universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe

Die Zuckerfabrikation - theoretisch und praktisch dargestellt

Muspratt, Sheridan

Braunschweig, 1862

Das Preßverfahren

urn:nbn:at:at-ubi:2-3796

Das hier und da noch übliche Offenlassen des obern Mietenkammes zum Abzug der Dämpfe oder Wärme ist nur beim Einmieten abgewelkter Rüben nöthig. Unmittelbar nach der Ernte eingemietete Rüben können sogleich ohne Nachtheil mit einer fußhohen Lage Erde völlig bedeckt werden, wodurch sie dann gleich gegen das Eindringen von Nässe und Kälte geschützt sind.

Der Ertrag von einem preußischen Morgen Zuckerrüben wechselt zwischen 100 bis 200 Ctnr. und wird auf zum Rübenbau geeignetem Felde zu 150 Ctnr. als Durchschnittsertrag anzunehmen sein, obgleich dieser durch geeignete Behandlung wohl auf's Doppelte zu steigern ist.

Selten befaßt sich der Rübenbauer mit der Erzeugung seines Samenbedarfs, da man den Samenwechsel für nöthig hält. Es ist dies jedoch in den meisten Fällen nur ein Vorurtheil, welches oft großen Schaden bringt, indem man durch geeignete Auswahl und Pflege der Samenrüben einen bessern Samen gewinnt, als im Handel vorkommt. Nur von Zeit zu Zeit wird eine neue Saat oder ein Wechsel, aber nicht für den ganzen Bedarf, zweckmäßig. Bei der Auswahl der Samenträger hat man zunächst den Wuchs der Blätter zu beachten, weil dieser den Charakter der Rübe sicherer bezeichnet, als die mehr oder weniger große Rübe. Diese soll ganz im Boden gewachsen und eine möglichst kleine Blattkrone zeigen, dabei keine starken Nebenwurzeln getrieben haben. Die Auswahl der Samenträger nach dem spezifischen Gewicht ihres Saftes, wie sie in neuerer Zeit empfohlen wird, ist eine unzuverlässige, weil dabei die Größe und Cultur der Rübe, die Art des Bodens, der Reifegrad und der Feuchtigkeitszustand einen großen Einfluß zeigen. Der Charakter des Blattansatzes und Wuchses ist, wie gesagt, das Entscheidendste und dies findet jetzt auch immer allgemeinere Anerkennung.

Verarbeitung der Rübe. Die Rübe bildet ein Aggregat von Zellen, welche den Saft, worin der Zucker gelöst ist, einschließen. Um den Zucker zu gewinnen, müssen die Zellen zerstört und ausgepreßt werden, oder sie müssen in geeigneter Weise längere Zeit mit Wasser in Berührung kommen, um ausgelaugt zu werden. Je nachdem man zur Gewinnung des Saftes einen mechanischen Druck, eine Pressung, oder eine Verdrängung durch Auslaugen, oder eine Vereinigung dieser beiden Trennungsarten anwendet, unterscheidet man verschiedene Fabrikationsmethoden.

In den meisten Fällen findet gegenwärtig eine Vereinigung dieser Saftgewinnungsarten Statt und man bezeichnet, je nachdem das eine oder andere Mittel vorzugsweise angewandt wird, die Gewinnung als das Preß- oder als das Macerations-Verfahren; eine Vereinigung beider Gewinnungsarten findet bei der Anwendung der Centrifugalmaschine Statt. Das Preßverfahren, als das ältere, ist noch heute das verbreitetste. Die Beseitigung seiner Mängel, die zur Anwendung der Maceration führte, ist durch die Benutzung der bei der Maceration gemachten Beobachtungen, wenn auch nicht ganz, doch nahezu erreicht, wie denn auch andererseits wesentliche Mängel der Maceration durch Benutzung eines mechanischen Drucks beseitigt wurden, so daß gegenwärtig die mehr oder weniger geeignete Vereinigung der beiden Gewinnungsarten des Saftes über die Zweckmäßigkeit des angewandten Verfahrens entscheidet.

Sobald bei der Wahl der Methode auch die Verhältnisse, unter welchen die Fabrik zu betreiben ist, in hinreichende Erwägung gezogen sind, wird der Erfolg wohl lediglich von der rationellen und umsichtigen Betriebsweise abhängen.

Wir werden uns zunächst mit der Gewinnung und weitern Verarbeitung des Saftes nach der sogenannten Reib- und Preßmethode beschäftigen und die Eigenthümlichkeit der verschiedenen anderen Methoden folgen lassen; die weitere Verarbeitung des Saftes bleibt sich bei allen so ziemlich gleich.

Das Preßverfahren. 1) Das Waschen und Putzen der Rüben. Bevor die Rüben zur Verarbeitung kommen, müssen sie von allem Schmutz und schädlichen oder nutzlosen Theilen befreit werden, was in der Regel zunächst durch's Waschen geschieht, wonach dann die Entfernung von fauligen Stellen, so wie holziger, weniger zuckerreicher Theile, der Blattkrone, des Kopfes, leichter vorzunehmen ist.

Zum Waschen dienen am zweckmäßigsten sogenannte Doppelwäschen, wovon Fig. 2 einen Längendurchschnitt und Fig. 3 eine Ansicht von oben zeigt. Ein größerer Wasserbehälter wird hierzu durch eine Scheidewand a in A und B getheilt. Auf einer gemeinschaftlichen Axe sind die beiden Cylinder oder Trommeln C und D befestigt, die auf ein Drittel ihres Durchmessers in das Wasser tauchen. Sie werden entweder aus schmalen Eisenschienen, einfacher aber aus durchlöchertem Eisenblech hergestellt. Die Entfernung der Schienen beträgt etwa $^3/_4$ Zoll und ebenso viel die Größe der Oeffnung bei der Anfertigung von Eisenblech. Um bei der innern glatten Fläche solcher Blechcylinder ein besseres Abreiben des Schmutzes zu bewirken, bringt man der Länge nach in dem Cylinder ein paar Leisten an, wodurch die Rüben etwas aus dem Wasser gehoben und beim Wiederhinuntergleiten sich mehr aneinander reiben. Diesen Zweck erreicht man jedoch besser durch das Anbringen mehrerer nach innen stehender Zapfen, die bei der Drehung des Cylinders die Rüben in Bewegung bringen, ohne dabei die schwächeren Wurzeln in solcher Zahl abzubrechen, wie dies beim Zurückfallen der von den Leisten gehobenen Rüben der Fall ist. Die Trommeln erhalten bei einem Durchmesser von 3 bis 4 Fuß je nach der Zähigkeit des Bodens, auf welchem die Rüben vorzugsweise gebaut sind, bei einfachen Wäschen eine Länge von 8 bis 12 Fuß, bei Doppelwäschen, wie hier angenommen, höchstens 8 Fuß für jeden Cylinder. Der Wasserbehälter ist etwa 2 Fuß breiter als der Durchmesser des Cylinders, um ein Verspritzen des Wassers zu verhüten. Zur Reinigung der Behälter dienen unten seitwärts größere Oeffnungen b und b', die nach Art der Dampfkesselöffnungen mit einer Bügelverschraubung leicht zu öffnen oder dicht zu schließen sind. Die Rüben werden durch den Rumpf oder Trichter E zunächst in den Cylinder C gebracht und bei der Drehung der Wäsche durch eine Schöpfvorrichtung bei c aus C in den Cylinder D gefördert, aus welchem sie dann am andern Ende durch eine eben solche Vorrichtung bei F

(Fig. 3) meist auf einen Lattenrost fallen, von wo sie zum Ausschneiden kommen.

Die Cylinder erhalten ihre Bewegung entweder durch eine Riemenscheibe auf der verlängerten Are, wie dies

Fig. 2.

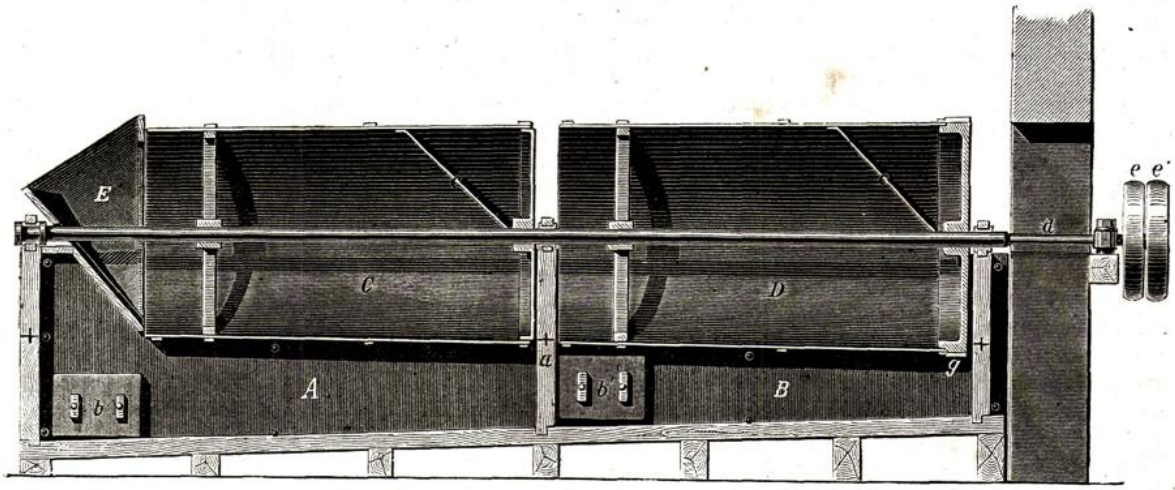
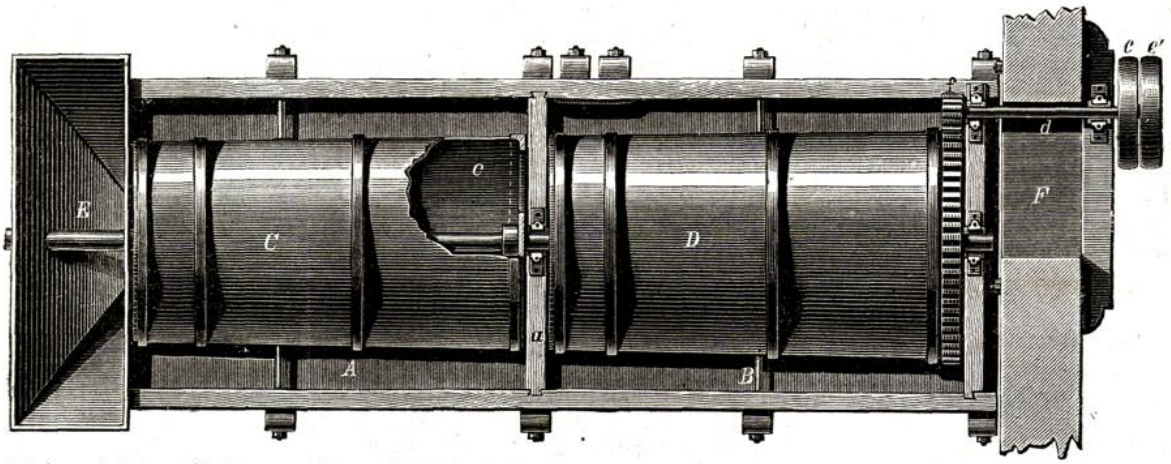


Fig. 3.



bei den einfachen Waschtrommeln meist der Fall ist; bei Doppelwäschen aber, wie hier in Fig. 3 angegeben, durch eine Uebersetzung, wozu auf der seitwärts angebrachten Are *d* eine Trieb- und Leerscheibe *e* und *e'*, am andern Ende aber ein kleines Stirnrad *f* sich befindet, welches in den Zahnkranz *g* greift.

Die Leistungsfähigkeit der Waschmaschinen wird durch das Quantum Rüben, welches zweckmäßig hineinzubringen ist, und durch die Zahl der Umdrehungen bedingt. Bei einem Durchmesser von 3½ bis 4 Fuß und bei 15 Umdrehungen in der Minute können 1000 bis 1200 Ctnr. mit einer Maschine gereinigt werden. Bei Doppelwäschen läßt sich die Leistungsfähigkeit auf 1500 Ctnr. steigern. Um durch das nöthige öftere Reinigen keine Störung zu erleiden, ist es zweckmäßig, über zwei Wäschen verfügen zu können. Eine häufige Reinigung oder Erneuerung des Wassers wird aber bei der Verarbeitung bereits schadhaft gewordener Rüben nöthig, namentlich wenn die Rüben durch Frost gelitten haben, in welchem Falle das Wasser bald schleimig wird und bald eine sehr nachtheilige Verunreinigung in den Saft kommt. Um dies für alle Fälle zu vermeiden, ist es ganz zweckmäßig, über dem Lattenroste, auf welchem die Rüben aus der Waschmaschine fortgleiten, eine Vorrichtung anzubringen, die es möglich macht, die Rüben hier nochmals mit frischem Wasser abzuspülen. Unachtsamkeit auf's Waschen bringt oft großen Schaden, da sich hier Fermentstoffe bilden, die den nachtheiligsten Einfluß auf die Qualität und Quantität des Zuckers verursachen. Um bei Frostwetter das Wasser in der Wäsche erwärmen zu können, trifft man meist ein Dampfzuleitungsrohr; dieses soll aber eine solche Einrichtung haben, daß es nur von dem Aufseher geöffnet werden kann, da eine stärkere Erwärmung des Wassers jene Nachtheile schneller herbeiführt. Es ist meist lohnend, die in dem Schmutze aus der Wäsche vorkommenden Wurzelabfälle mittelst einer kleinern Waschtrommel noch zu gewinnen, da diese abgestoßenen Wurzeltheile den reinsten Saft enthalten. Der Abgang durch's Waschen ist zu 6 bis 10 Proc. des Rübengewichts anzunehmen. Der Kraftaufwand zum Waschen beträgt bei einfachen Wäschen etwa 2 Pferde-

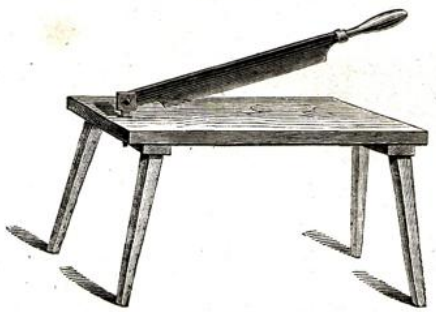
kraft und bei den Doppelwäschen mindestens 3 Pferdekraft für je 1000 Ctnr. Rüben pro Tag.

Aus der Wäsche fallen die Rüben am zweckmäßigsten auf eine drehbare Scheibe, „Carouſſel" genannt, von welcher ſie bequem von einer größern Anzahl Arbeiter zum Putzen oder Ausſchneiden erreicht werden können. Steht die Wäſche im Souterrain und die Reibe im zweiten oder dritten Stockwerk, wie dies meiſt der Fall iſt, ſo werden die gewaſchenen Rüben mittelſt eines Elevators auf die gewünſchte Höhe gefördert. Ein ſolcher Elevator oder Paternoſterwerk kann einfach aus einem breiten getheerten Hanfdraht, auf welchem kleine Blechkaſten befeſtigt ſind, oder dauerhafter aus einer Gliederkette mit Blechkaſten, ganz von Eiſen hergeſtellt werden.

Die gewaſchenen Rüben dürfen nicht in größeren Haufen längere Zeit liegen, da ſie ſich hier leicht erwärmen und dann raſch verderben. Durch die Aufnahme von Feuchtigkeit wird die Lebensthätigkeit rege und dadurch Wärme erzeugt.

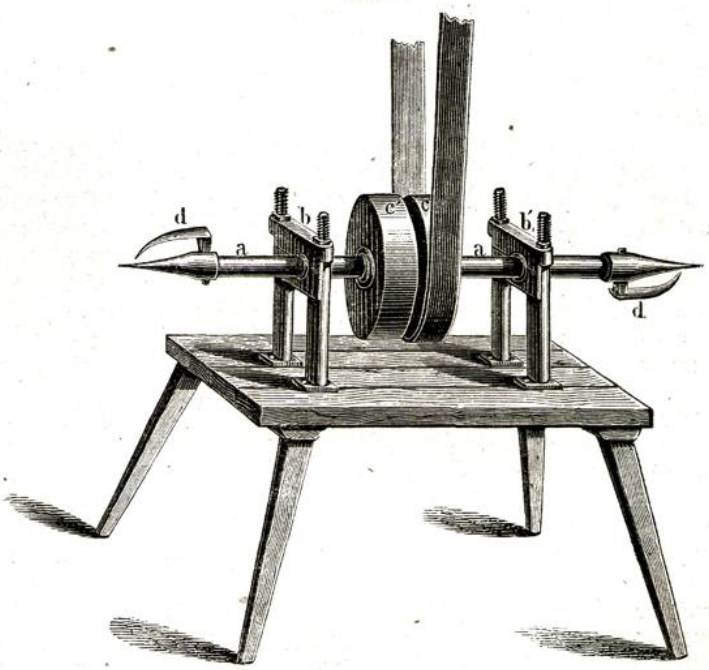
Das Putzen beſteht meiſt nur in der Entfernung der zuckerärmeren, mehr faſerigen Theile am Kopf der Rübe; man bedient ſich dazu eines langen Meſſers, welches auf einem kleinen Schemel von paſſender Höhe an einem Ende befeſtigt und am andern Ende mit einem Handgriffe verſehen iſt, wie Fig. 4 dies zeigt.

Fig. 4.



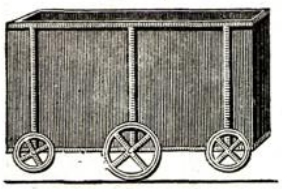
Bei längerer Aufbewahrung der Rüben entſteht in der Regel im obern Theile derſelben eine ſchadhafte Stelle, die ſich meiſt tief nach innen erſtreckt, während die Rübe äußerlich geſund erſcheint, was ein zeitraubendes Ausſchneiden nöthig macht. Man wendet dazu mit Vortheil den in Fig. 5 angegebenen kleinen Bohrapparat an. Auf einer eiſernen Axe a befinden ſich zwiſchen den beiden Pfannenlagern b und b' eine Trieb- und eine Leerſcheibe c und c', wodurch die Axe 150 bis 200 Umdrehungen in der Minute erhält. An den Enden der Axe iſt ein Bohr d anzuſchrauben, der aus einer Spitze mit einem ſeitwärts zu befeſtigenden Meſſer d beſteht, womit alles Schadhafte ſehr raſch aus der nur loſe gegen die Spitze des Bohrs gehaltenen Rübe zu entfernen iſt. Nach einiger Uebung laſſen ſich die Rüben mit dieſer Vorrichtung viel ſorgfältiger und ohne Verluſt an brauchbaren Theilen von jenen ſchädlichen Theilen befreien, als dies durch's Ausſchneiden mit der Hand geſchieht.

Fig. 5.



Bevor die gewaſchenen und geputzten Rüben zum Reiben kommen, müſſen ſie in den meiſten Fällen zur Erhebung der Steuer gewogen werden. Zum Transport auf die Steuerwage dienen kleine, 6 bis 8 Ctnr. faſſende Karren, Fig. 6, mit 6 Rädern, wovon die mittleren bedeutend höher als die äußeren ſind, ſo daß man damit ſelbſt in einem engen Raume leicht ſich drehen oder umwenden kann. Man fertigt die Seitenwände des Behälters von Blech und giebt ihm einen Boden von Eiſenſchienen, ſo daß dieſer einen Roſt bildet, durch welchen das Waſſer völlig abläuft und auch Unreinlichkeiten leicht zu entfernen ſind. Von der Steuerwage kommen die Rüben zur Reibe.

Fig. 6.



2) Das Reiben der Rüben. Daſſelbe bezweckt eine möglichſt vollſtändige Zerſtörung der Zellen, die den Saft einſchließen, nur aus den zerriſſenen Zellen läßt ſich der Saft durch bloßes Auspreſſen gewinnen. Die Rübe enthält zwar nur 4 bis 5 Proc. Faſer und unlösliche Beſtandtheile, erfordert dennoch zu ihrer völligen Zerkleinerung eine nicht unbedeutende Kraft und eine ſorgfältig conſtruirte Maſchine, was dieſe zu einem der wichtigſten Theile der ganzen Fabrikeinrichtung macht.

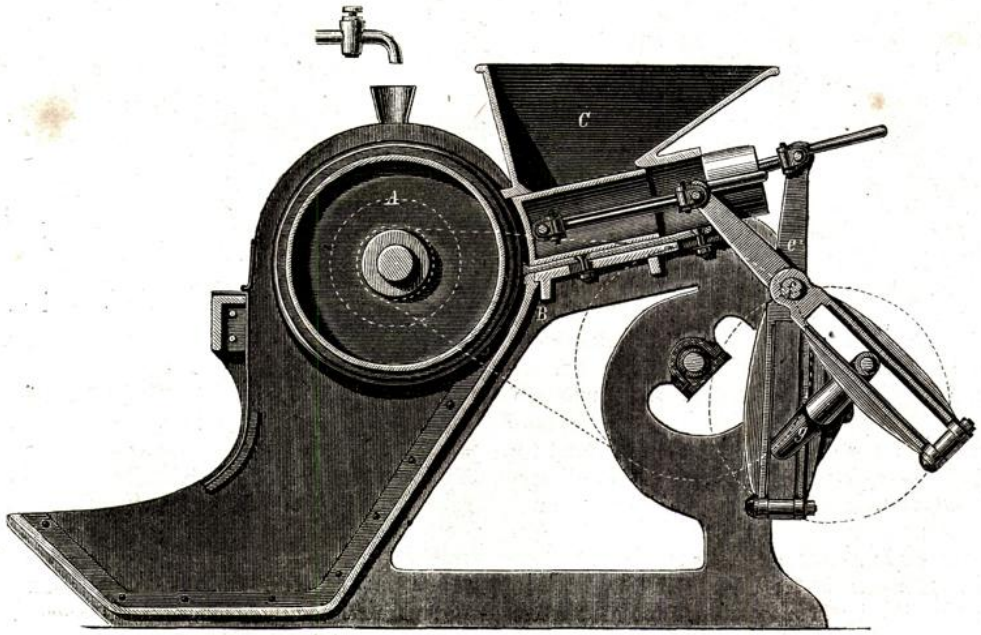
Nach mehrfachen Abänderungen beſtehen die jetzt gebräuchlichen Reibmaſchinen aus einer mit feinen Stahlzähnen beſetzten Walze oder Trommel, die durch eine entſprechende Räder- und Riemenverbindung 1000 bis 1200 Umdrehungen in der Minute erhält. Ihre Axe ruht in Pfannenlagern auf einem feſten, meiſt eiſernen Geſtelle, was auch den Rumpf trägt, durch wel-

chen die Rüben der Walze seitwärts zugeführt werden. Unter dem Gestelle befindet sich ein Behälter zur Aufnahme des Rübenbreies. Die Reibtrommel wird oberhalb mit einem Gehäuse oder einer Haube bedeckt, um das Umherschleudern des Breies zu verhüten. Es ist sehr wichtig, daß sich die Trommel bei ihrer großen Geschwindigkeit ohne alles Schwenken bewegt, damit die Sohle des Rumpfes möglichst nahe gegen den Cylinder zu bringen ist, um das Durchreißen kleinerer Stücke zu vermeiden. Eine so gleichmäßige Drehung läßt sich nur bei einer genauern Ausgleichung ihres Gewichts erreichen und dies erlangt man am leichtesten bei einer hohlen Trommel. Die Besetzung der Trommel mit kleinen Zähnen wird durch aufrecht stehende Sägeblätter oder fein gezahnte Stahlschienen erreicht, die man zwischen 2 bis 3 Linien starke Hölzer bringt, die nur die Zähne hervorragen lassen. Die gezahnten Blätter und Holzleisten erhalten ihre Befestigung an den Enden in Nuten. Dabei giebt man ihnen eine mit der Axe der Trommel nicht ganz parallel laufende Richtung, wodurch die Zähne weniger leicht umgebogen werden und ein feinerer Brei gewonnen wird.

Die Reibtrommel erhält in der Regel bei einem Durchmesser von mindestens 2 Fuß eine Länge oder Breite von 16 bis 18 Zoll, wobei sie ihrer Länge nach auf der Peripherie so getheilt wird, daß sie mit zwei Reihen Blättern zu besetzen ist und die Bahn für jede Reihe 7 bis 8 Zoll Breite nicht überschreitet. Hiernach ist auch der Rumpf getheilt, um die Rüben abwechselnd in der einen und andern Abtheilung und in kleinen Portionen gegen den Reibcylinder vorzuschieben, wodurch ein gleichmäßigerer Widerstand und gleicherer Gang der Maschine erreicht wird; auch kommen die Rüben in den schmalen Abtheilungen mehr ihrer Länge nach zu liegen, in der sie sich besser reiben lassen und einen feinern Brei liefern, als wenn sie ihrer Breite nach vor die Walze kommen.

Die Feinheit des Breies wird durch die Größe und Form der vorstehenden Zähne, durch die Schnelligkeit der Bewegung, wesentlich aber auch durch die Stärke und Gleichmäßigkeit des Druckes, womit die Rüben vorgeschoben werden, bedingt. Am besten wird der Brei, wenn man das Vorschieben der Rüben mit der Hand oder durch ein Gewicht bewerkstelligt, allein ersteres ist im Großen nicht wohl ausführbar und bei der Anwendung eines Gewichts verursacht die ungleiche Füllung des Rumpfes, sowie das Zurückziehen oder Heben und Niederfallen des Gewichts, eine nachtheilige Erschütterung der Maschine. Während das Vorschieben der Rüben in dem Maße erfolgen soll, indem die Rüben ohne stärkern Druck von der Reibmaschine zerrieben werden, soll das Zurückziehen der Vorrichtung zum Vorschieben rasch erfolgen, um der Füllung des Rumpfes oder dem Einfallen der Rüben hinreichend Zeit zu lassen. Von alle den verschiedenen Einrichtungen, die zu diesem Zwecke bereits in Anwendung kamen, kann die in den Fig. 7 und 8 im Durchschnitt und Grundriß angegebene als die zweckmäßigste bezeichnet werden.

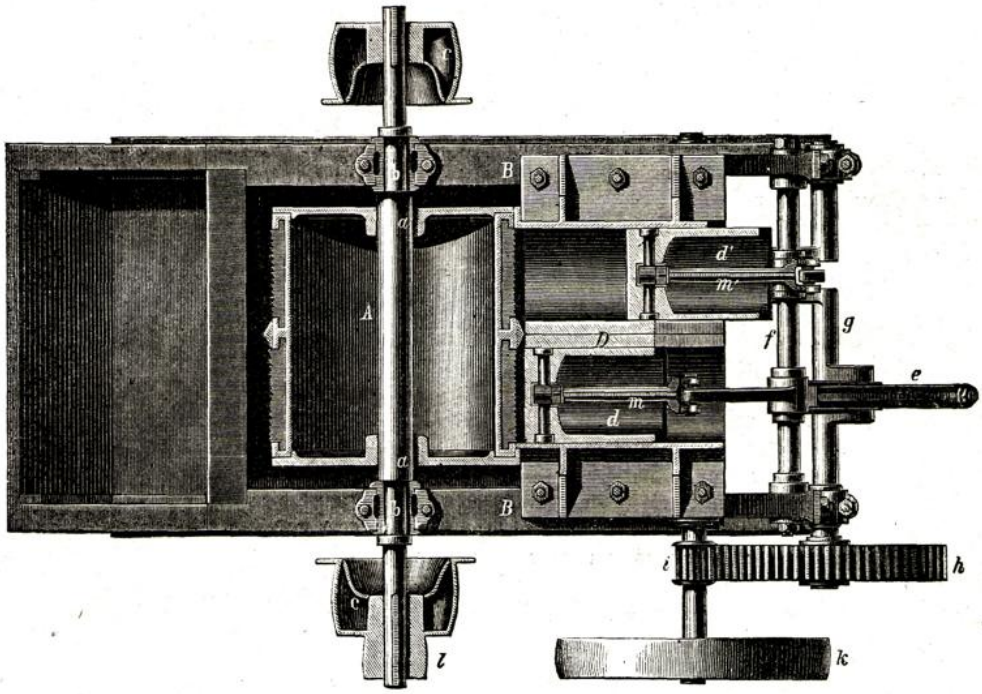
Fig. 7.



Die Reibtrommel besteht hier aus dem hohlen gußeisernen Cylinder A, der mit seiner Axe a auf einem gußeisernen Gestelle B in den Pfannenlagern b ruht. Die Axe a ist nach beiden Seiten verlängert und mit den Riemenscheiben c versehen. Die Bewegung der Reibtrommel kann hierdurch von beiden Seiten erfolgen und wird am geeignetsten von einer unterhalb liegenden Transmission aus bewerkstelligt; erfolgt die Bewegung nur einseitig und seitwärts, so entsteht eine ungleiche Abnutzung der Lager, wobei eine

dichte Annäherung der Sohle des Rumpfes nicht mehr möglich wird. Die Verlängerung der Axe nach beiden Seiten gestattet zugleich ein Umdrehen der Reibtrommel, was nöthig wird, sobald die Zähne nach einer Richtung zu mehr abgenutzt erscheinen. Es erspart dies Umdrehen ein öfteres Schärfen.

Fig. 8.

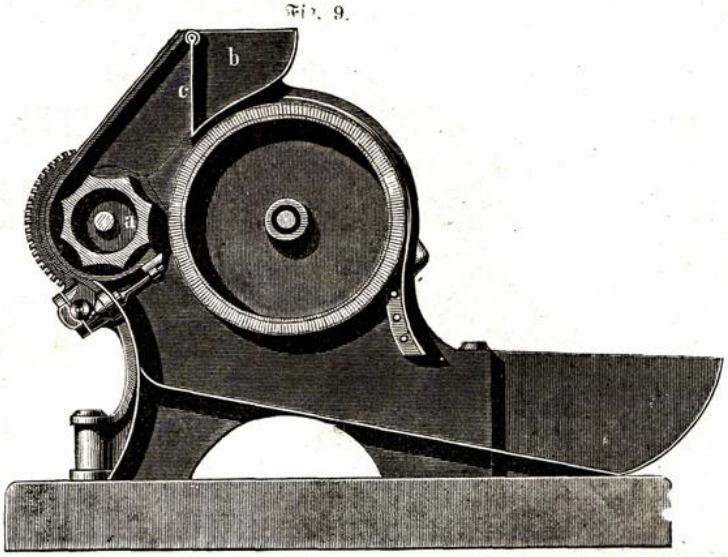


Durch den Trichter C gelangen die Rüben in die beiden Abtheilungen des Rumpfes, in welche die Schieber oder Poussoirs d und d' zum Schieben der Rüben dienen. Dieses Vorschieben wird hier durch die beiden Doppelhebel e und e' bewirkt. Dieselben drehen sich auf der Axe f, ihre rück- und vorwärts gehende Bewegung wird durch die Kurbelaxe g hervorgebracht. Sie haben hierzu im untern Schenkel einen Schlitz, in welchem die Kurbel läuft. Durch die hierbei entstehende Verlängerung und Verkürzung des untern Hebelarms wird dann auch die nöthige ungleiche Bewegung der Schieber d und d' erreicht. Die Bewegung der Kurbelaxe f wird durch die Zahnräder h und i und die beiden Riemenscheiben k und l von der Axe a aus vermittelt, wobei f etwa 20 Umdrehungen in der Minute erhält.

Zur Verhütung einer stärkern Beschädigung der Reibe durch etwa vorkommende Steine verlängert man die Poussoirstangen m und m' nach rückwärts, giebt ihnen nach unten zwei Zapfen und läßt sie dazwischen auf dem hebelförmigen Ende der Hebelarme e und e' ruhen, ohne damit weiter befestigt zu sein, so daß man die Poussoirstangen rasch ausheben kann, im Fall ein härterer Gegenstand in den Rumpf gelangen sollte.

Um ein recht gleichmäßiges Vorschieben der Rüben zu bewirken, wurde von Kensemann statt der Schieber eine cannelirte oder gefurchte Walze in Anwendung gebracht. Die Maschine entsprach Anfangs den gehegten

Fig. 9.



Erwartungen nicht, erhielt aber in neuerer Zeit einige Aenderung und wird jetzt auf's Neue empfohlen. Fig. 9

zeigt diese neuere Construction in einem Längendurchschnitt; *a* die Walze, welche die bei *b* eingeworfenen Rüben continuirlich gegen den Reibcylinder drückt. Die in dem Schlauche *b* angebrachte Klappe *c* soll das Umherschleudern von kleinen Rübenstücken verhüten. Die Bewegung der Walze läßt sich hier wie bei den Poussoirs von der Axe der Reibtrommel aus bewerkstelligen; die Walze soll etwa 30 Umdrehungen in der Minute erhalten, wenn die Reibtrommel in dieser Zeit 1000 macht.

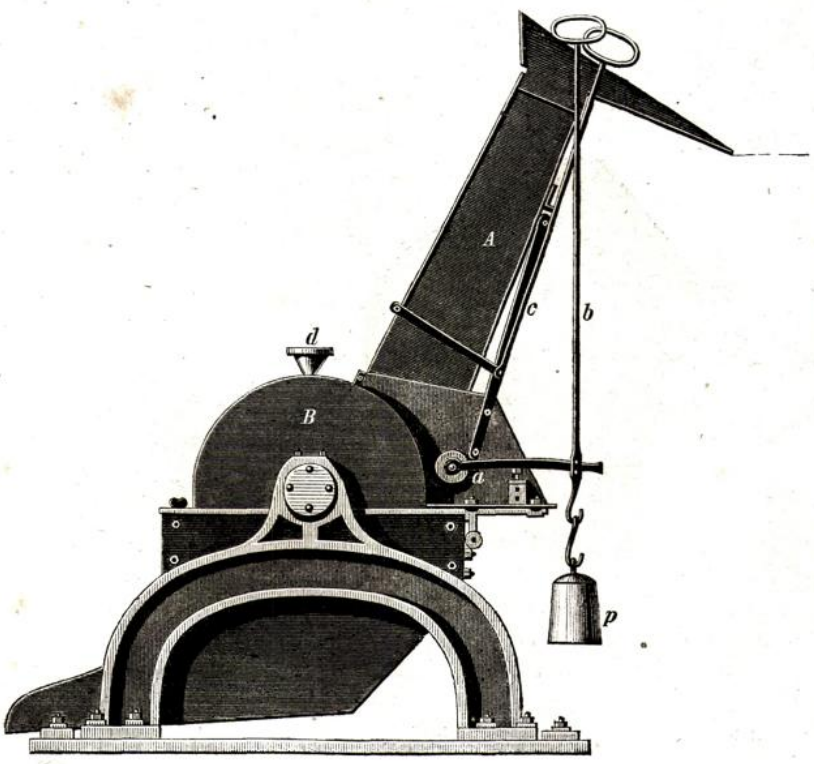
Man rühmt bei diesen Walzenpoussoirs hauptsächlich den leichtern Gang der Maschine, der wohl dadurch entsteht, daß hier die Kraft, mit welcher die Rüben gegen den Reibcylinder gedrückt werden, mehr in der Richtung der Drehung des Cylinders wirkt, als dies bei den Schieberpoussoirs der Fall ist. Bei diesen sucht man zwar das Reiben dadurch zu erleichtern, daß man die Sohle des Rumpfes, die den Hauptangriffspunkt bildet, möglichst niedrig oder in der Richtung unterhalb der Cylinderaxe bringt. Damit steigt aber auch die Gefahr des Durchreißens der kleineren Rübenstücke, die dann ein völliges Auspressen des Breies nicht möglich machen, da sie sich in dem Breie nicht zusammendrücken lassen. Dieses Durchreißen der Rübenstücke war ein Hauptmangel der früheren Walzenpoussoirs. Man verhütet nachtheilige Beimengung des Breies am besten durch das Anbringen einer kleinen scharfen Erhöhung am Ende der verstellbaren Sohle, wie dies in Fig. 7 angegeben ist.

Noch bleibt zu erwähnen die vielseitig gerühmte Einrichtung zum Zuführen der Rüben durch einen nach unten sich erweiternden Schlauch, wie man dies schon früher bei dem Reiben der Kartoffeln zur Stärkegewinnung angewandt und für Rüben als Robert'sche Reibe empfohlen hat.

Fig. 10 zeigt das Wesentliche dieser Einrichtung. Die Rüben werden hier von oben in den Schlauch *A* geworfen, worin sie nur durch ihr eigenes Gewicht gegen den Reibcylinder in *B* gedrückt werden, was, wie das Vorschieben mit der Hand, einen sehr gleichmäßigen Brei gewinnen läßt. Im untern Theile des Schlauchs dient eine Klappe zum Andrücken der Rüben, sie wird durch den Hebel *a* und durch das Gewicht *p* geschlossen gehalten, kann aber durch die Stange *b* geöffnet werden, wenn etwa ein Stein vorkommen sollte. Ebenso ist durch die Stange *c* das Nachfallen der Rüben zu verhüten, im Fall die untere Klappe geöffnet werden muß.

Um das Reiben zu erleichtern und einen feinern Brei, namentlich aber um mehr Saft zu gewinnen, leitet man während des Reibens einen Strahl Wasser auf die Reibe, wozu für jede Reibbahn ein kleiner Trichter, der hier mit *d* bezeichnet, in der Bedeckung der Reibtrommel angebracht wird. Die Menge dieses Wassers beträgt zwischen 20 bis 30 Proc. des Rübengewichts, je nachdem die Rüben groß oder klein, noch frisch oder schon mehr oder weniger durch die längere Aufbewahrung abgewelkt sind und je nach dem Preise des Brennmaterials, da das zugesetzte Wasser einen größern Aufwand für die Wiederverdampfung erfordert. Die Vortheile, die dieser Wasserzusatz gewährt, lohnen in den meisten Fällen den Mehraufwand reichlich, indem das Wasser nicht allein ein vollständigeres Zerreißen der Zellen, sondern auch ein vollständigeres Auspressen des Breies möglich macht. Es wird durch diesen Wasserzusatz auch aus den nicht zerstörten Zellen ein Theil des Zuckers durch Auslaugen gewonnen. Dabei läuft der verdünnte Saft schneller und reiner von der Presse und läßt den durch Pressen nicht zu gewinnenden Saft verdünnter oder mit weniger Zucker in den Preßrückständen zurück. Ferner zeigt das Wasser einen günstigen Einfluß auf die weitere Verarbeitung des Saftes und erleichtert das Ausleeren der Preßtücher. Der leichtere Abfluß des Saftes von der Presse verursacht endlich eine Schonung der Tücher, was sehr erwünscht ist, da der Aufwand für Tücher einen Hauptmangel des Preßverfahrens ausmacht. Der Behälter zum Auffangen des Breies soll nicht groß und leicht zu reinigen sein, was durch die in neuerer Zeit in dem Breikasten angebrachte Vorrichtung zum bessern Vermischen des zugesetzten Wassers nicht gerade erleichtert wird. Der Brei soll

Fig. 10.



möglichst rasch von der Reibe zur Presse kommen und deshalb auch der Breikasten von Zeit zu Zeit ganz ausgeleert werden, was noch so häufig in den größeren Fabriken versäumt wird.

Um die Reibmaschine in gutem Zustande zu erhalten, hat man bei der schnellen Bewegung des Reibcylinders für fleißiges Schmieren der Pfannenlager zu sorgen. Die starke Vibration, die durch die rasche Bewegung der Reibe verursacht wird, macht man dadurch für das Gebäude minder schädlich, daß man die Reibe auf starke Kautschukplatten stellt und ihr Fundament vom Gebäude möglichst isolirt.

Bei der leichten Zerstörbarkeit des Zuckers durch die Einwirkung stickstoffhaltiger Substanzen, wenn diese unter dem Einflusse der Luft Zeit behalten, ein Ferment zu bilden, wird eine häufige und sorgfältige Reinigung der Reibe dringend nöthig und soll dies mindestens alle 6 Stunden vorgenommen werden. Das hie und da noch gebräuchliche Ueberstreichen der Maschine mit Kalkmilch, um einer Säuerung vorzubeugen, ist dieser mehr förderlich, als entgegenwirkend, namentlich wenn eine gründliche Reinigung nicht vorhergeht, was sich denn auch durch eine grünlich gelbe Färbung des Kalkanstrichs zu erkennen giebt.

Die Leistungsfähigkeit der Reibmaschine hängt von der Größe des Umfangs und von der Schnelligkeit der Bewegung oder Anzahl der Umdrehungen, sowie auch von der Schärfe der Zähne und Größe der Rüben ab. Bei einem Durchmesser von 2 Fuß und 1000 Umdrehungen in der Minute werden 800 bis 1000 Ctnr. Rüben binnen 20 Arbeitsstunden gerieben, wozu 8 bis 10 Pferdekraft gehören. Es ist immer vortheilhaft, wo möglich mehrere Reiben aufzustellen, um Störungen zu vermeiden und bei einem geringen Vorrath an Brei diesen leichter oder bequemer zum Packen oder Pressen vertheilen zu können. Jedenfalls muß man zu einem Reibgestell zwei Reibtrommeln in Vorrath haben, um durch das nöthige Schärfen der Sägeblätter keine Störung des Betriebs eintreten zu lassen.

Um das Schärfen der Sägeblätter zu erleichtern, hat man sogenannte Kreisemaschinen angewandt, womit das Schärfen auf der Trommel selbst vorzunehmen ist. Die Einrichtung hat aber keine Verbreitung gefunden, weil die dazu nöthigen Scheiben oder Kreisfeilen nicht so dauerhaft und weit theurer sind als gewöhnliche Handfeilen. Auch wird ein Auseinandernehmen der Reibe durch die häufig vorkommenden größeren Beschädigungen einzelner Sägeblätter dennoch nöthig. Statt des Schärfens mit der Feile geschieht es auch mitunter durch Ausstoßen.

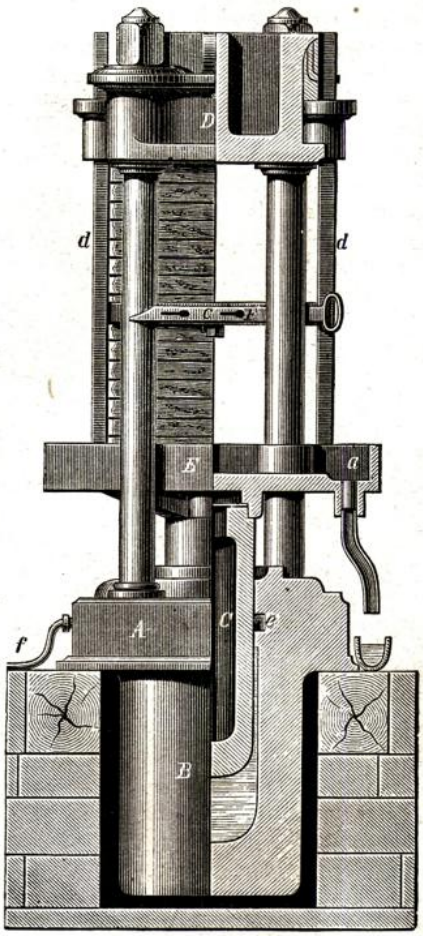
Aus dem erhaltenen Brei muß der Saft möglichst rasch gewonnen werden, da eine längere Berührung mit der Luft nachtheilig einwirkt, indem sich dabei aus den schleimigen und stickstoffhaltigen Beimischungen ein Ferment erzeugt, welches den Zucker rasch verändert oder unkrystallisirbar macht; auch scheint die in der Rübe enthaltene unlösliche Pectose hier leicht eine Aenderung zu erleiden, wodurch sie gelöst in den Saft übergeht und die weitere Verarbeitung desselben sehr erschwert. Die Gewinnung des Saftes geschieht, wie erwähnt, am häufigsten noch durch

3) Das Pressen. Der feine Brei läßt sich in größeren Massen nicht rasch genug und nur unvollständig auspressen; man vertheilt ihn deshalb in kleine Portionen, die man in Tücher schlägt oder in Beutel füllt und flach ausgebreitet zwischen Geflechte oder Blechtafeln unter die Presse bringt. Zu diesem Einschlagen oder Packen dient der sogenannte Packtisch, welcher zwischen den Breikasten und den Pressen aufgestellt wird. Derselbe ist mit einem Rande oder Borte und Rinne zum Auffangen des beim Packen etwa ablaufenden Saftes versehen. Als Zwischenlagen benutzte man früher Geflechte von geschälten Weiden, oder besser von gespaltenem spanischen Rohr, gegenwärtig findet man fast allgemein Blechplatten. Geflechte gewähren den Vortheil, daß sie den Saft rasch abfließen lassen und dadurch eine schnelle Pressung gestatten, ohne dabei ein Ausweichen des aufgesetzten Stapels befürchten zu müssen, was dagegen bei den Blechplatten so leicht vorkommt. Erstere sind dagegen schwer rein zu erhalten und bald schadhaft, was ihre Anwendung kostbar macht. Dauerhafter und leichter zu reinigen sind die Eisenplatten, die aber, da sie nicht schwach sein dürfen, die Arbeit erschweren. Früher füllte man den Brei mehr in Säcke, die denselben besser auspressen lassen, da sie beim Zusammenlegen weniger Falten bilden als die Tücher. Diese gewähren dagegen den Vortheil einer leichtern Reinigung und ein schnelleres Ausleeren der Rückstande nach dem Pressen. Allgemein wählt man gegenwärtig als Material einen locker gewebten Wollstoff.

Zum Einschlagen des Breies in Tücher dient eine Schablone oder einfacher Holzrahmen, dessen Lichtweite um etwa 2 Zoll geringer ist, als die größte der Preßfläche, die man gegenwärtig meist zu 2 Fuß im Quadrat, also von 4 Quadratfuß Fläche antrifft. Die Bleche erhalten dann etwas größere Dimensionen, damit die zusammengepreßten Kuchen nicht über denselben hervorragen. Man legt die Schablone auf's Blech und bedeckt sie mit dem Tuche in der Weise, daß die vier Enden oder Zipfel desselben mit den Seiten der Schablone correspondiren; hierauf werden 8 bis 12 Pfd. Brei auf dem Tuche gleichmäßig ausgebreitet, namentlich die Ecken damit ausgefüllt und dann die Enden des Tuchs in der Mitte zusammengeschlagen. Der Rahmen wird hierauf abgehoben und der Kuchen mit dem Bleche sogleich in die Presse gesetzt, oder man packt auch wohl erst mehrere Kuchen über einander und schiebt dann den ganzen Stapel unter die Presse. Um die Arbeit des Packens und Einlegens zu erleichtern oder zu fördern, trifft man die verschiedensten Einrichtungen, deren Zweckmäßigkeit zum Theil von der zulässigen Aufstellung der Pressen und Reiben bedingt wird. Man hat bei dieser Arbeit dafür zu sorgen, daß alle Kuchen gleichmäßig gefüllt und in der Presse genau über einander liegen, damit einer den andern deckt und preßt, da die stärksten Bleche ohne Unterlage dem Drucke in der Presse nicht widerstehen können. Als Pressen dienen jetzt fast allgemein nur hydraulische, weil sie wenig Raum und Bedienung erfordern und einen starken Druck ausüben lassen. Man hat bei ihrer Einrichtung das eigentliche Preßwerk und das Pumpwerk von einander zu unterscheiden. Ersteres findet man überall ziemlich gleich eingerichtet,

während das Pumpwerk auf sehr verschiedene Weise construirt wird. In der eigentlichen Presse wird der Druck oder die Pressung dadurch hervorgebracht, daß man mittelst der Pumpe Wasser in einen Cylinder drückt und dadurch einen größern Stempel oder Kolben heraustreibt, der die Pressung bewirkt. Die Möglichkeit, hierdurch einen größern Druck auszuüben, beruht auf der Eigenschaft des Wassers oder anderer Flüssigkeiten, jeden Druck nach allen Seiten in gleichem Maße fortzupflanzen. Die Kraft, mit welcher das Wasser aus der Pumpe in den Preßcylinder getrieben wird, vermehrt sich hier in demselben Maße, als die Fläche des Preßkolbens größer ist, wie die des Pumpkolbens, oder die Wirkung der aufgewendeten Kraft steht in demselben Verhältniß, wie das Quadrat des Durchmessers vom Preßkolben zu dem des Pumpkolbens. Dieses Verhältniß findet man bei den stärkeren Pressen wie 1000 zu 1, wobei sich die Größe des Drucks in der Presse bis auf 600,000 Pfd. berechnet. Bei den Vorpressen wird jenes Verhältniß meist von 500 : 1 angenommen und der Druck in der

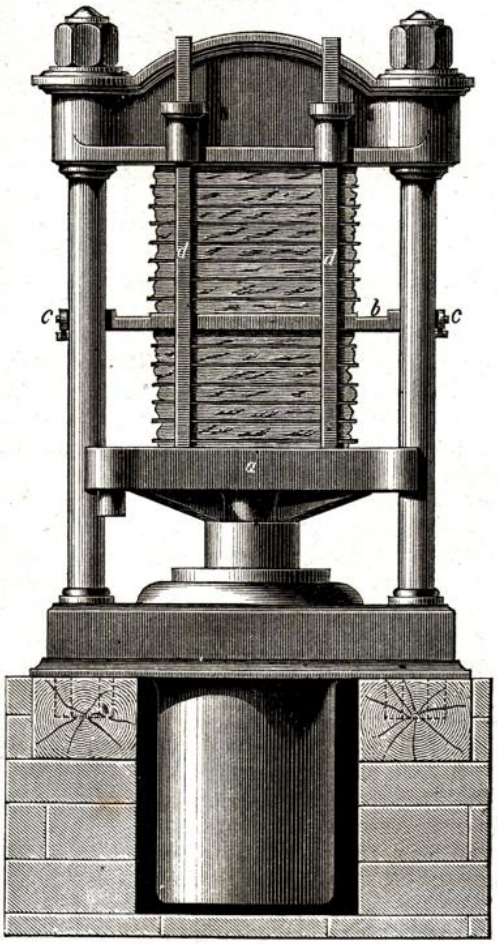
Fig. 11.



Presse zu 3—400,000 Pfd., der sich dann auf die Preßfläche auf 200 bis 500 Quadrat-Zoll vertheilt, so daß jeder Quadrat-Zoll einen Druck von 6 bis 7 Ctnr. erleidet. Fig. 11 bis 13 zeigen die beiden Haupttheile des Preß- und Pumpwerks in einfachster Construction.

Zum Preßwerk Fig. 11 gehört die starke Grundplatte *A* von Gußeisen, worin der Preßcylinder *B* mit dem Preßkolben *C*, entweder für sich angehängt oder wie hier mit der Platte *A* verbunden ist. Ueber der Grundplatte erhebt sich auf vier starken schmiedeeisernen Säulen die Widerlage oder der Holm *D*. Auf dem Preßkolben *C* ruht die Preßplatte *E*, auf welcher die Breikuchen aufgeschichtet werden; sie ist mit einer Rinne *a* zur Aufnahme und Ableitung des Saftes versehen. Der Raum zwischen dieser Preßplatte und dem Holm *D* beträgt etwa vier Fuß. Da bis zu dieser Höhe eine gleichmäßige Aufschichtung der Kuchen nicht wohl zu erlangen steht, so findet man diesen sogenannten Preßraum durch eine Zwischenplatte *F*, die seitwärts auf Zapfen ruht, auf $^2/_3$ Theil der Höhe getheilt. Diese Zapfen sind an den Schienen *c* befestigt und hier verschiebbar, so daß man nach der Füllung des untern Raums die Zwischenplatte von den Zapfen hinuntergleiten lassen kann, wo sie dann durch ihr Gewicht und durch die weitere Füllung die unteren Lagen schon niederdrückt. Beim

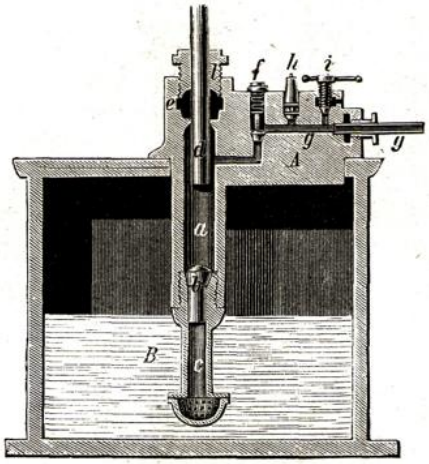
Fig. 12.



Aufsteigen der Preßplatte schieben sich dann die Zapfen an den Schienen zurück, bis die Zwischenplatte wieder darüber steht, worauf die Zapfen durch eine Feder wieder vorspringen, so daß die Platte beim Hinunterlassen der Presse hier wieder liegen bleibt. Außer der Zwischen-

platte sind seitwärts die sogenannten Leitstangen *d* angebracht, die das Ausweichen des Stempels verhüten; bei vielen Pressen, wo solche Leitstangen angebracht sind, fehlt die Zwischenplatte. Der Preßkolben *C*, der mitunter aus einem mit Kupfer überzogenen Gußstücke besteht, erhält seine Führung theils durch die Preßplatte zwischen den Säulen, theils im obern Theile des Preßcylinders. Seine Verdichtung wird hier durch einen einfachen Lederstulp *e* erreicht, der in einer Nute durch einen Metallring in gleicher Lage erhalten wird. Die Zuleitung des Wassers von der Pumpe erfolgt durch das Preßrohr *f*, auf welchem Wege auch das Wasser wieder seinen Ausgang findet. Fig. 12 giebt eine Ansicht der gefüllten Presse von vorn. Bei dem Pumpwerke Fig. 13 steht die Pumpe *A* in einem meist aus

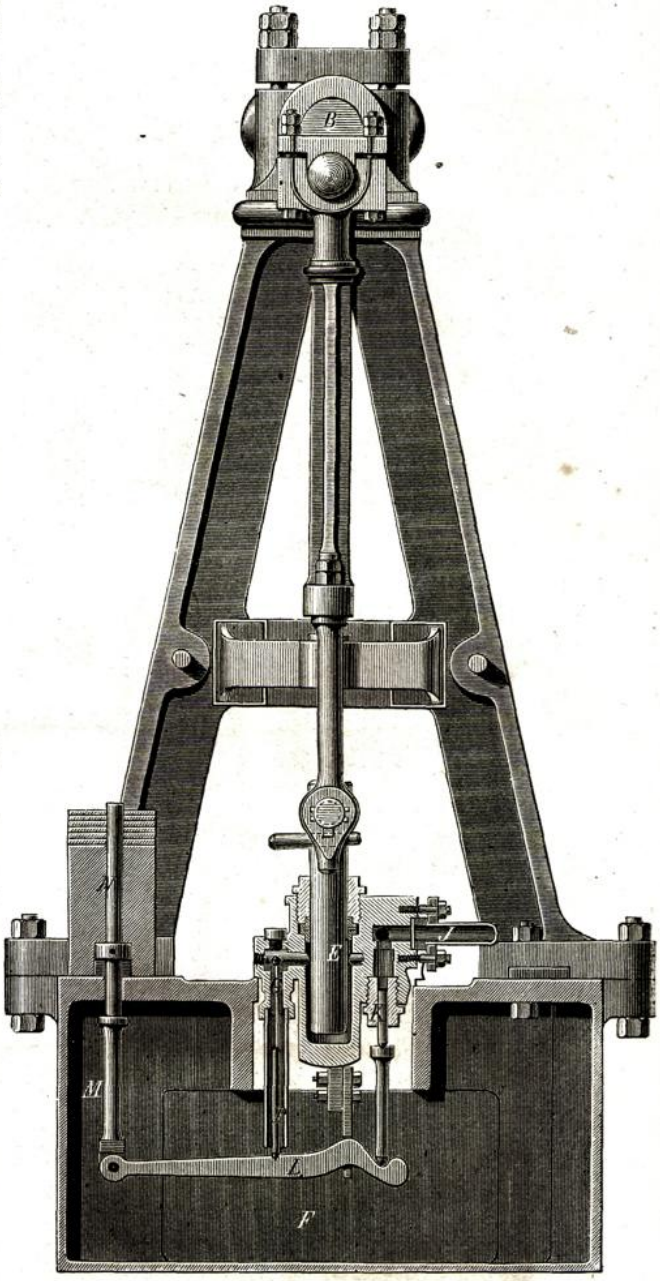
Fig. 13.



Gußplatten hergestellten Wasserbehälter *B*. Zu den wesentlichen Theilen gehört der Pumpencylinder *a*, im untern Theile mit dem Saugventile *b* versehen und durch das Saugrohr *c* bis nahe auf den Boden des Wasserbehälters verlängert, wo dies mit einem Seiher versehen ist, um alle Unreinlichkeiten abzuhalten. Der Pumpkolben *d*, der oberhalb im Pumpcylinder durch die Stopfbüchse *e* seine Verdichtung erhält, wird auf eine oder die andere Weise in Bewegung gesetzt. Das beim Aufgange des Kolbens eingesogene Wasser tritt durch das Druckventil *f* in das Druckrohr *g*, welches das Wasser in den Preßcylinder führt. Mit diesem Druckrohre communicirt das Sicherheitsventil *h*, dessen Belastung der Festigkeit oder Stärke der Presse entsprechen muß. Hat der Druck oder der Widerstand in der Presse sein Maximum erreicht, so findet das Wasser hier einen Ausgang. Ferner steht mit dem Druckrohr das Absperrventil *i* in Verbindung, wodurch es möglich wird, das Wasser nach vollendeter Pressung in den Pumpkasten zurückzuleiten.

Da das Wasser mit dem Pumpkolben *d* um so leichter in den Preßcylinder zu drücken ist, je weniger sein Durchmesser beträgt, so ist es zur Bewirkung eines starken Drucks nöthig, einen Pumpkolben von geringem Durchmesser zu wählen; da jedoch die Menge des Wassers, welche mit jedem Hub des Pumpkolbens in den Preßcylinder gefördert wird, die Schnelligkeit der Pressung bedingt, so verwendet man allgemein zwei Pumpen und giebt diesen verschiedene Durchmesser. Anfangs, so lange der Widerstand noch gering und eine rasche Steigung der Preßplatte zulässig ist, wirken beide Pumpen; bei zunehmendem Widerstande wird dann aber die größere Pumpe außer Thätigkeit gesetzt und dadurch die Steigung des Preßkolbens vermindert, zum Betriebe

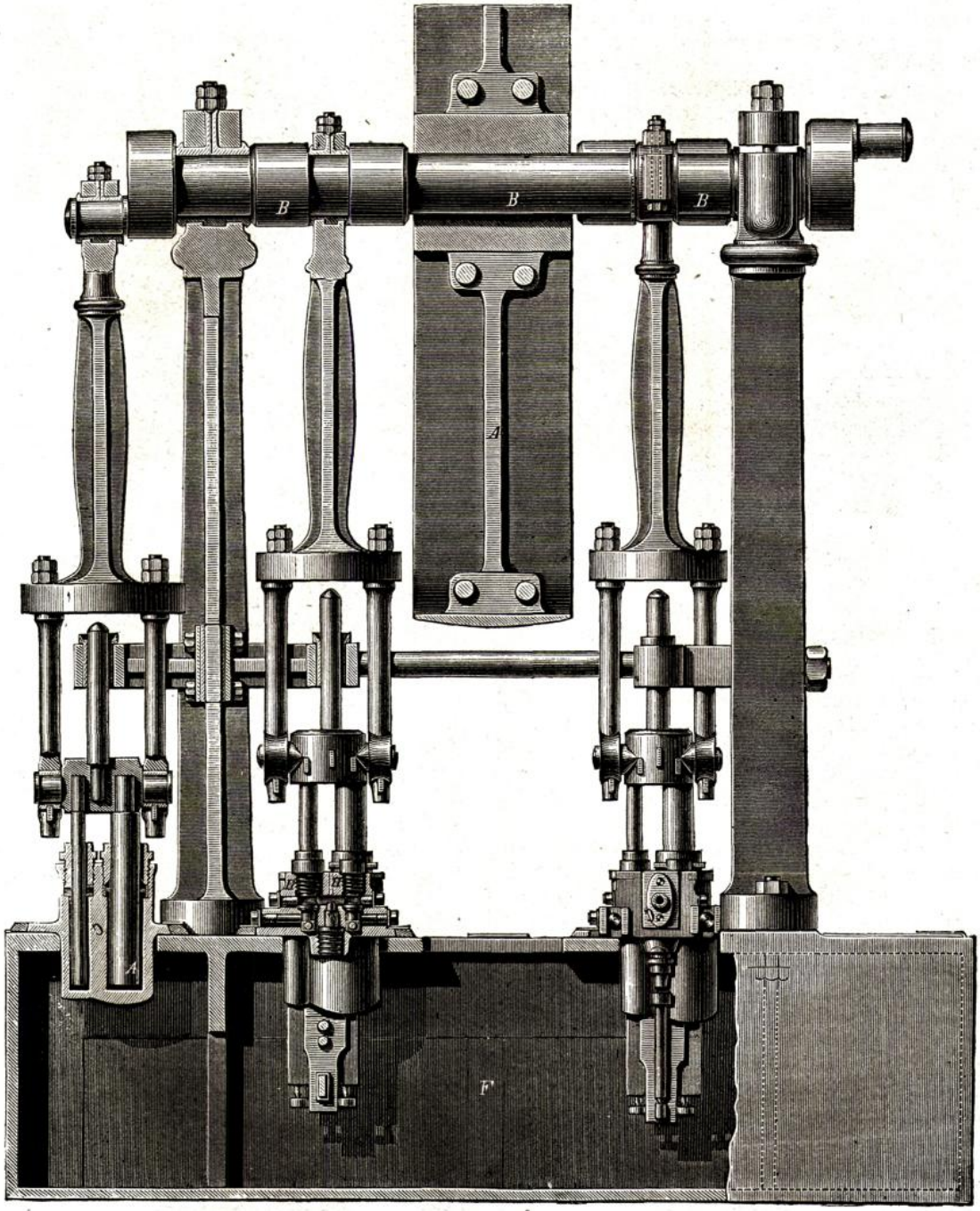
Fig. 14.



der Pumpe aber weniger Kraft erforderlich. Man trifft dabei eine solche Einrichtung, daß diese nöthige Aenderung in der Zuleitung des Wassers durch die Pumpe selbst regulirt wird, oder bei zunehmendem Widerstande in der Presse zunächst die größere Pumpe von selbst außer Thätigkeit kommt. Eine solche Einrichtung wird aus dem

in Fig. 14 gegebenen Durchschnitte ersichtlich. Hier zeigt E den größern Pumpkolben, er zieht sein Wasser durch das Saugventil G aus dem Wasserbehälter F und treibt es in das Druckrohr J. Mit diesem Druckrohr communicirt der genau passende Zapfen K, der oben einen Gummistöpsel trägt und durch den längern Hebel L für einen geringern Widerstand in der Presse in seiner Lage erhalten wird. Bei einem größern Widerstande in der Presse wird dieser Zapfen nach abwärts gedrückt, der längere Hebelarm von L gehoben und da-

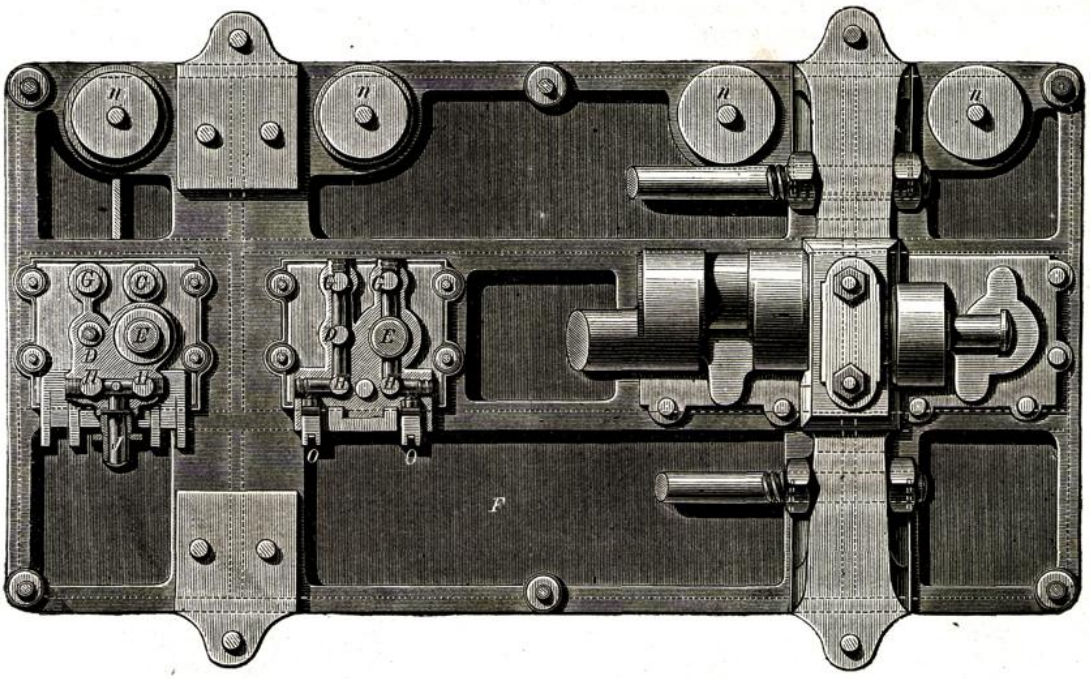
Fig. 15.



durch das Schließen des Saugventils G von der Stange P verhindert, was die große Pumpe außer Thätigkeit setzt, weil das von ihr eingesogene Wasser bei G wieder entweicht. Wenn nun, wie hier in Fig. 15 ersichtlich, von demselben Hebel auch für die kleinere Pumpe eine solche Auslösung für das Saugventil, nur mit einer kürzern Stange als P vorhanden ist, so wird durch eine solche auch das Saugventil der kleinern Pumpe

gehoben, sobald durch vermehrten Druck in dem Preßrohre der Zapfen K so weit niedergedrückt wird, daß durch den Hebel L mittelst der Stange M in der Fig. 14 die oberhalb angebrachte Belastung N sich hebt. Durch

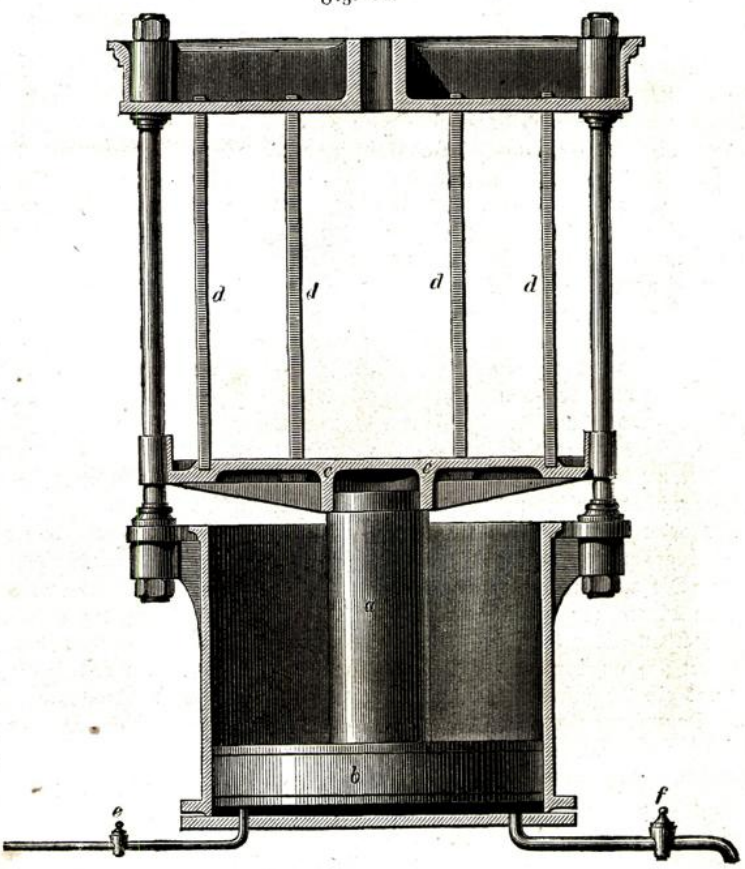
Fig. 16.



den Spielraum, welchen diese Belastung N für den auf der Stange M angebrachten Absatz gewährt, wirkt dieselbe nur für die kleinere Pumpe und bedingt den durch die Presse auszuübenden Druck. Dabei gewährt eine solche Einrichtung den Vortheil, die Presse unter dem höchsten Drucke länger zu erhalten oder fortwirken zu lassen, was im andern Falle gleich nach dem Abstellen der Pumpe, durch's Ablaufen des Saftes, aufhören würde. Da das Pumpwerk, wie bereits erwähnt, vorzugsweise die Solidität und Leistungsfähigkeit der Presse bedingt, so ist seine Construction sehr wichtig. Wir können die hier in Fig. 15 und 16 im Längendurchschnitt und Grundriß, wozu auch der Querdurchschnitt Fig. 14 gehört, als bewährt empfehlen.

Die Riemenscheibe A treibt die gekröpfte Axe B, wodurch hier vier Pumpwerke mit je zwei Pumpen in Bewegung zu setzen sind. Die Durchmesser der Pumpkolben werden so gewählt, daß die Füllung des Preßcylinders schnell erfolgt, bei eintretendem größern Widerstande aber die größere Pumpe auf die angegebene Weise zunächst außer Thätigkeit gesetzt wird. Ein Pumpwerk oder Preßsystem reicht aus zur Bedienung von zwei Pressen, da während des Ablassens, Ausleerens und Wiedereinsetzens der einen Presse hinreichend Zeit

Fig. 17.

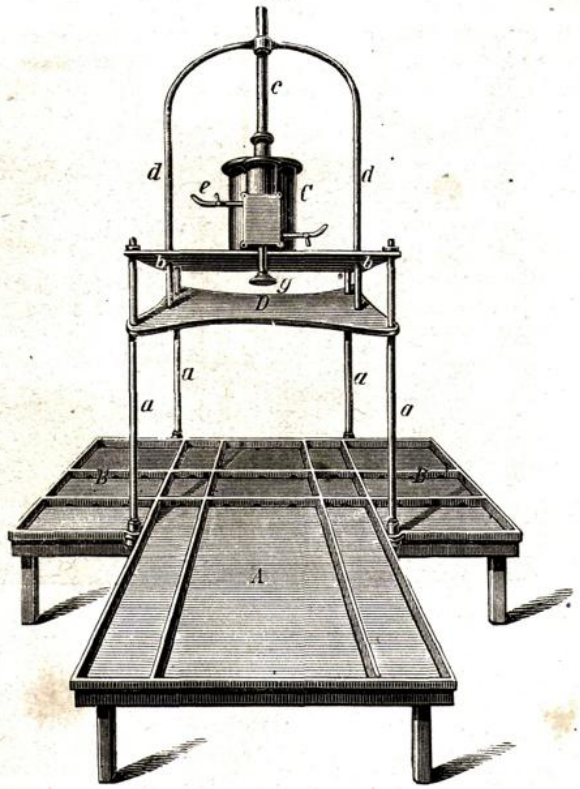


bleibt, die zweite zuzupressen. Man rechnet für den Betrieb der Pressen die Hälfte des Kraftaufwands, der zum Reiben erforderlich ist. In der Regel genügt ein einmaliges Pressen nicht, um eine befriedigende Menge Saft zu erhalten, was hauptsächlich durch eine ungleiche Aufpackung und durch die leichte Verschiebbarkeit des Breies bei einem raschen Zusammenpressen zwischen den glatten Blechtafeln verursacht wird. Nur bei der Anwendung von Geflechte (aus schwachem Rohr) und Beutel mit geringer Füllung trifft man in einigen Fabriken noch ein nur einmaliges Pressen. Je nachdem die Hauptpressung beim ersten oder zweiten Pressen vorgenommen wird, unterscheidet man ein Vor- und Nachpressen.

Das Vorpressen bezweckt die Gewinnung derjenigen Saftmenge, welche schon durch einen geringen Druck zu erhalten ist, wonach dann die auf einen kleinern Raum zusammengedrückten Kuchen zur zweiten Pressung ein gleichmäßigeres Aufschichten und in größerer Zahl unter der Hauptpresse möglich machen. Der zum Vorpressen nur erforderliche geringe Druck gestattet die Anwendung einfacher Spindelpressen, die man früher hierzu nicht selten auf dem Packtische selbst anbrachte, so daß man damit eine kleinere Anzahl Kuchen, bevor sie in die hydraulische Presse gebracht, rasch zusammendrücken konnte. In Frankreich und Belgien werden dazu häufig Dampfpressen benutzt, bei welchen die Preßplatte entweder unmittelbar auf dem Dampfkolben ruht, wie das in Fig. 17 angegeben, oder bei welchem der Dampfcylinder oberhalb des Packtisches angebracht ist, wie dies Fig. 18 zeigt.

Die Einrichtung in Fig. 17 bedarf wohl kaum einer nähern Erläuterung, indem hier der Dampfkolben *a* unmittelbar die Preßplatte *c* trägt, auf welcher die Kuchen zwischen den Leitstangen *d* aufgestapelt werden. Durch Zu- und Ableitung des Dampfes, wozu die Hähne *e* und *f* dienen, ist der Kolben mit der Preßplatte beliebig zu heben oder zu senken. In Fig. 18 bezeichnet *A* und *BB* den Packtisch, über welchen die vier Säulen *a* auf der Platte *b* den Dampfcylinder *C* tragen. Mit der Kolbenstange *c* ist hier die Preßplatte *D* durch den Bügel *d* verbunden. Diese Platte erhält ihre Führung an den Säulen *a*. Die Rohre *e* und *f* dienen zur Zu- und Ableitung des Dampfes, dessen Zuleitung zum Heben oder Niederdrücken des Kolbens ein Dampfschieber bewirkt, der durch die Drehscheibe *g* zu reguliren ist. Um das Heben des Kolbens mit der Preßplatte *D* zu erleichtern, kann man die Kolbenstange *c* mit einem Gegengewichte verbinden. Bei *BB* werden die Kuchen aufgestapelt und nach dem raschen Zusammendrücken nach *A* geschoben, von wo sie in die Hauptpresse kommen. Die auf dem Tische angebrachten Schienen oder Leisten dienen zur Erleichterung des Vorschiebens der aufgepackten Stapel. Für die Ableitung des Saftes befindet sich an der den Pressen zugekehrten Seite des Tisches ein Ablaufrohr. Während das Vorpressen mittelst Dampfdrucks in Frankreich und Belgien gebräuchlich ist, hat dies in den deutschen Fabriken fast keinen Eingang gefunden. Hier benutzt man jetzt fast allgemein zum Vor- und Nachpressen nur die hydraulischen und deshalb wird auch die erste Pressung als das Hauptpressen angesehen. Zum Nachpressen werden die Stapel untenher nur umgepackt; man setzt sie dann zum Nachpressen in eine stärker wirkende Presse. Meist findet aber bei diesem Umsetzen ein Befeuchten der gepreßten Kuchen Statt. Hierzu werden diese entweder rasch durch ein Becken mit Wasser gezogen oder mit einer feinen Brause mit Wasser besprengt. In der Nachpresse bringt man dann gewöhnlich zwei Kuchen auf einander, zwischen die Bleche, so daß der Inhalt von zwei Vorpressen eine Nachpresse füllt.

Fig. 18.

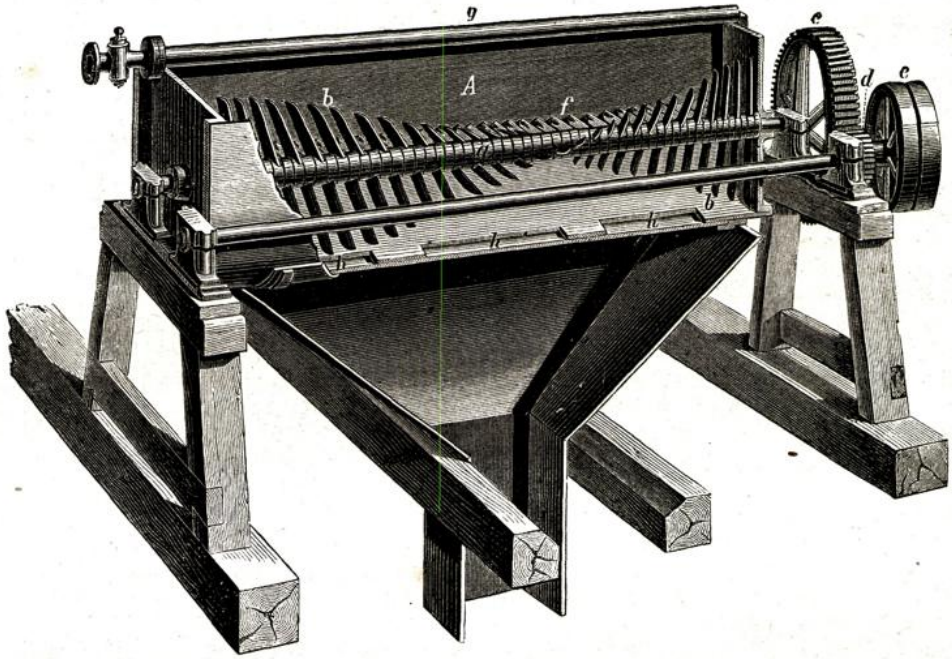


Das mehrfach versuchte Vorpressen mittelst Walzen hat bisher zu keinem befriedigenden Resultate geführt. Ebenso ist das früher gebräuchliche Erwärmen oder Erhitzen der einmal gepreßten Kuchen mittelst Dampf vor dem zweiten Pressen außer Gebrauch gekommen, da eine solche Erwärmung so leicht ein Verderben des Saftes herbeiführt. Dagegen findet das Wiederaufreiben der einmal gepreßten Kuchen unter dem Zufluß einer neuen Portion Wasser und ein nochmaliges Packen und Pressen dieses Breies, eine immer allgemeinere Verbreitung. Zu dem zweiten Reiben, welches hier nur den Zweck hat, den Wasserzusatz recht gleichmäßig in dem Breie zu vertheilen, benutzt man entweder eine mit gröberen Zähnen besetzte Reibmaschine, oder auch eine ähnliche Vorrichtung, wie den zum Zerkleinern der Möhren für die Fütterung gebräuchlichen sogenannten Rübenwolf.

Eine als zweckmäßig bewährte Maschine zum Aufreiben des einmal gepreßten Rübenbreies und Vermischen desselben mit einer neuen Portion Wasser vor dem zweiten Pressen zeigt Fig. 19. Sie besteht aus einem etwa 8 Fuß langen, 1½ Fuß breiten und 3 Fuß tiefen

Behälter *A* von Eisenblech, der oben offen, unten mit gewölbtem Boden versehen ist. Durch die Mitte dieses Behälters führt eine starke eiserne Axe *a*, auf welcher eine doppelte Reihe Messer *b* von beiden Seiten bis zur Mitte zwei einander entgegen laufende Schraubenlinien bilden. Die Axe wird durch das Rad *c* und dieses durch das kleinere Zahnrad *d* mittelst der Riemenscheibe *e* in Bewegung gesetzt. Auf einer der inneren Seiten des Behälters befindet sich den Messern gegenüber eine Reihe Zapfen *f*, durch deren Zwischenräume die Messer streichen. Auf derselben Seite läuft oberhalb ein Wasserohr *g* nach unten mit einer größern Anzahl kleiner Oeffnungen zur Vertheilung des Wassers.

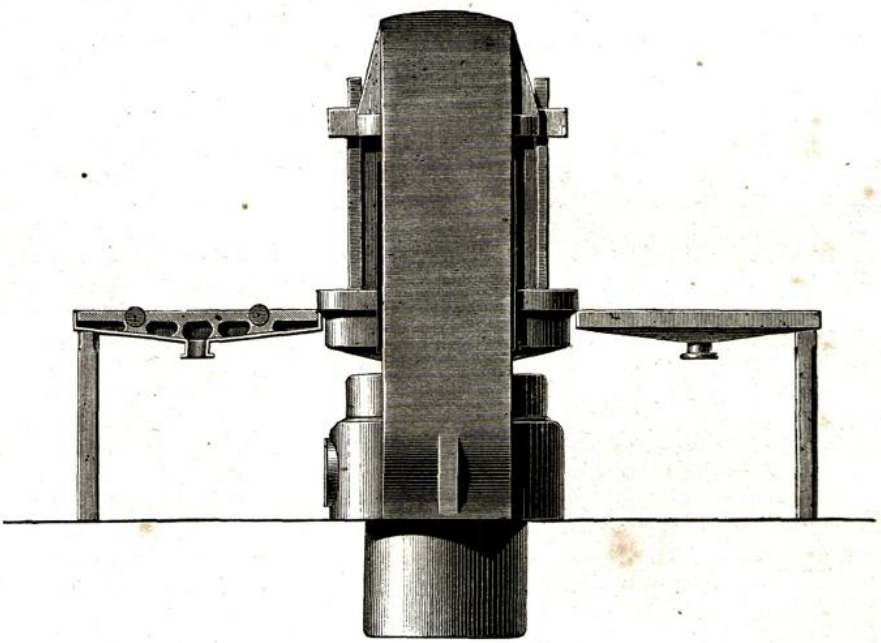
Fig. 19.



Die einmal gepreßten Breikuchen werden oberhalb in den Behälter geworfen und hier unter dem Zulauf von Wasser von den Messern so lange durchschnitten oder gemaischt, bis ein gleichmäßig angefeuchteter Brei daraus gewonnen. Die Stellung der Messer schiebt den Brei stets nach der Mitte zu und bewirkt dadurch sehr rasch eine gleichmäßige Mischung mit dem Wasser. Zum Entleeren des Behälters dienen unterhalb im Boden drei Oeffnungen oder Schlitze *h*, die durch einen gemeinschaftlichen Schieber beliebig weit zu öffnen oder zu schließen sind, je nachdem man die Vermischung vollständiger erlangen will. Der Brei fällt durch die Oeffnungen in den unterhalb angebrachten Trichter, von wo er dann auf's Neue in Tücher geschlagen zur zweiten Pressung gelangt.

Eine solche Maischmaschine genügt zur täglichen Verarbeitung von 1200 bis 1500 Ctnr. Rüben.

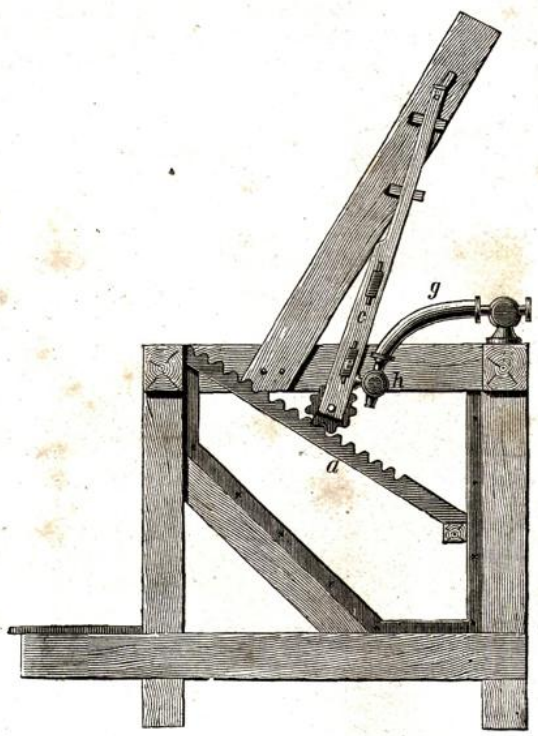
Fig 20.



Das hierbei angewandte Wasser läßt nach der Entfernung des meisten Saftes eine weit vollständigere Gewinnung des Zuckers erreichen, indem es den noch zurückgebliebenen Saft mehr verdünnt und dadurch den noch eingeschlossenen Zucker leichter extrahirt. Nach dem zweiten Pressen bleibt hier ein weit zuckerärmerer Saft in den Rückständen, den sogenannten Preßlingen, zurück. Eine Gefahr für die Qualität des Zuckers steht dabei nur dann zu befürchten, wenn es an der nöthigen Reinlichkeit fehlt; um diese zu erhalten, wird vor Allem ein häufiger Wechsel der Tücher dabei nöthig. Das Wiederaufreiben der einmal gepreßten Kuchen wurde schon früher von dem um die Vervollkommnung der Rübenzuckerfabrikation sehr verdienten Maschinenbauer Schöttler in Anwendung gebracht und dazu besonders geeignete Reiben und Pressen construirt. Die Eigenthümlichkeit dieser Pressen läßt durch eine Verkleinerung des Preßraums und durch eine Verbindung der Preßplatte mit dem Packtische eine Beschleunigung des Auspressens erreichen und so durch Theilung in kleinere Portionen den etwaigen Nachtheil einer Berührung mit der Luft vermindern.

Zu dieser Beschleunigung erhält die Preßplatte nach zwei Seiten eine Verlängerung, um die eine als Packtisch zum raschen Füllen, die andere aber zum raschen Ausleeren der Presse benutzen zu können. Eine gleiche Einrichtung haben die in neuerer Zeit in Böhmen gebräuchlichen sogenannten Kapellen-Pressen, wovon Fig. 20 eine Seitenansicht giebt, die dadurch noch eine Vereinfachung erhielten, daß man Grundplatte und Holm der Presse aus einem Gußstücke herstellt, wodurch die schmiedeeisernen Säulen erspart werden. Zur Erleichterung des Einschiebens und Herausschiebens der Stapel dienen hier noch kleine Rollen zwischen den Leisten der Tische.

Fig. 21.



Um die Reinigung der Tücher zu erleichtern, werden verschiedene Waschvorrichtungen angewandt, es sind dies theils Waschtrommeln, theils eine Art Walkmühlen, wie sie bei anderen Gewerben Anwendung gefunden. Als besonders zu empfehlen ist die in Fig. 21 angegebene einfache Waschvorrichtung. Sie besteht aus einem gereiften schrägliegenden, etwa 2 Fuß langen und $1\frac{1}{4}$ Fuß breiten Brette a und einer eben so gereiften etwa 1 Fuß langen Walze b, die zwischen dem Rahmen c läuft, der oben durch zwei Zapfen in entsprechenden Nuthen einen Halt und seine Führung erhält. An dem Querholze e wird der Rahmen mit der Walze auf dem Brette a über das einigemal hier zusammengeschlagene Tuch hin- und hergeschoben, wobei aus dem Rahmen f mittelst des Gummischlauchs g durch den Hahn h, der mit dem Rahmen verbunden ist, ein beliebiger Wasserstrahl zuzuleiten ist. Je nach Bedarf werden mehrere solche Waschbretter neben einander in einem gemeinschaftlichen Gestelle angebracht. Die Einrichtung ist auch für Haushaltungswäschen mit Vortheil anzuwenden.

Mitunter hängt man die gewaschenen Tücher noch feucht in einen dicht zu verschließenden Behälter und verbrennt in demselben etwas Schwefel, wodurch der Fermentbildung oder dem Verschleimen der Tücher entgegengewirkt wird. Eine solche Behandlung ist namentlich bei der Aufbewahrung oder längern Unterbrechung des Gebrauchs zu empfehlen. Die geschwefelten Tücher müssen aber vor dem Gebrauche nochmals mit reinem Wasser abgespült werden. Bei sehr verschleimten Tüchern ist auch das Auskochen oder Ausdämpfen derselben in mit ein wenig Schwefelsäure angesäuertem Wasser von Nutzen. Große Sorgfalt auf die Verwendung reiner Tücher hilft einen der gerügtesten Mängel des Preßverfahrens beseitigen, was denn auch die Wichtigkeit einer leichten Reinigung begründet. Je reiner die Tücher gehalten werden, um so leichter ist auch der Rückstand daraus zu entfernen; bleiben von diesem Theile in den Tüchern zurück, so verhindert dies das völlige Auspressen und verursacht eine stärkere Abnutzung oder leichte Beschädigung der Tücher.

Die Leistung der Presse wird bedingt durch die Größe ihrer Preßfläche und ihres Preßraums, durch die Stärke der Füllungen, durch die Leistung des Pumpwerks und durch die Art des Pressens. Für eine größere Presse mit 4 Quadratfuß Preßfläche und 4 Fuß Preßraum kann man bei einmaligem Pressen die Verarbeitung von 120 bis 130 Ctnr. Rüben binnen 20 Arbeitsstunden annehmen. Findet dabei ein leichtes Vorpressen Statt, so steigt die Leistung leicht auf 200 Ctnr. Ebenso verschieden ist die Menge des zu gewinnenden Saftes. Bei einmaligem Pressen wird man selten über 80 Proc. reinen Saft erhalten, wovon gute Rüben 95 bis 96 Proc. enthalten. Bei zweimaligem Pressen und mit einem Zulauf von 20 Proc. Wasser auf die Reibe sind wohl 86 Proc. und bei dem Wiederaufreiben der einmal gepreßten Kuchen mit 30 Proc. Wasserzusatz kann man

90 Proc. reinen Saft von 100 Pfd. Rüben erhalten. Als Rückstand erhält man bei so vollständiger Saftgewinnung nur 16 bis 18 Proc. Treber oder Preßlinge von 100 Pfd. Rüben.

Das günstigste durch das Preßverfahren zu erlangende Resultat in Betreff der Gewinnung des in der Rübe enthaltenen Zuckers ergiebt sich aus folgender darüber aufzustellender Berechnung, wobei die unvermeidlichen Verluste außer Acht gelassen sind:

16	Gewth.	lösliche Substanz, wie Zucker, Eiweiß, Salze ꝛc.
4	„	unlösliche Substanz, Faser, Pectose ꝛc.
80	„	Feuchtigkeit, Wasser.
100		

und werden beim Reiben dieser Rüben 10 Gewth. Wasser zugeleitet, so besteht der gewonnene Brei aus:

4	Gewth.	Faser ꝛc.
16	„	Zucker ꝛc. } als Lösung von 15,09 Proc. Zuckermasse.
90	„	Wasser }

Gewinnt man durch's erste Pressen 80 Gewth. von dieser Lösung und 30 Gewth. Preßling, so enthält die Lösung 12,07 Gewth. von jenen Zuckermassen und es bleiben davon in dem Rückstande 16 — 12,7 = 3,93 Gewth.

Hiernach besteht der Rückstand aus:

3,93	Gewth.	Zuckermasse,
4	„	festen Theilen, Faser,
22,07	„	Wasser.

Werden diesem Rückstande beim zweiten Reiben noch 20 Gewth. Wasser zugesetzt, so besteht der aufgeriebene Brei aus:

4	Gewth.	fester Masse,
3,93	„	Zuckermasse, } eine Lösung mit 8,54 Proc.
42,07	„	Wasser } Zuckermasse.
50		

Erhält man beim zweiten Pressen nur 16 Gewth. Preßling oder Treber, so enthalten diese:

4	Gewth.	feste Masse,
12	„	verdünnten Saft von 8,54 Proc. Zuckergehalt,

und diese 12 Gewth. bestehen aus:

1,02	Gewth.	Zuckermasse,
10,98	„	Wasser.

Wenn nun von den in 100 Gewth. Rüben enthaltenen 16 Gewth. Zuckermasse 1,02 Gewth. in den Trebern bleiben, so beträgt dies 6,3 Proc. der vorhandenen Zuckermasse, wovon $^2/_3$ Th. als reiner Zucker anzunehmen sind. Hiernach berechnet sich der Zuckerverlust bei dem Preßverfahren auf mindestens 4 Proc. des in den Rüben vorhandenen reinen Zuckers.

Würde man die Rüben ohne Wasserzusatz verarbeiten, so gewänne man kaum mehr als 80 Proc. Saft, der Rückstand von 20 Proc., wovon 16 Proc. reiner Saft wären, enthielte dann, nach obiger Annahme, noch 2,66 Proc. von jener Zuckermasse, was einem Verluste von mehr als 12 Proc. des vorhandenen reinen Zuckers gleich käme.

Hiernach dürfte der oben angenommene Wasserzusatz wohl unter allen Verhältnissen als vortheilhaft erscheinen.

Die Treber oder Preßlinge liefern, geeignet verwendet, ein nahrhafteres Futter, als ein gleiches Gewicht Rüben; es entspricht dies ihrem größern Gehalte an trockner Substanz. Wenn in 16 Gewth. Treber 4 Gewth. Faser und noch 1,02 Gewth. Zuckermasse enthalten sind, so beträgt dies für 100 Gewth. Treber über 30 Proc. trockne Substanz, wovon in den Rüben nur 20 Proc. enthalten sind.

Am nahrhaftesten zeigen sich die Rückstände, wenn sie gleich nach der Gewinnung eingeschlagen oder fest zusammengedrückt in Gruben oder Mieten einige Zeit gegen den Zutritt der Luft geschützt, aufbewahrt werden. Der in ihnen noch vorhandene Zucker erleidet sehr bald eine Umwandlung, meist wohl in Milchsäure, wodurch die Rübenfasern lösbarer oder verdaulicher werden. Viele Landwirthe halten auch die länger aufbewahrten Preßlinge der Gesundheit des Viehes weit zuträglicher, namentlich wenn man sie in größerer Menge dem Viehe zu reichen hat. Bei der schnell eintretenden Zersetzung des Zuckers kann dieser als solcher nicht zu den direct nahrhaften Bestandtheilen zählen, er dient nur als Mittel, die übrigen assimilirbarer zu machen, wozu eine geringe Menge zu genügen scheint; ein größerer Zuckergehalt verursacht im Gegentheil leicht eine zu starke Säuerung des Futters, wodurch sich auch die besser ausgepreßten Rückstände dem Viehe zuträglicher zeigen als bei einer unvollständigen Gewinnung des Zuckers, und es ist eine Täuschung, wenn man die geringere Ausbeute an Zucker mit der Gewinnung eines bessern Futters entschuldigt oder zu rechtfertigen sucht. Der Werth der Treberfütterung wird wesentlich durch die Mischung mit anderem Futter bedingt. In Frankreich hielt man schon lange eine Fütterung der Rübentreber ohne den Zusatz von Oelkuchen für eine arge Verschwendung.

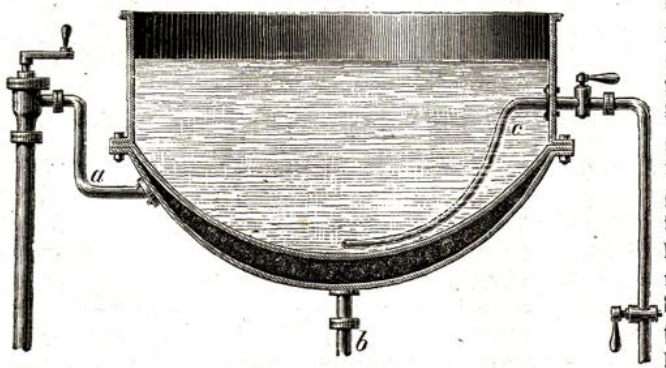
Der gewonnene Saft soll möglichst rasch zur ersten Reinigung oder Läuterung gebracht werden, er wird deshalb zweckmäßig von der Presse direct in den Läuter- oder Defecationskessel gebracht und die Aufstellung eines Saftreservoirs ist womöglich zu vermeiden, was man durch geeignete Aufstellung der Reiben und Pressen und durch eine genügende Anzahl von Defecationspfannen zu erreichen sucht.

4) Die Läuterung, Scheidung oder Defecation des Saftes bezweckt die Bindung der in dem Safte enthaltenen freien Säure, die Zersetzung schädlicher Salze und die Abscheidung stickstoffhaltiger, eiweiß-, schleim- und kleberartiger Stoffe, die sämmtlich sehr rasch einen nachtheiligen Einfluß auf den Zucker ausüben. Am zweckmäßigsten wird diese erste Reinigung vorgenommen, wenn man den auf 65 bis 68° R. (80 bis 85° C.) erhitzten Saft mit Aetzkalk versetzt, der die freien Säuren abstumpft, einen Theil der Salze zersetzt, das Gerinnen der Eiweißstoffe befördert und den nachtheiligen Einfluß derselben vermindert.

Vor Allem ist dabei eine rasche und gleichmäßige Erhitzung nöthig, indem der Zusatz von Kalk erst nach dem Gerinnen des Eiweißes erfolgen darf, die freie Säure des Saftes aber um so nachtheiliger auf den Zucker einwirkt, je länger sie damit in Berührung bleibt. Eine rasche und beliebige Erhitzung läßt sich nur mittelst Dampf erreichen. Man verwendet dazu nicht sehr große Pfannen oder Kessel von 1000 bis 1200 Quart Inhalt mit möglichst großer Heizfläche durch einen Doppelboden, wie in Fig. 22 angegeben, welche Form zugleich auch eine schnelle Reinigung des Gefäßes nach dem Gebrauche erleichtert.

Bei *a* wird der Dampf zugeleitet, dessen condensirtes Wasser bei *b* wieder austritt. Die nöthige rasche Erhitzung macht hier eine starke Zuströmung des Dampfes nöthig, wobei keine völlige Condensirung der Dämpfe eintritt, so daß aus dem Rohre *b* mit dem Wasser stets eine größere Menge Dampf entweicht. Um diesen nicht unbenutzt zu lassen, führt das Rohr in einen größern Behälter, den sogenannten Dampfsammler, worin sich das Wasser von dem Dampfe trennt und von wo dieser eine weitere Benutzung, entweder zum Verdampfen des Saftes, wie wir sehen werden, oder zur Heizung der Zuckerböden, findet. Da jedoch der Dampf seine Wärme

Fig. 22.



im Doppelboden um so leichter abgiebt, je mehr Spannung er hier behält, so sucht man den freien Austritt des Dampfes hier, bevor das Rohr *b* in ein mit anderen Dampfapparaten gemeinschaftliches Dampfrohr übertritt, durch ein Ventil, dessen Schwere oder Belastung zu reguliren ist, zu hemmen, wodurch denn auch die Pfanne selbst gegen den Uebertritt des Dampfes aus einer solchen gemeinschaftlichen Retourdampf-Leitung geschützt wird. Das Hinterrohr *c* dient zur Ableitung des Saftes nach vollendeter Läuterung.

Die Heizfläche und die Spannung des Dampfes sollen genügen, den Inhalt der Pfanne binnen 15 bis 20 Minuten auf 65 bis 68° R. (80 bis 85° C.) zu erhitzen. Die Wichtigkeit einer raschen Erhitzung hat in neuerer Zeit zu der Einrichtung geführt, neben der Erhitzung durch den Doppelboden, dieselbe durch directe Zuleitung von Dampf in den Saft beschleunigen zu können. Der hierdurch zu erlangende Vortheil muß demnach den damit unzertrennlich verbundenen Nachtheil einer weitern Verdünnung des Saftes durch den condensirten Dampf aufwiegen. Dennoch erscheint, bei einer stets sorgfältigen Reinigung der Heizfläche von der sich hier leicht absetzenden erdigen Kruste, eine solche directe Zuleitung von Dampf um so weniger nöthig, als sich die Erhitzung auch durch eine schwächere Füllung der Pfannen beschleunigen läßt, es müßte denn ein Mangel an Pfannen zu jenem Mittel greifen lassen. Vor dem Zugeben des Kalks darf die Temperatur 68° R. (85° C.) nicht überschreiten und nach dem Zusatze desselben soll die weitere Erhitzung nur allmälig erfolgen, damit der Kalk zu seiner Wirkung hinreichende Zeit behält, bevor der Siedepunkt eintritt. Diese Vorsicht wird um so nöthiger, je schlechter die Rüben sind, oder je mehr Salze sie enthalten, unter welchen hier die Kalisalze am schädlichsten sich zeigen. Ohne Zweifel wirkt das durch den Kalk freiwerdende Alkali um so auflösender auf die eiweißartigen Beimischungen, je weniger diese zuvor durch die Hitze zum Gerinnen kamen. Der Saft wird deshalb um so vollständiger bei dieser ersten Reinigung von jenen stickstoffhältigen nachtheiligen Verunreinigungen zu befreien sein, je weniger Kalisalze vorhanden sind.

Die Wirkung des Kalks giebt sich durch eine schnelle und vollständige Klärung des Saftes und durch die Entwicklung von Ammoniak zu erkennen. Der Verbrauch an Kalk beträgt zwischen 0,5 bis 0,7 Proc. vom Gewicht des Saftes. Je reiner und frischer der Kalk ist und je besser und frischer die Rüben sind, desto weniger braucht man von jenem. In den meisten Fabriken wird der Kalk erst unmittelbar vor dem Gebrauche abgewogen und gelöscht, was bei recht gleichmäßiger Beschaffenheit des Kalks zulässig ist, bei ungleich gebranntem, bald mehr oder weniger verunreinigtem Kalk wird aber ein früheres Löschen in größeren Massen zweckmäßiger, weil seine Wirkung dadurch wenig geschwächt und es eher möglich wird, immer gleiche Zusätze zu erhalten, sobald man den aus der Grube gestochenen Kalk für den täglichen Bedarf mit Wasser bis zu einer bestimmten Consistenz vermischt oder verdünnt und hiervon ein bestimmtes Maß verwendet.

Um die richtige Menge Kalk zu bestimmen, hat man früher verschiedene Proben angegeben, da man einen Ueberschuß für eben so nachtheilig hielt als einen Mangel an Kalk. Es ist dies jedoch nur bei sehr schlechten Rüben der Fall, deren Verarbeitung überhaupt nicht mehr lohnend sein dürfte. Je besser die Rüben, um so weniger verhindert ein Ueberschuß an Kalk die Gewinnung eines hellen blanken Saftes. Man vermeidet jedoch aus anderen Gründen einen unnöthigen Ueberschuß an Kalk, indem die später nöthige Beseitigung desselben, wenn diese nicht durch Kohlensäure, sondern durch thierische Kohle bewirkt wird, einen größern Aufwand an Kohle verursacht, und die anderweitige Wirkung derselben durch den Kalk bedeutend geschwächt wird.

Bei guten salzarmen Rüben läßt sich der Erfolg eines geringern Kalkzusatzes durch längere Einwirkung der Siedhitze vermehren, da man jedoch bei der Anwendung von Kohlensäure den größern Kalkzusatz weniger zu scheuen braucht, so erreicht man durch diesen am sichersten eine vollständige Reinigung des Saftes. Es giebt sich die hinreichende Wirkung des Kalks, wie schon erwähnt, am zuverlässigsten durch die Entwicklung kleiner Bläschen und Verbreitung eines stechenden ammoniakalischen Geruchs zu erkennen. Tritt diese Erscheinung nach einige Zeit fortgesetztem gelinden Kochen nicht ein, so wird ein weiterer Kalkzusatz nöthig. Ein längeres Kochen wird bei schlechten salzreichen Rüben leicht nachtheilig, indem die durch den Kalk frei gewordenen Alkalien lösend auf die schleimigen stickstoffhaltigen Bestandtheile wirken. Um diesen Nachtheil der Alkalien zu verhüten, hat man verschiedene Zusätze in Vorschlag gebracht. Schon von Achart wurde hierzu eine Neutralisation mit Schwefelsäure unmittelbar nach erfolgter

Klärung für nöthig gefunden und sie wurde bis in die 30er Jahre fast in allen französischen Fabriken angewandt. Statt der Schwefelsäure kam zuerst durch Stolle die Anwendung von Phosphorsäure oder des sauren phosphorsauren Kalks in Vorschlag. In neuerer Zeit hat der von Michaelis empfohlene Zusatz von Chlorcalcium zu dem gleichen Zwecke in einigen Fabriken Eingang gefunden, auch Chloraluminium wurde von Siemens und Bräunlin als zweckmäßig bezeichnet. Diese letzteren Zusätze, die gleichzeitig mit dem Kalke beigemischt werden können, bewirken eine Bindung der durch den Kalk freiwerdenden alkalischen Basen ohne die Gefahr einer nachtheiligen Einwirkung auf den Zucker, die mit dem Zusatze einer freien Säure stets verbunden ist. Wenn diese Anwendung von Chlorcalcium und des Chloraluminium trotz der nachgewiesenen vortheilhaften Wirkung dennoch keine allgemeinere Verbreitung finden, so hat dies sicher seinen Grund in der Scheu, die Fabrikation durch eine neue oder weitere, jedenfalls vermehrte Achtsamkeit erfordernde Operation zu vervielfältigen. Die in neuester Zeit von Rousseau in Aussicht gestellten Vortheile, durch die Beimischung von Eisenoxydhydrat nach vorhergegangener Abscheidung der Eiweißstoffe mittelst Gips haben sich bis jetzt bei angestellten Versuchen im Großen nicht bewährt.

Die ausgeschiedenen Verunreinigungen sondern sich theils als eine dicke consistente Schaumdecke, theils als ein schlammiger Bodensatz ab, von welchem der helle Saft um so vollständiger zu trennen ist, je rascher die Klärung erfolgte oder je besser die Rüben waren und je früher man den hellen Saft abläßt. Es kann dies wenige Minuten nach einer guten Klärung erfolgen. Beim Oeffnen des Hahns an dem Heberrohre *c* (Fig. 22) fließt zunächst ein Theil des Bodenschlamms, bald aber der reine helle Saft bis zur Decke ab; was dabei anfangs und zuletzt trübe läuft, muß sorgfältig von dem hellen Safte getrennt bleiben. Der größere Theil der ausgeschiedenen Verunreinigungen, der nicht durch das Heberrohr abzuleiten ist, muß bei der in Fig. 22 angegebenen Einrichtung der Pfanne von oben ausgeschöpft werden. Will man dies vermeiden, so giebt man der Pfanne unten durch beide Böden ein weites Ablaßrohr, welches in der Pfanne durch einen Ventilbolzen geschlossen ist, am andern Ende aber einen einfachen Verschluß erhält, der aus einer runden mit Kautschuk belegten Metallplatte besteht, die, durch einen Kniehebel mit entsprechender Belastung, das Rohr verschließt. Dieser doppelte Verschluß wird hier, bei einer größern Länge des Rohrs, nöthig, damit kein roher Saft eindringen und kein Bodensatz von dem Kalke sich darin festsetzen kann.

Der in dem Schlamm enthaltene Saft wird durch Pressen daraus gewonnen, wozu man kleine Portionen des Schlammes möglichst heiß in Beutel füllt und diese zwischen Weidengeflechte unter die Presse bringt. Meist werden dazu noch Schraubenpressen benutzt; mehr Saft gewinnt man durch langsam wirkende hydraulische Pressen, die deshalb auch eine immer allgemeinere Anwendung zu diesem Zwecke finden.

Die Gewinnung des Saftes aus dem Schlamme ist meist noch eine unvollkommene, sehr lästige und kostspielige Operation, die oft Störungen verursacht. Sie ist häufig eine unvollkommene, weil nur der frische heiße Schlamm vollständig auszupressen ist, lästig und kostspielig, weil sie viel Arbeit und einen großen Aufwand an Preßzeug erfordert, indem dieser durch den Kalk sehr bald mürbe und unbrauchbar wird*).

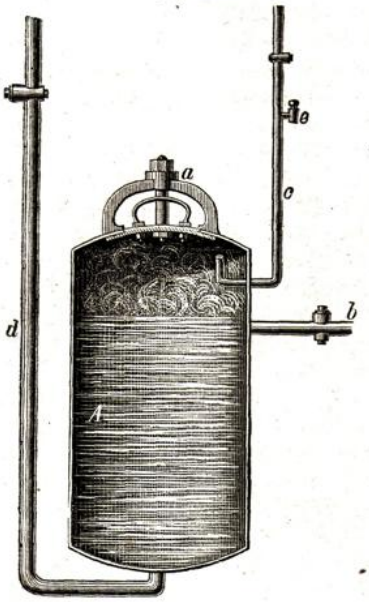
Nach der Klärung oder Scheidung des Saftes wird dieser in der Regel über sogenannte Vorfilter geleitet, wozu man eine dünne Schicht grober thierischer Kohle verwendet, um alle mechanisch mit fortgerissenen Verunreinigungen zurückzuhalten. Man benutzt dazu flache meist viereckige Kasten von Eisenblech, die mit einem Siebboden und unten seitwärts mit einem Mannloche zur Entleerung versehen sind. Der durch die Kohle geflossene Saft wird von unten durch ein Rohr wieder nach aufwärts geleitet, um das Filter stets voll zu erhalten und um ein gleichmäßiges Durchfließen durch die Kohle zu erlangen. Da durch diese erste Filtration nur die mechanischen Verunreinigungen des Saftes zurückzuhalten sind, so kann man das Filter so lange benutzen, als es diesen Zweck erreichen läßt, was durch das oft bald eintretende Verstopfen des Filters durch den mit fortgerissenen Schlamm unterbrochen wird, worauf eine Erneuerung der Kohle nöthig ist. Die gebrauchte Kohle ist vor ihrer Wiederbelebung gut zu waschen, um sie von den nur mechanisch beigemischten Kalktheilen zu befreien, bevor man sie zu diesem Zwecke bei ihrer Wiederbelebung mit Säure behandelt. Die Nothwendigkeit, den mit Kohlensäure zur Entfernung des Kalks behandelten Saft unverzüglich zur Filtration und von hier zur Abdampfung zu bringen, macht es zweckmäßig, den defecirten Saft, so wie er von den Vorfiltern abläuft, zur weitern Behandlung in ein höher stehendes Reservoir zu bringen, so daß er von hier, ohne auf's Neue gehoben zu werden, bis zum ersten Abdampfapparat gelangen kann. Zu diesem Heben oder in die Höhe Schaffen des Saftes benutzt man allgemein einen sogenannten Montejus oder Saftheber, wie ihn Fig. 23 angiebt. Es dient dazu ein hinreichend starker meist aufrecht stehender Cylinder *A* von Eisenblech, oben mit einem Mannloche *a*. Die Saftzuleitung erfolgt durch

*) In neuerer Zeit macht man Versuche, den Saft mittelst Centrifugen aus dem Schlamme zu gewinnen, und glaubt ein befriedigendes Resultat zu erlangen.

Der Schlammrückstand, der größtentheils aus Kalk und den eiweißartigen Stoffen des Saftes besteht, liefert einen vortrefflichen Dünger, wenn er noch frisch mit einer größern Menge Erde vermischt wird; geschieht dies nicht, so bewirkt der vorhandene Aetzkalk eine rasche Zersetzung der stickstoffhaltigen Substanzen, deren Zersetzungsproducte sich dann nutzlos verflüchtigen. Die ungleiche, oft fehlerhafte Behandlung des Schlammes läßt seinen Düngerwerth sehr verschieden beurtheilen. Das bei der Zersetzung des Schlammes gebildete Ammoniak wird am vollständigsten durch Aufschichten mit aufgeschlossenem, d. h. mit Schwefelsäure behandeltem Kohlenschlamm (Abfälle der Köhlerei) gewonnen; nur darf dabei keine unmittelbare Vermischung oder Berührung dieser beiden Substanzen stattfinden, in welchem Falle der vorhandene saure phosphorsaure Kalk durch den Kalk des Schlammes wieder neutralisirt werden würde, während sich phosphorsaures Ammoniak bilden soll. Mit gutem Erfolg wurden Zwischenlager von erdigem Torfabfall angewandt, wozu aber auch jede andere Erde dienen kann.

das Hahnenrohr *b*. Nach der Füllung und Schließung des Saftrohrs leitet man durch das Rohr *c* Dampf von stärkerer Spannung auf die Oberfläche des Saftes, der dann durch das Rohr *d* auf eine der Spannung des Dampfes entsprechende Höhe, für jeden Atmosphärendruck einige 20 Fuß hoch, zu drücken ist. Der Hahn *e* dient zur Ableitung des gebrauchten Dampfes, nachdem der Dampfzuleitungshahn wieder geschlossen wurde.

Fig. 23.

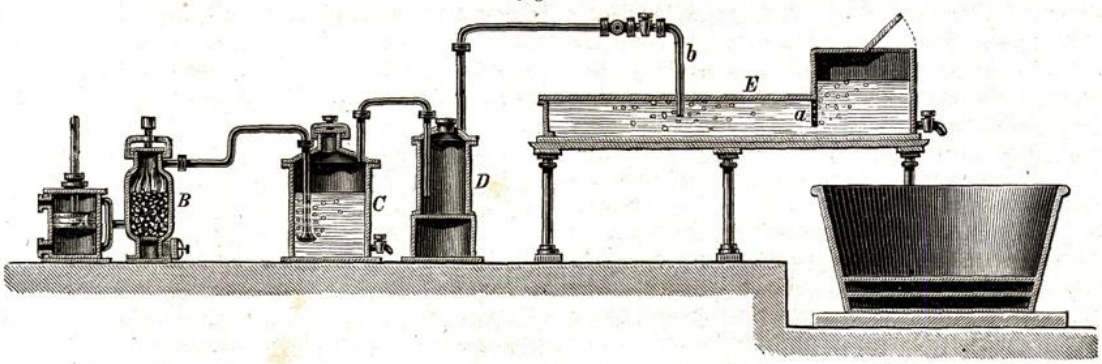


Nach der Läuterung oder Scheidung des Saftes kann nun gleich eine weitere Reinigung zur Entfernung des im Ueberschuß zugesetzten Kalks und der dadurch frei gewordenen Alkalien durch eine weitere Behandlung mit thierischer Kohle vorgenommen werden, da diese die Eigenschaft zeigt, jene Stoffe, sowie auch noch andere Beimischungen aus dem Safte zu entfernen oder aufzunehmen. Früher wurde deshalb auch diese weitere Reinigung durch die Kohle entweder direct nach der Klärung oder nach vorhergehender Abdampfung des Saftes vorgenommen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der große Ueberschuß an Kalk die anderweitige Wirkung der Kohle vermindert, und deshalb geht der weitern Behandlung des Saftes mit thierischer Kohle vortheilhaft zunächst eine Entfernung des Kalks durch eine Behandlung mit Kohlensäure vorher *).

Die Anwendung der Kohlensäure zur Fällung des überschüssigen Kalks wurde zuerst von Schatten und Michaelis in Anwendung gebracht. Der Erstere gewann die Kohlensäure zu diesem Zwecke durch Verbrennen von Kohle, während Michaelis dieselbe durch Säure aus kohlensaurem Kalk herstellte. Gegenwärtig finden wir nur noch die erstere Gewinnungsart in Anwendung, wozu verschiedene Oefen zur Erzeugung der Kohlensäure und verschiedene sogenannte Saturationsapparate, zur Verbindung der Kohlensäure mit dem Safte, benutzt werden. Unter diesen ist der von Kleeberger der ältere und verbreitetere, der aber in neuerer Zeit durch den einfachern Apparat von Kindler immer mehr verdrängt wird.

In Fig. 24 ist das Wesentliche der Kleeberger'schen Einrichtung gegeben. Mittelst einer Luftpumpe *A* wird atmosphärische Luft durch den mit Kohks gefüllten Glühofen *B* getrieben, von wo das erzeugte Gas in den zur Hälfte mit Wasser gefüllten Behälter *C* gelangt, um hier seine Beimischungen von Asche, kohligen Theilen und dergleichen zu verlieren. Aus diesem Behälter tritt das Gas noch in eine weitere Vorlage *D*, die eine Lösung von kohlensaurem Natron enthält, um jede Spur einer fremden Säure zu entfernen. Aus *D* wird das Gas durch das Rohr *b* in die mit dem Safte gefüllte Pfanne *E* geleitet. Die Einrichtung dieser länglich viereckigen nicht sehr tiefen Pfanne bezweckt eine innige Berührung des Gases mit dem Safte; zu diesem Zwecke ist der hintere flachere Theil der Pfanne,

Fig. 24.

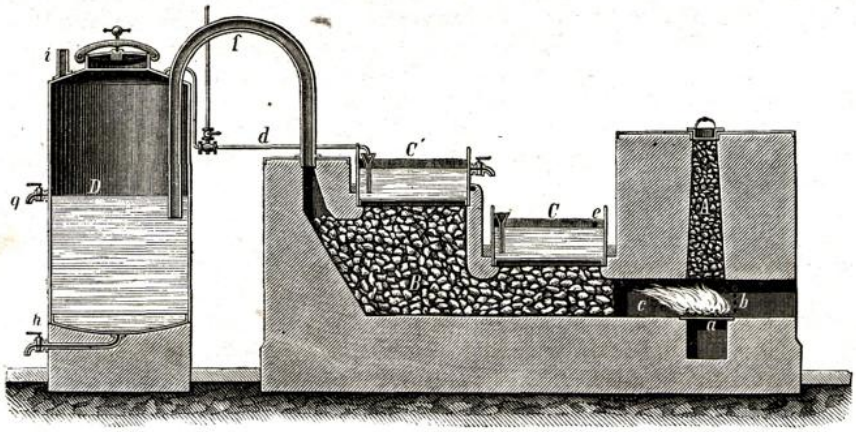


*) Mitunter wird es bei sehr schlechten, salzreichen Rüben nicht zulässig, den Kalk bei der Läuterung des Saftes durch längeres Kochen hinreichend wirken zu lassen, indem der anfangs durch den Kalk hell erhaltene Saft sich wieder trübt; in einem solchen Falle wird es zweckmäßig sein, den Saft ohne stärkere Erhitzung nur zu klären, nach einer raschen Vorfiltration zunächst durch Abdampfen ein wenig zu concentriren und dann erst den Kalk durch Kohlensäure oder durch eine Hauptfiltration zu entfernen. Diese sogenannte Vorverdampfung wird am zweckmäßigsten in offenen Pfannen mittelst Dampf vorgenommen, wobei man diesen an den Boden der meist runden Pfanne durch spiralförmig gewundene Röhren leitet. Bei der hier eintretenden höhern Temperatur kann der noch vorhandene überschüssige Kalk dann zur vollen Wirkung kommen, ohne daß das freie Kali lösend auf die ausgeschiedenen Verunreinigungen einzuwirken im Stande ist. Eine solche Vorverdampfung, wobei es oft nöthig wird, noch ein wenig Kalk beizumischen, ist nur so lange fortzusetzen, bis eine neue Klärung des Saftes bemerkbar wird. Nach dieser Verdampfung folgt dann entweder eine Neutralisation oder Saturation durch Kohlensäure, oder wo diese nicht stattfindet, die erste Hauptfiltration.

wo das Gas einströmt, ganz geschlossen und durch eine Scheidewand *a* nach innen von dem vordern höhern Theile noch theilweise getrennt, so daß der Saft, wenn die Kohlensäure durch *b* eintritt, in dem höhern Theile so weit in die Höhe getrieben wird, bis die nicht absorbirte Luft durch die Oeffnungen der Scheidewand und durch die höhere Flüssigkeitssäule entweicht.

Die Einrichtung von Kindler zur Neutralisation des Saftes ist einfacher und dadurch wesentlich verschieden von der obigen, daß dabei die Luft mittelst der Pumpe durch den Glühofen und Waschgefäße gesogen und durch ein einfaches Siebrohr, welches am Boden der Saturationspfanne liegt, durch den Saft getrieben wird. Hierzu ist jede beliebige nur etwas hohe Pfanne anzuwenden, die man nicht zu groß wählt, um kleinere Portionen zur Verarbeitung zu bringen, wie dies hier besonders zu empfehlen ist, da man die Operation dadurch beschleunigen kann, was besonders wünschenswerth wird. Fig. 25 zeigt das Eigenthümliche der Kindler'schen Einrichtung. *A* ist der kegelförmige Glühofen mit einem

Fig. 25.



oben dicht schließenden Deckel, von wo aus der Ofen mit einer Mischung von Kohks und Holzkohlen gespeist wird. *a* ist der Rost über einem von außen schließbaren Aschenfalle, *b* ein stehender Rost, durch welchen allein die Luft seitwärts eindringt. Dieser Rost ist mit einem Gestelle verbunden, wodurch man denselben, zur Reinigung des Ofens, leicht entfernen kann. Der Canal *c* wird durch eine senkrechte Scheidewand getheilt, um hier die Anhäufung von glühenden Kohlen zu verhüten. Der Raum *B* wird mit gröberen Kalksteinstücken locker ausgefüllt, damit die kohlensäurereiche Luft noch hinreichenden Durchgang behält. Die Kalksteine dienen hier zur Absorbirung aller sauren Dämpfe oder zur Reinigung der Kohlensäure. Durch die beiden flachen Wasserpfannen *C* und *C'* wird eine Abkühlung der Gase bezweckt, wozu sie durch das Rohr *d* mit kaltem Wasser zu speisen sind, was erwärmt bei *e* wieder abfließt. Das Rohr *f* dient zur Leitung des Gases in das größere Waschgefäß *D*, welches bis zum Hahne *g* mit Wasser gefüllt erhalten wird; die Zuleitung desselben geschieht von dem Rohre *d* aus; *h* dient zur völligen Ableitung des Wassers. Mitunter trifft man das Gefäß *D* auch mit Kalksteinen gefüllt. Von dem Rohrstutzen *i* aus wird das Gas von der Luftpumpe abgesogen. Hierzu wird eine doppeltwirkende Pumpe ganz in der Nähe der Saturationsgefäße aufgestellt und zweckmäßig direct mit einer eignen kleinen Dampfmaschine verbunden, um die Operation möglichst selbstständig betreiben zu können. Mittelst der Pumpe wird die eingesogene Luft in ein gemeinschaftliches Rohr für mehre kleinere Saturationspfannen getrieben, deren Siebrohre mit jenem gemeinschaftlichen Rohre verbunden sind.

Die Zweckmäßigkeit des Kindler'schen Glühofens ist einleuchtend, indem dabei die Luft nur mit dem glühenden Theile der Ofenbeschickung in Berührung kommt, was denn auch eine einfachere Reinigung des Gases gestattet. Es müssen zwei Glühöfen vorhanden sein, um durch die täglich vorzunehmende Reinigung des Ofens keine Störung zu erleiden. Die Aufstellung der Pumpe ganz in der Nähe der Saturationspfannen macht eine beliebige Regulirung der Kohlensäureentwicklung ganz nach Bedarf möglich.

Die einfache Einrichtung der Saturationspfannen erleichtert ihre Anwendung in größerer Zahl, wodurch kleinere Portionen zu dieser Operation verwendbar werden. Der Saft soll möglichst heiß zur Saturation gebracht werden. Bald nach der Zuleitung des Gases zeigt der Saft eine größere Neigung zum Schäumen und Uebersteigen, weshalb man die Gefäße nicht zu voll machen darf. Das Uebersteigen läßt sich durch Verminderung der Gaszuleitung und durch etwas Fettzusatz verhüten. Nach und nach vermindert sich die anfangs schleimige Beschaffenheit des Saftes, der durch die Ausscheidung des Kalks getrübt und ganz weiß erscheint. Die ausgeschiedenen Theile werden nach und nach schwerer oder der Saft dünnflüssiger, weniger schleimig, so daß sich bei hinreichender Neutralisation jene Theile in einer Probe zu Boden senken und die Flüssigkeit dazwischen hell erscheint. Die Zuleitung der Kohlensäure ist dann abzustellen und der Saft so lange im Kochen zu erhalten, bis er die Neigung zum Ueberkochen verloren hat. Zu diesem Erhitzen befindet sich in den Kindler'schen Pfannen ein Heizrohr, bei der Kleeberger'schen Einrichtung geschieht es in einer abgesonderten Pfanne. Nach dem Aufkochen bringt man den Saft in mehr hohe als weite Gefäße zum Absetzen des Niederschlags, was bei guten Säften bald erfolgt, worauf der helle Saft rasch durch Kohle zu filtriren und von da zur Abdampfung zu bringen ist. Der Bodensatz wird, mit dem Scheideschlamm vermischt, ausgepreßt.

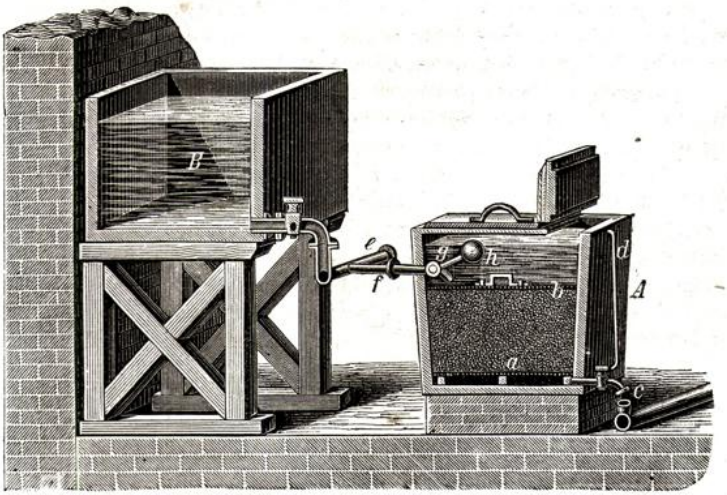
Während die meisten Fabrikanten die Anwendung der Kohlensäure für zweckmäßig halten, weil dadurch bedeutend an thierischer Kohle gespart und ein helleres Product gewonnen wird, wollen andere den Werth dieses Zuckers behufs des Raffinirens für geringer gefunden

haben. Diese verschiedene Ansicht ist wohl dadurch begründet, daß der durch die Kohlensäure von Kalk befreite Saft leichter Schaden leidet, wenn nicht für eine schleunige weitere Verarbeitung Sorge getragen wird; namentlich zeigt sich derselbe empfindlich gegen ein Erkalten. Der Saft muß deshalb stets auf einer gleich hohen Temperatur erhalten werden, wozu es nöthig wird, auch die Reservoirs, worin er vor oder nach der Filtration aufzufangen oder aufzubewahren ist, mit Heizröhren zu versehen. Ebenso erforderlich ist eine vermehrte Sorgfalt auf Reinlichkeit, die es nöthig macht, sämmtliche Saftgefäße, auch die für concentrirtere Säfte, täglich zu reinigen und darauf zu achten, daß die Säfte bei den einzelnen Operationen ihrem Alter nach getrennt bleiben, die Gefäße also stets völlig zu leeren, bevor sie auf's Neue gefüllt werden. Mit Befolgung dieser bei der Zuckerfabrikation überhaupt gültigen Regeln wird man auch bei der Anwendung von Kohlensäure stets „gesunde" Zucker erhalten.

5) Filtration des Saftes. Nachdem am Ende des letzten Jahrhunderts Lowitz das Entfärbungsvermögen der Holzkohle entdeckt und Figuier 1811 diese Eigenschaft in weit höherem Grade bei der Thierkohle beobachtet hatte, wurde diese zuerst von Derosne zur Entfärbung der Zuckersäfte angewandt. Sie zeigt sich hier nicht bloß entfärbend, sondern sie ist auch fähig, die Alkalien, namentlich den Kalk aus einem Theil der schleimigen Beimischungen des Saftes aufzunehmen. Da sich die Kohle um so wirksamer zeigte, je mehr Oberfläche sie dem Safte darbietet, so suchte man sie anfangs im feinpulverisirten Zustande anzuwenden, wobei ihre Wiederabscheidung die Erhitzung mit einem eiweißhaltigen Körper nöthig machte, durch dessen Gerinnen die feinen Kohlentheile mit eingeschlossen wurden. Allein diese Art der Abscheidung gelang bei der Gegenwart einer größern Menge von freien Alkalien, wie dies in dem mit Aetzkalk behandelten Safte von schlechteren Rüben so häufig vorkommt, nur unvollständig, indem das freie Alkali das Gerinnen der Eiweißstoffe verhinderte. Die Kohle konnte deshalb in der Zuckerrübenfabrikation nur durch eine Filtration des Saftes durch gröbere Kohle eine allgemeinere Anwendung finden.

Zu einer solchen Filtration des Saftes wurde zuerst von Dumont eine passende Einrichtung angegeben, die als das Dumont'sche Filter bekannt ist. Fig. 26 zeigt ein solches Filter in seiner anfänglichen Einrichtung. Der Kasten *A* von Holz mit Kupfer ausgeschlagen, erhielt etwa 1 Zoll hoch über dem untern Boden einen beweglichen oder losen Siebboden *a* von Kupfer mit entsprechenden Füßen, dieser wurde mit einem lockern Tuche bedeckt und darüber die zuvor gut ausgewaschene Kohle bis zu $^2/_3$ der Gefäßhöhe recht gleichmäßig aufgeschichtet. Die Oberfläche der Kohle wurde mit einem zweiten Siebboden *b* bedeckt und das Gefäß oberhalb mit einem passenden Deckel geschlossen, um den Saft in gleicher Wärme zu erhalten. Zur Ableitung des Saftes aus dem Raume unterhalb des Siebbodens *a* diente der Hahn *c* und das aus demselben Raume nach aufwärts führende Röhrchen *d* sollte die dort etwa sich angesammelten Luftblasen ableiten, damit sie nicht durch

Fig. 26.



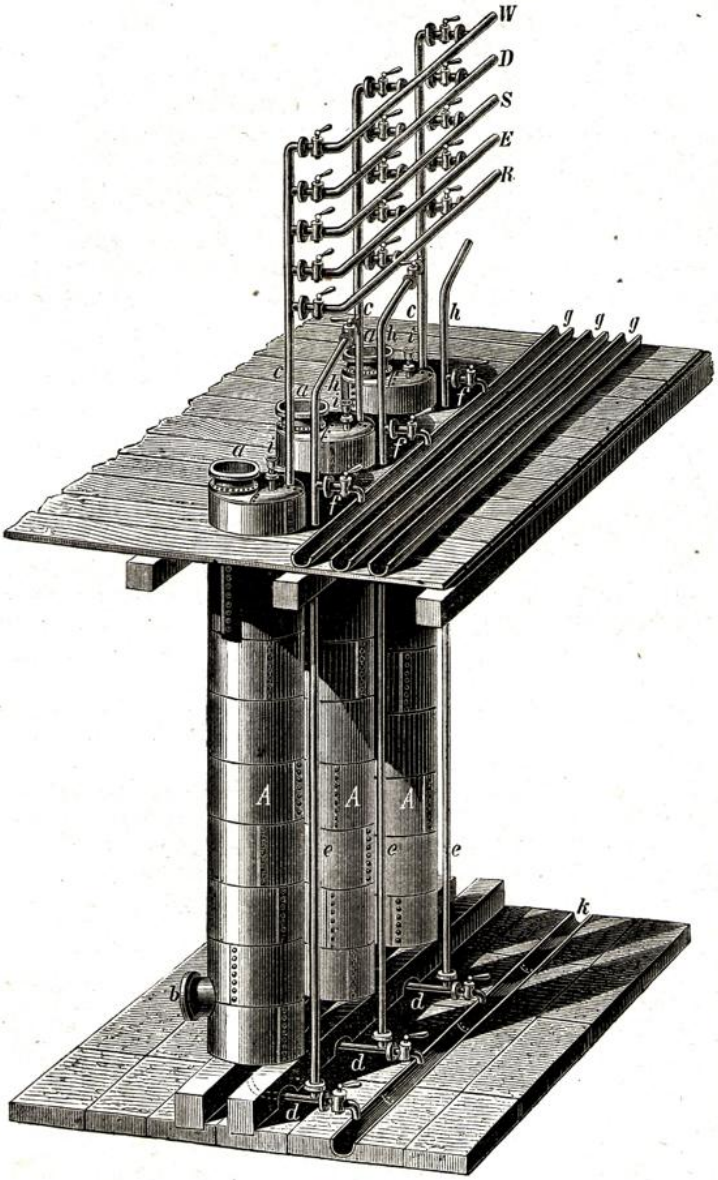
die Kohle drangen und hier für den Saft Canäle entstanden, durch welche derselbe später vorzugsweise ablaufen würde. Mehrere solche Filter standen durch ein gemeinschaftliches Rohr *e* mit einem größern Saftreservoir *B* in Verbindung. Das von dem gemeinschaftlichen Rohr *e* den Saft in das Filter leitende Rohrstück *f* erhielt hier in horizontaler Lage den Hahn *g*, der mit einer hohlen Kugel *h* als Schwimmer verbunden war, um den Zulauf des Saftes selbstthätig nach dem Ablauf des Saftes zu reguliren. Man machte diese Filter selten größer, als zur Füllung von etwa 3 Ctnr. Kohle erforderlich war, indem ein längerer Gebrauch des Filters einen nachtheiligen Einfluß auf den Saft zeigte *).

Erst nachdem durch die Bemühungen von Schatten und anderen intelligenten Fabrikanten der Magdeburger Fabriken die Zweckmäßigkeit der schon früher von Derosne empfohlenen Wiederbelebung der gebrauchten Kohle nachgewiesen und dadurch eine weitere Vervollkommnung (durch eine bessere Gährung der Kohle) erlangt war, wurde es möglich, die Kohle in hinreichenden Quantitäten anzuwenden; wozu die heute

*) Weinrich und Kodweiß erkannten die Ursache der nachtheiligen Veränderung, die der Saft leicht bei der Filtration erlitt, in dem unvermeidlichen Erkalten des Saftes in den kleinen Filtern, was sie dadurch zu vermeiden suchten, daß sie den Saft vor der Filtration rasch entkühlten und denselben kalt filtrirten, wobei sich die Kohle auch wirksamer zeigte. Später wurde eine solche Abkühlung des Saftes als eine Eigenthümlichkeit des Zier'schen Verfahrens angeführt; eine hinreichend rasche Abkühlung des Saftes ist aber bei der Fabrikation im Großen unausführbar. Dagegen gebührt dem Herrn Zier das Verdienst einer rechtzeitigen Anwendung der Kohle, indem er den Saft vor seiner Verdampfung vollständig zu reinigen suchte, während man bis dahin nur abgedampften Saft zur Filtration brachte.

noch als zweckmäßig sich bewährenden verhältnißmäßig sehr hohen, ganz geschlossenen, größeren Filter zuerst von dem verdienten Hecker in Staßfurt in Anwendung kamen. Gegenwärtig finden wir diese Filter meist 15 bis 20 Fuß hoch mit einem Durchmesser von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß aus Eisenblech hergestellt. Dieselben erhalten unten seitwärts und oben im Boden dicht zu verschließende Mannlöcher. Unten werden sie mit einem Siebboden, der mit einem Tuche bedeckt ist, versehen, um die Kohle von der untern Abflußöffnung abzuhalten und um ein gleichmäßigeres Durchfließen des Saftes durch die Kohle zu bewirken. Mehre solche Filter stehen durch

Fig. 27.



eine entsprechende Anzahl Zu- und Ableitungsröhren unter sich und mit verschiedenen Saftbehältern, sowie mit der Dampf- und Wasserleitung in Verbindung, um diese beliebig zu- und ableiten zu können. Eine erhöhte Aufstellung der verschiedenen Reservoirs für den zu filtrirenden Saft und der dichte Verschluß der Filter machen es möglich, den filtrirten Saft von unten wieder in ein höher stehendes Gefäß zu leiten, wobei durch den stärkern Druck der Flüssigkeit eine innigere Berührung mit der Kohle und bessere Wirkung derselben bemerkbar sein soll. In Fig. 27 ist eine zweckmäßige Verbindung einer solchen Filterbatterie mit den verschiedenen Leitungen angegeben.

Die Filter A, von welchen, je nach der Ausdehnung der Fabrik, eine hinreichende Anzahl vorhanden sein müssen, erhalten bei a eine dicht schließbare Oeffnung zum Einfüllen und unten bei b eine solche zum Ausleeren der Kohle. Das Rohr c dient zur Zuleitung der verschiedenen Säfte aus höher stehenden Reservoirs. Das Rohr W liefert z. B. Wasser, D Dampf, S Dünnsaft, E Dicksaft oder Klärsel. Das Rohr R dient zur Retourleitung des Saftes von einem Filter zum andern. Das von dem Ablaßhahnenrohre d nach aufwärts führende Rohr e läßt den filtrirten Saft entweder durch den Hahn f, je nach seiner Qualität in eine der Rinnen g, oder durch die Hahnenrohre h nach R und durch dieses wiederum auf ein anderes Filter leiten. Der Hahn i dient als Lufthahn, um diese beim Zulassen des Saftes zu entfernen. Von den Rinnen g dient die eine zur Ableitung von Dicksaft, die andere zur Ableitung von Dünnsaft und die dritte zur Ableitung der Aussüßflüssigkeit. Durch die untere Rinne k ist das letzte Aussüßwasser zu entfernen. Daß man außer den hier genannten noch andere Zu- und Ableitungen anbringen kann, ist selbstverständig.

Man umgiebt die Filter gern mit einem Mantel von schlechten Wärmeleitern, um den Saft möglichst warm darin zu erhalten. Die Aufstellung geschieht so, daß die Zuführung der Kohle und das Entleeren der Filter dadurch möglichst erleichtert wird. Um den bei der Auffüllung sich verbreitenden Kohlenstaub vom abfließenden Saft abzuhalten, ist es zweckmäßig, die Filter so aufzustellen, daß der Ablauf durch eine Scheidewand von der Einfüllöffnung getrennt wird, wozu man die gemeinschaftlichen Zuleitungsröhren etwas schräg oder nach vorn geneigt stellen kann. Bei dieser schrägen Stellung der Röhren c kommen dann auch die Zuleitungshähne nicht gerade senkrecht über einander zu stehen, was ihre Regulirung, selbst bei nahem Uebereinanderliegen erleichtert.

In den meisten Fabriken wird das Filter direct mit

der trocknen, frisch ausgeglühten Kohle gefüllt; zweckmäßiger füllt man das Filter zunächst zur Hälfte mit siedendem Wasser und dann erst mit der Kohle, wodurch eine gleichförmige Ablagerung der Kohle bewirkt und dadurch ein gleichmäßiges Durchfließen des Saftes erlangt wird. Beim Einfüllen der trocknen Kohle in das leere Filter drückt sich die feinere Kohle in der Mitte dichter zusammen, während die gröbere nach den Seiten zu rollt und hier eine lockere Schicht bildet, durch welche später der Saft einen leichtern Durchgang findet. Ist aber das Filter zuvor mit Wasser gefüllt, so verliert die Kohle an ihrem Gewicht und setzt sich dadurch viel gleichmäßiger ab; noch vollständiger wird dies erreicht, wenn man die Kohle zuvor mit Wasser anfeuchtet, damit sich das Grobe von dem Feineren nicht trennen kann. Bringt man die Kohle trocken in's Filter, so ist es zweckmäßig, oben im Filter einen Conus oder Schirm anzubringen, wodurch die Kohle seitwärts geleitet wird und die gröbere Kohle sich mehr in der Mitte des Filters ablagert, wo das Durchfließen des Saftes im andern Falle immer weniger rasch erfolgt als an den Seiten. Hat man verschiedene Kohlen anzuwenden, wie frische und wiederbelebte, feine und gröbere, so bringt man die frische oder eine feinere unten in's Filter, die wiederbelebte oder eine gröbere Kohle aber in den obern Theil des Filters, wodurch die frische Kohle länger wirksam erhalten wird und eine gröbere Kohle oben im Filter dasselbe gegen das Verstopfen durch mechanische Verunreinigungen des Saftes schützt. Die hier angegebenen Regeln bei der Füllung der Filter dürfen nicht außer Acht gelassen werden, indem sie den Erfolg der Filtration wesentlich bedingen. Nach dem Füllen wird das Filter oberhalb geschlossen und dann zur Erwärmung von oben so lange Dampf zugeleitet, bis dieser aus der untern Oeffnung wieder ausströmt. Unmittelbar nach dem Ausdämpfen darf man den Saft nicht zuleiten, weil dadurch eine stärkere Färbung des Saftes verursacht wird, die durch eine leicht vorkommende Ueberhitzung der Kohle zu entstehen scheint. Durch das Ausdämpfen der Filter vermeidet man eine stärkere Verdünnung des Saftes, weil die Kohle nach dem Dämpfen viel trockner im Filter zurückbleibt. Die ersten Portionen Saft, die durch's Filter gehen, reißen stets eine Menge feinen Kohlenstaub mit fort und müssen deshalb auf's Filter zurückgebracht werden, wenn später nicht eine nochmalige Filtration des Saftes folgt; jede ungleiche Zu- und Ableitung des Saftes, also auch jede Unterbrechung der Filtration verursacht ein solches Fortreißen feinerer Kohlentheile, namentlich bei concentrirten Säften, bei welchen deshalb auch ein gleichmäßiges Durchleiten doppelt nöthig wird. Die Filtration dünner Säfte, namentlich nach der Entkalkung durch Kohlensäure, soll möglichst rasch erfolgen, während es bei der letzten Filtration zweckmäßig ist, den Saft möglichst langsam durchfließen zu lassen.

Nicht selten verwendet man zur ersten Filtration des dünnen Saftes ein Filter, was bereits zur Filtration eines concentrirten Saftes diente, man spart dadurch an thierischer Kohle, denn wenn diese auch nicht mehr fähig ist, einen concentrirten Saft so vollständig zu reinigen, als es vor dem letzten Eindicken des Saftes nöthig wird, so kann sie doch noch die Fähigkeit besitzen, den Saft vollständig von allen mechanischen Verunreinigungen, sowie von einem Ueberschusse an Kalk zu befreien, wenn letzterer nicht durch Kohlensäure ausgeschieden wurde. Man findet deshalb die doppelte Benutzung der Kohle nur da, wo keine Kohlensäure angewandt wird; bei dieser zeigt sich das Verfahren weniger empfehlenswerth, weil es so leicht vorkommen kann, daß durch irgend eine Störung oder durch die Beschaffenheit des Saftes selbst das gebrauchte Kohlenfilter gelitten hat, was für einen bereits entkalkten Saft entschieden nachtheiliger wird, als für einen mit hinreichendem Kalküberschusse. Die doppelte Benutzung der Kohle gewährt übrigens den weitern Vortheil, daß man zum Ausfüßen des concentrirtern Saftes kein Wasser bedarf, also an Brennmaterial spart und der dünnere Saft ein geringeres Quantum Wasser zum Ausfüßen nöthig macht. Ferner zeigt sich das Verfahren bei größeren Filtern weniger empfehlenswerth als bei kleineren, wo die Ausnutzung überhaupt eine raschere ist.

Man benutzt das Filter so lange, als es noch hinreichend gereinigten Saft liefert. Bei der Filtration des concentrirtern Saftes leitet man diesen mitunter über zwei Filter; zeigt sich die Wirkung der Kohle im ersten Filter erschöpft, so leitet man so lange siedendes Wasser auf die Kohle, bis sie hinreichend ausgesüßt ist oder das Ablaufende keinen Zucker mehr enthält. Nach dem Gebrauch kommt die Kohle gleich zur Wiederbelebung und das Filter ist dann gleich sauber zu reinigen.

6) *Das Abdampfen des Saftes.* Der filtrirte Saft soll möglichst rasch zur Verdampfung kommen, was namentlich bei dem dünnen Safte nöthig wird, da dieser durch die Filtration seines Kalks, der ihn gegen eine nachtheilige Veränderung schützte, beraubt wurde. Die Verdampfung selbst soll rasch erfolgen, weil der Zucker durch die längere Einwirkung einer höheren Temperatur, namentlich so lange demselben noch verschiedene Verunreinigungen beigemischt sind, an seiner Krystallisationsfähigkeit verliert, was sich durch eine Färbung des Saftes zu erkennen giebt. Erfolgt das Sieden unter dem gewöhnlichen Luftdrucke oder in offenen Pfannen, dann steigt die Temperatur mit der fortschreitenden Concentration des Saftes, es ist deshalb um so nöthiger, die letzte Verdampfung des Saftes unter vermindertem Luftdrucke oder im Vacuum vorzunehmen. Es läßt sich eine lange Reihe der verschiedensten Abdampfapparate aufzählen, die bereits eine mehr oder weniger große Verbreitung oder Anwendung in den Zuckerfabriken fanden.

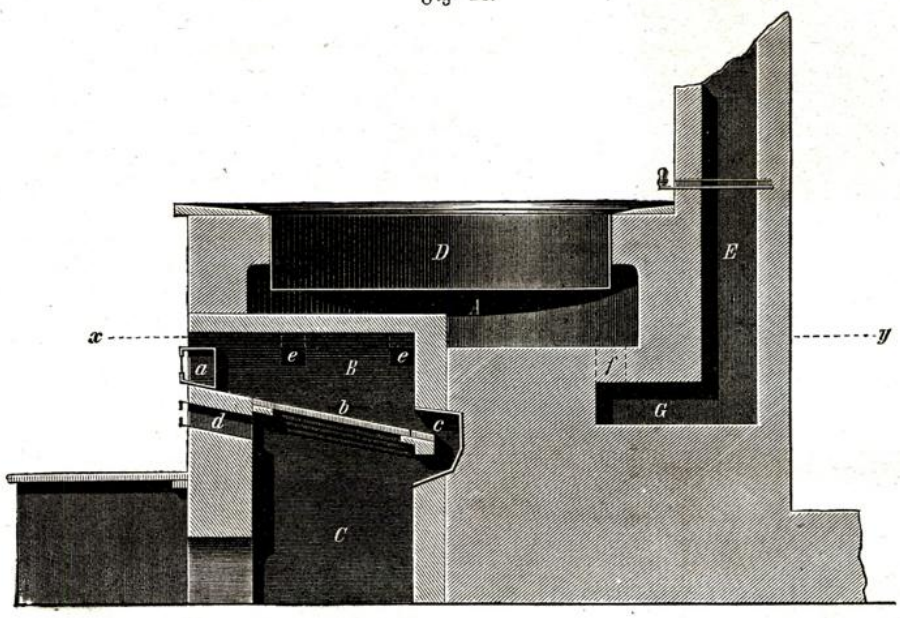
Die Zweckmäßigkeit der Erhitzung mittelst Dampf bei der ersten Reinigung oder Scheidung des Saftes und der entschiedene Vortheil, welcher diese Erhitzung beim letzten Verkochen des Saftes gewährt, haben derselben in den größeren Fabriken auch zum ersten Verdampfen eine allgemeinere Verbreitung verschafft, hauptsächlich, seitdem man durch Vervollkommnung der Abdampfapparate eine doppelte Benutzung des Dampfes oder seiner Wärme möglich gemacht hat.

Soll die Verdampfung über freiem Feuer vorgenommen werden, wie dies, wenn auch selten, noch in kleineren, einfach oder mit geringem Anlagecapital eingerichteten Fabriken vorkommt, und hier immerhin mit dem billigsten Aufwande an Brennmaterial und bei

der Abdampfung der dünneren Säfte auch mit weniger Nachtheil für den Saft geschehen kann, so verwendet man dazu kleine flache Pfannen, um die Dauer der Einwirkung einer höhern Temperatur dadurch möglichst abzukürzen.

Die größten Uebelstände beim Verdampfen über freiem Feuer bestehen in der Gefahr des Anbrennens beim letzten Einkochen des Saftes und in der Schwierigkeit, das Feuer schnell und auf bequeme Weise mäßiger oder ganz unwirksam zu machen, wie es zur Verhütung des Ueberkochens und beim Ausleeren der Pfannen nöthig wird. Diese Uebelstände werden durch eine eigenthümliche Construction der Feuerung, wie sie in der Hohenheimer Zuckerfabrik ausgeführt ist, bedeutend vermindert, wenn nicht beseitigt. Fig. 28 zeigt den Längendurchschnitt der Feuerung nebst Pfanne, Fig. 29 einen Grundriß der erstern in der Linie $x \ldots y$. A ist der Heerdraum, B der Feuerraum, C der Aschenfall, D die Abdampfpfanne, E das Kamin. Das Brennmaterial wird durch die Oeffnung a auf den schrägliegenden Rost b geworfen und das Feuer durch den Schlackenabzugscanal c gereinigt. Durch die Oeffnung d läßt sich der Rost von unten rein erhalten. Der Feuerraum B ist mit einem oberhalb geschlossenen Gewölbe von feuerfesten Steinen bedeckt, in welchem seitwärts die Oeffnungen e die Hitze des Feuers gleichmäßig in dem Heerdraume vertheilen. Von hier wird der Rauch durch die Canäle ff nach abwärts geleitet und durch den Canal G vereinigt in den Kamin geführt. Ein von der Seite angebrachter Canal h dient zum Fortschaffen der sich in G sammelnden Asche. ll sind verschließbare Oeffnungen, die es gestatten, kalte Luft in den Heerdraum A zu leiten.

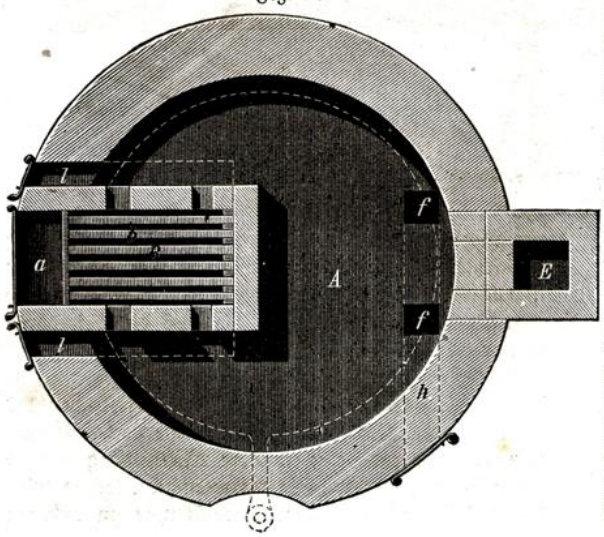
Fig. 28.



Die hier beschriebene Einrichtung läßt in dem kleinen überwölbten Feuerraume eine vollständige Verbrennung, selbst von einem schlechtern Brennmateriale und durch die seitwärts angebrachten Oeffnungen ee eine gleichmäßige Vertheilung, selbst unter einem größern Pfannenboden, erreichen. Die Gluth des Gewölbes entzündet den beim frischen Aufschütten entstehenden Rauch, so daß selbst ein erdiger Torf und schlechtere Braunkohlen hier fast ohne Rauch verbrennen.

Einen wesentlichen Vortheil gewährt die Einrichtung noch dadurch, daß sie beim Ausleeren des abgedampften Saftes eine schnelle Abkühlnng des Pfannenbodens, durch's Oeffnen der Züge ll erreichen läßt, indem dadurch der Luftzug durch's Feuer unterbrochen wird. Die Pfanne eignet sich deshalb auch für das letzte Einkochen des Saftes, wobei es besonders wichtig ist, die Stärke der Erhitzung beliebig reguliren zu können.

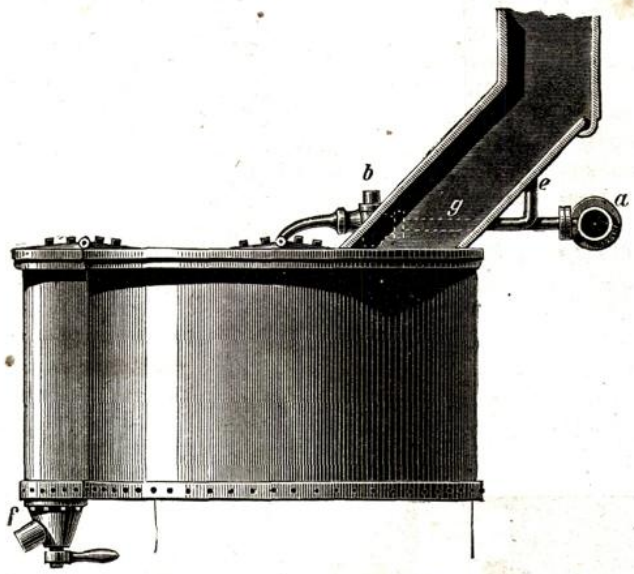
Fig. 29.



Von den verschiedenen Abdampfpfannen mittelst Dampf findet man, da wo die erwähnte doppelte Benutzung des Dampfes noch keine Anwendung gefunden, entweder die Hallette'schen oder die Pecqueur'schen Pfannen, die sich im Wesentlichen durch die Form der Heizröhren und durch die Zu- und Ableitung des Heizdampfes von einander unterscheiden. Die ältern Hallette'schen Pfannen bestehen, wie in Fig. 30 und 31 angegeben, aus einem runden Gefäße, früher meist von Kupfer, jetzt aber auch von Eisenblech gefertigt, an dessen Boden ein doppelt gewundenes Heizrohr liegt (Fig. 31). Das Gefäß erhält in der Ausbiegung bei f einen Ventilhahn zum Ablassen des abgedampften Saftes und wird durch einen Holzdeckel, der vorn eine kleine Klappe erhält, ganz geschlossen. Der Schlauch g

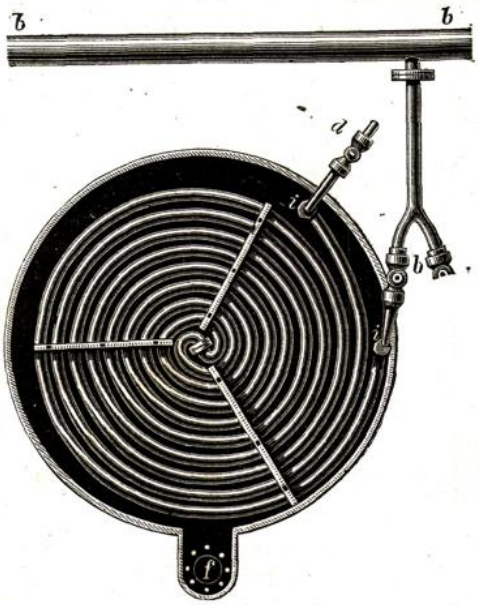
dient zur Ableitung der erzeugten Saftdämpfe. — Der Heizdampf aus dem für mehre Pfannen gemeinschaftlichen Rohre *a* wird durch den Hahn *b* über den Rand des Gefäßes in eine Spirale geleitet, die ihn bis zur

Fig. 30.



Mitte der Pfanne und von hier zurück wieder von außen über den Rand des Gefäßes führt. Die nachfolgenden Dämpfe treiben das in den Röhren condensirte Dampf-

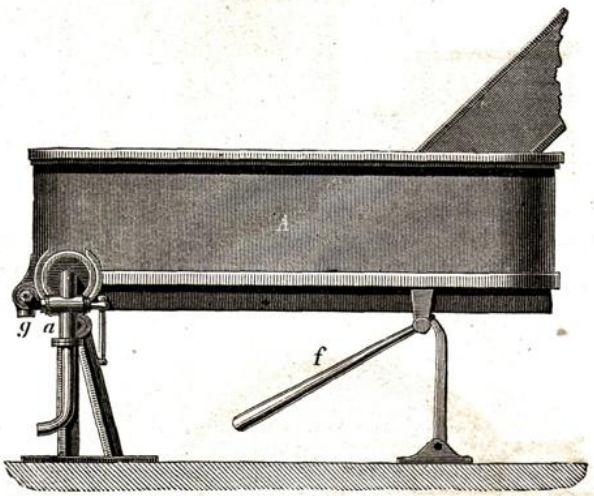
Fig. 31.



wasser durch den Hahn *d* in ein für mehre Pfannen wiederum gemeinschaftliches „Retourrohr", welches in einen Behälter (retour d'eau) ausmündet. Das sich sammelnde Dampfwasser wird von hier zum Speisen der Dampfkessel wieder verwendet. Zum raschen Verdampfen des Saftes ist eine rasche Zuströmung des Dampfes erforderlich, wobei mit dem Condensationswasser auch viel Dampf durch den Hahn *d* in den Wassersammler gelangt, der von hier meist zur Heizung der Zuckerböden eine weitere Anwendung findet. (Jener Wassersammler wird dadurch auch wohl als „Dampfsammler" bezeichnet. Derselbe muß mit der Luft in Verbindung stehen, damit die Dämpfe einen Ausweg finden, ohne welchen sie das Wasser aus den Heizröhren nicht in die Höhe treiben könnten.) Da häufig mehr „Retourdämpfe" vorhanden sind, als zur Heizung der Böden nöthig wird, so sucht man durch das Anbringen eines Ventils, wie bei den Retourdämpfen von den Scheidepfannen, die Ausströmung des Dampfes zu hemmen. Dennoch ist bei diesen Pfannen ein großer Dampfverbrauch erforderlich, weil das Fortschaffen des condensirten Wassers über den Rand der Gefäße keinen stärkern Gegendruck gestattet.

Einen geringern Dampfverbrauch erlangt man dagegen durch die Pecqueur'sche Pfanneneinrichtung, welche in Fig. 32 und 33 angegeben. Hier treten die Heizdämpfe durch den Hahn *a* unten durch die Seitenwand der Pfanne *A* in das Rohrstück *b*, Fig. 33, von welchem die gebogenen Röhren *c* in das Rohrstück *d* münden, von wo das condensirte Wasser durch den Hahn *e* bei geeigneter Aufstellung der Pfanne direct in den Dampfkessel zurückzuleiten ist, sobald die Pfannen nicht zu weit entfernt vom Dampfkessel und höher als dieser aufzustellen sind. Hierdurch wird

Fig. 32.

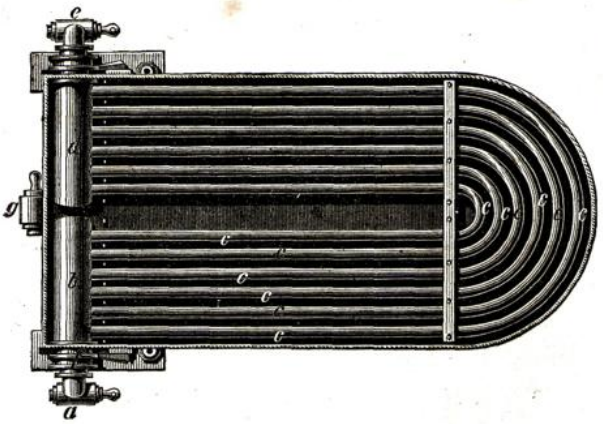


dann nicht mehr Dampf verbraucht, als durch Entziehung der Wärme Wasser daraus entsteht, welches, da es nicht nach aufwärts zu treiben ist, durch seine eigene Schwere in den Dampfkessel zurückfließt, so daß die Heizröhren stets nur mit heißerem Dampf gefüllt bleiben.

Diese Einrichtung macht die Pecqueur'schen Pfannen auch besonders geeignet zum letzten Verkochen des Saftes, wo die Absorbirung von Wärme nach und nach immer geringer und eine raschere Mittheilung um so nöthiger wird. Werden die Pfannen zum letzten Einkochen des Saftes verwendet, so erhalten sie zur raschern

Entleerung eine Einrichtung, wodurch sie auf der dem Ablaufhahn *g* gegenüber stehenden Seite etwas zu heben sind. Es dient dazu die knieförmige Unterstützung mit dem Hebel *f*. Ferner sind dazu die Rohrstücke *b* und *d*

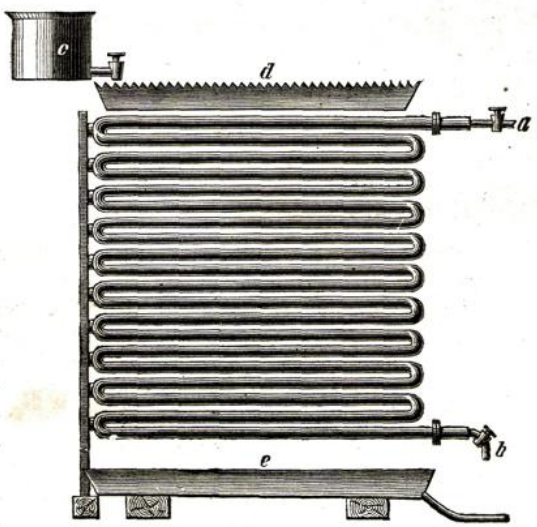
Fig. 33.



da, wo sie durch die Seitenwand gehen, mit Stopfbüchsen versehen, um sie hier drehbar zu machen. Diese Einrichtung gestattet denn auch, den ganzen Röhrenrost behufs der leichtern Reinigung zu heben. Die Pfannen erhalten durch diese leichtere Reinigung noch einen besondern Vorzug den Hallette'schen gegenüber. Die Heizröhren überziehen sich sehr bald mit einer Kalkkruste, vorzüglich wenn man recht kalkhaltige Säfte darin verdampft, was denn ihre Leistungs- oder Verdampfungsfähigkeit auffallend beeinträchtigt und die häufige Entfernung der erdigen Kruste nöthig macht, was bei den fest am Boden liegenden Spiralröhren jedesmal ein Abschrauben von den Verbindungsröhren erfordert.

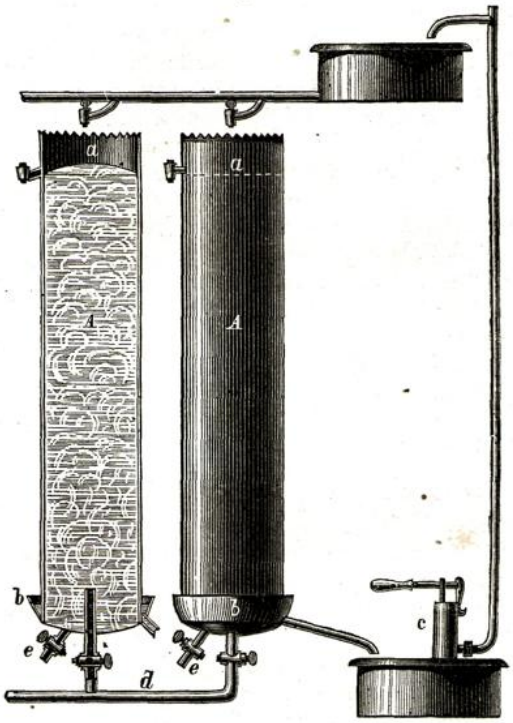
Unter den Vorrichtungen, welche eine Beschleunigung des Abdampfens bezwecken, fand die Pelletan'sche Röhrenabdampfung vielfache Anwendung. Sie besteht, wie Fig. 34 zeigt, aus einer größern Anzahl in gerader Richtung über einander liegender Röhren. Der

Fig. 34.



Dampf tritt bei *a* ein und das condensirte Wasser wird bei *b* wieder abgeleitet. Der abzudampfende Saft fließt aus dem Reservoir *c* in die Vertheilungsrinne *d*, die zu diesem Zweck unten spitz oder kantig zuläuft und am obern Rande gezahnt oder eingeschnitten ist, so daß der Saft von der untern Kante der Vertheilungsrinne auf die Mitte des obern Rohrs geleitet wird. Der Saft fließt dann von einem Rohr auf's andere, wobei er rasch verdampft und concentrirt in dem untern Becken *e* aufgefangen wird. Eine ähnliche, aber weniger verbreitete Abdampfung ist die von Martin in Fig. 35. Sie besteht aus mehren aufrechtstehenden Säulen *AA*

Fig. 35.



von größerem Durchmesser, die oberhalb die Becken *a* tragen, von welchen der Saft, gleichmäßig vertheilt, an den Säulen hinunterfließt und bei *b* aufgefangen wird. Mittelst der Pumpe *c* kann der Saft wieder gehoben werden, wenn eine weitere Concentration nöthig wird. Zur bessern Vertheilung des Saftes und zur Gewinnung einer größern Heizfläche hat man die Säulen mit einem Drahtnetze überzogen. Der Dampf tritt durch das Rohr *d* ein und das condensirte Wasser findet durch den Hahn *e* eine Ableitung.

Obgleich diese Röhren- und Säulen-Apparate ein sehr schnelles Verdampfen möglich machen und deshalb die Pelletan'schen Röhrenapparate auch heute noch in den Stärkezuckerfabriken eine Anwendung finden, so zeigten sie doch bei der Concentration des Rübensaftes den Nachtheil einer ungleichen Abdampfung, d. h., daß ein Theil des Saftes zu viel, ein anderer zu wenig concentrirt wurde, was die Güte des Rübensaftes sehr vermindert.

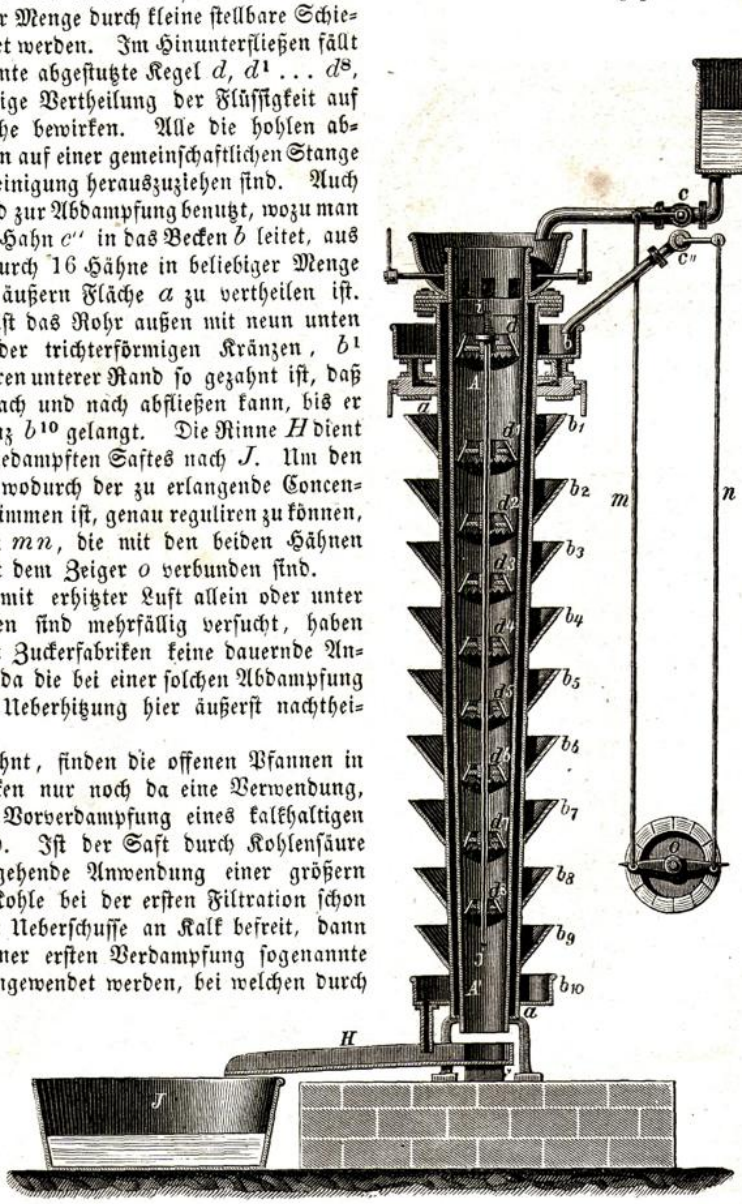
Weit bessere Resultate will man dagegen mit dem in Fig. 36 angegebenen Apparate erhalten, welcher

deshalb auch bis auf die neueste Zeit in den belgischen Fabriken eine Anwendung gefunden. Derselbe besteht aus zwei senkrechten in einander geschobenen, unten etwas verjüngt zulaufenden Röhren, welche den Dampfraum einschließen. Der Saft fließt aus dem Reservoir e in den obern Rand des innern Rohrs A und kann von hier in beliebiger Menge durch kleine stellbare Schieber nach innen geleitet werden. Im Hinunterfließen fällt er auf neun eingezahnte abgestutzte Kegel d, d^1 ... d^8, welche die gleichmäßige Vertheilung der Flüssigkeit auf der innern Gangfläche bewirken. Alle die hohlen abgestutzten Kegel stecken auf einer gemeinschaftlichen Stange $j\,i$, mit der sie zur Reinigung herauszuziehen sind. Auch die äußere Fläche wird zur Abdampfung benutzt, wozu man den Saft durch den Hahn c'' in das Becken b leitet, aus welchem der Saft durch 16 Hähne in beliebiger Menge an dem Rohre der äußern Fläche a zu vertheilen ist. Zu diesem Zwecke ist das Rohr außen mit neun unten spitz zulaufenden oder trichterförmigen Kränzen, b^1 ... b^9 umgeben, deren unterer Rand so gezahnt ist, daß der Saft hier nur nach und nach abfließen kann, bis er in den unteren Kranz b^{10} gelangt. Die Rinne H dient zur Leitung des abgedampften Saftes nach J. Um den Zufluß des Saftes, wodurch der zu erlangende Concentrationspunkt zu bestimmen ist, genau reguliren zu können, dienen die Stangen $m\,n$, die mit den beiden Hähnen c und c'', sowie mit dem Zeiger o verbunden sind.

Abdampfungen mit erhitzter Luft allein oder unter Mitwirkung derselben sind mehrfällig versucht, haben aber bis jetzt in den Zuckerfabriken keine dauernde Anwendung gefunden, da die bei einer solchen Abdampfung leicht vorkommende Ueberhitzung hier äußerst nachtheilig wird.

Wie schon erwähnt, finden die offenen Pfannen in den größeren Fabriken nur noch da eine Verwendung, wo eine sogenannte Vorverdampfung eines kalkhaltigen Saftes nöthig wird. Ist der Saft durch Kohlensäure oder durch vorhergehende Anwendung einer größern Menge thierischer Kohle bei der ersten Filtration schon von seinem größern Ueberschusse an Kalk befreit, dann können auch zu seiner ersten Verdampfung sogenannte Vacuumapparate angewendet werden, bei welchen durch Verminderung des Luftdruckes der Saft bei niederer Temperatur siedet, was denn eine rasche Verdampfung und eine doppelte Benutzung des Dampfes oder seiner Wärme möglich macht. Es werden dabei die starkgespannten Dämpfe zunächst zum Betriebe der nöthigen

Fig. 36.



Dampfmaschinen und dann erst zum Verdampfen verwendet.

Im Wesentlichen bestehen die Vacuumapparate aus zwei Haupttheilen, dem eigentlichen Abdampfgefäße und der Vorrichtung zur Erzeugung und Erhaltung der Luftleere. Die älteren Vacuumapparate, wie man sie bisher nur zur letzten Verkochung der Säfte benutzte, zeigen die meiste Verschiedenheit in der Vorrichtung zur Erzeugung und Erhaltung der Luftleere, die man Anfangs nur durch Luftpumpen, später durch Condensation des Wasserdampfes, gegenwärtig aber fast allgemein durch eine Verbindung der beiden Erzeugungsarten, d. h. durch Luftpumpen und Condensation, herstellt. Ferner unterscheidet man bei der Erzeugung und Erhaltung der Luftleere die Anwendung von „trocknen" und „nassen" Luftpumpen, je nachdem durch diese die Luft allein oder auch das zur Condensation der Dämpfe benutzte Wasser mit fortgeschafft wird. Erstere erfordern eine geringere Betriebskraft, aber eine genauere Anfertigung und achtsamere Ueberwachung.

Die Verminderung des Luftdruckes und die Herstellung einer größern Heizfläche haben, wie schon gesagt, nicht

nur die Benutzung des zum Betriebe der Dampfmaschinen erforderlichen Dampfes und anderer „Retourdämpfe", sondern auch die Wiederbenutzung der erzeugten „Saftdämpfe" zur Verdampfung eines bereits concentrirten Saftes möglich gemacht. Hierzu erhalten die Kochgefäße meist eine Cylinderform mit einer Heizfläche aus einer größern Anzahl gerader Röhren nach Art der Locomotivkessel. Es sind dabei 2 und auch 3 solcher Kessel oder Abdampfcylinder mit einander verbunden, wovon einer zunächst mit jenen Maschinen- und Retourdämpfen geheizt, der dadurch erzeugte Saftdampf aber in den Heizraum des damit verbundenen zweiten und dritten Körpers geleitet wird.

Während im ersten Cylinder, selbst bei einer geringern Temperaturdifferenz des Saftes und Dampfes durch die vergrößerte Heizfläche eine rasche Verdampfung erfolgt, wird diese im zweiten und dritten Cylinder durch eine stärkere Verminderung des Luftdruckes, bei einer gleich großen Heizfläche auch durch die geringere Wärme der Saftdämpfe vom ersten Cylinder ermöglicht.

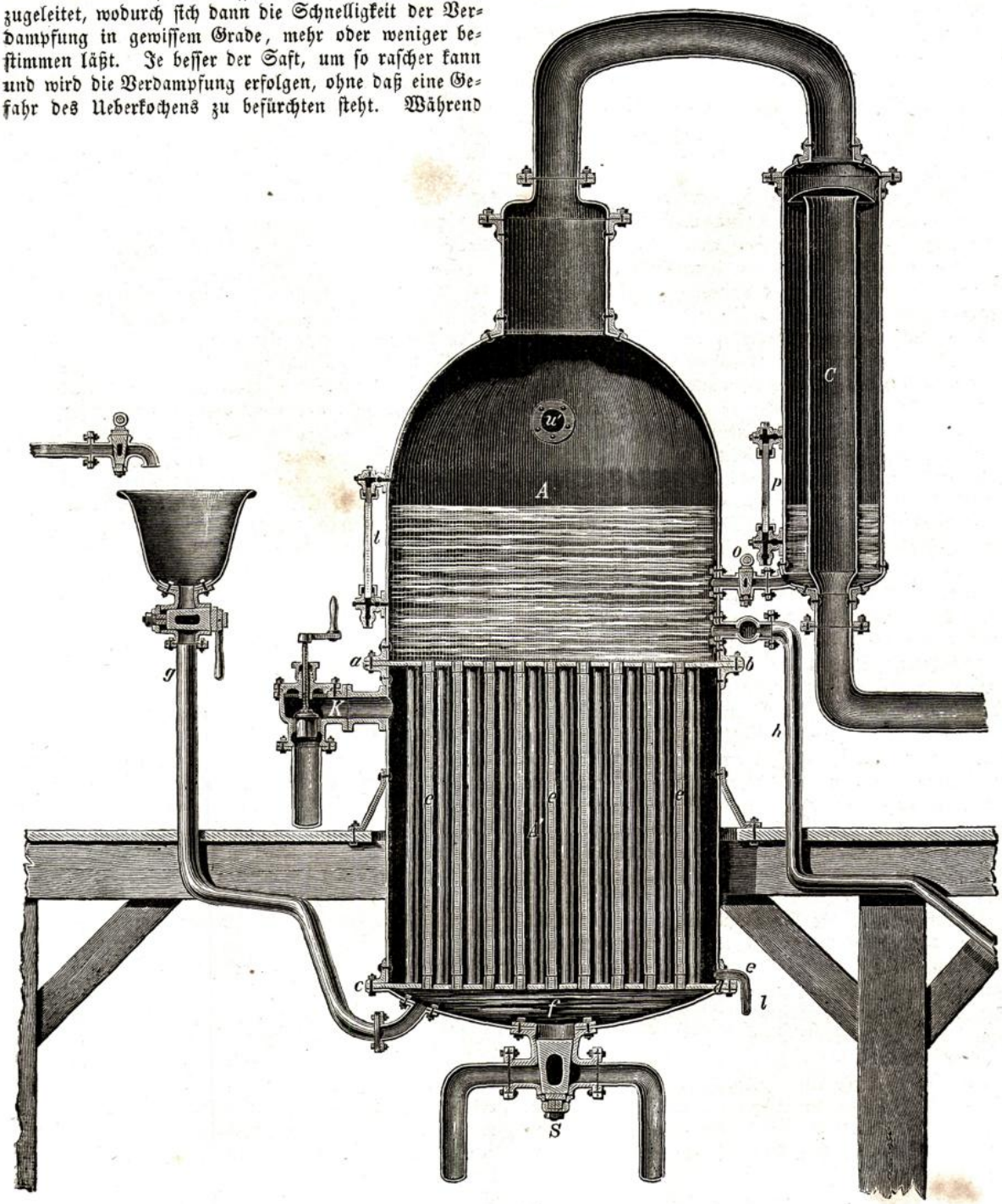
Die ersten derartigen Apparate wurden von Rillieux in Nordamerika construirt und in den westindischen Zuckerfabriken in Anwendung gebracht; später von Tischbein in den Magdeburger Fabriken eingeführt. Sie bestanden aus drei liegenden Cylindern, durch welche innen bis zur halben Höhe, ganz nach Art der Locomotivkessel, eine größere Anzahl zweizölliger Heizröhren angebracht war, durch welche der Heizdampf geleitet wurde, während der Saft die Röhren von außen umgab. Diese sogenannten Tischbein'schen Apparate zeigten den Nachtheil einer schwierigen Reinigung der Röhren von dem sich absetzenden kohlensauren Kalk, der die Mittheilung der Wärme und damit die Leistungsfähigkeit der Heizfläche bald verminderte. Dies führte zu der Abänderung, wie wir sie an den Robert'schen Apparaten finden, bei welchen die Cylinder aufrecht gestellt und die Heizröhren in der untern Hälfte zwischen zwei Böden in der Weise angebracht sind, daß der Saft durch die Röhren von unten nach oben steigt, während der Heizdampf die Röhren, in dem durch die Böden eingeschlossenen Raum, von außen umgiebt. Diese Einrichtung macht eine leichte Reinigung der Röhren möglich und steigert die Leistungsfähigkeit der Apparate so, daß dieselben in neuerer Zeit eine schnelle Verbreitung fanden. Meist verbindet man jetzt nur zwei solcher Abdampfcylinder mit einander, wovon der erste mit den Maschinen- und anderen Retourdämpfen, der zweite aber mit den Saftdämpfen des ersten geheizt wird. Die Heizung eines dritten Apparats mit den Saftdämpfen des zweiten zeigt sich als minder praktisch, weil dadurch die Schnelligkeit der Verdampfung zu sehr leidet. Tischbein verfertigt seine neueren Apparate in ähnlicher Weise wie die Robert'schen mit stehenden Cylindern, deren er meist noch drei anwendet, wovon der mittlere mit den Retourdämpfen, die beiden anderen aber mit den Saftdämpfen dieses mittlern geheizt werden.

Fig. 37, 38 und 39 geben die Einrichtung eines Robert'schen Apparats mit zweimaliger Benutzung des Dampfes oder dessen Wärme. Die beiden Abdampfcylinder A und B erhalten im Wesentlichen die gleiche Einrichtung, wovon Fig. 37 die Ansicht im Durchschnitt und Fig. 38 im Aufriß zeigt. In der untern Hälfte schließen die beiden Böden ab und cd den Dampfraum A' und B' ein. Beide Böden werden durch eine größere Anzahl, hier von 254, nahezu zweizölligen Röhren e von Kupfer oder Messing mit einander verbunden, so daß der untere Raum f durch die Röhren mit dem obern Theile des Cylinders communicirt. Fig. 39 zeigt einen der Böden mit den Oeffnungen für die Röhren in einer Ansicht von oben. Durch das Trichterrohr g erfolgt der Zufluß des abzudampfenden Saftes, der durch die Röhren e in den obern Theil des Cylinders A steigt und von hier durch das Hahnenrohr h in den untern Raum des zweiten Cylinders B zu leiten ist. Aus diesem ist dann der abgedampfte Saft durch das Hahnenrohr i entweder mittelst einer Pumpe oder durch die Verbindung mit einem Vacuum beliebig abzusaugen. Durch den Ventilhahn K erfolgt der Zutritt des sogenannten Maschinendampfes aus einem gemeinschaftlichen Dampfsammler für die verschiedenen Retourdämpfe. Der Dampf tritt hier zwischen die Röhren e, deren bedeutende Heizfläche, hier 560 Quadratfuß, selbst bei einer minder großen Temperaturdifferenz dennoch eine rasche Verdampfung oder Mittheilung der Wärme bewirkt. Das condensirte Dampfwasser wird bei l abgeleitet. Die Saftdämpfe werden dagegen durch das Verbindungsrohr C in den Dampfraum des zweiten Apparats B geleitet, dieselben bewirken hier bei vermindertem Luftdrucke eine rasche Verdampfung des Saftes. Die Verminderung des Luftdrucks wird durch die Verbindung des obern Theils des zweiten Apparats B mit dem Condensator D hervorgebracht. Dieser steht hier durch das Rohr m direct mit einer sogenannten nassen Luftpumpe in Verbindung, während das zur Condensirung der Dämpfe dienende Wasser durch das Rohr n einspritzt. Dieses Rohr taucht mit seinem siebartig durchlöcherten Theile in die hier punktirt angegebene Verlängerung des Rohrs m'. Die obere Umhüllung dieses Rohrs dient, wie auch bei dem Verbindungsrohre C, zur Aufnahme der bei lebhaftem Kochen etwa mit fortgerissenen Saftheile, zu deren Zurückleitung die beiden Hahnenröhrchen o und o' dienen. Durch die Glasröhren p und p' ist die Ansammlung solcher Flüssigkeit zu erkennen.

Der Dampfraum des zweiten Apparats B' ist durch das Rohr q mit dem untern Theile des Condensators verbunden, wodurch ein rascher Abzug der Saftdämpfe aus A durch den Heizraum von B erreicht wird; zur völligen Condensation dieser Dämpfe tritt hier durch das Rohr r noch kaltes Wasser zu. Zum völligen Entleeren der Apparate dienen die unteren Hähne S und S' mit je zwei Ableitungsröhren, um Saft oder Spülwasser beim Reinigen des Apparats ableiten zu können. Zur Reinigung der Apparate sind die nöthigen Mannlöcher oberhalb der Heizröhren vorhanden. Die Glasröhren t und t' zeigen den Stand der Flüssigkeit im obern Theil der Apparate. Die Glasscheiben u dienen zur Beobachtung des Kochens, wozu vor einer gegenüber angebrachten Scheibe u' außen ein Licht angebracht wird. Durch die Probehähne v und v' ist die erlangte Concentration des Saftes zu untersuchen. Mit den Verschraubungen w und w' werden Thermometer und Barometer verbunden, um Temperatur und Luftleere beobachten zu können.

Die Behandlung oder der Gebrauch des Apparats ist sehr einfach. Nach schwacher Füllung der beiden Körper läßt man den Dampf zutreten und setzt die Luftpumpe in Bewegung. Mit dem Beginn des Siedens wird das Condensationswasser in entsprechendem Maße zugeleitet, wodurch sich dann die Schnelligkeit der Verdampfung in gewissem Grade, mehr oder weniger bestimmen läßt. Je besser der Saft, um so rascher kann und wird die Verdampfung erfolgen, ohne daß eine Gefahr des Ueberkochens zu befürchten steht. Während des Kochens richtet man den Zulauf des Saftes so, daß sich das Niveau desselben nahezu gleich bleibt, und prüft dann von Zeit zu Zeit die Concentration des Saftes im zweiten Körper. Zeigt er hier die gewünschte

Fig. 37.



Stärke, so ſtellt man die Verbindung des Abfluſſes mit einem luftleer gehaltenen oder mit der Luftleere des Apparats verbundenen Montejus in der Weiſe her, daß das Niveau des Saftes im zweiten Apparat gleich bleibt, oder man läßt nur von Zeit zu Zeit von dem hinreichend concentrirten Safte ſo viel durch eine Pumpe oder durch das Montejus abziehen, daß die Heizröhren im Apparat ſtets bedeckt bleiben.

Was die Leiſtungsfähigkeit des Apparats betrifft, ſo wird dieſe weſentlich durch die Größe der Heizfläche und Temperaturdifferenz, ſowie durch die Güte des Saftes bedingt. Die Temperaturdifferenz hängt zum Theil von

Fig. 38.

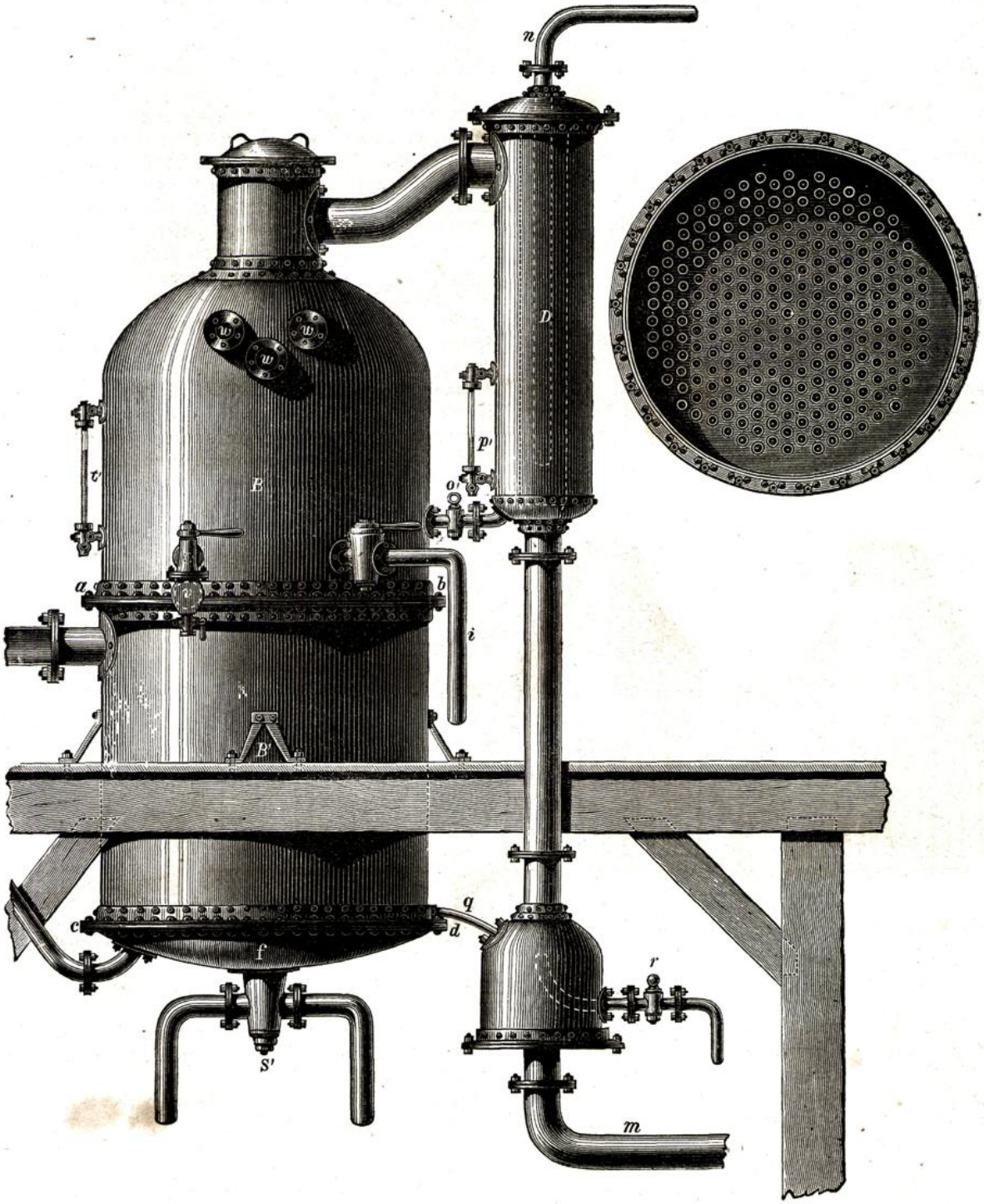
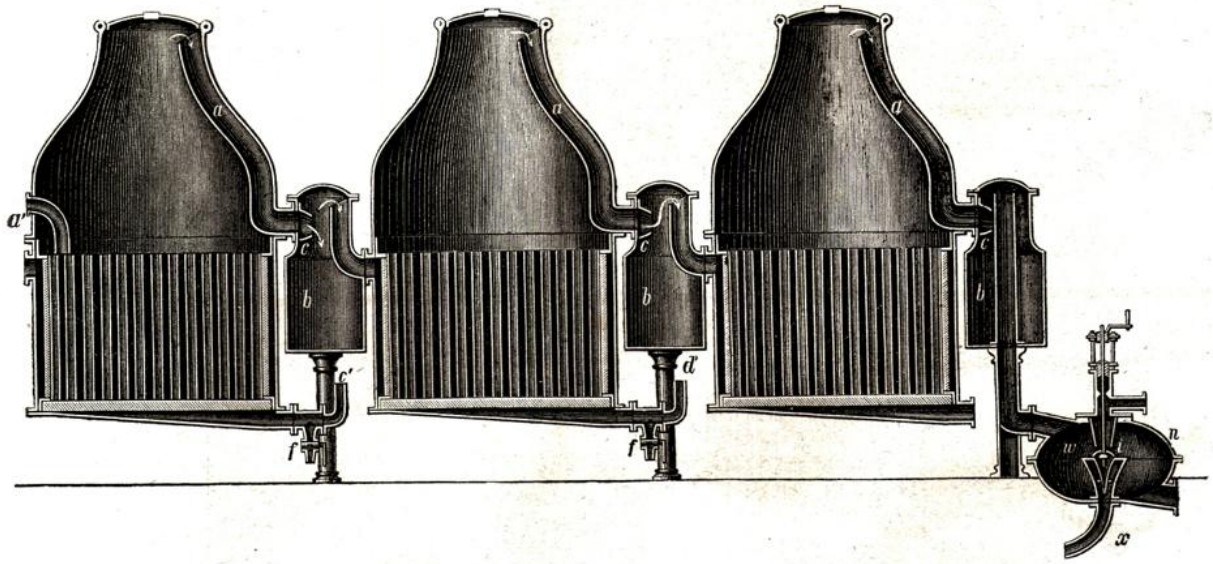


Fig. 39.

der Construction des Apparats, wesentlich aber auch von der mehr oder weniger zweckmäßigen Einrichtung der Condensation der Dämpfe oder Einspritzung des Wassers ab. Bei einem dreitheiligen Apparate beträgt diese Temperaturdifferenz für jeden Körper etwa 10° R. (12,5° C.), indem der Heizdampf hier etwa mit 90° R. (112,5° C.) eintritt, der Saft aber bei 80° R. (100° C.) siedet, mit dessen Dampf dann der Saft des zweiten Apparats bei 70° R. (87,5° C.) und mit diesem Dampfe der Saft im dritten Apparate mit 60° R. (75° C.) siedet, zusammen also eine Temperaturdifferenz von 30° R. (37,5° C.). Dieselbe Differenz läßt sich aber auch bei einem zweitheiligen Apparat erlangen, wenn der Saft im zweiten Körper bei 60° R. (75° C.) siedet, was durch die Condensation zu erlangen steht, und dieselbe Fläche bei einer Temperaturdifferenz von 20° R. (25° C.) das Doppelte verdampft, was sie bei 10° (12,5° C.) Differenz leisten würde; dadurch wird es auch möglich, selbst mit einem Körper oder mit $^1/_3$ der Heizfläche nahezu dieselbe Menge Saft abzudampfen, wenn hier schon eine Temperaturdifferenz von 30° (37,5° C.) erhalten wird.

Bei der Verwendung von nur einem Körper ginge aber der Vortheil einer doppelten und dreifachen Benutzung der Dampfwärme verloren und würde auch eine größere Menge Kühlwasser nöthig, um den erzeugten Saftdämpfen die Wärme zu entziehen oder den Saftdampf zu condensiren, wozu man bei einem zwei- und dreitheiligen Apparate den abzudampfenden Saft selbst benutzt. Die beste Ausnutzung der Wärme und die größte Ersparniß an Kühlwasser findet demnach bei einem dreitheiligen Apparate Statt, und nur die damit verbundene Verzögerung der Verdampfung, wodurch die Güte des Saftes leidet, hat es für zweckmäßig erkennen lassen, auf die möglichste Erlangung der genannten Vortheile theilweise zu verzichten, also Apparate mit zwei Körpern anzuwenden, wovon der erste mit Retourdämpfen, der zweite aber mit dem Saftdampfe des ersten geheizt wird. Ein weiterer Mangel der Robert'schen Apparate besteht in der unvollkommenen Trennung des ältern oder bereits concentrirtern von dem frisch zufließenden dünnern Safte, wodurch eine Ungleichheit in der Zeitdauer des Einflusses der Kochhitze entsteht. Die ungleiche, bald längere, bald kürzere Einwirkung einer höhern Temperatur oder der Kochhitze zeigt sich auffallender bei der Abdampfung in offenen Pfannen, wenn hier dem bereits concentrirtern Safte frischer Saft nachgefüllt wird, wodurch die Güte desselben anerkannt sehr leidet. Aber auch bei den Robert'schen Apparaten wird der Nachtheil dadurch bemerkbar, daß mit dem ununterbrochen fortgesetzten Gebrauche des Apparats die Güte des Saftes merklich abnimmt, weil sich der Nachtheil einer solchen ungleichen Erhitzung nach und nach steigert. Es ist diese Verschlechterung des Saftes nicht allein dem verzögerten Abdampfen durch den Ansatz einer Kalkkruste, womit sich die Heizfläche nach und nach immer mehr überzieht, zuzuschreiben, denn auch ohne Entfernung jenes schlechten Wärmeleiters liefert der Apparat nach völliger Entleerung anfangs wieder einen schönern Saft als später.

Fig. 40.

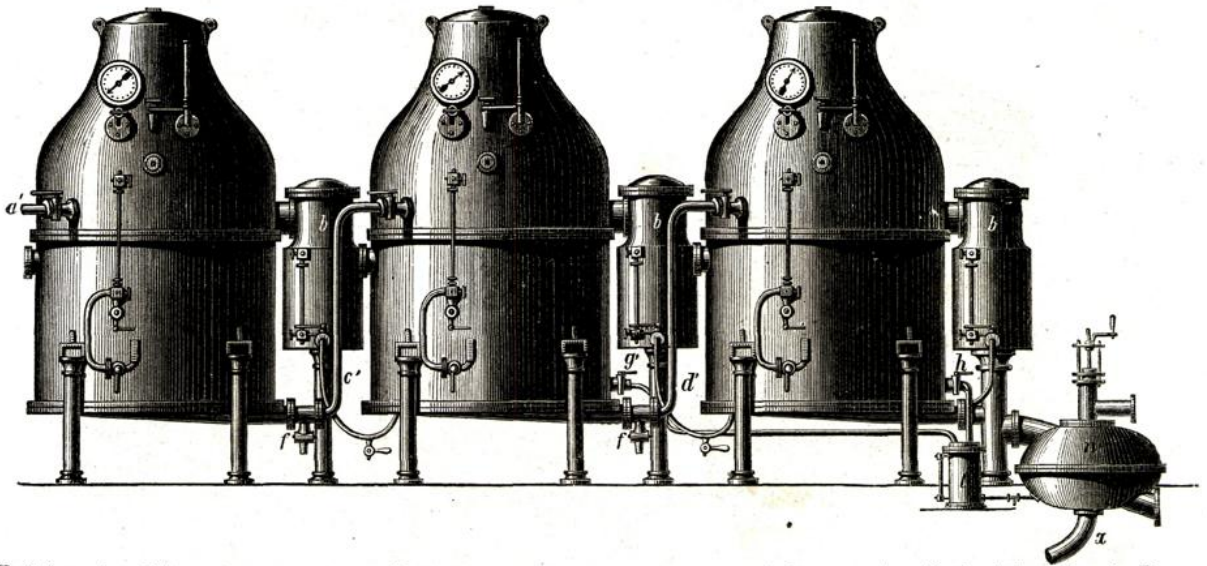


Um diesen Nachtheil zu beseitigen, hat Walkhoff die Zuleitung des Saftes statt von unten von oben, und ebenso seine Ableitung von unten statt von oben, hergestellt, so daß also der frische Saft oberhalb der Heizröhren eintritt, der mehr abgedampfte, spezifisch schwerere Saft aber vom untern Theil des ersten Körpers in den obern Theil des zweiten, und eben so vom zweiten in den dritten Körper gelangt. Dabei hat Walkhoff die Ableitung der Dämpfe von einem zum andern Körper durch ein im Innern des Kochraums angebrachtes Rohr bewerkstelligt, um die hier so schädliche äußere Abkühlung möglichst zu vermeiden, die bei der Construction der Robert'schen Apparate, durch die nach aufwärts führenden Uebersteigröhren verursacht wird.

Eine solche Walkhoff'sche Abänderung zeigt Fig. 40 in einem Durchschnitt und Fig. 41 in einem Aufriß. Der Zufluß des Saftes erfolgt hier bei a' in den ersten Körper, vom untern Boden steigt der Saft

durch das Rohr c' nach aufwärts in den zweiten Körper und ebenso durch das Rohr d' in den dritten Körper. Die Dämpfe treten durch die Röhren a . . . aus dem obern Theile des Kochraums in die Uebersteiger b . . ., aus welchen sie dann durch ein auf ähnliche Weise angebrachtes Rohr in den Heizraum des folgenden Körpers und vom dritten in den Condensator n gelangen. Die Hähne f . . . dienen zur vollständigen Entleerung der Kochgefäße. Die Retouren vom zweiten und dritten Körper werden zunächst durch g und h in den kleinen

Fig. 41.



Cylinder t geführt, der mit einem Wasserstandzeiger versehen ist, um die condensirte Flüssigkeit stets beobachten zu können, wodurch man jede etwa vorkommende Undichtheit im Apparat, bei der die condensirte Flüssigkeit gefärbt erscheinen würde, erkennen kann. Der Condensator besteht aus einer linsenförmigen geschlossenen Schale, in welche das Rohr x das zur Condensation dienende Wasser zuführt. Das Rohr erweitert sich innen und ist durch den Conus i so weit zu schließen, daß das Wasser fächerartig ausströmt und dadurch den ganzen Raum durch eine Wasserhaut theilt, was eine innige Berührung mit den zu condensirenden Dämpfen erreichen lassen soll.

Ferner hat Walkhoff seine Heizröhren kürzer als bei den Robert'schen Apparaten gemacht, um dadurch dem Vorwurf zu begegnen, daß in den längeren Röhren die Verdampfung des Saftes durch die aufsteigenden Dampfblasen verhindert werde.

Die Anfangs häufig vorgekommene mangelhafte Befestigung der Röhren in den den Dampfraum einschließenden Böden und die verhältnißmäßig geringe Leistung ihrer Heizfläche haben in den böhmischen Fabriken einen andern Apparat mit spiralförmig gewundenen Heizröhren eine allgemeinere Verbreitung finden lassen. Bei demselben liegen mehre solche Spiralröhren am Boden der Pfanne über einander und sind hier an einem Ende zum Eintritt des Dampfes und am andern zur Ableitung des condensirten Wassers auf sehr einfache Weise mit einem gemeinschaftlichen Dampfstutzen und einer eben solchen Ableitung des Wassers verbunden, die es möglich machen, die Röhren zur Reinigung leicht ab- und wieder anzuschrauben. Diese Einrichtung wird aus den Fig. 42 und 43 ersichtlich. Die Zeichnungen sind aus den Mittheilungen von Walkhoff über die böhmischen Zuckerfabriken entnommen. Die Apparate bestehen hiernach aus zwei Körpern oder Kochgefäßen A und B von Eisenblech, einem Condensator C und den Montejus D. Der untere Theil der Kochgefäße dient als Dampfraum, von wo aus der Heizdampf in die Spiralröhren tritt. Der obere Theil des Kochraums ist verhältnißmäßig groß, so daß nicht leicht ein Ueberkochen vorkommen kann. Eine oberhalb des Condensators angebrachte eigenthümliche Ventilverbindung gestattet die hier zugeführten Saftdämpfe beliebig, entweder zur Condensation oder zwischen den Doppelboden des andern Apparats zu leiten, wodurch es dann möglich wird, jedes Kochgefäß für sich als Vacuum oder in Verbindung mit dem zweiten Körper die Saftdämpfe des ersten Körpers zur Heizung des zweiten zu verwenden. Der Heizdampf tritt durch den Wechselhahn a in den untern Dampfraum b, von wo er durch die beiden Rohrstutzen c in die Heizröhren d tritt, die hier einmünden und nach der Mitte zu etwas gesenkt in den mittlern Stutzen e wieder ausmünden, von welchem aus das condensirte Dampfwasser durch das Rohr f abzuleiten ist. Zur Verbindung der Heizröhren mit den gemeinschaftlichen Stutzen erhalten dieselben an den Enden eingeschliffene Coni, wozu das entsprechende Gehäuse in dem gemeinschaftlichen Stutzen angebracht ist. Der Conus hat innen einen Bügel mit einer längern Schraube, die durch den Stutzen reicht und hinterwärts mit einer Mutter anzuziehen ist, wie dies aus der obern Ansicht in Fig. 43 ersichtlich wird.

Der Einzug des Saftes geschieht durch das Rohr g mittelst des Ventilhahns g'. Zum Uebertritt des Saftes vom ersten in den zweiten Körper dient der Hahn i mit dem dazu erforderlichen Verbindungsrohr i'. Die Röhren k und k' führen die Saftdämpfe in den Wechselhahn E, dessen Einrichtung, wie schon erwähnt, es möglich macht, die Dämpfe beliebig entweder in den Condensator C

oder in den untern Dampfraum des zweiten Körpers zu leiten; l und l' sind die hierzu nöthigen Ventile. Die Röhren m und m' lassen den abgedampften Saft in den Montejus D leiten. Der Hahn n dient zur Zuleitung des Condensationswassers, derselbe ist oben vom Apparat aus durch den Handgriff n' beliebig zu stellen.

Fig. 42.

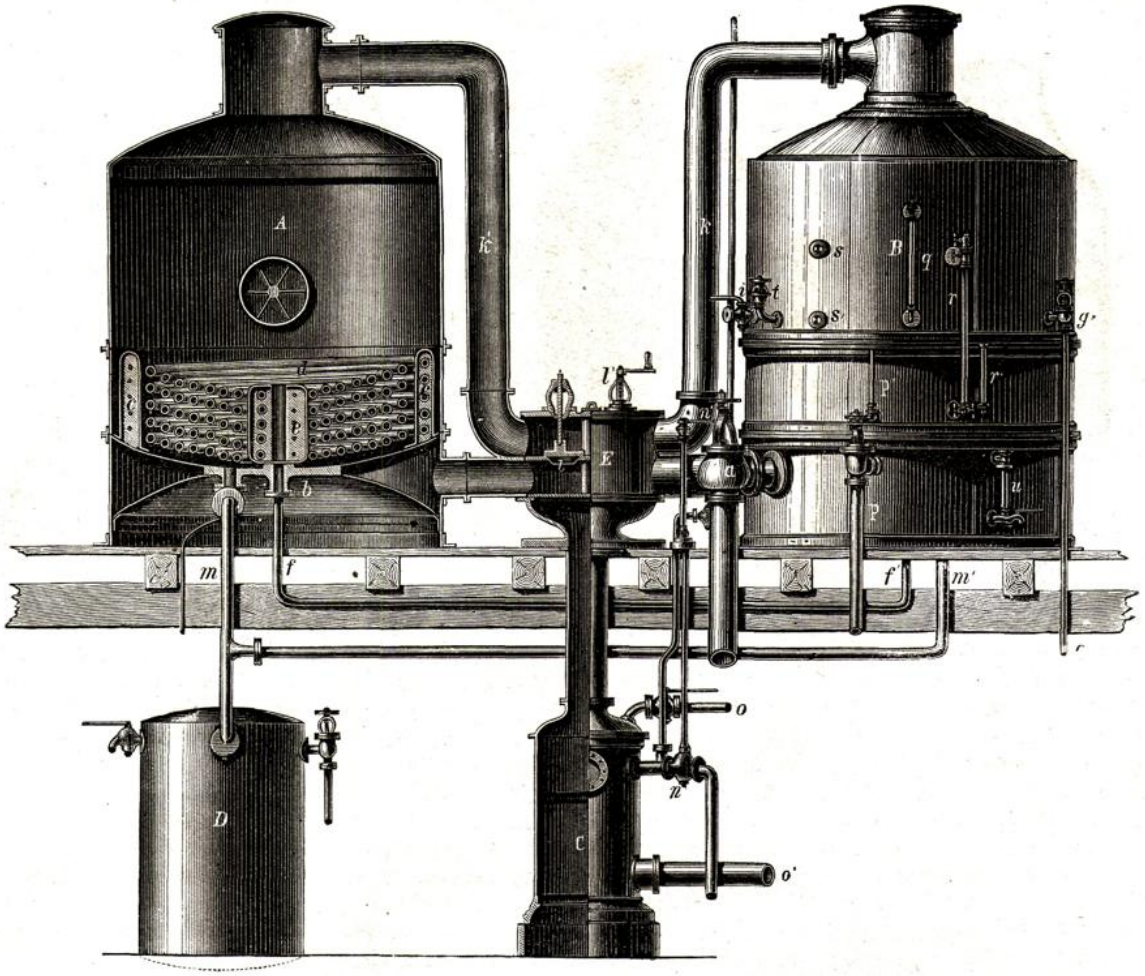
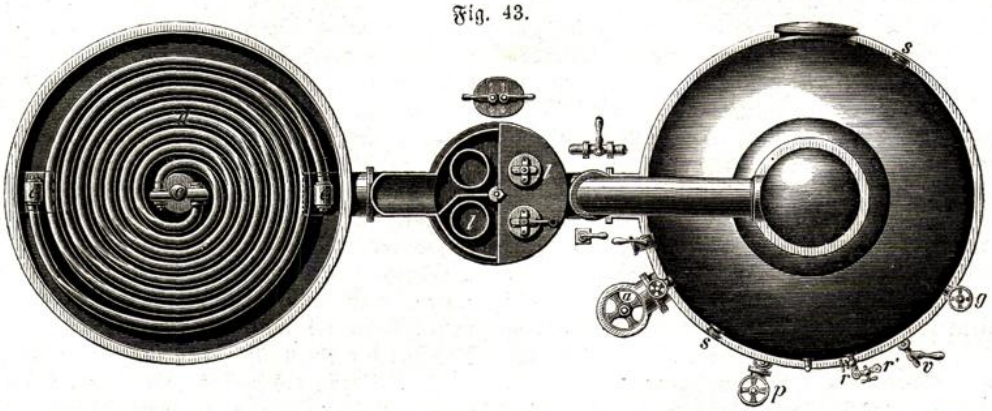


Fig. 43.



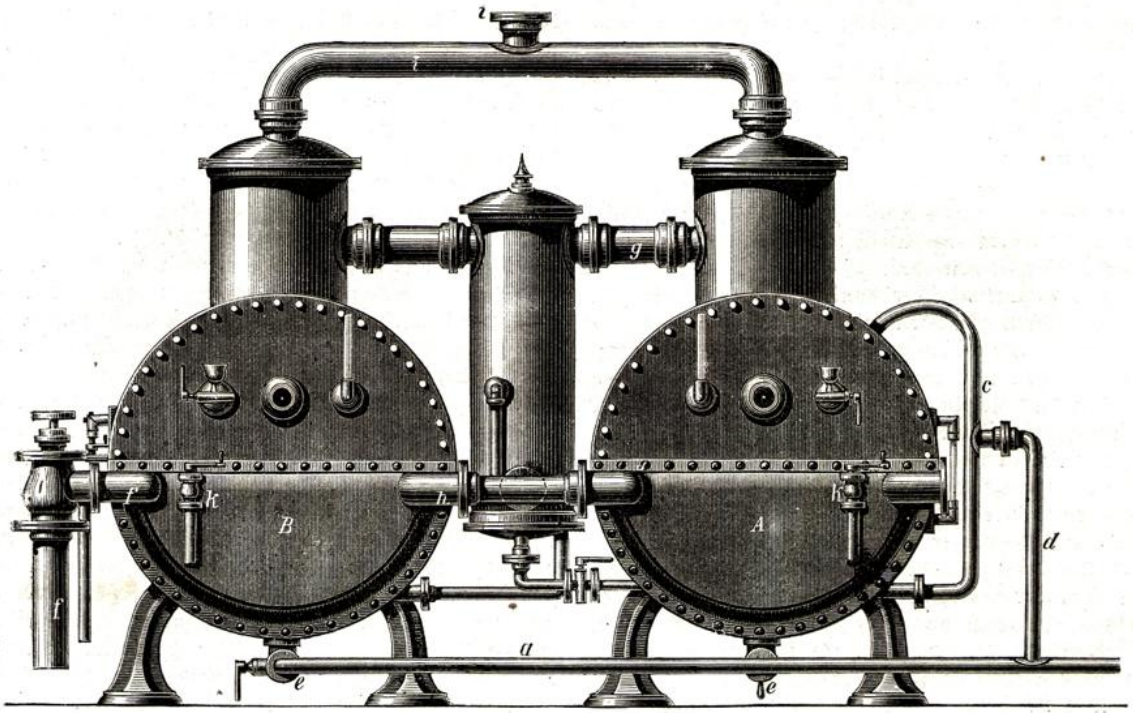
Das Rohr o führt zur Luftpumpe und das Rohr o' steht entweder mit einer nassen Luftpumpe oder einer längern Fallsäule zur Ableitung des Condensationswassers in Verbindung. Das Rohr p gestattet die Zuleitung von directem Heizdampf. p' ist ein Thermometer, q ein Barometer, r ein Glasrohr zur Anzeige des Saftstandes im Apparat und der damit verbundene Cylinder r' dient zur Prüfung der erlangten Concentration des Saftes. s und s' sind Glasaugen und t ein Lufthahn, der auch die Zugabe von Fett möglich macht. Der Glashalter

u dient zur Anzeige für den Fall, daß beim Kochen Saft übergetreten sein sollte.

Die Vorzüge des Apparats bestehen in der einfachern und dauerhaftern Herstellung und weit größern Leistung der Heizfläche den Robert'schen Apparaten gegenüber, was durch die Mittheilung der Erhitzung von innen nach außen begründet zu sein scheint, indem hier eine continuirliche Berührung des Saftes mit der Heizfläche stattfindet. Auch erscheint bei näherer Beobachtung der siedenden Flüssigkeit im Robert'schen Apparate kaum die Hälfte der Heizröhren als verdampfende Fläche, indem selbst bei der Anwendung eines Schutz- oder Vertheilungsblechs nur in den von dem einströmenden Dampfe zunächst berührten Röhren eine lebhafte Verdampfung sich zeigt, während in den entfernter stehenden Röhren die Flüssigkeit wieder rasch nach abwärts sinkt, um den von unten in die Höhe geschleuderten Saft im untern Raume zu ersetzen. Dies verursacht natürlich eine rasche Vermischung des ältern und neu zugeleiteten Saftes, wodurch dieser bei einem ununterbrochenen Abzuge keine gleich dauernde Erhitzung erleidet. Um aber die schon früher angeführten Nachtheile einer ungleichen Erhitzung hier möglichst zu vermeiden, ist es jedenfalls zweckmäßiger, nur von Zeit zu Zeit den hinreichend concentrirten Saft abzulassen. Der Nachtheil einer ungleichen Erhitzung giebt sich bei schlechteren Rüben ungleich mehr zu erkennen, als bei einer bessern Qualität derselben, wodurch denn auch das Urtheil über die Zweckmäßigkeit solcher Verdampfapparate heute noch ein sehr verschiedenes ist. Jedenfalls findet in den Apparaten mit liegenden Heizröhren durch eine gleichmäßigere Zuleitung des Heizdampfes auch eine gleichmäßigere Erhitzung des Saftes Statt, was diesen Apparaten für minder gute Rüben einen besondern Vorzug verleiht.

Einer besondern Erwähnung verdient hier noch der Apparat des Herrn Kupfer, von dem wir durch die Gefälligkeit der Herren Kupfer und Aders in Magdeburg, Verfertiger dieser Apparate, die nachfolgende Beschreibung nebst Zeichnung erhielten. Dieser Apparat unterscheidet sich von den früher liegenden Tischbein'schen Apparaten dadurch, daß derselbe beide Dampfkammern vorn hat, der Heizdampf aus der Dampfkammer in Leitungsröhren einströmt und durch Löcher, welche am Ende derselben eingebohrt sind, in die sie umgebenden Heizröhren von größerem Durchmesser gelangt, die in die Retourkammer ausmünden. Aus dieser zweiten Kammer wird der condensirte Dampf durch ein in der Zeichnung nicht sichtbares Rohr abgeleitet. Der Erfinder glaubt, daß durch eine solche Zurückleitung des Dampfes demselben seine Wärme besser entzogen werde, als bei den Tischbein'schen Apparaten, wo der Dampf nur einfach durch die Röhren streiche. Wesentliche Vortheile gewährt der Apparat wohl nur durch die eigenthümliche Art und Weise des Einsetzens der Heizröhren. Diese sind nämlich nur an einem Ende in der Seitenwand oder dem Rohrboden der Retourkammer mittelst einfacher Coni festgemacht, während das andere Ende frei ist. Hierdurch können die Röhren beim Wechsel der Temperatur sich ohne Nachtheil mehr ausdehnen oder zusammenziehen, was bei der Befestigung der Röhren auf beiden Enden zwischen zwei Böden so leicht ein Undichtwerden verursacht. Auch lassen sich die Heizröhren sehr leicht herausnehmen, wozu es nur der Lösung der Mutterschraube bedarf, wodurch sie mit der innern Leitungsröhre ver-

Fig. 44.



bunden sind. Hierdurch wird aber eine leichte vollständige mechanische Reinigung und das Wiedereinsetzen der Röhren durch jeden gewöhnlichen Arbeiter möglich, während eine mechanische äußere Reinigung der Röhren bei den älteren Apparaten ganz unmöglich ist und das Einziehen neuer Röhren nur von Sachverständigen geschehen kann.

Fig. 44 zeigt die vordere Ansicht des Apparats in einem sogenannten Zweipfannen-Systeme, obgleich sich dieselben auch als Dreipfannen-Systeme aufstellen lassen. Mittelst des Rohres *a* tritt der Saft in die Pfanne *A* und läuft durch das Rohr *b* in die Pfanne *B*, um beide gleich hoch anzufüllen. Nachdem der Saft bis auf die gewünschte Concentration eingedickt ist, fließt er durch das Rohr *c* und *d* nach dem Montejus zur weitern Verarbeitung ab. Die Dreiweghähne *ee* dienen den entsprechenden Röhren zum völligen Ablassen des Saftes oder des Spülwassers beim Reinigen der Pfanne. Es wird in der Regel die erste Pfanne nur mit Retourdampf und die zweite (resp. dritte) mit dem Saft- oder Brütendampfe aus der vorhergehenden unter einer Luftleere gekocht. Der Heizdampf tritt durch das Rohr *f* in die vordere Dampfkammer, vertheilt sich hier in die verschiedenen inneren Leitungsröhren, durchstreicht sie bis an's Ende derselben und geht auf die schon angedeutete Weise in die Heizröhre nach vorn zurück, um in die zweite Kammer zu gelangen und als Condensationswasser abzufließen. Der Saft- oder Brütendampf, welcher sich aus der Flüssigkeit in *A* entwickelt, geht durch das Rohr *g* und *h* in die Dampfkammer der Pfanne *B*, wo er unter der Luftleere den Saft auf gleiche Weise zum Kochen bringt, während das Rohr *i* mit dem Condensator und mit der Luftpumpe in Verbindung steht, um den Saftdampf aus *B* zu entfernen. Die Ventile *k k* dienen zum Einlassen directen Dampfes, wenn Retour- und Saftdampf zum Kochen nicht hinreichend sein sollten.

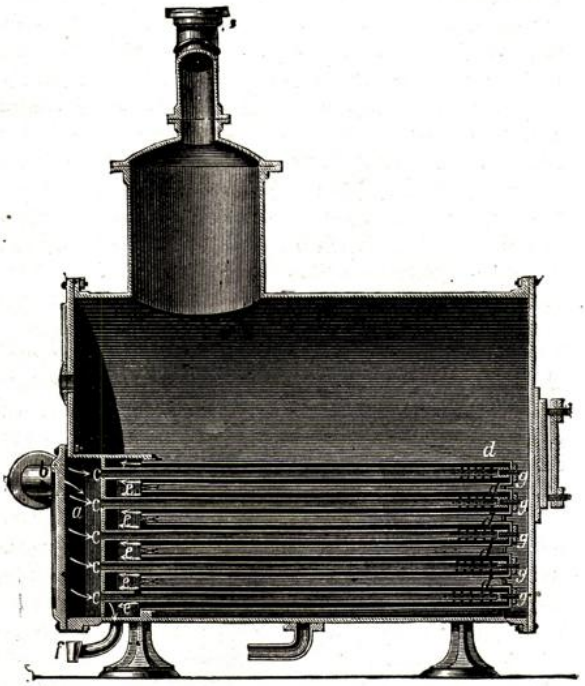
Der Apparat, einmal in Thätigkeit, arbeitet ununterbrochen fort, indem die entsprechenden Dampf- und Saftventile so zu stellen sind, daß der Zufluß dem Abflusse entspricht.

Die hier beschriebenen Apparate werden in den Werkstätten der Herren Kupfer und Aders in Magdeburg und Breslau angefertigt, welche Herren jede weitere Auskunft ertheilen werden.

Zur Erläuterung der sinnreichen Dampfleitung in den Heizröhren geben wir in Fig. 45 eine Längendurchschnittszeichnung derselben, nach der obigen Beschreibung, ohne dadurch die uns nicht näher bekannte Einrichtung des Erfinders als ein und dieselbe bezeichnen zu wollen. Hiernach wäre *a* die Kammer für den Heizdampf, der durch *b* eintritt und aus der Kammer in die Leitungsröhren *c* gelangt, die ihn durch die kleinen Oeffnungen am andern Ende in die äußeren Heizröhren *d* gelangen lassen, aus welchen er bei *e* in die Retourkammer seinen Ausgang findet und durch *f* condensirt abgeleitet wird. Die Schraube *g* verbindet beide Röhren und läßt jede beliebige Heizröhre aus ihrer Verbindung lösen, wozu selbstverständig die hintere Wand- oder Bodenfläche des Apparats mittelst Schrauben abzunehmen ist.

Was die Behandlungsweise und das Verhalten des Saftes beim ersten Abdampfen betrifft, so hat man vorzugsweise beim ersten Aufkochen darauf zu achten, daß

Fig. 45.



kein Ueberkochen oder Uebersteigen des Saftes erfolgt. Es läßt sich dies in der Regel durch das Zugeben von etwas Fett verhüten. Findet beim Kochen noch eine Abscheidung von Schaum und dergleichen Verunreinigungen Statt, so sind diese vor dem Zugeben des Fettes womöglich zu entfernen; solche Ausscheidungen kommen hauptsächlich bei schlechteren Rübensäften vor, weshalb die erste Abdampfung in offenen Pfannen vorzuziehen ist. Je rascher der Saft verdampft, desto besser ist seine Beschaffenheit, da die unreineren Säfte meist zähere Blasen bilden. Den Grad der Concentration bestimmt man mittelst des Aräometers, wozu früher das von Beaumé, jetzt aber fast allgemein das verbreitete Saccharometer von Brix angewandt wird, welches die Grade nach dem Procentgehalt angiebt.

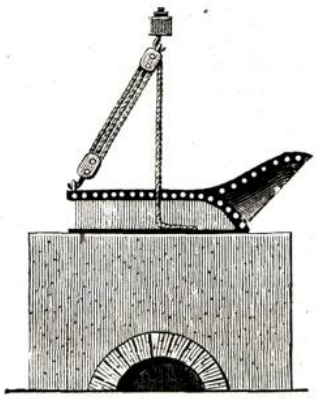
Nicht nur je nach der Beschaffenheit des Saftes oder der Rüben, sondern auch je nachdem man aus dem Safte zunächst einen Rohzucker oder sogleich einen weißen Hutzucker herstellen will, läßt man die Operationen des Abdampfens und der Filtration verschieden auf einander folgen und bestimmt hiernach auch die beim Abdampfen zu erlangende Concentration des Saftes. Bei der Gewinnung von Rohzucker folgt nach der ersten Filtration eine Abdampfung des Saftes auf 15 bis 17° Beaumé oder 30 Proc. nach Brix; dann eine zweite Filtration und hierauf das letzte Abdampfen, Eindicken oder die sogenannte „Kochung" bis zur Krystallisation. Soll gleich „Saftmelis" gewonnen werden, was nur bei sehr guten Rüben rathsam ist, so wird eine weitere Filtration nöthig. Bei der ersten Abdampfung erhält der Saft dann nur eine Concentration bis auf 10 bis 12° Beaumé oder 20° Brix, worauf die

zweite Filtration folgt, nach der man auf 22° Beaumé oder 40 Proc. Brix abdampft und dann nochmals filtrirt, bevor der Saft zur letzten Verdampfung kommt oder eingedickt wird.

Bei der Gewinnung von solchem Saftmelis wird es vortheilhaft in dem abgedampften Safte, bevor er zur letzten Filtration kommt, einen Theil der Nachproducte oder den aus dem geringern Syrup gewonnenen Zucker aufzulösen, was man das Einwerfen nennt und wodurch man die Concentration des auf 40 Proc. abgedampften Saftes in der Regel auf 50 Proc. bringt. Dieses Einwerfen gewährt eine Ersparung an Brennmaterial, indem jener geringere Zucker zu seiner weitern Reinigung immerhin nochmals aufzulösen wäre; derselbe findet zugleich die beste Verwerthung. Die durch den Zuckerzusatz oder Einwurf erlangte weitere Concentration verkürzt die Zeit zum völligen Einkochen, was der Qualität des Products von Nutzen ist, endlich vermehrt der Einwurf die Menge des Krystallzuckers und bewirkt dadurch eine vermehrte Ausscheidung desselben, was eine stärkere Verdünnung des Syrups zur Folge hat, der sich dann um so reiner von den Krystallen absondert.

Das letzte Eindicken oder das Kochen des völlig gereinigten Saftes oder des sogenannten Klärsels bis zum Krystallisationspunkte erfolgt jetzt, wie schon erwähnt, wohl nur noch in wenigen Fabriken über freiem Feuer, in welchem Falle dazu gewöhnlich sehr kleine sogenannte Kipppfannen, Fig. 46, angewandt werden, bei welchen nur die Bodenfläche vom Feuer berührt und durch ein einseitiges Emporheben eine rasche Entleerung der hinreichend concentrirten Zuckermasse möglich wird, um dieselbe gegen ein Anbrennen leichter schützen und einer weitern, als der erlangten Concentration rasch vorbeugen zu können.

Fig. 46.



Auch die offenen Abdampfpfannen mittelst Dampf sind, wie schon erwähnt, aus den meisten größeren Fabriken durch die Benutzung der Vacuumpfannen zum letzten Eindicken des Saftes verdrängt. Wo man noch offene Pfannen anwendet, wählt man dazu die S. 84 beschriebenen Pecqueur'schen, da sie gleichfalls eine rasche Entleerung und bessere Reinigung zulassen, sowie einen geringern Dampfverbrauch erfordern.

Bevor wir zur nähern Beschreibung der zum letzten Einkochen gebräuchlichen Vacuumpfannen übergehen, ist über die Behandlung und das Verhalten des Saftes beim letzten Einkochen in offenen Pfannen das Nöthige anzuführen.

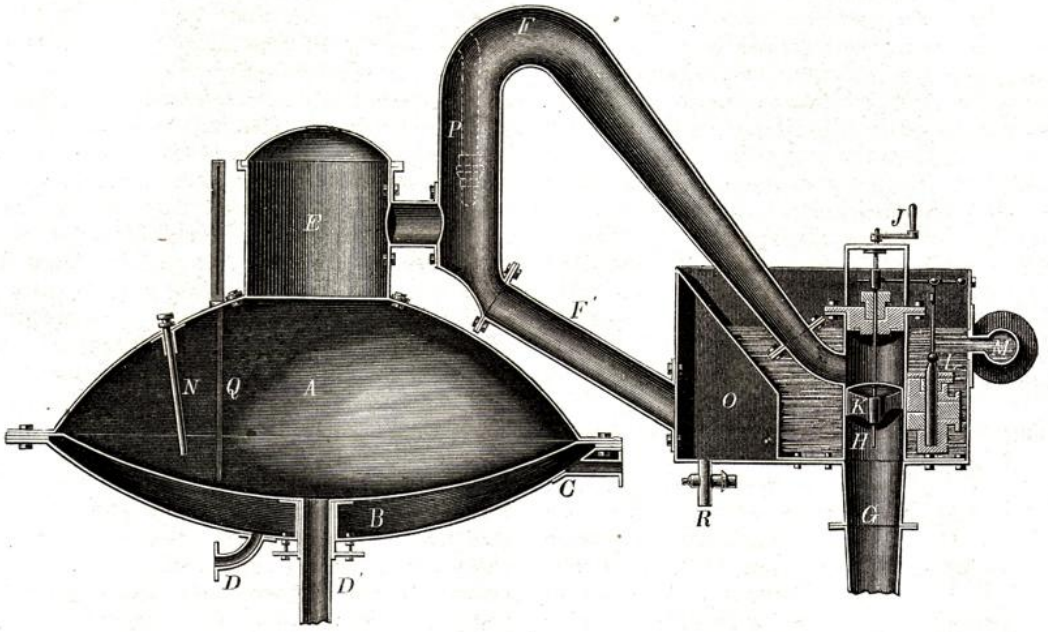
Man nimmt dabei die Größe der einzelnen Füllungen nur beschränkt, um die Dauer der Einwirkung einer höhern Temperatur möglichst abzukürzen. Findet beim ersten Aufkochen noch eine Abscheidung von Schaum Statt, wobei in der Regel feinere Kohlentheile mit ausgeschieden werden, so sind diese Verunreinigungen sorgfältig zu entfernen, bevor man ein stärkeres Kochen eintreten läßt und bevor man das Aufsteigen des Saftes durch den Zusatz von Fett verhütet. Je besser der Saft ist, um so rascher kann auch hier die Erhitzung oder rasche Verdampfung erfolgen, bei der ein guter Saft durch das plötzliche Zerspringen kleiner Dampfblasen ein lebhaftes Geräusch verbreitet, was man trocken Sieden im Gegensatz vom fetten Sieden nennt, in welchem Falle der Saft große zähe Blasen bildet und die Verdampfung nur langsam erfolgt. Bei schlechten Rüben oder Safte hört mitunter selbst bei stärkerer Heizung die Verdampfung ganz auf, was man als Folge einer ungenügenden Entfernung des Alkalis ansieht, indem das Alkali die schleimige Verunreinigung in Auflösung erhält. Man wird in einem solchen Falle den Saft am zweckmäßigsten mit Wasser verdünnt nochmals filtriren, statt der auch wohl in Vorschlag gebrachten Neutralisation des Alkalis durch einen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure. Zur Prüfung der erlangten Concentration dienen beim letzten Einkochen des Saftes verschiedene Proben. Das Aräometer ist dazu nicht mehr geeignet, weil Temperatur und beigemischte Verunreinigungen hier einen größern Einfluß auf das spezifische Gewicht des Saftes äußern. Früher wandte man in den Raffinerieen bei der Verkochung in offenen Pfannen und bei gleichmäßigem Safte nicht selten das Thermometer an, um die erlangte Concentration genau zu erkennen; gewöhnlich dienen hier aber die sogenannte Finger- und Blasenprobe. Die erstere läßt die erlangte Zähigkeit erkennen, indem man dazu einen Tropfen des heißen Saftes auf den Daumen bringt und mit dem Zeigefinger ein wenig reibt und drückt, worauf sich bei hinreichender Concentration beim Trennen der Finger ein langer Faden bildet. Je nachdem sich dieser Faden nach dem Abreißen rasch nach oben zieht, wird der Saft eine höhere oder geringere Concentration erlangt haben. Zur Blasenprobe dient ein leichter, flacher Schaumlöffel — Gußspan —, den man in den siedenden Saft taucht und nach raschem Herausziehen so weit abschwenkt, daß nur noch wenig Saft daran hängen bleibt und dann mit einer gewissen Fertigkeit gegen die nur noch mit einer Safthaut bedeckten Oeffnungen bläst. Es entstehen dadurch bei hinreichender Concentration hinterwärts kleine Blasen, deren Größe, Anzahl, Farbe, Leichtigkeit und Haltbarkeit den Zuckersieder den erlangten Grad der Concentration genau erkennen lassen. Je nach der Güte des Saftes kann derselbe mehr oder weniger concentrirt werden, um die möglichste Ausbeute an Krystallen zu liefern. Je besser die Masse ist, desto stärker kann sie eingekocht werden und desto mehr Zucker wird sich beim Erkalten daraus abscheiden. Die Verunreinigungen geringerer Säfte verhindern die Absonderung der Krystalle und das Ablaufen des Syrups, der wiederum um so consistenter bleibt, je weniger Krystalle sich abscheiden. Hat der Saft die gewünschte Concentration erreicht, so wird er sofort aus der Kochpfanne entfernt und zum langsamen Erkalten und Bildung der Krystalle in der Kühlpfanne meist zu mehreren Kochungen vereinigt. Diese Vereinigung ver-

schiedener Kochungen wird bei dem Kochen in kleineren Portionen nöthig, um einen Zucker von gleichem Korn oder gleicher Beschaffenheit zu erhalten.

In den meisten Fällen findet die letzte Abdampfung oder das Kochen des Klärsels im Vacuum unter vermindertem Druck Statt, weil die hier zu erlangende Verminderung der Temperatur durch raschere Verdampfung bei der gesteigerten Concentration des Saftes denselben gegen den nachtheiligen Einfluß einer höhern Temperatur schützt. Die rasche Verdampfung bei niedrigerer Temperatur erhält die Krystallisationsfähigkeit des Zuckers und vermindert den nachtheiligen Einfluß der noch vorhandenen Verunreinigungen.

Die ersten Vacuumapparate, die zum Einkochen des gelösten Zuckersaftes oder des Klärsels in den Raffinerien angewandt wurden, waren von dem Engländer Howard construirt. Wir geben in Fig. 47 eine Skizze dieser ersten Einrichtung, um zu zeigen, daß sie im Wesentlichen dieselbe ist, welche nach mehrfachen Abänderungen unsere derartigen Apparate heute noch erhalten.

Fig. 47.



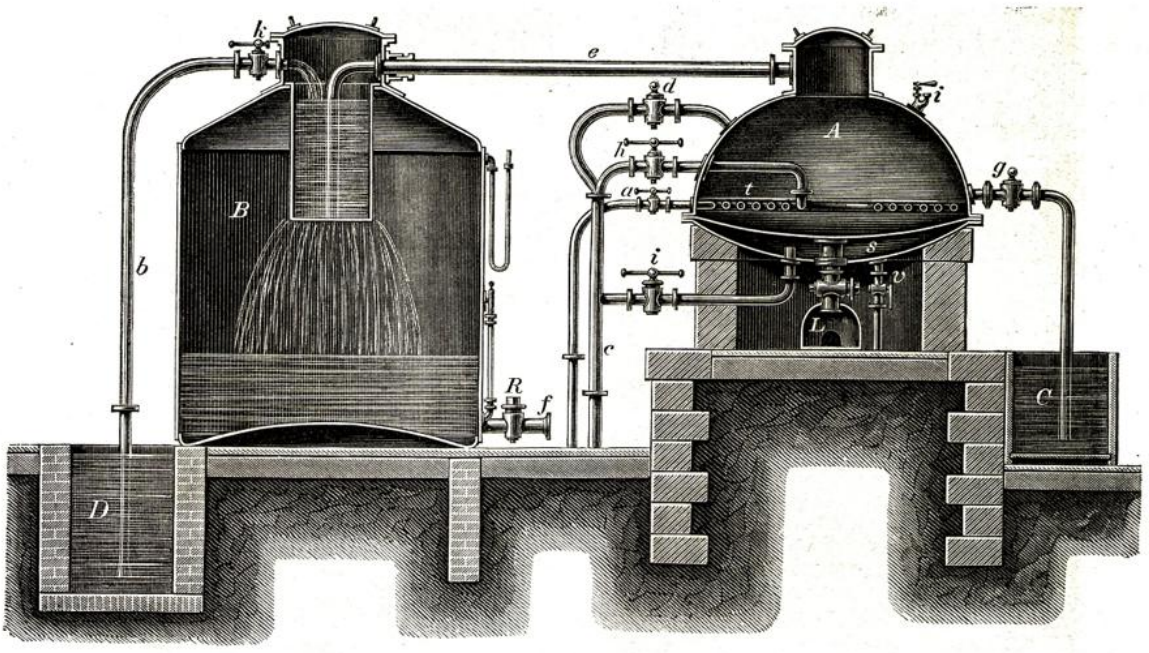
Der Apparat von Howard besteht aus der ganz geschlossenen linsenförmigen Kochpfanne *A* mit dem Doppelboden *B* zur Heizung mittelst Dampf, der hier bei *C* eintritt und bei *D* condensirt abzuleiten ist. Der Hahn *D'* dient zur Ableitung der eingedickten Zuckermasse. Aus dem Dampfraume *E* führt ein zweischenkliges Rohr *F* die Saftdämpfe zur Condensation, während *F'* die mit übergerissenen Safttheile nach *O* leitet, von wo sie durch den Hahn *R* wieder zu gewinnen sind. Das Rohr *F* mündet in die Condensationsröhre *G*, welche zur Luftpumpe führt, die zur Entfernung sowohl der Luft als des Condensationswassers dient. Letzteres wird durch das Rohr *M* zugeführt und durch das Schieberventil *L* bei *H* nach Bedürfniß in das Condensationsrohr *G* geleitet; es geschieht dies in demselben Maße, als durch das Ventil *K* Dämpfe zutreten. Die Regulirung dieser Zuleitung geschieht durch die Kurbel *J*. *N* zeigt die Sonde oder den Stecher, wodurch es möglich wird, eine kleine Probe der eingedickten Flüssigkeit aus der geschlossenen Pfanne zu nehmen und dabei der Luft den Zutritt zu gestatten. Die Einrichtung dieser kleinen Vorrichtung folgt weiter unten. *Q* zeigt ein langes Thermometer, um die Temperatur der siedenden Flüssigkeit zu erkennen, und *P* bezeichnet die Stelle, an welcher ein Barometer angebracht ist, um die Luftleere beobachten zu können.

Die früher sehr theuren und mangelhaften Luftpumpen, sowie die erforderliche Betriebskraft zur Fortschaffung des sämmtlichen Condensationswassers und der Luft mittelst der Pumpe, ließen die später von Roth in Frankreich angefertigten Apparate vortheilhafter erscheinen. Bei diesen wurde die Luftleere dadurch erzeugt, daß man durch Einströmen höher gespannter Dämpfe die Luft sowohl aus der der vorigen ähnlich construirten Kochpfanne, als auch aus dem damit verbundenen Condensator trieb und dann den Dampf durch das Einspritzen von kaltem Wasser condensirte. Fig. 48 zeigt einen Durchschnitt dieses Apparats. *A* die Kochpfanne, *B* den Condensator, *C* den Saftbehälter, aus welchem die Pfanne durch das Rohr *g* gefüllt, und *D* den Wasserbehälter oder Brunnen, aus welchem das kalte Wasser durch das Rohr *b* in den Condensator gesogen wurde. Der Apparat erhielt zur raschern Erhitzung außer dem Doppelboden *s* noch eine Heizschlange *t*, deren Retourdampf durch *a* abgeleitet wurde, während dieser aus dem Doppelboden durch *v* seinen Abzug fand.

Zunächst ließ man aus dem gemeinschaftlichen Dampfzuleitungsrohre *c* durch den Hahn *d* stark gespannten Dampf in die Kochpfanne *A* und von hier durch das Rohr *e* in den Condensator *B* strömen, um die sämmtliche Luft aus dem Hahn *f* zu treiben. Sobald dies erreicht und hier nur noch Dampf ausströmte, wurden

die Hähne *d* und *f* geschlossen, worauf dann bald, schon durch die äußere Abkühlung, eine Luftleere in dem Apparate entstand, die es möglich machte, die Kochpfanne durch das Oeffnen des Hahns *g* mit Saft beliebig aus *C* zu füllen. Nach der Füllung konnte das Kochen durch Zuleitung des Heizdampfes mit-

Fig. 48.



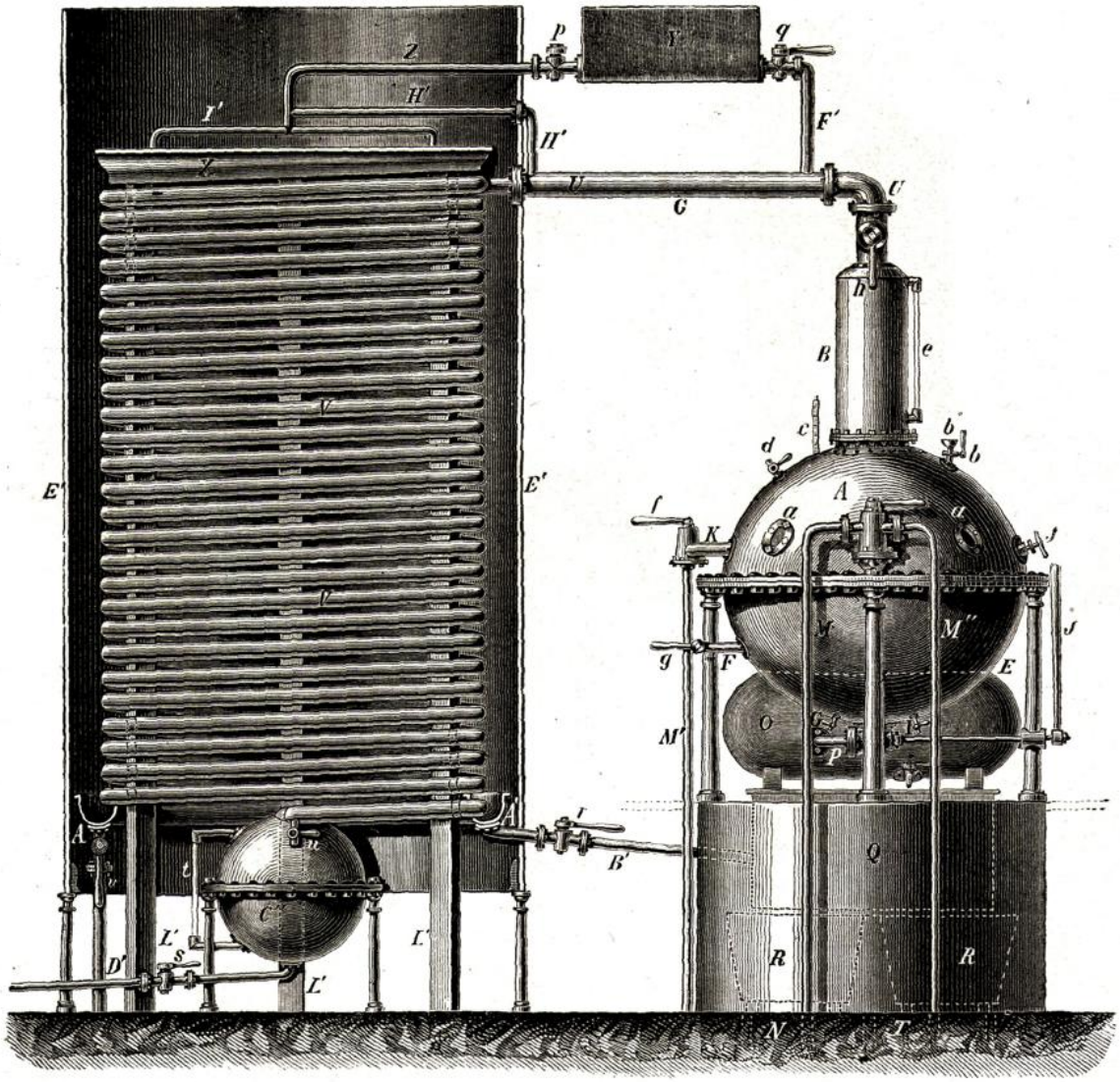
telst *h* und *i* beginnen, worauf die erzeugten Saftdämpfe mit dem in entsprechendem Maße durch den Hahn *k* zugeleiteten kalten Wasser im obern Theile des Condensators zusammentrafen und so die Luftleere erhalten blieb. Der Condensationsbehälter *B* mußte hier das zugeleitete und das durch den Saftdampf entstehende Wasser fassen. Die Einrichtung des Apparats zeigte sich nicht allein durch den größern Verbrauch an Dampf, sondern auch dadurch weniger vortheilhaft, daß die Luft, welche sich aus dem unmittelbar in den Condensator geleiteten Kühlwasser entwickelte, nach und nach die Luftleere verminderte, so daß man, bevor noch die Kochung beendigt war, nicht selten auf's Neue eine Luftleere durch das Ausblasen mittelst Dampf zu erzeugen hatte.

Dieser Nachtheil der Apparate von Roth wurde durch Degrand und Derosne dadurch beseitigt, daß sie mit der Kochpfanne einen Condensator verbanden, der aus einer größern Anzahl von Röhren bestand, die so viel Abkühlfläche darboten, daß alle Dämpfe von außen niederzuschlagen waren. Es bedurfte dadurch an der Mündung des Rohrs nur eines kleinen Behälters zum Auffangen der condensirten Saftdämpfe. Die Luft wurde auch hier zunächst durch höher gespannten Dampf aus dem Apparate getrieben. Derosne benutzte dabei statt Wasser den abzudampfenden dünnen Saft, was eine Ersparung an Brennmaterial möglich machte. Derosne war dadurch der Erste, welcher die Wärme der Saftdämpfe zur Verdampfung anderer Säfte anwandte, wie dies gegenwärtig bei den neuesten Apparaten mit dem besten Erfolge der Fall ist.

Fig. 49 giebt eine Ansicht des von Derosne verbesserten Degrand'schen Apparats. *A* ist die Kochpfanne mit einem Doppelboden und einer Heizschlange, der Aufsatz *B* dient zum Schutz gegen das Uebersteigen des Saftes, was durch den Glashalter *e* von außen zu erkennen ist. Das Rohr *U* führt die Saftdämpfe in den Condensator *V V*, der hier aus einem vielfach übereinanderliegenden Schlangenrohre besteht, in welchem die Saftdämpfe durch äußere Abkühlung condensirt werden. An der Mündung des Rohrs befindet sich der Ballon *C''* zur Aufnahme der condensirten Flüssigkeit. Ein Mantel *E' E'* umgiebt den Condensator zur Beförderung des Abzugs der Dämpfe, die sich aus der zur Condensation dienenden Flüssigkeit entwickeln. Als solche wurde, wie bereits erwähnt, statt Wasser der dünnere Saft verwendet. Das Gefäß *Y* dient zur Aufnahme dieses Saftes, derselbe kann mittelst des Hahns *q* durch das Rohr *F'* in den Mantel *G*, welcher das Verbindungsrohr *U* umgiebt und durch *H'* oder direct durch *p* und *Z* in den Vertheilungsring *X* geleitet werden, von wo die Flüssigkeit gleichmäßig vertheilt über die Röhren *V V* läuft und sich unten in der Rinne *A'* sammelt. Aus dieser Rinne findet, wenn man Wasser zur Abkühlung verwendet, dieses durch den Hahn *v* und Rohr *D'* einen Ablauf; dient aber Saft zur Condensation, so läuft dieser durch *r* und *B'* in den Behälter *Q*. Aus diesem Behälter ist der Saft durch die Filter *R R* zu leiten, von wo er in das Reservoir *N* oder *T* gelangt, aus welchen er dann durch die Röhren *M* oder *M''* in den Apparat zu ziehen ist. Zur Heizung des Apparats dient *M'*, durch den Hahn *g* tritt der Dampf in den Doppelboden und durch den Doppelhahn *f* ist der Dampf durch das Rohr *K* direct in den Apparat *A*

und durch ein gegenüber abgehendes Rohr in die Heizschlange zu leiten. Zur Ableitung des Retourdampfes oder der condensirten Heizdämpfe aus dem Doppelboden dient das Rohr *I* und aus der Heizschlange das Rohr *G*. Die übrige Armatur das Apparats besteht aus den beiden Glasaugen *aa*, dem Fett-

Fig. 49.



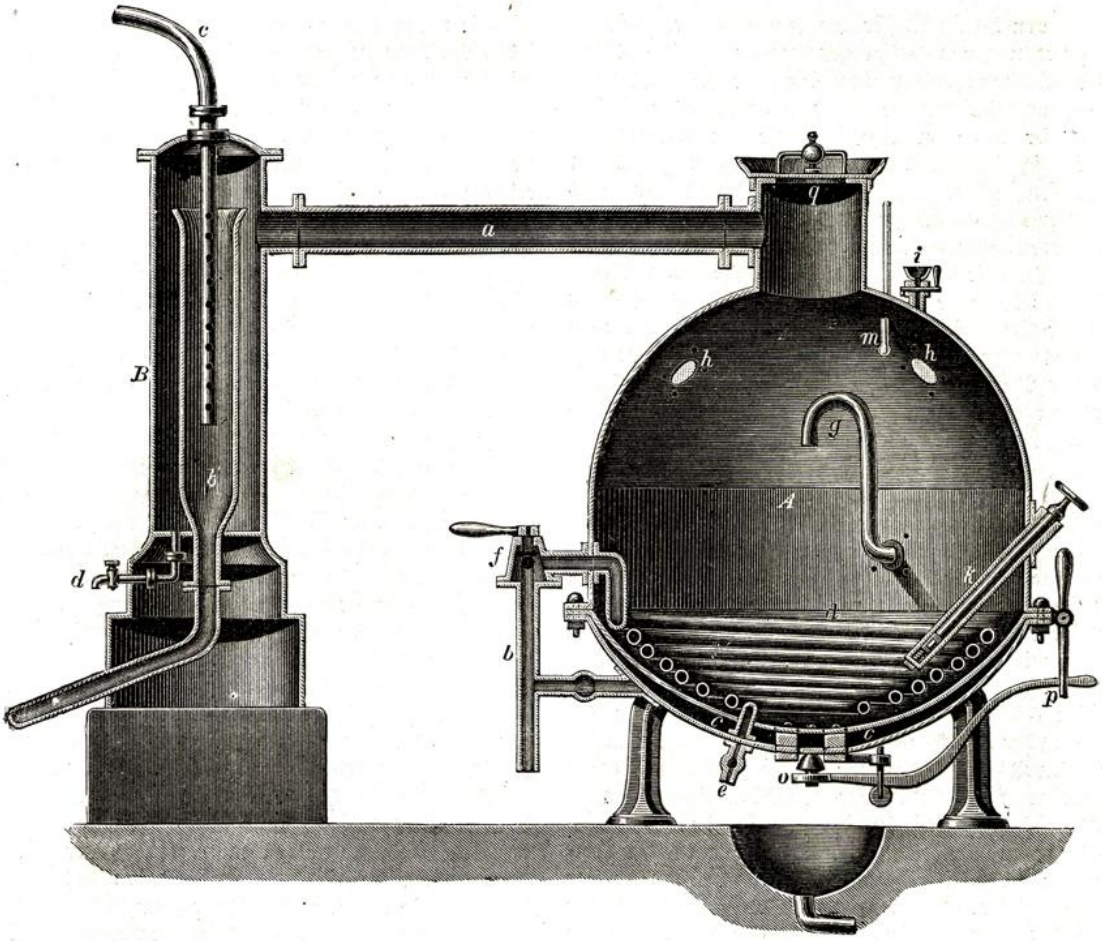
hahn *b*, dem Thermometer *c*, dem Lufthahn *d* und der Sonde oder dem Stecher *J*. Der Hahn *h* läßt die Kochpfanne vom Condensator *V* abschließen. Der Ablaßhahn *P* ist durch den langen Hebel *i* zu drehen. Zur Aufnahme des abgedampften Saftes dient der Cylinder *O*, von wo derselbe gleichfalls nach *Q* und durch die Filter *R* nach *T* zu leiten ist, bevor er von hier zum letzten Einkochen wieder in den Apparat kommt.

Die Derosne'schen Apparate fanden durch ihre bedeutende Leistungsfähigkeit eine größere Verbreitung, namentlich auch in den französischen Colonien, wurden später aber durch einfachere, weniger kostbare Einrichtungen verdrängt. Diese Vereinfachung wurde hauptsächlich dadurch möglich, daß man durch Vervollkommnung der Dampfmaschinen, namentlich durch geringern Kohlenverbrauch derselben und durch einfachere, zweckmäßigere Construction der Luftpumpen, diese wieder mehr zur Anwendung bringen konnte.

Einen Apparat, wie sie gegenwärtig zum letzten Einkochen fast allgemein angewandt werden, zeigt Fig. 50 in einem Durchschnitte. *A* ist die Kochpfanne, *B* der Condensator; das Rohr *a* verbindet beide mit einander. Der Heizdampf tritt durch *b*, sowohl zwischen den Doppelboden *c* als in das Schlangenrohr *d*, von welchem das Dampfwasser bei *e* wieder austritt. Durch den Kreuzhahn *f* ist der Dampf auch direct in die Pfanne zu leiten, so oft ein Ausdämpfen derselben nöthig wird. Die Füllung des Apparats erfolgt nach hergestellter Luftleere durch das Rohr *g*, worin außen der Hahn einmündet, mit welchem die Röhren zum Einziehen des Saftes verbunden sind. Die durch starke Glasplatten geschlossenen Oeffnungen, Lupen *hh'* gestatten eine

Beobachtung des Saftes, wozu der Lichtstrahl einer Lampe durch eine der Scheiben in die Pfanne zu leiten ist. Durch den Hahn *i* kann man eine kleine Portion Fett in die Pfanne bringen. Die Sonde *k* macht es möglich, eine Probe von dem Safte aus der Pfanne zu nehmen, ohne dabei von außen Luft eintreten

Fig. 50.



zu lassen. Die Röhre *k* ist zu diesem Zwecke unten seitwärts mit einer kleinen Oeffnung versehen, die innen durch eine kleine bewegliche Hülse oder Büchse geschlossen werden kann. Dieselbe hat gleichfalls eine Oeffnung, die durch Drehen mit jener zusammentrifft. In das Rohrstück *k* paßt genau die Sonde oder der Stecher *t*, Fig. 51; er hat unten eine Vertiefung und zwei kleine Absätze oder Federn, wodurch es möglich wird,

Fig. 51.

Fig. 52.

die Hülse in dem Rohrstücke *k* zu drehen. Um mit dieser Vorrichtung eine Probe zu nehmen, steckt man den Stecher so in das Rohrstück, daß seine Vertiefung mit der Oeffnung in der Hülse correspondirt, dreht man diese dann so, daß beide mit der Oeffnung in dem Rohre *k* zusammentreffen, so dringt etwas von dem Safte in die Vertiefung des Stechers und ist mit diesem herauszubringen, nachdem die Oeffnung im Rohre durch die Hülse wieder geschlossen wurde. Die Durchschnitte Fig. 52 zeigen die Stellungen der Hülse und des Stechers deutlicher. Durch die Oeffnung *m* reicht die Kugel eines Thermometers in die Pfanne, um die Temperatur des Dampfes und dadurch auch der Flüssigkeit zu erkennen. Endlich steht der Apparat mit einem Barometer in Verbindung, wodurch die Verdünnung der Luft oder der Grad der Luftleere angezeigt wird. Die untere Oeffnung der Pfanne wird hier durch das Ventil *o* geschlossen und dieses durch den Hebel *p* festgehalten. Die Oeffnung *q* dient als Mannloch, um in den Apparat zu gelangen.

In dem Condensator *B* dient das Rohr *b'* zur Aufnahme und Ableitung der condensirten Dämpfe und des dazu nöthigen Wassers, welches durch die Röhre *c* hinzuzuleiten ist. Zur Erzeugung der Luftleere steht der Condensator mit einer Luftpumpe in Verbindung. Sobald diese in Thätigkeit gesetzt wird, läßt sich die

Pfanne oder der Kochapparat durch *g* füllen, indem die Luftleere den Saft aus dem Reservoir schnell einsaugt. Nach hinreichender Füllung kann die Heizung beginnen. Die erzeugten Saftdämpfe treten durch das Rohr *a* in den Condensator *B* und werden hier durch das Einspritzen von kaltem Wasser aus dem Siebrohre *c'* schnell verdichtet und mit diesem Wasser durch *b'* abgeleitet. Diese Ableitung erfolgt nun entweder direct zu einer Luft- und Wasserpumpe, oder in einen mehr als 32 Fuß tiefer liegenden Wasserbehälter, in welchen das Rohr *b'* so einmündet, daß es unterhalb durch's Wasser geschlossen bleibt. In dem Rohre bleibt dann das weiter zufließende Wasser bis zu einer der Luftleere entsprechenden Höhe stehen, während alles übrige Wasser in den Behälter abfließt. Die Luftpumpe hat in diesem Falle nur diejenige Luft zu entfernen, welche sich aus dem zur Condensation dienenden Wasser nach und nach entwickelt. Im andern Falle muß durch die Pumpe auch das zur Verdichtung der Dämpfe nöthige Wasser entfernt werden. Man unterscheidet hiernach eine Condensation mit trockner und eine solche mit nasser Luftpumpe. Letztere ist in ihrer Wirkung zuverlässiger, erfordert aber mehr Betriebskraft. Die trocknen Luftpumpen sind bei dem Mangel einer hinreichenden Höhe für das abfließende Wasser nicht immer anwendbar und erfordern eine genauere Arbeit. Der Raum, welcher hier das Condensationsrohr *b'* umgiebt, dient zur Aufnahme des Saftes, der bei rascher Verdampfung bei geringeren Säften mit fortgerissen wird, derselbe kann hier durch den Hahn *d'* wieder aufgefangen werden. Um die nöthige Höhe für das ablaufende Wasser bei der Anwendung der trocknen Luftpumpen zu gewinnen, findet die Einspritzung nicht neben dem Kochapparate, sondern in entsprechender Höhe über demselben Statt, bis zu welcher Höhe die Saftdämpfe durch ein hinreichend weites Rohr zu leiten sind oder vielmehr durch die Luftleere im Condensator aufgesogen werden. Nur der Wasserbehälter ist mindestens in gleicher Höhe mit der Einspritzung aufzustellen. Dabei führt man aber zur Regulirung der Einspritzung das Wasser durch ein Rohr zunächst in die Nähe des Kochapparats, wo das Rohr mit einem Hahn versehen ist, von wo es dann wieder nach aufwärts in den Condensator gelangt. Durch den stärkern oder schwächern Zufluß des Wassers läßt sich die Luftleere im Apparat nach Bedürfniß reguliren; sie beträgt in den meisten Fällen 4 bis 6 Zoll Barometerhöhe, gleich einer Verminderung um 22 bis 24 Zoll, was hier mit Berücksichtigung der erlangten Concentration des Saftes einem Siedepunkte von 56 bis 65° R. (70 bis 80° C.) entspricht.

Die Kochungen erfolgen in einem solchen Apparate bei guten Säften mit überraschender Schnelligkeit, indem hier bei einer bedeutenden Temperaturdifferenz von 40 bis 50° R. (50 bis 62° C.) zwischen der Temperatur des Heizdampfes und des siedenden Saftes 120 bis 150 Pfd. Dampf auf 10 Quadratfuß Heizfläche in der Stunde erzeugt werden. Der Nutzen solcher Apparate ist ein doppelter, indem mit derselben Heizfläche nicht nur eine größere Menge Dampf erzeugt oder Flüssigkeit verdampft wird, sondern auch diese Verdampfung bei einer niedrigen Temperatur erfolgt. Eine Ersparung an Brennmaterial wird durch diese Temperaturverminderung nicht erreicht, weil jedes Pfund des zu verdampfenden Wassers eine gleiche Menge Wärme erfordert, es mag die Temperatur oder freie Wärme des Dampfes mehr oder weniger betragen.

Die neuen Vacuumapparate, deren bedeutende Heizfläche eine doppelte und dreifache Benutzung der Dämpfe möglich gemacht, zeigen sich zur letzten Verkochung des Saftes weniger geeignet; die hier so nöthige beliebige und genaue Regulirung der Heizung und Condensation lassen sich bei jenen Apparaten nicht genügend erlangen.

Was die Behandlung des Saftes oder des Klärsels beim letzten Einkochen betrifft, so erfordert diese eine große Aufmerksamkeit, weil von einer richtigen Kochung nicht nur die Menge des zu gewinnenden festen Zuckers oder des Krystalls, sondern auch seine richtige Form und Größe abhängt, wodurch das mehr oder weniger rasche und vollständige Ablaufen des Syrups oder die Möglichkeit der vollständigen Gewinnung und Reinigung des Zuckers wesentlich bedingt wird.

Man unterscheidet bei dem letzten Einkochen im Vacuum ein Blankkochen und das Kochen auf Korn. Bei ersterem wird die Concentration des Saftes nur bis zu dem Punkte fortgesetzt, bei welchem die Krystallisation mit dem Erkalten eintritt und durch's Rühren befördert werden kann. Bei einer bessern Zuckermasse erlaubt die niedrige Temperatur im Vacuum diese Bildung der Krystalle, statt im sogenannten Kühler im Apparate selbst schon eintreten zu lassen, was die Ausscheidung einer größern Menge Krystalle möglich macht und das Kochen auf Korn genannt wird. Mit dem Ausscheiden der Krystalle tritt nämlich eine Verdünnung der Masse ein und das Flüssige, der Syrup, liefert nach weiterer Verdampfung auf's Neue Krystalle, was im Apparate sogleich erfolgen kann, sobald hier nur die Ausscheidung der Krystalle stattgefunden hat. Diese Ausscheidung läßt sich aber dadurch erreichen, daß man zu der nahezu bis zum Krystallisiren abgedampften Masse neues Klärsel in kleinen Portionen in den Apparat bringt oder einzieht. Es bewirkt dies eine größere Dünnflüssigkeit und momentane Abkühlung, wobei die neuen Portionen um so früher zum Krystallisiren kommen, je mehr Krystalle schon vorhanden sind. Endlich befördert hier auch die mit einem lebhaften Kochen verbundene Bewegung der Zuckermasse die Krystallisation auf dieselbe Weise wie das Rühren im Kühler.

Durch stärkere und schwächere Einzüge von neuem Klärsel, durch stärkere und schwächere Abkühlung und Verdünnung läßt sich bei diesem Kochen die Größe der Krystalle nach Beschaffenheit und Bestimmung des Zuckers genau reguliren und es sind dadurch größere Quantitäten von gleicher Beschaffenheit zu gewinnen, was dieser Kochung einen besondern Werth verleiht *). Durch die allmälige Krystallbildung in der Pfanne entstehen viel schärfere Krystalle und die vollständigere Ab-

*) Dieses Kochen auf Korn macht die Anwendung viel größerer Apparate nöthig, als dies bei dem Blankkochen der Fall ist, wobei in der Regel mehrere Kochungen im Kühler vereinigt werden.

scheidung des festen Zuckers macht den Syrup dünnflüssiger, so daß dadurch auch ein reinerer Zucker gewonnen wird, doch können auch nur reinere Säfte so behandelt werden. Die Erkennung der erlangten Concentration geschieht hier beim Blankkochen durch die Fingerprobe und beim Kochen auf Korn durch das Verhalten einer kleinen Probe beim Erkalten. Bei dem Kochen auf Korn kommen folgende allgemeine Regeln zur Beachtung:

1) Je dünner der Saft oder das Klärsel, desto größere Krystalle sind daraus zu erzielen, weil die jedesmalige Concentration dann langsamer erfolgt, als bei einem concentrirtern Einzug.

2) Je stärker, kräftiger und regelmäßiger man die Krystalle wünscht, desto leichter ist die jedesmalige Probe (bevor neuer Saft zugeführt wird) zu nehmen.

3) Je feiner die Krystalle werden sollen, desto concentrirter muß die Masse im Apparat beim Nachziehen eingedickt sein.

4) Je gröber man das Korn haben will, desto größer ist auch beim Nachnehmen oder Einziehen die Portion zu nehmen. Bei feinerer Waare muß man dagegen wenig aber öfter nachziehen.

5) Je regelmäßiger und größer die Krystalle verlangt werden, desto ruhiger, langsamer muß man sieden; ein feines Korn verlangt eine stärkere Bewegung des Saftes.

6) Je leichter man die erste Probe nimmt, je größere Krystalle sich also schon gebildet, desto *strammer* oder stärker darf die letzte Probe genommen werden, da das große Krystall das Ablaufen des Syrups dennoch erleichtern wird.

7) Je härter und fester der Zucker werden soll, um so heißer muß man zur Ausfüllung schreiten.

In der richtigen Anwendung dieser Regeln besteht die Kunst des *Kochens* und der Gewinnung einer möglichst reichen Ausbeute an reinem verkäuflichem Zucker.

Weitere Behandlung der gewonnenen Zuckermasse. Nach hinreichender Concentration beginnt mit dem Erkalten die Bildung und Ausscheidung der Krystalle; es erfolgt dies um so rascher, je vollständiger der Saft von seinen Verunreinigungen befreit wurde, und wird begünstigt durch ein langsames Erkalten und durch Bewegung oder durch Rühren. Die weitere Behandlung der Zuckermasse bezweckt nur eine Trennung des Syrups von den Krystallen und eine möglichst vollständige Reinigung derselben, sowie die Erlangung einer geeigneten Form, was je nach der Güte der erhaltenen Zuckermasse auf verschiedene Weise zu erreichen steht.

Ist der Zucker in offenen Pfannen oder im Vacuum *blank* gekocht, so vereinigt man in der Regel mehrere Kochungen in einem Gefäße, dem *Kühler*, um hier den heißern Zucker allmälig erkalten zu lassen oder den bei niedriger Temperatur gekochten noch beliebig erwärmen zu können. Zu letzterem Zwecke erhält das Gefäß einen doppelten Boden, damit es durch Dampf zu erhitzen ist. Auch der Raum, die *Füllstube*, in welchem dieses Gefäß aufgestellt wird, muß recht warm zu halten sein, damit die Abkühlung der ausgefüllten Masse nicht zu rasch erfolgt.

In dem Kühler wird die Zuckermasse, je nachdem sie gekocht und später in größere oder kleinere Gefäße zu füllen ist, verschieden behandelt.

Ist die Masse in offenen Pfannen gekocht und soll sie in kleinere Formen verfüllt werden, so sucht man ihre Krystallisation zuvor durch fleißiges Rühren zu befördern; wurde die Zuckermasse im Vacuumapparat blank gekocht, so ist sie zunächst auf 68 bis 70° R. (85 bis 90° C.) zu erhitzen und ihre Krystallbildung gleichfalls durch's Rühren zu beschleunigen. Selbst die im Vacuum auf Korn gekochte Zuckermasse ist noch zu erhitzen, wenn die Krystalle später einen festern Zusammenhang erhalten sollen, der um so größer sein wird, je stärker man die Masse erhitzt und je reiner sie ist. Nur die besseren Massen werden zur völligen Abkühlung in kleinere Formen gefüllt und können darin weiter gereinigt werden; zu den geringeren verwendet man zweckmäßiger größere Behälter, worin die völlige Abkühlung langsamer erfolgt, was größere und reinere Krystalle erzeugen läßt.

Von den Formen unterscheidet man je nach ihrer Größe: Melis-, Lomps- und Basterformen, mit circa 30, 60 und 120 bis 150 Pfd. Füllung. Die Formen wurden früher aus gebranntem Thon, gegenwärtig aber fast allgemein aus Eisenblech gefertigt. Erstere sind zum Schutz gegen das Zerbrechen mit Holzspänen und Reifen umgeben, die Blechformen erhalten dagegen zur Verhütung des Rostens einen dauerhaften Anstrich oder Lack; mitunter werden sie auch zunächst innen verzinnt und dann erst mit dem Lack überzogen. Die Blechformen haben außer der größern Dauer den Vorzug, daß sie eine leichte Reinigung gestatten und dadurch zugleich einen Verlust an Zucker vermeiden lassen. Außer den gewöhnlichen Hutformen benutzt man auch noch niedrigere viereckige Kasten von Blech mit einer unten seitwärts angebrachten Oeffnung zum Ablauf für den Syrup. Solche Kasten werden hauptsächlich bei der Gewinnung von Rohzucker und bei dem Kochen auf Korn angewandt, wobei die im Apparat gekörnte und hinreichend erhitzte Zuckermasse aus dem Apparate sogleich in diese Kasten zu füllen ist. Als Reservoirs benutzt man entweder runde oder länglich viereckige Gefäße von Eisenblech oder mit gutem Cement ausgemauerte Cisternen. Diese befinden sich meist im Boden unterhalb des Füllocals. Wenn solche größere Behälter auch vorzugsweise zur Krystallisation der geringeren Massen oder sogenannten Nachproducte benutzt werden, so schließt dies die Füllung mit einem bessern Producte nicht aus.

Zum Ausfüllen der Zuckermasse in Formen kann man schreiten, sobald sich eine hinreichende Menge Krystalle ausgeschieden hat, oder die Abkühlung den für die Beschaffenheit des Zuckers geeigneten Temperaturgrad erreicht hat. Dieser liegt bei der reinen Zuckermasse höher als bei der weniger krystallisationsfähigen und beträgt für diese etwa 65° R. (80° C.), während er für jene bis zu 75° R. (94° C.) steigt.

Die im Vacuum gekochte Zuckermasse bedarf im Kühler, wie bereits angegeben, eine mehr oder weniger starke Erwärmung, je nachdem die Krystalle später einen