammensetzung, sondern zeigt je nach der Art und Weise der Fabrikation, je nach der mehr oder weniger weit getriebenen Ausarbeitung der Nachproducte, je nachdem die Melasse vorher der Dsmose unterworfen

worden war, sehr erhebliche Schwankungen im Gehalte ihrer Bestandtheile. Folgende Zahlen zeigen die Grenzwerthe und die aus einer großen Anzahl von Analysen abgeleiteten mittleren Werthe nach Bodenbender¹⁾:

	Minimum	Maximum	Durchschnitt
Zucker	35,0	55,0	47,1
Sonstige organische Substanz	15,0	39,4	25,6
Asche	7,0	13,6	9,7
Wasser	10,6	32,1	19,8

Die Zahlen, welche den Zuckergehalt angeben, sind hier, wie bei allen Melassenanalysen, mit einem gewissen Vorbehalte aufzufassen, da sie nur der Ausdruck für eine, durch das Polarisationsinstrument nachgewiesene, bestimmte Ablenkung des Lichtstrahles sind. Nun ist aber bekannt, daß die Melasse eine Anzahl verschiedener Substanzen enthält, denen dieselbe Eigenschaft wie dem Rohrzucker zukommt, ablenkend auf den polarisirten Lichtstrahl zu wirken. Von diesen haben manche ein stärkeres Drehungsvermögen als der Rohrzucker, die anderen ein schwächeres, andere wieder ein entgegengesetztes. Unter allen Umständen bildet aber der Rohrzucker die weitaus größte Menge. Für die Spiritusfabrikation könnte dies gleichgültig sein, wenn diese Stoffe in ihrem Gährungsvermögen sich dem Zucker gleich verhielten. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die in der Melasse, meist jedoch nur in Spuren, vorkommende Zuckerart, Melitose, Raffinose, hat ein höheres Drehungsvermögen als Rohrzucker, ist jedoch nicht gährungsverfähig, erst durch Inversion spaltet sie sich in zwei andere Zuckerarten, von denen nur die eine gährungsverfähig ist. Von Leplav²⁾ ist ferner das Vorkommen von drei Zuckerarten behauptet worden, von denen die erste optisch neutral, aber gährungsverfähig ist; eine zweite hat weder Drehungs-, noch Gährungsvermögen; die dritte ist linksdrehend, aber nicht gährungsverfähig. Diese Umstände sind bei Ertragsberechnungen zu berücksichtigen.

Jede normale Melasse hat eine deutlich alkalische Reaction, welche von einem Rückhalte an Zuckerkalk oder Zuckeralkali herrührt.

Da die Gegenwart der Alkalien aber der Entwicklung des Hefenpilzes nicht allein nachtheilig ist, sondern diesen sogar zu tödten vermag, während andere Fermente, Vibriolen, Bacterien in alkalischen Flüssigkeiten gern vegetiren und dabei unerwünschte Wirkungen ausüben, so muß das Alkali der Melasse vor der Gährung stets neutralisirt werden. Man bedient sich dazu der verdünnten Schwefelsäure oder Salzsäure, und setzt dieselben in solcher Menge zu der mit warmem Wasser verdünnten Melasse, bis eine schwache, eben wahrnehmbare saure Reaction eintritt. Bei diesem Zusatz der Säure hat man sich ebenso sehr vor einem zu Viel, wie vor einem zu Wenig zu hüten. Sobald zu viel Säure vorhanden ist, findet keine Gährung mehr statt, bei zu wenig Säure verläuft der Gährungsproceß nicht regelmäßig, es findet eine ungenügende Ausbeute an Alkohol statt, man bemerkt, wie neben der Kohlenensäure rothe Dämpfe von

¹⁾ Stohmann, Handb. der Zuckerfabrikation, 2. Aufl., Berlin, S. 460.

²⁾ Scheibler's Neue Zeitschr. f. Zuckerfabrikation 15, 159, 170.

Untersalpeterfäure aus dem Gährbottich entweichen. Diese letzteren werden durch eine Zerfetzung der in dem Rübensafte stets enthaltenen, und aus diesem in die Melasse übergehenden, salpetersauren Salze gebildet. Sie treten immer auf, sobald die gährende Flüssigkeit nicht genügende Säure enthält. Ob diese Zerfetzung der salpetersauren Salze eine unmittelbare Wirkung von Bacterien, oder eine secundäre Erscheinung ist, mag dahin gestellt sein. In neuerer Zeit neigt man sich der Ansicht zu, daß die Reduction der Salpetersäure eine Folge von Butterfäuregährung sei, indem der bei letzterer auftretende Wasserstoff im Entstehungszustande die vorhandene Salpetersäure reducire.

Ueber die Menge der zu verwendenden Säure find keine allgemeinen Angaben zu machen, da der Gehalt der Melasse an Alkali nicht gleichmäßig ist. Sicher geht man nur dann, wenn man den Zusatz der Säure nach der Reaction der Flüssigkeit regulirt und so viel Säure zugebt, bis blaues Lackmuspapier gerade eben einen Schein von röthlicher Färbung annimmt. Man hat dann niemals auch nur eine Spur von freier Schwefelsäure oder Salzsäure in der Flüssigkeit. Nachdem die Schwefelsäure oder Salzsäure das mit dem Zucker verbundene Alkali neutralisirt hat, werden zunächst die immer in reichlicher Menge in der Melasse enthaltenen Salze der organischen Säuren, Citronensäure, Weinsäure, Äpfelsäure u. zerfetzt und bilden dann saure Salze dieser Säuren; bei größerem Ueberschusse können diese weiter in freie Säuren zerlegt werden, während die in den Salzen enthaltenen Basen an Schwefelsäure resp. Salzsäure gebunden werden. Bis zu diesem Punkte wird man aber den Zusatz der Säure bei einigermaßen achtsamem Betriebe niemals steigern.

Vor einer Uebersäuerung hat man sich aber auch aus anderen Gründen zu hüten. In manchen Melassen kommen Salze der flüchtigen Fettsäuren, in anderen salpetrigsaure Salze vor. Werden solche Melassen mit einer stärkeren Säure, mit Schwefelsäure oder Salzsäure, versetzt, so werden die flüchtigen Säuren freigemacht. Diese Säuren wirken aber, mit Ausnahme der Essigsäure, nach Untersuchungen von Keale und Märcker¹⁾ gährungsstörend, ja gänzlich gährungshemmend, selbst wenn sie nur in Spuren vorhanden sind. Wie geringe Mengen dieser Säuren solch nachtheiligen Einfluß hervorbringen können, erhellt aus folgenden Zahlen:

	Beginn der Gährungshemmung	Vollständige Störung der Gährung
Essigsäure	0,5 Proc.	1,0 Proc.
Ameisensäure	0,2 "	0,3 "
Propionsäure	0,15 "	0,3 "
Valeriansäure	0,10 "	0,15 "
Buttersäure	0,05 "	0,10 "
Capronsäure	? "	0,05 "
Salpetrige Säure	? "	0,005 "

Da diese Säuren nur im freien Zustande ihre schädliche Wirkung ausüben, so ist es zweckmäßig, nach Keale und Märcker's Vorschlag, alle solche Melassen, welche die Erscheinung der Schwergährigkeit zeigen, d. h. nach dem Zusatz von Ferment nicht in normale Gährung

gerathen, nach der Ansäuerung mit so viel Schlemmkreide zu versetzen, bis gerade neutrale Reaction hergestellt ist. Ein Ueberschuß von Kreide ist dabei aber ebenfalls zu vermeiden, da dieser Milchsäure- und Butterfäuregährung begünstigt.

Ein anderer Grund, weshalb man eine Uebersäuerung zu vermeiden hat, beruht in der Verwerthung der Schlempe. Diese dient (s. u.) zur Darstellung von kohlenstoffreichem Kalium. Jedes Molekül Schwefelsäure, welches über den zur Neutralisation erforderlichen Bedarf zugefügt wird, läßt in den Rückständen ein Molekül schwefelsaures Kalium statt der äquivalenten Menge des kohlenstoffreichen Salzes auftreten und entwerthet das Product. Um dieser Entwerthung vorzubeugen, verwenden Camichel und Henriot¹⁾ zur Erzeugung einer sauren Reaction, welche die französischen Fabrikanten für nöthig halten, statt der Neutralisation mit Schwefelsäure, einen Zusatz von Kastanienschalenextract, dessen wesentlicher Bestandtheil, die Gerbsäure, nicht gährungshemmend ist.

Viele Brenner hegen die Befürchtung, daß die mit Schwefelsäure versetzte Melasse bei der Destillation die kupfernen Apparate zerstöre. Diese Furcht ist jedoch völlig unbegründet, da die vergohrenen Flüssigkeiten niemals freie Schwefelsäure oder Salzsäure enthalten, und da die sauren Salze der organischen Säuren ohne jede Wirkung auf reines Kupfer sind. Sie werden das Kupfer nur dann angreifen, wenn dasselbe oxydirt ist.

Da der in der Melasse enthaltene Rohrzucker nicht direct gährungsfähig ist, so pflegen manche Brenner denselben vor der Gährung zu invertiren, d. h. in Trauben- und Fruchtzucker zu verwandeln, dadurch, daß sie die saure Flüssigkeit zum Sieden erhitzen. Es kann dies vielleicht zweckmäßig sein in solchen Fällen, wo es sich um eine sehr rasche Gährung handelt, wenn man Grund hat, die Gährung in 12 bis 18 Stunden beendigen zu lassen. Aber auch nur in diesem Falle, weil die Hefe einen Körper bildet (S. 332), der die Fähigkeit hat, dasselbe zu verrichten, was man durch die Erhitzung der sauren Flüssigkeit erreicht. Es ist daher, wenn man nicht wegen Zeitersparniß der Hefe diese Arbeit abzunehmen genöthigt ist, die Erhitzung und die dadurch wieder nöthige Abkühlung vergeblich angewandt. Der Verlauf der Gährung und die Ausbeute an Alkohol sind dieselben in der gekochten und nicht gekochten Flüssigkeit. In den deutschen Spiritusfabriken, wo die gegohrene Flüssigkeit aus steueramtlichen Rücksichten, erst drei Tage nach dem Anstellen destillirt werden darf, würde das Kochen höchst überflüssig sein.

Im ursprünglichen Zustande ist die Melasse nicht zu verarbeiten. Sie ist vorher mit Wasser zu verdünnen. Dies erfolgt in einem größeren Reservoir, in welches man die nöthige Menge von Wasser bringt, dieses durch Einblasen von Luft mittelst eines Körting'schen Dampfstrahlgebläses in heftige, wallende Bewegung versetzt, und dann die Melasse aus dem Vorrathsbehälter zufließen läßt. Mit dieser Gebläsevorrichtung gelingt es leicht, die schwere, zähe Melasse in Wasser zu lösen, namentlich wenn letzteres etwas erwärmt ist. Das Verhältniß von Wasser und Melasse wählt

¹⁾ Scheibler's Neue Zeitschr. f. Zuckerfabrikation 3, 225.

¹⁾ Polyt. Journ. 224, 438.

man so, daß die Lösung 21 bis 23° S. zeigt. Nehmen wir der Einfachheit halber an, daß die Saccharometergrade der Trodensubstanz der Lösung entsprechen. Da nach den oben gegebenen Zahlen 100 Th. wasserfrei gedachte Melasse in runden Zahlen 60 Th. Zucker und 40 Th. fremde Stoffe enthalten, so wird eine Melassenlösung von 21 bis 23° S. nur 12,6 bis 13,8 Th. Zucker enthalten, also viel ärmer an gährungsfähigem Material sein, als eine gleich concentrirte Kartoffelmaische. Zur besseren Ausnutzung des Gährraumes eine dichtere Lösung zu verwenden, ist nicht zulässig, da erfahrungsgemäß stärkere Lösungen schlecht vergähren.

Die verdünnte Lösung wird mit Säure versetzt und dann durch Ferment zur Gährung gebracht. In deutschen Fabriken benutzt man allgemein Malzhefe und verwendet zu deren Bereitung auf je 100 kg Melasse 5 bis 7 kg Gerste, in französischen Fabriken arbeitet man vielfach mit Bierhefe. Die Anstelltemperatur hat sich ganz nach dem der Gährung zu gebenden Verlauf zu richten. Bei unserer dreitägigen Gährung stellt man im Winter mit 22 bis 23° C., im Sommer mit 19 bis 20° C. Ein Steigen der gährenden Flüssigkeit findet nicht statt, man kann daher die Bottiche bis zum Rande voll füllen, ohne ein Ueberfließen befürchten zu brauchen. Der sich bildende Schaum steht als feste Haube auf der gährenden Flüssigkeit und läßt die Gasbläschen leicht entweichen. Ist die Gährungsdauer dem Ermessen des Fabrikanten anheingestellt, so kann man viel rascher arbeiten. Man kann dann bei 33° C. anstellen, wodurch die Gährung einen so raschen Verlauf nimmt, daß sie schon nach 12 bis 18 Stunden beendet ist.

Entsprechend dem hohen Gehalt an fremden Stoffen wird die Attenuation der Melassenlösung eine verhältnißmäßig geringe sein. Nehmen wir obige Zahlen. Lösungen von 21 bis 23° S., worin 12,6 bis 13,8 Proc. Zucker, können daher bei vollständiger Vergärung des Zuckers im günstigsten Falle in der von Alkohol befreiten Flüssigkeit eine Saccharometeranzeige von 8,4 bis 9,2° ergeben.

Die Ausbeute an Alkohol ist je nach der Qualität der Melasse verschieden. Doch kann man durchschnittlich auf 25 bis 28 Literprocente vom Kilogramm rechnen.

Nach einem Bericht von Gaillet¹⁾ wurden in einer französischen Fabrik bei der Verarbeitung von 1 143 371 kg Melasse 330 422 Liter Spiritus von 90 Proc. oder 29 737 980 Literprocent gewonnen, was einer Ausbeute von 26 Literprocent auf ein Kilogramm Melasse entspricht.

Die bei der Destillation zurückbleibende Schlempe wird auf Schlempekohle, einem Rohmaterial der Potaschefabrikation (s. Kalium) verarbeitet. Zu diesem Behuf wird sie mit etwas Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction versetzt, es soll dadurch das vorhandene schwefelsaure Kalium in organischsaures Salz, unter Abscheidung von schwer löslichem schwefelsaurem Calcium, umgesetzt werden. Die Flüssigkeit wird verdampft, bis sie

breitige Consistenz annimmt. Dazu dienende Defen sind von Porion¹⁾, Werotte²⁾, H. Fischer³⁾ construirt, auch läßt sich dazu der oben S. 534 beschriebene Verdampfapparat von Theisen vortheilhaft benutzen. Die dickbreitige Masse wird in einen Flammofen übergeführt, in welchem sie sich entzündet und sich in eine schwarze kohlige Substanz, die Schlempekohle, verwandelt. Die bei der Verbrennung der organischen Substanz frei werdende Wärme wird zum Verdampfen der wässerigen Flüssigkeit verwerthet. Nach einem von E. Vincent⁴⁾ eingeführten Verfahren wird die eingedickte Schlempe nicht verbrannt, sondern in eisernen Retorten der trockenen Destillation unterworfen, wobei, außer der Schlempekohle, als Producte der Destillation Methylalkohol, Ammoniak und Trimethylamin gewonnen wird; letzteres wird in Chlormethyl und Salniak zerlegt, von denen das durch Compressionspumpen zur Flüssigkeit verdichtete Chlormethyl theils zur Eisbereitung, theils zur Anilinfarbenfabrikation Verwendung findet. Nach einem Patent der Badischen Gesellschaft für Zuckerrfabrikation, Waghäusel⁵⁾ (D. R.-P. 15 702), soll der Schlempe Kalihydrat zugefügt werden, um die Stickstoffverbindungen vollständig in Ammoniak überzuführen. Oppermann (D. R.-P. 16 033) trocknet die Schlempe durch Zusatz von gebranntem Kalk. Die Ausbeute an Schlempekohle beträgt 10 bis 11 kg für je 100 kg der verarbeiteten Melasse. (Näheres über die Fabrikation der Schlempekohle s. Art. Kalium.)

Zweckmäßig läßt sich die Melasse im landwirthschaftlichen Betriebe als Zusatz zu Kartoffelmaischen verwenden, namentlich wenn man ein an Stärkemehl armes Material zu verarbeiten hat. Man erreicht dadurch den Vortheil, daß man durch Zusatz von Melasse die Kartoffelmaische bis zu einer beliebigen Concentration, etwa auf 24 bis 25° Saccharometer, bringen kann, und so aus demselben Gähräume ein weit höheres Ausbringen an Alkoholprocenten erzielt, als bei Kartoffelmaische ohne Zusatz. Man wird alsdann auch selten genöthigt sein, die alkalische Reaction der Melasse durch Schwefelsäure zu neutralisiren, da die leicht säuernde Kartoffelmaische schon für sich im Stande ist, die geringe Menge des Alkalis zu binden; nach dem Zugeben der Kunsthefe muß man dann mit Lackmuspapier prüfen, und nur in dem Falle, daß noch eine schwach alkalische Reaction eintreten sollte, eine geringe Menge Schwefelsäure zusetzen. Da die Menge der Melasse bei solchem Betriebe immer gegen die Menge der Kartoffeln sehr zurücksteht, so ist kein nachtheiliger Einfluß durch den Gehalt der Schlempe an Salzen zu fürchten, es kann diese unbedenklich verfüttert werden.

Durch einen ähnlich gemischten Betrieb würden sich auch unter den gegenwärtigen Steuerverhältnissen die Zuckerrüben vortheilhaft verarbeiten lassen, indem man nämlich dem Saft, welcher etwa 10° S. zeigt, so viel

1) Polyt. Journ. 188, 23.

2) Polyt. Journ. 212, 196; 215, 217.

3) Polyt. Journ. 218, 488.

4) Polyt. Journ. 230, 270; Scheibler's Neue Zeitschrift f. Zuckerrfabrikation 7, 285.

5) Scheibler's Neue Zeitschr. f. Zuckerrfabrikation 7, 275.

1) Scheibler's Neue Zeitschr. für Zuckerrfabrikation 6, 241.

Melasse zusetzte, daß er eine Concentration von etwa 24° S. erhielt.

Indische Melasse und Raffineriemelassen lassen sich auf dieselbe Weise wie Rübenmelasse verarbeiten, es braucht dabei jedoch der Zusatz von Schwefelsäure nicht so hoch zu sein. Es sind aber zu theure Rohstoffe, als daß sie bei uns zur Verwendung kommen sollten.

F. Krappspiritus. Die Krappwurzel, welche zum Rothfärben gebraucht wird, enthält den Farbstoff, welchem sie ihre Bedeutung verdankt, das Alizarin, nicht als solches, sondern in Form eines Glucosides, welches als Rubian oder Ruberythrin säure bezeichnet ist. Dieses Glucosid spaltet sich ungemein leicht in Alizarin und Zucker, von denen ersteres in kaltem Wasser fast unlöslich ist und durch Waschen von dem Zucker zu trennen ist. Aus dem Waschwasser läßt sich Alkohol gewinnen. Es geschah früher vielfach in Fabriken im südlichen Frankreich, in Glasgow und in Speyer. Die Wurzeln werden auf Darren getrocknet, zwischen vertical gehenden Mühlsteinen gemahlen und dann in Bottichen mit Wasser angerührt. Die Bottiche haben einen mit Leinwand überspannten falschen Boden, unter dem ein Zapfloch befindlich ist, um die zuckerhaltige Flüssigkeit abziehen zu können. Der Rükstand wird in hydraulischen Pressen vom Zuckersafte befreit und letzterer in die Gährbottiche geleitet. Die Gährung tritt freiwillig ohne Zusatz von Hefe ein, sie erfordert jedoch — nach Muspratt — längere Zeit als bei Getreidewürzen, die höchste Attenuation wird erst nach 6 bis 8 Tagen erreicht. Nach Wilhelm, der die Fabrik von Lichtenberger in Speyer beschreibt, ist sie schon in 18 bis 22 Stunden beendet. Nach demselben beträgt die Ausbente aus den trockenen Wurzeln 6,4 Proc. Alkohol. Nach Muspratt erhält man in einer Fabrik in Glasgow von 2 Tons (2032 kg) 60 Gallonen oder 2731 starken Spiritus.

Die Fabrication soll nach Angaben des Fabrikanten in Speyer nur bei sehr hohen Spirituspreisen rentiren, und zwar namentlich aus dem Grunde, weil das Waschwasser des Krapps zu verdünnt ist, es zeigt dort nur 3° Sacch. Durch ein systematisches Auswaschen, unter Benutzung des Waschwassers zum Extrahiren frischer Mengen der gemahlenden Wurzeln, muß jedoch leicht eine größere Concentration desselben zu erlangen sein.

Diese Fabrication hat gegenwärtig alle Bedeutung verloren, da der Krapp in der Färberei fast völlig durch künstlich dargestelltes Alizarin (s. Artikel Anilin- und sonstige Theerfarbstoffe) verdrängt ist.

III. Spiritusfabrication aus alkoholhaltigen Rohstoffen. Als Rohmaterialien dieses Fabricationszweiges dienen alle Stoffe, welche die alkoholische Gährung erlitten haben. So der Wein und Abfälle der Weinbereitung, die in der Kelter zurückbleibenden Treber, welche noch reichliche Mengen von Most enthalten, der nach kurzer Zeit spontan in Gährung geräth, ferner die in den Gährkufen und in den Lagerfässern sich abscheidende Hefe. Ein anderes Rohmaterial ist unbrauchbar gewordenes Bier und Bierhese.

Die Destillation des Weines wurde namentlich früher in sehr umfangreichem Maße in Frankreich betrieben.

Doch ist dieser Industriezweig dort in Folge der Verwüstungen, welche die Weingärten durch die Nebwurzelaus erfahrene haben, in den letzten Jahren sehr zurückgegangen. Dagegen sind in neuester Zeit am Rheine Fabriken entstanden, deren Product sehr gerühmt wird. Der Wein wird wegen der Lieblichkeit des Geruches und Geschmackes des Destillates nie auf Spiritus, sondern nur auf Trimbrauntwein verarbeitet.

Die besseren Sorten sind unter dem Namen Franzbrauntwein, die feinsten als Cognac bekannt. Die Fabrication ist möglichst einfach. Man zieht mittelst des Blumenthal'schen Apparates (S. 496) schwachen Lutter und unterwirft diesen einer Rectification. Das Product hat das Aroma des Weines, seine Qualität steht daher im engsten Zusammenhange mit der Qualität des Rohstoffes. Sein Alkoholgehalt beträgt 50 Proc. Feine Weine liefern feinen Cognac, schlechte Weine ordinären Brantwein.

Die gelbe oder bräunliche Farbe des Cognacs wird ihm durch Lagern auf den Fässern ertheilt, denen er färbende Stoffe entzieht. Die feinsten Sorten, welche frisch auf Flaschen gezogen werden, sind wasserhell¹⁾.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß gegenwärtig nur der geringste Theil des im Handel sich findenden Cognacs echtes Weinproduct ist. Der bei weitem größte Theil wird künstlich durch Vermischen von verdünntem Kartoffelsprit mit künstlichem Weinöle (s. Aetherische Oele S. 159) dargestellt.

Zur näheren Bestimmung derjenigen Stoffe, denen der Cognac seine Eigenthümlichkeit verdankt, hat Dr. donneau²⁾ 3 hl echten Cognac von unzweifelhafter Reinheit und einem Alter von 25 Jahren untersucht. Um daraus die riechenden Stoffe abzuschneiden, destillirte er denselben in einem hierfür construirten Rectificationsapparat. Es wurden im Ganzen einige Liter Vorlauf gewonnen, welche, nach sorgfältigem Trocknen mit kohlen-saurem Kalium, Aldehyd, Essigäther, Acetal und Spuren von Propionsäure- und Buttersäureäther lieferten. Der mehrfach rectificirte Nachlauf gab 1200 g eines Oeles, welches den eigenthümlichen Geruch des Cognacs besaß. Die weitere Analyse ergab folgende Bestandtheile im Hektoliter Cognac:

Acetaldehyd	9 g
Essigäther	35 "
Normaler Propylalkohol	40 "
Normaler Butylalkohol	218,6 "
Amylalkohol	83,8 "
Hexylalkohol	0,6 "
Heptyl- und höhere Alkohole	1,5 "
Propionsäure- und Buttersäureäther	3,0 "
Denanthäther	12,1 "
Denanthäure	4,0 "

Außer diesen Stoffen enthält der Cognac im Hektoliter noch einige Decigramme eines bei 173° siedenden Terpens, dessen Geruch an trockene Drangeschale und Chocolate erinnert. Das Terpen soll sich besonders in Weißweinen finden, die ihm ihren Geruch verdanken. Endlich kommen in den Weinbrauntweinen noch Amine und Alkaloide, wahrscheinlich der Pyridinreihe vor.

¹⁾ Chem. Centrbl. 1886, 638.

²⁾ Chem. Centrbl. 1886, 392.

Neben dem Weine werden zugleich auch die Nebenproducte der Weinbereitung auf Branntwein verarbeitet; die sich während der Gährung und beim Lagern abscheidende Hefe, die beim Auspressen des Mostes zurückbleibende Treber. Die letzteren werden mit Wasser angerührt und gerathen dann bald in Gährung, die nach 6 bis 8 Tagen beendet ist. Die Treber liefern eine geringe Sorte Branntwein. Sie werden entweder in Blasen mit Kühlapparaten, oder durch Dampf destillirt. Letzteres ist jedenfalls am zweckmäßigsten, da sich sonst leicht durch Anbrennen emphysematische, brenzliche Producte bilden, die dem Branntweine einen unangenehmen Geschmack ertheilen.

Zur Destillation der Treber benutzt man häufig einen Apparat von Curandean, der bei directer Feuerung doch kein Anbrennen der Treber gestattet. Er besteht in einer Blase, deren Helm so weit wie der übrige Theil ist und eine Höhe von 1 m hat. Der Helm ist aus mehreren cylindrischen Stücken zusammengesetzt, die genau auf einander passen und von denen jedes einen siebartig durchlöchernten Boden hat. Will man den Apparat füllen, so setzt man das erste Stück des Helmes auf die Blase, und beschickt dieses mit einer ungefähr 15 cm hohen Schicht von Trebern, deren anhängende Flüssigkeit in die Blase fließt. Ebenso füllt man das zweite und die folgenden Stücke, dann gießt man die übrige Flüssigkeit ein, die durch die Treber in die Blase fließt und verbindet den Helm mit dem Kühlrohre. Die aus der Flüssigkeit in der Blase entwickelten Dämpfe durchstreichen die auf den Siebböden vertheilten Treber und verflüchtigen den darin enthaltenen Alkohol.

Der Treberbranntwein ist von weit geringerer Qualität, als der aus reinem Wein bereitete. Während der letztere sich durch ein liebliches Aroma und reinen milden Geschmack auszeichnet, hat der Treberbranntwein nur sehr wenig Arom, dagegen oft einen kränkenden, heißen Geschmack und wird daher wenig geschätzt.

Auch die Weinhefe giebt bei der Destillation einen Branntwein von nicht besonderer Güte. Bei der Destillation kommt schließlich eine ölige, schwarze Flüssigkeit, das echte Drusenöl oder Weινόl (s. Aetherische Oele S. 158).

Vierter Abschnitt.

Die Raffination des Spiritus.

Der bei der Destillation der Kartoffel-, Mais- und Melassenmaische gewonnene Spiritus ist immer nur ein Rohproduct, welches trotz der sorgfältigsten Destillation und trotz der vortrefflichsten Apparate, die es bis auf eine Stärke von 95 bis 96 Volumproc. bringen, doch immer noch von Fusel begleitet ist und dadurch für einen nicht ganz rohen Geschmacksinn als Consumartikel, zur Bereitung von Branntwein, ungeeignet ist. Es ist daher der Rohspiritus einer weiteren Reinigung, einer Raffination zu unterziehen, durch welche er von dem Fusel befreit und in Feinsprit verwandelt wird. Nur in letzterer Form ist der Spiritus für die Darstellung besserer Trinkbranntweine, Liqueure, zum Verschneiden des Weines brauchbar. Diese Umwandlung des Roh-

spiritus in Feinsprit wird nur ganz ausnahmsweise von den Fabrikanten selbst vorgenommen, sondern bildet einen eigenen Industriezweig, welcher vorzugsweise an großen Handelsorten, Hamburg, Berlin, Stettin, Magdeburg, Leipzig, ausgeübt wird; in England darf sich sogar gesetzlich keine Brennerei mit der Rectification des Spiritus befassen.

Das was man mit dem Ausdrucke Fusel bezeichnet, ist nicht eine einheitliche chemische Verbindung, sondern der Inbegriff einer ganzen Reihe von Körpern, die bei der alkoholischen Gährung als Nebenproducte entstehen und dem Rohspiritus einen charakteristischen Geruch und Geschmack ertheilen. Ihre Entstehung ist vielleicht auf die Art der Gährungsführung zurückzuführen, nach Befeldt sind sie Producte des Absterbens der Hefe, vielleicht und wahrscheinlich sind Bestandtheile der Kohstoffe an ihrer Bildung betheiligt. So viel ist jedenfalls sicher, daß der Fusel der Kartoffel-, Mais-, Melassenmaischen etwas ganz Anderes ist, als der des Wein-, Obst-, Korndestillates. Während der Fusel der drei ersten dem Branntwein einen höchst widerwärtigen Geschmack und Geruch ertheilt, ist der der letzteren, sobald er nicht in zu großen Mengen auftritt, von angenehmem Geschmack. Der Fusel der Kartoffelmaischen enthält vorzugsweise Amylalkohol, neben Propyl-, Isopropyl-, Butyl- und Isobutylalkohol; der der Kornmaischen besteht neben etwas Amylalkohol aus Denanthäther; der der Melasse besteht aus Aethern der Capron-, Caprin- und Caprylsäure; im Weinfusel ist eine ganze Reihe von chemischen Verbindungen nachgewiesen (s. Weινόl S. 158 und Cognac S. 622.)

In den Maischen findet man, durch weitere Umbildung des Alkohols entstanden, Essigsäure, die bei der Destillation Essigäther bilden kann. Ferner ist nachgewiesen in größerer Menge Aldehyd und drei andere zum Aldehyd in naher Beziehung stehende Körper: Met-aldehyd, Acetal und Crotonaldehyd. Ob diese letzteren Körper bereits im Rohspiritus enthalten, oder erst bei der weiteren Verarbeitung gebildet werden, ist gegenwärtig noch zweifelhaft. Kekulé¹⁾ nimmt an, die Bildung des Aldehyds werde während des Gährprocesses bewirkt, und zwar dadurch, daß geringe Mengen von salpetriger Säure, durch Reduktion von in den Pflanzentheilen allgemein vorkommenden salpetersauren Salzen gebildet, oxydirend auf Alkohol einwirken, während Krämer und Pinner²⁾ die Bildung des Aldehyds durch eine Oxydation erklären, welche der Alkohol bei der Behandlung mit Holzkohle, durch den in der Kohle condensirten Sauerstoff, erleidet. Die Entstehung des Acetals führen die Letzteren auf eine Vereinigung der Bestandtheile des Aldehyds mit denen des Alkohols zurück, indem sie in frischem Destillate kein Acetal nachweisen konnten, wohl aber in solchem, welches längere Zeit gelagert hatte.

Die Richtigkeit der einen wie der anderen Erklärung der Bildungsweise des Aldehyds ist zu bezweifeln, da Aldehyd bei Gährungen unter Umständen entsteht, wo weder von einer Wirkung von salpetriger Säure, noch von in der Kohle eingeschlossenem Sauerstoff die Rede

¹⁾ Chem. Ges. Ber. 4, 718.

²⁾ Chem. Ges. Ber. 2, 401; 3, 75; 4, 787.

sein kann, so bei der Cellulose-Gährung (Tapeiner 1). Es wird offenbar der Aldehyd, ebenso wie die sonstigen Bestandtheile des Fusels, ein normales Nebenproduct der alkoholischen Gährung sein.

Die den Alkohol im Rohspiritus begleitenden Körper lassen sich in drei Gruppen zerlegen:

1. Sehr flüchtig:

Aldehyd, Siedepunkt	22° C.
-------------------------------	--------
2. Weniger flüchtig, in verdünntem Weingeist löslich:

Aethylalkohol, Siedepunkt	78° C.
Isopropylalkohol, „	85 „
Propylalkohol, „	97 „
Isobutylalkohol, „	108,5 „
Butylalkohol, „	117 „
3. Schwer flüchtig, in verdünntem Weingeist unlöslich:

Amylalkohol, Siedepunkt	130° C.
Capronsäureäther, „	166 „
Caprylsäureäther, „	208 „
Caprinsäureäther, „	244 „

Von diesen Eigenschaften macht man bei der Reinigung des Rohspiritus derartig Gebrauch, daß man denselben zunächst mindestens bis zur Stärke von 50 Proc. mit Wasser verdünnt. Die in verdünntem Weingeist unlöslichen oder schwer löslichen Körper werden dabei abgeschieden und können durch Filtration beseitigt werden. Nimmt man alsdann eine Rectification vor, so geht der sehr leicht flüchtige Aldehyd zuerst über und kann als Vorlauf abgefordert werden. Bei der fortgesetzten Destillation erfolgt, bei guten Rectifications- und Dephlegmationsvorrichtungen, ein Alkohol von 96 Proc. oder Feinsprit, später geht ein Alkohol von 94 bis 92 Proc., der als Secundasprit bezeichnet wird, darauf ein Spiritus von 90 Proc., der in den Betrieb zurückkehrt, um mit Rohspiritus von Neuem verarbeitet zu werden, über, und endlich folgt ein Nachlauf, ein schwacher verunreinigter Alkohol. Die einzelnen Producte werden gefondert für sich aufgefangen und den zu ihrer Lagerung bestimmten Reservoirs zugeführt. Durch die Fractionirung werden die Körper von verschiedenen Siedepunkte, so weit dies thunlich ist, von einander getrennt. Eine absolute Trennung ist aber dabei nicht durchführbar, da die einzelnen flüchtigen Stoffe, auch wenn ihre Siedepunkte weit von einander entfernt liegen, immer in einander abdunsten. So geht selbst mit dem Vorlauf stets eine bedeutende Menge von Alkohol über, obgleich der Siedepunkt des Aldehyds und des Alkohols um 56° von einander entfernt sind, und man muß eine größere Menge von Alkohol in den später für sich zu rectificirenden Vorlauf treiben, um den Feinsprit frei von Aldehyd zu bekommen. Da nun die Siedepunkte der Propyl- und Butylalkohole dem des Aethylalkohols weit näher liegen als der Siedepunktsdifferenz des Aethylalkohols und des Aldehyds entspricht, so werden diese mit dem Aethylalkohol abdunsten und es ist nicht zu erwarten, daß sie durch die Dephlegmatoren vollständig abgeschieden werden. Höchst wahrscheinlich wird selbst der beste Feinsprit Spuren von Propylalkohol

enthalten, doch sind diese so gering, daß sie sich bislang der Nachweisung entzogen haben.

Man hat vielfach versucht, auf chemischem Wege eine Reinigung des Rohspiritus zu bewirken. Zudem man früher glaubte, das Fuselöl verhalte sich ähnlich wie die fetten Oele, hat man eine Menge von Vorschriften gegeben, welche bezweckten, durch Bildung von Seifen, durch Einwirkung von Kalk oder ätzenden Alkalien, das Fuselöl aus dem Alkohol zu entfernen. Diese, sowie viele andere Recepte beweisen aber, daß man die Natur und die Eigenschaften des Fuselöls ganz verkannt hat. Das Fuselöl besteht, wie erwähnt, zum größten Theile aus Alkoholen. Auf alle Alkohole sind aber Kalk und Alkalien ohne jeglichen Einfluß, wenigstens sind sie nie im Stande, mit einem Alkohol eine Seife zu bilden, und können also den einen Alkohol nicht von einem anderen trennen. Sie können höchstens auf die Weise günstig wirken, daß sie etwa vorhandene zusammengesetzte Aether in Alkohol und Salze zerlegen.

Man hat auch Oxydationsmittel, Chromsäure, Chlorkalk, übermangansaures Kalium zc., angewandt. Läßt man solche oxydirende Agentien auf Fuselöl einwirken, so entstehen zum Theil Körper von angenehmem, zum Theil Körper von minder unangenehmem Geruche, so wird z. B. bei der Wirkung von Chromsäure auf Amylalkohol der Valeriansäure-Amyläther, der sich durch Obstgeruch charakterisirt, gebildet. Ganz gleich wie gegen Fuselöl verhalten diese oxydirenden Agentien sich auch gegen den gewöhnlichen Alkohol, diesen in Aldehyd, Essigsäureäther umwandelnd; Chlorkalk bildet Chloroform. Bei Gemischen von Aethylalkohol und Amylalkohol verfällt immer der erstere zuerst der Umbildung durch jene Stoffe. Läßt man daher Chromsäure, Uebermangansäure, Chlorkalk auf Rohspiritus oder Branntwein einwirken, so erhält man ein Product, welches fast die Gesamtmenge des Fuselöls unverändert, nur in seinem Geruche durch andere Stoffe maskirt, enthält; von einer Beseitigung des Fuselöls kann keine Rede sein. Der mit diesen Oxydationsmitteln behandelte Spiritus oder Branntwein unterscheidet sich sehr zu seinem Nachtheile von reinem Spiritus. Der letztere gewinnt an Güte, je länger er lagert, sein Geruch und Geschmack wird immer feiner, während der erstere nach ganz kurzer Zeit seinen Wohlgeruch verliert, fuselig wird und einen heißen Geschmack annimmt.

Gleiches wie von den übrigen Oxydationsmitteln gilt auch von dem Ozon, auf dessen Verwendung zum Entfuseln des Branntweins Widemann 1) 1869 in Boston eine Fabrik errichtete und dessen Benutzung zum gleichen Zwecke R. Eisenmann 2) 1882 patentirt wurde. Bei dem Eisenmann'schen Verfahren wird mittelst eines Dampfstrahlinjectors ozonisirte Luft durch entfuselten Branntwein von 50 Proc., der vorher nahezu zum Sieden erhitzt ist, geblasen und die sich bildenden Dämpfe in einen Condensator getrieben. Wenn hierdurch, was durchaus nicht bezweifelt werden soll, eine Verbesserung des Branntweins herbeigeführt wird, so ist diese unzweifelhaft mehr auf Rechnung des Luftstromes

1) Polyt. Journ. 205, 577.

2) Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1882, 75.

1) Zeitschr. f. Biologie 20, 85.

als auf das Ozon zu setzen, da vorhandener Aldehyd aus dem heißen Branntweine von dem Luftströme fortgeführt werden muß. Eine Durchlüftung des heißen Branntweins ist bereits 1875 von Beaurepaire¹⁾ empfohlen worden.

Als Oxydationsmittel verwendet endlich H. Deining²⁾ (D. R.-P. 30 843) eine Glycerin enthaltende Lösung von Bleioryd in Kalilauge, durch welche der Spiritusdampf passiren soll. Der Amyl- und Butylalkohol soll dabei zu Valeriansäure und Butteräure oxydirt werden.

Bang u. Ruffin³⁾ (D. R.-P. 30 902) wollen die riechenden Stoffe durch Ausschütteln mit Petroleum entfernen.

Das einzige Verfahren der Reinigung, welches sich in der Praxis bewährt hat, ist das oben angegebene, durch Verdünnen mit Wasser die in verdünntem Weingeist unlöslichen Theile abzuscheiden und diese durch Filtration zu beseitigen. Als filtrirendes Material bedient man sich dabei der Holzkohle, an deren Flächen und in deren Poren die in Form feinsten Tröpfchen abgetriebenen Fuselöle hängen bleiben. Hierbei wirkt die Flächenanziehung der kleinsten Theilchen der Kohle auf die in dem verdünnten Weingeiste suspendirten Tröpfchen des Fuselöles und hält dieselben fest. Die Absorption kann aber nur erfolgen, wenn der Weingeist genügend verdünnt ist, wenn so viel Wasser zugefügt worden, daß das Fuselöl in Form von Tropfen abgetrieben ist. Aus stärkerem Weingeist nimmt Kohle nicht allein nichts auf, sondern eine mit Fuselöl beladene Kohle wird durch starken Weingeist entfuselt. In dem starken Weingeist ist die Anziehungskraft, welche die Alkoholmoleküle gegen die Moleküle des Fuselöles ausüben, größer als die Anziehungskraft, mit welcher die Kohle auf die Moleküle des Fuselöles wirkt, und in Folge davon können letztere dem Zuge nicht folgen und bleiben im Alkohol gelöst. Manche Fabrikanten verdünnen den Weingeist vor der Filtration nur auf 60 Proc. oder noch weniger, um an Heizungskosten bei der Rectification zu sparen. Diese sehen dann einen geringen oder gar keinen Erfolg von der Filtration, und hierauf ist die häufig ausgesprochene Behauptung der Nutzlosigkeit der Filtration zurückzuführen. Der Mangel an Erfolg ist aber nicht durch die Ungeeignetheit der Kohle, sondern durch die falsch ausgeführte Operation bedingt.

Eine vollständige Entfuselung wird selbst durch die sorgfältigste Filtration nicht erreicht. Dies beruht offenbar darauf, daß nicht alle Deltröpfchen mit der Kohle in Berührung kommen und es werden sich vorzugsweise die kleinsten Tröpfchen der Wirkung der Kohle entziehen. Immerhin wird aber die Menge des Fuselöles derart verringert werden, daß der Rest durch die Rectification mit Leichtigkeit zu entfernen ist.

Die Entfuselung ist um so viel vollkommener, je mehr jedes kleinste Theilchen der Flüssigkeit mit der Kohle in Berührung kommt und je längere Zeit der

gegenseitigen Einwirkung gelassen wird. Am wirksamsten erweist sich eine aus leichtem Holz dargestellte Kohle, weil diese am porösesten ist. Man giebt daher der Birkenholzkohle, da wo solche zu haben ist, den Vorzug. Die leichte und poröse Kohle hat aber andererseits den Nachtheil, sich rasch abzunutzen und beim Zerkleinern viel Staub zu geben. Unbedingt erforderlich ist ein völliges Durchglühen der Kohle vor ihrer Verwendung. Kohlen, welche noch empyreumatische Substanzen enthalten, welche beim Entzünden mit Flamme verbrennen und dabei Geruch verbreiten, sind in dieser Beschaffenheit absolut ungeeignet. Sie sind entweder ganz zu verwerfen oder vor dem Gebrauche scharf durchzuglühen.

Zur Filtration dienen eiserne cylindrische Gefäße, denen man gewöhnlich eine Höhe von 6 m bei einem Durchmesser von 80 cm giebt. In den Cylindern befindet sich, dicht über ihrem Boden, eine mit Leinwand bespannte Siebplatte. Dicht über dieser Siebplatte ist an der einen Seite ein großes, dicht verschließbares Mannloch angeordnet, durch welches die gebrauchte Kohle entleert wird. Ein gleiches Mannloch, zum Einfüllen der Kohle bestimmt, ist im Deckel oben angebracht. Stets sind mehrere solcher Cylinder, häufig bis zu zwanzig, zu einer Filterbatterie vereint. Durch eine Röhrenarmatur läßt sich der zu filtrirende Spiritus in jedes einzelne der ganz mit Kohle gefüllten Filter von oben zuleiten. Am Fuße der Filter befindet sich eine aufwärts steigende Röhre, durch welche der filtrirte Spiritus entweder der Abflußleitung zugeführt oder durch eine andere Röhrenleitung in jedes der anderen Filter übergetrieben werden kann. Ferner ist eine Röhrentour vorhanden, durch die in jedes einzelne Filter Dampf geführt werden kann, und endlich verbindet eine weitere Röhrenleitung jeden Cylinder mit einem gemeinsamen Condensator. Eine solche Filterbatterie, nach einer Construction von C. Heckmann, Berlin, ist in Fig. 122 dargestellt.

Beim Anstellen eines Filters wird dasselbe gänzlich gefüllt. Vor dem Zufluß des Spiritus läßt man, nach W. Schultze¹⁾, in das geschlossene Filter so lange Dampf einströmen, bis das ganze Filter durchheißt ist und kein Condensationswasser mehr abläuft. Läßt man dann nach geschlossenem Abflußhahne den Spiritus aus dem Reservoir in das Filter laufen, so verdichtet derselbe in allen Poren der Kohle enthaltenen Wasserdampf und es wird statt desselben die zu filtrirende Flüssigkeit in die Poren gedrückt. Unterläßt man dieses Ausdämpfen, so sind beim Zulassen des Spiritus nicht allein alle Poren der Kohle, sondern auch die Zwischenräume der Kohlenstückchen mit Luft erfüllt. Durch die mit Luft erfüllten Räume bahnt sich die Flüssigkeit nur schwer ihren Weg. Es kann vorkommen, daß einzelne Canäle sich in der Kohle bilden, welche rasch von dem Spiritus durchflossen werden, ohne daß derselbe mit der Hauptmasse in Berührung tritt. Ein Eindringen in die luftgefüllten Poren ist fast ausgeschlossen. Nicht selten kommt eine Ansammlung großer Luftmengen in einem nicht gedämpften Filter vor, die dann wie eine große Blase die darüber lagernde Kohle trägt, während der Spiritus an den Wandungen des Filters herabläuft.

¹⁾ Stammer, Branntweimbrennerei, Braunschweig 1875, 681.

²⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 502.

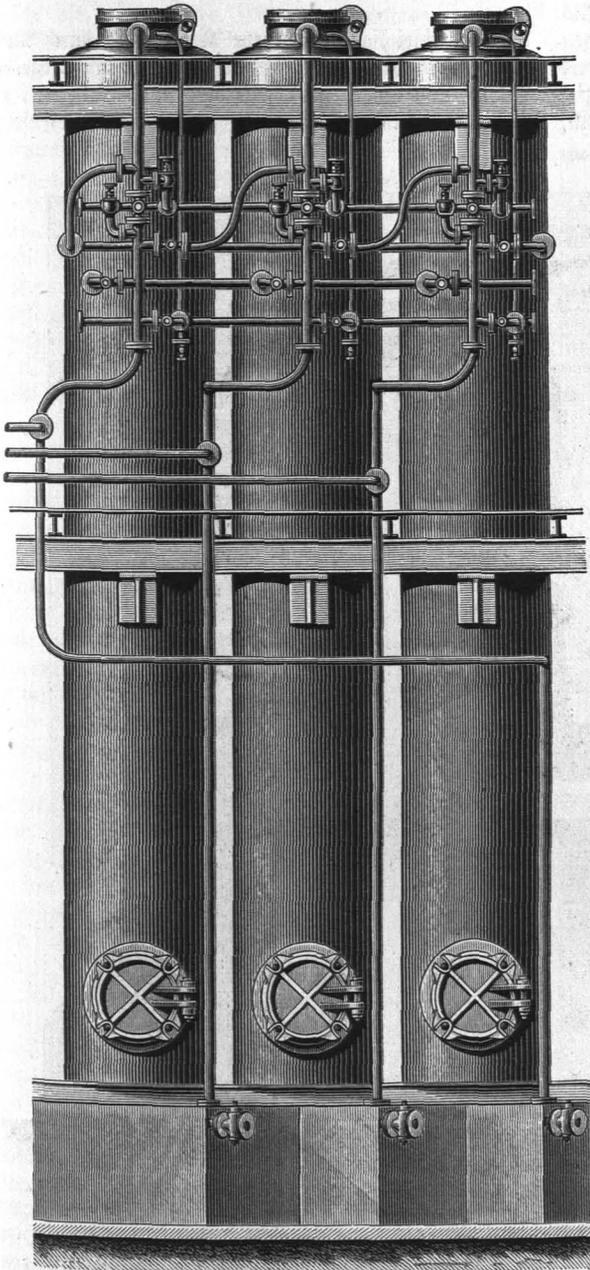
³⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 502.

¹⁾ Polyt. Journ. 206, 211

Alles dies wird vermieden, wenn die Luft durch das Ausdämpfen aus dem Filter verjagt ist.

Aus dem ersten steigt der Spiritus in das zweite Filter über, von diesem in das dritte u. s. f., bis sein Geruch und Geschmack nichts mehr zu wünschen übrig

Fig. 122.



läßt. So wird ein Filter nach dem anderen in Betrieb gesetzt. Man nimmt jedesmal ein neues Filter hinzu, sobald der Geruch am Auslauf nicht mehr ganz rein erscheint. Ist die ganze Batterie zur Thätigkeit gelangt, so wird das erste Filter der Reihe ausgeschaltet und der Zufluß des Spiritus auf das zweite gestellt.

Aus dem ausgeschalteten Filter läßt man den darin befindlichen Spiritus ablaufen, um ihn durch eine Pumpe dem Filterreservoir wieder zuzuführen. Zur Wiedergewinnung des von der Kohle aufgesaugten Spiritus läßt man nun Dampf einströmen und verbindet das Filter mit dem Condensator. Neben dem Alkohol verflüchtigt sich dabei ein großer Theil des von der Kohle absorbirten Fuselöles und man erhält als Destillat einen milchig getrübbten Lutter, der einem besonderen Behälter zur Klärung zugeführt wird. Hier trennt sich das Fuselöl als ölige Schicht von der schwach weingeistigen Flüssigkeit. Ersteres wird für sich verworthen, letztere kommt mit Kohlspritus zur neuen Verarbeitung. Unmittelbar nach dem Ausdämpfen wird das Filter entleert, mit frischer Kohle besetzt und durch Umstellung der Hähne in der Köhrentour zum letzten der Reihe gemacht.

Die Form, in welcher die Kohle angewandt wird, ist sehr verschieden. In manchen Fabriken werden Stücke von Wallnußgröße in die Filter gebracht, in anderen geht man bis zur Erbsegröße, in manchen wird der beim Zerbrechen zwischen cannellirten Walzen sich ergebende Staub durch Sieben vollständig entfernt, endlich wieder andere unterlassen das Aussieben. Die Beschaffenheit der Kohle hat den größten Einfluß auf die Filtrationsgeschwindigkeit. Je gröber die Kohle, um so rascher ist der Durchfluß des Spiritus, um so unvollkommener aber auch die Entfuselung. Je feiner die Kohle, um so mehr Reibungswiderstand bietet sie dem Spiritus dar, verzögert die Durchflußgeschwindigkeit, begünstigt aber die Entfuselung. Es kommt darauf an, hierin die richtige Mitte zu treffen; es sollen einerseits die Reibungswiderstände nicht so groß werden, daß die Leistungsfähigkeit der Batterie darunter leidet und andererseits sollen sie doch auch ausreichend sein, eine genügend innige Berührung zwischen Kohle und Spiritus herbeizuführen. Im Allgemeinen kann man sagen, je gröber die Kohle, um so viel mehr Filter werden erforderlich sein, um den Zweck einer genügenden Entfuselung zu erreichen. Erfahrungsgemäß läßt sich eine Kohle, welche zu 70 Proc. Stückkohle in allen Dimensionen bis zur doppelten Erbsegröße und zu 30 Proc. aus Pulver besteht, mit Vortheil verwenden.

Nach Beobachtungen von W. Schultze verbrauchte eine Fabrik im Durchschnitt des Jahres 100 kg pulverfreie Kohle zur Filtration von 236 702 Literprocenten Alkohol; eine andere Fabrik, welche Kohlenpulver, aufgelockert durch etwa 80 Proc. einer sehr feinkörnigen Kohle, anwandte, gebrauchte 100 kg Kohle, um 305 586 Literprocente Alkohol zu entfuseln. Durch die feinere Kohle wird daher der Nuzeffect außerordentlich gesteigert.

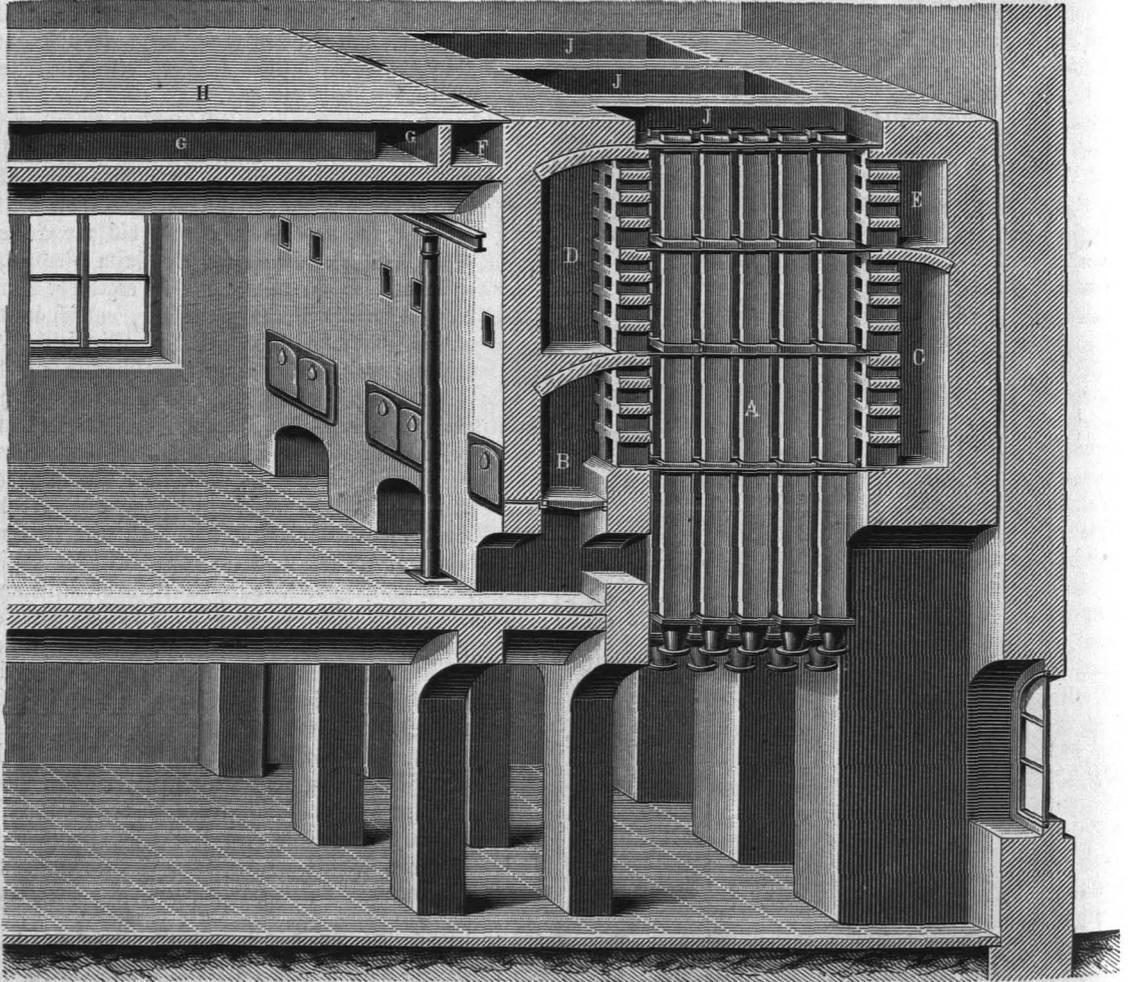
Von Einfluß auf die Entfuselung ist ferner die Zeitdauer der Berührung. Die Entfuselung erfordert immer eine gewisse Zeit; je länger der Spiritus daher mit einem gegebenen Kohlenquantum in Berührung bleibt,

um so vollkommener wird die Reinigung sein, oder was dasselbe ist, einen je größeren Weg der Spiritus im Filter vor dem Ausfluß zurückzulegen hat, um so mehr wird er entfuselt werden. Man läßt daher den Spiritus stets über eine Reihe von unter einander verbundenen Filtern gehen und bemißt die Zahl derselben so, daß dieselben bei nicht zu raschem Abflusse die der Fabrikation entsprechende Menge von Spiritus täglich liefern. Als ein Beispiel für eine genügende Größe der Filter mögen folgende Zahlen dienen. In einer Fabrik sind drei Filter von je 7,69 m Höhe und 0,97 m Durchmesser unter einander so verbunden, daß der Ausfluß oben ist,

wobei also die ganze Kohlenmasse mit Spiritus umgeben ist; jedes Filter enthält 1425 kg Kohle. Der Spiritus hat daher von der Einströmung bis zur Ausströmung eine 23 m hohe Schicht von 4275 kg Gewicht zu durchfließen. In 24 Stunden filtriren durch diesen Apparat circa 157 000 Literprocente Alkohol bei einem Gehalte von 47 bis 50 Proc.

Die unwirksam gewordene Kohle wird durch Ausdämpfen in den Filtern wohl von dem aufgesogenen Alkohol und von einem Theile des Fuselöles befreit, es verbleibt aber immer noch eine gewisse Menge von Fuselöl

Fig. 123.



darin zurück und zwar zu viel, als daß sie unmittelbar wieder gebrauchsfähig wäre. Um den Rest des Fuselöles zu beseitigen, muß sie auf eine höhere Temperatur, auf etwa 500 bis 600° C. erhitzt werden. Diese Wiederbelebung der Kohle erfolgt entweder durch Ausglühen oder durch eine Behandlung mit überhitztem Dampf.

Beim Ausglühen der Kohle ist jede Berührung derselben mit der Luft zu vermeiden, da sonst eine Entzündung eintreten würde. Zu diesem Behufe wird die

Erhitzung in engen, langen Röhren vorgenommen, deren mittlerer Theil der durch ein Gitter getheilten Hitze eines Ofens ausgesetzt, während der untere Theil von kalter Luft umgeben ist. Indem die Luft die hier befindliche heiße Kohle kühlt, erwärmt sie sich selbst und strömt so angewärmt unter den Kasten des Ofens. Die Einrichtung des Ofens, nach einer Construction von C. Heckmann, Berlin, ergibt sich aus Fig. 123. Die Glührohre A hängen in eisernen Platten in dem Ofen, welcher durch die Feuerung B geheizt wird. Die

Feuergase umspülen den mittleren Theil der Röhren, nehmen ihren Weg durch die zu beiden Seiten angeordneten Canäle *CDE* und treten dann in die Canäle *FG*, welche unter der Darre *H* liegen. Hier werden die aus den Filtern kommenden Kohlen zu einer dünnen Schicht ausgebreitet, um getrocknet zu werden, und gelangen alsdann in die Behälter *I*, in welche die oben offenen Glühröhren münden. Diese Behälter werden stets mit Kohle gehäuft gefüllt erhalten. Ist der Ofen genügend angeheizt, so wird in bestimmten Zwischenräumen, etwa alle Stunde, aus dem unteren Ende der Röhren eine etwa einem Viertel ihres Inhaltes entsprechende Menge von Kohle, durch Oeffnen eines unten angebrachten Schiebers in einen eisernen Cylinder, der sofort mit einem gut gedichteten Deckel verschlossen wird, abgezogen. Die heißeste Partie der Kohle rutscht damit in den Kühlraum, die in den oberen Theilen der Röhren angewärmte Kohle gelangt in die heißeste Region, während der obere Theil der Röhren sich von dem in *I* angehäuften Vorrath von selber füllt.

Die Wiederbelegung durch überhitzten Dampf ist durch *S. F. Höper jun.*¹⁾ Hamburg, eingeführt und ihm patentirt. Dieses Verfahren bietet vor dem Ausglühen einen wesentlichen Vortheil. Beim Glühen ist es wegen des geringen Wärmeleitungsvermögens der Kohle äußerst schwierig, eine gleichmäßige Durchheizung zu erreichen. Um die im Inneren der Röhren befindlichen Kohlen auf die erforderliche Temperatur zu bringen, müssen die an den Wandungen befindlichen überhitzt werden. Dies ist um so mehr der Fall, je weiter die Achse des Rohres von ihrer Innenfläche entfernt ist, also am meisten bei runden Röhren. Eine wesentliche Verbesserung in dieser Beziehung ist durch die, in unserer Figur 123 dargestellte, flache Gestalt der Röhren herbeigeführt. Zur Vollkommenheit ist die Uebertragung der Wärme aber erst durch die Ueberheizung des Dampfes gebracht, da dieser in jede Pore eindringt und jede einzelne Pore gleichmäßig erwärmt. Die Ueberheizung des Dampfes erfolgt, indem man Dampf, dessen Spannung auf 2 Atmosphären reducirt ist, durch ein in einem Ofen eingemauertes System von eisernen Röhren passiren läßt. Durch Canäle wird die Feuerluft im Ofen so geführt, daß sie bei ihrem Austritte das Anfangsende des Röhrensystemes umgiebt. Der in das Röhrensystem eintretende Dampf wird daher immer heißer und verläßt den Ofen mit einer Temperatur von 500 bis 600° C. Die Kohle wird auf einer durch die vom Ueberheizungs-ofen abgehende Wärme geheizten Darre angewärmt und kommt so in einen großen eisernen verschließbaren Cylinder, in dessen Mitte sich eine mit feinen Oeffnungen durchbohrte Röhre befindet, deren äußeres Ende mit dem Ueberheizungsrohre communicirt. Läßt man durch das Rohr den überhitzten Dampf in die Kohlenmasse strömen, so wird diese bald auf eine Temperatur gebracht, bei welcher alles Fuselöl verdampft und sonstige etwa vorhandene organische Substanzen durch die Hitze zersetzt werden. Die aus dem Cylinder entweichenden Dämpfe werden zunächst durch einen Behälter geführt,

in welchem sich ein Theil des Fuselöles verdichtet, von hier gelangen sie in eine Dampfsschlange, die in dem Kochraume des Destillationsapparates liegt, und geben dann ihre Wärme an den zu rectificirenden Spiritus ab. Das in der Schlange verdichtete Destillat enthält eine Menge von Fuselöl und kann als solches verwerthet werden.

Die zur Rectification benutzten Destillirapparate sind fast so mannigfaltig in ihrer Construction, wie die Maischdestillirapparate. Sie bestehen ausnahmslos aus einer großen Blase mit Rectifications- und Dephlegmationsvorrichtungen. Ein continuirlicher Abtrieb, wie bei der Maische, ist hier nicht möglich, weil, wie oben erwähnt, eine Fractionirung des Destillates vorgenommen werden muß. Da diese um so besser gelingt, mit je größeren Mengen von Flüssigkeit man arbeitet, so giebt man den Blasen sehr große Dimensionen, von 40 000 l und mehr. Die Heizung erfolgt fast immer durch geschlossene Dampfrohre mit Dampf von hoher Spannung. Außer der Dampfsschlange muß aber noch ein Rohr vorhanden sein, durch welches nach beendeter Destillation directer Dampf in den Apparat geführt werden kann, um die im Rectificator und Dephlegmator haften den Reste von Fuselöl bei höherer Temperatur zu verdampfen und dadurch den Apparat für die folgende Operation zu reinigen. Die Rectificatoren und Dephlegmatoren sind im Wesentlichen denen der Kohlspritusapparate gleich. Man kann dieselben im Großen und Ganzen in zwei Gruppen zusammenfassen. Bei den einen ist die Rectificationscolonne nach dem Principe des *Cellier-Blumenthal'schen* Apparates (*S.* 496) mit Kapseln und Glocken versehen, durch welche der aus dem Dephlegmator zurückfließende Lutter rectificirt wird. Bei den anderen ist das *Savalle'sche* Princip (*S.* 505) der Siebböden der Construction zu Grunde gelegt.

Ein älterer Apparat, nach Zeichnungen von *Siemens-Hohenheim* ist in *Fig. 124* (a. f. S.) dargestellt. Er besteht aus der eisernen Destillirblase *A*, der kupfernen Rectifications säule *B*, dem Röhrendephlegmator *C* und dem Kühler *D*. Die Erhitzung erfolgt durch ein am Boden der Blase liegendes Spiraltrohr mit geschlossenem Dampf. Die Blase wird meist sehr groß angefertigt, so daß eine Destillation oft mehrere Tage in Anspruch nimmt. Es wird dadurch ein größeres Quantum des Destillates als Feinsprit gewonnen. Die Füllung der Blase erfolgt aus dem Behälter *E*. Die Rectifications säule wird durch wenigstens zwanzig kupferne Platten in eben so viel Abtheilungen getrennt und jede dieser Platten ist nach der Größe des Apparates dreis- oder fünfmal durchbohrt. In diese Durchbohrungen sind kleine Röhren eingesetzt, welche etwa 2,5 bis 3 cm hoch über die Platte hervorragen und über denen dann eine kleine Glocke so befestigt ist, daß ihre Ränder fast die Platte berühren. Andererseits ist in jeder Platte ein oben und unten offenes Rohr befestigt, dessen oberer Rand in einer Ebene mit den übrigen Röhren liegt, während sein unterer Rand dicht über der zunächst darunter liegenden Platte in einem kleinen Schälchen sich befindet, wie aus den Detailzeichnungen *Fig. 125* hervorgeht.

¹⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie 1885, 747; Brennerei-Zeitung 1885, 253.

Die Dämpfe der siedenden Flüssigkeit steigen aus der Blase in die Rectificationsäule, werden zunächst verdichtet und sammeln sich nun auf den unteren Platten, bis die Flüssigkeit daselbst zunächst eine solche Höhe erlangt hat, daß sie die Glocken absperret. Die Dämpfe werden dann unter den Glocken her sich ihren Weg durch die condensirte Flüssigkeit bahnen, diese erwärmen und so eine Rectification bewirken. Nach und nach wird so viel Flüssigkeit auf der untersten Platte condensirt sein,

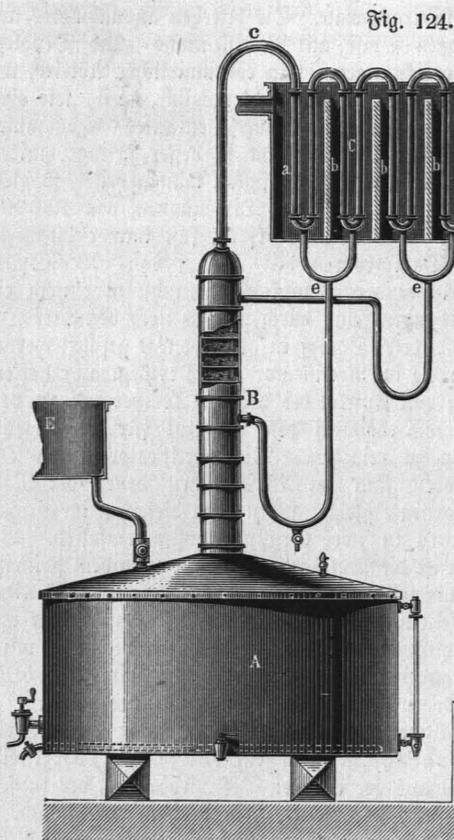


Fig. 124.

Der in den Röhren condensirte Lutter wird durch die Röhren *e* der Rectificationsäule wieder zugeleitet; diese sogenannten Retourröhren erhalten eine Biegung nach aufwärts, damit sie mit Flüssigkeit gefüllt bleiben, die den directen Durchgang der Dämpfe hindert; der kleine Hahn in der Biegung dient zum völligen Ablassen der Flüssigkeit, wenn der Apparat außer Gebrauch steht.

Der Abkühler *D* wird von Eisenblech ganz verschleißbar hergestellt und enthält ein flach gewundenes Schlangen-

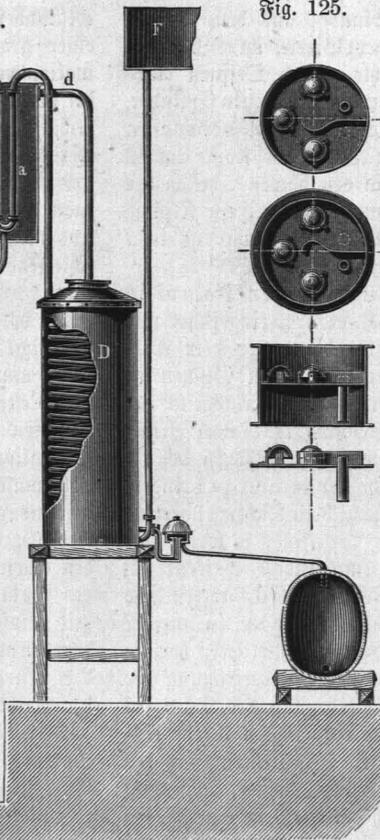


Fig. 125.

rohr. Die Zuleitung des Kühlwassers erfolgt aus einem höher stehenden Behälter *F*.

Der Apparat liefert ein Product von 90 bis 92 Proc. nach Tralles, wovon aber selten mehr als zwei Drittheile der eingefüllten Alkoholmenge von der obigen Stärke als Feinsprit zu verwerthen ist.

Ein anderer, von Savalle konstruirter Feinspritapparat ist in Fig. 126 in 0,01 seiner wirklichen Größe dargestellt.

A ist die Blase von 3,70 m Durchmesser und 3,25 m Höhe. Auf dem Boden derselben liegt ein vielfach gewundenes Spiralarohr, in welchem Dampf von 3 Atmosphären Spannung circulirt; das Spiralarohr steht durch das Rohr *a* mit dem Dampfessel in Verbindung. Unmittelbar über der Blase ist der Behälter *B* angebracht, in welchem der in der Colonne *D* condensirte Lutter sich sammelt und dadurch recti-

ficirt wird, daß die aus der Blase *a* kommenden Dämpfe durch die Zweigröhren *b* in ein auf dem Boden des Lutterkastens liegendes, durchlöcherntes Rohr treten und aus diesem durch die aus der Rectificationscolonne zurückfließende Flüssigkeit strömen. Diesem Dampfrohre kann außerdem directer Dampf dadurch zugeführt werden, daß man die Verbindung zwischen ihm und dem Spiralarohre in der Blase herstellt, zu welchem Behufe beide Röhren unter einander durch ein Hahnenrohr verbunden sind. Aus dem Lutterkasten treten die Dämpfe in die Rectificationscolonne *D*. Sie besteht aus 30 einzelnen Abtheilungen, von denen jede einzelne mit einem in einer Kapsel *g* endenden Abflußrohre *f* versehen ist. Die Abflußröhren erheben sich so weit über den Boden jeder Abtheilung, daß immer nur eine dünne Schicht von Flüssigkeit auf denselben befindlich ist. Die Dämpfe, aus dem Lutterkasten kommend, werden durch den weiten Rohrstoß *e* in die unterste Abtheilung der Colonne geführt und vertheilen sich dann durch die fein durch-

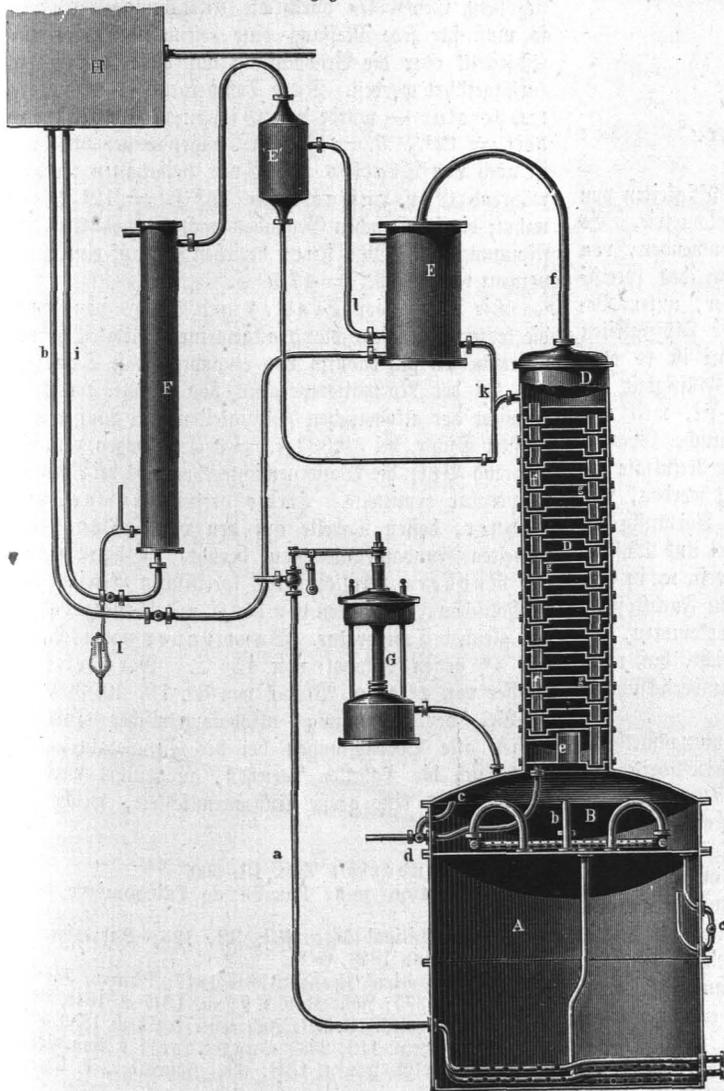
daß ihr Niveau bis zur Höhe des Abflußröhrchens reicht, welches dann den Ueberschuß in die Blase zurückleitet. Ebenso wirken die folgenden Platten. Die condensirte Flüssigkeit sperrt die Glocken ab, das Destillat wird rectificirt, der Ueberschuß gelangt durch das Abflußrohr auf die zunächst darunter liegende Platte u. s. w., bis die Dämpfe, nachdem sie zwanzigmal rectificirt sind, in den Dephlegmator gelangen.

Der Dephlegmator besteht aus einem, meist aber aus zwei langen schmalen und hohen Wasserbehältern von Eisenblech, worin die verticalen durch Knieröhren verbundenen Dephlegmirröhren *a* sich befinden. Zweckmäßiger werden, wie hier angegeben, die Behälter durch hölzerne Querwände *b* getheilt und es befinden sich dann je zwei Röhren in einer Abtheilung. In diesen Röhren circulirt der durch das Verbindungsrohr *e* aus der Rectificationsäule zugeführte Dampf, während von der entgegengesetzten Seite das Dephlegmirwasser vom Kühler durch das Rohr *d* zufließt.

ficirt wird, daß die aus der Blase *a* kommenden Dämpfe durch die Zweigröhren *b* in ein auf dem Boden des Lutterkastens liegendes, durchlöcherntes Rohr treten und aus diesem durch die aus der Rectificationscolonne zurückfließende Flüssigkeit strömen. Diesem Dampfrohre kann außerdem directer Dampf dadurch zugeführt werden, daß man die Verbindung zwischen ihm und dem Spiralarohre in der Blase herstellt, zu welchem Behufe beide Röhren unter einander durch ein Hahnenrohr verbunden sind. Aus dem Lutterkasten treten die Dämpfe in die Rectificationscolonne *D*. Sie besteht aus 30 einzelnen Abtheilungen, von denen jede einzelne mit einem in einer Kapsel *g* endenden Abflußrohre *f* versehen ist. Die Abflußröhren erheben sich so weit über den Boden jeder Abtheilung, daß immer nur eine dünne Schicht von Flüssigkeit auf denselben befindlich ist. Die Dämpfe, aus dem Lutterkasten kommend, werden durch den weiten Rohrstoß *e* in die unterste Abtheilung der Colonne geführt und vertheilen sich dann durch die fein durch-

löcherten Böden jeder Abtheilung. Sobald die Destillation einmal begonnen hat, bedecken sich die Böden mit condensirter Flüssigkeit, die durch den nachströmenden Dampf beständiger Rectification unterworfen wird. Die in der Colonne verdichtete Flüssigkeit fließt durch den Zweiweghahn *d* während der Destillation durch das Rohr *e* in den Lutterkasten; nach beendigter Destillation kann man bei der entgegengesetzten Stellung des Zweiweghahnes *d* die Flüssigkeit aus der Colonne nach außen ablassen. Die im Lutterkasten befindliche Flüssigkeit

Fig. 126.



kann durch das Hahnenrohr *c'* in die Blase entleert werden.

Von dem oberen Theile der Colonne nehmen die Dämpfe durch das Rohr *f* ihren Weg in den Köhrendephlegmator, welcher in seiner Construction dem in Fig. 103 dargestellten gleich kommt. Die hier abgesetzene Flüssigkeit fließt durch das Rohr *k* in die oberste Abtheilung der Colonne, um von Neuem rectificirt zu werden. Die Dämpfe gehen aus dem unteren Theile

des Dephlegmators zunächst in die kleine Vorlage *E'*, um hier eine geringe Menge von aus dem Dephlegmator mitgerissenem Lutter abzuschneiden, der vom Boden der Vorlage in das Rohr *k* geleitet wird. Die Dämpfe werden endlich in *F* vollständig verdichtet.

Das Kühlwasser wird aus dem Reservoir *H* durch das Rohr *i* zu dem Condensator *F*, durch das Rohr *b* zum Dephlegmator *E* geleitet.

Bei der Verwendung dieses Apparates hat man vor allem sein Augenmerk darauf zu richten, daß die Dampfspannung im Inneren der Colonne während der ganzen Dauer der Destillation möglichst gleichmäßig bleibe. Steigt der Dampfdruck, so werden die alkoholischen Dämpfe zu rasch die Colonne passiren und werden unvollkommen rectificirt werden; ist dagegen der Druck zu schwach, so werden sie zu lange in der Colonne verweilen; es gehört dann ein um so größerer Aufwand von Wärme dazu, um das zu viel Condensirte von Neuem zu verdampfen; besonders schädlich sind aber plötzliche Schwankungen des Druckes darum, weil die Flüssigkeitsschichten in den einzelnen Abtheilungen gewissermaßen vom Dampfe getragen werden. Würde der Dampfdruck im unteren Theile der Colonne durch irgend einen Zufall so schwach, daß er dem Gegenstande der sämtlichen auf den Platten der dreißig Abtheilungen der Colonne stehenden Flüssigkeitsschichten nicht mehr das Gleichgewicht halten könnte, so würde sofort eine Unterbrechung der ganzen Destillation eintreten; die Flüssigkeit der einzelnen Platten würde dann nicht mehr durch die Ablaufröhren abfließen, sondern würde sich durch die Oeffnungen der Siebplatten ergießen und in den Lutterkasten zurückfließen. Wenn auch eine derartige völlige Entleerung der Colonne nur bei großer Unachtsamkeit vorkommen dürfte, so bringt doch jede Schwankung des Druckes Störung in der Destillation hervor. Eine solche Regelmäßigkeit des Druckes im Apparate ist aber um so schwieriger zu erhalten, als verschiedene Ursachen ihr entgegenwirken können. Die eine ist der wechselnde Verbrauch des Dampfes zu anderen Zwecken, zu der Zeit, wo z. B. von dem im Kessel vorrätigen

Dampf ein Theil verbraucht wird, um die Wasserpumpen zu treiben, wird der Zustrom des Dampfes zur Heizspirale in der Blase nachlassen, es muß dann das Dampfventil der Spirale weiter geöffnet werden, um den erforderlichen Druck im Apparate zu erhalten. Ferner ist aber auch die wechselnde Beschaffenheit der destillirenden Flüssigkeit auf die Spannung des Dampfes in der Colonne von Einfluß. Bei gleicher Heizung der Dampfspirale wird anfangs in der Blase mehr Dampf gebildet werden

als später, weil anfangs der in reichlicher Menge vorhandene Alkohol leicht und rasch verdampft, während in dem Maße, wie der Rückstand wässriger wird, ein weit größeres Quantum von Heizdampf erforderlich wird, um das schwerer verdampfende Wasser in Dampf von gleicher Spannung zu verwandeln. Während man daher anfangs nur verhältnißmäßig wenig Dampf in die Spirale zu lassen hat, muß man später den Dampfstrom verstärken. Diese Schwankungen der Dampfspannung werden durch Einschaltung des Dampfdruckregulators G, welcher früher S. 509 beschrieben ist, ausgeglichen.

Fünfter Abschnitt.

Alkoholometrie.

Die Bestimmung des Alkohols in Flüssigkeiten von unbekanntem Gehalte nennt man Alkoholometrie. Es lassen sich dazu verschiedene Methoden anwenden, von denen die einfachste sich auf die Differenz des specifischen Gewichtes von Alkohol und Wasser, unter Berücksichtigung der beim Vermischen beider Flüssigkeiten eintretenden Contraction, gründet. Dabei ist es aber erforderlich, daß die zu untersuchende Flüssigkeit ein Gemisch nur von Alkohol und Wasser sei, weil alle übrigen Stoffe ebenfalls auf das specifische Gewicht der Flüssigkeit einwirken und daher falsche Resultate erlangen lassen. Weiter unten wird gezeigt werden, wie solche Flüssigkeiten zu untersuchen sind. Vorläufig beschränken wir uns auf Gemische von Alkohol und Wasser, wie solche als Spirit, Spiritus, Branntwein zc. in den Handel kommen. Die geringe Menge von Farbstoffen, die im echten Rum, Cognac, Arrac zc. vorkommen, hat so wenig Einfluß auf das specifische Gewicht, daß man sie, ohne irgend einen Fehler zu begehen, unberücksichtigt lassen kann.

Die Alkoholometrie als Werthbestimmungsmethode weingeistiger Flüssigkeiten wurde von Gilpin begründet, dessen erste Mittheilungen im Jahre 1790 publicirt wurden. Es stellte sich aber heraus, daß eine Revision der Arbeit erforderlich sei; Tausende von Wägungen und Berechnungen ließen sie im Jahre 1794 in brauchbarer Form erscheinen¹⁾. Gilpin's Beobachtungen wurden von Tralles²⁾ benutzt, um seine Tabellen im Jahre 1811 zu berechnen. Diese letzteren bilden die Grundlage für alle alkoholometrischen Bestimmungen, deren man sich in Deutschland bedient. Sie erhielten aber noch eine wesentliche Verbesserung dadurch, daß Schubarth die Beobachtungen von Gilpin und Tralles weiter ausführte und namentlich dadurch, daß Brix³⁾ das gesammte Material in einfache und leicht zu benutzende Tabellen brachte und noch manche Mängel der früheren Beobachtungen beseitigte. Außer den Genannten wurden von Löwiß (1786), Rudberg

(1828¹⁾, Gay-Lussac²⁾ (1824), Drinkwater³⁾ Fownes (1847⁴⁾, Pouillet (1859⁵⁾, Baumhauer (1860⁶⁾, Collardeau (1862⁷⁾, Mendelejeff (1869⁸⁾, Karmarsch (1877⁹⁾, Fehner (1880¹⁰⁾, Gerlach (1885¹¹⁾ und Anderen hierauf bezügliche Beobachtungen angestellt. Für den praktischen Gebrauch bestimmte Tabellen wurden außerdem von Ure, Hirzel, Franke, Sykes, Fischern¹²⁾, v. Kupffer¹³⁾ und der Normal-Michungs-Commission des Norddeutschen Bundes berechnet¹⁴⁾.

Da das specifische Gewicht einer jeden Flüssigkeit sich beim Erwärmen durch die Ausdehnung verändert, so muß für jede Messung eine bestimmte Temperatur festgestellt oder die Beobachtung auf diese Temperatur zurückgeführt werden. Diese Temperatur — Normaltemperatur — wurde von Gilpin zu 60° Fahrenheit = 12 $\frac{4}{9}$ ° R. = 15 $\frac{5}{9}$ ° C. angenommen und diese ist auch von Tralles und Brix beibehalten worden, während Gay-Lussac dafür 15° C. = 12° R. annahm; die in manchen Gegenden noch angewandten Bestimmungen von Weizner beziehen sich auf eine Temperatur von 14° R. = 17,5° C.

Die Tafeln von Tralles und Brix, von denen die letzteren in Deutschland allgemeine Gültigkeit haben, unterscheiden sich dadurch von einander, daß Tralles das bei der Normaltemperatur von 60° F. ermittelte Gewicht der alkoholischen Flüssigkeiten mit Wasser von größter Dichte, bei 39,83° F. = 4° C. gewogen, verglich, während Brix die Wassergewichte ebenfalls bei Normaltemperatur ermittelte. Ebenso verfuhr Fownes und Fehner, dessen Tabelle auf den von Fownes ermittelten Fundamentalzahlen beruht. Gay-Lussac und Rudberg verglichen die specifischen Gewichte der alkoholischen Flüssigkeiten von 15° C. mit Wassergewichten von gleicher Temperatur. Baumhauer nahm Wasser von 4° gegen Alkohol von 15° C. Mendelejeff Wasser von 4° gegen Alkohol von 0°, 10, 20, 30°.

Bei der Benutzung alkoholometrischer Tabellen müssen alle Beobachtungen bei der Temperatur, auf welche sich die Tabellen beziehen, ausgeführt werden; es ist dieses eine große Unbequemlichkeit, welche die

1) Poggendorff's Ann. 13, 500.

2) Instruction pour l'usage de l'alcoomètre centesimal.

3) Philosophical Mag. [3], 32, 123; Jahresber. d. Chem. 1847 und 1848, 682.

4) Philosophical Transactions 1847; Pharm. Journ. Transact. 7, 375; Jahresber. d. Chem. 1847 u. 1848, 682.

5) Compt. rend. 48, 929; Jahresber. d. Chem. 1859, 439.

6) Ann. Chem. 116, 253; Poggendorff's Ann. Phys. 110, 659; Polyt. Journ. 158, 39; Jahresber. d. Chem. 1860, 393.

7) Compt. rend. 53, 925.

8) Poggendorff's Ann. Phys. 138, 103, 230; Jahresbericht d. Chem. 1869, 42.

9) Polyt. Journ. 226, 441.

10) The Analyst 1880, 43, 59; Polyt. Journ. 239, 36; Zeitschr. f. analyt. Chem. 19, 485; Scheibler's Neue Zeitschr. 6, 35.

11) Zeitschr. f. analyt. Chem. 24, 490.

12) Praktische Alkoholometrie. Dresden 1872.

13) Handbuch der Alkoholometrie. Berlin 1865.

14) Sammlung von alkoholometrischen Reductions- und Hülfstafeln, Berlin 1871.

1) Philosophical Transactions 1794.

2) Gilbert's Ann. Phys. 38, 349.

3) Der Alkoholometer und dessen Anwendung. Berlin 1847, 1864.

Anwendung der Tabellen im praktischen Verkehr sehr hindert. Die von Tralles=Brix, Fischern und von Gay=Lussac berechneten Tabellen machen dieses jedoch unnöthig, da sie in ihren Spalten direct die verschiedenen Temperaturen zukommenden Werthe geben.

Das specifische Gewicht von Flüssigkeiten kann entweder mittelst eines richtig construirten Aräometers, oder durch Wägung eines mit der Flüssigkeit gefüllten Gefäßes, dessen Inhalt man genau kennt, oder mittelst der oben S. 339 dargestellten Wage ermittelt werden. Nach dem so gefundenen specifischen Gewicht kann man dann den Alkoholgehalt entweder in Gewichtspro-

centen oder in Volumprocenten bestimmen. Im ersteren Falle würde man also finden, daß 100 Pfunde, Kilogramme zc. x Pfunde, Kilogramme Alkohol, im zweiten Falle, daß 100 Cubiccentimeter, Liter, x Liter, Cubiccentimeter Alkohol enthalten.

Ermittelung des Alkoholgehaltes in Gewichtsprocenten nach dem specifischen Gewicht. Die Tafeln I bis IV enthalten die hierauf bezüglichen Beobachtungen von Fownes, Gehner, Drinkwater und Mendelejeff. Die Tafel von Gehner giebt neben den Gewichtsprocenten zugleich die Volumprocente.

Tafel I.

Gewichtsprocente alkoholischer Flüssigkeiten nach Fownes.

Normaltemperatur 60° F. = 15½° C. = 12¼° R.

Spec. Gew.	Gewichtsprocente an Alkohol										
0,9991	0,5	0,9753	17	0,9511	34	0,9160	51	0,8769	68	0,8357	85
9981	1	9741	18	9490	35	9135	52	8745	69	8331	86
9965	2	9728	19	9470	36	9113	53	8721	70	8305	87
9947	3	9716	20	9452	37	9090	54	8696	71	8279	88
9930	4	9704	21	9434	38	9069	55	8672	72	8254	89
9914	5	9691	22	9416	39	9047	56	8649	73	8228	90
9898	6	9678	23	9396	40	9025	57	8625	74	8199	91
9884	7	9665	24	9376	41	9001	58	8603	75	8172	92
9869	8	9652	25	9356	42	8979	59	8581	76	8145	93
9855	9	9638	26	9335	43	8956	60	8557	77	8118	94
9841	10	9623	27	9314	44	8932	61	8533	78	8089	95
9828	11	9609	28	9292	45	8908	62	8508	79	8061	96
9815	12	9593	29	9270	46	8886	63	8483	80	8031	97
9802	13	9578	30	9249	47	8863	64	8459	81	8001	98
9789	14	9560	31	9228	48	8840	65	8434	82	7969	99
9778	15	9544	32	9206	49	8816	66	8408	83	7938	100
9766	16	9528	33	9184	50	8793	67	8382	84		

Tafel II.

Gewichts- und Volumprocente alkoholischer Flüssigkeiten nach Gehner.

Normaltemperatur 60° F. = 15½° C. = 14¼° R.

Spec. Gew.	Gewichtsprocente	Volumprocente												
1,0000	0,00	0,00												
0,9999	0,05	0,07	0,9989	0,58	0,73	0,9979	1,12	1,42	0,9969	1,75	2,20	0,9959	2,33	2,93
8	0,11	0,13	8	0,63	0,79	8	1,19	1,49	8	1,81	2,27	8	2,39	3,00
7	0,16	0,13	7	0,68	0,86	7	1,25	1,57	7	1,87	2,35	7	2,44	3,07
6	0,21	0,20	6	0,74	0,93	6	1,31	1,65	6	1,94	2,43	6	2,50	3,14
5	0,26	0,33	5	0,79	0,99	5	1,37	1,73	5	2,00	2,51	5	2,56	3,21
4	0,32	0,40	4	0,84	1,06	4	1,44	1,81	4	2,06	2,58	4	2,61	3,28
3	0,37	0,46	3	0,89	1,13	3	1,50	1,88	3	2,11	2,62	3	2,67	3,35
2	0,42	0,53	2	0,95	1,19	2	1,56	1,96	2	2,17	2,72	2	2,72	3,42
1	0,47	0,60	1	1,00	1,26	1	1,62	2,04	1	2,22	2,79	1	2,78	3,49
0	0,53	0,66	0	1,06	1,34	0	1,69	2,12	0	2,28	2,86	0	2,83	3,55

Tafel II. (Fortsetzung.)

Spec. Gew.	Gewichts- procente	Volum- procente												
0,9949	2,89	3,62	0,9889	6,64	8,27	0,9829	10,92	13,52	0,9769	15,75	19,39	0,9709	20,58	25,17
8	2,94	3,69	8	6,71	8,36	8	11,00	13,62	8	15,83	19,49	8	20,67	25,27
7	3,00	3,76	7	6,78	8,45	7	11,08	13,71	7	15,92	19,59	7	20,75	25,37
6	3,06	3,83	6	6,86	8,54	6	11,15	13,81	6	16,00	19,68	6	20,83	25,47
5	3,12	3,90	5	6,93	8,63	5	11,23	13,90	5	16,08	19,78	5	20,92	25,57
4	3,18	3,98	4	7,00	8,72	4	11,31	13,99	4	16,15	19,87	4	21,00	25,67
3	3,24	4,05	3	7,07	8,80	3	11,38	14,09	3	16,23	19,96	3	21,08	25,76
2	3,29	4,12	2	7,13	8,88	2	11,46	14,18	2	16,31	20,06	2	21,15	25,86
1	3,35	4,20	1	7,20	8,96	1	11,54	14,27	1	16,38	20,15	1	21,23	25,95
0	3,41	4,27	0	7,27	9,04	0	11,62	14,37	0	16,46	20,24	0	21,31	26,04
0,9939	3,47	4,34	0,9879	7,33	9,13	0,9819	11,69	14,46	0,9759	16,54	20,33	0,9699	21,38	26,13
8	3,53	4,42	8	7,40	9,21	8	11,77	14,56	8	16,62	20,43	8	21,46	26,22
7	3,59	4,49	7	7,47	9,29	7	11,85	14,65	7	16,69	20,52	7	21,54	26,31
6	3,65	4,56	6	7,53	9,37	6	11,92	14,74	6	16,77	20,61	6	21,62	26,40
5	3,71	4,63	5	7,60	9,45	5	12,00	14,84	5	16,85	20,71	5	21,69	26,49
4	3,76	4,71	4	7,67	9,54	4	12,08	14,93	4	16,92	20,80	4	21,77	26,58
3	3,82	4,78	3	7,73	9,62	3	12,15	15,02	3	17,00	20,89	3	21,85	26,67
2	3,88	4,85	2	7,80	9,70	2	12,23	15,12	2	17,08	20,99	2	21,92	26,77
1	3,94	4,93	1	7,87	9,78	1	12,31	15,21	1	17,17	21,09	1	22,00	26,86
0	4,00	5,00	0	7,93	9,86	0	12,38	15,30	0	17,25	21,19	0	22,08	26,95
0,9929	4,06	5,08	0,9869	8,00	9,95	0,9809	12,46	15,40	0,9749	17,33	21,29	0,9689	22,15	27,04
8	4,12	5,16	8	8,07	10,03	8	12,54	15,49	8	17,42	21,39	8	22,23	27,13
7	4,19	5,24	7	8,14	10,12	7	12,62	15,58	7	17,50	21,49	7	22,31	27,22
6	4,25	5,32	6	8,21	10,21	6	12,69	15,68	6	17,58	21,59	6	22,38	27,31
5	4,31	5,39	5	8,29	10,30	5	12,77	15,77	5	17,67	21,69	5	22,46	27,40
4	4,37	5,47	4	8,36	10,38	4	12,85	15,86	4	17,75	21,79	4	22,54	27,49
3	4,44	5,55	3	8,43	10,47	3	12,92	15,96	3	17,83	21,89	3	22,62	27,59
2	4,50	5,63	2	8,50	10,56	2	13,00	16,05	2	17,92	21,99	2	22,69	27,68
1	4,56	5,71	1	8,57	10,65	1	13,08	16,15	1	18,00	22,09	1	22,77	27,77
0	4,62	5,78	0	8,64	10,73	0	13,15	16,24	0	18,08	22,18	0	22,85	27,86
0,9919	4,69	5,86	0,9859	8,71	10,82	0,9799	13,23	16,33	0,9739	18,15	22,27	0,9679	22,92	27,95
8	4,75	5,94	8	8,79	10,91	8	13,31	16,43	8	18,23	22,36	8	23,00	28,04
7	4,81	6,02	7	8,86	11,00	7	13,38	16,52	7	18,31	22,46	7	23,08	28,13
6	4,87	6,10	6	8,93	11,08	6	13,46	16,61	6	18,38	22,55	6	23,15	28,22
5	4,94	6,17	5	9,00	11,17	5	13,54	16,70	5	18,46	22,64	5	23,23	28,31
4	5,00	6,24	4	9,07	11,26	4	13,62	16,80	4	18,54	22,73	4	23,31	28,40
3	5,06	6,32	3	9,14	11,35	3	13,69	16,89	3	18,62	22,82	3	23,38	28,50
2	5,12	6,40	2	9,21	11,44	2	13,77	16,98	2	18,69	22,92	2	23,46	28,59
1	5,19	6,48	1	9,29	11,52	1	13,85	17,08	1	18,77	23,01	1	23,54	28,68
0	5,25	6,55	0	9,36	11,61	0	13,92	17,17	0	18,85	23,10	0	23,62	28,77
0,9909	5,31	6,63	0,9849	9,43	11,70	0,9789	14,00	17,26	0,9729	18,92	23,19	0,9669	23,69	28,86
8	5,37	6,71	8	9,50	11,79	8	14,09	17,37	8	19,00	23,28	8	23,77	28,95
7	5,44	6,78	7	9,57	11,87	7	14,18	17,48	7	19,08	23,38	7	23,85	29,04
6	5,50	6,86	6	9,64	11,96	6	14,27	17,59	6	19,17	23,48	6	23,92	29,13
5	5,56	6,94	5	9,71	12,05	5	14,36	17,70	5	19,25	23,58	5	24,00	29,22
4	5,62	7,01	4	9,79	12,13	4	14,45	17,81	4	19,33	23,68	4	24,08	29,31
3	5,69	7,09	3	9,86	12,22	3	14,55	17,92	3	19,42	23,78	3	24,15	29,40
2	5,75	7,17	2	9,93	12,31	2	14,64	18,03	2	19,50	23,88	2	24,23	29,49
1	5,81	7,25	1	10,00	12,40	1	14,73	18,14	1	19,58	23,98	1	24,31	29,58
0	5,87	7,32	0	10,08	12,49	0	14,82	18,25	0	19,67	24,08	0	24,38	29,67
0,9899	5,94	7,40	0,9839	10,15	12,58	0,9779	14,91	18,36	0,9719	19,75	24,18	0,9659	24,46	29,76
8	6,00	7,48	8	10,23	12,68	8	15,00	18,48	8	19,83	24,28	8	24,54	29,86
7	6,07	7,57	7	10,31	12,77	7	15,08	18,58	7	19,92	24,38	7	24,62	29,95
6	6,14	7,66	6	10,38	12,87	6	15,17	18,68	6	20,00	24,48	6	24,69	30,04
5	6,21	7,74	5	10,46	12,96	5	15,25	18,78	5	20,08	24,58	5	24,77	30,13
4	6,28	7,83	4	10,54	13,05	4	15,33	18,88	4	20,17	24,68	4	24,85	30,22
3	6,36	7,92	3	10,62	13,15	3	15,42	18,98	3	20,25	24,78	3	24,92	30,31
2	6,43	8,01	2	10,69	13,24	2	15,50	19,08	2	20,33	24,88	2	25,00	30,40
1	6,50	8,10	1	10,77	13,34	1	15,58	19,18	1	20,42	24,98	1	25,07	30,48
0	6,57	8,18	0	10,85	13,43	0	15,67	19,28	0	20,50	25,07	0	25,14	30,57

Tafel II. (Fortsetzung.)

Spec. Gew.	Gewichts=procente	Volum=procente												
0,9649	25,21	30,65	0,8389	83,73	88,49	0,8329	86,08	90,32	0,8269	88,40	92,08	0,8209	90,68	93,77
8	25,29	30,73	8	83,77	88,52	8	86,12	90,35	8	88,44	92,12	8	90,71	93,80
7	25,36	30,82	7	83,81	88,55	7	86,15	90,38	7	88,48	92,15	7	90,75	93,82
6	25,43	30,90	6	83,85	88,58	6	86,19	90,40	6	88,52	92,18	6	90,79	93,85
5	25,50	30,98	5	83,88	88,61	5	86,23	90,43	5	88,56	92,21	5	90,82	93,87
4	25,57	31,07	4	83,92	88,64	4	86,27	90,46	4	88,60	92,24	4	90,86	93,90
3	25,64	31,15	3	83,96	88,67	3	86,31	90,49	3	88,64	92,27	3	90,89	93,93
2	25,71	31,23	2	84,00	88,70	2	86,35	90,52	2	88,68	92,30	2	90,93	93,95
1	25,79	31,32	1	84,04	88,73	1	86,38	90,55	1	88,72	92,33	1	90,96	93,98
0	25,86	31,40	0	84,08	88,76	0	86,42	90,58	0	88,76	92,36	0	91,00	94,00
0,9639	25,93	31,48	0,8379	84,12	88,79	0,8319	86,46	90,61	0,8259	88,80	92,39	0,8199	91,04	94,03
8	26,00	31,57	8	84,16	88,83	8	86,50	90,64	8	88,84	92,42	8	91,07	94,05
7	26,07	31,65	7	84,20	88,86	7	86,54	90,67	7	88,88	92,45	7	91,11	94,08
6	26,13	31,72	6	84,24	88,89	6	86,58	90,70	6	88,92	92,48	6	91,14	94,10
5	26,20	31,80	5	84,28	88,92	5	86,62	90,73	5	88,96	92,51	5	91,18	94,13
4	26,27	31,88	4	84,32	88,95	4	86,65	90,76	4	89,00	92,54	4	91,21	94,15
3	26,33	31,96	3	84,36	88,98	3	86,69	90,79	3	89,04	92,57	3	91,25	94,18
2	26,40	32,03	2	84,40	89,01	2	86,73	90,82	2	89,08	92,60	2	91,29	94,21
1	26,47	32,11	1	84,44	89,05	1	86,77	90,85	1	89,12	92,63	1	91,32	94,23
0	26,53	32,19	0	84,48	89,08	0	86,81	90,88	0	89,16	92,66	0	91,36	94,26
0,9629	26,60	32,27	0,8369	84,52	89,11	0,8309	86,85	90,90	0,8249	89,19	92,68	0,8189	91,39	94,28
8	26,67	32,34	8	84,56	89,14	8	86,88	90,93	8	89,23	92,71	8	91,43	94,31
7	26,73	32,42	7	84,60	89,17	7	86,92	90,96	7	89,27	92,74	7	91,46	94,33
6	26,80	32,50	6	84,64	89,20	6	86,96	90,99	6	89,31	92,77	6	91,50	94,36
5	26,87	32,58	5	84,68	89,24	5	87,00	91,02	5	89,35	92,80	5	91,54	94,38
4	26,93	32,65	4	84,72	89,27	4	87,04	91,05	4	89,38	92,83	4	91,57	94,41
3	27,00	32,73	3	84,76	89,30	3	87,08	91,08	3	89,42	92,86	3	91,61	94,43
2	27,07	32,81	2	84,80	89,33	2	87,12	91,11	2	89,46	92,89	2	91,64	94,46
1	27,14	32,90	1	84,84	89,36	1	87,15	91,14	1	89,50	92,91	1	91,68	94,48
0	27,21	32,98	0	84,88	89,39	0	87,19	91,17	0	89,54	92,94	0	91,71	94,51
0,8419	82,58	87,58	0,8359	84,92	89,42	0,8299	87,23	91,20	0,8239	89,58	92,97	0,8179	91,75	94,53
8	82,62	87,61	8	84,96	89,46	8	87,27	91,23	8	89,62	93,00	8	91,79	94,56
7	82,65	87,64	7	85,00	89,49	7	87,31	91,25	7	89,65	93,03	7	91,82	94,59
6	82,69	87,67	6	85,04	89,52	6	87,35	91,28	6	89,69	93,06	6	91,86	94,61
5	82,73	87,70	5	85,08	89,55	5	87,38	91,31	5	89,73	93,09	5	91,89	94,64
4	82,77	87,73	4	85,12	89,58	4	87,42	91,34	4	89,77	93,11	4	91,93	94,66
3	82,81	87,76	3	85,15	89,61	3	87,46	91,37	3	89,81	93,14	3	91,96	94,69
2	82,85	87,79	2	85,19	89,64	2	87,50	91,40	2	89,85	93,17	2	92,00	94,71
1	82,88	87,82	1	85,23	89,67	1	87,54	91,43	1	89,88	93,20	1	92,04	94,74
0	82,92	87,85	0	85,27	89,70	0	87,58	91,46	0	89,92	93,23	0	92,07	94,76
0,8409	82,96	87,88	0,8349	85,31	89,72	0,8289	87,62	91,49	0,8229	89,96	93,26	0,8169	92,11	94,79
8	83,00	87,91	8	85,35	89,75	8	87,65	91,52	8	90,00	93,29	8	92,15	94,82
7	83,04	87,94	7	85,38	89,78	7	87,69	91,55	7	90,04	93,31	7	92,18	94,84
6	83,08	87,97	6	85,42	89,81	6	87,73	91,57	6	90,07	93,34	6	92,22	94,87
5	83,12	88,00	5	85,46	89,84	5	87,77	91,60	5	90,11	93,36	5	92,26	94,90
4	83,15	88,03	4	85,50	89,87	4	87,81	91,63	4	90,14	93,39	4	92,30	94,92
3	83,19	88,06	3	85,54	89,90	3	87,85	91,66	3	90,18	93,41	3	92,33	94,95
2	83,23	88,09	2	85,58	89,93	2	87,88	91,69	2	90,21	93,44	2	92,37	94,98
1	83,27	88,13	1	85,62	89,96	1	87,92	91,72	1	90,25	93,47	1	92,41	95,00
0	83,31	88,16	0	85,65	89,99	0	87,96	91,75	0	90,29	93,49	0	92,44	95,03
0,8399	83,35	88,19	0,8339	85,69	90,02	0,8279	88,00	91,78	0,8219	90,32	93,52	0,8159	92,48	95,06
8	83,38	88,22	8	85,73	90,05	8	88,04	91,81	8	90,36	93,54	8	92,52	95,08
7	83,42	88,25	7	85,77	90,08	7	88,08	91,84	7	90,39	93,57	7	92,55	95,11
6	83,46	88,28	6	85,81	90,11	6	88,12	91,87	6	90,43	93,59	6	92,59	95,13
5	83,50	88,31	5	85,85	90,14	5	88,16	91,90	5	90,46	93,62	5	92,63	95,16
4	83,54	88,34	4	85,88	90,17	4	88,20	91,93	4	90,50	93,64	4	92,67	95,19
3	83,58	88,37	3	85,92	90,20	3	88,24	91,96	3	90,54	93,67	3	92,70	95,21
2	83,62	88,40	2	85,96	90,23	2	88,28	91,99	2	90,57	93,70	2	92,74	95,24
1	83,65	88,43	1	86,00	90,26	1	88,32	92,02	1	90,61	93,72	1	92,78	95,27
0	83,69	88,46	0	86,04	90,29	0	88,36	92,05	0	90,64	93,75	0	92,81	95,29

Tafel II. (Fortsetzung.)

Spec. Gew.	Gewicht=procente	Volum=procente												
0,8149	92,85	95,32	0,8109	94,31	96,34	0,8069	95,71	97,29	0,8029	97,07	98,18	0,7989	98,37	99,00
8	92,89	95,35	8	94,34	96,36	8	95,75	97,32	8	97,10	98,20	8	98,41	99,02
7	92,92	95,37	7	94,38	96,39	7	95,79	97,34	7	97,13	98,22	7	98,44	99,04
6	92,96	95,40	6	94,41	96,41	6	95,82	97,37	6	97,16	98,24	6	98,47	99,05
5	93,00	95,42	5	94,45	96,43	5	95,86	97,39	5	97,20	98,27	5	98,50	99,07
4	93,04	95,45	4	94,48	96,46	4	95,89	97,41	4	97,23	98,29	4	98,53	99,09
3	93,07	95,48	3	94,52	96,48	3	95,93	97,44	3	97,26	98,31	3	98,56	99,11
2	93,11	95,50	2	94,55	96,50	2	95,96	97,46	2	97,30	98,33	2	98,59	99,13
1	93,15	95,53	1	94,59	96,53	1	96,00	97,49	1	97,33	98,35	1	98,62	99,15
0	93,18	95,55	0	94,62	96,55	0	96,03	97,51	0	97,37	98,37	0	98,66	99,16
0,8139	93,22	95,58	0,8099	94,66	96,57	0,8059	96,07	97,53	0,8019	97,40	98,39	0,7979	98,69	99,18
8	93,26	95,61	8	94,69	96,60	8	96,10	97,55	8	97,43	98,42	8	98,72	99,20
7	93,30	95,63	7	94,73	96,62	7	96,13	97,57	7	97,46	98,44	7	98,75	99,22
6	93,33	95,66	6	94,76	96,64	6	96,16	97,60	6	97,50	98,46	6	98,78	99,24
5	93,37	95,69	5	94,80	96,67	5	96,20	97,62	5	97,53	98,48	5	98,81	99,26
4	93,41	95,71	4	94,83	96,69	4	96,23	97,64	4	97,57	98,50	4	98,84	99,27
3	93,44	95,74	3	94,86	96,71	3	96,26	97,66	3	97,60	98,52	3	98,87	99,29
2	93,48	95,76	2	94,90	96,74	2	96,30	97,68	2	97,63	98,54	2	98,91	99,31
1	93,52	95,79	1	94,93	96,76	1	96,33	97,70	1	97,66	98,56	1	98,94	99,33
0	93,55	95,82	0	94,97	96,78	0	96,37	97,73	0	97,70	98,59	0	98,97	99,35
0,8129	93,59	95,84	0,8089	95,00	96,80	0,8049	96,40	97,75	0,8009	97,73	98,61	0,7969	99,00	99,37
8	93,63	95,87	8	95,04	96,83	8	96,43	97,77	8	97,76	98,63	8	99,03	99,39
7	93,67	95,90	7	95,07	96,85	7	96,46	97,79	7	97,80	98,65	7	99,06	99,41
6	93,70	95,92	6	95,11	96,88	6	96,50	97,81	6	97,83	98,67	6	99,10	99,43
5	93,74	95,95	5	95,14	96,90	5	96,53	97,83	5	97,87	98,69	5	99,13	99,45
4	93,78	95,97	4	95,18	96,93	4	96,57	97,86	4	97,90	98,71	4	99,16	99,47
3	93,81	96,00	3	95,21	96,95	3	96,60	97,88	3	97,93	98,74	3	99,19	99,49
2	93,85	96,03	2	95,25	96,98	2	96,63	97,90	2	97,96	98,76	2	99,23	99,51
1	93,89	96,05	1	95,29	97,00	1	96,66	97,92	1	98,00	98,78	1	99,26	99,53
0	93,92	96,08	0	95,32	97,02	0	96,70	97,94	0	98,03	98,80	0	99,29	99,55
0,8119	93,96	96,11	0,8079	95,36	97,05	0,8039	96,73	97,96	0,7999	98,06	98,82	0,7959	99,32	99,57
8	94,00	96,13	8	95,39	97,07	8	96,76	97,98	8	98,09	98,83	8	99,36	99,59
7	94,03	96,16	7	95,43	97,10	7	96,80	98,01	7	98,12	98,85	7	99,39	99,61
6	94,07	96,18	6	95,46	97,12	6	96,83	98,03	6	98,16	98,87	6	99,42	99,63
5	94,10	96,20	5	95,50	97,15	5	96,87	98,05	5	98,19	98,89	5	99,45	99,65
4	94,14	96,22	4	95,54	97,17	4	96,90	98,07	4	98,22	98,91	4	99,48	99,67
3	94,17	96,25	3	95,57	97,20	3	96,93	98,09	3	98,25	98,93	3	99,52	99,69
2	94,21	96,27	2	95,61	97,22	2	96,96	98,11	2	98,28	98,94	2	99,55	99,71
1	94,24	96,29	1	95,64	97,24	1	97,00	98,14	1	98,31	98,96	1	99,58	99,73
0	94,28	96,32	0	95,68	97,27	0	97,03	98,16	0	98,34	98,98	0	99,61	99,75
												0,7949	99,65	99,77
												8	99,68	99,80
												7	99,71	99,82
												6	99,74	99,84
												5	99,78	99,86
												4	99,81	99,88
												3	99,84	99,90
												2	99,87	99,92
												1	99,90	99,94
												0	99,94	99,96
												0,7939	99,97	99,98
												0,7938	100	100

Tafel III.
Gewichtsprocente alkoholischer Flüssigkeiten nach Drinkwater.
Normaltemperatur 60° F. = 15 $\frac{1}{9}$ ° C. = 12 $\frac{4}{9}$ ° R.

Spec. Gew.	Gewichts- procente an Alkohol								
1,0000	0,00	0,9967	1,78	0,9934	3,67	0,9901	5,70	0,9869	7,85
0,9999	0,05	9966	1,83	9933	3,73	9900	5,77	9868	7,92
9998	0,11	9665	1,89	9932	3,78	9899	5,83	9867	7,99
9997	0,16	9964	1,94	9931	3,84	9898	5,89	9866	8,06
9996	0,21	9963	1,99	9930	3,90	9897	5,96	9865	8,13
9995	0,26	9962	2,05	9929	3,96	9896	6,02	9864	8,20
9994	0,32	9961	2,11	9928	4,02	9895	6,09	9863	8,27
9993	0,37	9960	2,17	9927	4,08	9894	6,15	9862	8,34
9992	0,42	9959	2,22	9926	4,14	9893	6,22	9861	8,41
9991	0,47	9958	2,28	9925	4,20	9892	6,29	9860	8,48
9990	0,53	9957	2,34	9924	4,27	9891	6,35	9859	8,55
9989	0,58	9956	2,39	9923	4,33	9890	6,42	9858	8,62
9988	0,64	9955	2,45	9922	4,39	9889	6,49	9857	8,70
9987	0,69	9954	2,51	9921	4,45	9888	6,55	9856	8,77
9986	0,74	9953	2,57	9920	4,51	9887	6,62	9855	8,84
9985	0,80	9952	2,62	9919	4,57	9886	6,69	9854	8,91
9984	0,85	9951	2,68	9918	4,64	9885	6,75	9853	8,98
9983	0,91	9950	2,74	9917	4,70	9884	6,82	9852	9,05
9982	0,96	9949	2,79	9916	4,76	9883	6,89	9851	9,12
9981	1,02	9948	2,85	9915	4,82	9882	6,95	9850	9,20
9980	1,07	9947	2,91	9914	4,88	9881	7,02	9849	9,27
9979	1,12	9946	2,97	9913	4,94	9880	7,09	9848	9,34
9978	1,18	9945	3,02	9912	5,01	9879	7,16	9847	9,41
9977	1,23	9944	3,08	9911	5,07	9878	7,23	9846	9,49
9976	1,29	9943	3,14	9910	5,13	9877	7,30	9845	9,56
9975	1,34	9942	3,20	9909	5,20	9876	7,37	9844	9,63
9974	1,40	9941	3,26	9908	5,26	9875	7,43	9843	9,70
9973	1,45	9040	3,32	9907	5,32	9874	7,50	9842	9,78
9972	1,51	9939	3,37	9906	5,39	9873	7,57	9841	9,85
9971	1,56	9938	3,43	9905	5,45	9872	7,64	9840	9,92
9970	1,61	9937	3,49	9904	5,51	9871	7,71	9839	9,99
9969	1,67	9936	3,55	9903	5,58	9870	7,78	9838	10,07
9968	1,73	9935	3,61	9902	5,64				

Tafel IV.

Gewichtsprocente alkoholischer Flüssigkeiten nach Mendelejeff¹⁾.

Specifische Gewichte bei Temperaturen von 0, 10, 20, 30°, bezogen auf das specifische Gewicht des Wassers bei 4° = 1,00000.

Gewichtsproc. an absolutem Alkohol	Specifisches Gewicht bei				Gewichtsproc. an absolutem Alkohol	Specifisches Gewicht bei			
	0°	10°	20°	30°		0°	10°	20°	30°
0	0,99988	0,99975	0,99831	0,99579	55	0,91848	0,91074	0,90275	0,89456
5	99135	99113	98945	98680	60	90742	89944	89129	88304
10	98493	98409	98195	97892	65	89595	88790	87961	87125
15	97995	97816	97527	97142	70	88420	87613	86781	85925
20	97566	97263	96877	96413	75	87245	86427	85580	84719
25	97115	96672	96185	95628	80	86035	84515	83366	82383
30	96540	95998	95403	94751	85	84789	83967	83115	82232
35	95784	95174	94514	93813	90	83482	82665	81801	80918
40	94939	94255	93511	92787	95	82119	81291	80433	79553
45	93977	93254	92493	91710	100	80625	79788	78945	78096
50	92940	92182	91400	90577					

Ermittlung des Alkoholgehaltes in Volumprocenten nach dem specifischen Gewicht. So wichtig die Kenntniß der Gewichtsprocente in vielen Fällen auch ist, so hat man doch, da der gesammte Handel im Spiritus sich gegenwärtig noch nach Volumprocenten richtet, weit häufiger den Gehalt nach Volumprocenten aus beobachteten specifischen Gewichten abzu-

leiten. Wir geben dazu in Folgendem das nöthige Material. Zunächst in Tafel V die Beobachtungen von Gay=Lussac. Sie sind bereits vor dem Jahre 1824 ausgeführt und von ihm zur Grundlage seiner Alkoholometrie gemacht worden; vollständig veröffentlicht sind sie erst lange nach Gay=Lussac's Tode von seinem früheren Mitarbeiter Collardeau im Jahre 1862.

Tafel V.

Volumprocente alkoholischer Flüssigkeiten nach Gay=Lussac.
Normaltemperatur 15° C.

Volumprocente an Alkohol	Specifisches Gewicht						
0	1,0000	25	0,9711	50	0,9348	75	0,8779
1	0,9985	26	0,9700	51	9329	76	8753
2	9970	27	9690	52	9309	77	8726
3	9956	28	9679	53	9289	78	8699
4	9942	29	9668	54	9269	79	8672
5	9929	30	9657	55	9248	80	8645
6	9916	31	9645	56	9227	81	8617
7	9903	32	9633	57	9206	82	8589
8	9891	33	9621	58	9185	83	8560
9	9878	34	9608	59	9163	84	8531
10	9867	35	9594	60	9141	85	8502
11	9855	36	9581	61	9119	86	8472
12	9844	37	9567	62	9096	87	8442
13	9833	38	9553	63	9073	88	8411
14	9822	39	9538	64	9050	89	8379
15	9812	40	9523	65	9027	90	8346
16	9802	41	9507	66	9004	91	8312
17	9792	42	9491	67	8980	92	8278
18	9782	43	9474	68	8956	93	8242
19	9773	44	9457	69	8932	94	8206
20	9763	45	9440	70	8907	95	8168
21	9753	46	9422	71	8882	96	8128
22	9742	47	9404	72	8857	97	8086
23	9732	48	9386	73	8831	98	8042
24	9721	49	9367	74	8805	99	7996
25	9711	50	9348	75	8779	100	7947

In vorstehender Tabelle ist die Normaltemperatur zu 15° C. und das specifische Gewicht des Wassers bei derselben Temperatur als Einheit angenommen worden. Die von Tralles berechneten Tabellen unterscheiden sich von dieser dadurch, daß sie nicht allein eine andere Normaltemperatur haben, sondern auch, daß in ihnen das specifische Gewicht des Wassers bei seiner größten Dichte als Einheit genommen ist. Es wird mithin Alkohol von der Normaltemperatur mit Wasser von größter Dichte verglichen. Die erste Abänderung, welche Brix an den Tralles'schen Tabellen vornahm, bestand in der Abänderung dieser Verschiedenheit, indem er als Einheit des specifischen Gewichtes das des Wassers bei der Normaltemperatur annahm.

Es läßt sich darnach allerdings nicht das absolute Gewicht unmittelbar aus dem specifischen Gewichte ableiten, weil die Grundlage des absoluten Gewichtes das

Gewicht eines Liters Wasser im Zustande der größten Dichte, im luftleeren Raume gewogen, dargestellt. Ein Liter Alkohol von 0,9343 spec. Gew. bei Normaltemperatur wird daher nicht 934,3 g wiegen, sondern in dem Verhältniß der Ausdehnung des Wassers vom Zustande der größten Dichte bis zur Normaltemperatur weniger. Um diesem Rechnung zu tragen, sind in der folgenden Tabelle VI die wirklichen Gewichte eines Liters Weingeist von verschiedenen Stärken aufgeführt. Es ist dabei das Gewicht eines Liters Wasser, im luftgefüllten Raume gewogen mit 0,9978285 kg, nach den Berechnungen von Fischern zu Grunde gelegt.

Für die meisten Bestimmungen geben die Zahlen der nachstehenden Tabelle hinreichend genaue Angaben, insofern man den Alkoholgehalt nach einzelnen Procenten unmittelbar aus dem specifischen Gewichte ablesen kann. Findet man ein specifisches Gewicht, welches in der

Tafel VI.

Volumprocente und Mischungsverhältnisse alkoholischer Flüssigkeiten nach Briz.

Normaltemperatur 12 $\frac{4}{9}$ ° R. = 15 $\frac{5}{9}$ ° C.

Spec. Gew. des Wein- geistes bei 12 $\frac{4}{9}$ ° R.	Bei 12 $\frac{4}{9}$ ° R. enthalten 100 Liter Weingeist:		Zusammen- ziehung c Liter	Gewicht eines Liters Weingeist bei 12 $\frac{4}{9}$ ° R. Kilogramm	Spec. Gew. des Wein- geistes bei 12 $\frac{4}{9}$ ° R. σ	Bei 12 $\frac{4}{9}$ ° R. enthalten 100 Liter Weingeist:		Zusammen- ziehung c Liter	Gewicht eines Liters Weingeist bei 12 $\frac{4}{9}$ ° R. Kilogramm	
	σ	Alkohol				Wasser	Alkohol			Wasser
		a Liter				w Liter				
1,0000	0	100,000	0,000	0,99783	0,9323	51	52,705	3,705	0,93028	
0,9985	1	99,055	055	99633	9303	52	51,711	711	92828	
9970	2	98,111	111	99484	9283	53	50,716	716	92628	
9956	3	97,176	176	99344	9263	54	49,722	722	92429	
9942	4	96,242	242	99204	9242	55	48,717	717	92219	
9928	5	95,307	307	99065	9221	56	47,712	712	92020	
9915	6	94,382	382	98935	9200	57	46,708	708	91800	
9902	7	93,458	458	98805	9178	58	45,693	693	91581	
9890	8	92,543	543	98685	9156	59	44,678	678	91361	
9878	9	91,629	629	98565	9134	60	43,664	664	91142	
9866	10	90,714	714	98446	9112	61	42,649	649	90922	
9854	11	89,799	799	98326	9090	62	41,635	635	90703	
9843	12	88,895	895	98216	9067	63	40,610	610	90473	
9832	13	87,990	990	98107	9044	64	39,586	586	90244	
9821	14	87,086	1,086	97997	9021	65	38,561	561	90014	
9811	15	86,191	191	97897	8997	66	37,526	526	89775	
9800	16	85,286	286	97788	8973	67	36,492	492	89535	
9790	17	84,392	392	97688	8949	68	35,457	457	89296	
9780	18	83,497	497	97588	8925	69	34,423	423	89056	
9770	19	82,603	603	97488	8900	70	33,378	378	88806	
9760	20	81,708	708	97388	8875	71	32,333	333	88557	
9750	21	80,813	813	97288	8850	72	31,289	289	88308	
9740	22	79,919	919	97188	8825	73	30,244	244	88058	
9729	23	79,014	2,014	97078	8799	74	29,190	190	87799	
9719	24	78,119	119	96979	8773	75	28,135	135	87540	
9709	25	77,225	225	96879	8747	76	27,080	080	87280	
9698	26	76,320	320	96767	8720	77	26,016	016	87011	
9688	27	75,426	426	96679	8693	78	24,951	2,951	86741	
9677	28	74,521	521	96560	8666	79	23,877	877	86472	
9666	29	73,617	617	96449	8639	80	22,822	822	86202	
9655	30	72,712	712	96340	8611	81	21,747	747	85923	
9643	31	71,797	797	96221	8583	82	20,673	673	85644	
9631	32	70,883	883	96101	8555	83	19,598	598	85364	
9618	33	69,958	958	95971	8526	84	18,514	514	85075	
9605	34	69,034	3,034	95841	8496	85	17,419	419	84776	
9592	35	68,109	109	95712	8466	86	16,324	324	84476	
9579	36	67,184	184	95582	8436	87	15,230	230	84177	
9565	37	66,250	250	95442	8405	88	14,125	125	83867	
9550	38	65,305	305	95292	8373	89	13,011	011	83548	
9535	39	64,361	361	95143	8339	90	11,876	1,876	83209	
9519	40	63,406	406	94983	8306	91	10,751	751	82880	
9503	41	62,451	451	94823	8272	92	9,617	617	82540	
9487	42	61,497	497	94664	8237	93	8,472	472	82191	
9470	43	60,532	532	94494	8201	94	7,318	318	81832	
9452	44	59,558	558	94315	8164	95	6,153	153	81463	
9435	45	58,593	593	94145	8125	96	4,968	0,968	81074	
9417	46	57,618	618	93966	8084	97	3,764	764	80665	
9399	47	56,644	644	93786	8041	98	2,539	539	80235	
9381	48	55,669	669	93606	7995	99	1,285	285	79776	
9362	49	54,685	685	93417	7946	100	0,000	000	79287	
9343	50	53,700	700	93227						

Tabelle nicht enthalten ist, so wird man, wenn es sich nicht um absolut genaue Bestimmungen handelt, den Procentgehalt annehmen, welcher sich dem gefundenen specifischen Gewichte am meisten nähert, oder liegt die

gefundenen Zahl gerade in der Mitte zwischen zwei in der Tabelle enthaltenen specifischen Gewichten, so addirt man den geringeren Procentgehalt $\frac{1}{2}$ hinzu. So sei z. B. das gefundene specifische Gewicht 0,9230; in der

Tabelle entspricht das specifische Gewicht 0,9242 einem Procentgehalte von 55, das specifische Gewicht 0,9221 einem Procentgehalte von 56, man kann daher $55\frac{1}{2}$ als die annähernd richtige Zahl annehmen. Genau richtig erhält man den Procentgehalt, indem man die beiden Zahlen, welche der gefundenen am nächsten kommen, von einander abzieht, die Differenz zum Nenner eines echten Bruches macht, dessen Zähler die Differenz zwischen der gefundenen Zahl und der ihr zunächst stehenden größeren ist. Also es sei z. B. das specifische Gewicht 0,9230 gefunden, welches zwischen 0,9242 und 0,9221 liegt, also zwischen dem Procentgehalte 55 und 56 oder $55 + x$, worin x den durch die Differenzen gebildeten Bruch darstellt. Es ist die Differenz der beiden Zahlen der Tabelle $0,9242 - 0,9221 = 21$, die Differenz zwischen der gefundenen Zahl und der nächstgrößten der Tabelle $0,9242 - 0,9230 = 12$. Der Bruch, dessen Werth durch x dargestellt wird, ist daher $\frac{12}{21}$, der Procentgehalt $55\frac{12}{21} = 55,57$. Das specifische Gewicht 0,9230 entspricht daher 55,57 Volumprocenten Alkohol.

Es ist bei den Eigenschaften des Alkohols (S. 303) erwähnt worden, daß beim Vermischen von Alkohol und Wasser stets eine Contraction, also eine Verminderung des Volumens stattfindet, und es ist eine darauf bezügliche Tabelle gegeben worden. Die in der zweiten bis vierten Columne der Tafel VI gegebenen Zahlen weisen dieses nach. Fände keine Contraction statt, so würden 50 Volum, Liter z. Alkohol und 50 l Wasser 100 l Branntwein von 50 Proc. geben. In Wirklichkeit enthalten aber 100 l 50procentiger Branntwein 50 Proc. Alkohol und 53,7 l Wasser. Wäre keine Contraction, so würde das specifische Gewicht eines 50 procentigen Alkohols das Mittel des specifischen Gewichtes von Alkohol und Wasser sein, also $\frac{1,000 + 0,7946}{2} = 0,8973$, es würden 100 l so viel wiegen, wie 50 l Wasser + 50 l absoluter Alkohol, also $49,8915 + 39,6435 = 89,5350$ kg. Durch die Contraction wird aber das specifische Gewicht auf 0,9343, das absolute Gewicht von 100 l auf 93,227 kg erhöht.

Will man daher aus absolutem Alkohol und Wasser Mischungen von bestimmter Stärke darstellen, so hat man unter Berücksichtigung der Contraction die dazu erforderlichen Mengen von Alkohol und Wasser abzumessen oder abzuwägen. Man wolle z. B. durch solche Mischung 1 l Alkohol von 85 Volumprocenten darstellen, so hat man 850 ccm absoluten Alkohol und 174,19 ccm Wasser, beide bei der Normaltemperatur gemessen, anzuwenden. Da das Abmessen bei einer so bestimmten Temperatur seine großen Schwierigkeiten hat, so ist es besser, die Wägungen an Stelle der Messungen treten zu lassen. Für obige Mischung sind daher erforderlich $850 \cdot 0,7946 = 675,41$ g Alkohol und 174,19 g Wasser, welche zusammen 1 l oder 849,6 g Alkohol von 85 Volumprocenten liefern.

Verwandlung der Volumprocente in Gewichtsprocente. 849,6 g Alkohol von 85 Volumprocenten enthalten nach vorstehendem 675,41 g abso-

luten Alkohol, es enthalten daher 100 g eines solchen Alkohols 79,5 g absoluten Alkohol, denn:

$$849,6 : 675,41 = 100 : 79,5.$$

Es ergibt sich daraus, daß man die Volumprocente durch einfache Rechnung in Gewichtsprocente verwandeln kann, und zwar indem man die Volumprocente mit dem specifischen Gewicht des absoluten Alkohols multiplicirt und das Product durch das specifische Gewicht der Mischung dividirt, also:

$$\frac{85 \cdot 0,7946}{0,8496} = 79,5.$$

Die folgende Tabelle macht diese Berechnung unnöthig, sie giebt die den Volumprocenten entsprechenden Gewichtsprocente. Sie ist nach den Berechnungen von Tralles, wobei, wie oben gesagt, die Einheit des specifischen Gewichtes des Wassers nicht genau dieselbe wie bei den Angaben von Briz ist. Die Abweichungen sind jedoch so klein, daß sie für den praktischen Gebrauch kaum in Betracht gezogen zu werden brauchen.

Tafel VII.
Vergleichung der Volumprocente mit den entsprechenden Gewichtsprocenten nach Tralles.
Normaltemperatur $12\frac{1}{2}^{\circ}$ R. = $15\frac{5}{8}^{\circ}$ C.

Volumprocente	Gewichtsprocente	Volumprocente	Gewichtsprocente	Volumprocente	Gewichtsprocente
0	0	35	28,99	70	62,50
1	0,80	36	29,86	71	63,58
2	1,60	37	30,74	72	64,66
3	2,40	38	31,62	73	65,74
4	3,20	39	32,50	74	66,83
5	4,00	40	33,39	75	67,93
6	4,81	41	34,28	76	69,05
7	5,62	42	35,18	77	70,18
8	6,43	43	36,08	78	71,31
9	7,24	44	36,99	79	72,45
10	8,05	45	37,90	80	73,59
11	8,87	46	38,82	81	74,74
12	9,69	47	39,74	82	75,91
13	10,51	48	40,66	83	77,09
14	11,33	49	41,59	84	78,29
15	12,15	50	42,52	85	79,50
16	12,98	51	43,47	86	80,71
17	13,80	52	44,42	87	81,94
18	14,63	53	45,36	88	83,19
19	15,46	54	46,32	89	84,46
20	16,28	55	47,29	90	85,75
21	17,11	56	48,26	91	87,09
22	17,95	57	49,23	92	88,37
23	18,78	58	50,21	93	89,71
24	19,62	59	51,20	94	91,07
25	20,46	60	52,20	95	92,46
26	21,30	61	53,20	96	93,89
27	22,14	62	54,21	97	95,34
28	22,99	63	55,21	98	96,84
29	23,84	64	56,22	99	98,39
30	24,69	65	57,24	100	100,00
31	25,55	66	58,27		
32	26,41	67	59,32		
33	27,27	68	60,38		
34	28,13	69	61,42		

Construction des Alkoholometers. Nachdem einmal durch Versuche die den verschiedenen specifischen Gewichten entsprechenden Procentgehalte festgestellt waren, konnte man leicht ein Instrument construiren, an welchem man direct die Volum- oder Gewichtsprocente ablesen kann. Man brauchte nur bei einem Kräometer zur Ermittlung des specifischen Gewichts an die Stelle der das specifische Gewicht bezeichnenden Zahlen die den Alkoholgehalten entsprechenden Zahlen zu setzen, um durch die Tiefe des Einsinkens des Instrumentes unmittelbar die Angaben des Alkoholprocentgehaltes zu haben. Die Centesimal-Alkoholometer von Tralles-Brix und Gay-Lussac zeigen auf diese Weise die Volumprocente. Es sind cylindrische Glas-spindeln, die unten zu einer kolbenartigen Erweiterung ausgeblasen und durch Quecksilber so beschwert sind, daß sie in Flüssigkeiten von geringerem specifischem Gewichte als Wasser vertical schwimmen, und dabei in reinem Wasser bei der Normaltemperatur so weit einsinken, daß der untere Theil der Spindel gerade ins Wasser eintaucht. Dieser Punkt ist der Nullpunkt der Scala. Die Scala wird durch 101 Striche gebildet, deren 100 Intervallen jedesmal einem Volumprocente Alkohol entsprechen. Da mit jeder Messung mit dem Kräometer oder Alkoholometer eine Temperaturbestimmung verbunden werden muß, so hat man das Thermometer im Alkoholometer angebracht und die Beschwerung des Instrumentes durch die Kugel des Thermometers herbeigeführt. Es ist dies das Thermo-Alkoholometer. Für die Construction des Alkoholometers wurden zuerst von Tralles Tabellen berechnet und das Instrument mit seinem Namen, unter dem es auch heute noch allgemein bekannt ist, bezeichnet. Nach der Reduction der Einheit des specifischen Gewichtes des Wassers von Brix wurde auch diese für die Alkoholometer angewandt. Die im Spiritushandel zulässigen Alkoholometer müssen, ebenso wie alle Gewichte, geacht sein. Die Aichung erfolgt in Deutschland auf Grund der Brix'schen Zahlen.

Ebenso leicht wie die Volumprocente könnte man auch die Gewichtsprocente auf die Alkoholometer übertragen. Da man aber gewohnt ist, Flüssigkeiten dem Maße nach zu schätzen, so macht man allgemein im Spiritushandel von Volumprocenten Gebrauch. Es giebt ein Instrument, das Richter'sche Alkoholometer, welches Gewichtsprocente angeben soll. Jedoch haben sich die Zahlen, auf welche dieses basirt ist, als durchaus unzuverlässig erwiesen, und zwar in solchem Maße, daß das Richter'sche Alkoholometer Unrichtigkeiten von 5 bis 6 Proc. zuläßt. Es ist daher vollkommen werthlos und mit Recht aus dem öffentlichen Verkehr verbannt. Alkoholometer mit durchaus willkürlicher Scala wurden von Beck, Beaumé, Cartier eingeführt. Ihre Zahlen erhalten erst bestimmte Werthe, wenn man mittelst Tabellen die den Alkoholometerangaben entsprechenden Procentgehalte bestimmt.

Reduction der scheinbaren auf wahre Stärke. Da alle Flüssigkeiten durch Erwärmung ihr Volum vergrößern, durch Abkühlung verringern, wodurch ein bestimmtes Volum derselben Flüssigkeit ein verschiedenes Gewicht hat, je nachdem die Flüssigkeit wärmer

oder kälter ist, so können alle alkoholometrischen Messungen nur bei einer bestimmten Temperatur, der Normaltemperatur, ausgeführt werden, wenn man die wahre Stärke der Flüssigkeit finden will. Es ist dies oben schon erwähnt worden. Da es aber im praktischen Verkehre unthunlich ist, die Flüssigkeiten auf die Normaltemperatur zu bringen, so bestimmt man den Alkoholgehalt bei der augenblicklichen Temperatur der Flüssigkeit, wodurch man die scheinbare Stärke erhält, und führt diese durch Rechnung auf die wahre Stärke zurück. Um diese weitläufige Rechnung unnötig zu machen, sind Tabellen construirt, aus denen man unmittelbar, aus der mittelst des Alkoholometers gefundenen scheinbaren Stärke und der mittelst des Thermometers beobachteten Temperatur, die wahre Stärke ersehen kann. Die umstehende Tabelle VIII. von Brix zeigt in der obersten Reihe die scheinbaren Stärken von 21 bis 100 Volumprocent, in der ersten Verticalspalte die Temperaturen von -10 bis $+30^{\circ}$. Bei ihrem Gebrauche hat man nur oben die gefundene scheinbare Stärke aufzusuchen, dann in der Columnne herabzugehen, bis man zu dem Punkte kommt, wo die Columnnenzahl in einer Linie mit der Temperaturzahl steht, um zu bestimmen, wie viel Procent Alkohol von der Normaltemperatur in 100 Volum, Liter, nachdem diese auf die Normaltemperatur gebracht sein würden, enthalten sind. Also z. B. bei der Temperatur von 17° N. sei die scheinbare Stärke 65 Proc. gefunden, so steht in der Columnne unter der Zahl 65 und neben der Temperatur 17 die Zahl 63,1, d. h. 100 Volum, Liter *z.*, der Flüssigkeit würden, wenn sie auf $12\frac{1}{2}^{\circ}$ N. abgekühlt wären, 63,1 Volum, Liter *z.*, absoluten Alkohol enthalten.

Bei den scheinbaren Stärken von 21 bis 30 Proc. sind die Temperaturen von -10 bis -6° unberücksichtigt geblieben, da die so schwachen weingeistigen Flüssigkeiten bei dieser Temperatur schon gefrieren.

Einfluß der Temperatur auf das Volum weingeistiger Flüssigkeiten. Reichhaltigkeit. Aus der Tafel VIII. ergibt sich der Volumprocentgehalt der weingeistigen Flüssigkeiten unter der Voraussetzung, daß die Flüssigkeit auf die Temperatur von $12\frac{1}{2}^{\circ}$ N. gebracht sei. Da aber die Flüssigkeiten dem Maße nach verkauft werden und es im praktischen Verkehre noch weit schwieriger ist, ganze Reihen von mit Spiritus gefüllten Fässern auf die Normaltemperatur zu bringen, als eine Probe so weit abzukühlen oder zu erwärmen, so fehlt noch eine wichtige Angabe, und zwar die: wie viel Volumina absoluter Alkohol von der Normaltemperatur sind in einem gegebenen Volum alkoholischer Flüssigkeit von beliebiger Temperatur enthalten. Diese Angabe bezeichnet man als die Reichhaltigkeit des Spiritus.

Also z. B. man habe die scheinbare Stärke eines Spiritus von 20° N. zu 70 Volumprocenten bestimmt und aus der Tafel VIII. ersehen, daß die wahre Stärke 67 Volumprocente betrage, d. h. daß 1001 Spiritus von $12\frac{1}{2}^{\circ}$ N. 671 absoluten Alkohol enthalten. Wie viel Liter absoluten Alkohol der Normaltemperatur

Tafel VIII.
Reduction der scheinbaren Stärke alkoholischer Flüssigkeiten auf wahre Stärke, nach Briz.
Normaltemperatur 12^o/₁₀° R. = 15^o/₁₀° C.

Wärme- grade Reaumur	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
- 10											42,8	43,7	44,6	45,5	46,3	47,2	48,1	49,0	49,9	50,8
- 9											42,8	43,2	44,1	45,0	45,9	46,8	47,7	48,6	49,4	50,3
- 8											41,8	42,7	43,6	44,5	45,4	46,3	47,2	48,1	49,0	49,9
- 7											41,3	42,2	43,1	44,0	44,9	45,8	46,7	47,6	48,5	49,4
- 6											40,8	41,7	42,6	43,5	44,4	45,3	46,2	47,1	48,1	49,0
- 5											40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8	45,7	46,6	47,6	48,5
- 4											39,7	40,7	41,6	42,5	43,4	44,4	45,3	46,2	47,1	48,1
- 3											39,1	40,1	41,1	42,0	42,9	43,9	44,8	45,7	46,7	47,6
- 2											38,6	39,6	40,6	41,5	42,5	43,4	44,3	45,3	46,2	47,1
- 1											38,1	39,1	40,1	41,0	41,9	42,9	43,8	44,7	45,7	46,6
0											37,5	38,5	39,5	40,5	41,4	42,3	43,3	44,2	45,1	46,1
+ 1											37,0	38,0	39,0	40,0	40,9	41,8	42,8	43,7	44,6	45,6
+ 2											36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,3	42,3	43,2	44,1	45,1
+ 3											35,9	36,9	37,9	38,9	39,9	40,8	41,8	42,7	43,7	44,6
+ 4											35,4	36,4	37,4	38,3	39,3	40,3	41,3	42,2	43,2	44,1
+ 5											34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,7	41,7	42,7	43,6
+ 6											34,3	35,3	36,3	37,3	38,2	39,2	40,1	41,1	42,1	43,1
+ 7											33,8	34,8	35,8	36,8	37,7	38,7	39,7	40,7	41,7	42,6
+ 8											33,3	34,3	35,3	36,3	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,2
+ 9											32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,7	38,7	39,7	40,7	41,7
+ 10											32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,2	38,2	39,2	40,1	41,1
+ 11											31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,7	37,7	38,7	39,7	40,7
+ 12											31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2
+ 13											30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7
+ 14											30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2
+ 15											29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,6	35,6	36,7	37,7	38,7
+ 16											29,3	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,1	36,2	37,2	38,2
+ 17											28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7
+ 18											28,3	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2	37,2
+ 19											27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7
+ 20											27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2	36,2
+ 21											26,7	27,7	28,7	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7
+ 22											26,2	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,2	35,2
+ 23											25,8	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8
+ 24											25,3	26,3	27,3	28,3	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3
+ 25											24,8	25,8	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8
+ 26											24,3	25,3	26,3	27,3	28,3	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3
+ 27											23,8	24,8	25,8	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
+ 28											23,3	24,3	25,3	26,3	27,3	28,3	29,3	30,3	31,3	32,3
+ 29											22,8	23,8	24,8	25,8	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8
+ 30											22,4	23,4	24,4	25,4	26,4	27,4	28,4	29,4	30,4	31,4

Табел VIII. (Зорftung.)

Wärme-Grade Neumurr	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
— 10	51,7	52,6	53,5	54,3	55,2	56,1	57,0	57,9	58,8	59,7	60,6	61,5	62,5	63,4	64,3	65,3	66,2	67,1	68,1	69,0
9	51,2	52,1	53,0	53,9	54,8	55,7	56,6	57,5	58,4	59,3	60,2	61,1	62,1	63,0	63,9	64,9	65,8	66,8	67,7	68,6
8	50,8	51,7	52,6	53,5	54,4	55,3	56,2	57,1	58,0	58,9	59,8	60,7	61,7	62,6	63,6	64,5	65,4	66,4	67,3	68,3
7	50,3	51,3	52,2	53,1	54,0	54,9	55,8	56,7	57,6	58,5	59,4	60,3	61,3	62,2	63,2	64,1	65,0	66,0	66,9	67,9
6	49,9	50,8	51,7	52,6	53,5	54,5	55,4	56,3	57,2	58,1	59,0	59,9	60,9	61,8	62,8	63,7	64,7	65,6	66,5	67,5
5	49,4	50,4	51,3	52,2	53,1	54,0	54,9	55,9	56,8	57,7	58,6	59,5	60,5	61,4	62,4	63,3	64,3	65,2	66,2	67,1
4	49,0	49,9	50,8	51,8	52,7	53,6	54,5	55,4	56,4	57,3	58,2	59,1	60,1	61,0	62,0	62,9	63,9	64,8	65,8	66,7
3	48,5	49,4	50,4	51,3	52,2	53,2	54,1	55,0	56,0	56,9	57,8	58,7	59,7	60,6	61,6	62,5	63,5	64,4	65,4	66,4
2	48,1	49,0	49,9	50,9	51,8	52,7	53,7	54,6	55,5	56,5	57,4	58,4	59,3	60,2	61,2	62,1	63,1	64,1	65,0	66,0
1	47,5	48,5	49,4	50,3	51,3	52,2	53,2	54,1	55,1	56,0	57,0	57,9	58,9	59,8	60,8	61,7	62,7	63,7	64,6	65,6
—	47,0	48,0	48,9	49,9	50,8	51,8	52,7	53,7	54,6	55,6	56,5	57,5	58,5	59,4	60,4	61,4	62,3	63,3	64,3	65,2
0	46,5	47,5	48,5	49,5	50,4	51,4	52,3	53,3	54,2	55,1	56,1	57,1	58,0	59,0	60,0	60,9	61,9	62,9	63,9	64,8
+ 1	46,0	47,0	48,0	49,0	50,0	50,9	51,9	52,8	53,8	54,7	55,7	56,6	57,6	58,6	59,5	60,5	61,5	62,5	63,5	64,4
2	45,6	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,4	52,4	53,3	54,3	55,2	56,2	57,2	58,1	59,1	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0
3	45,1	46,1	47,0	48,0	49,0	50,0	50,9	51,9	52,9	53,8	54,8	55,8	56,7	57,7	58,7	59,6	60,6	61,6	62,6	63,6
4	44,6	45,6	46,6	47,5	48,5	49,5	50,5	51,4	52,4	53,4	54,4	55,3	56,3	57,3	58,3	59,2	60,2	61,2	62,2	63,2
5	44,1	45,1	46,1	47,1	48,0	49,0	50,0	51,0	52,0	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,8
6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	50,5	51,5	52,5	53,5	54,5	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4	60,3	61,3	62,3
7	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	52,1	53,0	54,0	55,0	56,0	57,0	57,9	58,9	59,9	60,9	61,9
8	42,7	43,7	44,7	45,6	46,6	47,6	48,6	49,6	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,5	61,5
9	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,1	49,1	50,1	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,1	60,1	61,1
10	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,6	51,6	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6
11	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2
12	40,7	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8	59,8
13	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,3	48,3	49,3	50,3	51,3	52,3	53,3	54,4	55,4	56,4	57,4	58,4	59,4
14	39,7	40,7	41,7	42,7	43,7	44,7	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,9	51,9	52,9	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9
15	39,2	40,2	41,3	42,3	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,3	49,4	50,4	51,4	52,4	53,4	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5
16	38,7	39,7	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8
17	38,2	39,2	40,3	41,3	42,3	43,3	44,3	45,4	46,4	47,4	48,5	49,5	50,5	51,5	52,6	53,6	54,6	55,6	56,6	57,6
18	37,7	38,7	39,8	40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,9	46,9	48,0	49,0	50,1	51,1	52,1	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1
19	37,2	38,2	39,3	40,3	41,3	42,3	43,4	44,4	45,4	46,5	47,5	48,5	49,6	50,6	51,6	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7
20	36,7	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	46,0	47,0	48,1	49,1	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,3	56,3
21	36,2	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4	43,4	44,5	45,5	46,5	47,6	48,6	49,7	50,7	51,7	52,7	53,8	54,8	55,8
22	35,7	36,7	37,8	38,8	39,9	40,9	41,9	42,9	44,0	45,0	46,0	47,1	48,1	49,1	50,2	51,2	52,3	53,3	54,3	55,4
23	35,2	36,2	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4	43,5	44,5	45,5	46,6	47,6	48,6	49,7	50,7	51,8	52,8	53,8	54,9
24	34,7	35,7	36,8	37,8	38,8	39,9	40,9	42,0	43,0	44,0	45,1	46,1	47,1	48,2	49,2	50,2	51,3	52,3	53,4	54,4
25	34,2	35,2	36,3	37,3	38,3	39,4	40,4	41,5	42,5	43,5	44,6	45,6	46,7	47,7	48,8	49,8	50,8	51,9	52,9	53,9
26	33,7	34,7	35,7	36,8	37,8	38,8	39,9	40,9	42,0	43,0	44,1	45,2	46,2	47,2	48,3	49,3	50,3	51,4	52,4	53,4
27	33,2	34,2	35,3	36,3	37,3	38,4	39,4	40,4	41,5	42,5	43,6	44,7	45,7	46,7	47,8	48,8	49,9	50,9	51,9	52,9
28	32,7	33,7	34,8	35,8	36,8	37,9	38,9	39,9	41,0	42,0	43,1	44,2	45,2	46,3	47,3	48,3	49,4	50,4	51,5	52,5
29	32,2	33,2	34,3	35,3	36,3	37,4	38,4	39,5	40,5	41,6	42,6	43,7	44,7	45,8	46,8	47,9	48,9	49,9	51,0	52,0
30																				

Tafel VIII. (Schluß.)

Wärme- grade Reamur	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
- 10	88,4	89,3	90,2	91,0	91,8	92,7	93,5	94,3	95,2	96,0	96,8	97,7	98,5	99,3	99,9						
- 9	88,1	89,0	89,9	90,8	91,6	92,4	93,3	94,1	94,9	95,8	96,6	97,4	98,3	99,1	99,7						
- 8	87,8	88,7	89,6	90,5	91,3	92,2	93,0	93,9	94,7	95,5	96,4	97,2	98,0	98,9	99,7						
- 7	87,5	88,4	89,3	90,2	91,1	91,9	92,8	93,6	94,5	95,3	96,1	97,0	97,8	98,7	99,5						
- 6	87,2	88,1	89,1	90,0	90,8	91,7	92,5	93,4	94,2	95,1	95,9	96,8	97,6	98,4	99,3						
- 5	86,9	87,8	88,7	89,7	90,5	91,4	92,3	93,1	94,0	94,9	95,7	96,5	97,4	98,2	99,1	99,9					
- 4	86,6	87,6	88,5	89,4	90,3	91,2	92,1	92,9	93,8	94,6	95,5	96,3	97,2	98,0	98,9	99,7					
- 3	86,3	87,2	88,1	89,1	90,0	90,9	91,8	92,6	93,5	94,4	95,3	96,1	97,0	97,8	98,7						
- 2	85,9	86,9	87,8	88,7	89,7	90,6	91,5	92,4	93,3	94,2	95,1	95,9	96,8	97,6	98,5	99,3					
- 1	85,7	86,6	87,5	88,5	89,4	90,4	91,2	92,1	93,0	93,9	94,8	95,7	96,6	97,4	98,2	99,1	99,9				
0	85,4	86,3	87,2	88,2	89,1	90,1	91,0	91,9	92,8	93,7	94,6	95,5	96,4	97,2	98,1	99,0					
1	85,0	86,0	86,9	87,8	88,8	89,7	90,7	91,6	92,5	93,4	94,3	95,2	96,1	97,0	97,9	98,7					
2	84,7	85,7	86,6	87,5	88,5	89,4	90,4	91,3	92,2	93,1	94,1	95,0	95,9	96,8	97,6	98,5					
3	84,4	85,4	86,3	87,2	88,2	89,1	90,1	91,0	91,9	92,8	93,8	94,7	95,6	96,5	97,4	98,3					
4	84,1	85,0	86,0	86,9	87,9	88,8	89,8	90,7	91,6	92,6	93,5	94,4	95,4	96,3	97,2	98,1	99,0				
5	83,7	84,7	85,6	86,6	87,5	88,5	89,4	90,4	91,3	92,3	93,2	94,2	95,1	96,0	96,9	97,8	98,8				
6	83,3	84,3	85,3	86,2	87,2	88,1	89,1	90,0	91,0	92,0	92,9	93,9	94,8	95,8	96,7	97,6	98,5	99,5			
7	82,9	83,9	84,9	85,9	86,8	87,8	88,8	89,7	90,7	91,7	92,6	93,6	94,6	95,5	96,4	97,4	98,3	99,2			
8	82,5	83,5	84,5	85,5	86,5	87,5	88,4	89,4	90,4	91,4	92,3	93,3	94,3	95,3	96,2	97,1	98,1	99,0			
9	82,2	83,2	84,2	85,1	86,1	87,1	88,1	89,1	90,1	91,1	92,1	93,0	94,0	95,0	95,9	96,9	97,8	98,8	99,7		
10	81,8	82,8	83,8	84,8	85,8	86,8	87,8	88,8	89,8	90,8	91,7	92,7	93,7	94,7	95,7	96,6	97,6	98,6	99,5		
11	81,5	82,5	83,5	84,5	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,4	92,4	93,4	94,4	95,4	96,4	97,4	98,3	99,3		
12	81,2	82,2	83,1	84,1	85,1	86,1	87,1	88,1	89,1	90,1	91,1	92,1	93,1	94,1	95,1	96,1	97,1	98,1	99,1		
13	80,8	81,8	82,8	83,8	84,8	85,8	86,8	87,8	88,8	89,8	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,9	97,9	98,9		
14	80,4	81,5	82,5	83,5	84,5	85,5	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,5	95,5	96,6	97,6	98,7		
15	80,1	81,1	82,1	83,1	84,2	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,2	96,3	97,4	98,4		
16	79,7	80,7	81,7	82,7	83,8	84,8	85,8	86,8	87,9	88,9	89,9	90,9	91,9	92,9	93,9	94,9	96,0	97,1	98,2		
17	79,3	80,3	81,3	82,4	83,4	84,4	85,5	86,5	87,5	88,5	89,6	90,6	91,6	92,6	93,6	94,7	95,7	96,8	97,9		
18	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0	84,1	85,1	86,1	87,2	88,2	89,3	90,3	91,3	92,3	93,4	94,4	95,4	96,6	97,7		
19	78,6	79,6	80,6	81,7	82,7	83,7	84,7	85,8	86,8	87,9	88,6	89,0	91,1	92,1	93,1	94,1	95,1	96,3	97,4		
20	78,2	79,2	80,3	81,3	82,3	83,4	84,4	85,4	86,5	87,6	88,6	89,7	90,7	91,8	92,8	93,9	94,9	96,0	97,2		
21	77,8	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0	84,1	85,1	86,2	87,2	88,3	89,4	90,4	91,5	92,5	93,6	94,7	95,8	96,9		
22	77,4	78,5	79,5	80,6	81,6	82,7	83,7	84,7	85,8	86,9	88,0	89,0	90,1	91,2	92,2	93,3	94,4	95,5	96,7		
23	77,0	78,0	79,1	80,1	81,2	82,2	83,3	84,4	85,4	86,5	87,6	88,7	89,8	90,8	91,9	93,0	94,1	95,2	96,4		
24	76,6	77,6	78,7	79,7	80,8	81,8	82,9	83,9	85,0	86,1	87,2	88,3	89,3	90,4	91,5	92,7	93,8	94,9	96,1		
25	76,2	77,2	78,3	79,3	80,4	81,5	82,5	83,6	84,7	85,8	86,9	87,9	89,0	90,1	91,3	92,4	93,5	94,6	95,8		
26	75,8	76,8	77,9	78,9	80,0	81,1	82,2	83,2	84,3	85,4	86,5	87,6	88,7	89,8	90,9	92,1	93,2	94,4	95,6		
27	75,4	76,4	77,5	78,6	79,6	80,7	81,8	82,9	83,9	85,0	86,1	87,2	88,4	89,5	90,6	91,7	92,9	94,0	95,2		
28	75,0	76,0	77,1	78,2	79,2	80,3	81,4	82,5	83,6	84,7	85,8	86,9	88,0	89,1	90,3	91,4	92,6	93,7	94,9		
29	74,5	75,6	76,7	77,8	78,8	79,9	81,0	82,1	83,2	84,3	85,4	86,5	87,7	88,8	89,9	91,1	92,2	93,4	94,6		
30	74,1	75,2	76,3	77,3	78,4	79,5	80,6	81,7	82,8	83,9	85,0	86,2	87,3	88,5	89,6	90,8	91,9	93,1	94,3		

würden dann 100 l des 20° R. warmen Spiritus enthalten?

Man kann dieses ermitteln, indem man berechnet, wie groß das Volum des 20° R. warmen Spiritus bei einer Temperatur von 12 $\frac{4}{9}$ ° R. sein würde. Die Volume der Flüssigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die specifischen Gewichte, welche dieselbe Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturgraden zeigen würde. Bezeichnet man das Volum, welches 100 Volumina des obigen Spiritus von 20° bei 12 $\frac{4}{9}$ ° haben würden, mit V , das specifische Gewicht desselben bei der Normaltemperatur mit s , sein specifisches Gewicht bei 20° R. mit s' , so ist das Volum desselben bei der Normaltemperatur:

$$100 : V = \frac{1}{s} : \frac{1}{s'}$$

oder

$$V = 100 \cdot \frac{s'}{s}$$

Multipliziert man dann das gefundene Volum mit der wahren Stärke, die mit a bezeichnet sein mag, so findet man unmittelbar die Reichhaltigkeit des Spiritus oder die Zahl der Volume Alkohol der Normaltemperatur, welche in 100 Volum des Spiritus von 20° R. enthalten sind. Dieselben Regeln sind natürlich für alle anderen Zahlen gleich anwendbar.

Die wahre Stärke a des Spiritus von 20° R., dessen scheinbare Stärke 70 Volumprocent beträgt, ist, wie wir oben und aus der Tabelle VIII. gesehen haben, = 67 Proc. Das specifische Gewicht s eines 67 procentigen Spiritus ist aber nach Tafel VI. = 0,8973. Es ist nun noch das specifische Gewicht desselben Spiritus bei 20° R. zu bestimmen, welches entweder durch Wägung oder durch das Alkoholometer geschehen kann. Sinkt das Alkoholometer bei beliebiger Temperatur bis zum Theilstrich 70 ein, so zeigt dieses nicht die Volumprocente Alkohol an, sondern es läßt sich aus dem Stande schließen, daß die Flüssigkeit dasselbe specifische Gewicht wie ein 70 procentiger Spiritus bei der Normaltemperatur hat. Dies ist nun nach Tafel VI. = 0,8900 und folglich erhält s' diesen Werth. Hierin sind alle zur Berechnung erforderlichen Daten gegeben. Wir haben $s = 0,8973$, $s' = 0,8900$, folglich ist das gesuchte Volum

$$V = 100 \cdot \frac{s'}{s} = 100 \cdot \frac{8900}{8973} = 99,19.$$

Multipliziert man daher den Werth von V oder von 100 l mit der gefundenen wahren Stärke a und dividirt durch 100, so findet man unmittelbar die Reichhaltigkeit oder den Volumprocentgehalt an Alkohol von 12 $\frac{4}{9}$ ° R., welchen der Spiritus von 20° R., dessen auf 12 $\frac{4}{9}$ ° R. zurückgeführtes Volum V bekannt ist, haben würde. a ist in unserem Beispiele = 67, V ist zu 99,19 bestimmt, mithin ist die Reichhaltigkeit:

$$\frac{99,19 \cdot 67}{100} = 66,46 \text{ Proc.}$$

Auch diese Berechnungen sind für die Temperaturen von - 10° R. bis + 30° R. und von 21 bis 100 Volumprocenten von Brix ausgeführt und in folgender Tafel, über deren Anwendung dasselbe wie bei der vorigen gilt, zusammengestellt.

Ein Beispiel wird den Gebrauch und den Zusammenhang der beiden Tafeln noch mehr erläutern. Es seien 20 000 l Spiritus von 90 Volumprocenten oder 90° Tralles bei einer Temperatur von 23° R. geliefert, der Preis derselben sei zu Mk. 48,00 für 10 000 Literprocente der Normaltemperatur bedungen, wie hoch ist der Werth der Lieferung? Die scheinbare Stärke von 90 Proc. bei 23° R. entspricht nach Tafel VIII. der wahren Stärke von 86,5 Proc. Die Reichhaltigkeit eines Spiritus von 86 Proc. ist nach Tafel IX. bei 23° R. 81,2 Proc., die eines Spiritus von 87 Proc. ist 82,2. Da die wahre Stärke gerade in der Mitte zwischen 86 und 87 Proc. liegt, so entspricht der Zahl 86,5 das Mittel von 81,2 und 82,2 oder 81,7. 100 l des gelieferten Spiritus werden daher 81,71 absoluten Alkohol von 12 $\frac{4}{9}$ ° R. oder 8170 Literprocente enthalten. In der ganzen Lieferung sind daher enthalten $\frac{8170 \cdot 20\,000}{100} = 1\,634\,000$ Literprocente.

Da 10 000 Literprocente Mk. 48,00 kosten, so ist der Werth der ganzen Lieferung Mk. 7843,20. Wäre diese Reduction nicht vorgenommen und der Spiritus nach der scheinbaren Stärke bezahlt, so würden die 20 000 l zu 90 Proc. 1 800 000 Literprocente enthalten und mit Mk. 8640,00 bezahlt sein oder nach der wahren Stärke ohne Reduction des Volums, also 20 000 l zu 86,5 Proc., so wären 1 730 000 Literprocente mit Mk. 8304,00 bezahlt. Aus diesen Zahlen ergibt sich wohl am deutlichsten, zu welchem Schaden die Anwendung des Alkoholometers ohne gleichzeitige Beobachtung der Temperatur führen kann.

Alkoholometrie in England. In England bestimmt man den Werth der alkoholischen Flüssigkeiten nicht nach ihrem Procentgehalte, sondern durch eine Vergleichung mit einem Normalalkohol, Proof Spirit, indem man angiebt, auf welches Volum 100 Volum des Alkohols gebracht werden müssen, um ihn auf die Stärke des Proof Spirit zu reduciren. Ist der Spiritus concentrirter als der Normalalkohol, so bezeichnet man ihn als over Proof, im anderen Falle als under Proof. Reducirt man dann 100 Volumen des Spiritus auf die Stärke des Proof Spirit, so ergiebt die Differenz der dann vorhandenen Volumina, gegen die ursprünglichen 100, die Grade over oder under Proof. Der Proof Spirit ist nach gesetzlichen Bestimmungen eine Mischung von Alkohol und Wasser, von welcher 13 Volumina bei einer Temperatur von 51° F. ebenso viel wiegen wie 12 Volumina Wasser. Bei dieser Definition fehlt eine sehr wesentliche Angabe, nämlich die der Temperatur des Wassers; ist dabei Wasser von größter Dichte oder von 51° F. verstanden? Nimmt man die Temperatur des Wassers zu 51° F., so erhält man eine Flüssigkeit, die bei 60° F. ein specifisches Gewicht von 0,9186 hat, diese enthält dann 57,27 Volum- oder 47,50 Gewichtsprocente Alkohol. Nach neueren

1) „Proof Spirit is such, as shall at the temperature of fifty-one degrees of Fahrenheit's thermometer weigh exactly twelfth-thirteenth parts of an equal measure of distilled water“ (Act of Parliament, 58 Geo. III, c. 28, Ures' Dictionary, Ed. V. p. 44).

Tafel IX. Reichhaltigkeit alkoholischer Gährungsflüssigkeiten, deren wahre Stärke nach Tafel VIII. bestimmt ist. Nach Briz.

Normtemperatur 12¹/₉°R. = 15¹/₉°C.

Wärme- grade Reaumur	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
- 10											43,6	44,5	45,4	46,3	47,3	48,2	49,1	50,0	50,9	51,9
- 9											43,0	44,0	44,9	45,8	46,7	47,7	48,6	49,5	50,4	51,3
- 8											42,5	43,4	44,3	45,3	46,2	47,1	48,1	49,0	49,9	50,8
- 7											41,9	42,9	43,8	44,7	45,7	46,6	47,5	48,5	49,4	50,3
- 6											41,4	42,3	43,2	44,2	45,1	46,1	47,0	47,9	48,9	49,8
- 5	28,4	30,0	31,4	32,6	33,9	35,2	36,3	37,5	38,6	39,7	40,8	41,8	42,7	43,6	44,6	45,5	46,5	47,4	48,4	49,3
- 4	27,9	29,4	30,9	32,1	33,3	34,6	35,8	36,9	38,0	39,1	40,2	41,2	42,2	43,1	44,1	45,0	45,9	46,9	47,8	48,8
- 3	27,5	28,9	30,4	31,6	32,8	34,0	35,3	36,4	37,4	38,5	39,6	40,7	41,6	42,6	43,5	44,5	45,4	46,4	47,3	48,3
- 2	27,1	28,5	29,9	31,1	32,3	33,5	34,8	35,9	36,9	37,9	39,0	40,1	41,1	42,0	43,0	43,9	44,9	45,8	46,8	47,8
- 1	26,7	28,1	29,5	30,8	31,9	33,0	34,3	35,4	36,4	37,4	38,5	39,5	40,5	41,5	42,4	43,4	44,3	45,3	46,2	47,2
0	26,2	27,6	29,0	30,3	31,4	32,5	33,7	34,8	35,8	36,9	37,9	38,9	39,9	40,9	41,8	42,8	43,7	44,7	45,6	46,6
+ 1	25,8	27,1	28,4	29,7	30,9	32,0	33,1	34,2	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,4	41,3	42,2	43,2	44,1	45,1	46,0
+ 2	25,3	26,6	27,8	29,1	30,3	31,4	32,5	33,6	34,7	35,7	36,7	37,7	38,8	39,8	40,8	41,7	42,7	43,6	44,5	45,5
+ 3	24,9	26,1	27,3	28,5	29,7	30,8	31,9	33,0	34,0	35,1	36,1	37,2	38,2	39,2	40,2	41,2	42,1	43,1	44,0	45,0
+ 4	24,4	25,6	26,8	28,0	29,1	30,3	31,3	32,4	33,5	34,5	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,5	43,5	44,5
+ 5	24,0	25,2	26,3	27,5	28,7	29,8	30,9	31,9	32,9	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	42,9	43,9
+ 6	23,6	24,8	25,9	27,0	28,2	29,3	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,4	41,4	42,4	43,4
+ 7	23,2	24,3	25,5	26,6	27,7	28,8	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	37,9	38,9	39,9	40,9	41,9	42,8
+ 8	22,8	23,9	25,1	26,1	27,2	28,3	29,3	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,3	41,3	42,3
+ 9	22,4	23,4	24,5	25,6	26,6	27,7	28,8	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9	35,9	36,9	37,8	38,8	39,8	40,8	41,8
+ 10	21,9	23,0	24,0	25,1	26,1	27,2	28,2	29,3	30,3	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,3	37,3	38,3	39,2	40,2	41,2
	21,6	22,6	23,6	24,6	25,6	26,7	27,7	28,7	29,7	30,8	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,7	39,7	40,7
	21,2	22,2	23,2	24,2	25,2	26,2	27,2	28,2	29,2	30,2	31,2	32,2	33,2	34,3	35,2	36,2	37,2	38,2	39,2	40,2
	20,8	21,8	22,8	23,8	24,8	25,8	26,8	27,8	28,8	29,7	30,7	31,7	32,7	33,7	34,7	35,7	36,7	37,7	38,7	39,7
	20,4	21,4	22,4	23,4	24,4	25,3	26,3	27,3	28,3	29,3	30,2	31,2	32,2	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,2	39,2
	20,0	21,0	22,0	23,0	23,9	24,9	25,9	26,8	27,8	28,7	29,7	30,7	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6	36,6	37,6	38,6
	19,6	20,5	21,5	22,5	23,4	24,4	25,4	26,3	27,3	28,2	29,2	30,2	31,1	32,1	33,1	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1
	19,2	20,1	21,1	22,0	23,0	23,9	24,9	25,8	26,8	27,7	28,7	29,7	30,6	31,6	32,6	33,6	34,5	35,5	36,5	37,6
	18,8	19,7	20,6	21,5	22,5	23,4	24,4	25,3	26,3	27,2	28,2	29,1	30,1	31,1	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0
	18,4	19,3	20,2	21,1	22,0	22,9	23,9	24,8	25,7	26,7	27,6	28,6	29,5	30,5	31,5	32,5	33,5	34,5	35,5	36,5
	18,0	18,9	19,8	20,7	21,6	22,5	23,4	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0
	17,6	18,5	19,4	20,2	21,1	22,0	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6	27,6	28,5	29,5	30,5	31,5	32,5	33,4	34,4	35,4
	17,2	18,1	18,9	19,8	20,7	21,6	22,4	23,3	24,2	25,1	26,1	27,0	28,0	29,0	29,9	30,9	31,9	32,9	33,9	34,9
	16,8	17,7	18,5	19,4	20,2	21,1	22,0	22,9	23,8	24,6	25,6	26,5	27,5	28,4	29,4	30,4	31,4	32,4	33,4	34,4
	16,5	17,3	18,1	19,0	19,8	20,7	21,6	22,4	23,3	24,2	25,1	26,0	27,0	27,9	28,9	29,8	30,8	31,8	32,8	33,8
	16,1	16,9	17,7	18,5	19,3	20,2	21,1	22,0	22,8	23,7	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3
	15,7	16,5	17,3	18,1	18,9	19,7	20,6	21,5	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,9	27,9	28,8	29,8	30,8	31,8	32,8
	15,2	16,0	16,9	17,7	18,5	19,3	20,1	21,0	21,9	22,7	23,6	24,5	25,4	26,4	27,4	28,3	29,3	30,3	31,3	32,3
	14,8	15,6	16,4	17,2	18,0	18,8	19,7	20,5	21,4	22,3	23,1	24,0	24,9	25,9	26,9	27,8	28,8	29,8	30,8	31,8
	14,3	15,1	16,0	16,8	17,6	18,4	19,2	20,1	20,9	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,4	27,3	28,3	29,3	30,3	31,3
	13,9	14,7	15,5	16,3	17,2	18,0	18,8	19,6	20,5	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,9	26,8	27,8	28,8	29,8	30,8

+

Tafel IX. (Fortsetzung.)

Wärme- grade Reaumur	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
- 10	52,8	53,7	54,6	55,5	56,4	57,4	58,3	59,2	60,1	61,0	62,0	62,9	63,9	64,9	65,8	66,8	67,8	68,7	69,7	70,7
- 9	52,3	53,2	54,1	55,0	56,0	56,9	57,8	58,7	59,6	60,6	61,5	62,5	63,4	64,4	65,4	66,4	67,3	68,3	69,3	70,2
- 8	51,8	52,7	53,6	54,5	55,5	56,4	57,3	58,3	59,2	60,1	61,0	62,0	63,0	63,9	64,9	65,9	66,9	67,8	68,8	69,8
- 7	51,3	52,2	53,1	54,1	55,0	55,9	56,9	57,8	58,7	59,7	60,6	61,5	62,5	63,5	64,5	65,4	66,4	67,4	68,3	69,3
- 6	50,7	51,7	52,6	53,6	54,5	55,4	56,4	57,3	58,3	59,2	60,1	61,1	62,0	63,0	64,0	65,0	65,9	66,9	67,9	68,8
- 5	50,2	51,2	52,1	53,1	54,0	54,9	55,8	56,8	57,8	58,7	59,7	60,6	61,6	62,5	63,5	64,5	65,5	66,4	67,4	68,4
- 4	49,7	50,7	51,6	52,6	53,5	54,4	55,4	56,4	57,3	58,2	59,2	60,1	61,1	62,1	63,0	64,0	65,0	66,0	66,9	67,9
- 3	49,2	50,2	51,1	52,1	53,0	53,9	54,9	55,9	56,8	57,8	58,8	59,7	60,7	61,6	62,6	63,6	64,6	65,5	66,5	67,5
- 2	48,7	49,7	50,6	51,6	52,5	53,4	54,4	55,4	56,3	57,3	58,3	59,2	60,2	61,2	62,1	63,1	64,1	65,1	66,0	67,0
- 1	48,1	49,1	50,0	51,0	52,0	52,9	53,9	54,9	55,8	56,8	57,8	58,7	59,7	60,7	61,6	62,6	63,6	64,6	65,6	66,5
0	47,6	48,5	49,5	50,5	51,5	52,4	53,4	54,4	55,3	56,3	57,3	58,2	59,2	60,2	61,2	62,2	63,2	64,1	65,1	66,1
+ 1	47,0	48,0	49,0	50,0	51,0	51,9	52,9	53,9	54,8	55,8	56,8	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,6
+ 2	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5	51,4	52,4	53,4	54,3	55,3	56,3	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,2	63,2	64,2	65,2
+ 3	46,0	47,0	47,9	48,9	49,9	50,9	51,9	52,9	53,8	54,8	55,8	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7
+ 4	45,4	46,4	47,4	48,4	49,4	50,4	51,4	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,2	63,2	64,2
+ 5	44,9	45,9	46,9	47,9	48,9	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7
+ 6	44,4	45,4	46,3	47,3	48,3	49,3	50,3	51,3	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,2	63,2
+ 7	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7
+ 8	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,3	49,3	50,3	51,3	52,3	53,3	54,3	55,3	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,2
+ 9	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7
+ 10	42,2	43,3	44,3	45,3	46,3	47,3	48,3	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2
+ 11	41,7	42,7	43,8	44,8	45,8	46,8	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7
+ 12	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2
+ 13	40,7	41,7	42,7	43,7	44,7	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7
+ 14	40,2	41,2	42,2	43,2	44,2	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3
+ 15	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,8
+ 16	39,1	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,2	46,2	47,2	48,2	49,2	50,2	51,2	52,3	53,3	54,3	55,3	56,3	57,3	58,3
+ 17	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6	44,6	45,7	46,7	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8
+ 18	38,0	39,0	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,2	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,3	55,3	56,3	57,3
+ 19	37,5	38,5	39,5	40,5	41,5	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,8	54,8	55,8	56,8
+ 20	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,1	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,3	55,3	56,3
+ 21	36,5	37,5	38,5	39,5	40,5	41,6	42,6	43,6	44,6	45,6	46,6	47,7	48,7	49,7	50,7	51,7	52,7	53,7	54,7	55,7
+ 22	35,9	37,0	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0	43,1	44,1	45,1	46,1	47,1	48,2	49,2	50,2	51,2	52,2	53,2	54,2	55,2
+ 23	35,4	36,4	37,4	38,5	39,5	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,5	46,6	47,6	48,6	49,6	50,7	51,7	52,7	53,7	54,7
+ 24	34,8	35,9	36,9	37,9	38,9	39,9	40,9	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	52,2	53,2	54,2
+ 25	34,3	35,3	36,4	37,4	38,4	39,4	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,6	48,6	49,6	50,6	51,6	52,6	53,7
+ 26	33,8	34,8	35,8	36,8	37,9	38,9	39,9	40,9	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,1	48,1	49,1	50,1	51,1	52,1	53,1
+ 27	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,6	48,6	49,6	50,6	51,6	52,6
+ 28	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,9	40,9	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,1	49,1	50,1	51,1	52,1
+ 29	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3	38,3	39,3	40,4	41,4	42,4	43,4	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5	49,6	50,6	51,6
+ 30	31,8	32,8	33,8	34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	40,9	41,9	42,9	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0	50,1	51,1

Tafel IX. (Vorfegung.)

Gräme- grade Reinheit	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
— 10	71,7	72,6	73,6	74,6	75,5	76,5	77,5	78,4	79,4	80,4	81,3	82,3	83,2	84,2	85,1	86,1	87,0	88,0	88,9	89,8
— 9	71,2	72,2	73,1	74,1	75,1	76,0	77,0	78,0	78,9	79,9	80,9	81,9	82,8	83,8	84,7	85,6	86,6	87,5	88,5	89,4
— 8	70,7	71,7	72,7	73,6	74,6	75,6	76,6	77,5	78,5	79,5	80,4	81,4	82,4	83,3	84,3	85,2	86,2	87,1	88,1	89,0
— 7	70,3	71,3	72,2	73,2	74,2	75,1	76,1	77,1	78,1	79,0	80,0	81,0	81,9	82,9	83,8	84,8	85,8	86,7	87,7	88,6
— 6	69,8	70,8	71,8	72,7	73,7	74,7	75,7	76,6	77,6	78,6	79,6	80,5	81,5	82,5	83,4	84,4	85,3	86,3	87,2	88,2
— 5	69,4	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3	76,2	77,2	78,1	79,1	80,1	81,1	82,0	83,0	83,9	84,9	85,9	86,8	87,8
— 4	68,9	69,9	70,9	71,8	72,8	73,8	74,8	75,8	76,7	77,7	78,7	79,7	80,6	81,6	82,6	83,5	84,5	85,5	86,4	87,4
— 3	68,5	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,3	75,3	76,3	77,3	78,2	79,2	80,2	81,2	82,1	83,1	84,1	85,0	86,0	86,9
— 2	68,0	69,0	70,0	70,9	71,9	72,9	73,9	74,9	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8	80,7	81,7	82,7	83,6	84,6	85,5	86,5
— 1	67,5	68,5	69,5	70,5	71,5	72,5	73,4	74,4	75,1	76,4	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,2	83,2	84,2	85,1	86,1
— 0	67,1	68,1	69,1	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	74,9	75,9	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,8	82,8	83,8	84,7	85,7
+ 1	66,6	67,6	68,6	69,6	70,5	71,5	72,5	73,5	74,5	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,3	84,3	85,3
+ 2	66,2	67,1	68,1	69,1	70,1	71,1	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0	80,0	81,0	81,9	82,9	83,9	84,8
+ 3	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,6	74,5	75,5	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,5	83,5	84,4
+ 4	65,2	66,2	67,2	68,1	69,1	70,1	71,1	72,1	73,1	74,1	75,1	76,1	77,1	78,0	79,0	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0
+ 5	64,7	65,7	66,7	67,7	68,6	69,6	70,6	71,6	72,6	73,6	74,6	75,6	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6	82,6	83,5
+ 6	64,2	65,2	66,2	67,2	68,2	69,2	70,1	71,1	72,1	73,1	74,1	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,0
+ 7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,6	71,6	72,6	73,6	74,6	75,6	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,5	82,5
+ 8	63,2	64,2	65,2	66,2	67,2	68,2	69,2	70,2	71,2	72,2	73,2	74,2	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2	81,1	82,1
+ 9	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,6	72,6	73,6	74,6	75,6	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6
+ 10	62,2	63,2	64,2	65,2	66,2	67,2	68,2	69,2	70,2	71,2	72,2	73,1	74,1	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1
+ 11	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7	74,7	75,6	76,7	77,7	78,7	79,7	80,7
+ 12	61,2	62,2	63,2	64,2	65,2	66,2	67,2	68,2	69,2	70,2	71,2	72,2	73,2	74,2	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2
+ 13	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,8	69,8	70,8	71,8	72,8	73,8	74,8	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8
+ 14	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3	76,3	77,3	78,3	79,3
+ 15	59,8	60,8	61,8	62,8	63,8	64,8	65,8	66,8	67,8	68,8	69,9	70,9	71,8	72,8	73,8	74,8	75,8	76,8	77,8	78,8
+ 16	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,4	75,4	76,4	77,4	78,4
+ 17	58,8	59,8	60,8	61,8	62,8	63,8	64,8	65,8	66,8	67,9	68,9	69,9	70,9	71,9	72,9	73,9	74,8	75,8	76,8	77,8
+ 18	58,2	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,4	75,4	76,4	77,4
+ 19	57,7	58,7	59,7	60,8	61,8	62,8	63,8	64,9	65,9	66,9	67,9	68,9	69,9	70,9	71,9	72,9	73,9	74,9	75,9	76,9
+ 20	57,2	58,2	59,2	60,3	61,3	62,3	63,3	64,4	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,4	75,4	76,5
+ 21	56,7	57,8	58,8	59,8	60,8	61,8	62,8	63,9	64,9	65,9	66,9	67,9	68,9	69,9	70,9	71,9	72,9	73,9	75,0	76,0
+ 22	56,2	57,2	58,2	59,2	60,3	61,3	62,3	63,4	64,4	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,5	75,5
+ 23	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,8	62,8	63,8	64,9	65,9	66,9	67,9	68,9	69,9	70,9	71,9	72,9	74,0	75,0
+ 24	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,5
+ 25	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,8	63,8	64,8	65,8	66,9	67,9	68,9	69,9	70,9	71,9	72,9	74,0
+ 26	54,1	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,2	62,3	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,4	71,4	72,4	73,5
+ 27	53,6	54,6	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,8	62,8	63,8	64,9	65,9	66,9	67,9	68,9	69,9	71,0	72,0	73,0
+ 28	53,1	54,1	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,4	65,4	66,4	67,4	68,4	69,4	70,5	71,5	72,5
+ 29	52,6	53,6	54,6	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,8	61,8	62,8	63,8	64,8	65,9	66,9	67,9	68,9	69,9	71,0	72,0
+ 30	52,1	53,1	54,1	55,1	56,2	57,2	58,2	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,4	67,4	68,4	69,4	70,5	71,5

Bestimmungen von Drinkwater entsteht der Proof Spirit beim Vermischen von 100 Gewichtstheilen absolutem Alkohol mit 103,09 Gewichtstheilen Wasser oder 100 Volumtheilen Alkohol und 81,82 Volumtheilen Wasser.

Zur Bestimmung der Stärke dient ein eigenthümlich construirtes Aräometer von Syke, nach dessen Angaben unter Benutzung umfangreicher Tabellen die Grade over oder under Proof zu ersehen sind. Alle englischen Angaben über Alkoholgehalte sind hierauf basirt. Um diese verstehen zu können, ist eine Vergleichung mit dem specifischen Gewichte der Flüssigkeiten, die in der Tabelle X. (a. f. S.) gegeben wird, erforderlich.

Ermittelung der beim Mischen von Spiritus und Wasser einzuhaltenden Verhältnisse. Da beim Vermischen von Spiritus und Wasser stets eine Contraction stattfindet, so kann man, wenn man ein gewisses Maß Spiritus von gegebener Stärke durch Zusatz von Wasser bis zu einem gewissen Procentgehalt verdünnen will, nicht unmittelbar das erforderliche Volum Wasser nach der Mischungsrechnung finden. Man wolle z. B. 100 Liter Spiritus von 92 Proc. auf 45 Proc. verdünnen, so wird man durch einfache Rechnung zunächst finden, daß das Volum des 45 procentigen Spiritus 204,4 l sein muß, da die Zahl der Alkoholprocente unverändert bleiben soll:

$$45 : 92 = 100 : 204,4.$$

100 l Spiritus von 92 Proc. enthalten 9200 Literprocente, 204,4 l Spiritus von 45 Proc. enthalten 9198 Literprocente, beide haben also gleichen Werth. Nach Tafel VI. enthalten 100 l Spiritus von 92 Proc. 9,617 l Wasser, 100 l Spiritus von 45 Proc. aber 58,593 l Wasser, daher werden die 204,4 l Spiritus von 45 Proc. 119,754 l Wasser enthalten. In dem 92 procentigen Spiritus sind 9,617 l Wasser, es müssen demnach noch 119,754 — 9,617 = 110,137 l Wasser zugefetzt werden, um die Mischung von der erforderlichen Stärke zu erhalten. Es entstehen daher bei der Vermischung von 100 l 92 procentigem Spiritus mit 110,137 l nicht 210,137, sondern nur 204,4 l Spiritus von 45 Proc., es hat mithin eine Contraction von 210,137 — 204,4

= 5,737 l stattgefunden. Bei diesen Rechnungen versteht es sich von selbst, daß man bei den Bestimmungen des Alkoholgehaltes die wahre Stärke nach Tafel VIII. ermittelt und durch die S. 658/667 gezeigte Rechnung dann eine Reduction des Volums auf die Normaltemperatur vornimmt und das so berichtigte Volum des Spiritus zur Mischung verwendet.

Umgekehrt läßt sich auch berechnen, wie viel Alkohol von bestimmtem Procentgehalte man anwenden müsse, um ein beliebiges Volum eines verdünnteren Alkohols daraus herzustellen. Man wolle z. B. 250 l Spiritus von 50 Proc. aus Spiritus von 85 Proc. mischen. 250 l 50 procentiger Spiritus enthalten 12500 Literprocente Alkohol, ebenso viele Literprocente enthalten 147 l Spiritus von 85 Proc., denn $147 \cdot 85 = 12495$. 100 l 85 procentiger Spiritus enthalten nach Tafel VI. 17,419 l Wasser, folglich 147 l 25,606 l Wasser; 100 l 50 procentiger Spiritus enthalten 53,7 l Wasser, also 250 l 134,25 l Wasser, es sind daher den 147 l Spiritus von 85 Proc. noch 134,25 — 17,419 = 116,831 l Wasser hinzuzufügen, um eine Mischung von 250 l Spiritus von 50 Proc. zu erhalten, wobei eine Contraction von 13,831 l stattfindet.

Der Berechnungen für die Verdünnungen ist man ebenfalls durch Tabellen (XI. u. XII.) S. 681 u. ff. überhoben, die von Briz aufgestellt sind. Bei den Tabellen von Briz bezeichnen die Zahlen in der obersten Horizontallinie den Alkoholgehalt des anzuwendenden Weingeistes, die Zahlen der ersten Verticalspalte den Procentgehalt der Mischung. Man sucht daher in der obersten Horizontallinie den Gehalt des zu verdünnenden Spiritus und geht in derselben herab, bis sie mit der Linie, welche vorn den Alkoholgehalt der Mischung bezeichnet, sich kreuzt. Die an diesem Kreuzungspunkte stehende Zahl deutet an, daß 100 l des starken Spiritus mit so viel Liter Wasser, wie die Zahl angiebt, gemischt werden müssen, um den verdünnten Spiritus von verlangter Stärke zu erhalten. Es soll z. B. Spiritus von 86 auf 55 Proc. verdünnt werden, so müssen 100 l Spiritus mit 59,9 l Wasser gemischt werden. Dieselbe Anordnung gilt für die darauf folgende Tafel, welche die bei solchen Mischungen eintretende Contraction nachweist.

Tafel X. Vergleichung der Angabe der Spiritusstärke over und under Proof mit den entsprechenden specifischen Gewichten. Nach Urc. Normaltemperatur 60° F. = 12 $\frac{1}{2}$ ° R. = 15 $\frac{1}{5}$ ° C.

Spec. Gew.	Proc. over Proof	Spec. Gew.	Proc. under Proof	Spec. Gew.	Proc. under Proof								
0,8156	67,0	0,8410	54,2	0,8657	39,3	0,8912	21,9	0,9178	1,9	0,9445	21,9	0,9722	58,3
8160	66,8	8413	54,1	8660	39,1	8915	21,7	9182	1,6	9448	22,2	9726	59,0
8163	66,6	8417	53,9	8664	38,9	8919	21,4	9185	1,3	9452	22,7	9730	59,7
8167	66,5	8420	53,7	8667	38,7	8922	21,2	9189	1,0	9456	23,1	9734	60,4
8170	66,3	8424	53,5	8671	38,4	8926	20,9	9192	0,7	9460	23,5	9738	61,1
8174	66,1	8427	53,3	8674	38,2	8930	20,6	9196	0,3	9464	23,9	9742	61,8
8178	65,9	8431	53,1	8678	38,0	8933	20,4	9200	Proof	9468	24,3	9746	62,5
8181	65,8	8434	52,9	8681	37,8	8937	20,1	9204	under Proof	9472	24,7	9750	63,2
8185	65,6	8438	52,7	8685	37,6	8940	19,9	9208	0,3	9476	25,1	9754	63,9
8188	65,5	8441	52,5	8688	37,3	8944	19,6	9212	0,6	9480	25,5	9758	64,6
8192	65,3	8445	52,3	8692	37,1	8948	19,3	9216	0,9	9484	25,9	9762	65,3
8196	65,1	8448	52,1	8695	36,9	8951	19,1	9220	1,3	9488	26,3	9766	66,0
8199	65,0	8452	51,9	8699	36,7	8955	18,8	9224	1,6	9492	26,7	9770	66,7
8203	64,8	8455	51,7	8702	36,4	8959	18,6	9228	1,9	9496	27,1	9774	67,4
8206	64,7	8459	51,5	8706	36,2	8962	18,3	9232	2,2	9499	27,5	9778	68,0
8210	64,5	8462	51,3	8709	35,9	8966	18,0	9236	2,5	9503	28,0	9782	68,7
8214	64,3	8465	51,1	8713	35,7	8970	17,7	9240	2,8	9507	28,4	9786	69,4
8218	64,1	8469	50,9	8716	35,5	8974	17,5	9244	3,1	9511	28,8	9790	70,1
8221	64,0	8472	50,7	8720	35,2	8977	17,2	9248	3,4	9515	29,2	9794	70,8
8224	63,8	8476	50,5	8723	35,0	8981	16,9	9252	3,7	9519	29,7	9798	71,4
8227	63,6	8480	50,3	8727	34,7	8985	16,6	9256	4,0	9523	30,1	9802	72,1
8231	63,4	8484	50,1	8730	34,5	8989	16,4	9260	4,4	9527	30,6	9806	72,8
8234	63,2	8488	49,9	8734	34,3	8992	16,1	9264	4,7	9531	31,0	9810	73,5
8238	63,1	8490	49,7	8737	34,1	8996	15,9	9268	5,0	9535	31,4	9814	74,1
8242	62,9	8493	49,5	8741	33,8	9000	15,6	9272	5,3	9539	31,9	9818	74,8
8245	62,7	8496	49,3	8744	33,6	9004	15,3	9276	5,7	9543	32,3	9822	75,4
8249	62,5	8499	49,1	8748	33,4	9008	15,0	9280	6,0	9547	32,8	9826	76,1
8252	62,3	8503	48,9	8751	33,2	9011	14,8	9284	6,4	9551	33,2	9830	76,7
8256	62,2	8506	48,7	8755	32,9	9015	14,5	9288	6,7	9555	33,7	9834	77,3
8259	62,0	8510	48,5	8758	32,7	9019	14,2	9292	7,0	9559	34,2	9838	78,0
8263	61,8	8513	48,3	8762	32,4	9023	13,9	9296	7,3	9563	34,7	9842	78,6
8266	61,6	8516	48,0	8765	32,2	9026	13,6	9300	7,7	9567	35,1	9846	79,2
8270	61,4	8520	47,8	8769	32,0	9030	13,4	9304	8,0	9571	35,6	9850	79,8
8273	61,3	8523	47,6	8772	31,7	9034	13,1	9308	8,3	9575	36,1	9854	80,4
8277	61,1	8527	47,4	8776	31,5	9038	12,8	9312	8,6	9579	36,6	9858	81,1
8280	60,9	8530	47,2	8779	31,2	9041	12,5	9316	9,0	9583	37,1	9862	81,7
8284	60,7	8533	47,0	8783	31,0	9045	12,2	9320	9,3	9587	37,6	9866	82,3
8287	60,5	8537	46,8	8786	30,8	9049	12,0	9324	9,7	9591	38,1	9870	82,9
8291	60,4	8540	46,6	8790	30,5	9052	11,7	9328	10,0	9595	38,6	9874	83,5
8294	60,2	8543	46,4	8793	30,3	9056	11,4	9332	10,3	9599	39,1	9878	84,0
8298	60,0	8547	46,2	8797	30,0	9060	11,1	9336	10,7	9603	39,6	9882	84,6
8301	59,8	8550	46,0	8800	29,8	9064	10,8	9340	11,0	9607	40,1	9886	85,2
8305	59,6	8553	45,8	8804	29,5	9067	10,6	9344	11,4	9611	40,6	9890	85,8
8308	59,5	8556	45,6	8807	29,3	9071	10,3	9348	11,7	9615	41,1	9894	86,3
8312	59,3	8560	45,4	8811	29,0	9075	10,0	9352	12,1	9619	41,7	9898	86,9
8315	59,1	8563	45,2	8814	28,8	9079	9,7	9356	12,4	9623	42,2	9902	87,4
8319	58,9	8566	45,0	8818	28,5	9082	9,4	9360	12,8	9627	42,8	9906	88,0
8322	58,7	8570	44,8	8822	28,3	9085	9,2	9364	13,1	9631	43,3	9910	88,5
8326	58,6	8573	44,6	8825	28,0	9089	8,9	9368	13,5	9635	43,9	9914	89,1
8329	58,4	8577	44,4	8829	27,8	9093	8,6	9372	13,9	9639	44,4	9918	89,6
8333	58,2	8581	44,2	8832	27,5	9097	8,3	9376	14,2	9643	45,0	9922	90,2
8336	58,0	8583	43,9	8836	27,3	9100	8,0	9380	14,6	9647	45,5	9926	90,7
8340	57,8	8587	43,7	8840	27,0	9104	7,7	9384	14,9	9651	46,1	9930	91,2
8344	57,7	8590	43,5	8843	26,8	9107	7,4	9388	15,3	9655	46,7	9934	91,7
8347	57,5	8594	43,3	8847	26,5	9111	7,1	9392	15,7	9659	47,3	9938	92,3
8351	57,3	8597	43,1	8850	26,3	9115	6,8	9396	16,0	9663	47,9	9942	92,8
8354	57,1	8601	42,8	8854	26,0	9118	6,5	9400	16,4	9667	48,5	9946	93,3
8358	56,9	8604	42,6	8858	25,8	9122	6,2	9404	16,7	9671	49,1	9950	93,8
8362	56,8	8608	42,4	8861	25,5	9126	5,9	9408	17,1	9675	49,7	9954	94,3
8365	56,6	8611	42,2	8865	25,3	9130	5,6	9412	17,5	9679	50,3	9958	94,9
8369	56,4	8615	42,0	8869	25,0	9134	5,3	9416	17,8	9683	51,0	9962	95,4
8372	56,2	8618	41,7	8872	24,8	9137	5,0	9420	18,2	9687	51,6	9966	95,9
8376	56,0	8622	41,5	8876	24,5	9141	4,8	9424	18,5	9691	52,2	9970	96,4
8379	55,9	8625	41,3	8879	24,3	9145	4,5	9428	18,9	9695	52,9	9974	96,8
8383	55,7	8629	41,1	8883	24,0	9148	4,2	9432	19,3	9699	53,5	9978	97,3
8386	55,5	8632	40,9	8886	23,8	9152	3,9	9436	19,7	9703	54,2	9982	97,7
8390	55,3	8636	40,6	8890	23,5	9156	3,6	9440	20,0	9707	54,8	9986	98,2
8393	55,1	8639	40,4	8894	23,2	9160	3,3	9444	20,4	9711	55,5	9990	98,7
8396	55,0	8643	40,2	8897	23,0	9163	3,0	9448	20,8	9715	56,2	9994	99,1
8400	54,8	8646	40,0	8901	22,7	9167	2,7	9452	21,2	9719	56,9	9998	99,6
8403	54,6	8650	39,8	8904	22,5	9170	2,4	9456	21,6	9723	57,6	1,0000	100,0
8407	54,4	8653	39,6	8908	22,2	9174	2,1						

Tafel XI. (Schluß.)

Messung	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
26	112,7	108,8	104,9	100,9	97,0	93,1	89,2	85,2	81,3	77,4	73,5	69,6	65,7	61,8	57,9	54,0	50,1	46,2	42,4	38,5
27	104,9	101,1	97,3	93,6	89,8	86,0	82,2	78,4	74,7	70,9	67,1	63,4	59,6	55,8	52,1	48,3	44,6	40,8	37,1	33,4
28	97,7	94,0	90,3	86,7	83,0	79,4	75,7	72,1	68,4	64,8	61,2	57,5	53,9	50,3	46,7	43,1	39,4	35,8	32,2	28,6
29	90,9	87,4	83,8	80,3	76,8	73,2	69,7	66,2	62,7	59,2	55,6	52,1	48,6	45,1	41,6	38,1	34,6	31,2	27,7	24,2
30	84,6	81,2	77,7	74,3	70,9	67,5	64,1	60,7	57,3	53,9	50,5	47,1	43,7	40,3	36,9	33,5	30,2	26,8	23,4	20,1
31	78,7	75,3	72,0	68,7	65,4	62,1	58,8	55,5	52,2	48,9	45,6	42,3	39,1	35,8	32,5	29,2	26,0	22,7	19,4	16,2
32	73,1	69,9	66,7	63,5	60,3	57,1	53,9	50,7	47,5	44,4	41,1	37,9	34,7	31,5	28,4	25,2	22,0	18,9	15,7	12,6
33	67,9	64,8	61,6	58,5	55,4	52,3	49,2	46,1	43,0	39,9	36,8	33,7	30,6	27,5	24,5	21,4	18,3	15,2	12,2	9,1
34	63,0	59,9	56,9	53,9	50,8	47,8	44,8	41,8	38,8	35,8	32,8	29,8	26,8	23,8	20,8	17,8	14,8	11,8	8,9	5,9
35	58,3	55,4	52,4	49,5	46,5	43,6	40,7	37,7	34,8	31,9	29,0	26,1	23,1	20,2	17,3	14,4	11,5	8,6	5,7	2,9
36	53,9	51,1	48,2	45,3	42,5	39,6	36,8	33,9	31,1	28,2	25,4	22,6	19,7	16,9	14,1	11,2	8,4	5,6	2,8	
37	49,8	47,0	44,2	41,4	38,6	35,8	33,1	30,3	27,5	24,7	22,0	19,2	16,5	13,7	11,0	8,2	5,5	2,7		
38	45,8	43,1	40,4	37,7	34,9	32,2	29,5	26,8	24,1	21,4	18,7	16,1	13,4	10,7	8,0	5,3	2,7			
39	42,0	39,4	36,8	34,1	31,5	28,8	26,2	23,5	20,9	18,3	15,7	13,1	10,4	7,8	5,2	2,6				
40	38,5	35,9	33,3	30,7	28,1	25,6	23,0	20,4	17,9	15,3	12,7	10,2	7,6	5,1	2,5					
41	35,1	32,5	30,0	27,5	25,0	22,5	20,0	17,4	14,9	12,4	9,9	7,5	5,0	2,5						
42	31,8	29,3	26,9	24,4	22,0	19,5	17,1	14,6	12,2	9,7	7,3	4,9	2,4							
43	28,7	26,3	23,9	21,5	19,1	16,7	14,3	11,9	9,5	7,1	4,8	2,4								
44	25,7	23,4	21,0	18,7	16,3	14,0	11,6	9,3	7,0	4,6	2,3									
45	22,9	20,6	18,3	16,0	13,7	11,4	9,1	6,8	4,6	2,3										
46	20,2	17,9	15,7	13,4	11,2	8,9	6,7	4,5	2,2											
47	17,6	15,4	13,2	11,0	8,8	6,6	4,4	2,2												
48	15,1	12,9	10,8	8,6	6,4	4,3	2,1													
49	12,7	10,5	8,4	6,3	4,2	2,1														
50	10,4	8,3	6,3	4,1	2,1															
51	8,1	6,1	4,1	2,0																
52	6,0	4,0	2,0																	
53	3,9	1,9																		
54	1,9																			

Reduction des Gewichtes weingeistiger Flüssigkeiten auf in Litern ausgedrückte Volumina. So bequem die Werthbestimmung von Flüssigkeiten dem Maße nach im Kleinhandel ist, ebenso große Schwierigkeiten bietet sie doch beim Verkehre im Großen, indem es kaum möglich ist, sich eine irgendwie sichere Controle über das gelieferte Quantum zu verschaffen. Ein Faß, dessen Inhalt durch Wägen mit dem Litermaße oder durch Berechnung seines Cubikinhaltes mit dem Wirstabe bestimmt ist, wird mit Spiritus gefüllt verkauft. Da aber, der unvermeidlichen Ausdehnung des Spiritus wegen, das Faß nie ganz bis zum Spunde gefüllt werden kann, so hat man nie einen sicheren Anhalt über das darin enthaltene Quantum. Aber selbst das Ausmessen und die Berechnung nach dem Cubikinhalte bieten solche Schwierigkeiten, daß dabei stets Differenzen von 8 bis 10 Proc. des Inhaltes vorkommen. Aus diesem Grunde hat man in neuerer Zeit allgemein die Gewichtsbestimmung zu Grunde gelegt und nach dem gefundenen Gewichte die demselben entsprechenden Volume, Liter, berechnet.

Es wird dabei das Gewicht eines Liters destillirten Wassers von 12⁴/₉° R. zu 0,9978285 kg angenommen, wonach 1 kg Wasser derselben Temperatur 1,00217605 l entspricht. Hat man daher ein beliebiges Gewicht Spiritus gekauft, so multiplicirt man das Gewicht mit 1,00217605 und dividirt mit dem specifischen Gewichte, welches der wahren Stärke entspricht, um die Zahl der Liter zu finden.

Es seien z. B. 6231 kg Spiritus gekauft, die bei 60° R. 88 Proc. zeigen. Die Tafel VIII. ergiebt zunächst die wahre Stärke zu 90 Proc.; Tafel VI. giebt das specifische Gewicht des 90procentigen Spiritus zu 0,8339, es sind demnach die 6231 kg gleich

$$\frac{6231 \cdot 1,00217605}{0,8339} = 7488,371,$$

multiplicirt man diese mit 90, so erhält man die Literprocente der Lieferung, hier also 7488,37 . 90 = 673953 Literprocente.

Auf gleiche Weise und bequemer gelangt man zu dem Resultate, wenn man bei der Berechnung von den in Tafel VI. angegebenen Gewichten des Alkohols verschiedener Stärken ausgeht. Nach Tafel VI. wiegt ein Liter Alkohol von 90 Proc. 0,83209 kg. Da also auch 0,83209 kg = 1 Liter, so sind $\frac{6231}{0,83209} = 7488,37$ Liter.

Aus dem bekannten Gewichte des Liters Alkohol läßt sich mit Leichtigkeit auch unmittelbar das Volum eines bestimmten Gewichtes ableiten und damit ein weiteres Mittel zur Reduction des in Kilogrammen ausgedrückten Gewichtes auf das Volum in Litern finden. Die Tabelle XIII. (S. 691) giebt die je einem Kilogramm entsprechenden Literwerthe für Weingeiste verschiedener Stärken.

Tafel XII. (Fortsetzung.)

Nr. föhung	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56
26	3,56	3,41	3,27	3,14	3,00	2,87	2,73	2,61	2,49	2,36	2,24	2,12	2,01	1,90	1,79	1,69	1,59	1,48	1,38	1,28
27	3,60	3,46	3,32	3,18	3,05	2,91	2,78	2,65	2,53	2,40	2,28	2,16	2,05	1,94	1,83	1,73	1,62	1,52	1,41	1,32
28	3,62	3,47	3,33	3,19	3,06	2,92	2,79	2,67	2,54	2,42	2,29	2,18	2,06	1,95	1,84	1,74	1,63	1,53	1,42	1,33
29	3,63	3,49	3,34	3,21	3,07	2,94	2,80	2,68	2,55	2,43	2,30	2,19	2,08	1,96	1,86	1,76	1,65	1,54	1,44	1,34
30	3,65	3,50	3,36	3,22	3,09	2,95	2,81	2,69	2,56	2,44	2,32	2,20	2,09	1,97	1,87	1,77	1,66	1,55	1,45	1,35
31	3,63	3,49	3,34	3,21	3,07	2,94	2,80	2,68	2,55	2,43	2,30	2,19	2,08	1,96	1,86	1,75	1,65	1,54	1,44	1,34
32	3,62	3,48	3,33	3,20	3,06	2,93	2,79	2,67	2,54	2,42	2,29	2,18	2,07	1,95	1,85	1,74	1,64	1,53	1,43	1,33
33	3,59	3,44	3,30	3,17	3,03	2,90	2,76	2,64	2,51	2,39	2,27	2,15	2,04	1,92	1,82	1,71	1,61	1,51	1,40	1,31
34	3,56	3,41	3,27	3,14	3,00	2,87	2,73	2,61	2,49	2,36	2,24	2,13	2,01	1,90	1,79	1,69	1,59	1,48	1,38	1,29
35	3,53	3,38	3,24	3,11	2,97	2,84	2,71	2,58	2,46	2,34	2,21	2,10	1,99	1,87	1,77	1,67	1,56	1,46	1,36	1,26
36	3,50	3,35	3,21	3,08	2,95	2,81	2,68	2,56	2,43	2,31	2,19	2,07	1,96	1,85	1,75	1,64	1,54	1,44	1,33	1,24
37	3,45	3,31	3,17	3,04	2,90	2,77	2,64	2,52	2,39	2,27	2,15	2,04	1,92	1,81	1,71	1,61	1,50	1,40	1,30	1,21
38	3,39	3,25	3,10	2,97	2,84	2,71	2,58	2,46	2,33	2,21	2,09	1,98	1,87	1,76	1,66	1,55	1,45	1,35	1,25	1,16
39	3,33	3,19	3,05	2,92	2,79	2,65	2,52	2,40	2,28	2,16	2,04	1,93	1,82	1,71	1,61	1,51	1,41	1,31	1,20	1,11
40	3,25	3,11	2,97	2,84	2,71	2,58	2,45	2,33	2,21	2,09	1,97	1,86	1,75	1,64	1,55	1,44	1,35	1,25	1,15	1,06
41	3,18	3,04	2,90	2,77	2,64	2,51	2,38	2,27	2,15	2,03	1,91	1,80	1,69	1,58	1,49	1,39	1,29	1,19	1,09	1,00
42	3,11	2,97	2,83	2,71	2,58	2,45	2,32	2,20	2,09	1,97	1,85	1,74	1,64	1,53	1,43	1,33	1,23	1,14	1,04	0,95
43	3,03	2,89	2,75	2,63	2,50	2,37	2,24	2,13	2,01	1,90	1,78	1,67	1,56	1,46	1,36	1,26	1,17	1,07	0,97	0,89
44	2,93	2,79	2,66	2,53	2,41	2,28	2,16	2,04	1,93	1,81	1,70	1,59	1,48	1,38	1,28	1,19	1,09	1,00	0,90	0,82
45	2,85	2,72	2,58	2,46	2,34	2,21	2,09	1,97	1,86	1,74	1,63	1,52	1,42	1,32	1,22	1,13	1,03	0,94	0,84	0,76
46	2,76	2,63	2,50	2,37	2,25	2,13	2,00	1,89	1,78	1,67	1,55	1,45	1,35	1,24	1,15	1,05	0,96	0,87	0,78	0,69
47	2,68	2,55	2,42	2,29	2,17	2,05	1,93	1,81	1,70	1,59	1,48	1,38	1,27	1,17	1,08	0,99	0,90	0,80	0,71	0,63
48	2,60	2,47	2,34	2,21	2,09	1,97	1,85	1,74	1,63	1,52	1,41	1,31	1,21	1,10	1,01	0,92	0,83	0,74	0,65	0,57
49	2,51	2,37	2,25	2,13	2,01	1,89	1,77	1,66	1,55	1,44	1,33	1,23	1,13	1,03	0,94	0,85	0,76	0,67	0,58	0,50
50	2,42	2,29	2,16	2,04	1,92	1,80	1,68	1,57	1,47	1,36	1,25	1,15	1,05	0,95	0,86	0,78	0,69	0,60	0,51	0,43
51	2,31	2,19	2,06	1,94	1,83	1,71	1,59	1,48	1,38	1,27	1,16	1,06	0,97	0,87	0,78	0,69	0,61	0,52	0,43	0,36
52	2,22	2,09	1,97	1,85	1,73	1,62	1,50	1,40	1,29	1,18	1,08	0,98	0,89	0,79	0,70	0,62	0,53	0,45	0,36	0,28
53	2,12	2,00	1,87	1,76	1,65	1,53	1,41	1,31	1,21	1,10	1,00	0,90	0,81	0,71	0,63	0,54	0,46	0,37	0,29	0,21
54	2,03	1,91	1,79	1,67	1,56	1,45	1,33	1,23	1,13	1,02	0,92	0,83	0,73	0,64	0,56	0,47	0,39	0,31	0,22	0,15
55	1,93	1,81	1,69	1,58	1,47	1,35	1,24	1,14	1,04	0,93	0,83	0,74	0,65	0,55	0,47	0,39	0,31	0,23	0,14	0,07
56	1,84	1,72	1,60	1,48	1,37	1,26	1,15	1,05	0,95	0,85	0,75	0,66	0,57	0,47	0,39	0,31	0,23	0,15	0,07	
57	1,74	1,62	1,50	1,39	1,29	1,18	1,07	0,97	0,87	0,77	0,67	0,58	0,49	0,40	0,32	0,24	0,16	0,08		
58	1,64	1,52	1,40	1,30	1,19	1,08	0,97	0,87	0,77	0,68	0,58	0,49	0,40	0,31	0,23	0,16	0,08			
59	1,54	1,42	1,31	1,20	1,09	0,99	0,88	0,78	0,68	0,59	0,49	0,40	0,32	0,23	0,15	0,08				
60	1,45	1,33	1,21	1,11	1,00	0,90	0,79	0,70	0,60	0,50	0,41	0,32	0,24	0,15	0,08					
61	1,35	1,24	1,12	1,02	0,91	0,81	0,70	0,61	0,52	0,42	0,33	0,24	0,16	0,07						
62	1,26	1,15	1,04	0,93	0,83	0,73	0,62	0,53	0,44	0,34	0,25	0,17	0,08							
63	1,16	1,05	0,94	0,84	0,74	0,63	0,53	0,44	0,35	0,26	0,16	0,08								
64	1,07	0,96	0,85	0,75	0,65	0,54	0,44	0,35	0,26	0,17	0,08									
65	0,97	0,86	0,75	0,66	0,56	0,46	0,36	0,27	0,18	0,09										
66	0,87	0,76	0,66	0,56	0,46	0,36	0,26	0,18	0,09											
67	0,77	0,67	0,56	0,46	0,37	0,27	0,17	0,08												
68	0,68	0,57	0,47	0,37	0,28	0,18	0,08													
69	0,59	0,48	0,38	0,28	0,19	0,09														
70	0,48	0,38	0,28	0,19	0,09															
71	0,39	0,28	0,18	0,09																
72	0,29	0,19	0,09																	
73	0,20	0,10																		
74	0,10																			

Tafel XII. (Schluß.)

Mischung	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
26	1,19	1,10	1,01	0,93	0,85	0,76	0,69	0,61	0,55	0,49	0,42	0,37	0,31	0,25	0,21	0,16	0,12	0,09	0,05	0,03
27	1,21	1,13	1,05	0,96	0,88	0,79	0,72	0,64	0,58	0,52	0,45	0,40	0,33	0,28	0,23	0,19	0,14	0,11	0,07	0,05
28	1,24	1,14	1,06	0,97	0,89	0,80	0,73	0,65	0,59	0,52	0,46	0,40	0,34	0,28	0,24	0,20	0,15	0,12	0,08	0,06
29	1,25	1,15	1,07	0,98	0,90	0,81	0,74	0,66	0,60	0,53	0,47	0,41	0,35	0,29	0,25	0,20	0,16	0,12	0,09	0,06
30	1,26	1,16	1,08	0,90	0,91	0,82	0,75	0,67	0,61	0,54	0,48	0,42	0,36	0,30	0,26	0,21	0,17	0,13	0,10	0,07
31	1,25	1,15	1,07	0,98	0,90	0,81	0,74	0,66	0,60	0,53	0,47	0,41	0,35	0,29	0,25	0,20	0,16	0,12	0,09	0,06
32	1,24	1,14	1,06	0,97	0,89	0,80	0,73	0,65	0,59	0,53	0,46	0,41	0,34	0,29	0,24	0,20	0,15	0,12	0,08	0,06
33	1,21	1,12	1,04	0,95	0,87	0,78	0,71	0,63	0,57	0,51	0,44	0,39	0,32	0,27	0,22	0,18	0,13	0,10	0,07	0,04
34	1,19	1,10	1,01	0,93	0,85	0,76	0,69	0,61	0,55	0,49	0,42	0,37	0,31	0,25	0,21	0,16	0,12	0,09	0,05	0,03
35	1,17	1,07	0,99	0,91	0,83	0,74	0,67	0,59	0,53	0,47	0,40	0,35	0,29	0,23	0,19	0,15	0,10	0,07	0,04	0,01
36	1,15	1,05	0,97	0,89	0,81	0,72	0,65	0,58	0,51	0,45	0,39	0,33	0,27	0,22	0,17	0,13	0,09	0,06	0,02	
37	1,11	1,02	0,94	0,86	0,77	0,69	0,62	0,55	0,48	0,42	0,36	0,31	0,25	0,19	0,15	0,11	0,06	0,03		
38	1,07	0,97	0,89	0,81	0,73	0,65	0,58	0,51	0,44	0,38	0,32	0,27	0,21	0,16	0,11	0,07	0,03			
39	1,02	0,93	0,85	0,77	0,69	0,61	0,54	0,47	0,41	0,35	0,29	0,23	0,17	0,12	0,08	0,04				
40	0,97	0,88	0,80	0,72	0,64	0,56	0,49	0,42	0,36	0,30	0,24	0,19	0,13	0,08	0,04					
41	0,91	0,82	0,75	0,67	0,59	0,51	0,44	0,37	0,31	0,25	0,19	0,15	0,09	0,04						
42	0,86	0,77	0,70	0,62	0,54	0,46	0,39	0,33	0,27	0,21	0,15	0,11	0,05							
43	0,80	0,71	0,64	0,56	0,48	0,41	0,34	0,27	0,22	0,16	0,10	0,06								
44	0,73	0,64	0,57	0,49	0,42	0,34	0,28	0,21	0,16	0,10	0,05									
45	0,67	0,59	0,52	0,44	0,37	0,29	0,23	0,16	0,11	0,05										
46	0,61	0,52	0,45	0,38	0,31	0,23	0,17	0,11	0,05											
47	0,55	0,46	0,39	0,32	0,25	0,18	0,11	0,05												
48	0,49	0,41	0,34	0,26	0,19	0,12	0,06													
49	0,42	0,34	0,27	0,20	0,13	0,06														
50	0,35	0,27	0,21	0,14	0,07															
51	0,28	0,20	0,13	0,07																
52	0,21	0,13	0,07																	
53	0,14	0,06																		
54	0,07																			

Tafel XIII.

Reduction von Kilogrammen Spiritus auf Liter Spiritus nach ihrer wahren Stärke bei 12¹/₉°R.
Nach Berechnungen von Fischen.

Volum- procente	1 Kilogramm = Liter						
1	1,003681	26	1,033384	51	1,074951	76	1,145736
2	1,005191	27	1,034451	52	1,077261	77	1,149284
3	1,006605	28	1,035627	53	1,079582	78	1,152853
4	1,008022	29	1,036819	54	1,081913	79	1,156445
5	1,009444	30	1,037986	55	1,084371	80	1,160060
6	1,010767	31	1,039278	56	1,086841	81	1,163882
7	1,012095	32	1,040573	57	1,089322	82	1,167629
8	1,013322	33	1,041980	58	1,091933	83	1,171450
9	1,014554	34	1,043390	59	1,094557	84	1,175435
10	1,015787	35	1,044804	60	1,097193	85	1,179585
11	1,017024	36	1,046222	61	1,099842	86	1,183765
12	1,018161	37	1,047753	62	1,102504	87	1,187975
13	1,019300	38	1,049399	63	1,105301	88	1,192357
14	1,020442	39	1,051050	64	1,108111	89	1,196914
15	1,021482	40	1,052817	65	1,110937	90	1,201794
16	1,022628	41	1,054589	66	1,113902	91	1,206569
17	1,023673	42	1,056368	67	1,116879	92	1,211528
18	1,024720	43	1,058264	68	1,119875	93	1,216676
19	1,025768	44	1,060279	69	1,122886	94	1,222017
20	1,026820	45	1,062190	70	1,126040	95	1,227555
21	1,027873	46	1,064220	71	1,129212	96	1,233447
22	1,028928	47	1,066256	72	1,132402	97	1,239703
23	1,030091	48	1,068304	73	1,135610	98	1,246332
24	1,031151	49	1,070472	74	1,138963	99	1,253503
25	1,032213	50	1,072649	75	1,142341	100	1,261233

Bestimmung des Alkoholgehaltes bei Gegenwart anderer Körper. Zur Bestimmung des Alkoholgehaltes in solchen Flüssigkeiten, die außer Wasser und Alkohol noch andere Substanzen enthalten, wie gegohrene Maischen, Hefengut, Bier, Liqueur, Wein, lassen sich verschiedene Methoden verwenden.

a) Bestimmung der Attenuation. In schwachen alkoholischen Flüssigkeiten, deren spezifisches Gewicht durch die Anwesenheit fremder Substanzen höher als das des Wassers ist, bestimmt man den Alkoholgehalt am leichtesten mittelst des Saccharometers, indem man aus der scheinbaren und der wirklichen Attenuation die Differenz zieht und nach dieser den Alkoholgehalt nachweist, wie oben bei der Attenuationslehre S. 346 beschrieben ist.

b) Directe Bestimmung durch Destillation. Diese Methode hat gegenüber allen anderen den Vorzug, daß dabei der Alkohol als solcher, nur mit Wasser verdünnt, abgetrennt wird. Kann man dabei auch nicht den Alkohol direct zur Wägung bringen, so läßt sich doch der Alkoholgehalt von wässrig-alkoholischen Flüssigkeiten durch Ermittlung des spezifischen Gewichtes und Benutzung der Tabellen mit größter Sicherheit ableiten. Man hat bei den Bestimmungen nur Sorge dafür zu tragen, daß nicht fremde, das spezifische Gewicht beeinflussende Körper, wie flüchtige Säuren, in das Destillat gelangen. Um letztere unschädlich zu machen, versetzt man die zu untersuchende Flüssigkeit vor der Destillation mit einem Alkali bis zur deutlich alkalischen Reaction. Zur Ausführung der Bestimmung mißt oder wägt man ein bestimmtes Quantum der Flüssigkeit und bringt es in einen Kolben, der mit einem Kühlapparate und einer Vorlage so verbunden ist, daß während der Destillation keine Dämpfe entweichen können. Nach Zusatz von Alkali erhitzt man zum Kochen und unterhält dieses, bis man sicher ist, daß aller Alkohol abdestillirt ist. Bei der Untersuchung aller Flüssigkeiten, deren Alkoholgehalt 16 Proc. nicht übersteigt, also z. B. Weine mit Ausnahme der sehr starken spanischen *rc.*, genügt es, wenn man die Hälfte des Volums der Flüssigkeit überdestillirt, bei höherem Alkoholgehalte muß man die Destillation weiter treiben. Hat man den Alkoholgehalt z. B. in Liqueuren, also in Flüssigkeiten von hohem Alkoholgehalte, die außerdem eine große Menge Zucker enthalten, zu prüfen, so thut man am besten, dieselben vor der Destillation mit Wasser in bestimmten Verhältniß zu verdünnen, indem man z. B. 1 Th. der Flüssigkeit abwägt und genau 2 Th. Wasser hinzusetzt. Durch die Verdünnung erreicht man den Vortheil, daß man nicht so weit zu destilliren braucht und doch sicher ist, allen Alkohol in der Vorlage zu haben, und außerdem, daß man nicht zu befürchten braucht, durch Ueberhitzung des Zuckers bei der Beendigung der Destillation Zersetzungsproducte des Zuckers im Destillate zu haben, wodurch dieses verunreinigt werden und ein höheres spezifisches Gewicht zeigen würde, als ihm zukäme.

Da man unter keinen Umständen die Gesamtmenge der angewandten Flüssigkeit in der Vorlage bekommt, sondern nur einen gewissen Theil derselben, so muß man das Verhältniß des Destillates zu der angewandten

Flüssigkeit zunächst feststellen. Es kann geschehen, indem man das Destillat in das Gefäß zurückgießt, in welchem man die Flüssigkeit vor der Destillation abgewogen hat, und durch Zusatz von Wasser das ursprüngliche Gewicht wieder herstellt, wobei man einen Theil des zur Verdünnung erforderlichen Wassers zum Ausspülen der Vorlage benutzt; oder indem man das Destillat in das Maßgefäß zurückbringt und darin wieder bis zu dem Punkte, welchen die Flüssigkeit vor der Destillation einnahm, auffüllt. In diesem Falle giebt das Alkoholometer, unter Berücksichtigung der Temperatur und Reduction auf wahre Stärke, direct den Alkoholgehalt der zu untersuchenden Flüssigkeit.

Bei sehr verdünnten alkoholischen Flüssigkeiten benutzt man zugleich die Destillation als eine Rectification, um den Alkoholgehalt im Destillate zu concentriren. Man wendet dann am besten eine genau gewogene Vorlage an, deren Gewicht man nach beendigter Destillation von dem Gewichte des mit der Vorlage gewogenen Destillates abzieht. Bestimmt man dann mittelst des Alkoholometers die wahre Stärke des Destillates, so findet man durch einfache Rechnung den Alkoholgehalt der ursprünglichen Flüssigkeit.

Die ursprüngliche Flüssigkeit habe a g, das Destillat b g gewogen, letzteres habe 15 Volumprocente Alkoholgehalt, so ist

$$b : a = 15 : x \text{ oder } \frac{15 \cdot a}{b}.$$

Will man den Alkoholgehalt in Gewichtsprocenten wissen, so reducirt man die gefundenen Volumprocente nach Tafel VII. auf Gewichtsprocente.

Häufig wird man nicht in der Lage sein, so große Quantitäten von Destillat gewinnen zu können, wie zur alkoholometrischen Untersuchung erforderlich sind, oder würde unverhältnißmäßig viel Zeit auf die Destillation zu verwenden haben. Man nimmt dann in dem gewogenen Destillate eine Bestimmung des spezifischen Gewichtes vor und reducirt dieses nach der Tabelle von Fehner auf Gewichts- oder Volumprocente an Alkohol. Bei sehr alkoholarmen Substanzen kann man durch Einschaltung eines Dephlegmators ein concentrirteres Destillat sich erzeugen, nur muß dann mit der Vorsicht verfahren werden, daß man die Destillation nicht eher unterbricht, bis man ganz sicher ist, allen Alkohol in der Vorlage zu haben. Als ein Beispiel für eine solche Bestimmung möge folgende Bestimmung gelten. 500 ccm Wein wurden destillirt. Nachdem man annehmen konnte, daß der größte Theil des Alkohols übergegangen sei, wurde die Vorlage gewechselt und die Destillation weiter fortgesetzt. Das Gewicht des ersten Destillates betrug 215,35 g, sein spezifisches Gewicht war 0,9735. Das Gewicht des zweiten Destillates war 42,12 g, sein spezifisches Gewicht war 0,9993. Die diesen spezifischen Gewichten zukommenden Alkoholgehalte sind, nach Fehner's Tabelle, für das erste 18,46 und für das letzte 0,37 Gewichtsprocente. Wir haben daher im ersten Destillate:

$$\frac{18,46 \times 215,35}{100} = 39,754 \text{ g Alkohol,}$$

im zweiten Destillate:

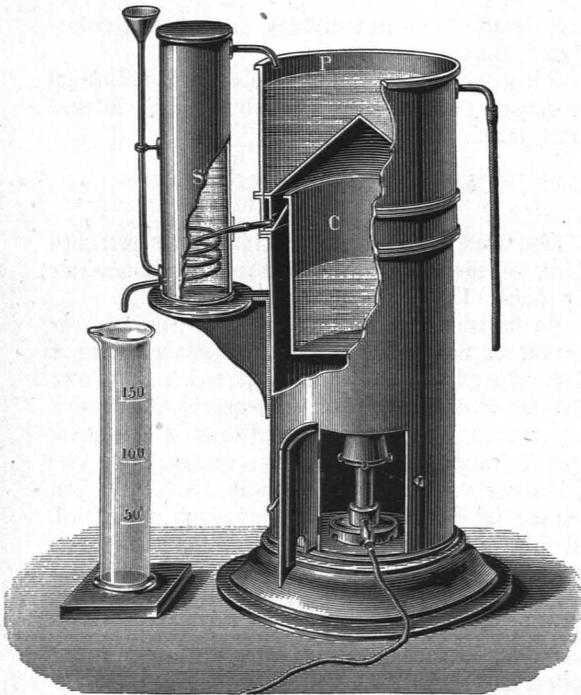
$$\frac{0,37 \times 42,12}{100} = 0,156 \text{ g Alkohol,}$$

$$\text{In 500 ccm Wein} = 39,910 \text{ g Alkohol,}$$

oder in 100 ccm Wein 7,98 g Alkohol.

Für technische Bestimmungen hat Gay Lussac einen Apparat construirt, welcher meist nach dem Verfertiger als Alembic Salleron bezeichnet wird. Derselbe ist nach einer Modification von Pontier in Fig. 127 dargestellt. Derselbe besteht aus einem Blechkessel *C*, der mit einer Rinne umgeben und mit einem conischen, in dem Wasserbehälter *P* befindlichen Dache überdeckt ist. In den Kessel kommen 150 ccm der zu untersuchenden Flüssig-

Fig. 127.



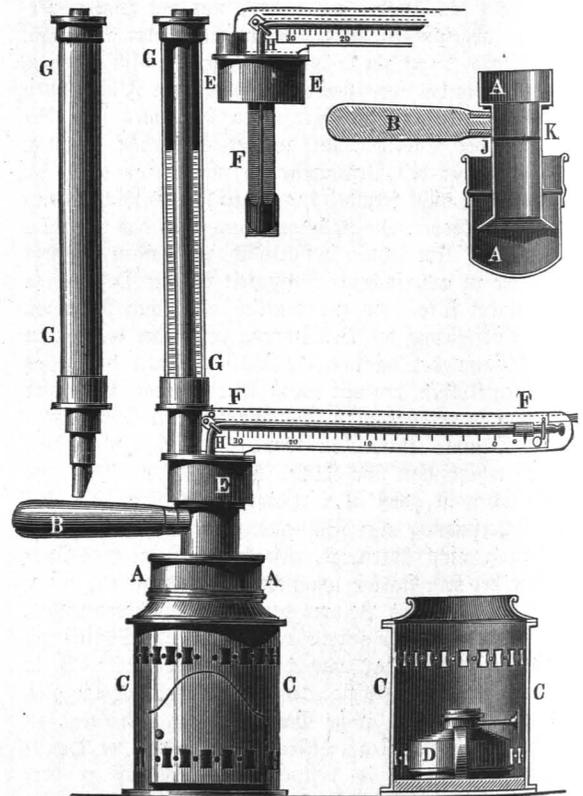
in dem Dampfe eines Gemisches von Wasser und Alkohol befindet, wird daher einen bestimmten Stand annehmen, der von der Größe des Alkoholgehaltes bedingt ist. Sorgt man dafür, daß während der Bestimmung der verdampfte Alkohol dem Gefäße, in welchem das Sieden bewirkt wird, durch einen Rückflusfühler stets wieder zugeführt wird, so wird auch die Temperatur des Dampfes unveränderlich bleiben.

Das älteste Ebullioskop ist bereits im Jahre 1833 von Brossard-Bidal¹⁾ construirt, dasselbe fand aber

keit. Nach Zusatz der erforderlichen Menge von Alkali wird die Destillation vorgenommen. Die Dämpfe werden an dem gekühlten Dache des Kessels verdichtet und in dem kleinen Schlangenrohre *S* gekühlt. Das Destillat fließt in den graduirten Cylindern. Man setzt die Destillation fort, bis annähernd 100 ccm Flüssigkeit übergegangen sind und fügt dann so viel Wasser zu, bis die Marke von 150 ccm erreicht ist und durchmischt das Ganze. Mittels eines kleinen Alkoholometers kann dann im Destillate der Gehalt der untersuchten Flüssigkeit direct bestimmt werden.

c) Bestimmung mittelst des Ebullioskops. Das Princip des Ebullioskops beruht auf der Thatsache, daß Mischungen von Alkohol und Wasser, so lange ihre Zusammensetzung unverändert bleibt, einen constanten Siedepunkt haben. Ein Thermometer, dessen Kugel sich

Fig. 128.



trotz verschiedener daran angebrachter Verbesserungen keine Aufnahme, bis es der Schwester Brossard-Bidal's¹⁾ gelang, ihm die in Fig. 128 dargestellte Form zu geben und es damit brauchbar zu machen.

CC ist ein kleiner blecherner Ofen mit Spirituslampe *D*, in welchen ein kupfernes Kesselfchen *A* mit hölzernem Handgriffe *B* gesetzt wird. Dieses Kesselfchen wird bis *JK* mit derjenigen Flüssigkeit gefüllt, deren Siedepunkt zu bestimmen ist. Das Kesselfchen wird durch einen Blechdeckel *EE* geschlossen. An dem Deckel

¹⁾ Polyt. Journ. 98, 376.

¹⁾ Polyt. Journ. 171, 146.

ist eine Metallscheibe, welche das Quecksilbergefäß des Thermometers schützend umgiebt, und das Thermometer *F* nebst Messingplatte, woran die Thermometeröhre festliegt, befestigt. Das cylindrische Thermometer geht fast bis auf den Boden des Kessels, seine Röhre (mit einem verschiebbaren Zeiger versehen) ist oberhalb des Deckels horizontal umgebogen. An der Messingplatte befindet sich ein verschiebbares Lineal, auf welchem der Weingeistgehalt verzeichnet ist, welcher den Siedepunkten der verschiedenen, direct dargestellten Mischungen von Weingeist und Wasser entspricht. Die Thermometerscala ist auf dem beweglichen Lineal aufgezeichnet. Dann hat der Deckel noch einen Tubulus zum Einsetzen des Kühlrohres *G*. Dieses besteht aus einem äußeren und inneren Rohre. Letzteres ist unten und oben offen und erlaubt die freie Communication des kochenden Kesselinhaltes mit der äußeren Luft. Das äußere Rohr umgiebt das innere wie einen Mantel, unten dicht abschließend, oben mit einem beweglichen Deckel, durch welchen das innere Rohr hinausragt. In das äußere Rohr wird kaltes Wasser gegossen, um die entweichenden Alkoholdämpfe zu condensiren.

Bei Anwendung des Instrumentes wird zuerst der Kessel *A* mit Wasser bis *JK* gefüllt und nach dem Aufsetzen des Deckels ohne Kühlrohr das Wasser zum Kochen gebracht, und der Nullpunkt der Scala und der Zeiger auf den Punkt gestellt, den das Quecksilber erreicht. Die jedesmalige Feststellung des Nullpunktes schließt den Einfluß der Schwankungen des Barometerstandes aus. Die zu diesem Behufe dienende bewegliche Scala ist zuerst von Conaty¹⁾ bei seinem als Alkoholisches Thermometer bezeichneten Ebullioskop angewandt worden. Hierauf wird, nach Beseitigung des Wassers, der Kessel mit dem Weine in gleicher Weise gefüllt, der Deckel mit dem Kühlrohre aufgesetzt und nun bis zum Kochen erhitzt. Das Resultat wird direct und ohne Correction abgelesen.

Fräulein Vidal prüfte eine 20 Proc. Weingeist enthaltende Flüssigkeit. Das Ebullioskop zeigte zwischen 19,75 und 20 Proc. Mit Kochsalz soweit versetzt, daß sie am Gay-Lussac'schen Alkoholometer 0° zeigte, zeigte sie am Ebullioskop schwach 20 Proc. Ebenso, wenn statt Kochsalz Zucker genommen war. Verschiedene Weine ergaben folgende Resultate:

Nr.	Ebullioskop	Destillationsmethode
1.	7,25 Proc.	7,50 Proc.
2.	8,00 "	7,75 "
3.	15,50 "	15,50 "
4.	18,25 "	18,50 "
5.	11,50 "	11,50 "
6.	11,50 "	11,50 "
7.	7,50 "	7,75 "
8.	25,00 "	25,25 "
9.	11,50 "	11,50 "

Dasselbe Instrument wurde von Jacquelin²⁾ geprüft und selbst dann für richtig befunden, wenn in 200 ccm Weingeist 28 g Weinsäure oder Zucker gelöst worden waren.

Eine weitere Abänderung ist von Malligand³⁾

an dem Vidal'schen Apparate angebracht, die im Wesentlichen darin besteht, daß der Siedekessel nicht direct von der Flamme der Lampe getroffen wird, sondern daß die Wärme mittelst einer erhitzten, in der Flüssigkeit liegenden Röhre übertragen wird, es soll dadurch eine stärkere Circulation der Flüssigkeit herbeigeführt und jede Ungleichheit der Erwärmung in den einzelnen Flüssigkeitsschichten ausgeschlossen werden. Ferner ist eine Einrichtung getroffen, mittelst deren das Thermometer beliebig zum Eintauchen in die Flüssigkeit, oder nur in den über derselben befindlichen Dampfraum, gebracht werden kann.

Das Instrument von Vidal-Malligand wurde gleichzeitig von einer Commission der Pariser Akademie, unter dem Voritze von Thenard¹⁾, und von der Syndikats-Kammer der Pariser Weinhändler mit 14 Sorten der verschiedensten Weine, deren Alkoholgehalt innerhalb der Grenzen von 9 bis 17 Proc. variierte, geprüft. Die Differenzen zwischen diesen beiden Versuchsreihen ergaben in drei Fällen eine Abweichung von 0,1 Proc., in fünf Fällen fand völlige Übereinstimmung statt, in sechs Fällen lagen die Abweichungen innerhalb der Grenzen von 0,3 bis 0,6 Proc.

Die Akademie-Commission leitete aus ihren Untersuchungen folgende Schlüsse ab:

1. Die Extractstoffe üben zum Theil einen den Siedepunkt erhöhenden, zum Theil einen denselben erniedrigenden Einfluß aus. In allen normal vergohrenen Weinen compensiren sich diese Einflüsse aber derart, daß sie das Resultat der Bestimmung trotzdem richtig erscheinen lassen.

2. Unvollständig vergohrene Weine, Süßweine und Liqueure sind vor der Untersuchung mit ihrem gleichen oder doppelten Volume Wasser zu mischen.

3. Unter gewöhnlichen Umständen übersteigt die Fehlergrenze des Apparates nie $\frac{1}{6}$ Proc., meist ist dieselbe nicht größer als $\frac{1}{20}$ Proc.

Auch Griefmayer²⁾ stellte eine Reihe von Untersuchungen mit dem Apparate an und kam zu folgenden Resultaten:

1. Der Apparat leistet in Bezug auf Weine und Liqueure Vorzügliches. Der erste Versuch dauert, wegen der Fixirung des Nullpunktes, etwa eine halbe Stunde, alle späteren eine viertel Stunde.

2. Das Ebullioskop ist in gleicher Weise auch für die Bieranalyse zu verwenden und besonders zu empfehlen. Die im Biere vorkommenden Extractstoffe sind ohne wesentlichen Einfluß auf den Siedepunkt. Das Verfahren ist viel einfacher als die Destillationsmethode und viel exacter als die saccharometrische Bestimmung.

Ein von diesen günstigen Resultaten gänzlich abweichendes Urtheil fällen Salleron und Maumené³⁾; nach denselben ist das Ebullioskop durchaus unzuverlässig, da es durch verschiedene Einflüsse, Essigsäure oder gelöste feste Körper, bald zu hohe, bald zu niedere Angaben macht, sie erkennen demnach nur die Destillationsmethode,

¹⁾ Comptes rendus 80, 1114.

²⁾ Polyt. Journ. 218, 264.

³⁾ Jahresber. f. Agricultur-Chemie 1877, 636; Journal de Pharmacie et de Chimie [4] 24, 33; Annales de Chimie et de Physique [5] 9, 486.

¹⁾ Polyt. Journ. 122, 363.

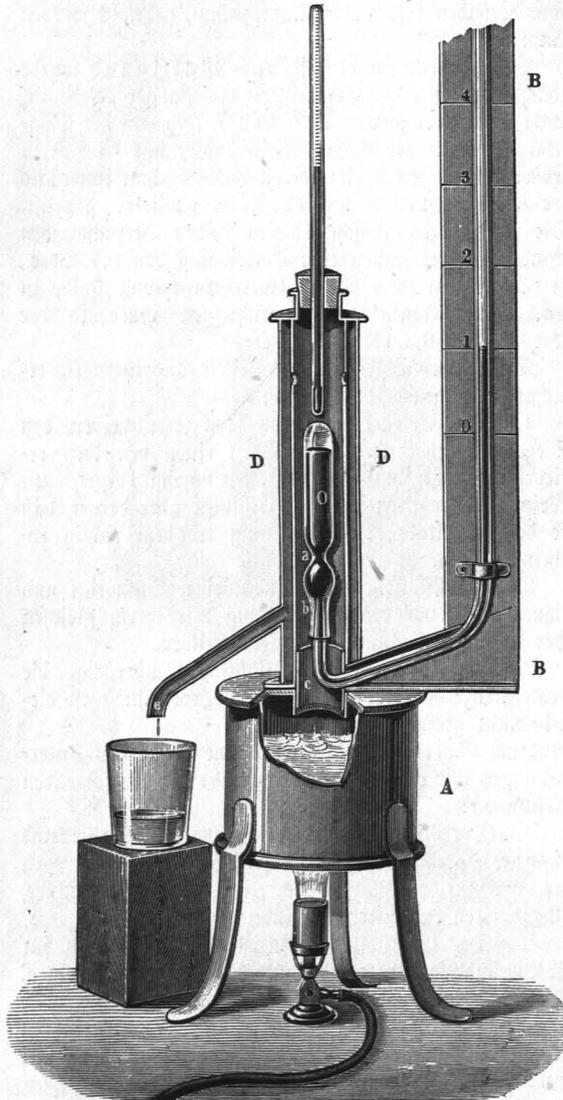
²⁾ Polyt. Journ. 171, 149.

³⁾ Polyt. Journ. 213, 87.

nach vorherigem Zufaze von Natronlauge zum Weine, als zuverlässig an.

d) Bestimmung mittelst des Vaporimeters. Geißler's Vaporimeter ist auf die verschiedene Tension oder Spannkraft von Wasser- und Alkoholdämpfen basirt. Da die Tension des Alkoholdampfes weit größer als die des Wasserdampfes ist, so wird ein

Fig. 129.



Gemisch beider Dämpfe einer um so höheren Quecksilber- säule das Gleichgewicht halten, je größer der Alkohol- gehalt ist. Ist die Tension solcher Gemische durch Ver- suche festgestellt, so läßt sich eine Scala construiren, auf der die jedesmalige Höhe einer Quecksilbersäule unmittel- bar den Procentgehalt an Alkohol angiebt. Das Vapo- rimeter besteht aus dem Fläschchen O (Fig. 129), in welches die lange gebogene Röhre B luftdicht eingeschlossen ist, ferner aus einem Kessel A, in welchem Wasser durch den daruntergestellten Gasbrenner zum Sieden gebracht

werden kann, und dem doppelten Cylinder D, der das Fläschchen umgiebt, durch den die Wasserdämpfe aus A ihren Weg nehmen müssen. Alle Theile des Apparates sind so gearbeitet, daß sie mit Leichtigkeit aus einander ge- nommen werden können, aber dennoch luftdicht schließen, sobald sie in einander gefügt sind. Wenn man sich des Vaporimeters bedienen will, entfernt man zuerst den Cylinder D, nimmt dann das Fläschchen O mit der Röhre B, welche durch eine Messingplatte bei cc auf A befestigt sind, ab und bringt das Fläschchen durch eine einfache Drehung in seine natürliche Lage, so daß die Mündung aufwärts gerichtet ist, darauf zieht man auch die Röhre B heraus. Das Fläschchen ist durch zwei Striche bei a und b in zwei ungleich große Räume ge- theilt. Man füllt die untere Abtheilung zuerst genau bis a mit Quecksilber und gießt dann so viel von der zu prüfenden Flüssigkeit auf das Quecksilber, daß auch der zweite Raum bis b gefüllt wird, dann verschließt man die Flasche durch die Röhre B und befestigt diesen Theil des Apparates wieder auf A. Jetzt befindet sich die Flüssigkeit an dem verschlossenen Ende der Flasche, daher können beim späteren Erhitzen keine Dämpfe entweichen, sie üben dann einen Druck auf das Quecksilber, welches die Communication mit der äußeren Luft absperrt, aus und pressen dieses in die Röhre B, welche an einer metallenen Scala befestigt ist. Die Erhitzung geschieht auf die Weise, daß man den Cylinder D über die Flasche schiebt und dann das Wasser in dem Kessel zum Sieden bringt. Die Wasserdämpfe steigen in dem inneren Cyl- nder in die Höhe, erwärmen den Inhalt des Fläschchens, gehen durch die beiden im oberen Theile angebrachten Löcher in den äußeren Cylinder und entweichen endlich bei e in die Atmosphäre. Sobald das Thermometer, welches in dem Cylinder angebracht ist, 100° C. zeigt, wird der Stand des Quecksilbers in der Röhre B const- ant werden. Man liest darauf den Punkt an der Scala ab und erfährt dadurch sogleich den Gehalt der Flüssig- keit bis zu 0,1 Proc., denn der Raum zwischen dem Nullpunkte der Scala, welcher reinem Wasser entspricht, und dem höchsten Punkte, welcher reinen Alkohol be- zeichnet, ist in 1000 Th. getheilt.

Dieser Apparat läßt sich zur Bestimmung des Alko- holgehaltes in jeder spirituösen Flüssigkeit anwenden; für völlig ausgegohrene Flüssigkeiten, in welchen keine freie Kohlensäure enthalten ist, kann man die Flüssigkeit direct anwenden. Extracte, Zucker, Gummi u. s. w. beeinträchtigen die Resultate nicht. Allein da es wohl selten Wein, Bier oder sonstige gegohrene Flüssigkeiten geben mag, welche keine freie Kohlensäure enthalten, so muß man diesen frisch gebrannten Kalk in seinem Pulver zusetzen. Dieser absorbirt nicht nur die Kohlensäure, sondern schlägt auch noch diejenigen Stoffe nieder, aus welchen sich Gase entbinden könnten, die sonst das Re- sultat ungenau machen würden. Die mit dem gebrann- ten Kalle gemischte Flüssigkeit wird gut umgeschüttelt und filtrirt, oder durch Decantation vom Bodensatz getrennt und erst dann der Prüfung unterworfen.

Die Urtheile über den Werth des Vaporimeters di- vergiren sehr. Mohr¹⁾ spricht sich sehr abfällig über

1) Der Weinbau und die Weinbereitungskunde S. 60.