

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

Theoretische, praktische und analytische



Chemie,

in Anwendung auf Künste und Gewerbe.

Von

Dr. Sheridan Muspratt,

Begründer und Director des Collegiums für Chemie in Liverpool 16. 16.

Encyclopädie

der technischen Chemie.

Zweiter Anhang.

Die Zuckerrfabrikation

theoretisch und praktisch dargestellt

von

Dr. F. Stohmann und **Professor C. Siemens**

in Weende.

in Hohenheim.

Mit zahlreichen in den Text eingebrachten Holzschnitten von G. Mezger in Braunschweig.

Braunschweig,

C. A. Schwetschke und Sohn.

(Al. Bruhn.)

1862.



Z u c k e r.

Zucker. Engl. sugar. Franz. sucre. — Als Zucker bezeichnete man ursprünglich den Stoff, welchen wir jetzt im Zustande größter Reinheit (unabhängig von seiner Abstammung) **Rohrzucker** nennen. Andere süße und im Allgemeinen dem Rohrzucker ähnliche Stoffe, die man im Laufe der Zeit kennen lernte, bezeichnete man anfangs ebenfalls als Zucker, dann als unterscheidende Merkmale von jenem aufgefunden wurden, je nach ihrer Abstammung als Traubenzucker, Stärkezucker, Fruchtzucker etc. Man kennt gegenwärtig eine größere Anzahl von Körpern, die einige Eigenschaften mit dem Rohrzucker gemein haben, in anderer Beziehung sich jedoch bestimmt von ihm unterscheiden, für die man den gemeinschaftlichen Namen Zucker beibehalten hat, denen man jedoch noch einen besondern, sie charakterisirenden Namen beilegt.

Sämmtliche Stoffe, die zu der Gruppe der Zuckerarten gehören, haben einen mehr oder weniger süßen Geschmack, sind neutral, in Wasser löslich. Die Merkmale, welche sich auf Nahrungsfähigkeit, Verhalten gegen Alkalien oder gegen den polarisirten Lichtstrahl gründen, sind nicht allen Zuckerarten gemeinsam und können daher nicht zur Charakterisirung der ganzen Classe der zuckerartigen Körper dienen.

Gegenwärtig läßt sich die Classe der zuckerartigen Körper in drei Hauptgruppen einteilen.

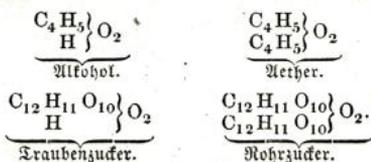
Die erste dieser Gruppen umfaßt eine Reihe von Körpern, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in gleichen Atomen enthalten. Sie sind theils gährungsfähig, theils widerstehen sie dem zersetzenden Einfluß der Bierhefe. Hierzu gehören die gährungsfähigen:

Rechts = Traubenzucker oder Glucose,	}	$C_{12}H_{12}O_{12}$.
Links = Fruchtzucker,		
Maltose oder Malzzucker,		
Galactose oder Lactose,		
Mannitose, Quercitrinzucker,		

Ferner die der Weingährung unfähigen:

Sorbin,	}	$C_{12}H_{12}O_{12}$.
Inosit,		
Schyllit,		
Eucalyn,		

Die Glieder der zweiten Gruppe scheinen sich zu denen der ersten Gruppe in Bezug auf ihre Formel und auf manche ihrer Eigenschaften zu verhalten, wie der Aether zum Weingeist, insofern ihre Formel für die gleiche Anzahl Atome Kohlenstoff ein Atom Wasser weniger enthält. Richtiger wird dieses Verhältniß wohl durch folgende Formeln anschaulich gemacht:



Es gehören zu dieser Gruppe:

Rohrzucker oder gewöhnlicher Zucker, Melitose, Mellicitose, Trehalose oder Mycose, Milchzucker,	}	$C_{12}H_{11}O_{11}$.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	------------------------

Die Zucker dieser Gruppe werden durch Bierhefe schwierig in Gährung versetzt. Durch Kochen mit verdünnten Säuren gehen sie theilweise oder ganz in Zuckerarten der ersten Gruppe über.

Zu der dritten Gruppe rechnen wir Körper, die der Weingährung nicht fähig sind und Sauerstoff und Wasserstoff nicht im Verhältniß wie Wasser enthalten. Dahin gehören folgende Körper:

Mannit	$C_{12}H_{14}O_{12}$.
Dulcit	$C_{12}H_{14}O_{12}$.
Vinit	$C_{12}H_{12}O_{10}$.
Quercit	$C_{12}H_{12}O_{10}$.
Melampyrit	$C_{12}H_{15}O_{13}$.
Erythrogucin oder Phycit,	
Indigucin	$C_{12}H_{10}O_{12}$.

Wir geben im Nachstehenden zunächst eine kurze Charakteristik aller einzelnen hier erwähnten Zuckerarten, welcher wir dann bei denen, die allgemeine Wichtigkeit erlangt haben, die ausführliche Geschichte nachfolgen lassen. Zur Erkennung der Zuckerarten ist ihr Verhalten gegen das polarisirte Licht von besonderer Wichtigkeit. Es muß hier schon wiederholt dieses Verhaltens erwähnt werden, obgleich die nähere Erläuterung

der darauf bezüglichen Geseze und die Beschreibung der Apparate dem der Saccharimetrie gewidmeten Abschnitt dieser Arbeit vorbehalten bleibt.

Rechts-Traubenzucker. Er krystallisirt in un= deutlichen Warzen, selten in kleinen gut ausgebildeten Krystallen, die, wenn sie aus Wasser angeschossen sind, 2 Atome Krystallwasser enthalten, aus Weingeist krystallisirt aber wasserfrei sind. Er schmeckt weniger süß als Rohrzucker. Seine wässerige Lösung wird durch kurzes Erhitzen mit verdünnten Säuren nicht verändert, dagegen zerlegt und bräunt sie sich mit Alkalien oder alkalischen Erden beim gelinden Erwärmen und entwickelt dann auf Zusatz von Salpetersäure Caramelgeruch. Aus weinfaurem Kupferoxyd=Kali scheidet er in der Kälte und bei gelindem Erwärmen Kupferoxydul ab. Mit Hefe in Berührung geräth er rasch in leb= hafte Gährung, ohne vorher in eine andere Zuckerart überzugehen. Das Molecularrotationsvermögen auf den wasserfreien Traubenzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) bezogen, ist für die Uebergangsfarbe ausdrückbar durch die Formel:

$$[\alpha]_j = 57,6 \text{ rechts.}$$

Diese Ablenkung erhält man aber nur dann, wenn man die wenigstens vor 24 Stunden bereitete wässerige Lösung, oder eine Lösung, welche vor der Beobachtung aufgeköcht wurde, verwendet. In frisch bereiteter Lösung zeigt der Traubenzucker die sogenannte *Birotation*, d. h. die durch denselben hervorgerufene Ablenkung des Lichtstrahls ist noch einmal so groß und sinkt erst allmählig auf die obige Zahl. Das Rotationsvermögen ist bei verschiedenen Temperaturen kaum ein verschiedenes.

Links-Fruchtzucker. Er ist bislang nicht im festen Zustande, sondern nur als ein farbloser, nicht krystallisirbarer Syrup erhalten. Schmeckt süßer als Rohrzucker. Verhält sich gegen Alkalien, alkalische Kupferoxydlösung und bei der Gährung genau wie der Traubenzucker. Durch Säuren scheint er etwas leichter verändert zu werden. Sein Rotationsvermögen ist:

$$[\alpha]_j = 106^\circ \text{ links bei } 15^\circ \text{ C.},$$

in frisch bereiteter Lösung nicht stärker, als in solcher, die 24 Stunden gestanden hat. Die Temperatur hat auf das Rotationsvermögen dieses Zuckers aber wesentlichen Einfluß, sie vermindert es für jeden Grad über 15 um etwa $0,7$ und erhöht es um ebenso viel für jeden Grad unter dieser Temperatur.

Maltose. Diese wenig bekannte Zuckerart scheint sich unter dem Einfluß der Diastase oder der verdünnten Säuren aus Stärkemehl vor dem Traubenzucker zu bilden. Sie ist krystallisirbar wie der Rechts-Traubenzucker und wird durch Kochen mit verdünnten Säuren in denselben verwandelt. Ihr Rotationsvermögen ist rechts drehend, drei Mal so groß wie das des Rechts-Traubenzuckers und ebenso groß unmittelbar nach der Lösung wie später. Dieses letztere Verhalten unterscheidet die Maltose wesentlich vom Rechts-Traubenzucker.

Galactose. Krystalle, welche sich äußerlich vom Traubenzucker kaum unterscheiden und durch Kochen von Milchzucker mit verdünnten Säuren, vielleicht auch unter denselben Umständen aus Gummi gebildet werden. Sie sind wasserfrei, verhalten sich gegen Alkalien, verdünnte

Säuren und alkalische Kupferoxydlösung wie Rechts-Traubenzucker. Rechts drehend:

$$[\alpha]_j = 83^\circ,3.$$

Das Rotationsvermögen ist wenig veränderlich mit der Temperatur aber, wie das des Rechts-Traubenzuckers, in frisch bereiteter Lösung noch einmal so groß wie später. Während alle bislang erwähnten Zuckerarten beim Kochen mit Salpetersäure Drallsäure liefern, bildet die Galactose auch Schleimsäure.

Mannitose. Ein wenig bekannter, bislang nicht krystallisirt erhaltener Zucker, der durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Mannit erhalten wurde. Nur das unterscheidet ihn mit Bestimmtheit vom Rechts-Traubenzucker, daß seine Lösung durchaus keinen Einfluß auf den polarisirten Lichtstrahl ausübt.

Quercitrinzucker, dem Traubenzucker ähnliche Krystalle, die durch Zerlegen von Quercitrin mit verdünnten Säuren gewonnen wurden. Sie enthalten 1 Atom Krystallwasser mehr als der Rechts-Traubenzucker, reduciren alkalische Kupferoxydlösung in gleicher Menge wie dieser und sind ohne alle Einwirkung auf den polarisirten Lichtstrahl.

Sorbin, bildet rechteckige Oktaeder von süßem Geschmack, die aus dem Saft der Vogelbeeren erhalten wurden. Unveränderlich beim Erhitzen mit verdünnten Säuren. Beim Erhitzen mit Alkalien und alkalischer Kupferoxydlösung verhält er sich wie Traubenzucker. Er ist nicht fähig in Weingährung überzugehen, dagegen erleidet er die Milchsäuregährung, wenn er mit faulenden thierischen Stoffen und Kreide digerirt wird. Sein Rotationsvermögen ist:

$$[\alpha]_j = 46,9 \text{ links}$$

unveränderlich bei verschiedenen Temperaturen und bei der Behandlung mit verdünnten Säuren. Ohne *Birotation*.

Inosit. Dieser ebenfalls wohl krystallisirbare Zucker bildet einen Bestandtheil gewisser Muskeln und wurde auch in den unreifen Schnittbohnen, den Früchten von *Phaseolus vulgaris* gefunden. Er schmeckt rein süß und wird weder durch Alkalien, noch durch Säuren, auch nicht durch alkalische Kupferoxydlösung verändert. Ist unfähig in die Weingährung überzugehen, aber erleidet die Milchsäuregährung wie Sorbin. Er besitzt kein Rotationsvermögen. Verdunstet man eine wässerige Lösung des Inosits mit Salpetersäure bis fast zur Trockne, übergießt den Rückstand mit Ammoniak und etwas Chlorcalcium und verdunstet wieder, so zeigt sich noch bei $0,0005$ Grm. Inosit eine lebhaft rosenrothe Färbung.

Schllit. Ein krystallisirbarer Zucker, welcher sich in Organen einiger Knorpelfische findet und vom Inosit sich dadurch unterscheidet, daß er das angegebene Verhalten gegen Salpetersäure, Ammoniak und Chlorcalcium nicht zeigt.

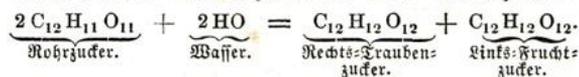
Eucalyn. Ein farbloser, nicht krystallisirbarer Syrup von schwach süßem Geschmack, der bei Zerlegung der Melitose erhalten wird. Sein Rotationsvermögen ist:

$$[\alpha]_j = 65^\circ \text{ rechts.}$$

Nicht gährungsfähig und leicht zerlegbar durch ver=

dünnte Säuren und Alkalien, ohne dabei in einen gährungs-fähigen Zucker überzugehen.

Rohrzucker. Krystallisirt in schön ausgebildeten monoklinen Säulen ohne Krystallwasser. Durch wässerige Alkalien wird er nicht verändert, ebenso scheidet seine Lösung beim Erhitzen mit alkalischer Kupferoxydlösung kein Kupferoxydul aus. Beim Erhitzen mit verdünnten Säuren oder in Berührung mit Hefe, im letztern Falle bevor er in Gährung übergeht, spaltet sich der Rohrzucker unter Wasseraufnahme in gleiche Atome Rechts- = Traubenzucker und Links- = Fruchtzucker:



Er dreht, ohne eine Virotation zu zeigen, die Polarisationsebene gleich stark bei verschiedenen Temperaturen nach rechts:

$$[\alpha]_j = 78^{\circ},3.$$

Erhitzt man ihn aber mit verdünnten Säuren, so bewirkt das entstehende Gemenge von Rechts- = Traubenzucker und Links- = Fruchtzucker eine Linksdrehung:

$$[\alpha]_j = 28^{\circ} \text{ bei } 14^{\circ} \text{ C.}$$

(für die Quantität von Invertzucker, welche als Rohrzucker gedacht, obige Ablenkung bewirken würde).

Diese Veränderung des Drehungsvermögens durch Behandeln mit verdünnten Säuren oder unter ähnlichen gleichwirkenden Einflüssen hat man als Inversion, das entstehende Gemenge der beiden Zuckerarten als Invertzucker bezeichnet.

Melitose. Krystallisirt aus wässriger Lösung in schwach süßen Nadeln, die 3 Atome Krystallwasser enthalten. Ist in einer australischen Manna, welche aus Eukalyptusarten ausschwitz, aufgefunden. Wird nicht durch Alkalien verändert und reducirt alkalische Kupferoxydlösung nicht. Mit verdünnter Salpetersäure behandelt, liefert er Schleimsäure und Dralsäure. Polarisationvermögen:

$$[\alpha]_j = 102^{\circ} \text{ rechts.}$$

Beim Kochen mit verdünnten Säuren oder unter dem Einfluß der Bierhefe, im letztern Falle, bevor sie in Gährung übergeht, spaltet sich die Melitose unter Wasseraufnahme in Rechts- = Traubenzucker und Eucalyn. Demgemäß sinkt das Rotationsvermögen der Melitose unter diesen Umständen auf:

$$[\alpha]_j = 63^{\circ} \text{ rechts.}$$

Bei der weitem Einwirkung der Bierhefe liefert sie nur halb so viel Weingeist und Kohlensäure wie Rohrzucker, indem die durch Spaltung des Rohrzuckers entstehenden Zuckerarten beide, hier nur der Rechts- = Traubenzucker gährungsfähig ist.

Melicitose. Zeigt dem Rohrzucker ähnliche Krystallform, dem Rechts- = Traubenzucker ähnlichen Geschmack und reducirt alkalische Kupferoxydlösung nicht. Das Rotationsvermögen ist:

$$[\alpha]_j = 94^{\circ},1 \text{ rechts.}$$

Es wird durch Behandeln mit Säuren schwächer, bleibt aber rechts drehend, indem unter diesen Umständen die Melicitose völlig in Rechts- = Traubenzucker übergeht.

Im unveränderten Zustande mit Hefe zusammengebracht, gährt sie nur unvollständig und nicht jedesmal. Die Melicitose wurde in der Manna von Briançon, welche von der Lärchentanne, *Pinus larix*, stammt, aufgefunden.

Trehalose oder Mycose. Mit ersterem Namen bezeichnete man einen in der Trehala-Manna aufgefundenen Zucker; als Mycose einen dem vorigen wahrscheinlich identischen Zucker, der sich im Mutterkorn findet. Sie zeigt in ihrem Verhalten gegen Säuren und Alkalien eine größere Widerstandsfähigkeit als der Rohrzucker, wird aber durch Säuren endlich vollständig in Rechts- = Traubenzucker übergeführt. Sie reducirt alkalische Kupferoxydlösung nicht, ist kaum gährungsfähig und zeigt ein außerordentlich großes Rotationsvermögen:

$$[\alpha]_j = 220^{\circ} \text{ rechts.}$$

Milchzucker. Harte, durchsichtige Krystalle, die 1 Atom Wasser enthalten. Von schwach süßem Geschmack. Sie färben sich beim Erhitzen mit Alkalien braun, reduciren aus alkalischer Kupferoxydlösung Oxydul, jedoch nur 0,7 derjenigen Menge, welche eine äquivalente Menge Traubenzucker ausscheiden würde. Durch Kochen mit Säure wird der Milchzucker in die oben erwähnte Lactose umgewandelt, so auch durch Kochen mit Salpetersäure und liefert daher wie die Lactose dabei Schleimsäure. Sein Rotationsvermögen beträgt:

$$[\alpha]_j = 59^{\circ},3 \text{ rechts.}$$

Die frisch bereitete Lösung besitzt ein größeres, vielleicht noch einmal so großes Rotationsvermögen, welches um so rascher auf obige Zahl sinkt, je höher die Temperatur der Lösung ist. Der Milchzucker wird durch Bierhefe nicht in Gährung versetzt, dagegen erleidet er die Milchsäuregährung in Berührung mit Käse und Kreibe.

Mannit. Bildet in der Regel feine seidenglanzende Nadeln, seltener derbe säulenförmige Krystalle. Von schwach süßem Geschmack und ohne Rotationsvermögen. Er wird weder durch Alkalien, noch durch Säuren beim Kochen seiner wässrigen Lösung verändert. Reducirt alkalische Kupferlösung nicht und ist nicht fähig in Weingährung überzugehen.

Dulcit. Ein mannitartiger Stoff, der in einer aus Madagascar stammenden, ihrer Herkunft nach übrigens unbekanntem Substanz gewonnen wurde. Er bildet große, farblose, schiefe rhombische Säulen. Dreht die Polarisationsebene nicht und verhält sich dem Mannit ähnlich, liefert jedoch mit Salpetersäure Schleimsäure.

Pinik findet sich im Saft der in Australien wachsenden *Pinus Lambertina* und wird in süßen, harten, zu Warzen vereinigten Krystallen erhalten. Er ist unveränderlich beim Kochen seiner wässrigen Lösung mit Alkalien, Säuren und alkalischer Kupferoxydlösung. Nicht gährungsfähig. Seine Lösung dreht die Polarisationsebene:

$$[\alpha]_j = 58^{\circ},6 \text{ rechts.}$$

Quercit. Die in der Cichel enthaltene Zuckerart, welche in schönen, schwach süßen, schief rhombischen Säulen erhalten wird. Sie wird nicht verändert durch

Alkalien, Säuren oder durch alkalische Kupferoxydlösung und ist nicht gährungsfähig. Auch dieser Zucker ist rechtsdrehend:

$$[\alpha]_D = 33^\circ,5.$$

Melampyrit. Aus dem Kraut von *Melampyrum nemorosum* und einigen verwandten Pflanzen wird ein in farblosen, durchsichtigen, rhombischen Krystallen anschließender Zucker gewonnen, der schwach süß schmeckt und kein Rotationsvermögen besitzt. Er ist weder gährungsfähig noch veränderlich durch verdünnte Säuren, Alkalien und Kupferoxydlösung, aber liefert mit Salpetersäure Schleimsäure.

Erythroglucin. Dieser Körper bildet sich beim Kochen einiger Flechtenstoffe mit Kalk- oder Barytwasser und wurde auch in einigen Algen gefunden. Er ist gut krystallisirbar, weder gährungsfähig, noch optisch wirksam, noch veränderlich durch verdünnte Säuren und Alkalien. Die Formel dieses Zuckers ist zweifelhaft und trennt ihn nach der Ansicht mancher Chemiker von den bislang abgehandelten Zuckerarten.

Indiglucin. In der Waidpflanze, sowie im normalen menschlichen Harn hat man, in letzterem in sehr kleiner Menge, einen amorphen, leicht löslichen Körper, das *Indican* aufgefunden, welches sich beim Kochen mit Säuren und Alkalien in Indiglucin, Indigblau und andere Stoffe zerlegt. Das Indiglucin wird dabei als ein farbloser, schwach süßer Syrup erhalten, der nicht gährungsfähig ist, aus alkalischer Kupferoxydlösung Kupferoxydul abscheidet und sich beim Kochen mit Natron bräunt. Sein Polarisationsvermögen ist nicht bekannt.

Vorkommen der Zuckerarten. Die im Vorstehenden erwähnten Zuckerarten finden sich im Pflanzen- und Thierreich verbreitet, der Milchzucker nur im letztern. Die größte Verbreitung dürfte dem Rohrzucker zuschreiben sein, welcher sich im Zuckerrohr, *Sorghum saccharatum*, Mais, Ahorn, in Rüben, Mören, Pastinaken u. findet. Die süßen Früchte pflügen entweder Rohrzucker oder ein Gemenge von Rechts- Traubenzucker und Links-Fruchtzucker nach denselben Verhältnissen zu enthalten, in welchen diese beiden Zuckerarten durch Zerlegung des Rohrzuckers durch verdünnte Säuren oder unter dem Einfluß der Hefe gebildet werden. Es ist das Vorkommen des Rohrzuckers in ihnen unabhängig von der in ihnen enthaltenen Säure, so zwar, daß sehr saure Früchte häufig nur Rohrzucker, kaum saure Früchte dagegen nur Trauben- und Fruchtzucker enthalten. Die Inversion des Rohrzuckers, d. h. die Umwandlung in Fruchtzucker und Traubenzucker scheint durch ein eigenthümliches Ferment bewirkt zu werden, welches sich vorzugsweise in den Kernen der Früchte findet und demnach ebenso wirkt wie die Hefe vor der eigentlichen Gährung. Ein isolirtes Vorkommen von Traubenzucker oder Fruchtzucker ist in den Früchten nicht nachgewiesen. Dieselben Zuckerarten bilden den Honig. Pflanzen der niedrigsten Gattungen, wie besonders Pilze und Algen, scheinen häufig besondere Zuckerarten zu enthalten, wie z. B. die Mycose sich im Mutterkorn, der Mannit sich in vielen Pilzen

und Schwämmen findet. Letzterer bildet einen wesentlichen Bestandtheil der eigentlichen Manna, welche aus verschiedenen Eschenarten und namentlich aus *Fraxinus ornus* ausschwißt. Traubenzucker findet sich in geringer Menge im normalen menschlichen Harn, große Mengen dieses Zuckers werden im Harn beim Diabetes mellitus ausgeschieden.

Der Milchzucker wurde bislang mit Sicherheit nur in der Milch der Säugethiere, und zwar sowohl der fleischfressenden wie der pflanzenfressenden Thiere nachgewiesen. Er bildet einen constanten Bestandtheil der Milch, von deren Gewicht er 3 bis 6 Proc. ausmacht.

Außerdem findet sich im Pflanzen- und Thierreich eine große Anzahl von gepaarten Verbindungen, welche Zucker enthalten. Der bei ihrer Spaltung auftretende Zucker pflegt gemeinlich Rechts-Traubenzucker, in einzelnen bereits angeführten Fällen jedoch ein besonderer Zucker zu sein.

Bildung der Zuckerarten. Es ist bislang nicht möglich gewesen, irgend einen Zucker durch einfache Reactionen aus anderen einfacheren Verbindungen zusammenzusetzen. Dagegen ist es auf Umwegen und durch Prozesse, in welche wir bislang noch keine klare Einsicht besitzen, gelungen, aus dem Dralsäureäther, aus dem Glycerin und aus dem Mannit gährungsfähige Zucker darzustellen, über deren Natur jedoch noch nichts Sichereres bekannt ist.

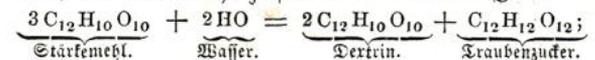
Mit Sicherheit vermögen wir in Zuckerarten viele höher organisirte Stoffe überzuführen oder Zuckerarten aus ihnen auszuscheiden. Hierbei können wir unterscheiden:

- 1) Bildung von Zuckerarten aus anderen isomeren Körpern.
- 2) Bildung von Zuckerarten durch die Spaltung gepaarter Verbindungen.
- 3) Bildung gährungsfähiger Zuckerarten durch die Drydation von Mannit, Dulcit und anderen zuckerartigen Stoffen.

Wenn man Stärkemehl mit verdünnten Säuren kocht oder Stärkekleister bei einer zwischen 50 bis 70° liegenden Temperatur mit Diastase oder Malsauguß behandelt, so wird als Endproduct Rechts-Traubenzucker (vergl. Hauptwerk Bd. III. S. 1505) gebildet. Diese Umwandlung erfolgt nach der Gleichung:



Der Rechts-Traubenzucker ist jedoch nicht der erste hierbei auftretende Stoff, sondern vor und gleichzeitig mit ihm werden lösliche Stärke, welche sich mit Jod blau färbt, ein Dextrin, welches sich mit Jod purpurroth färbt, und ein anderes Dextrin, welches sich mit Jod nicht färbt, die oben erwähnte Maltose und vielleicht noch andere Producte gebildet. Man hat in diesem Proceß eine Spaltung sehen wollen und angenommen, das Stärkemehl zerfiele in Dextrin und Zucker:



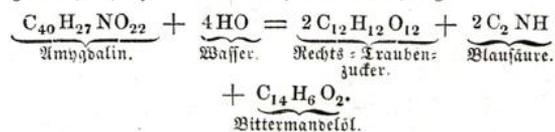
eine Ansicht, die bereits vor ihrer Geburt durch ältere Versuche genügend widerlegt war.

In ähnlicher Weise wie aus der Stärke kann das Dextrin, vielleicht auch das Lichenin, in Zucker übergehen. Das einen Bestandtheil der Leber bildende Glycogen liefert unter diesen Umständen und unter zersetzenden Einflüssen im Thierkörper einen, mit dem aus Stärke entstehenden vollständig identischen Rechts-Traubenzucker. Es scheint die Substanz zu sein, von welcher sich die im Körper der Thiere verbreiteten kleinen Mengen von Traubenzucker ableiten.

Wenn man Holzfaser (Cellulose) mit concentrirter Schwefelsäure übergießt, hierauf Wasser hinzufügt und kocht, so wird, nachdem vorher ähnliche Zwischenproducte wie bei der Umwandlung des Stärkemehls aufgetreten sind, zuletzt ein Zucker gebildet, dessen Identität mit dem Rechts-Traubenzucker jedoch noch nicht endgültig festgestellt ist.

Aus Inulin entzieht unter gleichen Verhältnissen Links-Fruchtzucker, welcher auf diesem Wege frei von Rechts-Traubenzucker erhalten wird.

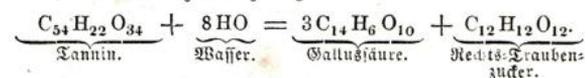
Die in der Natur vorkommenden Körper, welche bei ihrer Spaltung Zucker und einen andern Körper liefern, hat man als Glucoside bezeichnet. Derartige Stoffe finden sich allgemein verbreitet in den Pflanzen und werden, wenngleich seltener, auch im Thierkörper angetroffen. Der erste Repräsentant dieser Gruppe ist das von Liebig und Wöhler untersuchte Amygdalin der bitteren Mandeln. Wird dasselbe mit einem eiweißartigen Stoff der Mandeln, dem Emulsin (oder mit verdünnten Säuren) in wässriger Auflösung zusammengebracht, so zerfällt es nach der Gleichung:



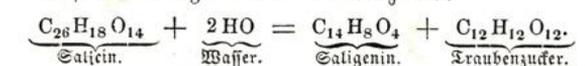
Andere hierher gehörende Stoffe, bei denen jedoch nicht immer mit Sicherheit entschieden ist, ob sie Rechts-Traubenzucker oder einen verwandten Zucker liefern, sind beispielsweise die folgenden:

Myronsäure, ein im schwarzen Senf sich findender Stoff, der unter dem Einfluß des stickstoffhaltigen Myrosins (gleichfalls im Senf vorkommend) in flüchtiges Senföl, Zucker und schwefelhaltige Verbindungen zerfällt.

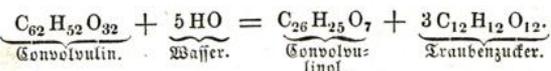
Galläpfelgerbstoff oder Tannin, der durch Kochen mit verdünnten Säuren in Gallussäure und Rechts-Traubenzucker zerlegt wird:



Salicin, ein aus der Weidenrinde darstellbarer krystallisirter Bitterstoff, zerfällt bei der Berührung mit Emulsin in Saligenin und Traubenzucker:



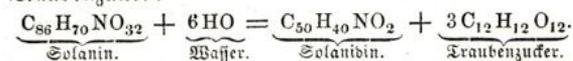
Convolutulin, der Hauptbestandtheil der knolligen Jalappenwurzel, *Convolvulus Schiedeanus*, zerfällt durch concentrirte Schwefelsäure oder weingeistige Salzsäure in Convolutulinol und Zucker:



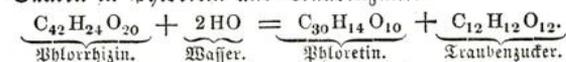
Zu derselben Classe von Verbindungen gehören das Harz der stengeligen Jalappenwurzel, *Convolvulus orizabensis*, und das Scammoniumharz. Diese drei Harze unterscheiden sich von den meisten übrigen Harzen durch ihren beträchtlichen Sauerstoffgehalt, was darauf hindeutet, daß die übrigen nicht zu den Glucosiden gerechnet werden dürfen.

Rubian, ein farbloser in der Krappwurzel sich findender Stoff. Er spaltet sich beim Kochen mit verdünnten Säuren, mit wässrigen Alkalien, oder in Berührung mit Wasser und einem stickstoffhaltigen Ferment des Krapps in Zucker und verschiedene andere Producte, unter denen sich die Farbstoffe des Krapps, wie z. B. das Alizarin finden.

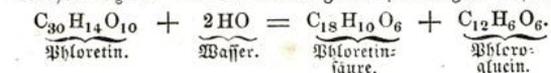
Solanin, ein narkotisch wirkender, stickstoffhaltiger Bestandtheil der Kartoffelkeime, zerfällt beim Kochen mit verdünnten Säuren in das Alkaloid Solanidin und Traubenzucker:



Auch Glucoside, welche zwei verschiedene Zuckerarten einschließen, finden sich in der Natur; so zerlegt sich das in der Wurzelrinde der Aepfel- und Pflaumenbäume vorkommende Phlorrhizin beim Kochen mit verdünnten Säuren in Phloretin und Traubenzucker:



Wird Phloretin mit concentrirter Kalilauge gekocht, so zerfällt es weiter in Phloretinsäure und Phloroglucin, welches letztere nur bei derartigen Spaltungen auftritt:



Darstellung. Ueber die fabrikmäßige Darstellung des Traubenzuckers haben wir im Hauptwerk berichtet (Bd. III. S. 1534). Die Darstellung des Rohrzuckers siehe unten.

Milchzucker. Wird Milch zur Darstellung des Käses mit Lab in Berührung gehalten, so gerinnt sie unter Abscheidung von Quark, geronnenem Kässtoff. Die von diesem getrennte Flüssigkeit, die Molken werden zur Honigdick verdunstet und an einen kühlen Ort gestellt. Der Milchzucker scheidet sich in harten Krystallen ab, die sich namentlich an Fäden oder Stöcken, die man zu diesem Zweck hineingehängt hat, ansetzen.

Mannit wird ebenfalls fabrikmäßig in Italien aus der Manna gewonnen. Zu diesem Behufe löst man Manna in der kleinsten Menge siedenden Wassers, filtrirt und läßt erkalten, worauf der Mannit anschießt, der durch Auspressen und Umkrystallisiren gereinigt wird.

Eigenschaften, Verbindungen und Zersetzen der Zuckerarten. In Wasser lösen sich alle bisher betrachteten Zuckerarten in reichlicher Menge. Die concentrirte Lösung des Traubenzuckers zeigt nicht das Fadenziehen und Federn des Rohrzuckers. Auch in Alkohol sind die Zuckerarten löslich, jedoch nimmt die-

fer weniger davon auf. Traubenzucker scheidet sich aus wässriger Lösung mit 2 Aeq. Krystallwasser ab. Unter nicht bekannt gewordenen Umständen erhielt Anthon einen hart krystallisirten Traubenzucker, der nur halb so viel Krystallwasser enthält. Aus starkem Alkohol wird Traubenzucker wasserfrei erhalten. Außerlich sind diese drei Krystallisationen kaum zu unterscheiden.

Den procentischen Gehalt einer Zuckerlösung kann man unmittelbar aus ihrem spezifischen Gewicht oder aus Aräometerangaben ableiten. Die dazu erforderlichen Tabellen finden sich unten in dem Artikel Saccharimetrie.

Kocht man Rohrzucker mit verdünnten Säuren, so verliert die Lösung, wie bereits oben erwähnt, ihr Polarisationsvermögen nach rechts und erlangt ein solches nach links. Bei längerem Kochen nimmt auch dieses ab, die Lösung färbt sich, verliert ihren süßen Geschmack und enthält endlich braune oder schwarze humusartige Stoffe. Bei einigen von diesen letzteren kann man nachweisen, daß sie durch Austritt der Elemente des Wassers aus Zucker gebildet sind. — So lange die Lösung noch nicht ihr höchstes Rotationsvermögen nach links erreicht hat, findet man in derselben noch unveränderten Rohrzucker. Verdampft man, nachdem dieser völlig verschwunden ist, nach Entfernung der Säure zur Trockne, so bleibt ein farbloser, durchsichtiger Syrup, dessen Zusammensetzung der Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$ entspricht. Man hat diesen Syrup lange Zeit für eine besondere Zuckerart angesehen und als veränderten Rohrzucker (Sucre interverti) bezeichnet. Später beobachtete man, daß beim Stehen dieses Syrups sich Krystalle bilden, und erkannte dieselben als Rechts-Traubenzucker. Aber die Erscheinung, daß der ursprüngliche Syrup eine Links-Rotation besitzt, die Krystalle dagegen eine Rechtsrotation, wußte man, in dem Glauben befangen, daß dieser Syrup ein besonderer Zucker sei, nicht richtig zu deuten und glaubte darin eine Molecularveränderung sehen zu müssen, zumal da das Auskrystallisiren nur äußerst langsam erfolgt. Daher die Angabe, die man noch jetzt in vielen Lehrbüchern verbreitet findet, daß sich modificirter Rohrzucker (Fruchtzucker) beim Stehen in Rechts-Traubenzucker verändere. Indes kann man gegenwärtig als bewiesen ansehen, daß der sogenannte modificirte Rohrzucker jenen Rechts-Traubenzucker fertig gebildet enthält. Und zwar aus folgenden Gründen:

1) Der modificirte Rohrzucker besitzt ein Molecularrotationsvermögen von:

$$[\alpha]_j = 24,2 \text{ links bei } 14^\circ \text{ C. für die Formel } C_{12}H_{22}O_{11}$$

Dieses ist demnach durchaus gleich demjenigen Rotationsvermögen, welches ein Gemenge von Links-Fruchtzucker ($[\alpha]_j = 106^\circ$ links) und Rechts-Traubenzucker ($[\alpha]_j = 57^\circ,6$ rechts) nach gleichen Aequivalenten zeigen muß. Auch ein solches künstlich dargestelltes Gemenge scheidet nur äußerst langsam Rechts-Traubenzucker ab, aber daß dieses auch im Invertzucker ohne Molecularveränderung vor sich geht, erhellt daraus, daß der zurückbleibende Syrup ein um so stärkeres Rotationsvermögen nach links erlangt. Nach völliger Abscheidung des Rechts-Traubenzuckers würde das Rotationsvermögen des zurückbleibenden Syrups völlig mit

dem des Links-Fruchtzuckers übereinkommen, mit welchem er auch in der That identisch ist.

2) Gewisse Insecten fressen aus einem solchen halb erstarrten Syrup besonders den Links-Fruchtzucker aus und lassen den Rechts-Traubenzucker übrig.

3) Der Links-Fruchtzucker bildet mit Kalk eine feste, der Rechts-Traubenzucker eine flüssige Verbindung. Behandelt man nun obigen Invertzuckersyrup mit Kalk, trennt den erstarrten Theil von der Mutterlauge, so läßt sich aus ersterem Links-Fruchtzucker in völliger Reinheit darstellen. Ein weiterer Beweis für die gemengte Natur dieses Syrups ergiebt sich aus seinem unten anzuführenden Verhalten bei der Gährung.

Mischungen, welche Links-Fruchtzucker mit mehr oder weniger Rechts-Traubenzucker gemengt enthalten, wie solche übrig bleiben, wenn aus dem Honig, dem Zuckersaft der süßen Früchte, gewissen Melassearten ein Theil des Rechts-Traubenzuckers auskrystallisirt war, hat man als Honigzucker, Schleimzucker, Syrupszucker u. bezeichnet.

Die beschriebene Inversion des Rohrzuckers erfolgt auch noch unter anderen Umständen. Namentlich bei langem Kochen mit Wasser, in Berührung mit Hefe oder in Berührung mit stickstoffhaltigen Stoffen, die sich in den Kernen der Früchte finden. Ueberhaupt scheinen die meisten zersetzenden Einflüsse, ehe sie weitere Producte bilden, zuerst diese Inversion zu bewirken.

Traubenzucker und Fruchtzucker werden für sich durch Kochen mit verdünnten Säuren weit langsamer verändert. Sie können dabei selbstverständlich keine Inversion erleiden. Bei fortgesetztem Kochen liefern sie dieselben humusartigen Producte wie Rohrzucker. Der Rechts-Traubenzucker löst sich in concentrirter Schwefelsäure ohne Färbung, indem sich eine gepaarte Säure bildet. Rohrzucker schwärzt sich damit und verkohlt. Dieses Verhalten hat man zur Unterscheidung der beiden Zuckerarten benutzt. Ebenso wie der Rechts-Traubenzucker verhält sich der Mannit gegen concentrirte Schwefelsäure.

Eine von der vorhergehenden verschiedene Wirkung äußert die Salpetersäure auf die Zuckerarten. Trägt man Zucker in concentrirte Salpetersäure oder in solche, die mit concentrirter Schwefelsäure vermischt ist, so entstehen Verbindungen, welche durch Wasser aus den Ausfällungen gefällt werden können und, der Schießbaumwolle entsprechend, an der Stelle von mehreren Atomen Wasserstoff die Elemente der Untersalpetersäure enthalten. Diese Verbindungen verpuffen oder explodiren beim Erhitzen oder durch heftigen Stoß. Eine derselben, der Nitromannit, $C_{12}H_{22}NO_4$, ist aus Weingeist gut krystallisirbar und als Ersatz des Knallquecksilbers für Zündhütchen empfohlen.

Kocht man dagegen die Zuckerarten mit überschüssiger verdünnter Salpetersäure, so treten andere Producte auf. In allen Fällen wird als Endproduct Oxalsäure erhalten, aus Milchzucker außerdem noch Schleimsäure, welche die meisten übrigen Zuckerarten nicht liefern. Vor der völligen Umwandlung in Oxalsäure bildet sich die sogenannte künstliche Apfelsäure der älteren Chemiker, die jetzige Zuckersäure. Aus Milchzucker

wird außerdem Weinsäure (vergl. Hauptwerk Bd. III. S. 1749), aus Dulcitol und Mannit Traubensäure erhalten.

Eine besondere Classe von Verbindungen bildet sich, wenn man Traubenzucker, Mannit und mehrere andere Zuckerarten mit organischen Säuren auf höhere Temperaturen erhitzt. Alle diese Verbindungen entstehen, indem aus der Säure und aus dem Zucker die Elemente von zwei, vier oder mehr Atomen Wasser austreten; da sich mit einem Atom Zucker ein bis sechs Atome einer einbasischen Säure vereinigen können, da ferner unter anderen Umständen mehrere Atome Zucker in die Verbindung eintreten und endlich beständige Säure oder selbst mehrere zu gleicher Zeit in die Verbindung eingehen können, so ist die Zahl dieser Verbindungen unendlich groß. Berthelot, der diese Körper vorzugsweise studirte, nennt sie, ohne Unterschied, welcher Zucker in sie eintritt, Saccharide, er classificirt dann weiter in Glucoside, die sich vom Rechts-Traubenzucker ableiten, Levuloside vom Links-Fruchtzucker, Mannitanide vom Mannit. Rohrzucker kann keine eigenthümlichen Saccharide bilden, sondern nur Gemenge von Glucosiden und Levulosiden. Die Glucoside der Berthelot's unterscheiden sich daher von den Glucosiden, welche oben erwähnt wurden, da letztere sich nur theilweise vom Rechts-Traubenzucker ableiten.

Ein besonderes Interesse hat eine dieser Verbindungen gewonnen, nämlich eine solche, welche Weinsäure mit Rechts-Traubenzucker bildet. Man glaubt dieselbe in den Weintrauben zur Zeit der Reife aufgefunden zu haben und vermuthet, daß sie und verwandte Körper eine Rolle bei der Zuckerbildung in den Früchten spielen.

In ihrem Verhalten gegen Alkalien und alkalische Erden zeigen Rohrzucker und Traubenzucker charakteristische Unterschiede. Der erstere geht mit den Basen beständige, wohl charakterisirte Verbindungen ein, der letztere zerlegt sich mit ihnen entweder sogleich oder doch bei längerer Berührung. Die Verbindungen mit Kali und Natron haben nur insofern technisches Interesse, als das Notationsvermögen des in ihnen enthaltenen Rohrzuckers geringer als im freien Zustande ist. Man wird demnach, wenn in einer Rohrzuckerlösung sich freies Natriumkalium befindet (wie es bei der Läuterung des Saftes mit Kalk vorkommen kann), den Gehalt solcher Zuckerlösungen bei der Polarisation zu klein finden.

Zuckerbaryt bildet sich, wenn man zu Zuckerlösungen Barytwasser gießt, und scheidet sich, wenn die Lösungen einigermaßen concentrirt sind, als Krystallmasse aus. Er bedarf etwa 50 Th. Wasser zur Lösung und kann demnach ohne beträchtlichen Verlust mit Wasser ausgewaschen werden. Dieses Verhalten hat man zur Abscheidung des Rohrzuckers aus der Melasse, aus der wegen ihres großen Gehalts an Salzen keine Krystalle erhalten werden können, benützt. Man zerlegt in diesem Falle den entstehenden Zuckerbaryt durch Kohlensäure und erhält dabei einerseits unlöslichen kohlen-sauren Baryt, andererseits eine reine Zuckerlösung, die nur noch des Eindampfens bedarf.

Eine Rohrzuckerlösung nimmt beträchtliche Mengen von Kalk auf. Die entstehende Lösung ist farblos, schmeckt nicht mehr süß, sondern ägend, und bedarf so viel Säure zu ihrer Neutralisation, wie dem in ihr ent-

haltenen Kalk entspricht. Sie kann gekocht oder bei Luftzutritt Jahre lang aufbewahrt werden, ohne daß der in ihr enthaltene Zucker irgend eine Zersetzung erleidet, selbst geringe Mengen von Kalk schützen Zuckerlösungen vor der Zersetzung, welche sie beim Kochen für sich erleiden würden. Kohlensäurehaltige Luft scheidet den Kalk allmählig als wasserhaltigen ($\text{CaOCO}_2, 5\text{HO}$) kohlen-sauren Kalk ab.

Die folgende Tabelle nach Peligot zeigt das Verhältniß, in welchem Zuckerlösungen von der angegebenen Concentration Kalk aufzunehmen vermögen:

In 100 Th. Wasser gelöster Zucker.	Dichtigkeit der Zuckerlösung.	Dichtigkeit der mit Kalk gesättigten Lösung.	Der gelöste Zuckerkalk enthält in 100 Th.	
			Kalk.	Zucker.
40,0	1,122	1,179	21,0	79,0
37,5	1,116	1,175	20,8	79,2
35,0	1,110	1,166	20,5	79,5
32,5	1,103	1,159	20,3	79,7
30,0	1,096	1,148	20,1	79,9
27,5	1,089	1,139	19,9	80,1
25,0	1,082	1,128	19,8	80,2
22,5	1,075	1,116	19,3	80,7
20,0	1,068	1,104	18,8	81,2
17,5	1,060	1,092	18,7	81,3
15,0	1,052	1,080	18,5	81,5
12,5	1,044	1,067	18,3	81,7
10,0	1,036	1,053	18,1	81,9
7,5	1,027	1,040	16,9	83,1
5,0	1,018	1,026	15,3	84,7
2,5	1,009	1,014	13,8	86,2

Sind jedoch die Lösungen sehr verdünnt, so wird weniger Kalk gelöst, wenn man von derselben Menge Kalk abzieht, welche das Wasser für sich aufnehmen würde, wie aus nachstehender Tabelle von Berthelot hervorgeht. Darin bezeichnet die Columne I. die Menge von Zucker, welche in 100 C.-C. Lösung enthalten ist, II. die Menge des dadurch löslich gemachten Kalks, III. das Verhältniß zwischen dem gelösten Kalk und Zucker, IV. das Verhältniß von Kalk zum Zucker, nachdem der in reinem Wasser lösliche Kalk abgezogen ist.

I. Zucker.	II. Kalk.	III.		IV.	
		Kalk.	Zucker.	Kalk.	Zucker.
4,850	1,301	17,5	82,5	15,4	84,6
2,401	0,484	16,8	83,2	12,3	87,7
2,000	0,433	17,8	82,2	12,5	87,5
1,660	0,364	18,0	82,0	11,5	88,5
1,386	0,326	19,0	81,0	11,4	88,6
1,200	0,316	20,8	79,2	12,2	87,8
1,058	0,281	21,0	79,0	11,2	88,8
0,960	0,264	21,6	78,4	10,8	89,2
0,400	0,194	32,7	67,3	10,3	89,7
0,191	0,172	47,4	52,6	11,2	88,8
0,096	0,154	61,6	38,4		

Hieraus ergibt sich, daß concentrirte Lösungen fast bis zu 2 Atom Kalk auf je 1 Atom Zucker aufzunehmen vermögen, verdünntere jedoch nur $\frac{2}{3}$ Atom Kalk. Vermischt man diese Auflösungen mit Weingeist, so entsteht ein Niederschlag, der gleiche Atome Kalk und

Zucker enthält. Er löst sich leicht in kaltem Wasser auf, wird diese Lösung oder obige Zuckerkalklösung erhitzt, so erstarrt sie zu einer, geronnenem Eiweiß ähnlichen Masse, indem sich eine basische Verbindung, welche 3 Atome Kalk auf 1 Atom Zucker enthält, ausscheidet; in der Lösung bleibt eine zuckerreichere Verbindung. Läßt man, ohne diesen Niederschlag abzufiltriren, die Lösung erkalten, so klärt sie sich vollständig, indem das frühere Verhältniß von Kalk und Zucker wieder hergestellt wird. Der Niederschlag für sich ist dagegen in kaltem, wie in kochendem Wasser schwer auflöslich, löst sich aber leicht in Zuckervasser auf.

Die Verbindung, welche Rohrzucker mit dem Bleiorxyd eingeht, ist noch schwerer löslich in kaltem Wasser als Zuckerbaryt. Schüttelt man Zuckervasser mit überschüssigem Bleiorxyd, so wird anfangs Bleiorxyd aufgenommen, später aller Zucker aus der Auflösung gefällt und vom Bleiorxyd gebunden. So geeignet dieses Verhalten erscheint, um Rohrzuckerlösungen, welche fremde Stoffe enthalten, diesen ersteren zu entziehen, der sich dann mit Leichtigkeit, z. B. durch Kohlen säure aus der Bleiorxydverbindung würde isoliren lassen, so ist doch eine technische Anwendung des Bleiorxyds bei der Zuckersabrikation schon seiner Giftigkeit wegen nicht thunlich; außerdem verhalten sich Lösungen, welche Invertzucker enthalten, anders wie reine Rohrzuckerlösungen gegen Bleiorxyd.

Dieselbe Unveränderlichkeit wie Rohrzucker gegen Basen zeigen auch Mannit, Trehalose u. a.

Traubenzucker und Fruchtzucker werden dagegen leicht durch Alkalien und alkalische Erden zerlegt. Die Auflösung, welche entsteht, wenn man Traubenzuckerlösung mit Kalk schüttelt, ist anfangs fällbar durch Kohlen säure und in ihre Bestandtheile zerlegbar, aber schon nach einigen Tagen fällt Kohlen säure keinen Kalk mehr aus, indem sich dann aus dem Traubenzucker eine starke Säure, die Glucinsäure, gebildet hat. Erhitzt man eine solche Lösung entweder sogleich nach ihrer Bereitung oder später zum Sieden, oder überhaupt Lösungen, welche Traubenzucker (oder Fruchtzucker) und freie Alkalien, alkalische Erden oder Bleiorxyd enthalten, so färben sie sich braun unter Zerstörung des Zuckers. Während daher Kalk Lösungen von reinem Rohrzucker vor Zersetzung schützt, bräunt er solche, welche auch nur geringe Mengen von Invertzucker enthalten.

Von Verbindungen der Zuckerarten mit Salzen sind nur wenige bekannt. Aus einer Lösung, die 1 Aeq. Kochsalz und 2 Aeq. Rohrzucker enthält, scheiden sich zerfließliche Krystalle einer solchen Verbindung ab. Da diese Verbindung mehr als 3 Th. Rohrzucker auf 1 Th. Kochsalz enthält, so verhindert die Gegenwart von Kochsalz in Zuckerslösungen mindestens die dreifache Menge Zucker am Krystallisiren.

Traubenzucker geht mit dem Kochsalz verschiedene Verbindungen ein, die man beim Verdunsten vom dia betischen Harn schon vor langer Zeit bemerkte. Sie sind wohl krystallisirbar und enthalten auf 1 Atom Zucker $\frac{1}{2}$, seltener 1 Atom Kochsalz.

Das Verhalten der Zuckerarten gegen Kupferoxydsalze ist besonders charakteristisch. Während die letzteren durch Zusatz von Alkalien zu ihrer Lösung vollständig gefällt werden, fällt Kalilauge aus einer Lösung, welche

gleichzeitig Kupfervitriol und Rohrzucker oder Traubenzucker enthält, zwar anfangs ebenfalls einen Niederschlag, der sich aber in überschüssiger Kalilauge mit Leichtigkeit zur dunkellafurblauen Flüssigkeit löst. Die Gegenwart von Zucker in Lösungen schützt demnach die Kupferoxydsalze und ebenso viele andere Metallsalze vor ihrer Fällung durch Alkalien. Die lafurblaue Lösung ist unverändert haltbar beim Kochen oder bei einigem Stehen, wenn sie Rohrzucker enthält; ist sie dagegen mit Traubenzucker, Fruchtzucker oder Lactose bereitet, so trübt und entfärbt sie sich nach kurzem Stehen, augenblicklich beim Kochen, und scheidet für je 1 Atom des in ihr enthaltenen Zuckers 5 Atome Kupferoxydul, durch Reduction von 10 Atom Kupferoxyd entstanden, aus. Die dabei aus dem Zucker entstehenden Producte sind nicht zur Genüge bekannt.

Milchzucker verhält sich dem Traubenzucker ähnlich, doch vermag er nur 7 bis 8 Atome Kupferoxyd zu reduciren und 10 Atome erst dann, wenn er durch Kochen mit Säure in Lactose übergeführt ist.

Auch wenn man Traubenzucker mit Silbersalzen und Ammoniak erwärmt, entsteht eine Reduction des Silberoxyds zu Metall. Bei vorsichtigem Erwärmen scheidet sich dabei das Silber metallisch glänzend aus und kann als ein festhaftender Spiegel erhalten werden (vergl. Hauptwerk Bd. II. S. 994).

Unter dem Einflusse gewisser stickstoffhaltiger Körper, der sogenannten Fermente, können Zuckerarten in verschiedener Weise zerlegt werden, je nach der Natur des Ferments, der Temperatur und anderen Bedingungen. Die Frage, ob die Fermente in Folge ihrer Organisation, oder ihres Lebensprocesses die Umwandlung der Zuckerarten bewirken, oder ob sie selbst zerfallend nur den Anstoß geben zu einer neuen Gruppierung der Elemente des Zuckersatoms, hat vielfach die Chemiker beschäftigt. Gegenwärtig ist in Folge von Pasteur's sorgfältigen und umfangreichen Untersuchungen die erstere Ansicht die wahrscheinlichere geworden und werden wir diese im Nachstehenden auseinandersetzen. Wir haben nach der Natur der eintretenden Gärung: Weingärung, Milchsäuregärung und Schleimgärung zu unterscheiden, bedingt durch drei verschiedene Fermente: die Bierhefe, Milchsäurehefe und Schleimhefe.

Reine wässerige Zuckerslösungen gehen, einerlei welcher Art der in ihnen enthaltene Zucker sein mag, nicht in Gärung über. Ebenso wenig der zuckerhaltige Pflanzenaft, wenn derselbe bei Luftabschluß aufbewahrt wird und niemals vorher mit der Luft in Berührung kam. Dagegen erleiden Lösungen, die gleichzeitig Zucker und stickstoffhaltige Bestandtheile enthalten, eine der obigen Gärungen, wenn Luft auch nur kurze Zeit auf sie einwirkt. Hierbei ist nicht der Sauerstoff der Luft thätig, denn reiner Sauerstoff leitet die Gärung nicht ein, die ebenso wenig durch ausgeglühte Luft hervorgerufen werden kann. Es muß dabei vielmehr ein besonderer Bestandtheil der atmosphärischen Luft thätig sein, und daß derselbe in festen in der Luft schwebenden Körpern besteht, erhellt am deutlichsten daraus, daß durch lose Baumwolle filtrirte Luft ebenfalls die Gärung nicht zu erregen vermag. Verstopft man ein Glasrohr mit einem kleinen Ballen Baumwolle oder Asbest

und saugt Luft hindurch, so findet man auf diesen Körnern mikroskopisch sichtbare Stäubchen abgelagert, die, in Zuckerlösungen gebracht, worin außerdem Hefenasche und Ammoniak enthalten sind, sich zu Hefezellen auszubilden vermögen und als solche die Gährung einleiten. Kocht man eine solche Zuckerlösung im offenen Glasfalsen, so geht sie nach dem Erkalten und Stehen bei Luftzutritt in Gährung über, nicht aber wenn man sie mit einem Kork verschloß, durch welchen ein an beiden Seiten offenes, zwei Mal rechtwinklig gebogenes Glasrohr gesteckt war, welches die Lösung vor dem Einfallen von Staub schützt.

Diese Stäubchen müssen demnach als Hefe erzeugende Keime angesehen werden und löst ihre Auffindung das Räthselhafte, welches bislang in dem freiwilligen Eintreten der Gährung in Zuckerlösungen lag.

Die in diesen Fällen eintretende Gährung ist nicht immer derselben Art, sondern richtet sich zumeist nach der Beschaffenheit der Zuckerlösung. Je nachdem dieselbe sauer oder alkalisch reagirt, je nach dem Zustande der Zersetzung, welchen die in ihr befindliche stickstoffhaltige Materie besitzt, wenn dieselbe organischen Ursprungs ist, finden entweder die Keime der Bierhefe, oder die der Milchsäurehefe die vorzüglich geeigneten Bedingungen ihrer Entwicklung und demzufolge tritt vorzugsweise Weingährung oder Milchsäuregährung ein. Die Keime, welche diese beiden Gährungen einleiten, scheinen überall verbreitet zu sein und kann es daher nicht auffallen, daß auch da, wo eine der Gährungen vorherrscht, die Producte der andern gleichfalls in geringer Menge bemerkt werden. Die Schleimgährung tritt seltener ein und kann nicht mit der Sicherheit wie die beiden ersten hervorgerufen werden.

Es ist Pasteur nun gelungen, die Zellen der Bierhefe, welche die Weingährung erregen, vollständig von denen zu sondern, welche die Milchsäuregährung hervorrufen, und so die Producte jeder dieser Hefenarten und die Bedingungen ihres Wachstums getrennt zu studiren.

Die Formen, in welchen die Bierhefe unter dem Mikroskop erscheint, sind schon im Hauptwerke (Bd. I. S. 136) beschrieben. Man unterscheidet gegenwärtig zwei verschiedene Arten ihrer Vegetation. Bringt man in eine Flüssigkeit, welche Zucker und stickstoffhaltige Stoffe enthält, eine Spur von Hefezellen, so findet bei reichlichem Luftzutritt eine rasche Vermehrfältigung der Zellen Statt. Man erhält, während im Verhältnis nur wenig Zucker zerlegt wird, eine große Menge neu gebildeter Hefe. Anders verlaufen die Erscheinungen, wenn bei Luftabschluß operirt wird. Auch in diesem Falle wächst die Hefe und vermehrt sich, indem sie von den Bestandtheilen der Flüssigkeit sich aneignet. Aber sie ist hier wesentlich Zucker zersetzendes Ferment, so daß in diesem Falle vielleicht für 1 Th. der neugebildeten Hefe 100 Th. Zucker, im erstern Falle nur 4 bis 6 Th. zerlegt werden. Bringt man Hefezellen in Zuckerlösungen, die frei sind von stickstoffhaltigen Bestandtheilen, so tritt auch hier Gährung ein, aber dieselbe verläuft langsamer, die etwa neugebildeten Hefezellen vermögen sich nur auf Kosten der absterbenden zu entwickeln und in dem Maße, wie diese Nahrungsquelle erschöpft wird, tritt eine Verlangsamung und schließlich das Ende der Gährung ein.

Bei sehr rasch verlaufenden Gährungen kann der Fall eintreten, daß aller Zucker verschwunden ist und dennoch die Bildung von Weingeist und Kohlensäure fortbauert, indem nunmehr die Substanz der Hefe selbst in diese Producte zerfällt.

Die Producte der Weingährung sind dieselben, welche der gährungsfähigen Zuckerarten man auch dem Einflusse der Bierhefe aussetzt.

Sie sind stets Alkohol und Kohlensäure; in geringerer Menge, jedoch ebenfalls als constante Producte der Weinsäuregährung treten Glycerin (2,5 bis 3,6 Proc. vom Rohrzucker) und Bernsteinsäure (0,5 bis 0,7 Proc.) auf und werden zur Bildung der beiden letzteren gehen 5 bis 6 Proc. des Zuckers verbraucht. Es läßt sich demnach aus der Menge der erhaltenen Kohlensäure die Menge des vergohrenen Zuckers nicht mit voller Genauigkeit nach der Gleichung:



berechnen. In geringer Menge und ohne daß ihre Abstammung aus dem Zucker erwiesen ist, treten die dem Weingeist verwandten Körper Butylalkohol, Fuselöl oder Amylalkohol und ähnliche auf.

Untersucht man das Polarisationsvermögen einer gährenden Traubenzuckerlösung, so findet man, daß es stetig in dem Maße abnimmt, als der Zucker in obige Producte zerfällt. Dasselbe ist bei der Gährung des Links- Fruchtzuckers der Fall. Auch dieser geht nicht erst, wie bisweilen irrthümlich behauptet wurde, in einen andern Zucker über. Dagegen zeigt sich das Rotationsvermögen einer Rohrzuckerlösung bereits unter dem ersten Einflusse der Hefe in derselben Weise, wie durch Säuren invertirt, noch ehe irgend ein Theil des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist zerfallen ist. Nunmehr kann aber $\frac{2}{5}$ des sämmtlichen Invertzuckers zerlegt werden, ohne daß das Rotationsvermögen der Lösung überhaupt abnimmt, und zwar rührt dieses daher, daß bei dieser ersten Periode auf je 1 Atom Links- Fruchtzucker 2 Atome Rechts- Traubenzucker verschwinden. In der zweiten Periode nimmt das Rotationsvermögen der Lösung stetig ab, indem der nun noch übrige Zucker gleichzeitig zerfällt. Dieses Verhalten führt Dubrunfaut als einen der Beweise (vgl. S. 11) für die gemengte Natur des Invertzuckers an.

Die Milchsäurehefe entwickelt und vermehrt sich unter fast gleichen Bedingungen wie die Bierhefe, jedoch sind vorzugsweise neutrale Lösungen für ihre Entwicklung geeignet. Ihre weit kleineren Zellen lassen sich unter dem Mikroskop von denen der erstern unterscheiden. Sie verwandelt, mit Zuckerlösungen in Berührung gebracht, die gleichzeitig kohlenfauren Kalk enthalten, den Zucker vollständig in milchsauren Kalk, ohne daß andere Producte dabei auftreten.

Endlich hat Pasteur noch eine dritte Hefe als Schleimhefe unterschieden. Dieselbe bewirkt das Zerfallen des Zuckers in Mannit und Gummi unter gleichzeitigem Auftreten von Kohlensäure. Die beiden Producte sind schon früher wiederholt bei unregelmäßig verlaufenden Gährungen beobachtet, jedoch sah man sie gemeiniglich für bei der Milchsäuregährung entstehende Nebenproducte an.

Beim Erhitzen verliert Traubenzucker zuerst Krystallwasser, bei höherer Temperatur geht er unter neuem Austritt von Wasser in Glucosan ($C_{12}H_{10}O_{10}$) über. Ein entsprechendes Product wird ohne Zweifel der Linksf Fruchtzucker liefern, wofür das folgende Verhalten des Rohrzuckers spricht. Wird dieser nämlich auf 160° erhitzt, so schmilzt er, ist jetzt nur zur Hälfte gährungsfähig, reducirt aus alkalischer Kupferlösung nur halb so viel Kupferoxyd, wie er als Invertzucker ausscheiden würde, und zeigt ein geringes Rotationsvermögen nach rechts. Das nach beendigter Gährung zurückbleibende Product stammt ohne Zweifel vom Linksf Fruchtzucker und kann durch Erhitzen mit Wasser in diesen übergehen. Hiernach besteht die erste Zersetzung des Rohrzuckers in einer der Inversion entsprechenden Umwandlung, bei welcher einerseits gährungsfähiger Rechts = Traubenzucker, andererseits statt des Linksf Fruchtzuckers Levulofan auftreten:



Die weitere Zersetzung des Rohrzuckers, und wie es scheint auch der meisten anderen Zuckerarten, besteht auf's Neue im Austritt von Wasser, aber die entstehenden Producte, welche sich im sogenannten Caramel gemengt finden, sind braun oder schwarz gefärbt, nicht mehr gährungsfähig und nicht mehr in Zucker zurück zu verwandeln. Mannit und Dulcit liefern die dem Levulofan entsprechenden Producte Mannitan und Dulcitan. Wird endlich Rohrzucker der trocknen Destillation unterworfen, so gehen unter heftigem Aufschäumen und unter Entwicklung von viel brennbaren Gasen saure und ölige Flüssigkeiten über, welche als Hauptbestandtheile Essigsäure, Aceton, Aldehyd u. c., daneben aber auch nicht flüchtige Producte enthalten, welche bei erneuter Destillation wieder weiter zerlegt werden. Bei Luftzutritt erhitzt, entzünden sich die Zuckerarten und verbrennen mit eigenthümlichem Geruch und leuchtender Flamme. Beim Schmelzen mit Kalihydrat entsteht Oxalsäure *).

Zuckerfabrikation. Einleitung. Die fabrikmäßige Gewinnung des krystallinischen Zuckers, die wir hier näher betrachten wollen, geschieht aus dem Zuckerrohr vorzugsweise in Ost- und Westindien, in Brasilien und einigen anderen wärmeren Ländern, in welchen auch aus dem Saft einer Palme ein solcher Zucker gewonnen wird, dann aus dem Saft des Ahornbaums in mittleren Theilen Nordamerikas. Endlich aus den Runkelrüben und zwar vorzugsweise im nördlichen Frankreich, in Belgien, im deutschen Zollverein, namentlich in der Provinz Sachsen, Anhalt, Schlessen, Braunschweig, Baden und Württemberg; dann in Böhmen, Mähren, Polen und Rußland.

Wir werden uns zunächst und specieller mit der Rübenzuckerfabrikation beschäftigen, da diese ein näher liegendes Interesse hat, die Gewinnung des Rohr- und Ahornzuckers auch viel einfacher ist. Durch die Rübenzuckerfabrikation werden dem Inlande viele Millionen er-

halten und sowohl der Landwirthschaft als vielen anderen Gewerben eine reiche Erwerbsquelle geboten.

Die Gewinnung des Zuckers begreift 1) den Anbau des Zuckerrohrs, Ahornbaums und der Runkelrübe, 2) die Darstellung des Rohzuckers und 3) die weitere Verarbeitung oder das Raffiniren des letztern.

Der geeignete Anbau obiger Gewächse ist nicht außer Acht zu lassen, da er die Güte und Brauchbarkeit des nöthigen Materials bedingt. Der reinere Saft des Zuckerrohrs und des Zuckerahorns macht die Gewinnung des Rohzuckers aus diesen sehr einfach, während die Verwendung der Rüben durch die vielen fremden Beimischungen die Verarbeitung ihres Saftes bedeutend erschwert. Da die Art und Cultur der Rübe auf die Brauchbarkeit ihres Saftes den größten Einfluß zeigt, so erhält bei der Gewinnung des Rübenzuckers die Cultur der Rübe eine besondere Wichtigkeit, weshalb sie hier specieller anzugeben ist.

Es wird von Interesse sein, hier in der Einleitung zunächst eine geschichtliche Uebersicht der Entwicklung der Zuckerfabrikation zu geben und dabei die der Rübenzuckerfabrikation mit einer Hinweisung auf ihre volkswirthschaftliche Bedeutung zu begleiten, wobei denn auch ihre Besteuerung einer nähern Erörterung zu unterziehen ist. Der Zucker ist schon in den ältesten Zeiten bekannt gewesen. Das englische Wort Sugar scheint von dem persischen Worte Schuggkur herzustammen. In der Bibel wird wiederholt einer solchen Substanz als süßer Calamus erwähnt. Nach Humboldt war in China eine solche Substanz schon in den frühesten Zeiten bekannt. Plinius erwähnt eines Honigs, welcher im Schilf gesammelt wird, weiß wie Gummi sei und unter den Zähnen zerbrechlich, die größten Stücke wie eine Nuß und nur in der Medicin gebräuchlich. Zur Zeit der Kreuzzüge kam das Zuckerrohr nach Aegypten, Cypern, Kandia, Griechenland und Sicilien, von wo es nach Spanien und später nach Madeira und den canarischen Inseln verpflanzt wurde. Schon 991 soll der Zucker aus Sicilien nach Venedig eingeführt sein. Erst 1506 brachte man das Zuckerrohr nach St. Domingo. Hier, sowie in dem übrigen Westindien erlangte der Anbau des Zuckerrohrs durch die Einführung des Sclavenhandels bald eine solche Ausdehnung, daß der westindische Zucker den eigenen und ostindischen Zucker aus Europa fast ganz verdrängte. Die Gewinnung des Ahornzuckers beschränkt sich auf den eigenen Bedarf der Bewohner der westlichen Staaten Nordamerikas, wo der Zuckerahorn vorzugsweise gedeiht. Ueber die Zuckerproduction in den verschiedenen Ländern wird weiter unten eine Uebersicht gegeben.

Im Jahre 1747 entdeckte der deutsche Chemiker Marggraf in Berlin den Gehalt des krystallinischen Zuckers in der Runkelrübe und empfahl schon damals seine Gewinnung aus derselben im Großen. Diese trat aber erst am Schlusse des vorigen Jahrhunderts auf dem Gute Cunern in der Niederlausitz durch Achar d in's Leben, der dort auf Anordnung des Königs von Preußen mehrere Jahre eine Musterfabrik leitete. Mangelhafte Apparate und schlechte Rüben ließen kein günstiges Resultat erlangen. Erst durch die Continentsperre fand die Rübenzuckerfabrikation eine größere Ver-

*) Durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. Kraut in Hannover waren mir für diese Arbeit seine noch nicht gedruckten Manuscripte des Gmelin'schen Handbuchs zur Verfügung gestellt.

breitung, die sich jedoch nach Aufhebung dieser Sperre mit wenigen Ausnahmen auf einige Fabriken im nördlichen Frankreich, wo die inländische Fabrikation mehr durch den Einfuhrzoll geschützt blieb, beschränkte.

Außer den schlechten Rüben und mangelhaften Apparaten war anfangs ein Haupthinderniß der Mangel einer genügenden Reinigung des Saftes, um diesen bis zum Eintritt der Krystallisation des Zuckers ohne Nachtheil concentriren zu können. Es blieb deshalb nöthig, die letzte Concentration durch reines Verdunsten des Saftes zu bewerkstelligen, wozu man denselben nach thunlichster Abdampfung in flachen Gefäßen so lange in einem stark erhitzten Locale aufstellte, bis nach und nach eine erhebliche Menge Zuckerkrystalle sich daraus abgeschieden, was immer mehrere Monate an Zeit und einen großen kostspielig zu erwärmenden Raum erforderte. Der Ertrag an Zucker blieb dabei sehr gering, kaum 3 Proc., weil man den Saft bei seiner Gewinnung gegen eine nachtheilige Zerfegung nicht zu schützen wußte. Erst nachdem man eine schnellere Saftgewinnung durch bessere Rüben und Pressen und, durch die Anwendung der thierischen Kohle, eine bessere Reinigung erlangte und durch die Anwendung des Dampfes die letzte Abdampfung bewerkstelligte, noch mehr aber durch zweckmäßige Anwendung der Kohle, im geförnten statt der anfänglichen Anwendung im pulverisirten Zustande, eine bessere Reinigung des Saftes erreicht hatte, versprach die Fabrikation einen lohnenden Gewinn und fand dadurch in den zwanziger Jahren, wo der Preis der landwirthschaftlichen Producte äußerst gering war, wieder eine allgemeine Beachtung. Um diese Zeit kehrte denn auch die ursprünglich deutsche Erfindung oder Industrie aus Frankreich nach ihrer Heimath zurück, wohin sie zunächst wieder in ganz kleinen Anfängen mit geringen Mitteln von intelligenten Männern eingeführt wurde. Unter diesen müssen wir vor Allem den Geheimrath von Hartmann nennen, durch dessen Vermittelung mit der 1819 gegründeten landwirthschaftlichen Lehranstalt zu Hohenheim bald auch eine kleine Rübenzuckerfabrik verbunden wurde. Hartmann erkannte in der Verbindung dieses neuen Industriezweiges mit der Landwirtschaft nicht nur das alleinige Gedeihen der neuen Fabrikation, sondern auch den Nutzen, den sie der Landwirtschaft durch ihre Abfälle gewährt. Ebenso wurde durch den Geheimrath von Ußschneider in der Nähe von München fast in gleicher Zeit eine kleine Zuckerfabrik betrieben und die allgemeinere Verbreitung dieser Fabrikation warm empfohlen.

Bald nach diesen ersten Anfängen zogen die günstigen Resultate, welche Weinrich in einer kleinen Fabrik zu Buzbach in Hessen erlangte, die Aufmerksamkeit größerer Gutsbesitzer aus Böhmen auf sich und diese veranlaßten jenen, nach Böhmen zu kommen, wo derselbe in Gemeinschaft mit Rodweiß in den dreißiger Jahren mehrere größere, aber sehr einfach eingerichtete Fabriken mit gutem Erfolge betrieb, was man zunächst einer sichern Probe bei der ersten Reinigung des Saftes verdankte, die es in Verbindung mit einer wirksamern Anwendung der thierischen Kohle, durch kalte Filtration möglich machte, den Saft selbst mit directem Feuer bis zur Krystallisation abzdampfen und aus dem Saft so-

gleich einen weißen Hutzucker oder Melis zu gewinnen. Später glaubte man in Böhmen die Fabrikation für die Verbindung mit der Landwirtschaft dadurch besonders geeignet zu machen, daß man sich auf den Gütern in den einfach eingerichteten Fabriken mit der Darstellung eines nur geklärten und auf 30° Beaumé abgedampften Saftes beschäftigte und diesen an eine sogenannte Centralfabrik ablieferte, die denselben dann erst durch Kohle weiter reinigte und zu Farin oder zu Hutzucker verarbeitete. Die Erfahrung zeigte jedoch bald, daß die stärkere Abdampfung des nicht frühzeitig mit der Kohle gereinigten Saftes die Dualität desselben so verminderte, daß er dadurch fast werthlos wurde *).

Gleichzeitig mit Weinrich wurde auch von Gröbner die Rübenzuckerfabrikation in Böhmen nach einer neuern französischen Gewinnungsart des Saftes, durch Maceration eingeführt und in Mähren auf dem Gute des Grafen Kollaredo zu Staaz durch Dr. Krause eine Fabrik nach französischem Muster eingerichtet. Krause lieferte auch das erste vollständige Werk über die Rübenzuckerfabrikation, dem bald darauf der Bericht des Professor Schubarth über die französischen Rübenzuckerfabriken folgte. Seine klare überblickliche Beschreibung der französischen Fabrikationsmethode brachte diese zur Kenntniß eines größeren Publicums und verschaffte der Fabrikation ein allgemeineres Interesse.

Endlich riesen im Jahre 1836 die Versprechungen des Apothekers Zier eine Menge Fabriken in's Leben. Diesem war es, in Verbindung mit dem Besitzer einer seit länger bestehenden Rüben syrupfabrik in Quedlinburg, gelungen, durch sorgfältige Auswahl der besten Zuckerrübe und geeignete Cultur, dichten Stand, sowie durch die längere Einwirkung einer größeren Menge Kalk bei der ersten Reinigung oder Klärung des Saftes und durch die zeitige Anwendung einer größeren Menge Kohle einen reinern Saft zu erhalten, der 10 bis 12 Proc. der besten Zuckermasse lieferte, die als Ertrag an Zucker in Aussicht gestellt waren. Die Erlangung einer so reichen Ausbeute an Zucker durch ein angebliches Geheimniß, was nur durch eine größere Summe zu erlangen stand, konnte bei dem allgemeinen Interesse, das die Rübenzuckerfabrikation bereits gewonnen, nicht verfehlen, die Anlage einer größeren Zahl Fabriken zu veranlassen, ehe noch das angebliche Geheimniß sich auch in anderen Fabriken erprobt hatte. Die Erfahrung zeigte denn auch schon im ersten Jahre, daß die in Quedlinburg wirklich erlangten besseren Resultate nicht besonderen Mitteln, sondern hauptsächlich den besseren Rüben

*) Mit Unrecht wird es getadelt, daß man bei der Wiedereinführung der Rübenzuckerfabrikation in Deutschland sich bemühte, die Fabrikation mit möglichst einfachen Einrichtungen auszuführen, und namentlich die Anschaffung der in Frankreich gebräuchlichen Dampfapparate zu vermeiden suchte. Das Streben, den Zuckersaft in offenen, mit directem Feuer erhitzten Pfannen bis zum Krystallisationspunkte abzdampfen, machte eine vermehrte Sorge für die Güte und bessere Reinigung des Saftes nöthig, die dadurch auch erlangt wurde und wesentlich dazu beigetragen hat, daß die Fabrikation in Deutschland bald ein weit schöneres Product lieferte, als in Frankreich, wo die Dampfkochungen jene Sorge weniger nöthig machten.

und der oben erwähnten Anwendung einer größern Menge Kalk und Kohle zuzuschreiben sei. Es wurde dies aber von den meisten Fabrikunternehmern erst nach großen Verlusten erkannt und deshalb verschwand die größere Zahl dieser neuen Anlagen bald wieder.

Der zum Rübenbau besonders geeignete Boden der Magdeburger Gegend, seine geeignete Vorbereitung zu dieser Cultur durch den dort bisher so stark betriebenen Sichorienbau, die Intelligenz der dortigen größeren Landwirths und der Unternehmungsgeist der thätigen Bewohner jener Gegend, endlich das Aufhören der Zuckersteuereien in dem nicht entfernten Hamburg durch den Zollverein, wodurch es dort an Sachverständigen weniger fehlte, sowie die Unterstützung intelligenter Maschinenbauer, ließen mehrere der auch hier zum Theil durch jene Versprechungen gegründeten Fabriken, nach Bezahlung eines theuren Lehrgeldes, noch fortbestehen.

Die gewonnene Ueberzeugung von dem großen Werthe einer geeigneten Rübe, verbunden mit der später eintretenden Besteuerungsgart des neuen Gewerbes nach dem Gewicht oder der Menge der verarbeiteten Rüben, ließen der Cultur derselben alle Aufmerksamkeit zuwenden und ebenso lehrte die Nothwendigkeit der Anwendung einer größern Menge thierischer Kohle diese auf geeignetere Weise immer wieder brauchbar herzustellen. Hierdurch haben die Magdeburger und nach diesen auch die meisten übrigen deutschen Fabriken den älteren französischen einen bedeutenden Vorsprung abgewonnen, indem die meisten der, wenn auch dort zuerst benutzten, Maschinen und Apparate in den deutschen Werkstätten wesentliche Verbesserungen erhielten; so daß gegenwärtig die deutschen Fabriken ein weit schöneres Product liefern, als in jenen hergestellt wird. Nach der vermehrten rechtzeitigen Anwendung einer in gleicher Güte wieder brauchbar hergestellten thierischen Kohle ist es die zweckmäßigere Behandlung der sogenannten Nachproducte, worin die deutschen Fabriken einen Vorzug erlangten und der ihnen eine größere Ausbeute an reinem Zucker verschaffte. Das Verdienst einer geeigneten Behandlung der Nachproducte gebührt zunächst Sch ü t z e n b a c h, dem Erfinder der Schnellstgfabrikation und einer neuen, sich jetzt als zweckmäßig erprobten Saftgewinnung durch Auswaschen des gewonnenen Rübenbreies mit kaltem Wasser, worüber später das Nähere anzuführen ist. Dieser verdienstvolle Techniker lernte bei seinen vergeblichen Bemühungen, den Zucker auf vortheilhafte Weise aus zuvor getrockneten Rüben zu gewinnen, die Behandlungsweise schlechter Zuckermassen gründlich kennen, welche Erfahrungen später zur bessern Behandlung oder Ausnutzung der Nachproducte führte. Es fällt diese Verbesserung zu Anfang der vierziger Jahre, wo andererseits der Rübenzuckerfabrikation, weniger durch Erhöhung der inzwischen eingetretenen Besteuerung, als durch einen unverantwortlichen Handelsvertrag mit Holland der Untergang drohte. Diese geeignetere Behandlung der Nachproducte hat gegenwärtig durch die Anwendung der Centrifugalmaschine, zur Trennung des flüssigen Syrups von den festen Krystallen, eine kaum erwartete Vervollkommnung erlangt. Wir verdanken die Möglichkeit der Anwendung dieser Maschine den Verbesserungen, welche sie in Belgien

erhielt, nachdem schon früher der verdienstvolle Maschinenbauer Schöttler in Magdeburg ihre Anwendung versucht hatte. Gegenwärtig haben diese Maschinen durch F e s c a in Berlin eine solche Vollkommenheit erlangt, daß diese fast alle anderen zu gleichem Zwecke angewandten verdrängt haben und, wie wir sehen werden, durch diese Verbesserung es möglich geworden ist, solche zu einer vortheilhaften Gewinnung des Saftes zu benutzen.

So wenig es den französischen Fabrikanten geglückt ist, den landwirthschaftlichen Theil oder die Cultur der Rübe und den chemischen Theil der Fabrikation, die Reinigung der Säfte, zu vervollkommen, um so mehr gebührt ihnen die Ehre, wenigstens die Veranlassung zur Vervollkommnung des mechanischen und physikalischen Theils gegeben zu haben. Die Anwendung des Dampfes zum Kochen und Verdampfen des Saftes, namentlich die Verbesserungen der Vacuumapparate, womit man in England den Anfang gemacht, fanden zunächst in Frankreich eine allgemeinere Verbreitung. Die neuesten Verbesserungen dieser Art kamen jedoch aus Amerika. Es ist dies die Röhrenabdampfung nach Art der Locomotivkessel, mit Anwendung des Vacuum oder der Luftleere, wodurch es nicht allein möglich wird, die Wärme des zum Betrieb der Maschinen benutzten Dampfes, sondern auch die des entwickelten Saftdampfes zu gleichen Zwecken wieder zu verwenden, wodurch, wie Walkhoff passend bemerkt, die „Unsterblichkeit der Wärme“ nachgewiesen und eine so wesentliche Ersparung an Brennmaterial erreicht wird, daß dadurch auch, wie näher gezeigt werden wird, eine weit vollständigere Gewinnung des Zuckers ermöglicht worden ist.

Außer den hier genannten, mit gutem Erfolge gekrönten Bestrebungen zur Vervollkommnung der Rübenzuckerfabrikation sind auch noch einige von denen anzuführen, die bis jetzt ein solches Resultat nicht geliefert haben, deshalb aber hier nicht unerwähnt bleiben können. Hierzu gehören vor Allem die Versuche, den Saft statt durch Reiben und Pressen, durch Auslaugen oder Maceriren der nur in dünne Scheiben oder Streifen geschnittenen Rüben zu gewinnen, um dadurch die kostbaren Reiben und Pressen neben dem größern Aufwande an Utensilien und Arbeit zu ersparen. Trotz der vielen mißlungenen Versuche ist man noch heute bemüht, dies Verfahren auf geeignete Weise zur Ausföhrung zu bringen, weil durch dasselbe, außer jenen Vortheilen, auch die Gewinnung des ganzen Zuckergehalts der Rübe in Aussicht steht. Wie wir später zeigen werden, gestatten die erlangten Vortheile in der Ersparung an Brennmaterial eine zweckmäßige Verbindung bei der Gewinnungsart des Saftes durch Druck und Auslaugung mittelst Wasser, wodurch die vollständige Gewinnung des vorhandenen Zuckers bei den gegenwärtig verbreitetsten Gewinnungsarten des Saftes kaum etwas zu wünschen übrig läßt.

Ueber die transatlantische Zuckerproduction giebt Freiherr von Reden folgende Zusammenstellung. Nach derselben betrug 1852 der Zuckerverbrauch *) in Europa 21,225,000 Ctr. Rohrzucker. Davon lieferten:

*) Der sich bis heute wiederum um ein Ansehnliches vermehrt hat.

Die gemachten Fortschritte haben die Rübenzuckerfabrikation gegenwärtig in verschiedenen Ländern eine bedeutende Ausdehnung erlangen lassen. In Frankreich sind es vorzugsweise die nördlichen Departements, in welchen diese Industrie betrieben wird; im Ganzen zählte man dort im Jahre 1858 349 Fabriken, die zusammen 2,653,000 Ctnr. Zucker erzeugten. Sie gewinnen fast sämmtlich den Saft mittelst Reiben und Pressen, kochen mittelst Dampf und in Vacuumapparaten. Belgien gewinnt gegenwärtig in etwa 40 Fabriken gegen 270,000 Ctnr. Rohzucker, ihre Einrichtungen sind den französischen meist gleich. Polen gewinnt in einer gleichen Anzahl Fabriken, wovon aber viele noch mit offenem Feuer kochen, nur etwa 70,000 Ctnr. Ebenso gehört in Rußland unter 360 Fabriken die Mehrzahl zu den kleineren, mit zum Theil noch höchst mangelhaften Einrichtungen, obgleich auch mehrere derselben alle Verbesserungen der Neuzeit aufzuweisen haben. Die meisten Fabriken findet man in Klein- und Großrußland, namentlich südlich von Kiew. Sie leiden unter häufigem Mißwachs der Rüben, obgleich der Boden sehr fruchtbar ist. Die jährliche Production an Zucker wird zu 300,000 Ctnr. angenommen. In den österreichischen Staaten haben Mähren und Böhmen die größere Anzahl der Fabriken aufzuweisen. Die Gesamtzahl wird zu 171 angegeben, wovon aber einige ihre Arbeiten wieder eingestellt haben, weil, namentlich in den südlichen Ländern, wie in Ungarn, der Boden keine brauchbaren Rüben gewinnen ließ. Die Gesamtproduction an Zucker wird auf 700,000 Ctnr. geschätzt. Nach Walkhoff's Mittheilungen stieg die Zahl der böhmischen Fabriken von 1850 bis 1858 von 39 auf 52 und das verarbeitete Rübenquantum von 1,179,974 Ctnr. auf 4,589,688 Ctnr. Die Zahlen werden nicht ganz zuverlässig sein, da die Steuer in Oesterreich nach der Leistung der in Anwendung gebrachten Pressen bemessen wird, wobei oft beträchtliche Differenzen in der berechneten und der wirklich verarbeiteten Rübenmenge vorkommen werden. Die Menge des in den böhmischen Fabriken gewonnenen raffinierten Rübenzuckers wird zu 250,000 Ctnr. angegeben. Die größte Fabrik in Böhmen ist die in Sakowitz, welche über 300,000 Ctnr. Rüben in einem Jahre verarbeitet.

Den größten Aufschwung erhielt die Rübenzuckerfabrikation im deutschen Zollverein; hier stieg die Zahl der Fabriken von 1840 bis 1858 von 145 auf 257, die Menge der verarbeiteten Rüben aber von 4,829,734 Ctnr. auf 36,668,557 Ctnr. und die Production des Rohzuckers in jener Zeit von 241,487 Ctnr. auf 2,933,484 Ctnr. Die Menge der verarbeiteten Rüben hat demnach weit mehr zugenommen als die Zahl der Fabriken, indem im ersten Jahre durchschnittlich 33,308 Ctnr. auf eine Fabrik fallen, wurden im letzten Jahre durchschnittlich 143,069 Ctnr. darin verarbeitet. Ebenso stieg in obiger Zeit die Ausbeute an Zucker aus 100 Pfd. Rüben von kaum 5 Pfd. auf nahezu 8 Pfd. *).

Von den im Winter 1858 auf 1859 im Betrieb gefandenen Fabriken kommen auf:

Preußen in den Provinzen		Centner Rüben.
Posen	3 Fabriken; Verarbeitung	43,597
Pommern	8 "	993,563
Schlesien	40 "	4,709,361
Brandenburg	11 "	1,972,538
Sachsen	122 "	18,412,697
Weißhale	3 "	178,806
Rheinland	2 "	223,525
Anhalt. Länder	32 "	5,066,221
Braunschweig	14 "	2,023,440
Baiern	7 "	421,780
Sachsen	3 "	136,131
Württemberg	6 "	1,157,916
Baden	1 "	798,116
Hannover	2 "	303,845
Thüringen	2 "	211,251
Kurfürstl. Hessen	1 "	15,770
Zusammen:	257 " "	36,668,537

Der Betrag der jährlich erhobenen Steuer stieg in der oben genannten Zeit von 1840 bis 1859 von 40,257 Thlr. 23 Sgr. auf 9,167,139 Thlr. 7 Sgr. Sie wird nach dem Gewicht der zur Verarbeitung gebrachten Rüben bestimmt und wurde im Jahr 1840 mit $\frac{1}{4}$ Sgr. für den Centner berechnet; von 1841 bis 1844 mit $\frac{1}{2}$ Sgr., von 1844 bis 1850 mit $1\frac{1}{2}$ Sgr.; im Jahre 1850 auf 3, 1853 auf 6 und endlich 1858 auf $7\frac{1}{2}$ Sgr. erhöht.

Diese Steigerung der Steuer war theils eine natürliche Folge der verminderten Zolleinkünfte von dem in geringerer Menge eingeführten Colonialzucker und ebenso eine Folge der vermehrten Ausbeute an Zucker aus den verarbeiteten Rüben.

Die folgende Zusammenstellung des Steuerertrags für Rübenzucker und Colonialzucker zeigt die Abnahme des Zolls vom letztern; aber auch den völligen Ersatz durch den vermehrten Betrag der Rübensteuer. Es betragen diese:

	Von Rübenzucker.	Von Colonialzucker.	Zusammen.
1847	281,692 Thlr.	6,323,662 Thlr.	6,605,354 Thlr.
1851	1,470,845 "	3,156,200 "	4,627,045 "
1856	4,497,732 "	2,711,196 "	7,208,928 "
1857	5,665,418 "	1,360,614 "	7,026,032 "
1858	5,783,026 "	?	?
1859	8,989,915 "	2,323,597 "	11,313,512 "
1860	8,742,385 "	666,871 "	9,409,256 "
1861	7,890,908 "	427,977 "	7,818,885 "

Die Ausbeute an Rohzucker wurde nach folgenden amtlich angenommenen Sätzen bisher berechnet: Bis zum Jahr 1845 zu 5 Proc., sonach 20 Ctnr. Rüben auf 1 Ctnr. Rohzucker; bis 1853 zu $6\frac{2}{3}$ Proc. oder 15 Ctnr.; bis 1856 zu $7\frac{1}{2}$ Proc. oder 13 $\frac{1}{2}$ Ctnr.; von 1859 zu 8 Proc. oder 12 $\frac{1}{2}$ Ctnr. Rüben. Diese letztere Ausbeute wird jedoch, trotz der erlangten Vervollkommnung der Fabrikation wohl nur in wenigen durch die Bodenbeschaffenheit begünstigten Fabriken erlangt werden, weshalb denn auch bei der bereits eingetretenen Uebersproduction und der bis jetzt nicht gewährten Rückvergütung der bezahlten Steuer bei der Ausfuhr des Rübenzuckers, was eine Concurrenz im Auslande unmöglich macht, in den letzten Jahren große Verluste entstanden. Es ist deshalb aber auch wohl mit

*) Die Ausbeute von 8 Proc. Rohzucker, wonach die Totalsumme berechnet, wird wohl, wie weiter unten gezeigt, zu hoch angenommen.

Sicherheit anzunehmen, daß eine solche Rückvergütung in nächster Zeit erfolgen werde.

Die Rübenzuckerfabrikation gewährt nicht nur der Landwirthschaft durch höhere Verwerthung ihrer Producte und Verbesserung des Grund und Bodens verschiedene Vortheile, sondern bereichert auch direct das Nationalvermögen, indem sie die Schätze an Brennmaterial und viele Arbeitskräfte nutzbringend macht, dem Lande aber ungeheure Summen erhält, die bisher in's Ausland gingen, ohne daß dies mehr von uns bezog, als in seinem Interesse lag. Der bessere Lohn läßt dagegen unsere Arbeiter mehr andere Bedürfnisse befriedigen, wodurch der allgemeine Wohlstand wächst und damit auch der Handel. Welche große Summen dem Inlande gegenwärtig durch die einheimische Production erhalten bleiben, ergibt sich aus der Menge des gewonnenen Rohzuckers. Es beträgt diese vom Jahr 1840 bis Ende 1859 mehr als 20 Mill. Ctnr. im Werth von mindestens 200 Mill. Thlr. Der Werth der im Betriebsjahre 1858 auf 1859 erzeugten Zuckermenge, gegen 3 Mill. Ctnr., ist allein auf 25 bis 30 Mill. Thlr. anzuschlagen. Dabei läßt sich noch durch die Concurrenz des Rübenzuckers eine Preisermäßigung von 30 bis 40 Proc. gegen frühere Jahre nachweisen, abgesehen von der Thatfache, daß der Zucker wohl der einzige Consumtionsartikel ist, bei dem seit jener Zeit keine Erhöhung des Preises eingetreten ist.

Wenn auch die zum vortheilhaften Betriebe einer Rübenzuckerfabrik jetzt noch erforderlichen, meist theuren Apparate diese Fabrikation gegenwärtig mehr für den ausschließlichen Gewerbsbetrieb als geeignet erscheinen lassen, so erweist sich andererseits die Verbindung dieser Fabrikation mit der Landwirthschaft, durch die Selbsterzeugung einer bessern Rübe, durch höhere Verwerthung der Abfälle, durch die Melioration des Bodens doch so vortheilhaft, daß dem größern Grundbesitzer diese Vortheile allein schon als genügend erscheinen, die Fabrikation des Rübenzuckers nicht dem ausschließlichen Gewerbsbetriebe zu überlassen.

Um die Vortheile eines größern Betriebs auch für die Landwirthe zu erlangen, verbinden sich von diesen nicht selten mehrere zur gemeinschaftlichen Anlage einer größern Fabrik, der sie ihre Rüben zuführen und dafür in gleichem Maße die Abfälle derselben zurückerhalten. Eine solche Anlage erweist sich in der Regel da am vortheilhaftesten, wo geeigneter Boden zum Rübenbau diesen sichert und der Preis des Brennmaterials nicht zu hoch ist. Für solche Verhältnisse bleibt die Rübenzuckerfabrikation sicher auch dann noch für den Landwirth nutzbringend, wenn der Verkauf des Zuckers kaum noch die baaren Auslagen für Steuer, Arbeitslohn und die Hülfsmaterialien deckt, wie dies bei den Branntweimbrennereien der Fall ist, deren Betrieb deshalb auch nur in Verbindung mit der Landwirthschaft möglich wird.

Dabei haben auch die von Seiten der bloßen Fabrikanten (namentlich Actienunternehmungen) gemachten Versuche, durch den Ankauf von Rüben der Fabrikation die möglichste Ausdehnung zu geben und dadurch den Nutzen zu steigern, der gehegten Erwartung nicht entsprochen, indem es dabei außer der Möglichkeit lag, nur

gute zuckerreiche und billige Rüben zur Verarbeitung zu bringen.

Die Erzeugung einer guten Rübe ist es vor Allem, was den Erfolg der Rübenzuckerfabrikation sichert, und deshalb muß der Fabrikant dieser Cultur zunächst seine Sorge zuwenden.

Anbau der Zuckerrübe. Unstreitig verdanken wir das Gedeihen der Rübenzuckerfabrikation zu einem nicht geringen Theile den Erfahrungen und Fortschritten in der Cultur der Rübe, wodurch diese gegenwärtig mit einem Zuckergehalte gewonnen wird, der mindestens das Doppelte beträgt von dem, was man noch vor dreißig Jahren als hinreichend bezeichnete, eine lohnende Ausbeute an Zucker aus dieser Pflanze zu erhalten.

Die Anforderungen, die man gegenwärtig an eine brauchbare Zuckerrübe zu stellen hat, sind etwa folgende. Ihr Saft soll mindestens 14 Proc. am Saccharometer zeigen und von diesem Gehalte 75 Proc. als reiner Zucker anzunehmen sein, d. h. der Saft soll so rein sein, daß der Antheil an Nichtzucker 25 Proc. nicht überschreite. Im Polarimeter soll der Saft mindestens 10,5 Proc. Zucker zeigen. Dabei soll die Rübe eine gleiche Form, keine Nebenwurzeln haben, damit sie leicht zu putzen ist und wenig Abfall liefert. Sie soll nicht zu klein, nicht unter $\frac{1}{2}$ Pfd., und nicht zu groß, höchstens 3 Pfd. wiegen, weil kleinere Rüben sich schlecht reiben lassen und wenig Saft geben, größere aber meist einen größern Gehalt an schleimigen und salzigen Stoffen enthalten. Die Rübe soll ein recht festes dichtes Fleisch besitzen, was sich vollständiger zerreiben läßt und mehr Saft liefert. Endlich soll die Rübe eine recht kleine Blattfrone haben und nicht aus dem Boden gewachsen sein, weil die Krone entfernt wird und die mit der Luft in Berührung gekommenen Theile weit mehr Faser und fremde Stoffe enthalten.

Auf den Zuckergehalt der Rübe zeigen das Klima, die Witterung oder der Jahrgang, die Art der Rübe, die Wahl des Bodens, die Vorbereitung desselben, die Fruchtfolge, die Düngung, die Aussaat, die Pflege der jungen Pflanze, die Ernte und Aufbewahrung einen wesentlichen Einfluß. All' dies bestimmt den Zuckerfabrikanten, die Cultur der Rübe womöglich selbst zu übernehmen, sollte er auch nicht im Stande sein, diese so billig zu bauen, wie sie ihm, namentlich von dem kleinern Grundbesitzer, geliefert werden könnte. Die Rübenkultur steht deshalb auch in so inniger Verbindung mit der Rübenzuckerfabrikation, daß hier das Nöthige darüber anzuführen ist.

Die Zuckerrübe ist eine Spielart oder Varietät der Beta cicla und Beta vulgaris, die je nach der Form, Größe und Farbe ihrer verdickten Wurzeln unter verschiedenen Benennungen vorkommen. Als Heimathland der Runkelrübe wird die südliche Meeresküste des westlichen Europa angegeben. Sie ist in unserem nördlichen Klima eine zweijährige Pflanze, die im ersten Jahre ihre fleischige Wurzel ausbildet, aus welcher im zweiten Jahre die Samenstengel hervorschießen, mit deren Ausbildung der Zuckergehalt in der Wurzel schwindet. Dieser Zuckergehalt zeigt sich in den mehr nördlichen Gegenden, sofern diese nur das Gedeihen der Rübe gestatten, reicher als in den mehr südlich gelegenen, wo man im

Durchschnitt einen größern Ertrag an Rüben erhält, die dann aber meist auch mehr schädliche Salze und Verunreinigungen enthalten, so daß hier, selbst bei einer größern Menge von Zucker pro Morgen, dennoch keine reichere Ausbeute an reinem Zucker gewonnen wird. Bei gleicher Cultur zeigen die verschiedenen Jahrgänge einen merklichen Einfluß, nicht sowohl auf den absoluten Gehalt an Zucker, als auch auf die mehr oder weniger leichte Gewinnung desselben, was durch die Nebenbestandtheile, namentlich durch die Art und Menge der stickstoffhaltigen Beimischungen, wesentlich bedingt zu werden scheint. Je mehr die Rübe durch die Witterung in ihrer ersten Entwicklung begünstigt, was hauptsächlich durch Feuchtigkeit und Wärme geschieht, und je mehr später ihre Zeitigung oder Reife durch trocknes Wetter befördert wird, auf eine um so bessere Rübe kann man rechnen. Heiße trockne Jahrgänge liefern selten eine gute Rübe, da durch den Mangel an Regen erst mit dem Eintritt der feuchtern Herbstwitterung eine neue Vegetation beginnt, die in der kurzen Zeit ihre Zeitigung oder Vollendung nicht mehr erreicht. Die Rübe kommt dann noch mit ihrem vollen Vegetationstrieb zur Ernte, nach der bei längerer Aufbewahrung durch jenen Trieb oder jene Unzeitigkeit die nachtheiligsten Veränderungen in der Rübe eintreten.

In Betreff der Wahl der Rübe hielt man früher allgemein eine ganz weiße mehr birnenförmige, mit breitem Kopfe oder Blattansage und aufrecht stehenden grünen Blättern für die bessere; sie ist als schlesische Rübe bekannt, da der Same anfangs aus Schlessen und zwar von dem Gute Kunern, auf welchem Achart die erste Rübenzuckerfabrik gründete, bezogen wurde. Mit der Verbreitung der Rübenzuckerfabrikation in Deutschland war es vorzugsweise die preussische Provinz Sachsen, deren vorherrschend sandiger Boden eine zuckerreiche, früh reisende Rübe liefert, so daß von dort gegenwärtig die besseren Rübensorten in den Handel kommen. Von diesen sogenannten Magdeburger Rüben sind zwei Sorten als besonders empfehlenswerth zu unterscheiden. Die eine besitzt wie die schlesische ein ganz weißes Fleisch, nur ist sie mehr spindelförmig, mit kleinerer Blattkrone und kurz gestielten, mehr liegenden, oft gefräuselten Blättern. Die zweite Sorte zeigt einen noch schlankern Wuchs und bei ganz weißem Fleische am obern Theil der Rübe einen rosa Anflug. Unter diesen Rüben mit blaßröthlicher Schale zeigen sich die als besonders empfehlenswerth, deren lange schmale Blattstiele in ihrer obern Vertiefung einen scharf begrenzten rothen Streifen besitzen. Diese Sorte verlangt zwar einen mehr tiefgründigen Boden, wird aber selten hohl und besitzt ein sehr festes Fleisch, wodurch sie sich hauptsächlich zur längern Aufbewahrung eignet. Unter den verschiedenen Rübensorten verträgt sie am ehesten eine frische Düngung auf schwerem Boden, ohne dadurch bedeutend an Zuckergehalt zu verlieren, was sie hauptsächlich da empfehlenswerth macht, wo eine frische Düngung nicht wohl zu vermeiden steht. Während die gewöhnliche Futterrübe in ihren verschiedenen Varietäten fast auf allen Bodenarten nach kräftiger Düngung gedeiht, läßt sich dies bei der Zuckerrübe durch bloße Düngung nicht erreichen. Sie verlangt zunächst

einen tiefgründigen Boden, da nur der in der Erde gewachsene Theil der Rübe eine lohnende Menge Zucker enthält, dieser aber in den der Luft exponirten Theilen durch Salze und andere schädliche Stoffe ersetzt wird. Die jungen Rübenpflänzchen, die äußerst zart und empfindlich sind, verlangen vor Allem einen Boden, der durch leichte Erwärmung ihr Gedeihen fördert; diesem entspricht namentlich ein nicht zu leichter humoser Sandboden von mehr dunkler Farbe, weshalb wir auf solchem Boden auch den Zuckerrübenbau besonders verbreitet finden. Uebrigens läßt sich dies Gedeihen der jungen Pflanze auch auf bindigerem Boden durch geeignete Behandlung erlangen und hier dann oft reichere Ernten erzielen, weil ein solcher Boden die Feuchtigkeit mehr bindet, deren die Rübe bedarf. So sehr auch Feuchtigkeit zum Wachsen nöthig ist, so nachtheilig wird sie, wenn sie nicht wechselt oder der Acker einen undurchlassenden Untergrund besitzt. Die Rübe treibt schon in ihrer frühesten Entwicklung eine mehrere Fuß lange sogenannte Pfahlwurzel, wodurch sie Nahrung und namentlich Feuchtigkeit aus der Tiefe holt; enthält der Untergrund aber eine stehende Nässe, so stirbt diese Wurzel bald ab und die Pflanze wird dann weit mehr durch eine anhaltende Dürre leiden und weniger Nahrung aus der Tiefe aufnehmen können. Aus diesem Grunde ist die Beschaffenheit des Untergrundes von so großem Einflusse beim Rübenbau. Ein lehmiger Sand- oder sandiger Lehmboden mit durchlassendem Untergrunde liefert, besonders wenn er nicht arm an Kalk, durch humose Theile warm und etwas dunkel gefärbt ist, den sichersten Ertrag und die gesündesten Rüben für die Zuckerrückfabrikation. Ein solcher humoser Boden ist auch am wenigsten einem raschen Wechsel der Temperatur unterworfen, gegen welchen die jungen Pflanzen sehr empfindlich sich zeigen. Die Lage oder Neigung des Ackers nach einer oder der andern Himmelsgegend scheint nur in sofern von Einfluß, als dadurch mehr oder weniger das erste Wachsen der Pflanzen begünstigt wird, weshalb denn auch Schutz gegen rauhe kalte Winde eine mehr südliche Lage erzeugen kann. Die Erzeugung des Zuckers wird bei der Rübe nicht wie beim Wein durch die directe Einwirkung des Sonnenlichts bedingt, sie ist in der Rübe ganz anderer Art als in der Traube. Während sie hier als der Erfolg der Reife, als ein Rückschritt in den Umwandlungen der Pflanzenstoffe erscheint, ist sie in der Rübe eine Vorbereitung zur völligen Entwicklung, die die Rübe in unserm kühlen Klima in der Regel erst im zweiten Jahre erreicht, wozu sie im ersten das nöthige Material, den Zucker, sammelt. In den südlichen Ländern, wo die Rübe schon im ersten Jahre ihre völlige Entwicklung erlangt, d. h. Samen trägt, sammelt sie keinen größern Vorrath an Zucker, es ist daher auch nicht richtig, die Rübe überhaupt als eine zweijährige Pflanze zu bezeichnen. Eine frische Düngung beeinträchtigt den Werth der Rübe für die Zuckergewinnung um so mehr, je weniger gleichmäßig der Dünger im Acker vertheilt ist oder je später die Düngung erfolgt. Außer durch Vermehrung der Salze und schleimigen Stoffe wirkt der Dünger nachtheilig durch die Berührung mit demselben, die die Bildung von Nebenwurzeln verursacht, wodurch der Werth der

Rübe gleichfalls vermindert wird. Ferner schadet der Dünger wesentlich durch Verhinderung einer gehörigen Zeitigung der Rübe, die zu ihrer größern Haltbarkeit nöthig wird. Läßt sich eine frische Düngung nicht vermeiden, so soll dazu nur Rindviehmist verwendet werden, da der Schaf- und Pferde Dünger sich weit schädlicher zeigen, ferner soll die Düngung schon im Herbst erfolgen und der Acker noch zweimal gepflügt werden, um eine bessere Vertheilung des Düngers zu erlangen; dabei muß die Aussaat eine möglichst enge sein, um keine zu großen Rüben zu erhalten, da große Rüben mehr Salze enthalten als die kleineren von ein und demselben Felde. Auch scheint bei einem dichtern Stande der Pflanzen, wodurch das directe Sonnenlicht vom Boden abgehalten wird, die Bildung der Salze überhaupt weniger stattzufinden*). Auch die Fruchtfolge zeigt sich von Einfluß auf den Zuckergehalt, mehr aber auf die Erleichterung der Cultur. Durch eine Vorfrucht, die den Acker recht lockert, vertieft und von Unkraut reinigt, wird jener Vortheil namentlich erreicht; man baut deshalb auch gern Rüben nach Rüben, doch darf dies nicht zu häufig erfolgen, weil sich sonst die Feinde der Rüben, oder vielmehr die zu großen Freunde derselben, zu sehr auf dem Acker vermehren und das Aufgehen und Gedeihen der Saat verhindern. Mit der Zerstörung einer gleichmäßigen Saat ist aber bei der Rübenkultur schon viel verloren, da die größeren Pflanzen der Entwicklung der jüngeren kaum bei einer andern Frucht so hinderlich sich zeigen, wie dies bei den Rüben zu beobachten ist. Am geeignetsten wählt man eine Vorfrucht, die eine starke Düngung verträgt und das Land recht beschattet, wodurch auch das Unkraut am besten vertilgt wird. In vielen Wirthschaften wird Hafer als Vorfrucht gebaut, der bei stärkerer Düngung einen reichen Ertrag an Stroh liefert, was für solche Rübenwirthschaften einen erhöhten Werth hat. Auf Neubruch oder nach Klee und Luzerne wachsen die Rüben gern, werden aber meist zuckerarm.

*) Verlangt der Acker eine Düngung, um einen lohnenden Ertrag zu versprechen, so verwende man wo möglich eine Kopfdüngung von gut präparirtem Compost u., wie ihn der Fabrikant so leicht aus seinen Fabrikabfällen herstellen kann. Es liefern hierzu der Schlamm aus der Rübenwäsche und von der Scheidung oder ersten Reinigung des Saftes, sowie die Abfälle der Köhlerei werthvolle Materialien, wenn sie geeignet behandelt werden. Das breitwürfige Ausstreuen eines solchen concentrirten Düngers auf den ganzen Acker ist als Verschwendung zu bezeichnen, da er hier meist nur den Wuchs des Unkrauts fördert und seine lockende und erwärmende Eigenschaft für die junge Pflanze verloren geht. Die Rübe bedarf des Düngers nur zu ihrer ersten Kräftigung; ist diese erreicht, dann findet sie auch die zu ihrem fernern Gedeihen nöthigen Stoffe im Boden selbst und durch dessen Vermittelung in der Luft. Zu dieser ersten Entwicklung genügt aber das Ausstreuen einer geringen Menge jenes Düngers auf der Stelle, wo die Kerne gelegt wurden. Eine solche Kopfdüngung eignet sich auch am besten bei der Verwendung von Guano, Knochenmehl und anderen künstlichen Düngpräparaten; es reicht dann ein geringes Quantum aus, um eine lohnende Ernte zu erhalten, wobei die Qualität der Rübe eine bessere bleibt, als wenn zur Düngung des ganzen Feldes ein größeres Quantum Dünger verwandt werden mußte.

Die Vorbereitung des Feldes soll wo möglich eine solche sein, die im Frühjahr vor der Aussaat nur ein Zerkrümeln und Ebenen der Ackerkrume nöthig macht. Die Aussaat erfolgt von Mitte April bis Anfang Mai, bei günstiger Witterung, sobald das Feld hinreichend abgetrocknet erscheint. Die Zuckerrüben gedeihen nur aus den an Ort und Stelle gelegten Kernen; ein Verpflanzen wie bei den Futterrüben ist nicht zulässig, sie bedürfen zu ihrem freudigen Wuchs, wie schon erwähnt, der langen Pfahlwurzel, die beim Verpflanzen verloren geht. Die Entfernung der Pflanzen von einander muß um so geringer sein, je kräftiger der Boden ist; hiernach wechselt der Raum für eine Pflanze zwischen $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Quadratuß. Man steckt die Kerne meist in Reihen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß von einander und legt sie in den Reihen auf $\frac{1}{2}$ bis 1 Fuß. Am meisten sichert man das gleichmäßige Aufgehen der Pflanze durch das Legen der Kerne mit der Hand auf $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Tiefe und nach dem Bedecken durch Festtreten der Erde, was die Kerne auch am besten gegen das Ausstreifen durch Maden schützt. Auf größeren ebenen oder gleichmäßigeren Flächen geschieht die Aussaat meist mit Maschinen, von welchen die von Sack und Garr ett besonders empfohlen wird. Obgleich ein Samenknauel 3 bis 4 Kerne oder Keime enthält, aus welchen im günstigen Falle eben so viele Pflanzen wachsen können, von welchen später nur eine stehen bleiben darf, so legt man doch 4 bis 5 von solchen Knäueln auf eine Stelle, theils um wegen der vielen Feinde oder möglichen Unfälle das Aufgehen zu sichern, theils um zunächst eine größere Anzahl von Pflanzen bei einander zu erhalten. Die Erfahrung zeigt, daß die Pflänzchen während ihrer ersten Entwicklung in größerer Anzahl auf einer Stelle gegen Dürre und rauhe Winde mehr geschützt stehen, was durch eine stärkere Aussaat erlangt wird. Die Pflege der jungen Saat besteht zunächst im rechtzeitigen Vertilgen des Unkrauts und fleißiger Lockerung des Bodens. Das Ueberwachsen mit Unkraut schadet den jungen Rübenpflanzen in auffallender Weise. Fleißiges Hacken fördert den Wuchs der Rübe ungemein, so daß es weit öfterer geschehen soll, als es die Zerstörung des Unkrauts nöthig machen würde. Es werden durch das Hacken am sichersten oder wirksamsten die verschiedenen Feinde der Rüben verschucht und vertilgt, indem dadurch eine Menge Eier oder Brut der schädlichen Insecten zu Grunde geht.

Mit dem Größerwerden der Pflanzen ist auch der dichte Stand derselben zu lichten, es müssen die zu viel aufgegangenen Pflanzen entfernt werden. Es soll dies aber nicht, wie es noch fehlerhafter Weise so häufig geschieht, auf einmal vorgenommen werden, weil in diesem Falle in der Regel die besten Pflanzen entfernt und die schwächsten stehen bleiben, oder die zurückbleibende dabei eine höchst nachtheilige Beschädigung erleidet; es besteht diese Beschädigung hauptsächlich in dem gewaltsamen Abreißen der für das fernere Gedeihen der Rübe so wichtigen feinen Pfahlwurzel. Bei einem einmaligen Verziehen der in einem Büschel zusammengewachsenen Pflänzchen ist es fast ganz unvermeidlich, daß nicht das eine Pflänzchen, was man zum Stehenlassen bestimmt, etwas gehoben oder zur Seite geschoben wird, was genügt, um jenen Lebensfaden für die Rübe

zu zerreißen, wodurch dann, wenn auch nicht das augenblickliche Absterben, doch ein nie ganz wieder zu überwindendes Kränkeln der Pflanze herbeigeführt und die Veranlassung, Nebenwurzeln zu treiben, gegeben wird. Das „Verziehen“ oder Einzelnstellen der Rübe wird deshalb weit zweckmäßiger in der Weise ausgeführt, daß man den Pflanzenbusch, wenn die Pflänzchen des gegenseitigen Schutzes nicht mehr bedürfen, zunächst mit einem kleinen Haken (aus einem starken Eisendraht, wie Fig. 1 hergestelt) einigemal durchzieht und in einiger Entfernung rund herum lockert, dann die überflüssigen Pflanz-

Fig. 1.



chen bis auf 4 bis 5 Stück entfernt, von welchen mit größerer Sicherheit wenigstens eine ihre Pfahlwurzel unversehrt behält, die sich dadurch bald von den übrigen durch einen freudigern Wuchs auszeichnen wird. Man bemerkt dies namentlich bei einer bald nach dem Verziehen eintretenden Dürre, wie dies Ende Mai und Anfang Juni so häufig der Fall ist. Die größere Anzahl der stehenbleibenden Pflanzen erhält dann auch durch ihren stärkern Schatten und vermehrten Thau das Land feuchter. Mit Hilfe des bezeichneten Hakens läßt sich das nöthige Verziehen, was auf gewöhnliche Weise oft durch Dürre kaum möglich wird, zu jeder Zeit vornehmen. Die völlige Entfernung der überflüssigen Pflanzen erfolgt dann später nach dem zweiten oder dritten Hacken. Sie dienen dabei zugleich zum sofortigen Ausfüllen der etwa leeren Stellen*). Ein fleißiges Hacken des Rübensfeldes wirkt hier so wohlthätig auf den Wuchs der Pflanzen, daß man das Hacken nicht mit Unrecht als das Gold der Rübe bezeichnet. „Die Rübe muß groß gehackt werden“, und: „Die Hacke bringt den Zucker in die Rübe“ sind dadurch bezügliche Sprüchwörter geworden. Eine tiefe Lockerung des Bodens wird selbst im Spätsommer, wenn die Pflanzen bereits ihren stärksten Blattwuchs verloren haben, noch mit Vortheil wiederholt, namentlich bei Dürre zeigt es eine wunderbare Wirkung. In der Regel bedeckt die Pflanze im Monat Juli den Boden mit ihren Blättern so, daß eine weitere Bearbeitung nicht mehr zulässig ist, weil ein Abstoßen der Blätter die Bildung einer größern Blattkrone verursachen würde; aus diesem Grunde ist auch das Abblatten der Rübe unzulässig. Die Rübe liebt in der ersten Zeit ihrer Entwicklung eine mehr feuchte Witterung, hat sie aber den Acker überzogen, dann verträgt sie auch eine anhaltende Dürre, und um so besser, je mehr die Beschaffenheit des Bodens,

namentlich des Untergrundes, und die Behandlung beim Verziehen die Erhaltung der langen Pfahlwurzel begünstigt. Die Länge dieser Wurzel kann unter Umständen 10 bis 12 Fuß betragen, was aber nur an den jüngeren Pflanzen zu beobachten ist, da diese Wurzel mit der Zeit immer mehr oder weniger abstirbt. Je später die Ernte vorzunehmen ist, um so gehaltreicher an Zucker und um so geringhaltiger an schleimigen Stoffen zeigt sich die Rübe, wodurch die Verarbeitung einer zeitigen Rübe ungemein erleichtert wird. Alles, was auf die Zeitigung der Rübe von Einfluß ist, bedingt deshalb auch ihre leichtere oder schwierigere Verarbeitung. Die Reife der Rübe giebt sich durch das Absterben der unteren Blätter und durch Aufhören eines Nachwuchses zu erkennen. Die Ernte fällt in die letzte Hälfte des Octobers bis Anfang November, sie soll mit der Voracht vorgenommen werden, daß die Rübe dabei nicht verletzt wird und gegen das Abwelken durch Luft und Sonne geschützt bleibt. Die vortheilhafteste Art der Ernte wird durch die Beschaffenheit des Bodens, zum Theil auch durch die Gewohnheit der Arbeiter bedingt. So verrichtet man in Schwaben Feldarbeiten, wozu man anderwärts den Spaten benutzt, weit besser mit der gewohnten Haue.

Abgewelkte Rüben lassen sich schlecht conserviren und liefern einen schwer zu verarbeitenden Saft. Die Rübe soll deshalb so rasch wie möglich zur Einmieten kommen, aus demselben Grunde ist auch eine völlige Reinigung der Rübe nach der Ernte oder vor dem Einmieten eher schädlich als nützlich; je mehr anhängende Erde mit in die Mieten kommt, desto frischer bleibt die Rübe, deshalb conserviren sich die bei nassem Wetter geernteten oft besser, als die bei Sonnenschein. Früher hielt man die völlige Entfernung des Blattansatzes oder der Blattkrone für nöthig, die Erfahrung hat aber gezeigt, daß die Rübe während der Aufbewahrung gefunder bleibt; wenn man die leicht faulenden Blätter entfernt, die Blattknospen aber sitzen läßt. Am besten erhalten sich die Rüben in langen schmalen, nicht über 3 bis 4 Fuß hohen Haufen oder Mieten, wenn sie hier unmittelbar nach der Ernte mit Erde völlig bedeckt werden. Das Bedecken zunächst mit einer dünnen Lage Stroh läßt die Rüben zwar leichter gegen Frost schützen, ist aber im Großen zu kostspielig und erhält die Rübe nicht so kühl, als die unmittelbare Bedeckung mit Erde. Die Rübe entwickelt bei der Aufbewahrung durch ihr fort-dauerndes Leben immer noch Wärme, diese Wärme muß abgeleitet werden, wenn sie die Vegetationskraft nicht immer mehr steigern soll; durch die unmittelbare Berührung mit der Erde erfolgt aber diese Ableitung rascher als durch die Strohbdeckung. Zunächst genügt eine schwächere Bedeckung, die später je nach dem Klima um 2 bis 3 Fuß zu verstärken ist. Je lockerer der Boden, um so weniger ist ein Durchdringen des Frostes zu befürchten. Man hat für die Rübenmieten ein möglichst trocknes, gegen starken Luftzug, meist gegen Nordostwind geschütztes Terrain zu wählen, von welchem die Beisuh der Rüben zur Fabrik, selbst bei ungünstiger Witterung, erleichtert wird. Man trennt die Rübenmieten gern auf 50 bis 100 Fuß ihrer Länge, um die Verbreitung einer etwa eintretenden Fäulniß möglichst zu beschränken.

*) Wenn diese ausgelegten Pflanzen in der Regel auch kaum einen lohnenden Ertrag liefern, so nützen sie doch dadurch, daß sie das Land beschatten und hierdurch die Bildung oder Aufnahme von Salzen für die anderen Pflanzen verhindern.

Das hier und da noch übliche Offenlassen des obern Mietenkammes zum Abzug der Dämpfe oder Wärme ist nur beim Einmieten abgewerkter 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 Kultur 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 Trennungarten 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 Befestigung 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 weiteren Verarbeitung des Saftes nach der sogenannten Reib- und Pressmethode beschäftigen und die Eigentümlichkeit der verschiedenen anderen Methoden folgen lassen; die weitere Verarbeitung des Saftes bleibt sich bei allen so ziemlich gleich.

Das Pressverfahren. 1) Das Waschen und Bugen 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 durchlöcherter Eisenblech hergestellt. Die Entfernung der Schienen beträgt etwa $\frac{3}{4}$ 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 Fähigkeit 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 Dampfkesselloffnungen 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 Ase, wie dies

Fig. 2.

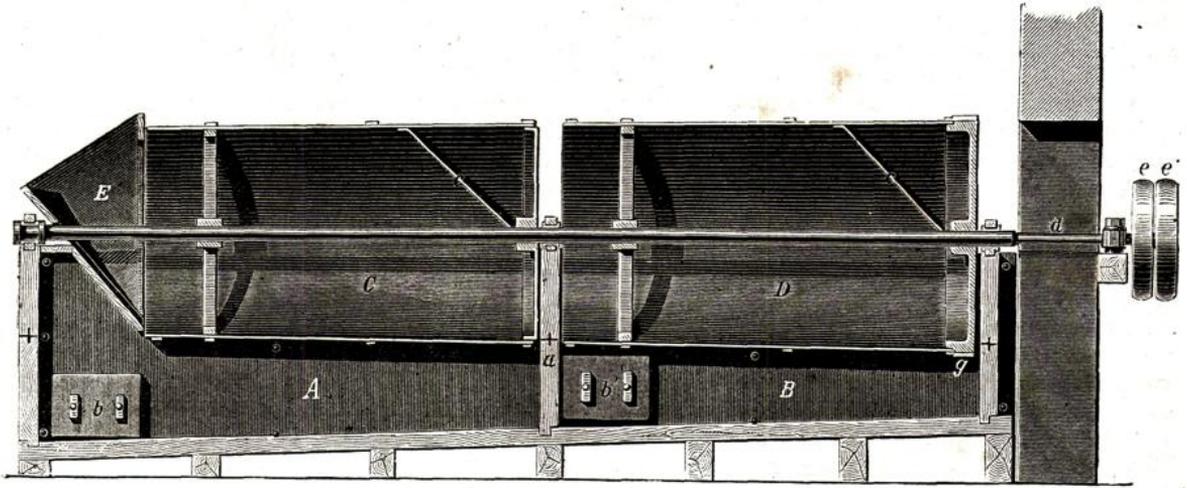
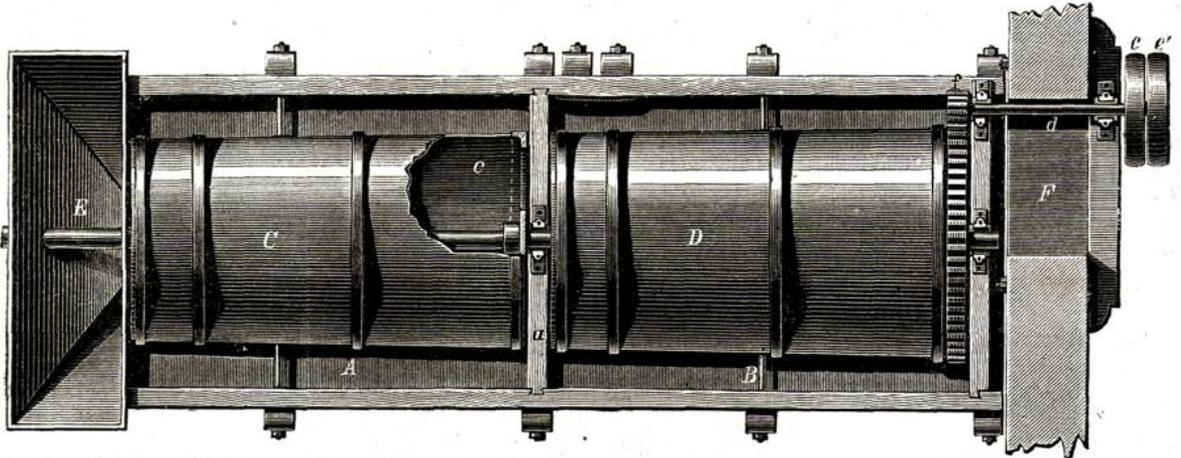


Fig. 3.



bei den einfachen Waschtrommeln meist der Fall ist; bei Doppelwäschen aber, wie hier in Fig. 3 angegeben, durch eine Ueberföhung, wozu auf der seitwärts angebrachten Ase *d* eine Trieb- und Leerscheibe *e* und *e'*, am andern Ende aber ein kleines Stirnrad *f* sich befindet, welches in den Zahnfranz *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 $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß und bei 15 Umdrehungen in der Minute können 1000 bis 1200 Ctr. mit einer Maschine gereinigt werden. Bei Doppelwäschen läßt sich die Leistungsfähigkeit auf 1500 Ctr. 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 schadhast 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 Lattenrost, 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 Dampfzuleitungrohr; 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 kleineren Waschtrommel noch zu gewinnen, da diese abgestoßenen Wurzeltheile den reinsten Saft enthalten. Der Abgang durch's Waschen ist zu 6 bis 10 Proc. des Rüben gewichts anzunehmen. Der Kraftaufwand zum Waschen beträgt bei einfachen Wäschen etwa 2 Pferde-

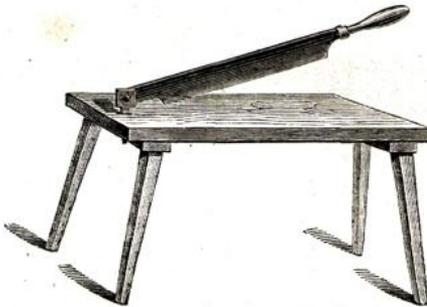
kraft und bei den Doppelwäschen mindestens 3 Pferdekraft für je 1000 Ctnr. Rüben pro Tag.

Aus der Wäsche fallen die Rüben am zweckmäßigsten auf eine drehbare Scheibe, „Carouffel“ genannt, von welcher sie bequem von einer größern Anzahl Arbeiter zum Bugen 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 Handdraht, auf welchem kleine Blechkästen befestigt sind, oder dauerhafter aus einer Gliederkette mit Blechkästen, 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 Bugen 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.

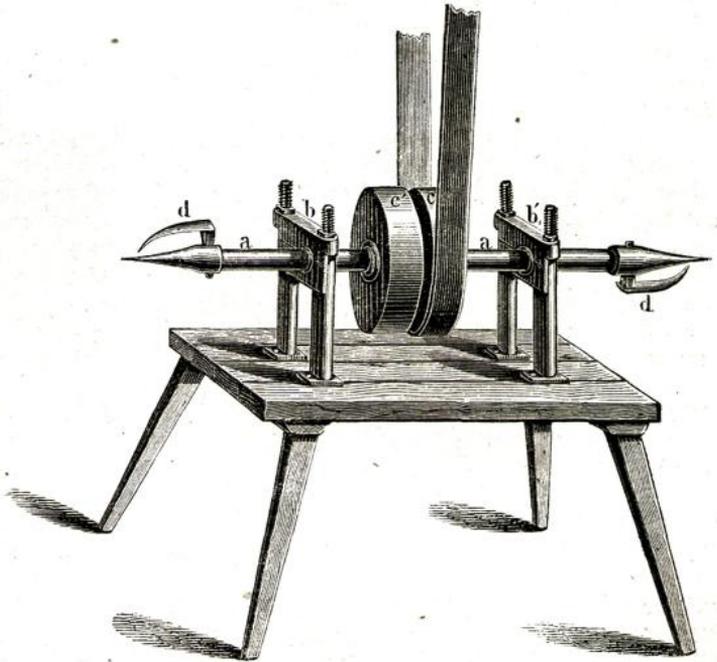
Fig. 4.



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 zeitrauhendes 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 Übung lassen sich die Rüben mit dieser Vorrichtung viel sorgfältiger und ohne Verlust an brauchbaren Theilen von jenen

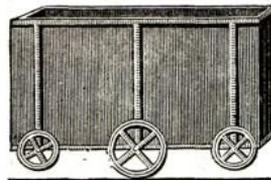
schädlichen Theilen befreien, als dies durch's Ausschneiden mit der Hand geschieht.

Fig. 5.



Bevor die gewaschenen und gepugten 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 Krost bildet, durch welchen das Wasser völlig abläuft und auch Unreinlichkeiten leicht zu entfernen sind.

Fig. 6.



Von der Steuerwage kommen die Rüben zur Reibe.

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 gebräuchlichsten Reibmaschinen aus einer mit feinen Stahlzähnen besetzten Walze oder Trommel, die durch eine entsprechende Nader- 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-

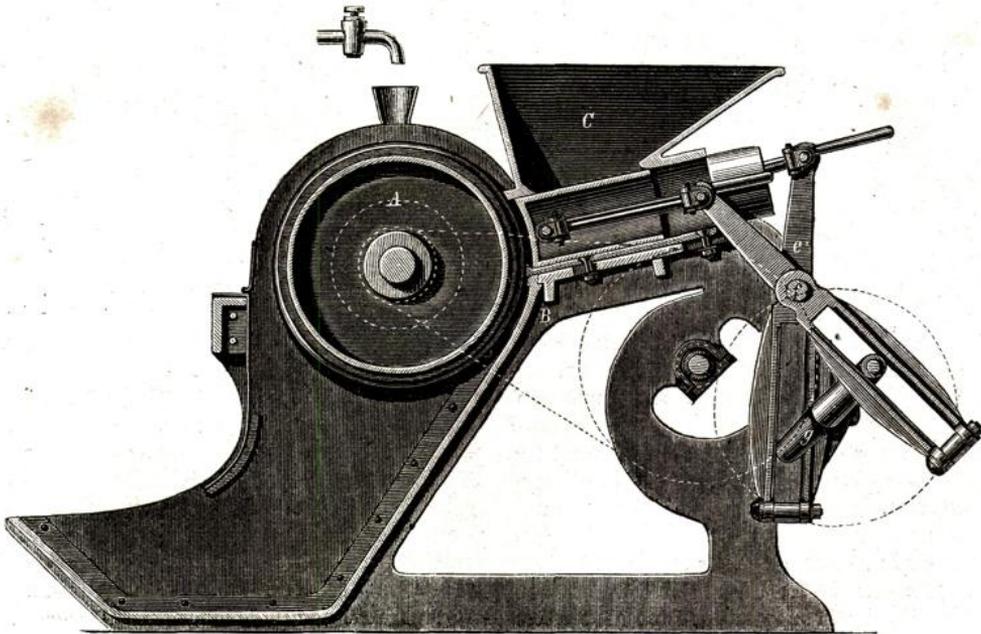
chen die Rüben der Walze seitwärts zugeführt werden. Unter dem Gestelle befindet sich ein Behälter zur Aufnahme des Rübenbreies. Die Reibtrommel wird oberhalb mit einem Gehäuse oder einer Haube bedeckt, um das Umherschleudern des Breies zu verhindern. Es ist sehr wichtig, daß sich die Trommel bei ihrer großen Geschwindigkeit ohne alles Schwenken bewegt, damit die Sohle des Kumpfes 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 Ausgleiche ihres Gewichtes erreichen und dies erlangt man am leichtesten bei einer hohlen Trommel. Die Befestigung 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. Hierauf ist auch der Kumpf 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 feineren 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 Gewichtes verursacht die ungleiche Füllung des Kumpfes, sowie das Zurückziehen oder Heben und Niederfallen des Gewichtes, 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 Kumpfes oder dem Einsinken 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.



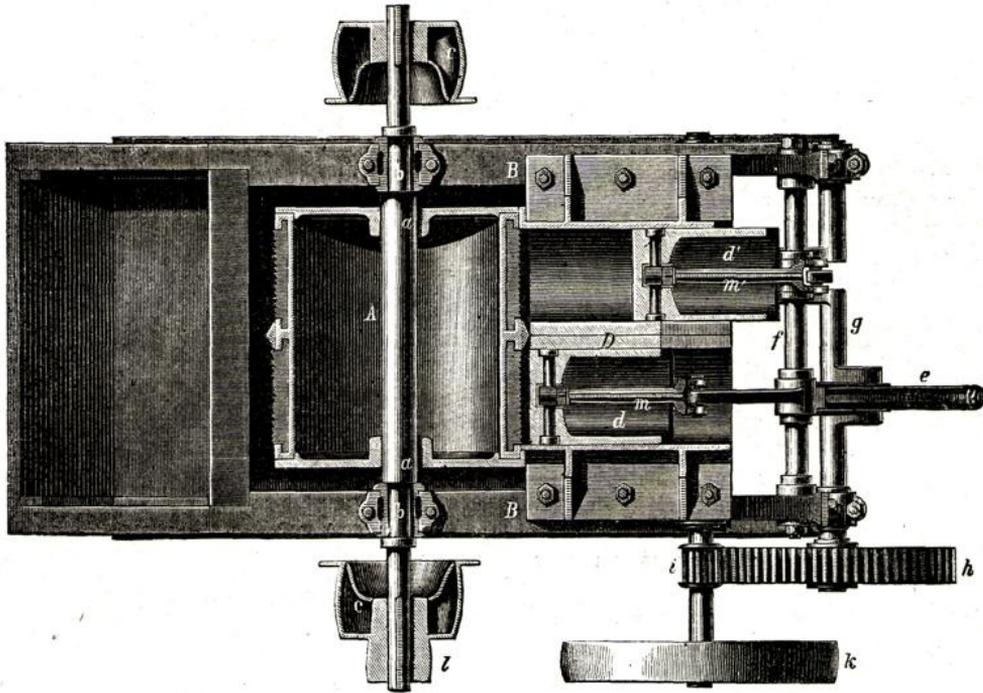
Die Reibtrommel besteht hier aus dem hohlen gußeisernen Cylinder A, der mit seiner Axe a auf einem gußeisernen Gestelle B in den Pfannenlagern b ruht. Die Axe a ist nach beiden Seiten verlängert und mit den Riemenscheiben c versehen. Die Be-

wegung 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 Kumpfes nicht mehr möglich wird. Die Verlängerung der Ase 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.



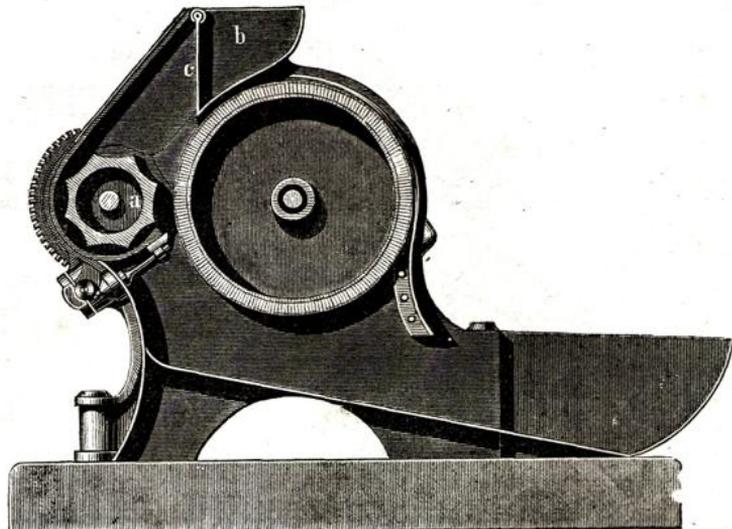
Durch den Trichter C gelangen die Rüben in die beiden Abtheilungen des Kumpfes, in welche die Schieber oder Pouffoirs *d* und *d'* zum Schieben der Rüben dienen. Dieses Vorschieben wird hier durch die beiden Doppelhebel *e* und *e'* bewirkt. Dieselben drehen sich auf der Ase *f*, ihre rück- und vorwärts gehende Bewegung wird durch die Kurbelare *g* hervorgebracht. Sie haben hierzu im untern Schenkel einen Schlit, 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 Kurbelare *f* wird durch die Zahnräder *h* und *i* und die beiden Riemenscheiben *k* und *l* von der Ase *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 Pouffoirstangen *m* und *m'* nach rückwärts, giebt ihnen nach unten zwei Zapfen und läßt sie dazwischen auf dem hebel förmigen Ende der Hebelarme *e* und *e'* ruhen, ohne damit weiter befestigt zu sein, so daß man die Pouffoirstangen rasch ausheben

kann, im Fall ein härterer Gegenstand in den Kumpf gelangen sollte.

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

Fig. 9.



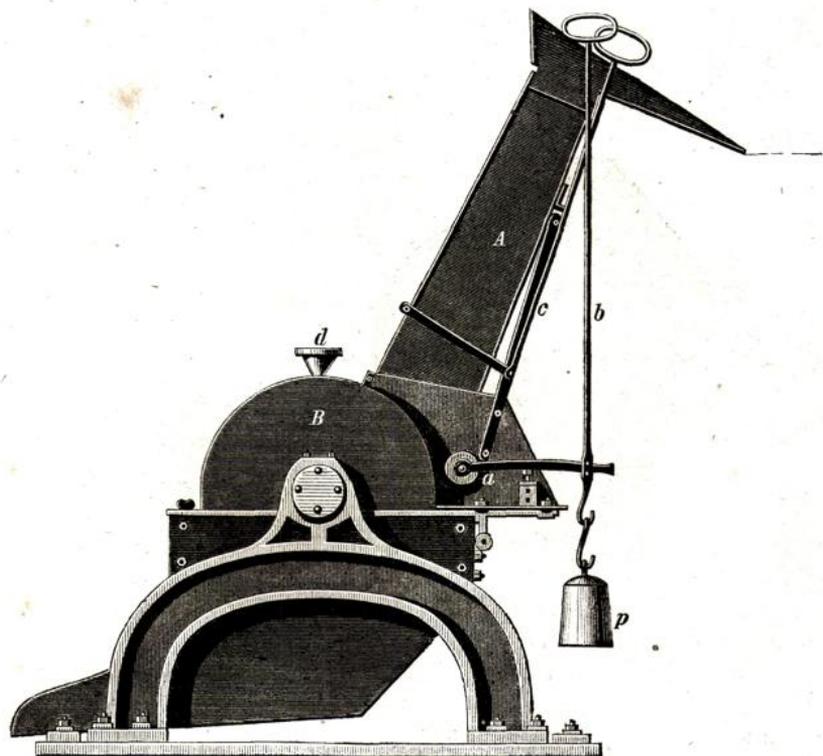
Erwartungen nicht, erhielt aber in neuerer Zeit einige Aenderung und wird jetzt auf's Neue empfohlen. Fig. 9

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 Are 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 Cylinderebene bringt. Damit steigt aber auch die Gefahr des Durchreißen 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

Fig. 10.



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 Rüben gewichts, 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

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 Reibeylinders für fließiges Schmieren der Pfannenslager 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 Zerstorbarkeit 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 Ctr. 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. Jedensfalls 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.

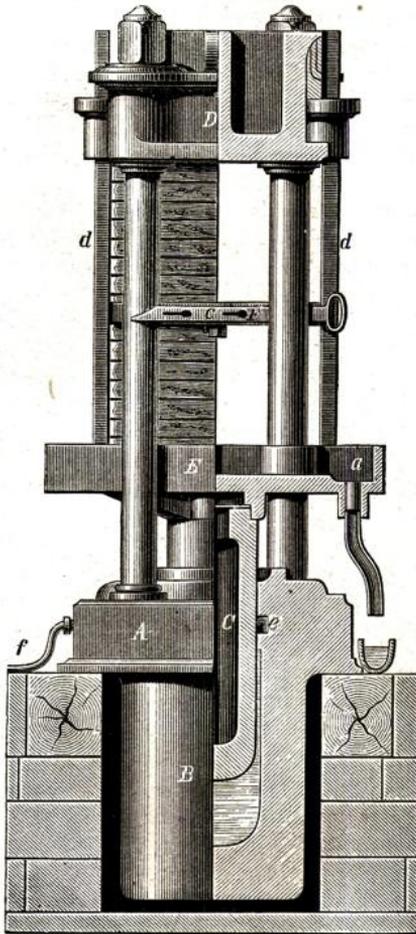
Aus dem erhaltenen Brei muß der Saft möglichst rasch gewonnen werden, da eine längere Berührung mit der Luft nachtheilig einwirkt, indem sich dabei aus den schleimigen und stickstoffhaltigen Beimischungen ein Ferment erzeugt, welches den Zucker rasch verändert oder unkrystallisirbar macht; auch scheint die in der Rübe enthaltene unlösliche Dextrose hier leicht eine Aenderung zu erleiden, wodurch sie gelöst in dem 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 Geslechte 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 Geslechte von geschälten Weiden, oder besser von gespaltenem spanischen Rohr, gegenwärtig findet man fast allgemein Blechplatten. Geslechte 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 schadhast, 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 leichteren Reinigung und ein schnelleres Ausleeren der Rückstände 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 so gleich 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 herauf treibt, 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 angewendeten Kraft steht in demselben Verhältnis, wie das Quadrat des Durchmessers vom Presskolben zu dem des Pumpkolbens. Dieses Verhältnis 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 Verhältnis meist von 500 : 1 angenommen und der Druck in der

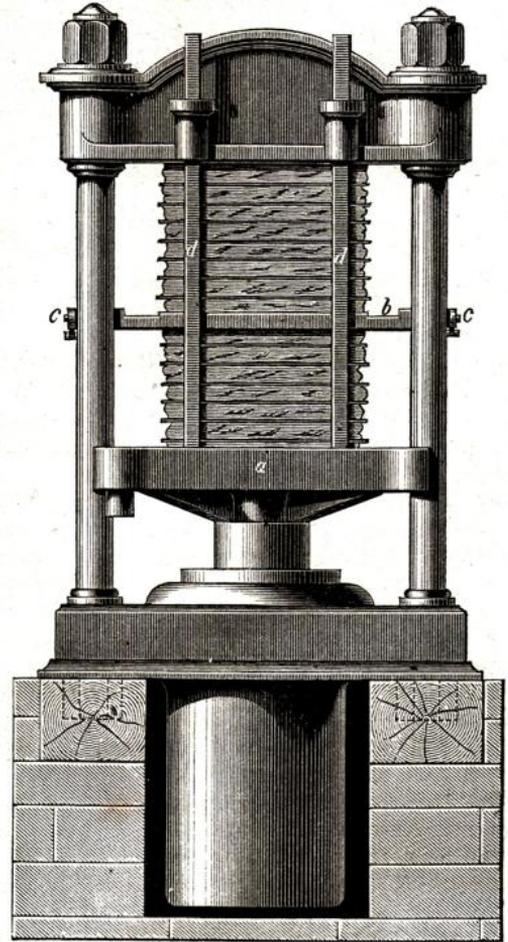
Fig. 11.



Presse zu 3—400,000 Pfd., der sich dann auf die Pressfläche auf 200 bis 500 Quadrat-Zoll verteilt, so daß jeder Quadrat-Zoll einen Druck von 6 bis 7 Ctr. 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 Breifuchen 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 $\frac{2}{3}$ 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

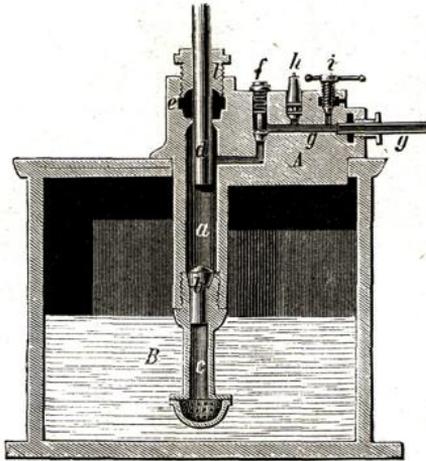
Fig. 12.



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 vorpringen, 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 Presszylinders. Seine Verdichtung wird hier durch einen einfachen Lederstulps *e* erreicht, der in einer Nutte 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.

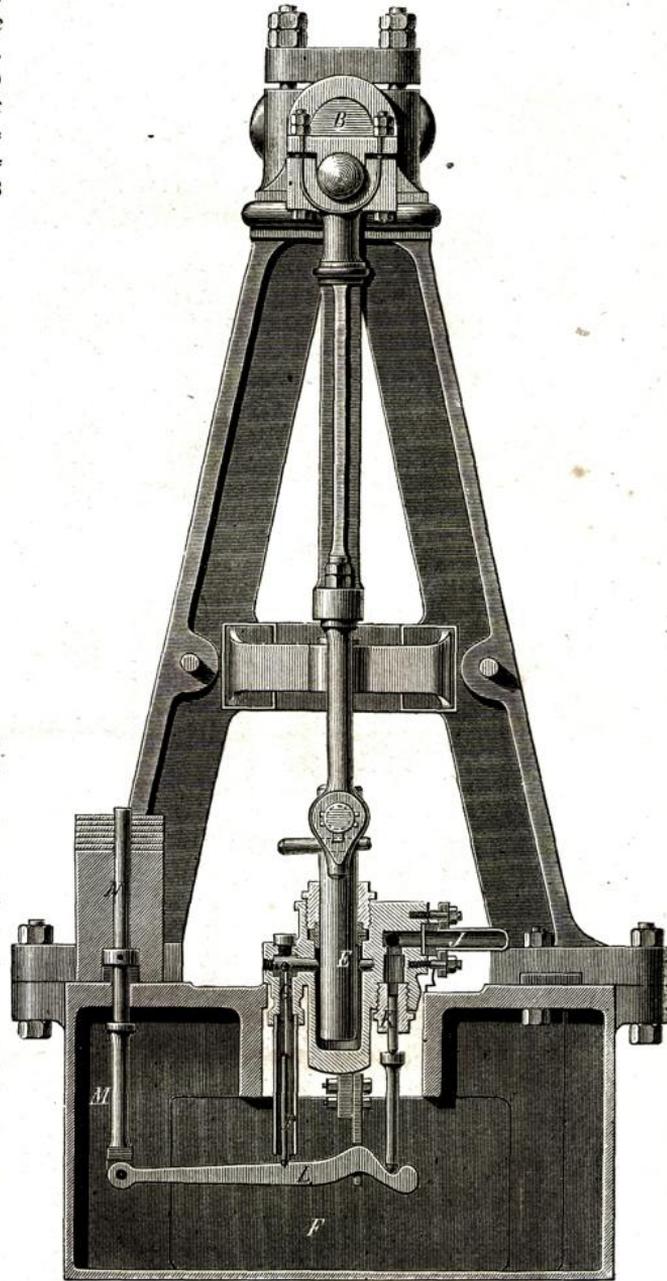


Gußplatten hergestellten Wasserbehälter *B*. Zu den wesentlichen Theilen gehört der Pumpenzylinder *a*, im untern Theile mit dem Saugventile *b* versehen und durch das Saugrohr *c* bis nahe auf den Boden des Wasserbehälters verlängert, wo dies mit einem Seiler versehen ist, um alle Unreinlichkeiten abzuhalten. Der Pumpkolben *d*, der oberhalb im Pumpenzylinder 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 Presszylinder 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 Presszylinder 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 Presszylinder 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.

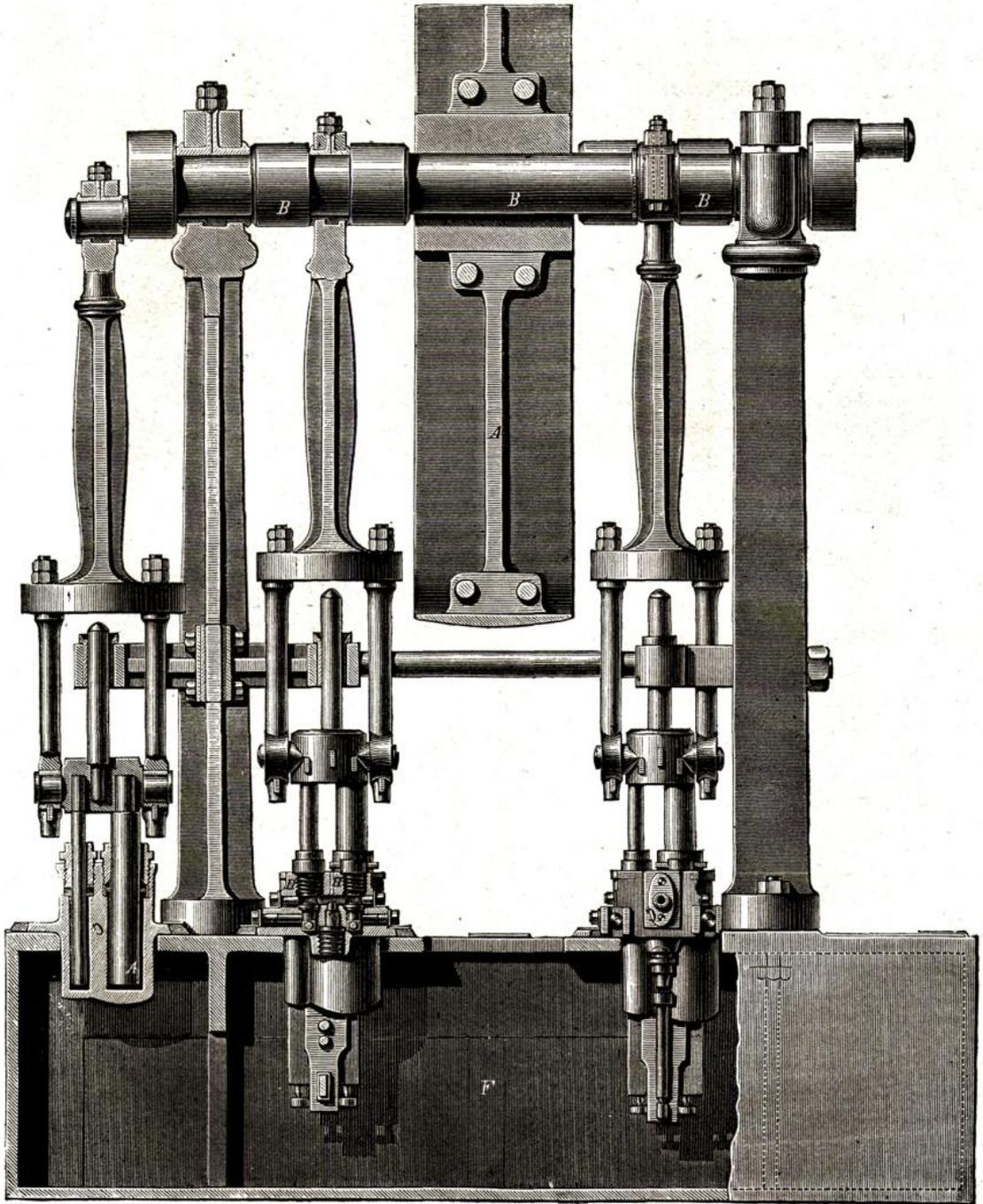


der Pumpe aber weniger Kraft erforderlich. Man trifft dabei eine solche Einrichtung, daß diese nöthige Aenderung in der Zuleitung des Wassers durch die Pumpe selbst regulirt wird, oder bei zunehmendem Widerstande in der Presse zunächst die größere Pumpe von selbst außer Thätigkeit kommt. Eine solche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



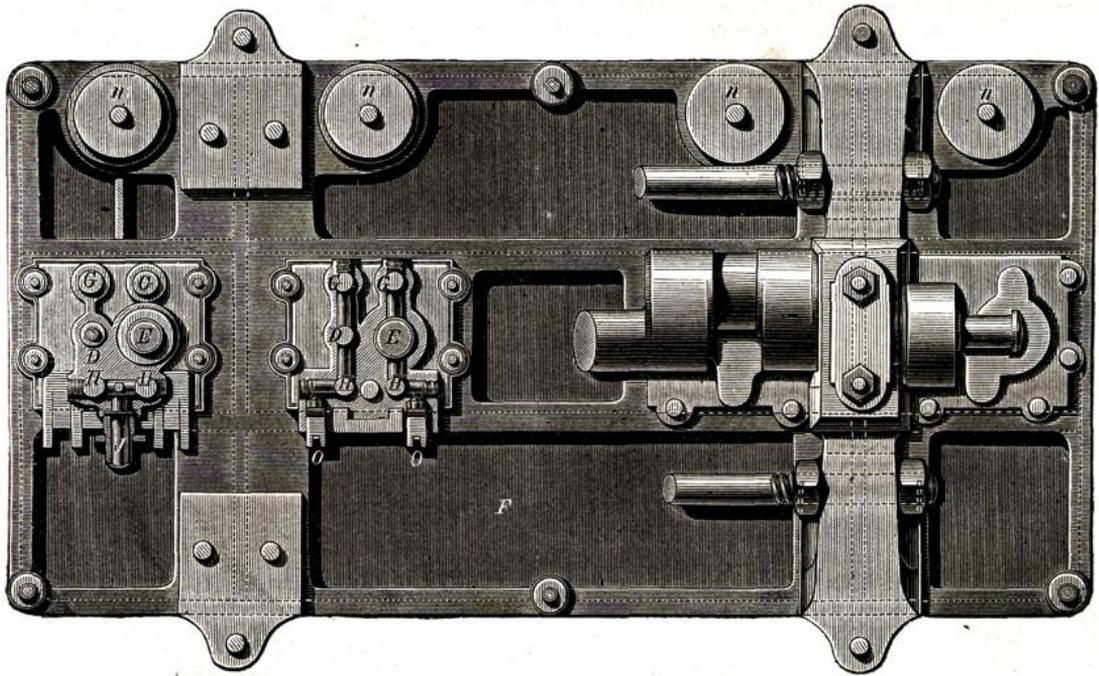
durch das Schließen des Saugventils *G* von der Stange *P* verhindert, was die große Pumpe außer Thätigkeit setzt, weil das von ihr eingesogene Wasser bei *G* wieder entweicht. Wenn nun, wie hier in Fig. 15 ersicht-

lich, 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 Pressrohr 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

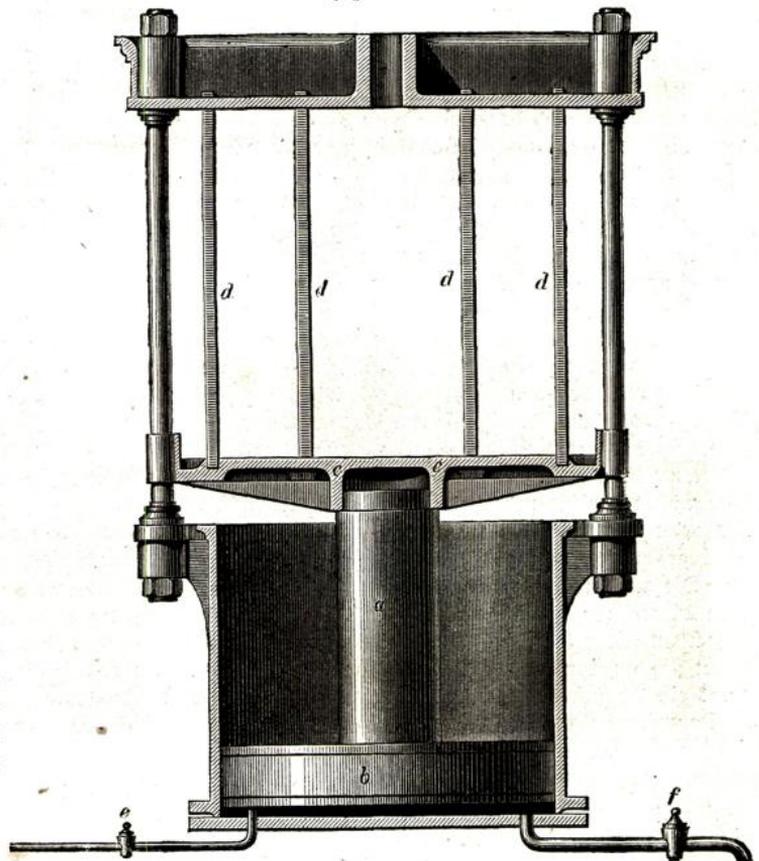
Fig. 16.



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 Abfließen 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 größte Ase *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.



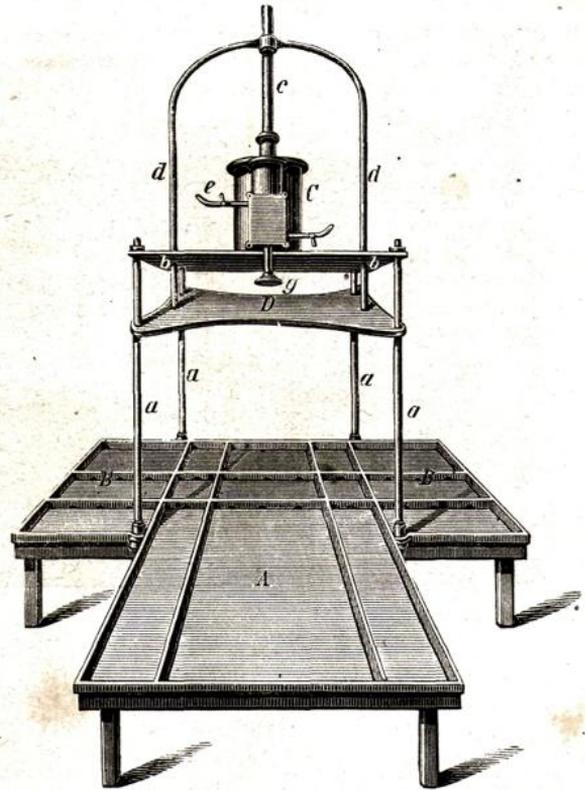
bleibt, die zweite zuzupressen. Man rechnet für den Betrieb der Pressen die Hälfte des Kraftaufwands, der zum Reiben erforderlich ist. In der Regel genügt ein einmaliges Pressen nicht, um eine befriedigende Menge Saft zu erhalten, was hauptsächlich durch eine ungleiche Aufpackung und durch die leichte Verschiebbarkeit des Breies bei einem raschen Zusammenpressen zwischen den glatten Blechtafeln verursacht wird. Nur bei der Anwendung von Geslechtes (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 Paktische 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 Dampfzylinder oberhalb des Paktisches 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 Paktisch, über welchen die vier Säulen *a* auf der Platte *b* den Dampfzylinder *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 Dampfchieber 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 Sta-

pel untenher nur umgepackt; man setzt sie dann zum Nachpressen in eine stärker wirkende Presse. Meist findet aber bei diesem Umsetzen ein Beseuchten der gepreß-

Fig. 18.



ten 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.

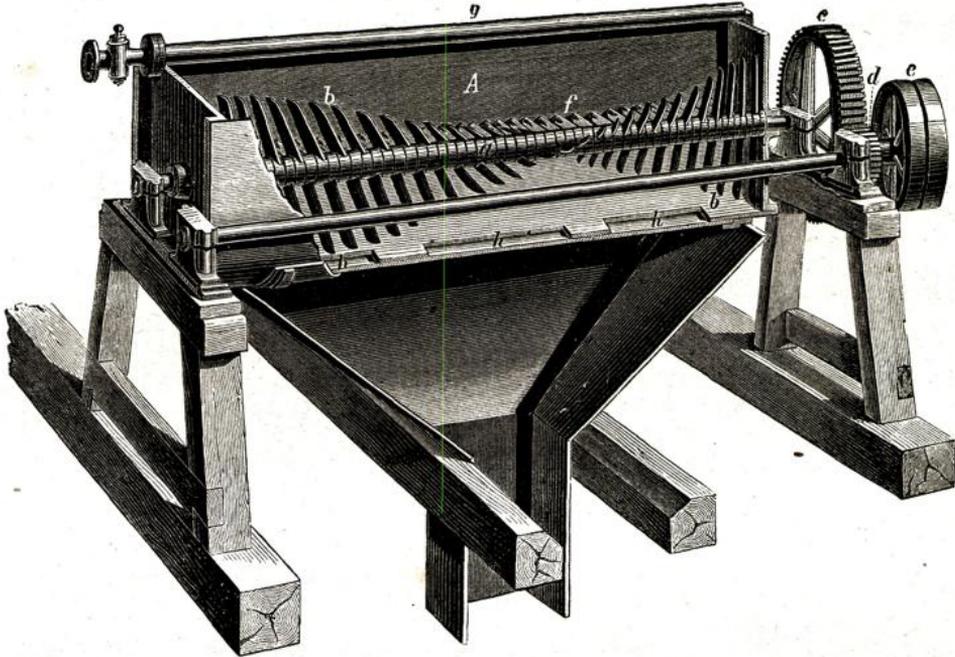
Das mehrfach veruchte Vorpressen mittelst Walzen hat bisher zu keinem befriedigenden Resultate geführt. Ebenso ist das früher gebräuchliche Erwärmen oder Erhitzen der einmal gepreßten Kuchen mittelst Dampf vor dem zweiten Pressen außer Gebrauch gekommen, da eine solche Erwärmung so leicht ein Verderben 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 gröbereren 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 Verreiben 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 Axt *a*, auf welcher eine doppelte Reihe Messer *b* von beiden Seiten bis zur Mitte zwei einander entgegen laufende Schraubenlinien bilden. Die Axt 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 Wasserrohr *g* nach unten mit einer größeren Anzahl kleiner Oeffnungen zur Vertheilung des Wassers.

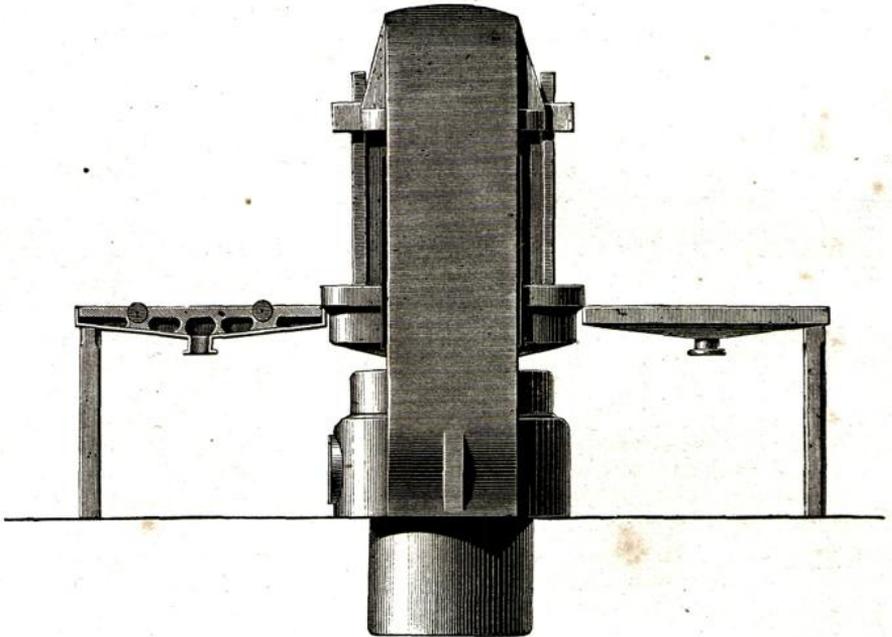
Fig. 19.



Die einmal gepressten Breifuchen 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 Cntr. Rüben.

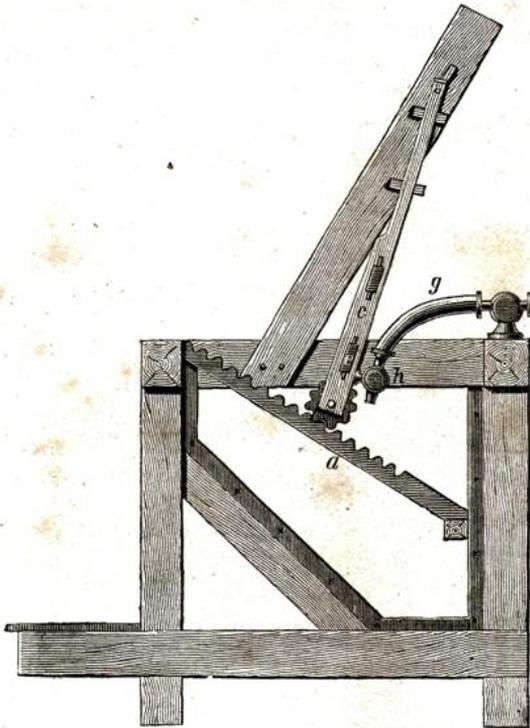
Fig. 20.



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 Paktische 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 Paktisch 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

Fig. 21.



die schmiedeeisernen Säulen erspart werden. Zur Erleichterung des Einschließens und Herauschiebens der Stapel dienen hier noch kleine Rollen zwischen den Leisten der Tische.

Um die Reinigung der Tücher zu erleichtern, werden verschiedene Waschvorrichtungen angewandt, es sind 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 gereihten schrägliegenden, etwa 2 Fuß langen und $1\frac{1}{4}$ Fuß breiten Brette *a* und einer eben so gereihten etwa 1 Fuß langen Walze *b*, die zwischen dem Rahmen *c* läuft, der oben durch zwei Zapfen in entsprechenden Ruten einen Halt und feine 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 beliebiges Wasserstrahl zuguleiten 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 entgegen gewirkt 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 Ctr. Rüben binnen 20 Arbeitsstunden annehmen. Findet dabei ein leichtes Vorpressen Statt, so steigt die Leistung leicht auf 200 Ctr. 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 ergibt sich aus folgender darüber aufzustellender Berechnung, wobei die unvermeidlichen Verluste außer Acht gelassen sind:

16 Gewth.	lösliche Substanz, wie Zucker, Eiweiß, Salz etc.
4 "	unlösliche Substanz, Faser, Pectose etc.
80 "	Feuchtigkeit, Wasser.
100	

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

4 Gewth.	Faser etc.
16 "	Zucker etc.) als Lösung von 15,09 Proc. Zucker-
90 "	Wasser } masse.

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 "	feste 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,	} eine Lösung mit 8,54 Proc. Zuckermasse.
3,93 "	Zuckermasse,	
42,07 "	Wasser	
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 $\frac{2}{3}$ 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 Rüben treber ohne den Zusatz von Delfuchen für eine arge Verschwendung.

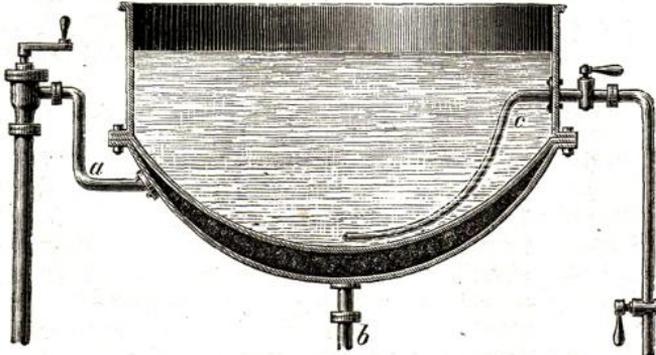
Der gewonnene Saft soll möglichst rasch zur ersten Reinigung oder Läuterung gebracht werden, er wird deshalb zweckmäßig von der Presse direct in den Läuter- oder Defecationskessel gebracht und die Aufstellung eines Saftreservoirs ist womöglich zu vermeiden, was man durch geeignete Aufstellung der Reiben 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 Saft 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 Aetzalkali 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 Dampffammler, 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 abgibt, 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 Zusage desselben soll die weitere Erhitzung nur allmählig 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 freierwerbende 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 stickstoffhaltigen 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 abgemogen 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 Kalkzuges 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 *Achard* 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 Stolke 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 Kalk beigemischt werden können, bewirken eine Bindung der durch den Kalk freierwerdenden alkalischen Basen ohne die Gefahr einer nachtheiligen Einwirkung auf den Zucker, die mit dem Zusatz 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 Aufmerksamkeit erfordernde Operation zu vervielfältigen. Die in neuester Zeit von Rousseau in Aussicht gestellten Vortheile, durch die Beimischung von Eisenorydhydrat nach vorhergegangener Abscheidung der Eisenstoffe 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 Öffnen des Hahns an dem Heberrohre *c* (Fig. 22) fließt zunächst ein Theil des Bodenschlammes, bald aber der reine helle Saft bis zur Decke ab; was dabei anfangs und zuletzt trübe läuft, muß sorgfältig von dem hellen Saft 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 Verschuß erhält, der aus einer runden mit Kautschuk belegten Metallplatte besteht, die, durch einen Kniehebel mit entsprechender Belastung, das Rohr verschließt. Dieser doppelte Verschuß wird hier, bei einer größern Länge des Rohrs, nöthig, damit kein roher Saft eindringen und kein Bodensatz von dem Kalk 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 Weibengesechte 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 Schlamm 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*).

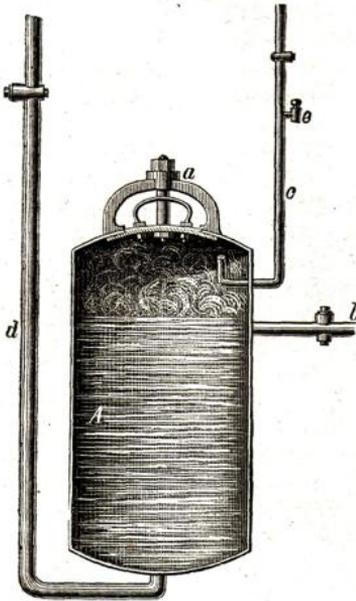
Nach der Klärung oder Scheidung des Saftes wird dieser in der Regel über sogenannte Vorfilter geleitet, wozu man eine dünne Schicht grober thierischer Kohle verwendet, um alle mechanisch mit fortgerissenen Verunreinigungen zurückzuhalten. Man benutz dazu flache meist viereckige Kästen von Eisenblech, 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 Kohlsäure 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 Schlamm 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 Kalk 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 Kohlschlamm (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 gebrachten Dampfes, nachdem der Dampfzuleitungshahn wieder geschlossen wurde.

Fig. 23.



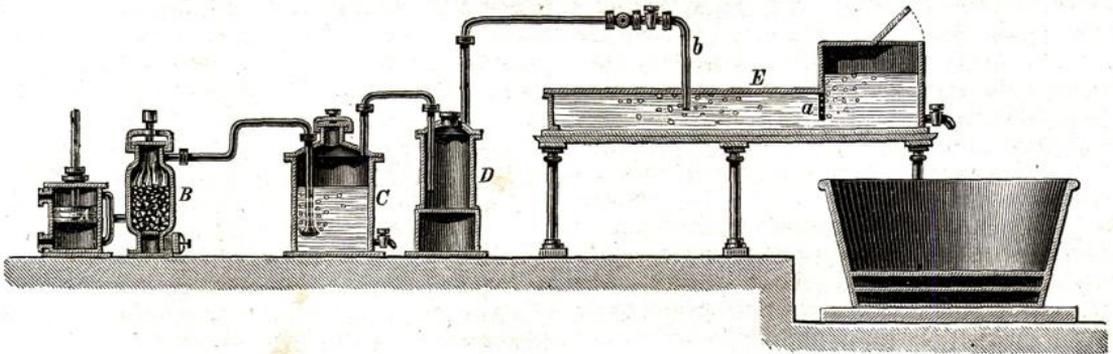
Nach der Läuterung oder Scheidung des Saftes kann nun gleich eine weitere Reinigung zur Entfernung des im Ueberschuß zugeetzten Kalks und der dadurch frei gewordenen Alkalien durch eine weitere Behandlung mit thierischer Kohle vorgenommen werden, da diese die Eigenschaft zeigt, jene Stoffe, sowie auch noch andere Beimischungen aus dem Saft 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 vor-

genommen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der große Ueberschuß an Kalk die anderweitige Wirkung der Kohle vermindert, und deshalb geht der weiteren 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 Mich a e l i s in Anwendung gebracht. Der Erstere gewann die Kohlensäure zu diesem Zwecke durch Verbrennen von Kohle, während Mich a e l i s dieselbe durch Säure aus kohlenurem Kalk herstellte. Gegenwärtig finden wir nur noch die erstere Gewinnungsart in Anwendung, wozu verschiedene Defen zur Erzeugung der Kohlensäure und verschiedene sogenannte Saturationsapparate, zur Verbindung der Kohlensäure mit dem Saft, benützt werden. Unter diesen ist der von Kleeberger der ältere und verbreitetere, der aber in neuerer Zeit durch den einfacheren Apparat von K i n d l e r immer mehr verdrängt wird.

In Fig. 24 ist das Wesentliche der Kleeberger'schen Einrichtung gegeben. Mittelfst einer Luftpumpe *A* wird atmosphärische Luft durch den mit Kohls 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, kohligem Theilen und dergleichen zu verlieren. Aus diesem Behälter tritt das Gas noch in eine weitere Vorlage *D*, die eine Lösung von kohlenurem Natron enthält, um jede Spur einer fremden Säure zu entfernen. Aus *D* wird das Gas durch das Rohr *b* in die mit dem Saft gefüllte Pfanne *E* geleitet. Die Einrichtung dieser länglich viereckigen nicht sehr tiefen Pfanne bezweckt eine innige Verührung des Gases mit dem Saft; zu diesem Zwecke ist der hintere flachere Theil der Pfanne,

Fig. 24.



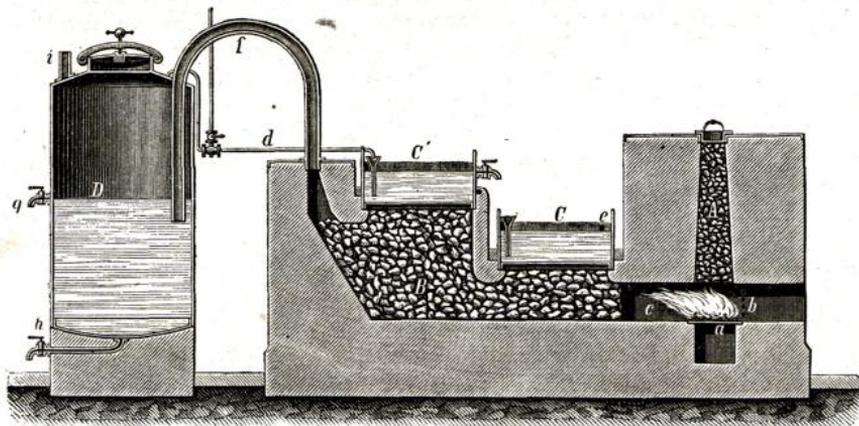
*) Mitunter wird es bei sehr schlechten, salzreichen Rüben nicht zulässig, den Kalk bei der Läuterung des Saftes durch längeres Kochen hinreichend wirken zu lassen, indem der anfangs durch den Kalk hell erhaltene Saft sich wieder trübt; in einem solchen Falle wird es zweckmäßig sein, den Saft ohne stärkere 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 höheren 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 Flüssigkeitsäule 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 Kohls 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 größeren Kalksteinstücken locker ausgefüllt, damit die kohlenäurereiche 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 Rohrstruzen

i aus wird das Gas von der Luftpumpe abgesogen. Hierzu wird eine doppelwirkende 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. Mittelfst der Pumpe wird die eingefogene 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 an-

fangs 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 abgeforderten 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 vermisch, 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

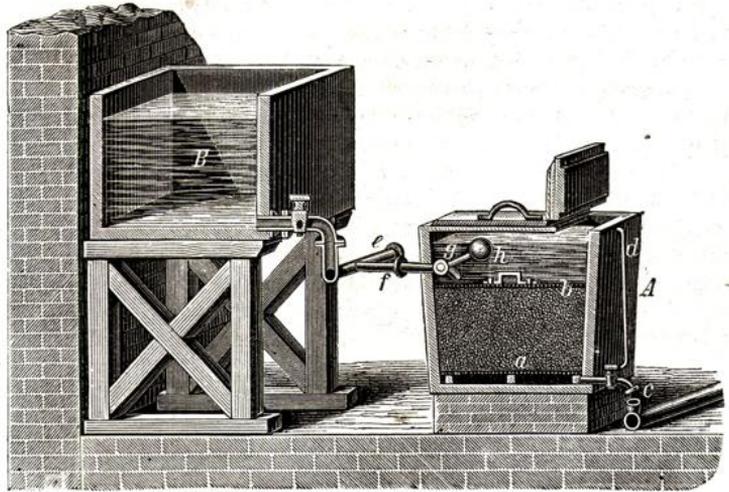
haben. Diese verschiedene Ansicht ist wohl dadurch begründet, daß der durch die Kohlen Säure von Kalk befreite Saft leichter Schaden leidet, wenn nicht für eine schleunige weitere Verarbeitung Sorge getragen wird; namentlich zeigt sich derselbe empfindlich gegen ein Erkalten. Der Saft muß deshalb stets 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, sämtliche 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 Kohlen Säure stets „gesunde“ Zucker erhalten.

5) Filtration des Saftes. Nachdem am Ende des letzten Jahrhunderts Lowitz das Entfärbungsvermögen der Holzkohle entdeckt und Figurier 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 Saft darbietet, so suchte man sie anfangs in 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 Aeskalk behandelten Saft 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 Luche bedeckt und darüber die zuvor gut ausgewaschene Kohle bis zu $\frac{2}{3}$ 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.



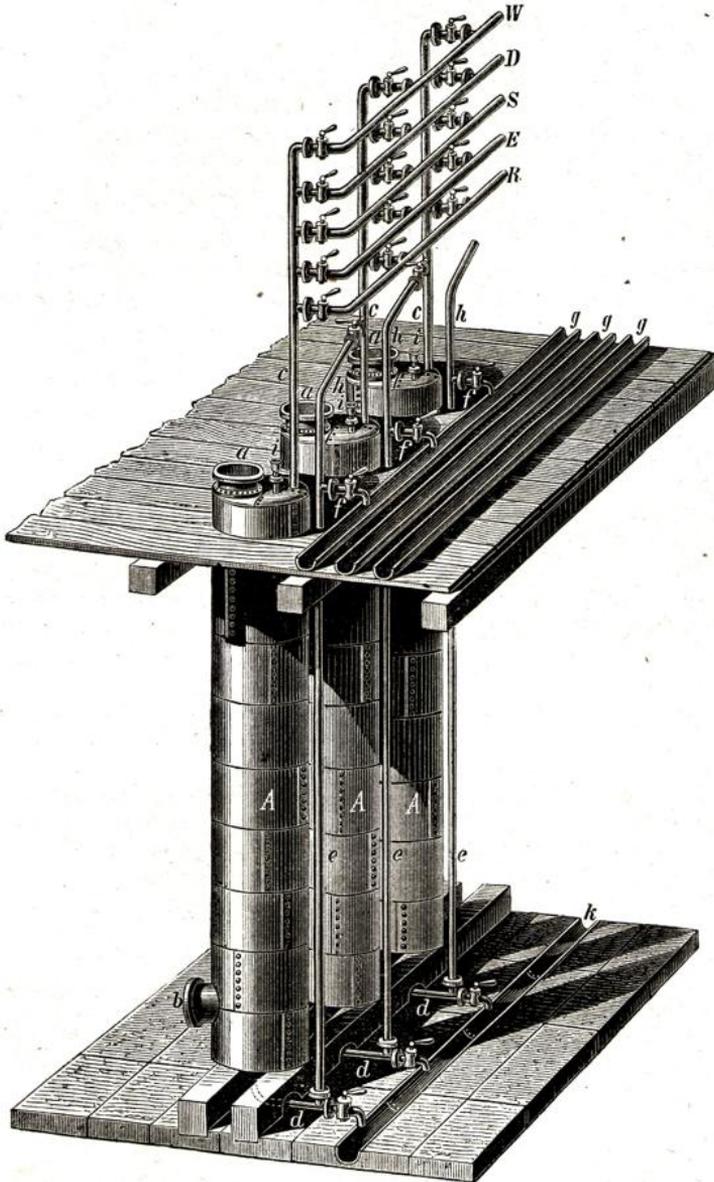
die Kohle drangen und hier für den Saft Canäle entstanden, durch welche derselbe später vorzugsweise ablaufen würde. Mehrere solche Filter standen durch ein gemeinschaftliches Rohr e mit einem größern Saftreservoir B in Verbindung. Das von dem gemeinschaftlichen Rohr e den Saft in das Filter leitende 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 Rodweiss 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 Verampfung 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 Gecker 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 Luche 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 filtrierenden 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 Dick- saft oder Klärsel. Das Rohr R dient zur Retourleitung des Saftes von einem Filter zum andern. Das von dem Ab- laßhahnenrohrs 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 Hahnenrohrs h nach R und durch dieses wiederum auf ein anderes Filter leiten. Der Hahn i dient als Luft- hahn, um diese beim Zulassen des Saftes zu entfernen. Von den Rinnen g dient die eine zur Ableitung von Dick- saft, die andere zur Ableitung von Dünnsaft und die dritte zur Ableitung der Ausfüßflüs- sigkeit. Durch die untere Rinne k ist das letzte Ausfüßwasser zu entfernen. Daß man außer den hier genannten noch andere Zu- und Ableitungen an- bringen kann, ist selbstverständlich.

Man umgibt die Filter gern mit einem Mantel von schlechten Wärme- leitern, um den Saft möglichst warm darin zu erhalten. Die Aufstellung ge- schieht 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 aufzustel- len, daß der Ablauf durch eine Scheide- wand von der Einfüllöffnung getrennt wird, wozu man die gemeinschaftlichen Zuleitungsröhren etwas schräg oder nach vorn geneigt stellen kann. Bei dieser schrägen Stellung der Röhren e kommen dann auch die Zuleitungshähne nicht gerade senkrecht über einander zu stehen,

was ihre Regulirung, selbst bei nahem Nebereinander- liegen 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 auströmt. 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, reifen 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 voll-

ständig von allen mechanischen Verunreinigungen, sowie von einem Ueberschusse an Kalk zu befreien, wenn letzterer nicht durch Kohlensäure ausgefchieden 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 weitem Vortheil, daß man zum Ausfüßen des concentrirten 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 benutz das Filter so lange, als es noch hinreichend gereinigten Saft liefert. Bei der Filtration des concentrirten 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 ausgefüßt 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 Saftes 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.

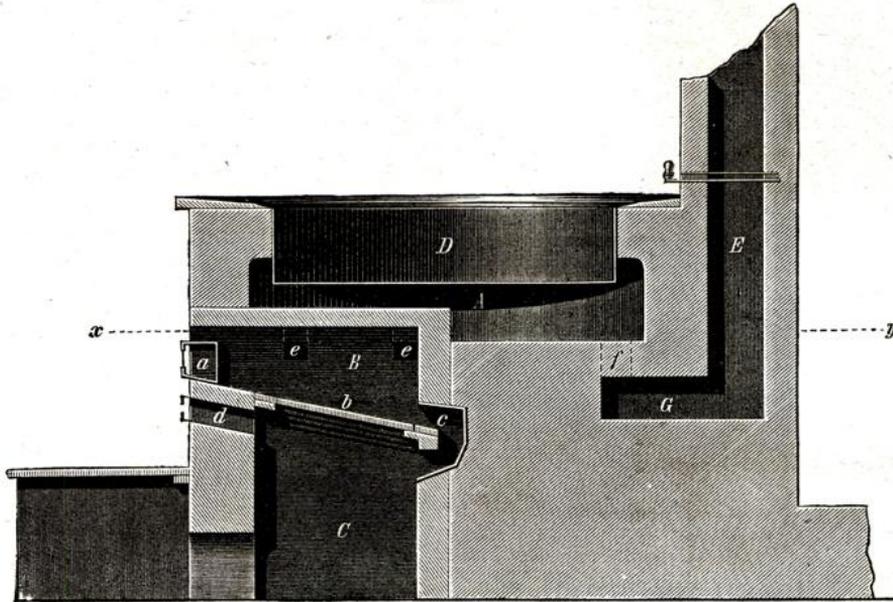
Die Zweckmäßigkeit der Erhitzung mittelst Dampf bei der ersten Reinigung oder Scheidung des Saftes und der entschiedene Vortheil, welcher diese Erhitzung beim letzten Verkochen des Saftes gewährt, haben derselben in den größeren Fabriken auch zum ersten Verdampfen eine allgemeinere Verbreitung verschafft, 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.

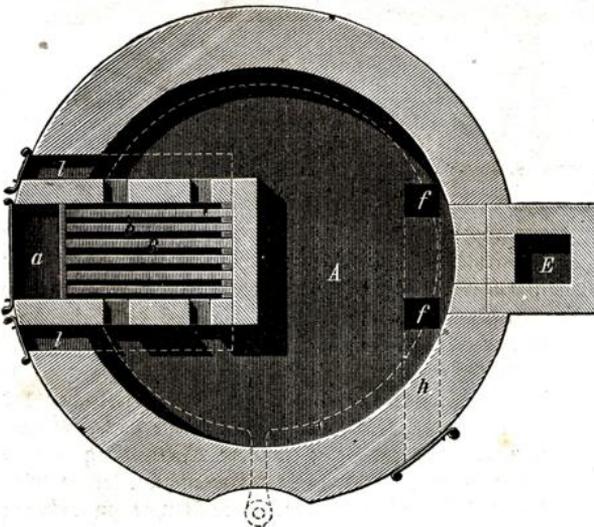
Die größten Uebelstände beim Verdampfen über freiem Feuer bestehen in der Gefahr des Anbrennens beim letzten Einkochen des Saftes und in der Schwierigkeit, das Feuer schnell und auf bequeme Weise mäßiger oder ganz unwirksam zu machen, wie es zur Verhütung des Ueberkochens und beim Ausleeren der Pfannen 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 Längendurch-

Fig. 28.



schnitt der Feuerung nebst Pfanne, Fig. 29 einen Grundriß der erstern in der Linie $x \dots y$. A ist der

Fig. 29.



Heerdraum, B der Feuerraum, C der Aschenfall, D die Abdampfpfanne, E das Kamin. Das Brennmaterial wird durch die Oeffnung a auf den schrägliegenden Roß b geworfen und das Feuer durch den Schlackenabzugschanal c gereinigt. Durch die Oeffnung d läßt sich der Roß 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.

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

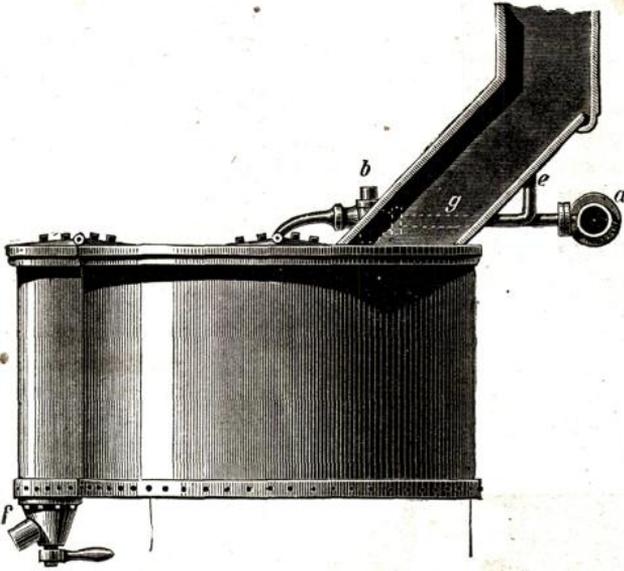
Einen wesentlichen Vortheil gewährt die

durch, daß sie beim Ausleeren des abgedampften Saftes eine schnelle Abkühlung 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.

Von den verschiedenen Abdampfpfannen mittelst Dampf findet man, da wo die erwähnte doppelte Benützung des Dampfes noch keine Anwendung gefunden, entweder die Gallette'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 älteren Gallette'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.



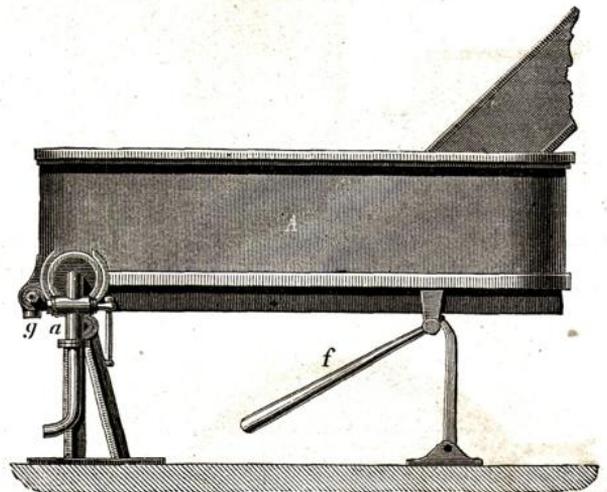
wasser durch den Hahn *d* in ein für mehre Pfannen wiederum gemeinschaftliches „Retourrohr“, welches in einen Behälter (retour d'eau) ausmündet. Das sich sammelnde Dampfwater wird von hier zum Speisen der Dampfessel wieder verwendet. Zum raschen Verdampfen des Saftes ist eine rasche Zuströmung des Dampfes erforderlich, wobei mit dem Condensationswater auch

viel Dampf durch den Hahn *d* in den Wasserfammer gelangt, der von hier meist zur Heizung der Zuckerböden eine weitere Anwendung findet. (Zener Wasserfammer wird dadurch auch wohl als „Dampfhammer“ 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 Scheidpfannen, 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 Dampfessel zurückzuleiten ist, sobald die Pfannen nicht zu weit entfernt vom Dampfessel und höher als dieser aufzustellen sind. Hierdurch wird

Fig. 32.

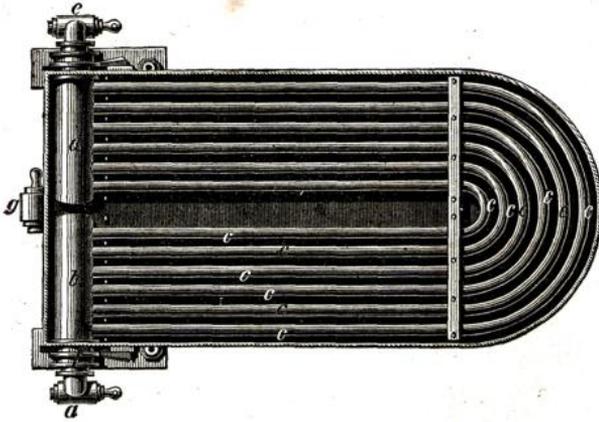


dann nicht mehr Dampf verbraucht, als durch Entziehung der Wärme Wasser daraus entsteht, welches, da es nicht nach aufwärts zu treiben ist, durch seine eigene Schwere in den Dampfessel zurückfließt, so daß die Heizröhren stets nur mit heißerem Dampf gefüllt bleiben.

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 Unterstüzung mit dem Hebel *f*. Ferner sind dazu die Rohrstücke *b* und *d*

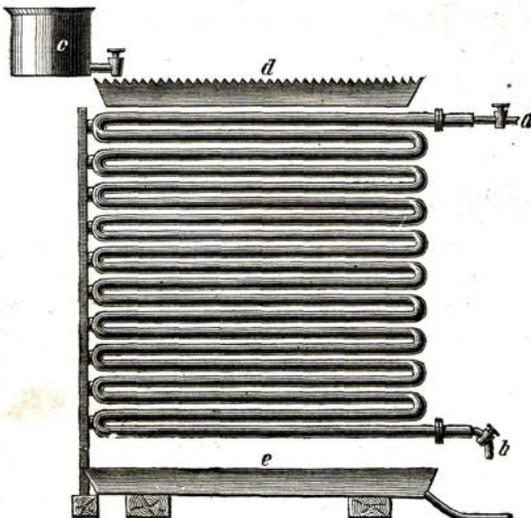
Fig. 33.



da, wo sie durch die Seitenwand gehen, mit Stopfbüchsen versehen, um sie hier drehbar zu machen. Diese Einrichtung gestattet denn auch, den ganzen Rohrenrost 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 Spiralaröhren jedesmal ein Abschrauben von den Verbindungsrohren erfordert.

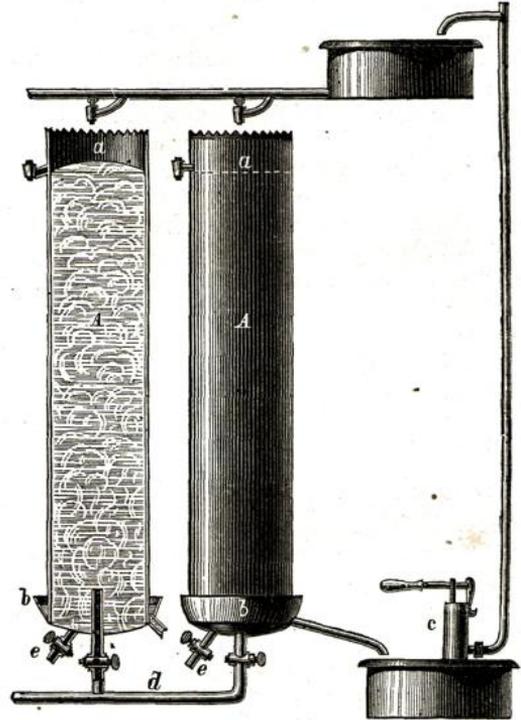
Unter den Vorrichtungen, welche eine Beschleunigung des Abdampfens bezwecken, fand die Pelletan'sche Röhrenabdampfung vielfache Anwendung. Sie besteht, wie Fig. 34 zeigt, aus einer größern Anzahl in gerader Richtung über einander liegender Röhren. Der

Fig. 34.



Dampf tritt bei *a* ein und das condensirte Wasser wird bei *b* wieder abgeleitet. Der abzdampfende 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. Mittels 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 Drahtneze 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

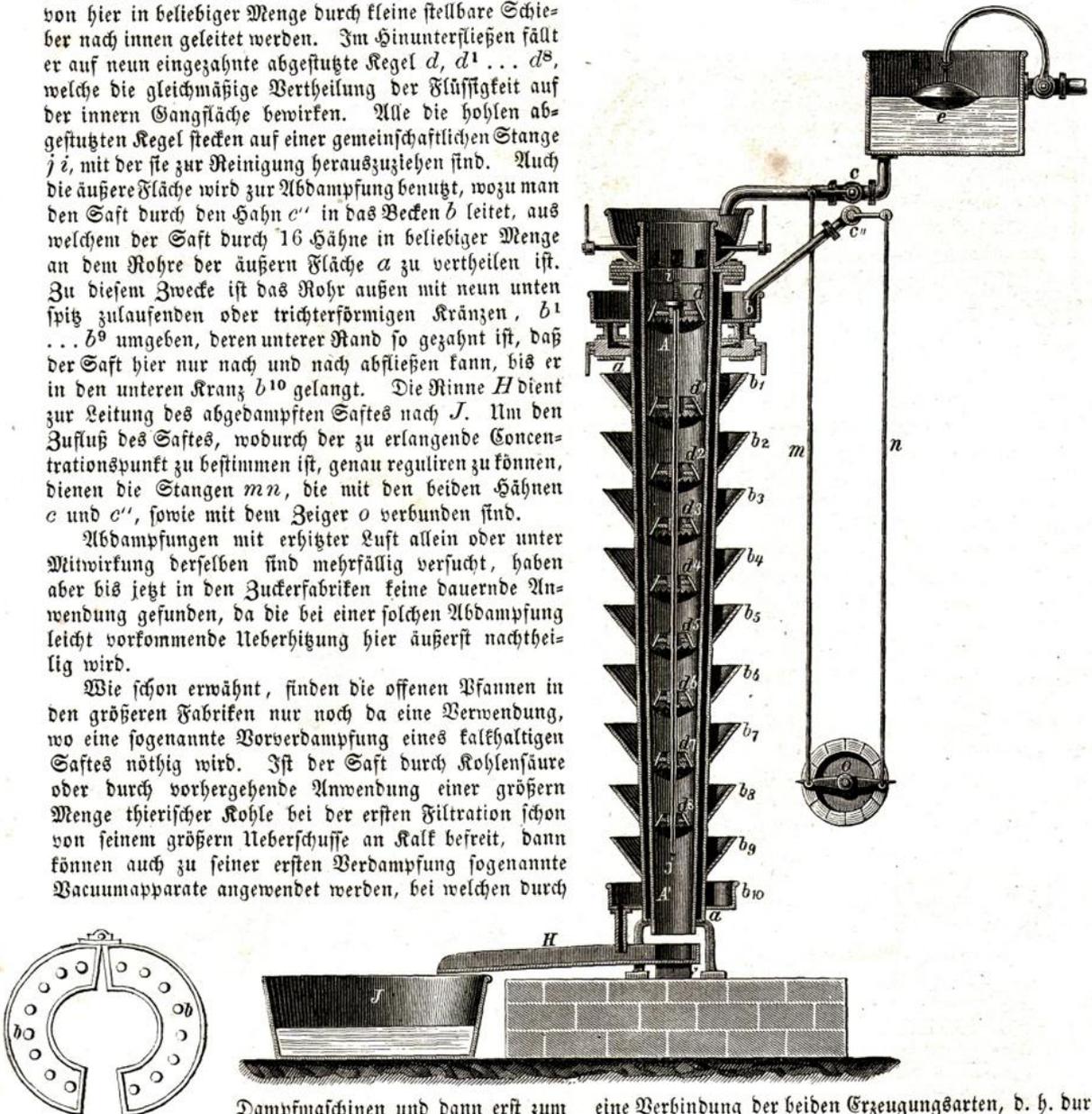
deshalb auch bis auf die neueste Zeit in den belgischen Fabriken eine Anwendung gefunden. Derselbe besteht aus zwei senkrechten in einander geschobenen, unten etwas verjüngt zulaufenden Röhren, welche den Dampfraum einschließen. Der Saft fließt aus dem Reservoir *e* in den obern Rand des innern Rohrs *A* und kann von hier in beliebiger Menge durch kleine stellbare Schieber nach innen geleitet werden. Im Hinunterfließen fällt er auf neun eingezahnte abgestufte Kegele *d*, *d*¹ . . . *d*⁸, welche die gleichmäßige Vertheilung der Flüssigkeit auf der innern Gangfläche bewirken. Alle die hohlen abgestuften Kegele stecken auf einer gemeinschaftlichen Stange *j*, 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*¹, sowie mit dem Zeiger *o* verbunden sind.

Abdampfungen mit erhitzter Luft allein oder unter Mitwirkung derselben sind mehrfach versucht, haben aber bis jetzt in den Zuckerrfabriken 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 vorübergehende 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 niedriger 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 Verkokung 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 achtzamere 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 größeren 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 *Milieur* in Nordamerika construirt und in den westindischen Zuckerfabriken in Anwendung gebracht; später von *Fischbein* 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 *Fischbein'schen* Apparate zeigten den Nachtheil einer schwierigen Reinigung der Röhren von dem sich absetzenden kohlenfauren 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. *Fischbein* 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 Durch-

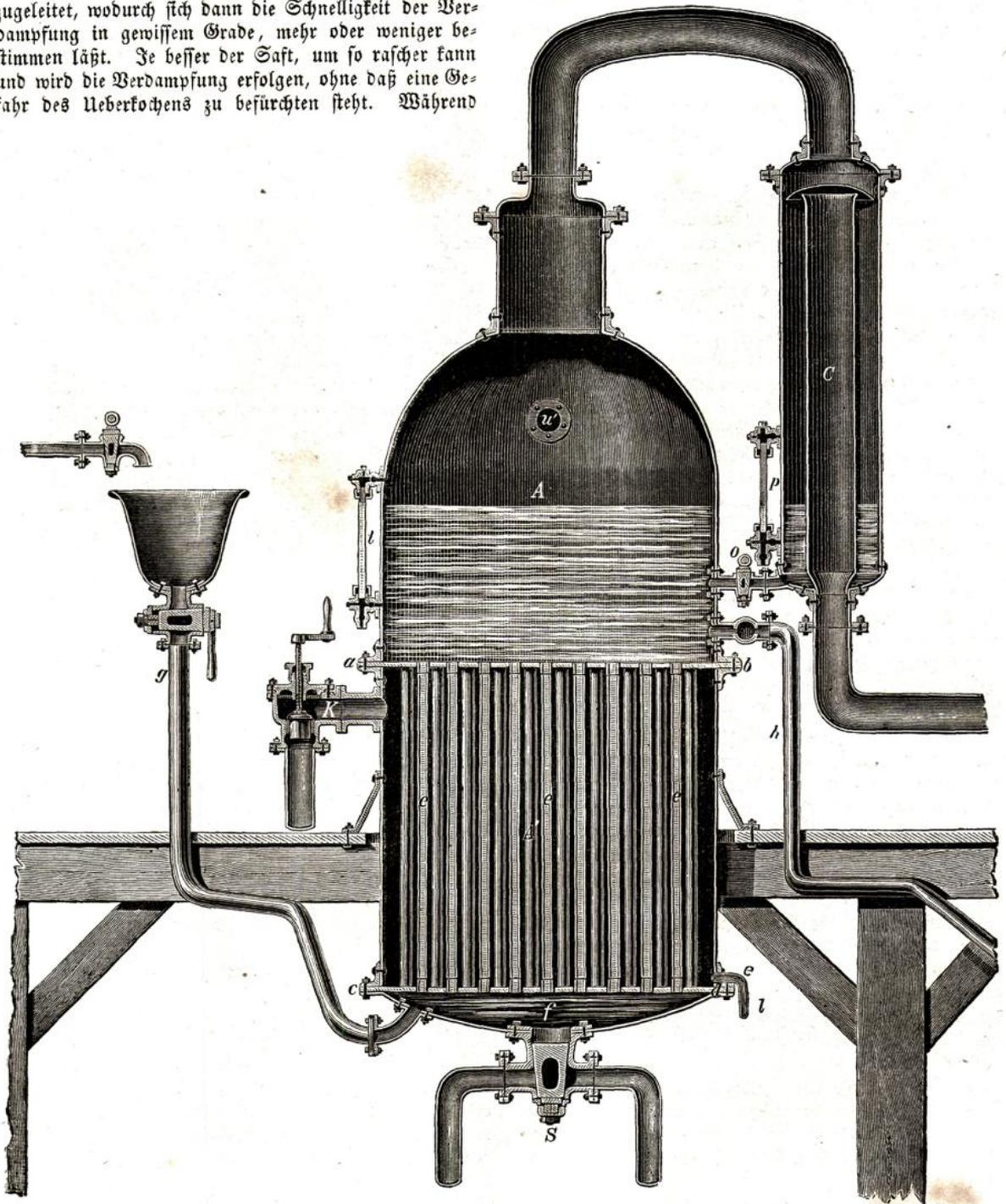
schnitt und Fig. 38 im Aufriß zeigt. In der untern Hälfte schließen die beiden Böden *ab* und *cd* den Dampfraum *A'* und *B'* ein. Beide Böden werden durch eine größere Anzahl, hier von 254, nahezu zweizölligen Röhren *e* von Kupfer oder Messing mit einander verbunden, so daß der untere Raum *f* durch die Röhren mit dem obern Theile des Cylinders communicirt. Fig. 39 zeigt einen der Böden mit den Öffnungen für die Röhren in einer Ansicht von oben. Durch das Trichterrohr *g* erfolgt der Zufluß des abzukondensierenden 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 Ventilbahn *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 Luftdruckes 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 durchlöchernten Theile in die hier punktiert 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 Safttheile, 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 Glascheiben *u* dienen zur Beobachtung des Kochens, wozu vor einer gegenüber angebrachten Scheibe *w* 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 Dampfzutreten 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.



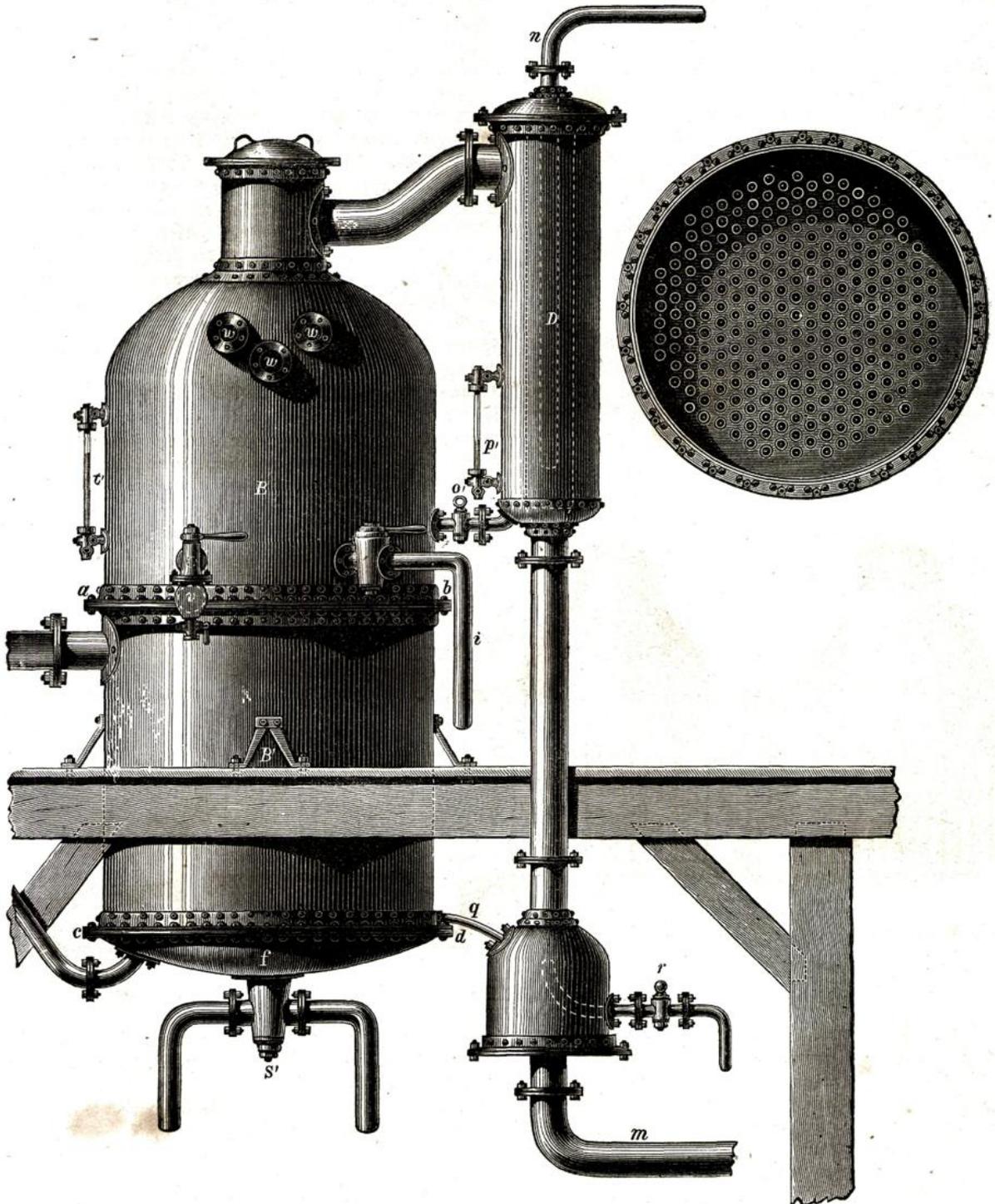
Stärke, so stellt man die Verbindung des Abflusses mit einem luftleer gehaltenen oder mit der Luftleere des Apparats verbundenen Montejus in der Weise her, daß das Niveau des Saftes im zweiten Apparat gleich bleibt, oder man läßt nur von Zeit zu Zeit von dem hinreichend concentrirten Saftes so viel durch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

Fig. 38.

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. 39.

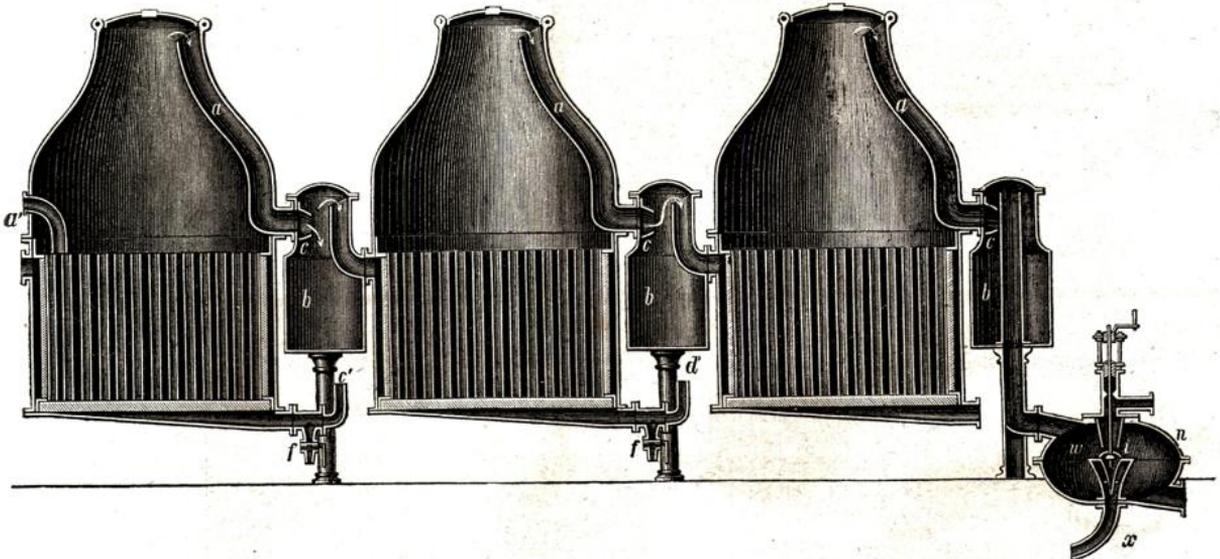


der Construction des Apparats, wesentlich aber auch von der mehr oder weniger zweckmäßigen Einrichtung der Condensation der Dämpfe oder Einspritzung des Wassers ab. Bei einem dreitheiligen Apparate beträgt diese Temperaturdifferenz für jeden Körper etwa 10° R. ($12,5^{\circ}$ C.), indem der Heizdampf hier etwa mit 90° R. ($112,5^{\circ}$ C.) eintritt, der Saft aber bei 80° R. (100° C.) siedet, mit dessen Dampf dann der Saft des zweiten Apparats bei 70° R. ($87,5^{\circ}$ C.) und mit diesem Dampf der Saft im dritten Apparate mit 60° R. (75° C.) siedet, zusammen also eine Temperaturdifferenz von 30° R. ($37,5^{\circ}$ 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° ($12,5^{\circ}$ C.) Differenz leisten würde; dadurch wird es auch möglich, selbst mit einem Körper oder mit $\frac{1}{3}$ der Heizfläche nahezu dieselbe Menge Saft abzdampfen, wenn hier schon eine Temperaturdifferenz von 30° ($37,5^{\circ}$ C.) erhalten wird.

Bei der Verwendung von nur einem Körper ginge aber der Vortheil einer doppelten und dreifachen Benützung 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 abzdampfenden Saft selbst benützt. Die beste Ausnutzung der Wärme und die größte Erspar-

niß 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 concentrirten von dem frisch zufließenden dünnern Saft, wodurch eine Ungleichheit in der Zeitdauer des Einflusses der Kochhize entsteht. Die ungleiche, bald längere, bald kürzere Einwirkung einer höhern Temperatur oder der Kochhize zeigt sich auffallender bei der Abdampfung in offenen Pfannen, wenn hier dem bereits concentrirten Saft 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 Erhizung nach und nach steigert. Es ist diese Verschlechterung des Saftes nicht allein dem verzögerten Abdampfen durch den Anfsatz 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

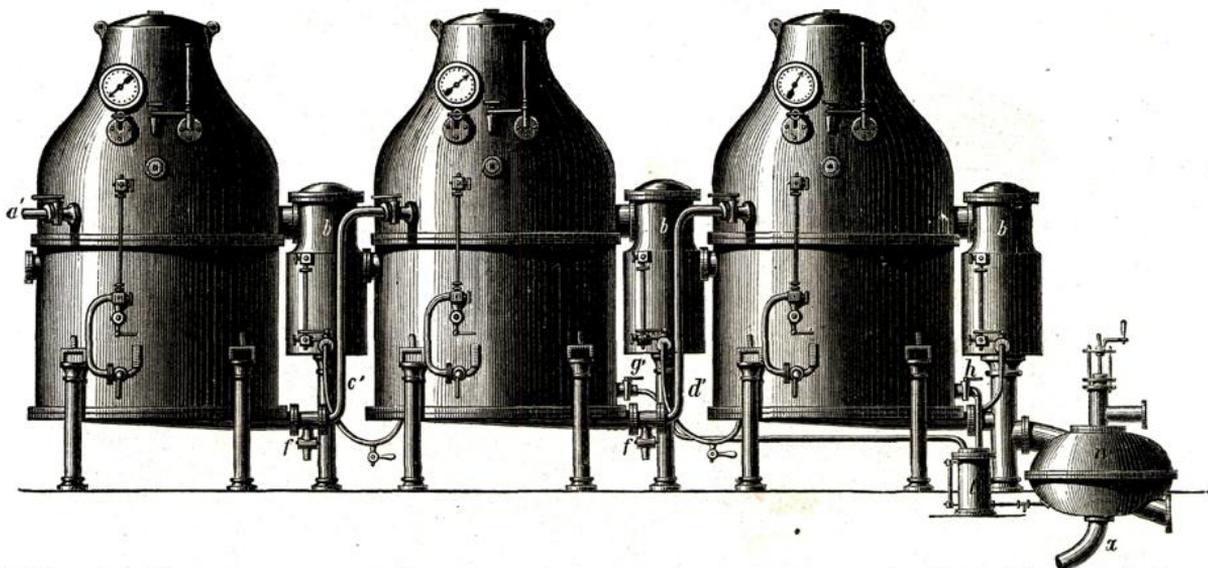
Körper durch ein im Innern des Kochraums angebrachtes Rohr bewerkstelligt, um die hier so schädliche äußere Abkühlung möglichst zu vermeiden, die bei der Construction der Robert'schen Apparate, durch die nach aufwärts führenden Uebersteigröhren verursacht wird.

Eine solche Walkhoff'sche Abänderung zeigt Fig. 40 in einem Durchschnitt und Fig. 41 in einem Aufsriß. 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 an-

gebrachtes 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 sächerartig ausströmt und dadurch den ganzen Raum durch eine Wasserhaut theilt, was eine innige Verührung 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 verhältnismäßig 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 Spiralaröhren 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 Montezus *D*. Der untere Theil der Kochgefäße dient als Dampfraum, von wo aus der Heizdampf in die Spiralaröhren tritt. Der obere Theil des Kochraums ist verhältnismäßig 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 Doppelböden 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 Wigel 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 *l*, 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.

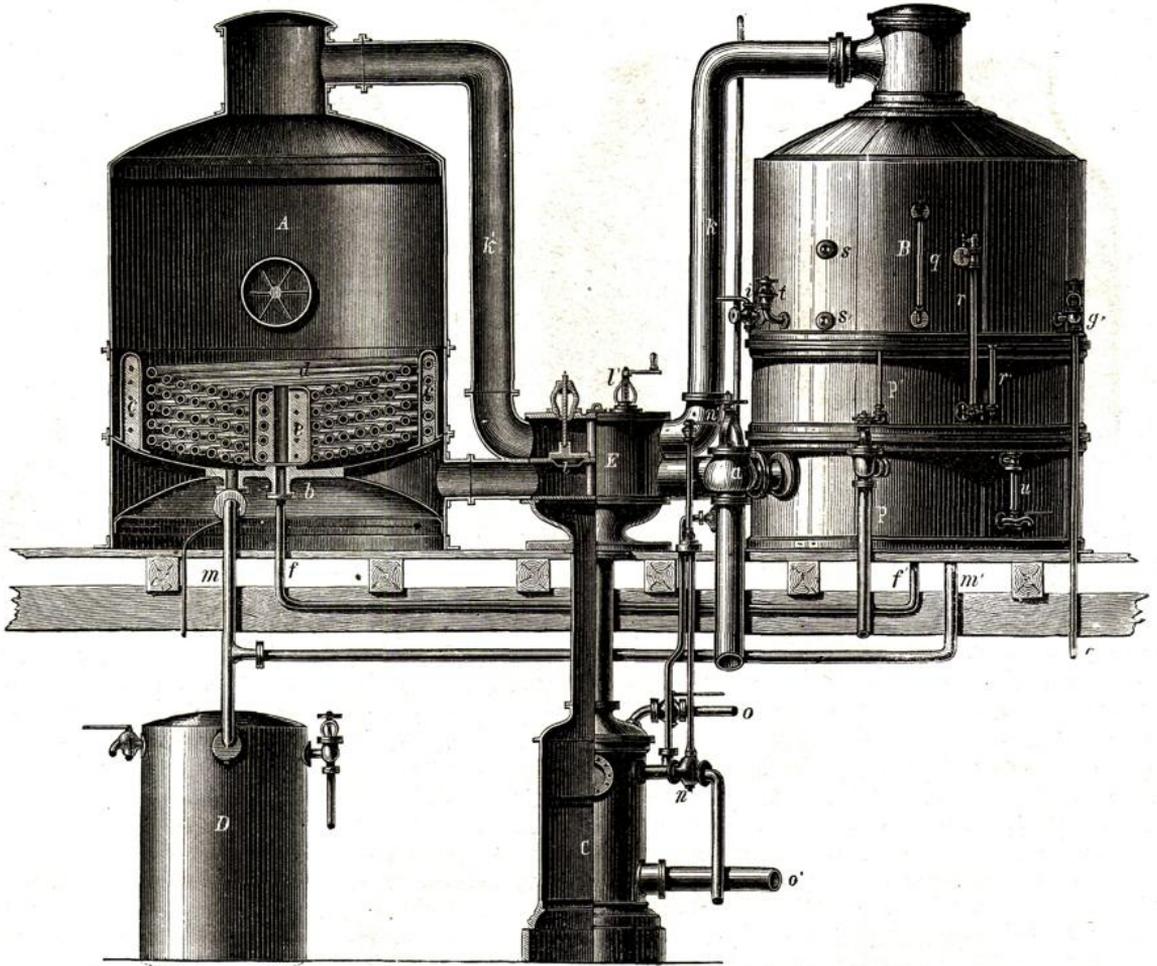
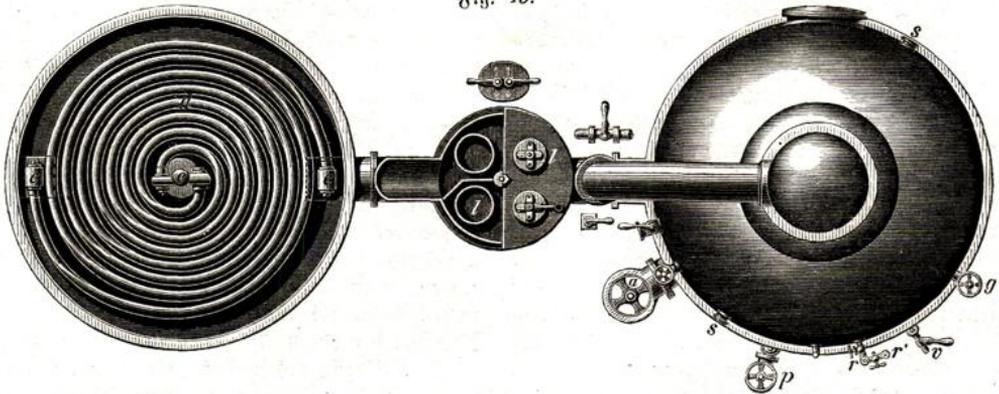


Fig. 43.



Das Rohr *o* führt zur Luftpumpe und das Rohr *o'* steht entweder mit einer nassen Luftpumpe oder einer längern Fallssäule 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 Luftbahn, der auch die Zugabe von Fett möglich macht. Der Glashalter

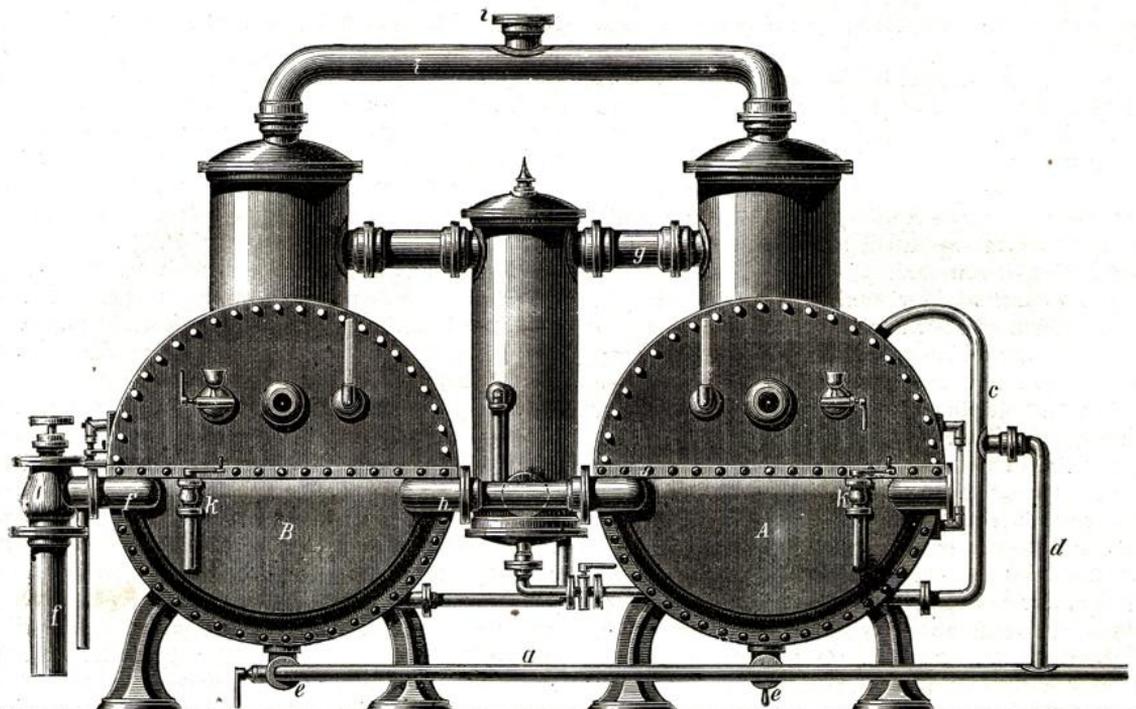
zu dient zur Anzeige für den Fall, daß beim Kochen Saft übergetreten sein sollte.

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 Anders 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 gesehen kann.

Fig. 44 zeigt die vordere Ansicht des Apparats in einem sogenannten Zweifpfannen-Systeme, obgleich sich dieselben auch als Dreifpfannen-Systeme aufstellen lassen. Mittels 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 weiteren Verarbeitung ab. Die Dreiveghähne *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 angegebene 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 *kk* dienen zum Einlassen directen Dampfes, wenn Retour- und Saftdampf zum Kochen nicht hinreichend fein 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.

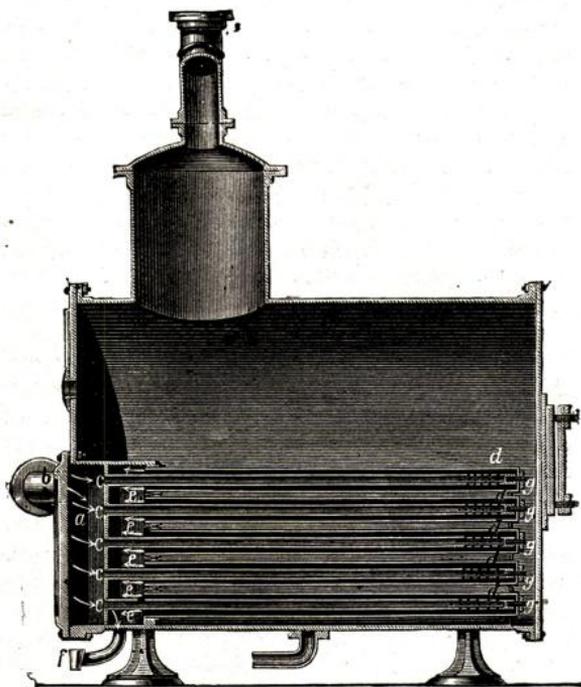
Die hier beschriebenen Apparate werden in den Werkstätten der Herren Kupfer und Ubers in Magdeburg und Breslau angefertigt, welche Herren jede weitere Auskunft ertheilen werden.

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 selbstverständlich 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 Ausschreibungen 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 zähre 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.

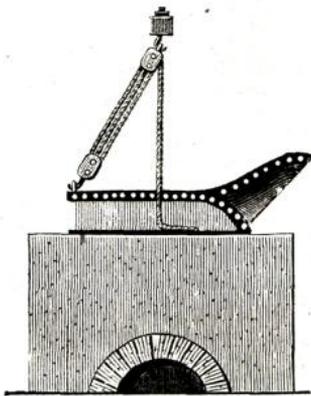
Nicht nur je nach der Beschaffenheit des Saftes oder der Rüben, sondern auch je nachdem man aus dem Saft zunächst einen Rohzucker oder sogleich einen weißen Hutzucker herstellen will, läßt man die Operationen des Abdampfens und der Filtration verschieden auf einander folgen und bestimmt hiernach auch 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 ratsam 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 Saft, bevor er zur letzten Filtration kommt, einen Theil der Nachprodukte 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 weiteren 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 Dualität 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 Klärfels 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 Kippfannen, Fig. 46, angewandt werden,

Fig. 46.



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 weitem, als der erlangten Concentration rasch vorbeugen zu können.

Auch die offenen Abdampfsfannen mittelst Dampf sind, wie schon erwähnt, aus den meis-

ten größeren Fabriken durch die Benutzung der Vacuumfannen zum letzten Eindicken des Saftes verdrängt. Wo man noch offene Pfannen anwendet, wählt man dazu die S. 84 beschriebenen Becqueur'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 Vacuumfannen 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 Saftes 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 größeren Einfluß auf das spezifische Gewicht des Saftes äußern. Früher wandte man in den Raffinerieen bei der Verkochung in offenen Pfannen und bei gleichmäßigem Saft 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 abschwemmt, 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 Abfließen 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 Kühlepfanne meist zu mehreren Kochungen vereinigt. Diese Vereinigung ver-

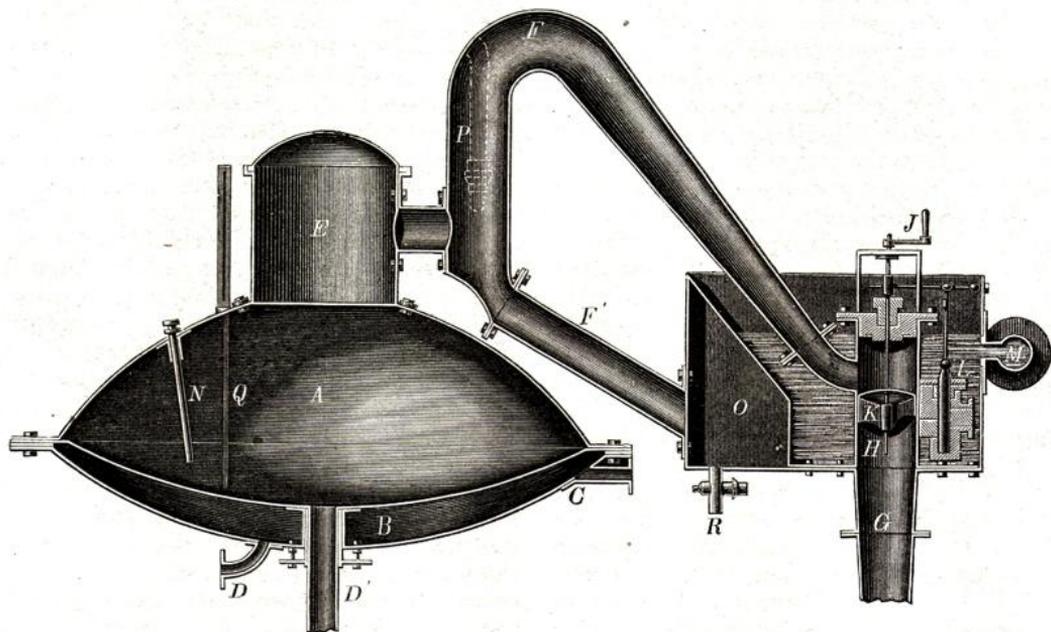
schiedener Kochungen wird bei dem Kochen in kleineren Portionen nöthig, um einen Zucker von gleichem Korn oder gleicher Beschaffenheit zu erhalten.

In den meisten Fällen findet die letzte Abdampfung oder das Kochen des Klärsfels 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 nie-

drigerer 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 Klärsfels in den Raffinerien angewandt wurden, waren von dem Engländer Howard construiert. 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 zweischelliges 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 Bedürfnis 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 Luft-

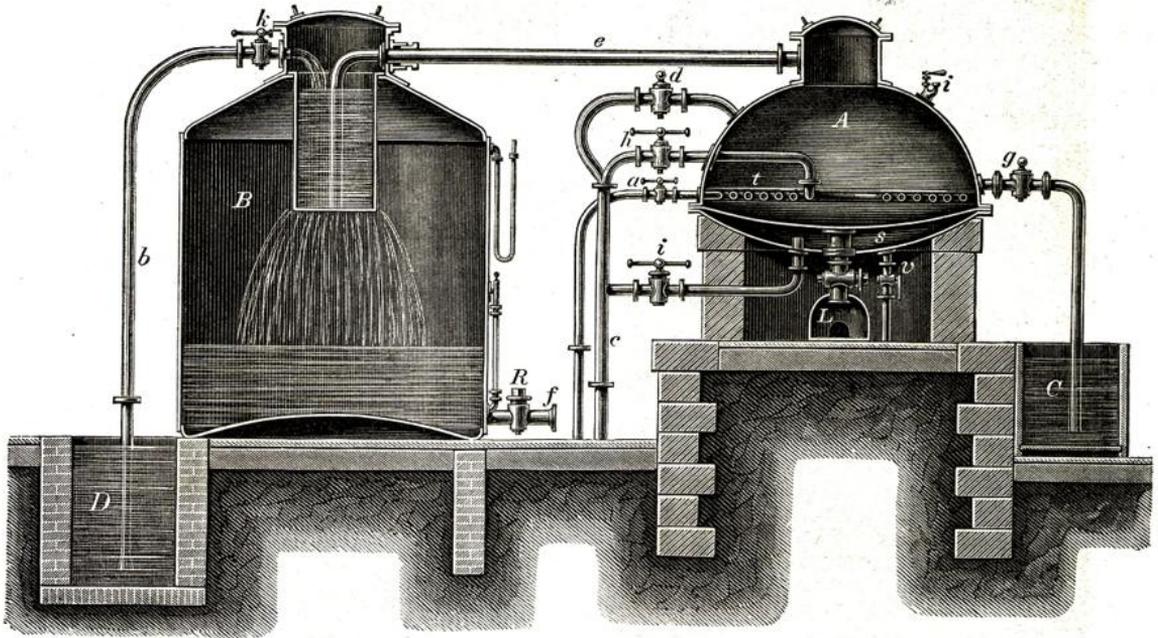
pumpen, sowie die erforderliche Betriebskraft zur Fortschaffung des sämtlichen Condensationswassers und der Luft mittelst der Pumpe, ließen die später von Roth in Frankreich angefertigten Apparate vortheilhafter erscheinen. Bei diesen wurde die Luftleere dadurch erzeugt, daß man durch Einströmen höher 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 Dampfzuleitungsröhre 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 sämtliche 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 halb, schon durch die äußere Abkühlung, eine Luftleere in dem Apparate entstand, die es möglich machte, die

Kochpfanne durch das Öffnen 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 *h* zugeleiteten kalten Wasser im oberen 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 größeren 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 beendet war, nicht selten auf's Neue eine Luftleere durch das Ausblasen mittelst Dampf zu erzeugen hatte.

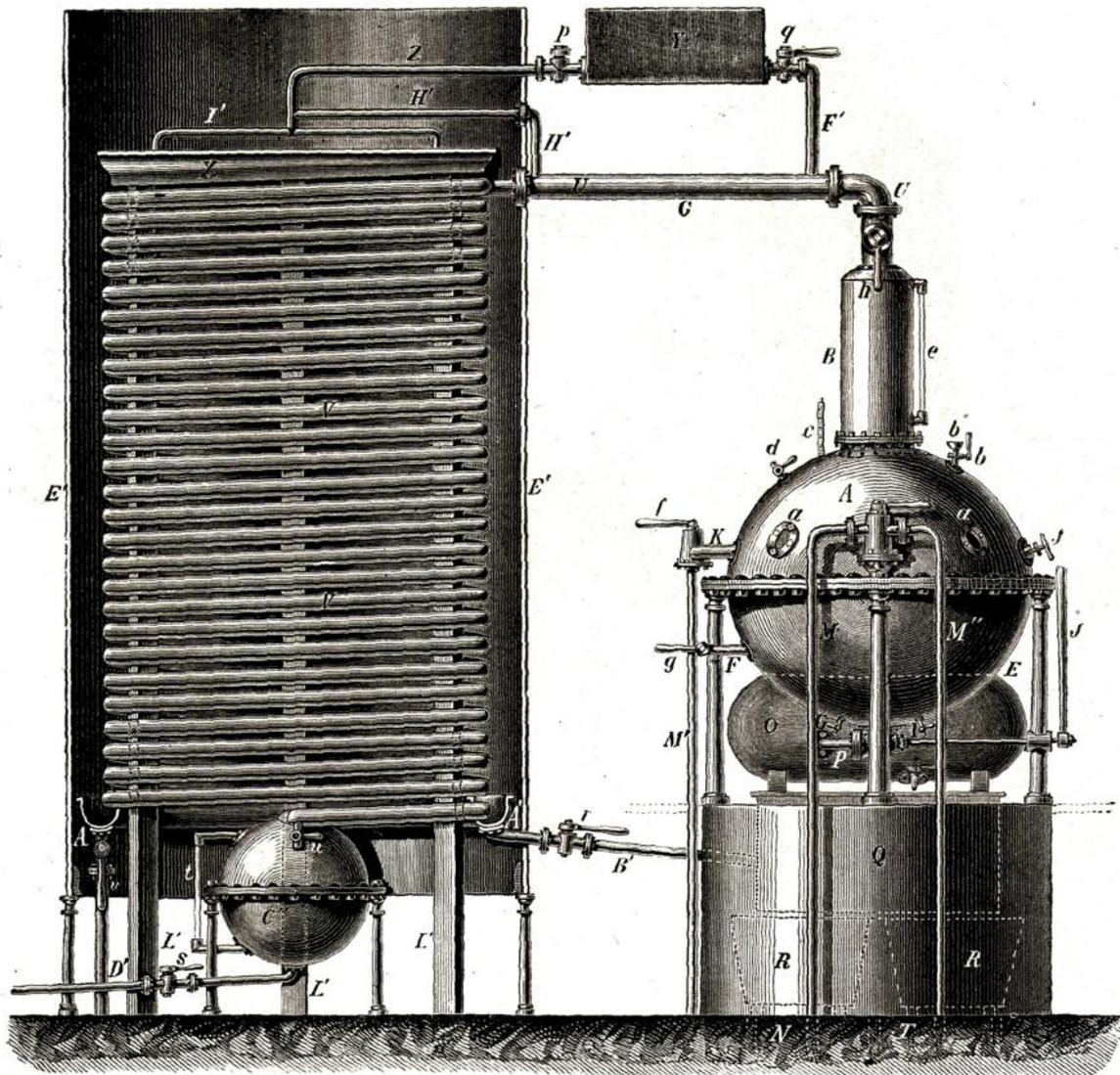
Dieser Nachtheil der Apparate von Roth wurde durch Degrand und Derosne dadurch beseitigt, daß sie mit der Kochpfanne einen Condensator verbanden, der aus einer größern Anzahl von Röhren bestand, die so viel Abkühlfläche darboten, daß alle Dämpfe von außen niederzuschlagen waren. Es bedurfte dadurch an 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 abzukochenden 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 ver-

besserten 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 *VV*, 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 *g* 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 *VV* 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 Abfluß; 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 *RR* zu leiten, von wo er in das Reservoir *N* oder *T* gelangt, aus welchem 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 des Apparats besteht aus den beiden Glasaugen *aa*, dem Fett-

Fig. 49.



hahn *b*, dem Thermometer *c*, dem Luftbahn *d* und der Sonde oder dem Stecher *J*. Der Hahn *h* läßt die Kochpfanne vom Condensator *V* abschließen. Der Ablassbahn *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, zweck-

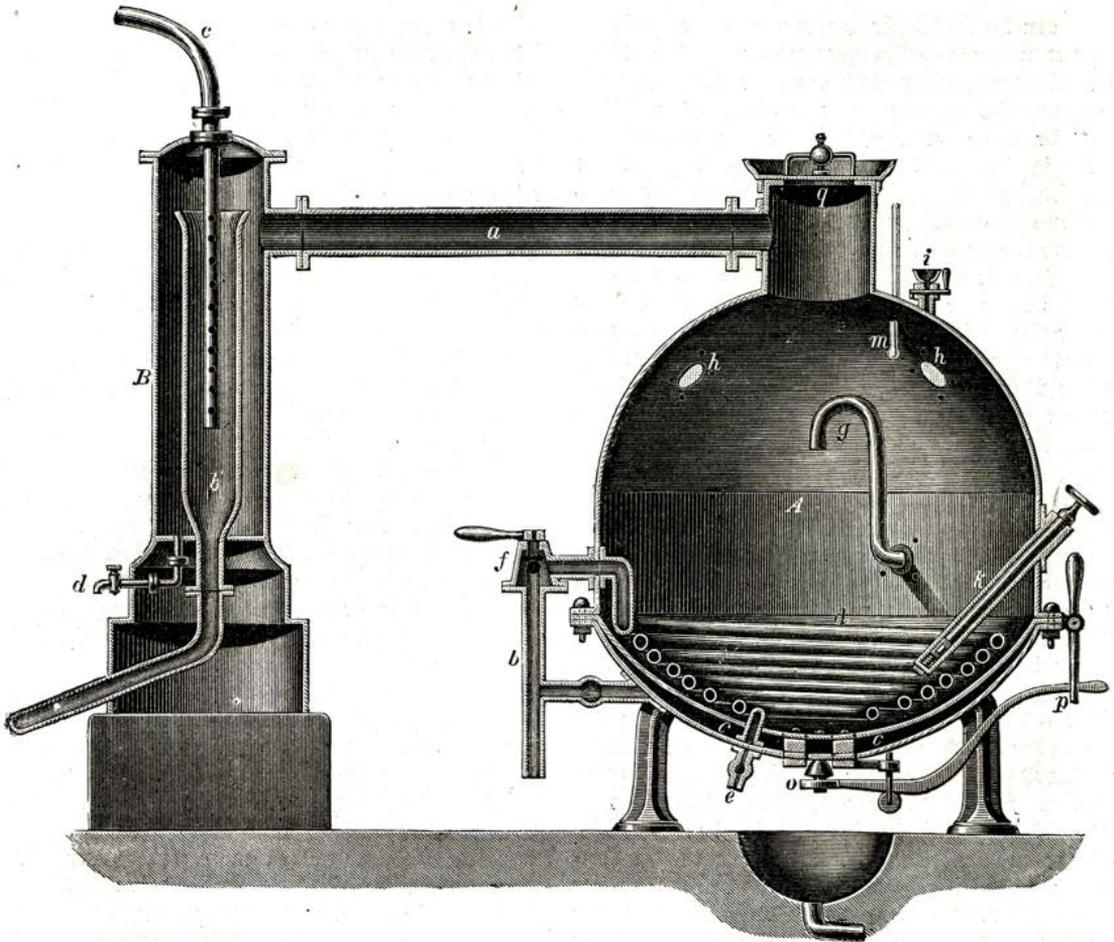
mäßigere Construction der Luftpumpen, diese wieder mehr zur Anwendung bringen konnte.

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 *e* 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 Ausdampfen 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 Saft 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.



Röhre *k* zusammentreffen, so bringt etwas von dem Saft 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.

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

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 Bedürfnis 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 Quadratsfuß 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 Benützung 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 Klärfels 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 Ablausen 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 Krystallistren abgedampften Masse neues Klärfel in kleinen Portionen in den Apparat bringt oder einzieht. Es bewirkt dies eine größere Dünnsflüssigkeit und momentane Abkühlung, wobei die neuen Portionen um so früher zum Krystallistren 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 Klärfel, 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 allmähliche 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 kochen; 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 Abfließen 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 feinen 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 heißen Zucker allmählig 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-, Lomp- und Wafferformen, 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 Holzspanen 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 Hutförmigen 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 Fülllochs. 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

größern oder geringern Zusammenhang erhalten sollen; nur bei der Gewinnung von Rohzucker ist auch hier unmittelbar nach dem Kochen auf Korn ein Ausfüllen der Zuckermasse zulässig, da die Krystalle beim Rohzucker keinen festern Zusammenhang haben sollen.

Die zur Füllung bestimmten thönernen Formen müssen zuvor mit Wasser getränkt werden, wozu ein tieferer Wasserbehälter, der Formack, dient. Da die Thonmasse immer mehr Zucker aufsaugt, der beim Einweichen der Formen wieder gelöst wird, so muß das Wasser in diesem Gefäß von Zeit zu Zeit erneuert werden; es liefert das sogenannte Backwasser, was früher meist zur Gewinnung von Branntwein benutzt wurde. Bei den Blechformen ist ein solches Einweichen nicht nöthig, man hat sie nur kurz vor dem Füllen recht feucht zu erhalten, damit der Zucker weniger darin anhaftet. Nach dem Anfeuchten, am besten mit einem Schwamm, werden die Formen gestopft, d. h. ihre untere Oeffnung mit einem zusammengelegten Stück feiner Leinwand geschlossen. Nach dem Stopfen werden sie je nach ihrer Größe in zwei oder drei Reihen neben einander auf ihre Spitze gestellt oder aufgesetzt. Um sie dabei gegen das Umfallen zu schützen, werden andere Formen, mit ihren Spitzen nach oben, daneben gestellt, Gegenwärtig findet man zum Vorsehen häufig gußeiserne Formen, die durch ihr größeres Gewicht mehr Sicherheit gegen das Umfallen gewähren. Die zu füllenden Formen müssen recht gerade stehen, weil sonst der Syrup nicht gleichmäßig abziehen würde und die Formen auch nicht vollständig zu füllen wären. Zum Füllen dient ein dazu passendes Füllbecken. Ist die Zuckermasse in dem Kühler nicht durch Dampf zu erwärmen oder auf gleicher Temperatur zu erhalten, so gilt beim Ausfüllen als Regel, sämtliche Formen zunächst nicht ganz zu füllen, sie zuletzt aber von dem mehr erkalteten Reste nachzufüllen, man erlangt dadurch eine gleichmäßige Vertheilung der bereits stärker krystallisirten Masse. Der Mangel einer beliebigen Erwärmung macht auch eine frühere Ausfüllung nöthig, bevor noch eine vollständigere Auscheidung der Krystalle eingetreten, wobei dann aber zur Erlangung einer gleichmäßigeren Krystallbildung die heiße ausgefüllte Masse in den Formen noch zu rühren ist. Dieses Rühren, was viel Arbeit und Geschicklichkeit erfordert, ist bei den beliebig zu erwärmenden Kühlpfannen nicht nöthig, indem man hier die gewünschte feinere oder gröbere Krystallisation durch mehr oder weniger Rühren der ganzen Masse im Kühler erlangen kann. Das Rühren in den Formen beschränkt sich dann nur auf das Schlagen des Zuckers in dem obern weitem Theile der Form, wo der Zucker langsamer erkaltet, um ihn auch hier dichter oder feinkörniger zu erhalten.

Wie schon erwähnt, kann nur eine bessere Zuckermasse in kleine Formen gefüllt und hier so behandelt werden, daß sie gleich Hutzucker liefert. Nach 24 Stunden ist eine solche Zuckermasse so weit in den Formen erkaltet, daß diese nach Entfernung des untern Stöpsels zum Abfließen des Syrups entweder auf entsprechende Untersätze, Potten, oder auf dazu hergerichtete Gestelle mit gemeinschaftlichem Ablauf für den Syrup zu bringen sind. Zum Abfließen des Syrups

sollen die Formen möglichst warm stehen, einige 20° R. (25° C.), weil der Syrup in der Wärme viel dünnflüssiger wird und dann vollständiger abläuft, was durch das Stechen oder Einbohren in die untere Oeffnung noch weiter zu befördern ist.

Zur Herstellung von Hutzucker wird der Zucker in den Formen durch Decken weiter gereinigt oder von Syrup befreit. Es geschieht dieses durch Aufgießen eines Thon- oder Zuckerbreies auf den Zucker; das dem Brei beigemischte Wasser dringt nach und nach durch den Zucker und wäscht oder löst dabei den Syrup von den Krystallen, die durch jenen nur äußerlich verunreinigt sind. Da der Syrup leichter löslich ist, als der feste Zucker, so wird von diesem um so weniger mit aufgelöst, je reiner die Krystalle sich abscheiden konnten. Soll die Reinigung mittelst Zuckerbrei oder Zuckervasser vorgenommen werden, so entfernt man zunächst 1 bis 2 Zoll tief den Zucker aus den Formen und mischt diesen Zucker mit so viel reinem Brunnenwasser, bis ein honigdicker Brei entsteht, den man dann auf den abgekragten Formen wieder vertheilt. Zu dem Decken mit Thonbrei ist ein eisenfreier nicht färbender Thon mit so viel Sand zu vermengen, daß er das beigemischte Wasser nach und nach wieder abgibt. Auch zum Decken mit Thon wird die obere Lage Zucker so weit in den Formen aufgelockert, bis der zurückbleibende ganz gleichmäßig dicht erscheint, worauf dann der gelockerte Zucker in der Form wieder gleichmäßig fest zu stampfen ist, bevor man den Thon aufgießt. Um den Zucker bis zur Spitze in der Form weiß zu erhalten, wird ein wiederholtes Decken nöthig. Daß dabei mit dem Syrup auch ein Theil des Zuckers gelöst wird, ist unvermeidlich, beträgt jedoch bei der Anwendung von Thon mehr als beim Decken mit Zuckerbrei oder mit Klärfel, einer gesättigten Zuckerlösung. Bei der ersten Decke mit Zucker verwendet man in der Regel nur den abgekragten Zucker, bei der zweiten erhält dieser aber noch einen Zusatz von anderem, reinem Zucker, und die dritte Decke besteht dann entweder aus ganz anderem und zwar besserem Zucker oder aus einer nahezu gesättigten Zuckerlösung von 32 bis 35° Beaumé. In einigen Fabriken verwendet man zur dritten Decke noch Thon, da dieser schärfer deckt als jene; es geht dabei aber mehr Zucker verloren.

Die Art und Größe oder Menge der Decke, sowie die Consistenz derselben wird durch die Beschaffenheit des Zuckers bedingt; je fester und reiner die Zuckermasse war, desto dünnflüssiger und stärker kann die Decke sein. Dabei ist auch die Temperatur des Locals oder Bodenraums zu berücksichtigen; denn je wärmer der Zucker steht, desto kleiner sind die Decken zu nehmen. Anfangs, so lange noch eine größere Menge Syrup zu verdrängen ist, soll die Temperatur höher sein, die Menge oder Stärke der Decke aber nicht zu viel betragen. Die nachfolgende Decke kann stärker genommen werden, die Temperatur muß dann aber geringer sein, um die Lösung von Zucker zu verhüten. Die einzelnen Decken sollen so rasch auf einander folgen, daß dazwischen kein Abtrocknen der Krystalle eintreten kann, um ein festeres Ankleben des Syrups zu vermeiden. Bevor der Zucker im obern Boden der Formen ganz erhärtet, ist derselbe, so weit die Decke reicht, aus der Form zu kragen und

der zurückbleibende glatt zu ebenen. Das Abgekratzte ist dann zu einer zweiten Deckung für andere Formen verwendbar. Nach dem Abfließen des Syrops sind die Formen zu löscheln und zu besehen, d. h. man stößt sie in der Form ein wenig auf und zieht die Form weg, um zu sehen, wie weit der Syrup abgezogen ist.

Um das Abziehen der letzten Feuchtigkeit vollständiger zu erlangen, werden gegenwärtig meist sogenannte Nuttschapparate angewandt. Sie bestehen aus liegenden Röhren, die auf ihrer obern Seite mit trichterförmigen Oeffnungen versehen sind, in welche die Spitze der Form durch einen Kautschukring luftdicht einmündet. Die Röhren stehen mit einem geschlossenen Reservoir zur Aufnahme des Syrops in Verbindung, in welchem mittelst der Luftpumpe ein luftverdünnter Raum hergestellt und erhalten wird, um ein Saugen oder Nuttschen an den Spitzen der Formen zu bewirken. Ist die Feuchtigkeit so viel wie möglich entfernt, so wird die dann noch feuchte äußere Spitze abgeschlagen und dem Brote eine neue Spitze angedreht.

Bevor man den Zucker zum völligen Austrocknen in die Stove oder den Trockenraum bringt, muß der größere Theil der Feuchtigkeit bereits entfernt und gleichmäßig in dem Brote vertheilt sein, weil die Brote sonst Sprünge erhalten. Aus demselben Grunde muß auch die Wärme nur nach und nach gesteigert werden und eben so allmählig wieder abnehmen. Nach dem Trocknen wird der bessere Zucker verpackt in den Handel gebracht.

Um mehr solchen Hut Zucker als erstes Product in den Handel bringen zu können, ist es vortheilhaft, in dem Saft, bevor derselbe zur letzten Reinigung oder Filtration kommt, eine Partie syrupfreien Zucker, wenn auch geringerer Qualität (Nachproducte), aufzulösen. Die Vortheile, welche dieses sogenannte Einwerfen der Nachproducte gewährt, wurden bereits angeführt.

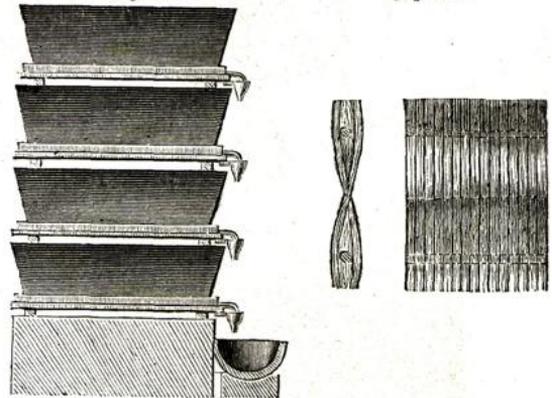
Soll nur Rohzucker gewonnen werden, so benutzt man für die erste Krystallisation statt der Formen, wie schon erwähnt, meist die viereckigen flachen Blechkästen, welche bei der Aufstellung weniger Raum einnehmen und den Syrup rascher und vollständiger ablaufen lassen; durch's Decken mit Zuckerswasser kann man darin auch eine vollständigere Trennung des Syrops erreichen.

Alles, was als Syrup vom ersten Product abläuft oder gewonnen wird, liefert ein um so besseres zweites Product, je mehr das erste durch Decken gereinigt und der dadurch erhaltene Decksyrup mit dem ohne Decke abgelaufenen grünen Syrup vermischt wurde. Das Kochen des zweiten Products aus dem grünen und Decksyrup zeigt keine wesentliche Verschiedenheit vom Kochen des ersten Products. In offenen Pfannen macht man den Sud möglichst klein, damit die Kochung rasch von Statten gehe, je besser die Masse, um so stärker oder höher kann man die Probe nehmen, wodurch sich dann gleich mehr Krystalle ausscheiden werden; bei geringer Beschaffenheit des Syrops würde man durch zu strammes oder starkes Einkochen Gefahr laufen, daß sich die schwachen Krystalle in der consistenten Masse nicht ausscheiden könnten. Früher füllte man die ge-

wonnene zweite Zuckermasse meist in die größere Basterform, worin der Zucker nach dem Abfließen des Syrops oder der Melasse, dann auch durch Decken weiter zu reinigen war. Gegenwärtig benützt man zur Krystallisation des zweiten Products allgemein größere eiserne Reservoirs, in welchen sich durch das langsamere Erkalten einer größern Masse die Krystalle viel reiner oder schärfer ausscheiden. Gute Massen erscheinen nach dem Erkalten schon fest und völlig auskrystallisiert. Sobald sich zwischen den ausgeschiedenen Krystallen ein dünnflüssiger Syrup zeigt, kann man zur Trennung derselben von den Krystallen schreiten, wozu gegenwärtig allgemein Centrifugalmaschinen verwandt werden. Wo diese nicht vorhanden, geschieht die Trennung des Syrops von den geringeren Producten am zweckmäßigsten durch die von Schützenbach eingeführten Siebkästen, die auch jetzt noch zur Trennung der Melasse oder des nicht mehr weiter zu verarbeitenden Syrops von den Krystallen mit Vortheil benützt werden. Es sind dies von Holz oder auch von Eisen angefertigte kleine Behälter von 18 bis 24 Zoll Länge und Breite und nur 5 bis 6 Zoll Höhe, unten etwas enger als oben und mit einem Drahtgeflecht (Fig. 54) versehen, welches unten auf Leisten ruht. Die Kästen stehen in flachen Untersägen zum Auffangen des Syrops oder der Melasse, die durch ein seitwärts angebrachtes Rohrstück abzuleiten ist. Mehrere dieser Kästen werden, wie Fig. 53 zeigt, über einander gesetzt, wobei sie auf Leisten ruhen, die es möglich machen, den Zucker in den einzelnen Kästen mittelst Syrup zu decken. Die Aufstellung der Kästen geschieht in einem auf 30° R. (37° C.) erwärmten und durch Zuleitung von

Fig. 53.

Fig. 54.

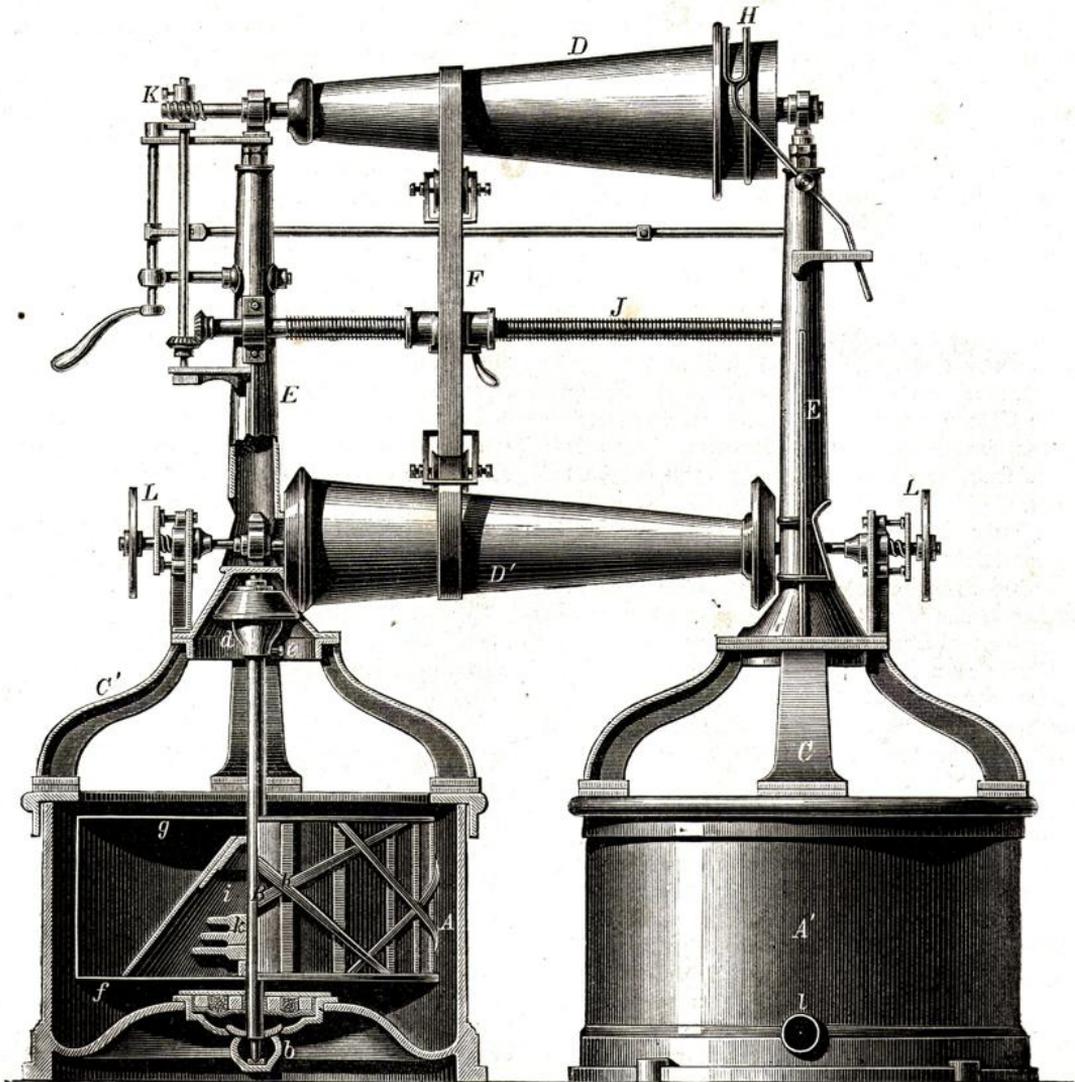


etwas Dampf feucht zu erhaltenden Räume. Die Kästen werden mit der auskrystallisirten Zuckermasse gefüllt und die nach dem Abfließen des Syrops zurückbleibenden Krystalle zunächst mit einem etwas bessern Syrup gedeckt, der den schlechtern Syrup verdrängt, wodurch die Krystalle schon reiner zurückbleiben, deren weitere Reinigung dann durch wiederholte Aufgüsse von immer besserem Syrup nach und nach sehr vollständig zu erreichen ist. Dabei verwendet man den Syrup, welcher nach dem Verdrängen des schlechtern von den Kästen abläuft, zum Decken von solchem Zucker, dessen Reinigung noch nicht so weit erreicht ist, so daß also ein und derselbe Syrup wiederholt zum Decken immer schlechterer Zucker verwendet werden kann. Man muß dabei die Deckungen

in kleinen Portionen so rasch als möglich auf einander folgen lassen, damit der zurückbleibende Syrup nicht Zeit behält, an den Krystallen festzutrocknen. Der Abfluß des Syrups ist dadurch zu beschleunigen, daß man den Zucker in den Kästen mit einem flachen Eisen bald nach einer neuen Deckung durchschneidet und auslockert. Die Reinigung des Zuckers auf die hier angeführte Weise erfolgt um so rascher, je besser die Zuckermasse ist, namentlich je gröber und schärfer die Krystalle sind, wie man sie am besten aus größeren Behältern erhält. Der so

gereinigte Zucker kann als Farin verkauft oder zum Raffinieren und als Einwurf verwandt werden. Da der zum Decken verwandte Syrup als eine gesättigte Zuckerslösung zu betrachten ist, die nur durch ein Verdrängen den vorhandenen schlechtern von den Krystallen trennt, so löst sich dabei von diesen auch nicht mehr, als durch die nöthige Feuchtigkeit der Luft in Auflösung kommt. Der Erfolg dieser Behandlung wird deshalb auch wesentlich durch die Sorge auf die Erhaltung eines geeigneten feuchten und warmen Locals bedingt.

Fig. 55.

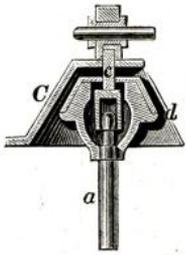


Diese Art der Reinigung hat es zuerst möglich gemacht, eine entsprechende Menge Zucker aus den Nachproducten zu gewinnen; sie erfordert jedoch für den ausgedehnten Betrieb viel Arbeit und einen großen stark zu erwärmenden Raum; sie ist deshalb gegenwärtig in den meisten Fabriken durch die Anwendung von Centrifugalmaschinen verdrängt. Die ersten für den vorliegenden Zweck brauchbaren Centrifugalmaschinen kamen aus Belgien mit der in Fig. 55 angegebenen Construction.

A und A' sind zwei gußeiserne Behälter, worin die Siebtrommeln zur Aufnahme des Zuckers sich bewegen. Von diesen ist hier nur die eine in dem Durchschnitte links sichtbar. Sie ist an der Axe B befestigt, welche unten in dem beweglichen Pfannenlager b ruht und oben in der Büchse c, Fig. 56, sich dreht. Die Axe a (in Fig. 55 B) ist hier mit einer Art Kugelgelenk versehen, damit das Schwanken der Trommel kein Klemmen verursachen kann. Die Axe trägt hier ferner den Lederconus d, der mittelst der Stellschraube e mit

der Axc verbunden ist. Der Boden *f* und der obere Rand *g* der Trommel werden von Eisenblech gefertigt und durch eiserne Stäbe und Bänder *h* mit einander verbunden, die der aus Messingdraht gefertigten Siebwandung die nöthige Festigkeit geben. Die Axc *B* ist in der Trommel von dem Blechkegel *i* umgeben, wodurch die Bodenfläche der Trommel verengt wird. Innerhalb dieses Blechkegels befinden sich drei sogenannte Flughammer *k*, die auf der Axc *B* leicht beweglich sind und dazu dienen sollen, das Gleichgewicht der Trommel zu erhalten. Die Bewegung der Trommeln, die abwechselnd stattfinden und nach und nach eine Beschleunigung zulassen soll, erfolgt durch die Riemenkegel *D* und *D'*. Die beiden Säulen *EE* werden von den Kränzen *CC'* getragen. Der obere Kegel *D* hat bei *H* eine Trieb- und eine Leerrolle und seine Bewegung wird durch den Riemen *F* nach

Fig. 56.

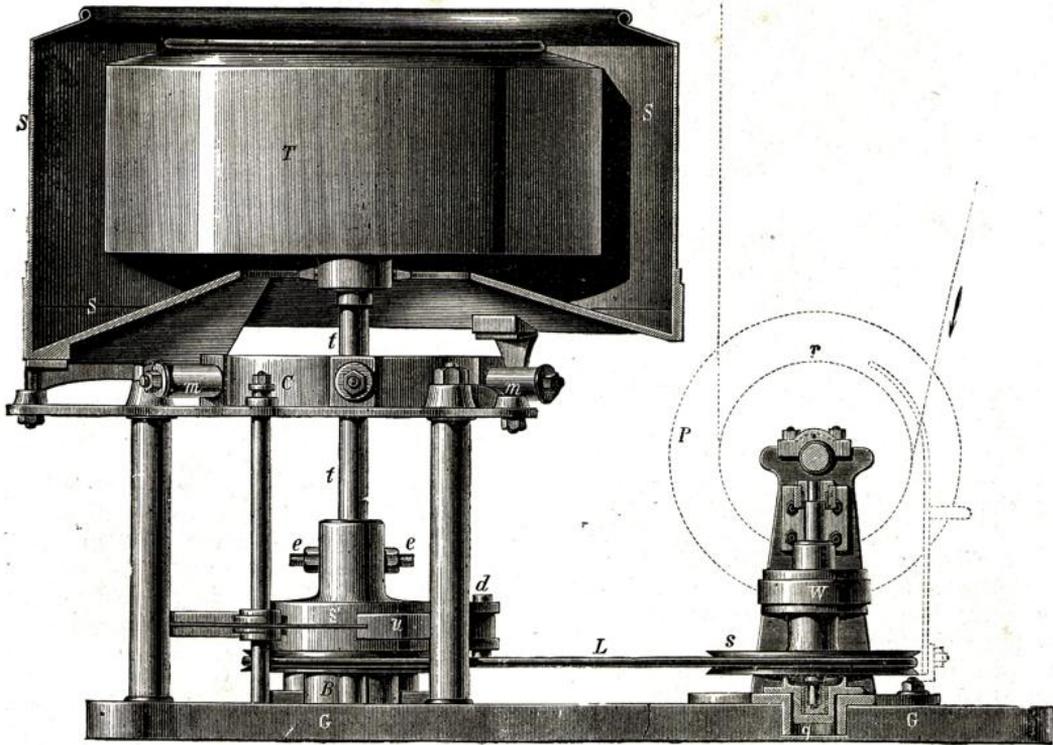


D' übertragen. Mittelft der Schraube *J* ist dieser Riemen nach rechts und links zu schieben, was eine langsamere oder schnellere Bewegung der Trommel hervorbringen läßt. Die Leitung des Riemens wird durch eine Schraube ohne Ende an der obern Axc von *D* bei *K* bewirkt. Mittelft der Stellschrauben *L* und *L* sind die an dem untern Kegel befindlichen conischen Friehscheiben mit dem Conus *d* auf der Axc *B* in Berührung zu bringen und wird es dadurch möglich, abwechselnd die eine oder andere Trommel in Bewegung zu setzen.

In neuerer Zeit haben die Centrifugalmaschinen von Fesca allgemein Eingang gefunden, sie sind einfacher als die belgischen und weit bequemer zu bedienen, weil sie ihre Bewegung von unten erhalten und dadurch oben ganz frei stehen. Fig. 57 giebt eine Seitenansicht und Fig. 58 zeigt die Einrichtung zur Bewegung der Maschine in einer Ansicht von oben.

T ist die Siebtrommel, *S* der äußere Mantel, der in einer gewölbten, in der Mitte durchbrochenen Schale ruht, deren Ausfluß *S'* in Fig. 58 sichtbar wird. Der

Fig. 57.



äußere Mantel ist von der Schale abzuheben und dadurch eine leichte vollständige Reinigung möglich. Die Trommel *T* ruht auf der beweglichen Axc *tt*, deren unteres Pfannenlager sich bei *B* auf der Grundplatte *GG* befindet. Von dieser erheben sich vier Säulen, die den Polsterkranz *OO* tragen. In der Mitte dieses Kranzes befindet sich der Lagerring *K* für die Axc *tt*, welche in diesem Ringe ihren Stützpunkt findet. Derselbe ist beweglich, indem er durch sechs Arme gehalten wird, die durch den Kranz *OO* und hinter demselben

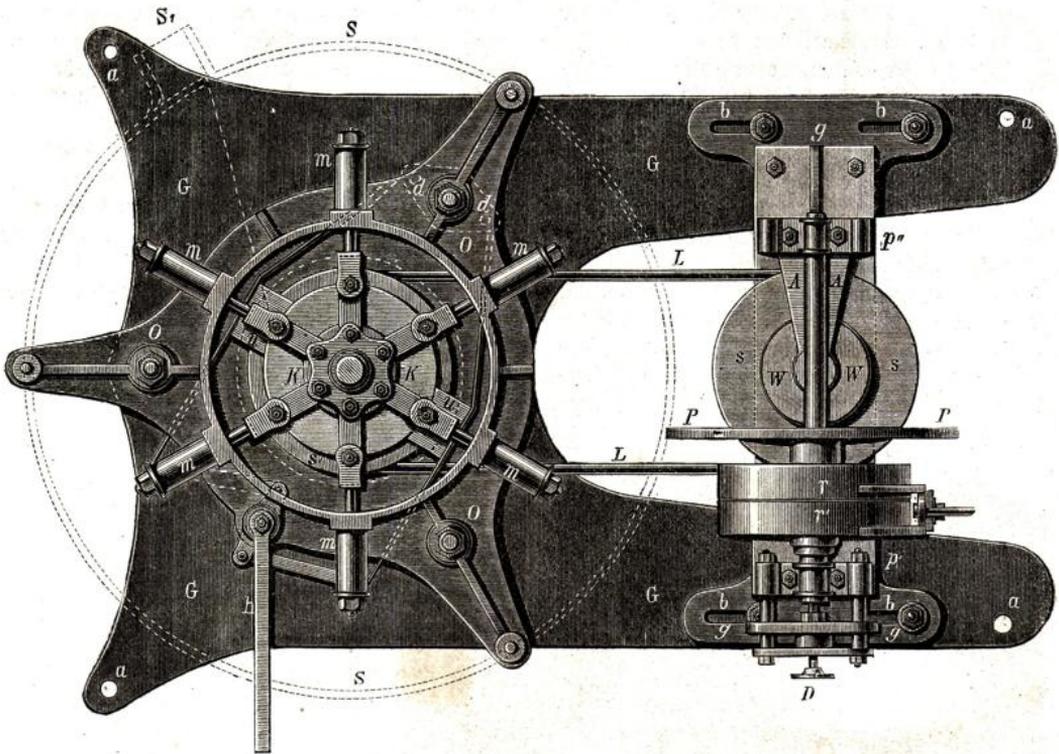
durch die Kautschukringe oder Polster *mm* gehen, wo sie außen durch eine Schraubennutter ihre Befestigung erhalten. Durch diese Polster wird ein geringes Schwanken der Axc *tt* mit der Trommel *T* unschädlich gemacht.

Zur Bewegung der Trommel befindet sich unten auf der Axc *tt* eine Seilscheibe *s'*, womit zugleich eine Bremsvorrichtung *u* verbunden ist, die durch den Hebel *h* regulirt wird. Dies Ganze wird durch die Stellschrauben *ee* auf der Axc *t* befestigt. Die Be-

wegung der Triebrolle s' erfolgt durch das Riemenseil L von der Seilscheibe s aus. Diese erhält ihre Bewegung durch den Wirtel W und die verticale Frictionscheibe

P , auf deren Ase die Trieb- und Leerscheiben r und r' sich befinden. Das Triebwerk ist auf einer Unterlage befestigt, welche mit der Grundplatte G durch Schrau-

Fig. 58.



ben verbunden und hier durch die Schlitze b verstellbar wird, was eine beliebige Anspannung der Riemenseilverbindung möglich macht.

Zur Reinigung der Zuckermasse oder Trennung des Syrups mittelst der Centrifugalmaschine muß sich erstere in einem breiförmigen Zustande befinden, um eine gleichmäßige Vertheilung und Belastung in der Maschine erreichen zu lassen. Ist die Zuckermasse hierzu nicht flüssig genug, so vermischt man einen dünnflüssigen Syrup damit. Enthält die Masse feste Klumpen, so sind diese zuvor vollständig zu zertheilen, wozu man zweckmäßig eine von Fesca construirte sogenannte Maischmaschine verwendet. Sie besteht aus einem 4 Fuß langen, 2 Fuß breiten Troge mit etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß hohen Seitenwandungen. Durch die Rundung des Troges läuft der Länge nach eine starke Ase, auf welcher Messer befestigt sind, die beim Drehen der Ase durch Zwischenräume streichen, welche auf einer Seite des Troges durch eine Reihe Stäbe gebildet werden. Die Stellung der Messer bildet von beiden Enden bis zur Mitte der Ase zwei gegen einander gerichtete Schraubenlinien, wodurch die Masse beim Kneten nach der Mitte zu geschoben wird. Der Trog hat in der Mitte des Bodens eine Oeffnung, die durch einen Schieber verschließbar ist. Die Vorrichtung steht auf einem festen Gestelle, welches die Pfan-

nenlager für die Ase, sowie das Triebwerk zur Bewegung der Ase trägt.

Fig. 59 bis 62 zeigen diese Maschine. A ist der Maischtrog von starkem Eisenblech, a die Ase, b die Messer, c die auf der Seite befestigten Arme, B das Triebwerk, C das Gefäß, Füllbecken, zur Aufnahme des Zuckerbreies, d der Hebel zum Oeffnen und Schließen der untern Oeffnung durch den Schieber e . Das Becken C steht auf einer verschiebbaren Fläche f , wozu die Rollen g dienen. Eine solche Maschine liefert den Brei für drei bis vier Centrifugalmaschinen.

Je nach der Güte des Zuckers kann man die Centrifuge mit 60 bis 100 Pfd. der zubereiteten Zuckermasse füllen, nachdem man zuvor die Maschine in Gang gebracht, damit sich die Masse recht gleichmäßig an der Siebfläche vertheilt. Sie steigt an derselben durch den Schwung schnell in die Höhe, wobei der Syrup durch die Maschen des Siebs dringt, während die Krystalle an der innern Fläche liegen bleiben. Die Bewegung ist nach und nach auf 1200 bis 1400 Umdrehungen in der Minute zu beschleunigen, was alle Flüssigkeit durch das Sieb treibt, die, in dem äußern Behälter aufgefangen, aus der seitwärts befindlichen Oeffnung abfließt. Je besser der Zucker, um so rascher erfolgt die Trennung des Syrups; um diesen völlig zu ent-

fernen, kann auch hier eine weitere Reinigung durch's Decken erreicht werden. Man verwendet dazu einen mit Wasser auf einige 30° B. verdünnten bessern Syrup.

Fig. 59.

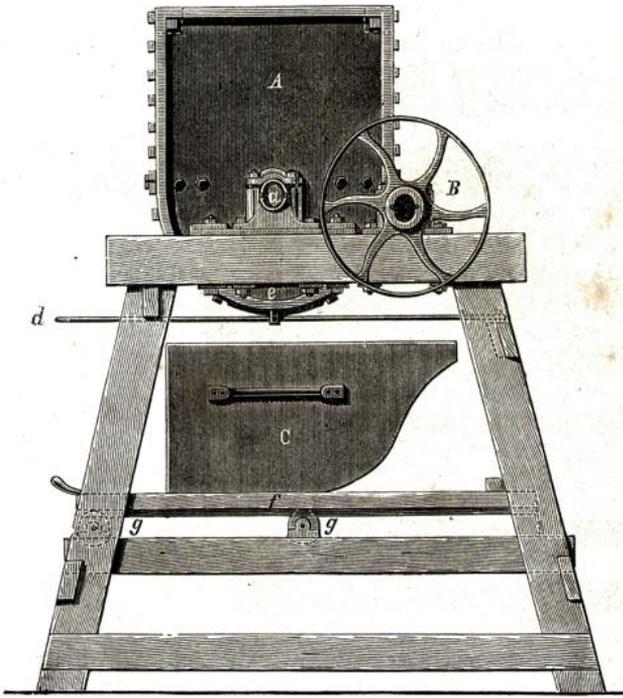
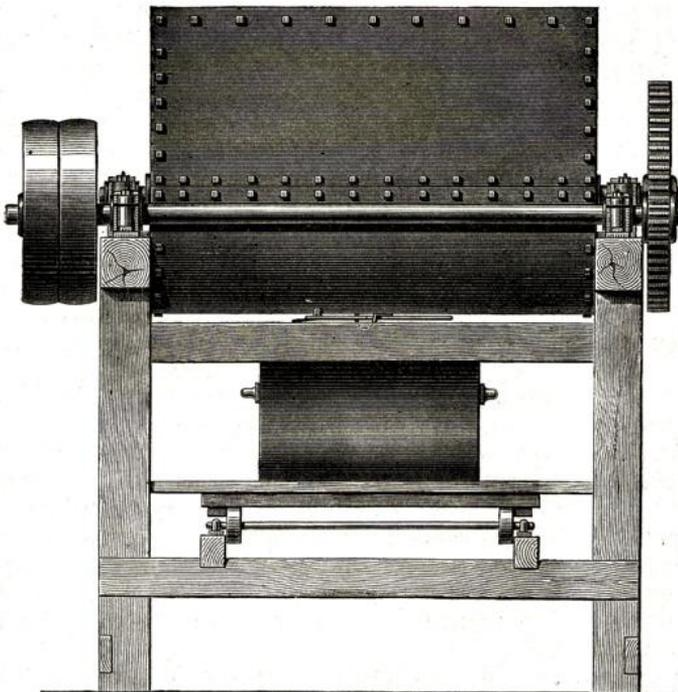


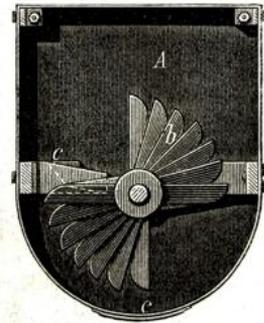
Fig. 60.



Die Verdünnung mit Wasser läßt bei der kurzen Berührung mit dem Zucker keine bedeutende Lösung desselben befürchten. Durch die Verwendung eines bessern

Syrups erhält man einen reinern Zucker, was namentlich bei der Gewinnung von Farinzucker zu empfehlen ist. Hat man zähere Massen auszuscheiden, so wendet man mit Vortheil die Zuleitung von ein wenig Dampf

Fig. 61.



an, wozu man den Dampf von einer gemeinschaftlichen Dampfleitung am besten durch einen Gummischlauch in die eine oder andere Maschine leitet.

Mit der gewaltsamen Trennung des Syrups ist ein Fortreißen von feineren Krystallen unvermeidlich, namentlich bei geringeren Qualitäten, weshalb man solche Massen zweckmäßiger zunächst auf Kästen bringt und hier den zähern Syrup von den Krystallen ohne Anwendung einer Decke durch bloßes Ablaufen trennt. Der durch die Centrifugalmaschine abgeschleuderte Syrup muß seines Zuckergehalts wegen stets nochmals verkocht werden. Die Ausbeute an gereinigtem Zucker schwankt hierbei nach der Güte der geschleuderten Masse zwischen 30 und 60 Proc. derselben.

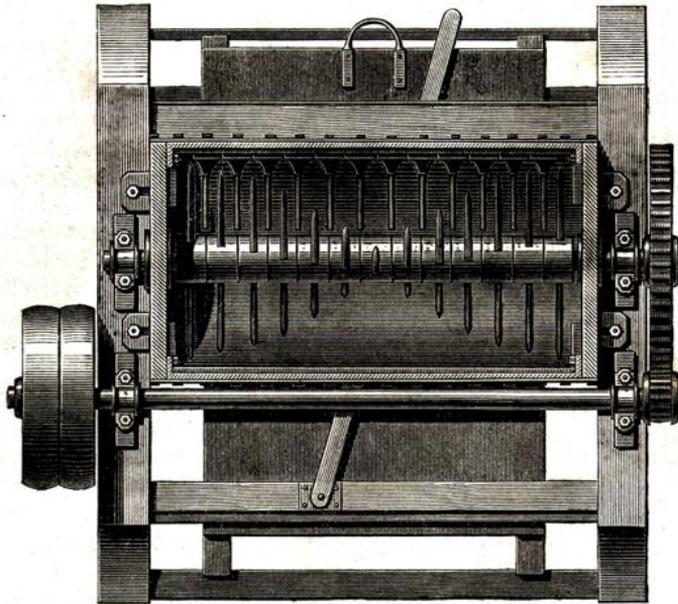
Den durch die Maschine ausgeschleuderten Syrup kocht man in um so größeren Behältern, je geringer sein Gehalt an krystallisirbarem Zucker noch ist, und sucht hiernach auch die noch zu verkochenden Syrupe passend zu mischen. Die geringeren Sorten bedürfen nach dem Kochen oft viele Monate zum völligen Auskrystallisiren, was durch Wärme zu beschleunigen ist. Je mehr man diese in den Syruplocalen und Behältern zu erhalten im Stande ist, um so rascher und vollständiger wird man den krystallisirbaren Zucker gewinnen. Alle Massen, die sich ohne größern Zuckerverlust durch's Ausschleudern nicht weiter reinigen oder vom Syrup befreien lassen, bringt man, wie schon erwähnt, zu diesem Zwecke auf Siebkästen oder in wollene Spitzbeutel, die man in einem feuchten, wärmern Locale aufhängt. Was davon abläuft, wird als Melasse oder nicht mehr siedewürdige

Masse verkauft oder anderweitig (zur Spiritbereitung) verwandt. Zeigen die in den Kästen oder Beuteln zurückbleibenden Krystalle hinreichende Schärfe oder

Festigkeit, so werden sie mit dünnerem Syrup vermischt zum Ausschleudern gebracht; sind die Krystalle hierzu zu weich oder mehlig, dann ist es besser, solche Massen mit ge-

sättigtem bessern Syrup in der Wärmepfanne auf einige 70° R. (87,5° C.) zu erhitzen, nochmals in einem warmen Raume krystallisiren zu lassen und dann erst zu schleudern.

Fig. 62.



Je mehr man vom ersten Producte gleich Hutzucker (Saftmelis) gewinnen will, um so mehr krystallisationsfähigen Syrup und verschiedene Nachproducte wird man erhalten oder desto öfter wird eine wiederholte Kochung nöthig. Bei der Gewinnung von Rohzucker wird man mit der dritten Kochung auch allen lohnenden Krystallzucker gewonnen haben. Was den Gesamtertrag betrifft, so kann man bei guter Arbeit und guten Rüben, deren Saft durchschnittlich 12 Proc. Zucker polarisirt, auf 10 Proc. Zuckermasse rechnen und diese liefert je nach ihrer Güte 7 bis 8 Proc. Rohzucker und 1½ bis 2 Proc. Melasse vom Rübengewicht. Wird gleich Saftmelis gewonnen, so kann man auf 5,5 bis 6 Proc. von diesem, auf 1 bis 1½ Proc. Farin und auf 2 bis 2½ Proc. Melasse rechnen.

Verschiedene andere Gewinnungsarten des Saftes. Die zum Auspressen des Rübensaftes nöthigen theuren Reiben und Pressen, der große Aufwand an Maschinenkraft und Arbeitslohn, der starke Abgang an den Preßtüchern und Zwischenlagen, die Unmöglichkeit einer vollständigen Gewinnung des vorhandenen Saftes und damit seines Zuckers, selbst durch das stärkste Pressen des unvermischten Rübenbreies, sowie endlich die Schwierigkeit der Erhaltung einer größeren Reinlichkeit oder Verhütung einer nachtheiligen Einwirkung auf den Saft, haben schon lange statt des Pressens die Einführung einer einfachern Saftgewinnung wünschenswerth gemacht und es hat deshalb auch an Versuchen zu diesem Zwecke nicht gefehlt. Wenn diese Bemühungen bis jetzt das erwünschte Ziel in allseitiger Beziehung nicht zu erreichen vermochten, so haben sie doch dem Ziele bedeutend näher geführt und gezeigt, daß dasselbe

bis auf einen gewissen Grad auf verschiedenen Wegen zu erreichen sei.

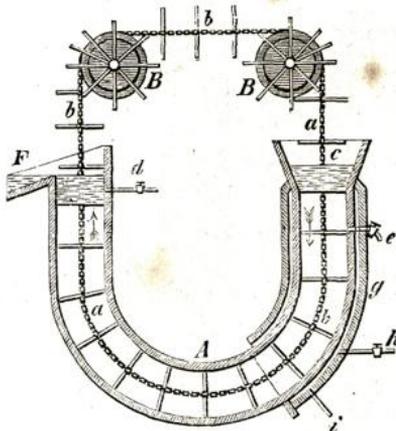
Von den verschiedenen Versuchen zur einfachern Saftgewinnung sind hier die des berühmten französischen Landwirths Mathieu de Dombasle nicht unerwähnt zu lassen, weil er der Erste war, welcher schon zu Anfang dieses Jahrhunderts den Saft durch einfaches Auslaugen oder Maceriren der nur in dünne Scheiben geschnittenen Rüben vortheilhaft zu gewinnen glaubte. Er benutzte zu diesem Zwecke eine Anzahl kleiner einfacher Gefäße oder Kübel, worin die Rübenschnitte so lange mit heißem Wasser übergossen wurden, bis sie ihren Zucker völlig verloren, die durchgelaufene zuckerige Flüssigkeit aber so oft auf zuckerreichere und frische Rübenschnitte gebracht wurde, bis jene nahezu die Concentration des Rübensaftes erlangte. Die bei dieser Behandlung durch das Erkalten der Flüssigkeit leicht eintretende Säuerung suchte später Beaujeu dadurch zu beseitigen, daß er zwischen den Auslaugungsgefäßen eine Vorrichtung zum Erhitzen des von einem Gefäße auf's andere fließenden Saftes anbrachte. Wenn dieser Apparat dennoch kein günstiges Resultat lieferte, so hatte dieses seinen Grund — außer in den Mängeln einer solchen Saftgewinnung überhaupt, die durch die Erfahrung erst nach und nach erkannt wurden — hier meist wohl darin, daß man zu jener Zeit den nachtheiligen Einfluß einer Ueberhitzung der Rübenschnitte noch nicht erkannt hatte.

Dieser Nachtheil einer stärkern Erhitzung ließ auch den beachtenswerthen Apparat von Martin keine weitere Verbreitung finden, obgleich derselbe in einigen Fabriken einige Zeit den besten Erfolg gezeigt. Es besteht dieser Apparat aus einer hufeisenförmigen oder zwischenförmigen

nach aufwärts gebogenen Röhre, durch welche die Rübenschnitte mittelst einer endlosen Kette oder eines sogenannten Paternosterwerkes gezogen werden.

Fig. 63 giebt eine Skizze dieser Einrichtung. *A* zeigt die hufeisenförmige Röhre. *B* die beiden Haspeln, wodurch die Kette *a* mit den Siebflächen *b* durch die Röhre gezogen wird. Während dies von der Rechten

Fig. 63.



zur Linken oder in der Richtung der Pfeile erfolgt, wird bei *c* für jede Siebfläche, die hier eintaucht, eine gewisse Portion frischer Schnitte in das Rohr gebracht, zugleich aber in dem andern Schenkel durch das Rohr *d* siedendes Wasser zugeleitet, welches den Rübenschnitten entgegen und bei *e* mit dem aufgenommenen Zucker wieder abfließt. Die bei *c* eingebrachten Schnitte kommen dann bei *F* vollständig ausgelaugt wieder hervor. Um die Flüssigkeit stets heiß zu erhalten, ist das Rohr da, wo die frischen Schnitte einsinken, mit einem Mantel umgeben, unter welchem durch das Rohr *h* Dampf zuzuführen ist, wovon das condensirte Wasser bei *i* abfließt. Zu Anfang der vierziger Jahre erhielt Dombasle dadurch ein günstigeres Resultat bei der Maceration, daß er die frischen Rübenschnitte zunächst nur bis zur Tödtung ihrer Vegetationskraft oder bis zum Abwelken erhitzte und dann nur mit kaltem Wasser auslaugte. Hierzu stellte er eine Reihe einfacher Gefäße in einen Halbkreis und in dessen Mitte einen Krahn zum Aufziehen oder Wechseln der in Nezen befindlichen Rübenschnitte. Diese wurden von der Schneidemaschine portionsweise zunächst sammt dem Neze in das vordere in dem Halbkreis versenkt stehende Gefäß gebracht, worin ein der Rübenportion gleiches Quantum Wasser mittelst Dampf oder directem Feuer beliebig zu erhitzen ist. In diesem Gefäße erfolgt zunächst die Abwelkung der Schnitte, worauf sie durch den Krahn mit dem Neze gehoben und nach dem Abfließen der Flüssigkeit in eins der höher stehenden Auslauggefäße, worin sich eine gleiche Portion Flüssigkeit befindet, eingetaucht werden. Während in dem zu erheizenden Gefäße eine neue Portion Schnitte zum Abwelken kommen, ist die vorhergehende Portion innig mit dem kalten Wasser zu vermischen und dann mittelst des Krahnes in das folgende Auslauggefäß zu bringen. Bei diesem

Wechsel der Schnitte von einem Gefäß in's andere ist Sorge zu tragen, daß stets eine gleiche Portion Flüssigkeit in jedem Gefäße bleibt, die aufgezogenen Schnitte also gehörig ablaufen, bevor man sie in das nächstfolgende Gefäß bringt. Nachdem das erste Auslauggefäß leer ist, kommt die zweite Portion Schnitte, die inzwischen abgewelkt, wieder in das erste Auslauggefäß, eine dritte Portion frischer Schnitte aber zum Abwelken. Nach fleißigem Umrühren sämtlicher Schnitte bringt man die erste Portion in das dritte, die zweite Portion in's zweite und die dritte Portion in's erste Auslauggefäß. Nachdem auch eine vierte Portion frischer Schnitte in der ersten Flüssigkeit abgewelkt wurde, zeigt diese eine Concentration, welche der des Rübensaftes wenig nachsteht, indem sich durch das Abwelken der Zuckergehalt des Rübensaftes mit dem der Flüssigkeit vermischt oder ausgleicht. Angenommen der Rübensaft zeige 16 Proc. nach Brir, so behält derselbe in der ersten Portion Schnitte nach dem Abwelken durch Vermischung mit einer gleichen Menge reinen Wassers nur noch die Hälfte oder 8 Proc. Brir, welchen Gehalt auch das zum Abwelken benutzte Wasser annimmt. Kommt nun eine frische Portion Schnitte in dasselbe Wasser, so bleibt dies nach dem Abwelken dieser zweiten Portion mit einem Gehalte von $\frac{16 + 8}{2} = 12$

zurück, bringt man in diese 12procentige Flüssigkeit die dritte Portion Schnitte, so bleibt nach dem Abwelken eine Flüssigkeit von $\frac{16 + 12}{2} = 14$ Proc. zurück und

nach der vierten Portion mit $\frac{16 + 14}{2} = 15$ Proc.

Man würde nun durch Abwelken einer fünften und sechsten Portion Schnitte die Concentration der Flüssigkeit bis auf $\frac{1}{4}$ Proc. Gehalt des reinen Saftes steigern können, allein dadurch eine Verzögerung des Processes verursachen, die durch den geringen Mehrertrag nicht aufgewogen wird. Nach der vierten Abwelkung wird demnach die bis jetzt dazu benutzte Flüssigkeit als hinreichend concentrirt zur weiteren Behandlung aus dem Abwelkgefäße entfernt, dieses aber mit der Flüssigkeit aus dem ersten Auslauggefäße wieder gefüllt und zu neuen Abwelkungen benutzt. Da diese Flüssigkeit aber bereits durch die vorhergegangenen Portionen, wie aus der beigefügten Tabelle ersichtlich, eine Concentration von 13 Proc. erlangt hat, so erreicht sie nach zweimaligem Abwelken wiederum eine Concentration von mehr als 15 Proc. Nach der Entleerung dieser zweiten Portion Flüssigkeit dient dann die Flüssigkeit aus dem zweiten Auslauggefäße zum Abwelken neuer Schnitte und zwar wiederum für zwei Portionen, die dann zunächst in's dritte Gefäß zum Auslaugen kommen. Von nun an genügt das Abwelken von je einer Portion Schnitte, um eine hinreichende Concentration zu erlangen.

Die folgende Tabelle macht die Reihenfolge der Abwelkungen und den Wechsel der einzelnen Portionen übersichtlich und giebt zugleich die erlangten Concentrationen an, dabei zeigt sie, wie selbst bei nur sechs Auslauggefäßen (Nr. II. bis VII.) doch ein zehn- bis elfmaliger Wechsel der Schnitte möglich wird.

Uebersicht der Wechselungen und der dadurch erlangten

Zeit der Abwelfung und Klärung.	Concentration der zum Auslaugen dienenden Flüssigkeit vor und nach einem 16procentigen											
	Nr. 1.			Nr. 2.			Nr. 3.			Nr. 4.		
	Proc. vor *)	Nr. **)	Proc. nach ***)	Proc. vor	Nr.	Proc. nach	Proc. vor	Nr.	Proc. nach	Proc. vor	Nr.	Proc. nach
6 Uhr.												
Abwelfung I.	0	I.	8									
6½ Uhr.												
Abwelfung II.	8	II.	12	0	I.	4						
7 Uhr.												
Abwelfung III.	12	III.	14	4	II.	8	0	I.	2			
7½ Uhr.												
Abwelfung IV.	14	IV.	15	8	III.	11	2	II.	5	0	I.	1
8 Uhr.												
Erste Klärung.	15			11	IV.	13	5	III.	8	1	II.	3
8½ Uhr.												
Abwelfung V.	13 †)	V.	14,5		leer		8	IV.	10,5	3	III.	5,5
9 Uhr.												
Abwelfung VI.	14,5	VI.	15,25		leer		10,5	V.	12,5	5,5	IV.	8
9½ Uhr.												
Zweite Klärung.	15,25				leer		12,5	VI.	13,8	8	V.	10,25
10 Uhr.												
Abwelfung VII.	13,8	VII.	14,9	0	II.	0,28		leer		10,25	VI.	12,02
10½ Uhr.												
Abwelfung VIII.	14,9	VIII.	15,45	0,28	III.	0,85	0	II.	0,14 †)	12,02	VII.	13,46
11 Uhr.												
Dritte Klärung.	15,45			0,85	IV.	1,78	0,14	III.	0,49	13,46	VIII.	14,45
11½ Uhr.												
Abwelfung IX.	14,45	IX.	15,22	1,78	V.	3,08	0,49	IV.	1,13	0	III †)	0,24
12 Uhr.												
Vierte Klärung.	15,22			3,08	VI.	4,64	1,13	V.	2,10	0,24	IV.	0,68
12½ Uhr.												
Abwelfung X.	14,15	X.	15,07	4,64	VII.	6,34	2,10	VI.	3,37	0,68	V.	1,39
1 Uhr.												
Fünfte Klärung.	15,07			6,34	VIII.	8,06	3,37	VII.	4,85	1,39	VI.	2,38

*) Procentgehalt der Flüssigkeit vor der Wechselung der Schnitte.

***) Nummer der Abwelfung.

****) Aus dem Gefäß Nr. 2.

†) Procentgehalt der Flüssigkeit nach der Wechselung der Schnitte.

Der bei diesem Verfahren stattfindende Wechsel der Schnitte statt der Leitung der Flüssigkeit von einem Gefäße in's andere bewirkt hier eine vollständige Trennung der verschieden concentrirten Flüssigkeiten und dadurch eine raschere und vollständigere Auslaugung der Rübenschnitte. Die raschere Auslaugung durch den Wechsel der Schnitte erklärt sich dadurch, daß bei einem Wechsel der Flüssigkeit durch die fast unvermeidliche Ungleichheit der Lagerung der nicht gleich großen

Schnitte es nicht möglich wird, ein gleichmäßiges Durchfließen zu erreichen und damit auch keine gleichmäßige Auslaugung zu erlangen. Diese nicht zu beseitigende Ungleichheit ist die Quelle größerer Nachtheile bei allen solchen Auslaugungen.

Dombasle gewann im Frühjahr 1841 nach dem hier angegebenen Verfahren in einer kleinen Zuckerfabrik zu Noville aus den dortigen auf einem Kiesboden gewachsenen Rüben, deren Saft 7½° B. oder 13,5

Concentration bei der Dombasle'schen Maceration.

der Wechselung der Schnitte in den Gefäßen bei Saft in der Rübe.									Bemerkungen.
Nr. 5.			Nr. 6.			Nr. 7.			
Proc. vor	Nr.	Proc. nach	Proc. vor	Nr.	Proc. nach	Proc. vor	Nr.	Proc. nach	
0	I.	0,5							0 = reines Wasser.
0,5	II.	1,75	0	I.	0,25				
1,75	III.	3,6	0,25	II.	1	0	I.	0,12 ¹⁾	1) Entfernung der I. Portion Schnitte.
3,6	IV.	5,8	1	III.	2,3	0,12	II.	0,56	
5,8	V.	8,02	2,3	IV.	4,05	0,56	III.	1,43	
8,02	VI.	10,02	4,05	V.	6,03	1,43	IV.	2,74	2) Entfernung der II. Portion Schnitte.
10,02	VII.	11,74	6,03	VI.	8,02	2,74	V.	4,38	
11,74	VIII.	13,09	8,02	VII.	9,88	4,38	VI.	6,2	3) Ausleerung der Schnitte von der Portion III.
13,09	IX.	14,15	9,88	VIII.	11,48	6,2	VII.	8,04	
0	IV ⁴⁾ .	0,34	11,48	IX.	12,81	8,08	VIII.	9,78	4) Ausleerung der Schnitte von der Portion IV.
0,34	V.	0,86	12,81	X.	13,84	9,78	IX.	11,29	

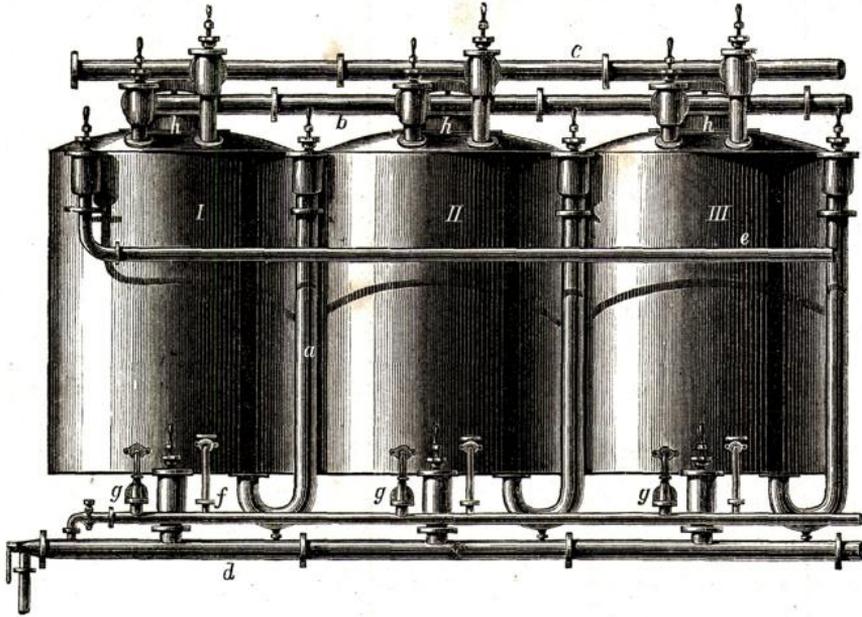
Proc. Brir zeigte, 13 bis 14 Proc. sehr schöne Zucker-
masse, wie man sie zu jener Zeit noch bei keiner andern
Methode gewonnen hatte. Dieses Resultat wurde in
Gegenwart mehrerer Sachverständigen erhalten und ver-
anlaßte die Einführung des neuen Verfahrens in meh-
reren großen und kleinen Fabriken. Der zu diesem Zwecke
in der kleinen Zuckerfabrik zu Hohenheim aufgestellte
Apparat ist in seinen Dimensionen um ein wenig größer
als der, welcher sich in Roville befand. Die im fol-
genden Jahre mit den neuen Einrichtungen erlangten
Resultate waren jedoch fast in allen Fabriken gleich
schlecht und da man selbst in Roville die guten Resultate
des vorhergehenden Jahres nicht wieder erlangen

konnte — offenbar ein Beweis des Einflusses der Ver-
schiedenheit in der Beschaffenheit der im Jahr zuvor ver-
arbeiteten Rüben —, so verschwand das neue Verfahren
auch bald wieder aus alle diesen Fabriken, nur aus
Polen kamen noch mehrere Jahre später günstige Be-
richte über den Erfolg dieser Dombasle'schen Mace-
ration. Bei den in Hohenheim gemachten Versuchen
zeigte sich zunächst der Einfluß einer höhern Temperatur
beim Abwelken der Schnitte als wesentlich einwirkend
auf die Beschaffenheit des Saftes und auf die Schnel-
ligkeit einer vollständigen Auslaugung der Schnitte,
und zwar verschieden, je nach der Qualität der Rüben.
Die Siedhize, welche Dombasle in Roville ohne Nach-

theil beim Abwelken angewandt hatte, wirkte hier am nachtheiligsten bei geringen nach frischer Düngung gewachsenen Rüben. Um diese höhere Temperatur zu vermeiden, wurde es nöthig, zum Abwelken die doppelte Menge Flüssigkeit anzuwenden, damit die Schnitte gleichmäßig zu erhitzen waren, auch durfte dies nur bis zum Erschlaffen der Schnitte andauern. Die Versuche ließen schon damals nicht zweifeln, daß sich bei solchen Rüben durch die Siedhitze ein Theil der Marksubstanz, die Pectose, auflöse. Nicht minder unsicher im Erfolge scheint die heiße Maceration der frischen Rüben zu sein,

welche seit einer Reihe von Jahren in der großen Rübenzuckerfabrik der Gebrüder Robert zu Selowitz in Mähren betrieben wird und von dort bereits in mehreren anderen Fabriken, meist nur auf kurze Dauer, in Anwendung gekommen ist. Man benützt dort zum Auslaugen der, statt in Scheiben, in Streifen geschnittenen frischen Rüben eine Reihe ganz geschlossener Gefäße, die, wie Fig. 64 zeigt, durch die Röhren *a* so mit einander communiciren, daß die aus dem Gefäße I. unten abgeleitete Flüssigkeit durch das Rohr *a* auf II., von hier durch ein eben solches Rohr auf III. und so fortzuleiten

Fig. 64.



ist; dabei dienen die Röhren *b* und *c* zur Zuleitung von heißem und kaltem Wasser, während die Röhre *d* den hinreichend concentrirten Saft ableiten läßt. Die Röhre *e* dient dazu, das letzte Gefäß, deren sechzehn vorhanden sind, mit dem ersten wieder zu verbinden. Die Gefäße haben innen, einige Zoll vom Boden, einen Seiher oder Siehboden und unter diesem eine Heizspirale oder Schlange, wodurch der Saft auf gleicher Temperatur zu erhalten ist. Das Rohr *f* dient als Zuleitung des Dampfes und *g* zur Ableitung des condensirten Dampfes. Das gemeinschaftliche Ableitungsrohr für *g* liegt hinter dem Rohre *f*. Die Gefäße werden durch das obere Mannloch *h* gefüllt und durch eine eben solche unten seitwärts angebrachte Oeffnung von den ausgelauten Rübenstreifen entleert. Sie sind dabei so aufgestellt, daß die zu entfernenden Rückstände durch die Wand nach außen und hier gleich auf die Wagen zum Fortschaffen gefördert werden. Eine hinreichend erhöhte Aufstellung des Reservoirs für das zum Auslaugen dienende Wasser läßt durch einen angemessenen Druck die concentrirte Flüssigkeit sogleich in die Defecationspfannen leiten. Von den vorhandenen sechzehn Gefäßen sind stets acht gefüllt oder im Betrieb, während die übrigen theils geleert, gepuzt oder frisch gefüllt werden. Jedes Gefäß faßt in Selowitz 36 Wiener

Centner Rüben und binnen 24 Stunden erfolgen dort durchschnittlich dreißig frische Füllungen oder Auslaugungen, so daß täglich etwa 1000 Ctr. Rüben verarbeitet werden.

Ueber die Menge des aus 100 Pfd. Rüben gewonnenen Saftes und seiner erlangten Concentration liegen keine ganz zuverlässigen Angaben vor, die gewonnene Flüssigkeit soll nur 1 bis 2 Proc. weniger zeigen, als der Saft der Rübe und die Auslaugung bis 0 erfolgen. Auch dort hat man die Wichtigkeit der Erhaltung einer gleichen Temperatur erkannt, die nicht über 68° R. oder 85° C. betragen soll, wobei der Saft die schwärzliche Färbung des Presssaftes behält. Mit eben so großer Sorgfalt ist darauf zu achten, daß die Durchleitung der Flüssigkeit durch die Schnitte recht allmählig und gleichmäßig erfolge, damit bei der immerhin ungleichen Lagerung der Schnitte die Verdrängung der concentrirten Flüssigkeit möglichst gleichzeitig in allen Lagen erreicht werde. Robert bezeichnet das Mißkennen dieser wichtigen Regeln als den Grund des Mißlingens einer weitem Verbreitung seiner Methode.

Bei der ersten Reinigung oder Scheidung des Macerationsaftes erscheinen die ausgeschiedenen Verunreinigungen weniger fest, von mehr schlammiger Beschaf-

fenheit als der des Presssaftes; man läßt in Selowitz den ganzen Inhalt einer Pfanne nach der Scheidung in Sedimentirgefäße ab, aus denen nach einiger Zeit der helle Saft mittelst eines Hebbers abgezogen ist.

Die weitere Verarbeitung des Saftes geschieht in Selowitz gleichzeitig mit dem dort durch's Pressen gewonnenen Saftes vermischt, weshalb auch über das weitere Verhalten dieses Saftes und über die Ausbeute an Zucker keine zuverlässigen Resultate vorliegen.

Ueber den Futterwerth der bei der heißen oder warmen Maceration gewonnenen Rückstände, der ausgelaugten Rübenschnitte, lauten die Angaben sehr verschieden. Der Theorie nach sollte der Futterwerth der Abfälle von einem Centner Rüben, aus welchen der Saft durch Pressen und nach dem Vermischen mit Wasser gewonnen wurde, viel geringer sein als der Rückstand beim bloßen Auslaugen der zuvor auf mehr als 75° C. erhitzten Rübenschnitte, weil anzunehmen ist, daß bei dieser Temperatur der größere Theil der vorhandenen stickstoffhaltigen oder eiweißhaltigen Bestandtheile gewonnen und deshalb als Futter zu verwenden sei, während diese vorzüglich nahrhaften Stoffe beim Pressen für die Fütterung verloren gehen; allein die mit heißem Wasser behandelten Schnitte erleiden zu leicht eine Aenderung, wodurch sie für das Vieh ungenießbar werden, es muß aber das Genießen dem Ernähren vorhergehen, wenn jene Stoffe sich nutzbar machen sollen; auch fehlen genauere Versuche darüber, wie viel mehr Stoffe durch die heiße Auslaugung unter Umständen in Lösung kommen. Wo man demnach die Macerationrückstände genießbar zu machen und zu erhalten weiß, werden sie auch ihren höhern Futterwerth in der Praxis zur Geltung bringen.

Es muß hier noch die Auslaugung des Rübenbreies mit heißem Wasser erwähnt werden, wozu man in Rußland einen eigenthümlichen sehr im Großen ausführbaren Apparat von einem gewissen Schirkoff in Anwendung gebracht hat. Fig. 65 zeigt die wesentlichen Theile der Einrichtung in einer Seitenansicht und

Fig. 65.

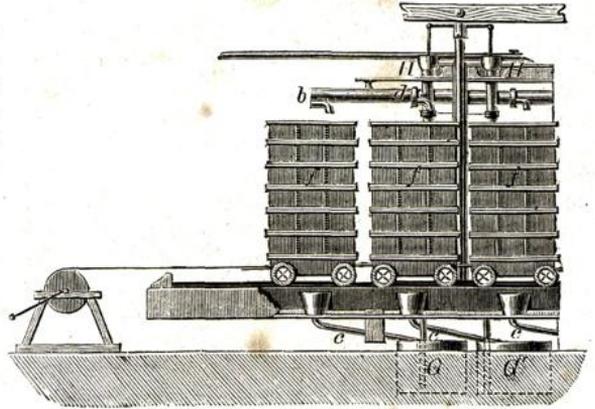
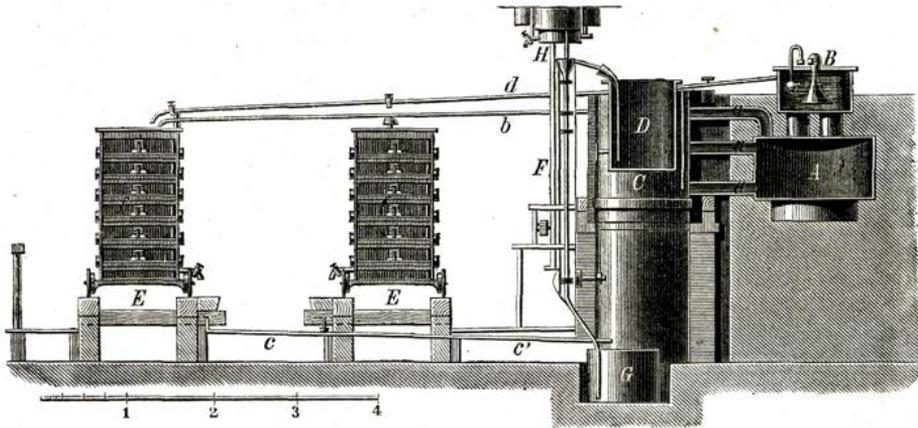


Fig. 66 in einem Durchschnitte. A ist ein langer Wafferkessel mit einem darüber befindlichen Vorwärmer B. Neben diesem befindet sich ein langer Wasserbehälter C, der durch die Röhren *aa* mit dem zu erhitzenden Kessel A in Verbindung gebracht ist, so daß dadurch sein Inhalt auf einer dem Siedepunkt nahen Temperatur erhalten wird. In diesem Behälter stehen fünf kupferne Reservoirs D als Wärmer, die von dem heißen Wasser umgeben sind. Ferner liegen neben diesen Erwär-

Fig. 66.



mungsapparaten zwei oder auch mehrere Eisenbahnen *EE*, auf denen kleine Wagen stehen, die die Siebe *ff* tragen, in welche man den auszulaugenden Rübenbrei bringt. Durch das Rohr *b* fließt Wasser aus dem Behälter *C* auf die Siebe des ersten Wagens, welches hier den Zuckersaft nach und nach aus den Rüben verdrängt. Dieser wird unterhalb durch das Rohr *c* in das Reservoir *G* geleitet, von wo er mittelst der Pumpe *H* in den ersten Erwärmer *D* gehoben wird. Aus diesem

leitet das Rohr *d* den wieder erwärmten Saft auf die Siebe des zweiten Wagens, von wo er durch ein Rohr *c'* in das zweite Reservoir *G'* und durch eine zweite Pumpe *H'* in den zweiten Erwärmer *D'* gelangt. Aus letzterem fließt dann der heißere Saft auf den dritten Wagen, und was davon abläuft, in das dritte Reservoir, von wo es in den dritten Erwärmer kommt, der den Saft für den vierten Wagen liefert, und so fort, bis der Saft durch den Inhalt der Siebe des sechsten

Wagens gelaufen ist, von welchem er zur Defecation abfließt.

Da bei dieser Einrichtung immer der erste Wagen frisches Wasser erhält, so wird sein Inhalt auch zunächst vollständig ausgelaugt sein. Ist dies der Fall, so läßt sich durch Verschieben der sämtlichen Wagen auf der Eisenbahn die Stelle der Wagen leicht so ändern, daß der bisher zweite Wagen unter das Rohr *b* und der dritte an die Stelle des zweiten u. s. w. kommt. Der Inhalt des bisher ersten Wagens wird dann ausgeleert und dafür hinterwärts ein neuer Wagen mit frischem Brei gefüllt, der dann bei der nächsten Wechselung an die Stelle des letzten Wagens tritt. Daß sich auf die angegebene Weise die Maceration in sehr ausgedehntem Maßstabe ausführen läßt, ist ersichtlich, indem aus ein und demselben Gefäße auf mehrere neben einander auf parallel laufenden Bahnen befindliche Wagen die Flüssigkeit zu leiten ist. Bemerkenswerth erscheint die Einrichtung noch dadurch, daß hier der Saft stets auf einer höhern Temperatur erhalten wird, ohne daß diese den Siedepunkt erreichen kann, was nach der bei dem Dombasle'schen Verfahren gemachten Beobachtung dieser Gewinnungsart des Saftes einen besondern Vorzug gewährt; auch befördert der feine Brei sicher die rasche Auslaugung und läßt dadurch die Lösung der Marksubstanz besser vermeiden. Die anfangs meist misslungenen Versuche und bis heute noch unsicheren Resultate einer Extraction der Rüben mit heißem Wasser veranlaßten schon zu Anfang der vierziger Jahre die Auswaschung des Rübenbreies mit kaltem Wasser. Es wurde dazu von Pelletan ein Apparat construirt, welchen er Levigator nannte. Derselbe besteht aus einem 15 Fuß langen, 2 Fuß breiten Troge oder Halbcylinder, welcher durch quere Scheidewände in vierundzwanzig von einander unabhängige Fächer abgetheilt ist. Der Trog liegt unter einem Winkel von 15° geneigt, damit das von oben zufließende Wasser von einem Fache in's andere ablaufe, bis es unten aus dem Apparate abfließt. In den Trog taucht der Ränge nach eine Art archimedischer Schraube, und zwar so, daß sich in jedem Fache eines der Schraubenfragmente bewegt, wobei dies den von der Reibe in's unterste Fach fallenden Brei in's nächst höhere mit zuckerärmerer Flüssigkeit packt, bis er endlich aus dem obern völlig ausgelaugt abgesondert wird. Die Schraubenfragmente oder Windungen bestehen aus durchlöcherter Kupferblech, die den Brei fortschaffen, die Flüssigkeit aber durchlassen. Es findet dabei eine völlige Erköpfung des Breies Statt, während die gewonnene zuckerige Flüssigkeit etwa nur um einen Grad nach Beaumé verdünnter erscheint, als in dem reinen Rübensafte.

Der Pelletan'sche Levigator lieferte nach Ueberwindung mancher Schwierigkeiten, wie mit dem Verstopfen der Sieböffnung, richtigem Wechsel der Flüssigkeiten aus einem Fache in's andere, Schaumbildung u., im Ganzen ein günstiges Resultat, namentlich machte sich dabei ein günstiger Einfluß des kalten Wassers auf die Erhaltung des Saftes bemerkbar, indem dieser eine so rasche leichte Verdampfung gestattete, daß man dadurch die stattfindende Verdünnung reichlich aufgewogen glaubte, auch erschien der Zucker scharf und reiner von

schleimigen oder leimigen Beimischungen. Dennoch blieb sich das Resultat nicht gleich und es gelang nicht, die Ursache dieser Verschiedenheit zu erkennen, die sicher in einer Verschiedenheit des Reifegrades der Rübe oder deren verschiedenem Gehalt an leicht lösbarer Marksubstanz, Dextrose lag, namentlich bei dem Umstande, daß der Saft wohl bald mehr, bald weniger mit der Marksubstanz vermischt zur Erhitzung oder Scheidung kam und daß sich hier die Dextrose des Markes je nach dem erlangten Reifegrad der Rübe mehr oder weniger löslich und danach bald mehr, bald weniger schädlich zeigte.

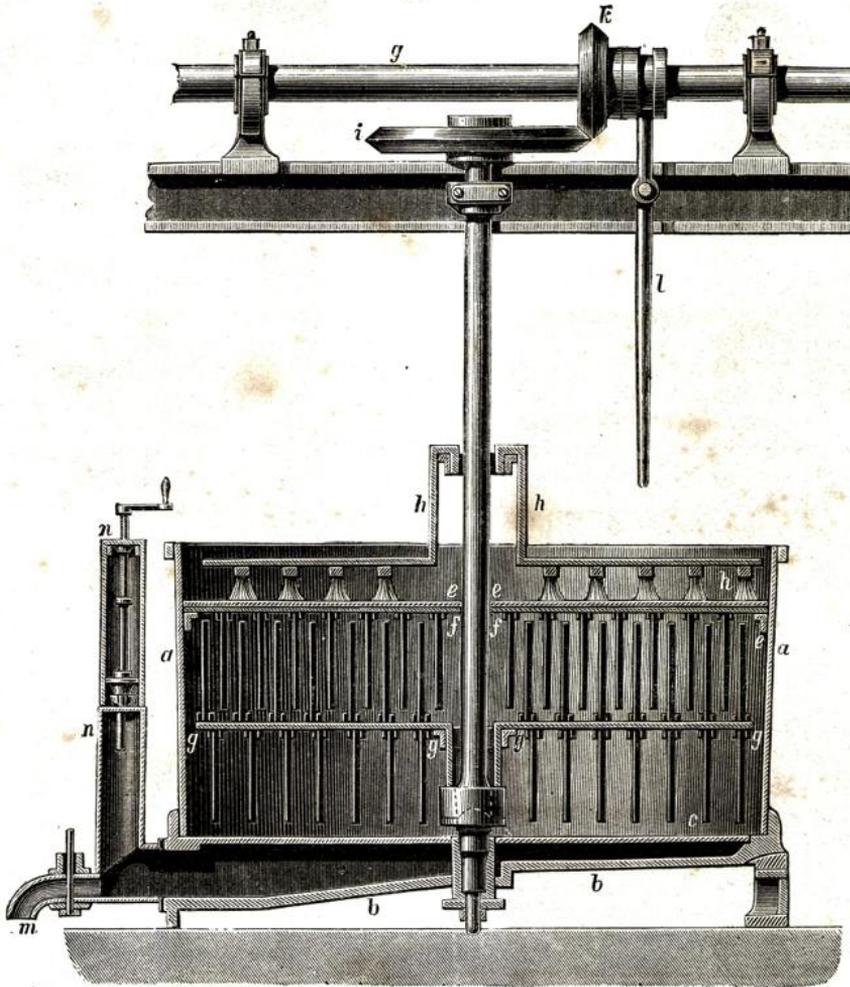
Erst in neuerer Zeit gelang es, die Auswaschung des Rübenbreies mit kaltem Wasser durch Schützenbach wieder in's Leben zu rufen oder sie praktisch oder nutzbringend ausführbar zu machen. Schützenbach verwendet dazu eine Anzahl flacher, runder Gefäße, die mit einem Siebboden und Rührwerk versehen, terrassenförmig in einer Reihe stehen, so daß der Saft oder die Flüssigkeit aus dem höherstehenden Gefäße auf das nächstfolgende bis zu einer gewissen Höhe abfließen kann, vom untern Gefäße, deren zwölf zu einer Ausfüßbatterie gehören, aber mittelst einer Pumpe auf das am höchsten stehende zurückzubringen oder zu heben ist.

Fig. 67 zeigt den Durchschnitt eines Gefäßes mit der Einrichtung des Rührwerks. Der untere Boden besteht aus einer gußeisernen Schale, die nach der Mitte zu versenkt, von wo aus eine Rinne nach der Seitenöffnung führt, von welcher ein Knierohr den Saft nach aufwärts steigen läßt, um ihn auf das nächstfolgende Gefäß zu führen oder auch unterhalb durch einen Schieberhahn ableiten zu können. Die Seitenwand der Gefäße ist von starkem Eisenblech herzustellen und in der untern Gußschale wasserdicht anzukitten. *aa* zeigt hier das Gefäß, *bb* den versenkten Boden mit der Abflusrinne, *m* den Schieberhahn, der zwischen Kautschukplatten einen guten Verschluss hält, *n* das Steigrohr, worin sich unterhalb des Seitenrohres, welches die Flüssigkeit auf's nächstfolgende Gefäß leitet, ein Schraubenventil befindet, um den Abfluß des Saftes sperren und dadurch den Stand der Flüssigkeit im Gefäße selbst steigern zu können. *cc* ist der Siebboden aus einem Drahtgestichte, welches nach der Anfertigung durch Walzen eine sehr glatte Oberfläche erhält. Auf 4 bis 5 Zoll vom obern Rande liegt ein zweiter Siebboden *ee* von Blech, der dazu dient, die vom nächst höher stehenden Gefäße zugeleitete Flüssigkeit recht gleichmäßig zu vertheilen. Unterhalb dieses Siebbodens befinden sich die Stäbe *f*, wodurch eine bessere Mischung des Breies bezweckt wird. Das Rührwerk besteht aus der verticalen Axe, die oberhalb durch die conischen Räder *i* und *k* von der Welle *g* ihre Bewegung erhält, was durch eine Kuppelung und durch den Hebel *l* zu reguliren ist. Die Axe trägt unten, oberhalb des untern Siebbodens zunächst ein Paar Arme, die mit Bürsten von der Piaffavafaser besetzt sind, um das untere Sieb für den Durchfluß des Saftes offen zu erhalten, ferner in der halben Höhe des Gefäßes das eigentliche Rührwerk *gg* und oberhalb des Gefäßes *hh* mit Bürsten, die dazu dienen, auch hier den Durchgang der Flüssigkeit zu erleichtern und den sich bildenden Schaum zu zerföhren oder doch zu vermindern. Die Arme *hh*, sowie

das Rührwerk *gg* und eben so der obere Siebboden sind zum Reinigen des Gefäßes leicht zu entfernen. Zum Ausleeren des ausgewaschenen Breies befindet sich oberhalb des untern Siebbodens seitwärts eine größere Oeff-

nung. Fig. 68 giebt eine Seitenansicht der Aufstellung des Apparates. Die Hauptwelle *y* erhält ihre Bewegung durch die Riemenscheibe *L*. Die Welle ist abgebrochen, um die Arnen der Rührwerke für die unteren Gefäße zu

Fig. 67.



verkürzen. *p* zeigt hier das Wasserrohr, von welchem aus jedes Gefäß durch die Hähne *gg* mit Wasser zu versehen ist. Die Rinne *r* in Fig. 69 leitet den concentrirten Saft dem Meßgefäße zu, während die Rinne *s* zur Ableitung von Spülwasser dient. Das Rohr *t* führt den Saft des untern Gefäßes in den Behälter *u*, von wo ihn die Pumpe *v* (in Fig. 68 *v*) in den Behälter *w* hebt.

Von den vorhandenen zwölf Gefäßen sind je neun stets im Betrieb, das je zehnte wird zur Absonderung der mit fortgerissenen Faser oder Markttheile aus dem je neunten Gefäße benutzt, indem man den hinreichend concentrirten Saft, bevor er zur Scheidung kommt, durch das leere, frisch gereinigte Gefäß laufen läßt. Während dieser Zeit wird das je elfte Gefäß gereinigt und das je zwölfte ausgeleert. Den ausgelaugten Brei entfernt man, wie schon bemerkt, durch eine größere Oeffnung mit sammt dem Wasser, er wird von dort auf eine Krostfläche geleitet, wodurch ein Theil des Wassers abfließt, der Rest aber durch Auspressen zu ent-

fernen ist. Die Füllung der Gefäße geschieht je nach ihrer Größe mit 300 bis 500 Pfd. Brei, den man meist ohne Wasser, trocken, reibt. Das Rührwerk erhält zweckmäßig etwa zwanzig Umdrehungen in der Minute. Die Dauer der Auswaschung soll einige 30 Minuten betragen, wobei von 4 zu 4 Minuten eine neue Füllung erfolgt und die Zuleitung des Wassers so zu reguliren ist, daß innerhalb dieser Zeit 120 bis 130 Proc. des Rüben gewichts an Wasser oder dünnerer Flüssigkeit durch jedes Gefäß laufen, welches Quantum denn auch an hinreichend concentrirter Flüssigkeit gewonnen wird. Die Menge des Wassers wechselt nach dem Gehalte der Rüben und wird meist so regulirt, daß der zur Defecation abfließende Saft 10 bis 11 Proc. nach *Br ix* zeigt. Um das nöthige Quantum genau einzuhalten, ist das Sammelgefäß mit einem Schwimmer versehen, der den Inhalt des Gefäßes anzeigt.

Die Mehrzahl der Fabriken, die gegenwärtig mit diesem Verfahren arbeiten, äußern sich sehr zufrieden

mit den zu erlangenden Resultaten, sobald nur eine pünktliche Ausführung stattfindet, wozu außer einer großen, nicht schwer zu erhaltenden Reinlichkeit eine regel-

mäßige Füllung mit Brei und richtige Zuleitung des Wassers, sowie eine pünktliche Ableitung des concentrirten Saftes zur Scheidung gehören. Das Verfahren

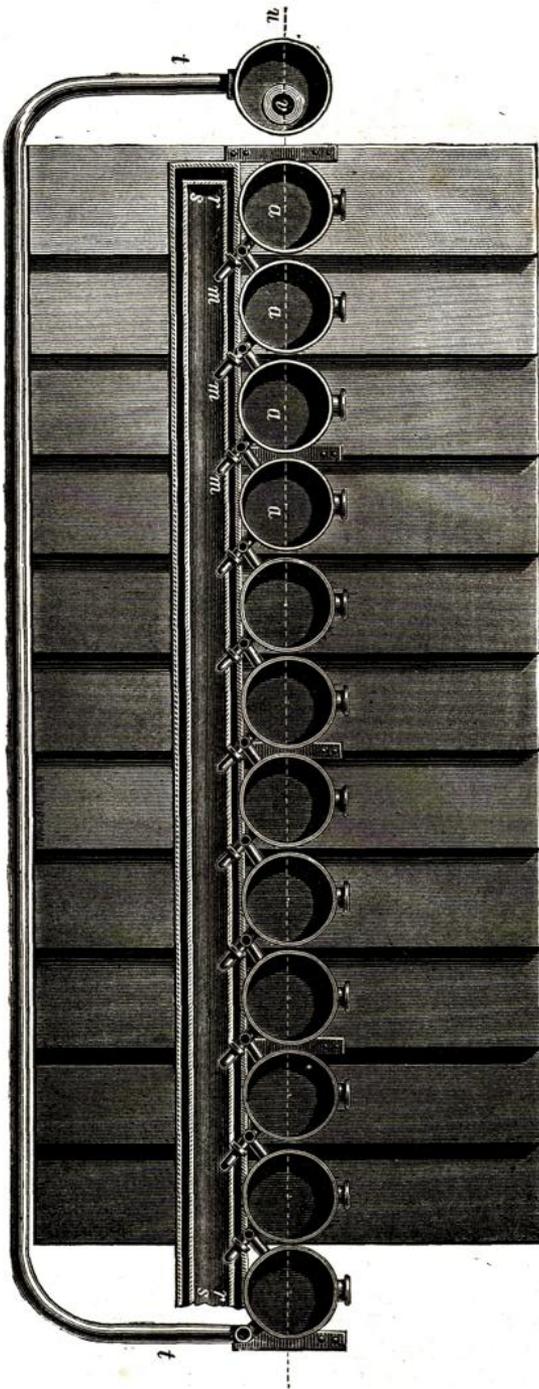


Fig. 69.

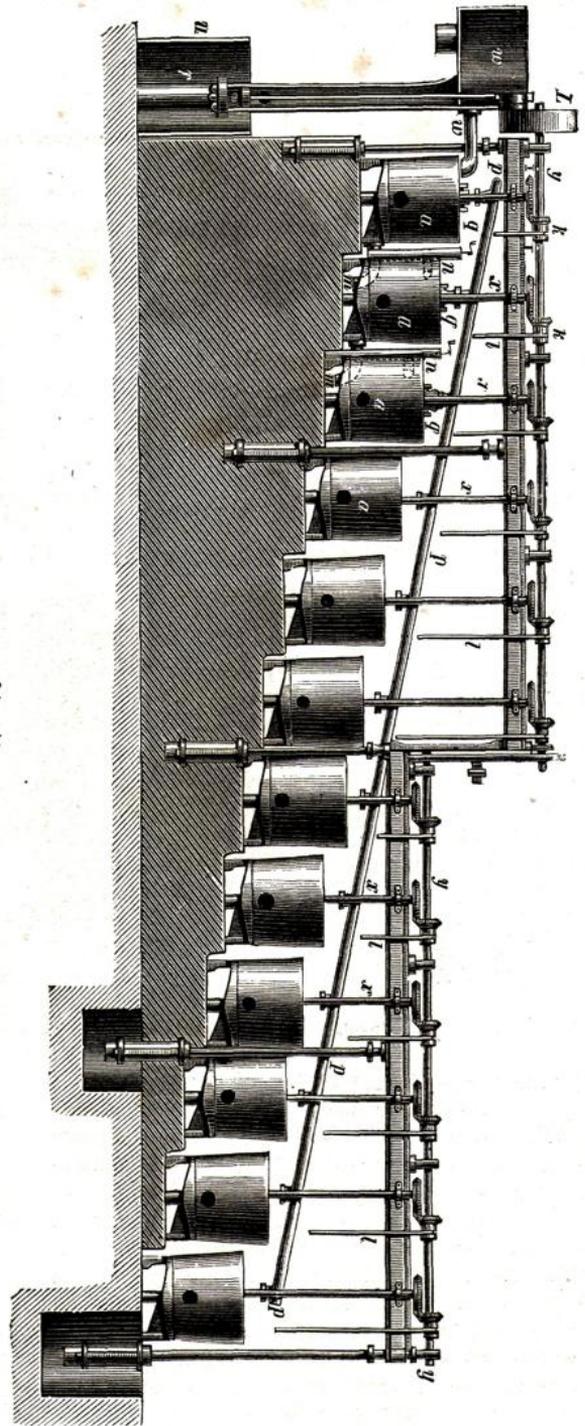


Fig. 68.

erfordert wenig Arbeit und eine geringe Betriebskraft, die für die tägliche Verarbeitung von 1600 Ctnr. Rüben für Pumpen und Röhren nur zu 6 bis 8 Pferdekraft angegeben wird, während ein solches Quantum zum Pressen (ohne das Reiben) mindestens ebenso viel

und bei der Anwendung von Centrifugen wohl das Drei- bis Vierfache erfordert. Dennoch leidet das Verfahren an den Hauptmängeln der Maceration; es wird zwar der Zuckerverlust nur zu 0,88 Proc. angegeben, während dieser beim besten Pressen immer mehr als

1 Proc. beträgt, es ist jenes aber wohl nur das Resultat einer sorgfältigern Arbeit, als solche im Laufe des Geschäftes bei der erforderlichen Pünktlichkeit und Abhängigkeit vom Ermessen der Arbeiter in Wirklichkeit stattfinden wird; namentlich da bei dem auch wohl vorkommenden Mangel an der erforderlichen Aufmerksamkeit gleich bedeutender Schaden entstehen kann, indem die Menge von Wasser selbst einen nicht unbedeutenden Zuckerverlust nicht so leicht bemerkbar macht. Ferner verursacht bei der Continuirlichkeit der Operationen jede Störung oder Unterbrechung größeren Schaden, da der Nachtheil einer jeden schadhafsten Rübe sich dabei fortpflanzt und dadurch einflussreicher wird. Endlich zeigen sich die Rückstände, wenn auch brauchbar, doch von weit geringerem Werthe als die vom Pressen. Ihre Aufbewahrung und ein weiterer Transport macht eine Trennung des Wassers durch Auspressen nöthig.

Gleichzeitig mit der Gewinnung des Saftes durch die kalte Auswaschung des Breies hat die durch Ausschleudern oder mittelst der Centrifugalmaschine (jetzt meist als Schleuder oder Centrifüge bezeichnet) eine größere Verbreitung gefunden.

Schon zu Anfang der vierziger Jahre wurde diese Gewinnungsart des Saftes von Schöttler in Magdeburg versucht, scheiterte aber an der damaligen Unvollkommenheit der dazu benutzten Maschinen. Erst die Vervollkommnung derselben durch Fesca in Berlin machte es möglich, dieselben zur Gewinnung des Saftes aus dem Rübenbrei anzuwenden. Wir verdanken die ersten gelungenen Versuche den rastlosen Bemühungen des Herrn Frickehaus zu Friedensau in der Pfalz. Seine ersten Versuche zeigten bald, daß selbst die möglichste Schnelligkeit einer Maschine von 3 Fuß Durchmesser mit mehr als 1000 Umdrehungen in der Minute nicht genüge, durch die Centrifugalkraft allein den Saft in genügender Menge von der Faser zu trennen, indem der Druck, mit welchem der Brei hier gegen die Siebwand gepreßt wird, nicht 100 Pfd. auf den Quadratzoll ausmacht und deshalb nicht viel über 60 Proc. Saft gewinnen läßt, während wir beim Pressen das Fünf- bis Sechsfache jenes Druckes dazu anwenden. Diese geringe Wirkung des Schleuderdruckes macht es nöthig, den Rest des Saftes durch ein Auslaugen oder Auswaschen des Breies während des Ausschleuderns zu gewinnen. Frickehaus benutzte anfangs dazu zunächst den von einer frühern Auswaschung gewonnenen dünnern Saft und nachdem dieser den concentrirtern verdrängt, wurde der dünnere durch eine zweite Decke mit reinem frischem Wasser wiederum ausgeschleubert. Der durch die erste Decke gewonnene Saft kam dann mit dem unverdünnten zur weitem Verarbeitung, während der durch die Wasserdecke gewonnene dünnere Saft zum Decken einer neuen Portion Brei diente. Diese Wiederbenutzung des dünnen Saftes zeigte sich jedoch durch die verursachte Verzögerung der Saftgewinnung weniger vortheilhaft; man beschränkt deshalb gegenwärtig die Auswaschung auf die Zuleitung von nur reinem Wasser, wovon man, je nach dem Gehalte der Rüben, 40 bis 60 Proc. des Breigewichts verwendet.

Die Maschinen, welche man benutzt, sind im Wesent-

lichen dieselben, die zum Schleudern des Zuckers verwandt werden; man giebt denselben nur einen größeren Durchmesser von mindestens 3 Fuß und stellt den äußern Mantel von Eisenblech her, welcher so in der untern gußeisernen Schale ruht, daß er zur bequemen Reinigung leicht abzunehmen ist. Die Siebtrommel wird von durchlöchertern Eisenblech hergestellt und erhält innen zwei Siebe, von welchen das äußere oder untere aus starkem Messingdraht mit 6 bis 7 Linien weiten Maschen oder Oeffnungen besteht, während das innere oder obere aus feinem Draht ein dichtes Gewebe bildet.

Zum Ausschleudern des Rübenbreies verwendet man für eine Reibe in der Regel zehn Schleudern, die am zweckmäßigsten so aufgestellt werden, daß der Brei in Portionen von 2 bis 3 Ctr. aus dem Breikasten der Reibe in einen trichterförmigen Behälter oder Wagen fällt, der mittelst einer Eisenbahn, die oberhalb der in einer Linie aufgestellten Schleudern angebracht, rasch bis zu der zu füllenden Maschine zu transportiren ist. Diese wird zuvor in vollen Lauf gesetzt und dann aus einer unterhalb des Transportgefäßes angebrachten Schieberöffnung mit dem Brei gefüllt. Derselbe vertheilt sich schnell zu einer gleichmäßigen Schicht an der innern Fläche und der größere Theil des Saftes ist dann nach wenigen Minuten ausgeschleudert. Um den Rest zu gewinnen, erfolgt bald darauf die Zuleitung des Deckwassers. Hierzu befindet sich etwas seitwärts oberhalb der Maschinen für je zwei derselben ein kleiner Wasserbehälter von bestimmtem Inhalt oder bestimmter Füllung, aus welchem mittelst eines Gummischlauches das Wasser in ein Rohrstück zu leiten ist, dessen Länge der Höhe oder Tiefe der Maschine entspricht. Das Rohr ist seiner Länge nach mit zwei Reihen feiner Oeffnungen versehen, aus welchen das Wasser in dünnen Strahlen gegen den Brei auf der Siebfläche spritzt und gleichmäßig auf derselben vertheilt wird. Die Zuleitung des Wassers oder das Decken soll nicht zu rasch erfolgen, damit das Wasser hinreichend Zeit behält, den Saft recht gleichmäßig zu verdrängen. Ein Versuch, das Decken in getheilten Portionen vorzunehmen, lieferte kein günstigeres Resultat, da das vollständige Ausschleudern immerhin eine gewisse Zeit erfordert.

Durch das heftige Ausschleudern des Saftes gegen den Mantel der Centrifüge entsteht eine bedeutende Menge Schaum, der sich nicht so rasch wieder als Saft absetzt und bei den ersten Versuchen als ein wesentlicher Mangel dieser Saftgewinnungsart erschien. Glücklicherweise läßt sich derselbe aber dadurch beseitigen, daß man den in den Leitungsrinnen und von den Scheidepfannen abzuschöpfenden Schaum kurz vor dem Decken wieder in die Maschine bringt; er vergeht hier schnell, so daß dadurch jeder Verlust an Saft verhindert wird. Bei einer zeitigen Verwendung des Schaumes zeigt sich der daraus gewonnene Saft nicht minder gut als der übrige, da nicht die directe Einwirkung der Luft nachtheilig auf den Zucker einwirkt, sondern dies nur mittelbar durch die Bildung eines Ferments aus den stickstoffhaltigen Substanzen oder Bestandtheilen des Saftes bei längerer Berührung mit der Luft erfolgt.

Bei einer Füllung mit 250 Pfd. Brei und der Anwendung von 50 Proc. des Rübensaftes an Wasser, wovon 10 Proc. schon beim Reiben und 40 Proc. zum Decken verwandt wurden, erfordert die ganze Operation des Ausschleuderns etwa 40 Minuten. Eine Abkürzung der Zeit durch Verminderung der Breimenge und Vermehrung des Deckwassers führte zu keinem günstigen Resultate, das Wasser dringt dabei zu schnell durch die dünnere Breischicht und behält nicht Zeit, den Zucker aus den unverletzten Zellen aufzunehmen. Man erhält bei dem angegebenen Verfahren etwa 30 Proc. Treber oder Rückstände, wovon 5 bis 6 Proc. als trockne Masse und einige 20 Proc. als Flüssigkeit anzunehmen sind, so daß man etwa 130 Proc. verdünnten Saft erhält. Bei kleinen und mehr abgewelkten Rüben hat man, um eine gleich gute Extraction zu erlangen, die Menge des Wassers nicht selten um 20 Proc. zu erhöhen. Schon das Reiben solcher trocknen oder dicksaftigen Rüben erfordert mindestens 20 Proc. Wasser, damit man einen Brei erhält, der hinreichend feucht oder flüssig ist, um sich in der Schleuder gleichmäßig vertheilen zu können. Die in der Flüssigkeit zurückbleibende Flüssigkeit zeigt immer noch einen Zuckergehalt von etwa 1,5 Proc., es entspricht dies einem Verluste von 0,37 Proc. Zucker vom Rübengewicht. Die vollständige Gewinnung des Zuckers wird, wie schon erwähnt, durch den Mangel an Zeit zur Einwirkung des Wassers auf die unverletzten Rübenzellen verursacht, indem diese ihren Zucker dem Wasser nur bei einer längern Einwirkung durch die osmotische Eigenschaft ihrer Wandungen abgeben können.

Nach bereits angestellten Versuchen läßt sich der Zuckerverlust auf 0,16 Proc. des Rübengewichts durch ein zweimaliges Ausschleudern vermindern. Hierbei erfolgte das erste Schleudern innerhalb 15 Minuten und mit nur 15 Proc. Wasser zum Decken, dann das Aufreiben oder Maischen, wie bei den Preßlingen mit 20 Proc. des Rübengewichts an Wasser, worauf der Rückstand von zwei Schleudern in eine Nachschleuder gebracht und hier mit 20 Proc. Wasser ausgedeckt wurde. Auch hierbei erfordert das Abschleudern nicht über 40 Minuten. Die Trebermenge verminderte sich bei diesen Versuchen auf 28,5 Proc., in deren Flüssigkeit der Zuckergehalt nur noch 0,725 Proc. polarisirte. Die Versuche wurden erst Ende März mit bereits stark gewelkten Rüben vorgenommen und steht deshalb zu erwarten, daß frischere Rüben ein noch günstigeres Resultat liefern. Die Leistungsfähigkeit einer Schleuder verminderte sich bei den Versuchen auf 66 Ctnr. pro Tag, während sie bei einmaligem Schleudern zu 80 Ctnr. anzunehmen ist.

Das zu erlangende Resultat dieser Saftgewinnung wird außer durch die Schnelligkeit der Bewegung der Schleuder durch die geeignete Beschaffenheit der Siebfläche bedingt; hierbei ist aber nicht nur die geeignete Herstellung derselben, sondern auch ihre brauchbare Unterhaltung zu beachten. Die Siebe sind mit Sorgfalt rein zu erhalten, weil sie durch die erdigen Theile schlecht gewachsener Rüben und durch die feinen Breifasern, die sich zwischen den Maschen festsetzen, leicht verstopft werden, wodurch ein ungleiches und unvoll-

kommenes Ausschleudern verursacht wird. Es sind deshalb von 6 zu 6 Stunden oder nach fünfständiger Gebrauchszeit frisch gereinigte Siebe einzulegen. Die Reinigung der Siebe wird auf die Weise vorgenommen, daß man sie zunächst in einer Lauge von Kalkmilch auskocht, wodurch die in den Maschen festsetzende Faser zusammenschrumpft und dann durch Bürsten und Klopfen unter Zufluß von Wasser leicht daraus zu entfernen ist. Man benutzt dazu eine hinreichend lange Tafel oder einen Tisch, auf welchem in einer Entfernung von 3 bis 4 Zoll halbzöllige Leisten befestigt sind, die dazu dienen, das darüber ausgebreitete Sieb unten hohl zu legen, damit die durch Bürsten und Klopfen getrennte Faser durch das gleichzeitig zufließende Wasser leichter fortgeschlämmt wird. Es erfordert die Reinigung der Siebe ziemlich viel Arbeit, die durch eine solche Einrichtung zu erleichtern ist. Außer auf die Reinhaltung der Siebe wird solche auch für die Maschine selbst dringend nöthig, namentlich muß der äußere Mantel, gegen welchen der ausgeschleuderte Saft springt, fleißig gereinigt werden, weil sich hier leicht eine schleimige Masse ansetzt, von welcher der damit in Berührung kommende Saft den Keim zum Verderben aufnimmt. Der Mantel ist zur bequemern Reinigung leicht abzuheben und so jede Spur einer schädlichen Verunreinigung leicht zu entfernen. Ferner hat man für die Erhaltung eines guten Zustandes des Triebwerks und sämtlicher Pfannenlager Sorge zu tragen. Die rasche Bewegung der Siebtrommel macht dies dringend nöthig, indem dabei leicht eine bedeutende Abnutzung eintreten kann, es ist dies vor Allem bei dem untern Pfannenlager der Fall, in welchem die Ase der Siebtrommel läuft, indem sich hier, bei einem Mangel an Fett, die Erhitzung bis zum Zusammenschweißen der Metallstücke steigern kann. Ein achtbarer Maschinenwärter bemerkt jedoch jeden Mangel im Gange der Maschinen an dem Tone des Geräusches, den diese bei ihrem Laufe verursachen. Wie bei den meisten Gewerben eine feine Nase zur Controle aller chemischen Prozesse dient, so läßt sich durch ein gutes Ohr auch manche Störung in den mechanischen Vorrichtungen rechtzeitig verhüten. Der Vorwurf einer häufigen Störung durch Beschädigung der Maschinen, den man der Gewinnung des Saftes durch Centrifügen macht, entsteht nur durch den Mangel einer guten Beaufsichtigung, die hier so wenig fehlen darf, als bei der Führung einer Locomotive einem gewöhnlichen Karren gegenüber.

Die Schleuderrückstände werden von dem Vieh gern gefressen und lassen sich sicherer gut aufbewahren, als die Preßrückstände, weil sie sich beim Einmieten fester und gleichmäßiger zusammenpacken und dadurch von der Luft besser abschließen. Der größere Wassergehalt des Schleudersaftes dem Preßsaft gegenüber ist nicht so erheblich, als durch die größere Lockerheit des erstern erscheint. Bei guter Schleudrarbeit liefern 100 Pfd. Rüben etwa 30 Pfd. Rückstände, diese enthalten durchschnittlich 5 Pfd. trockne Masse oder auf 100 Pfd. = 83 Pfd. Feuchtigkeit, während 100 Pfd. Preßlinge durchschnittlich 72 Pfd. Wasser haben; das Vieh bekommt demnach bei der Fütterung von 100 Pfd. Rückständen bei den ersteren nur 11 Pfd. Flüssigkeit mehr, was als unerheblich erscheint.

Die größere Lockerheit der Schleuderrückstände läßt diese aber weit gleichmäßiger mit anderem Futter vermischen, was eine gedeihlichere Fütterung erleichtert. Ihr geringerer Zuckergehalt den Preßlingen gegenüber macht sie nicht weniger nahrhaft, da jener in beiden bei der längern Aufbewahrung bald verschwindet und bei den Preßrückständen der größere Zuckergehalt nicht selten einen zu starken Säuregehalt derselben verursacht. Nur die größere Betriebskraft, die das Ausschleudern erfordert, ist als ein Nachtheil der Methode zu bezeichnen, indem sich jene auf mindestens zwei Pferdekraft für je 100 Ctnr. des Tages (24 Stunden) beläuft.

Ein von Jakobi in der Zuckerrabrik zu Gettstedt aufgestellter Apparat zur Gewinnung des Saftes mittelst der kalten Auswaschung des Rübenbreies scheint bis jetzt die nöthige Vervollkommnung oder Vereinfachung nicht erlangt zu haben, um eine weitere Verbreitung zu finden, so vielversprechend auch die ersten Versuche gewesen sein sollen. Das Gleiche läßt sich von den mannigfaltigen Versuchen sagen, bei welchen man bemüht war, durch die Anwendung verschiedener Walzenpressen eine rasche und einfache Saftgewinnung zu erlangen.

Noch muß hier das Verfahren der Saftgewinnung aus den getrockneten Rüben erwähnt werden, welches von Schützenbach zuerst in Ausföhrung gebracht und seit 1837 in einigen Fabriken von Baden und Württemberg auf verschiedene Weise zu verbessern gesucht wurde. Dasselbe bezweckte zunächst, die Gewinnung des Zuckers aus den Rüben auf das ganze Jahr ausdehnen zu können, da das Trocknen in kurzer Zeit ohne kostbare Einrichtungen möglich schien und ein haltbares, leicht transportables Material liefern würde. Auch hoffte man, aus den getrockneten Rüben einen viel concentrirtern Saft zu gewinnen, der gegen allen nachtheiligen Einfluß mehr geschützt sei und mit derselben Einrichtung ein größeres Quantum verarbeiten lasse. Alle diese Vortheile würden der Methode einen entschiedenen Vorzug geben, namentlich für größere Etablissements, denen es dadurch möglich wäre, auch aus entfernten Gegenden das nöthige Rübenquantum zu beziehen. Das bis jetzt erlangte Resultat entspricht jedoch den gehegten Erwartungen nicht, und wenn diese Methode heute noch in jenen wenigen Fabriken eine Anwendung findet, so ist dies zunächst der Ausdehnung ihres Betriebs (der in Waghäusel stieg bereits auf die Verarbeitung von 1,500,000 Ctnr. Rüben in einem Jahr) und der Zuckerrabrikation überhaupt zuzuschreiben, die selbst bei einer minder zweckmäßigen Methode in solcher Ausdehnung betrieben einen Nutzen gewähren konnte; übrigens hat man in den letzten Jahren in jenen württembergischen Fabriken auch einen Theil der Rüben grün verarbeitet, und zwar mittelst Centrifügen den Saft daraus gewonnen.

Die anfangs von Schützenbach versuchte Extraction der getrockneten Rüben mittelst Alkohol, wie man solche im Kleinen bei der Bestimmung des Zuckergehalts der Rüben in Laboratorien ausführt, stieß bei der Ausföhrung im Großen auf unüberwindlich erscheinende Schwierigkeiten. In der allerneuesten Zeit soll es den Bemühungen Schützenbach's gelungen sein, diese

Extraction im Großen brauchbar zu machen, und er soll keinen Zweifel hegen, damit den ursprünglichen Zweck des Trocknens auf befriedigende Weise zu erlangen.

Eine Hauptschwierigkeit des Trocknens der Rüben liegt in der Ungleichheit der Schnitte oder dem ungleichen Verluste ihrer Feuchtigkeit, indem die kleineren Schnitte diese viel früher verlieren als die größeren. Die Nothwendigkeit, das Trocknen möglichst rasch zu bewirken, damit der Zucker an der feuchten Schnittfläche nicht verdirbt, erfordert bei einem raschen Luftwechsel eine höhere Temperatur, die, so lange noch Feuchtigkeit vorhanden, den Schnitten nicht schädlich werden kann, im andern Falle oder sobald die Feuchtigkeit zur Absorbirung der Wärme fehlt, eine Zerstörung des Zuckers herbeiführt. Da nun aber die kleineren Schnitte, wie gesagt, ihre Feuchtigkeit viel früher verlieren, als die größeren, so leiden die ersteren unter der für die letzteren noch erforderlichen stärkern Erhitzung; oder wenn diese nicht mehr trägt, als den bereits getrockneten dienlich ist, so erfolgt das Trocknen der größeren nicht so rasch, als es die unveränderte Erhaltung ihres Zuckers verlangt. Dies ist und bleibt für das Trocknen der Rüben eine Klippe, an der jeder andere durch das Trocknen zu erlangende Vortheil durch die Gefahr eines größern Verlustes zu scheitern droht.

Bis jetzt wurde die Methode auf folgende Weise ausgeföhrt:

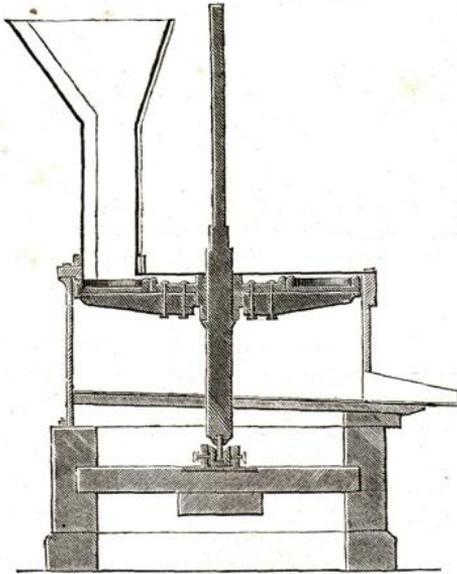
Die Rüben werden in etwa fingerdicke Streifen geschnitten und diese auf einfachen Darflächen nach Art der sogenannten Satteldarren mit direct zugeleiteter Feuerluft getrocknet. Um möglichst gleich große und solche Schnitte zu erhalten, bei welchen auf der Schnittfläche möglichst wenig Saftzellen durch den Druck der Messer verletzt werden, erhalten dieselben eine solche Stellung, daß sie nicht gleichzeitig die Rübe durchschneiden, sondern daß ihre Stellung einen spitzen Winkel bildet.

Die Messer werden entweder auf einer horizontal sich bewegenden Kreisfläche oder Scheibe, oder auf der Peripherie einer schmalen, aber 3 Fuß großen Trommel, die sich horizontal oder auf einer senkrecht stehenden Axe bewegt, angebracht. Bei der erstern werden die Rüben von oben durch einen Kumpf zugeföhrt, wie aus der Fig. 70 in einem verticalen Durchschnitte der Schneidemaschine und in Fig. 71 in einer Ansicht der Scheibe von oben ersichtlich; bei der Anwendung einer Trommel findet die Zuföhrung der Rüben von der Seite, wie bei den Reiben Statt, und es kann dann, bei dem großen Durchmesser der Trommel, die Zuföhrung von zwei und mehr Seiten erfolgen.

Die Darren bestehen aus 16 Fuß breiten und 60 bis 80 Fuß langen, mindestens 15 Fuß hohen Heizräumen, an deren beiden Längenseiten von 10 zu 10 Fuß kleine offene Feuerungen für Torf oder Steinkohlen, am geeignetsten aber für Kohls, bei ersteren mit möglichst rauchverzehrender Einrichtung oder überwölbter Heizung, sich befinden, so daß also die Darre durch 12 bis 16 einzelne Feuerungen zu erwärmen ist. Die Darfläche, die den Heizraum bedeckt, ist sattelförmig in der Mitte erhöht aus Drahtstäben hergestellt. Das Trocknen geschieht in der Weise, daß die grünen Schnitte stets an einem Ende auf die Darre gebracht, durch's

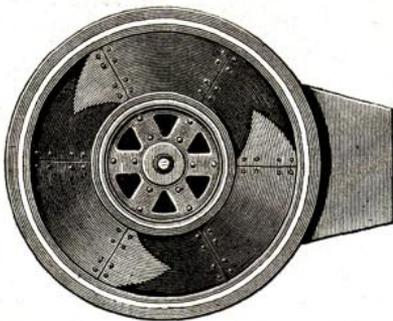
Wenden nach und nach dem andern Ende zugeführt und von hier getrocknet wieder entfernt werden. Die Sattelform oder Schräge der Darre erleichtert das

Fig. 70.



nöthige fleißige Wenden und die große Zahl von Defen unter der langen Darre macht es möglich, die Wärme da, wo die frischen Rüben auf die Darre kom-

Fig. 71.



men, ohne Nachtheil zu verstärken, während sie am andern Ende, wo die Rüben völlig getrocknet werden, nach Bedürfnis zu vermindern ist. Ferner gestattet die einfache Darrefläche am besten den erforderlichen raschen Luftwechsel, der seinen Zutritt in den untern Heizraum durch eine größere Zahl von Oeffnungen erhält, die nach Bedürfnis, namentlich auch nach der Richtung des Windes zu schließen oder weiter zu öffnen sind.

Zum Auslaugen werden die getrockneten Schnitte zunächst mit dünner Kalkmilch angefeuchtet und nach dem Aufquellen in dicht zu schließende Cylinder gefüllt und hier nach Art der grünen Schnitte mit Wasser von 88° C. ausgelaugt. Diese Temperatur wird auch hier durch ein unter dem Siebboden liegendes Schlangrohr beim Uebergange des Saftes von einem Gefäße auf's andere erhalten, die Durchleitung des Saftes ist dabei durch Ausfaugen mittelst einer Luftpumpe zu

befördern. Die Concentration des gewonnenen Saftes beträgt jedoch selten mehr als 15° Beaumé. Da die Schnitte mit einem größern Ueberschusse von Kalk behandelt werden, so bedarf der Saft zur ersten Klärung nur eine Erhizung bis zum Kochen, von wo er zur Filtration und dann zur Abdampfung kommt.

Die weitere Verarbeitung hat nichts Eigenthümliches. Die ausgelaugten Schnitte werden meist nur als Dünger verwandt, jedoch hat man sie auch durch Waschen so weit von Kalk befreit, daß sie als Futter dienen können; immerhin gewährt diese Methode der Landwirthschaft nur eine geringe Unterstützung und ist deshalb nur unter besonderen Verhältnissen mit Nutzen auszuführen. Die Methode hat durch eine langjährige Erfahrung manche Vervollkommnung erlangt, ihre Fortdauer gründet sich jedoch meist nur auf den Nutzen einer ungewöhnlichen Ausdehnung des Betriebs. Dieser gewährt denn auch den Nutzen des eigenen Betriebs einer Brennerei zur Verwerthung der Melasse und läßt aus der dabei gewonnenen Schlempe mit Vortheil Potasche und andere Salze gewinnen, wie das Alles in der Fabrik zu Wahnhäusel der Fall ist.

Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohr.

Die größere Menge des Rohzuckers wird heute noch aus dem Saft des Zuckerrohrs (*Saccharum officinarum*) gewonnen, von welcher Pflanze mehrere Abarten in den Tropenländern cultivirt werden. Sie gehört in die Familie der Gräser, treibt einen schilfartigen Stengel von 10 bis 20 Fuß Höhe und 1 bis 3 Zoll Durchmesser. Das Zuckerrohr ist gegliedert und die Entfernung der Knoten von einander beträgt 3 bis 4 Zoll; sie stehen in Verbindung mit den Ausläufern von sechzehn eckigen Zellen, aus welchen die mittleren Theile des Stengels bestehen und welche im frischen Zustande der Pflanze mit der Zuckerlösung gefüllt sind. Das Außere des Rohrs ist glatt, hart und rund, dabei außen mit einem Ueberzug bedeckt, der große Quantitäten Kiesel Erde enthält. Das Keimen erfolgt an den Knoten und zeigt sich abwechselnd an den entgegengesetzten Seiten. Die Vermehrung der Pflanze geschieht durch Zweige oder durch die abgeschnittenen Spigen, die, in den Boden gesteckt, an den Knoten Wurzel treiben. Im Laufe der Zeit bilden sich an den Wurzeln Keime für ein neues Rohr, und so kommt es, daß unter günstigen Umständen von dem Mutterstocke in einem Zeitraume von 6 bis 20 Jahren viele Stöcke oder Rohre genommen werden können. Vom ersten und zweiten Jahre an nehmen jedoch die Rohre an Länge und Umfang schon ab und damit vermindert sich auch die Menge des Saftes in dem Rohre, dagegen ist erwiesen, daß der Saft an Zucker mit dem Alter der Stöcke zunimmt.

Nach zwei Analysen, von Peligot und von Dupuy, enthält das frische Zuckerrohr:

Wasser.....	72,1	72,0
Zucker.....	18,0	17,8
Holzfasern		9,8
Salze }	9,9	0,4

Das Zuckerrohr ist ursprünglich in Asien zu Hause und soll von hier zuerst nach Oeyern und Sicilien ge-

kommen sein, wo es im zwölften Jahrhundert in Menge gebaut und von dort im funfzehnten Jahrhundert nach Madeira, den canarischen Inseln und von hier nach Amerika verpflanzt wurde; hier hat es vorzugsweise in Brasilien und Westindien, namentlich aber auf Cuba und auch in Louisiana die meiste Verbreitung gefunden.

Von den cultivirten Abarten sind die verbreiteteren: das kreolische Zuckerrohr mit dunkelgrünen Blättern und dünnen knotenreichen Stengeln; es ist das zuerst gekannte Rohr; — das batavische oder gestreifte Zuckerrohr mit gestreifter Belaubung, stammt aus Java, wo es noch jetzt vorzugsweise zur Rumbereitung verwandt wird; — das otahaitische oder gebänderte Zuckerrohr, welches erst am Ende des vorigen Jahrhunderts nach Amerika kam, wo es jetzt am häufigsten gebaut wird, weil es höher und stärker wächst und sich namentlich weniger empfindlich gegen den Wechsel der Temperatur zeigt; es liefert mehr und einen reinern Zuckerfaft, als die übrigen Species.

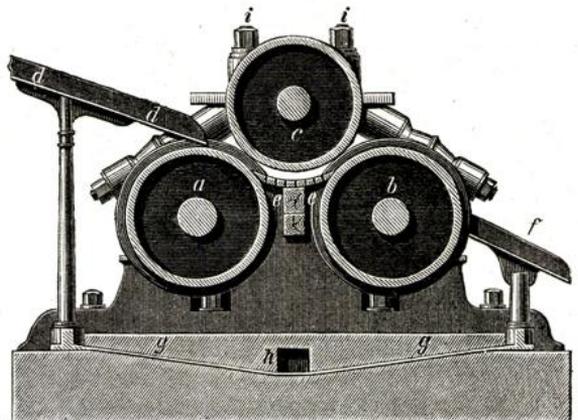
Man pflanzt das Rohr in Entfernungen von 5 bis 8 Fuß von einander, je nachdem man zur Cultur oder Bearbeitung der Pflanze Thiere oder Menschen verwendet. Das Rohr verlangt einen kräftigen Boden, der bald auch zu düngen ist; zu starke Düngung mit animalischen Stoffen beeinträchtigt den Zuckergehalt und erzeugt auch hier, wie bei den Rüben, einen weniger reinen Saft. In den Niederungen wächst es am üppigsten, auf den Höhen enthält der Saft aber mehr Zucker. Je nach der Temperatur des Klimas erlangt das Zuckerrohr innerhalb 6 bis 15 Monaten seine völlige Entwicklung. Die Ernte wird in einigen Gegenden vor, in anderen nach der völligen Blüthezeit vorgenommen. Gewöhnlich kündigt eine trockne, glatte, zerbrechliche Haut, schweres Rohr, graues, dem Braunen sich näherndes Mark und süßer klebriger Saft die Reife des Zuckerrohrs an. Trocknes Wetter ist für die Ernte erwünscht, weil der Saft dabei concentrirter gewonnen wird. Das Rohr wird so nahe als möglich am Boden abgeschnitten, weil die unteren Theile zuckerreicher sind und die neu ausgetriebenen Schößlinge dann kräftiger werden; nach dem Abschneiden bedeckt man den Wurzelstock mit Erde. Die Spitzen werden, wenn sie völlig reif sind, mit zwei Knoten abgeschnitten und als Stecklinge benutzt, das Rohr in Bündel gebunden zur Mühle gebracht. Es ist unumgänglich nöthig, daß das Rohr unmittelbar nach der Ernte zur Verarbeitung kommt, weil sich der Saft darin bei der hohen Temperatur des Klimas rasch zerfetzt, indem er in Gährung kommt. Der Ertrag wird zu 30 Tonnen Rohr vom Morgen angegeben. Der Saft, wovon aus 100 Pfd. Rohr 70 bis 80 Pfd. durch Anwendung eines starken Druckes zu gewinnen wäre, zeigt etwa 10 bis 14° Beaumé, es werden jedoch durchschnittlich wohl kaum über 50 Proc. des Saftes erhalten, so daß man von 18 bis 20 Proc. des im Rohr enthaltenen Zuckers nicht mehr als 8 Proc. in reiner fester Form erhält. Der Rückstand oder die Bagasse dient meist als Brennmaterial, an welchem es in den Zuckerländern oft so fehlt, daß man dadurch schon gezwungen wird, das Rohr nicht vollständig auszupressen. Die Anwendung eines andern Brennmate-

rials, namentlich der Steinkohlen, hat sich in den letzten Jahren bedeutend vermehrt.

Zur Gewinnung des Saftes dienen in der Regel drei verticale cannelirte Walzen, wovon die mittlere ihre Bewegung entweder mittelst eines Göpels durch Zugthiere oder mittelst einer Windmühle erhält. Von den beiden daneben stehenden Walzen ist die eine näher als die andere mit der mittlern verbunden. Das Rohr wird in kleinen Bündeln zunächst zwischen die entfernter stehenden Walzen gesteckt und auf der andern Seite wieder durch einen Arbeiter gefaßt, der es dann durch die engeren Walzen gehen läßt. Der Saft fließt unterhalb auf einem Brette oder einer dichten Unterlage zusammen und wird von hier zunächst in ein größeres Reservoir geleitet, worin er nur eine kurze Zeit zum Absetzen seiner mechanischen Verunreinigungen stehen bleibt, bevor er zum Sieden kommt.

Statt der verticalen Walzen werden zweckmäßiger liegende Walzen angewandt, welche das Rohr weit bequemer und regelmäßiger einbringen lassen. Fig. 72 zeigt eine solche horizontale Mühle mit drei Walzen,

Fig. 72.



a, *b* und *c*, von etwa 24 Zoll Durchmesser aus Gußeisen mit vorstehenden Rändern, um zu bewirken, daß das Rohr nicht seitwärts entweichen kann. Die Axen der Walzen sind mit in einander greifenden Zahnrädern versehen. Die Entfernung zwischen *a* und *c* beträgt $\frac{1}{2}$ Zoll und zwischen *b* und *c* kaum $\frac{1}{5}$ Zoll. Es wurden auch Mühlen mit vier und fünf Walzen eingerichtet. Bei den mit fünf Walzen liegen drei unten und zwei oben, sie sollen 10 Proc. mehr Saft gewinnen lassen, die Bagasse dabei aber stark verbröckeln und einen großen Kraftaufwand erfordern. In den Vier-Walzenmühlen, bei welchen zwei oben und zwei unten liegen, soll der Kraftaufwand bei gleich großer Saftausbeute, wie in den Fünf-Walzenmühlen, nicht mehr betragen als bei den gewöhnlichen Drei-Walzenmühlen. Hier wird das auf 3 Fuß Länge geschnittene Rohr auf der schmalen Fläche *d* gleichmäßig ausgebreitet und zwischen *a* und *c* geschoben; das von diesen zerquetschte Rohr wird von den Schienen *ee* zwischen *b* und *c* geführt, von wo das völlig ausgepresste Rohr über die Rinne *f* herausfällt. Der abgelassene Saft sammelt sich in *g* und fließt bei *h* ab. Die beste Drehungsgeschwindigkeit

an der Peripherie der Walzen wird zu $3\frac{1}{2}$ Fuß in der Secunde angegeben (derselbe beträgt bei den Rübenreiben mindestens 130 Fuß in derselben Zeit).

Das ausgepreßte Rohr ist vor seiner Verwendung als Brennmaterial möglichst rasch zu trocknen, bevor der darin vorhandene Zucker durch Gährung zerstört wird, weshalb man es mitunter auch vorzieht, das frisch gepreßte Rohr sogleich zu verwenden. Die angestellten Versuche, den Zucker aus dem Rohre durch Auslaugen oder Maceriren zu gewinnen, haben kein günstiges Resultat geliefert, dagegen wird dort, wo es der Preis des Brennmaterials gestattet, das Rohr beim Pressen mit Wasser besprengt, namentlich wenn das Rohr sehr trocken oder sein Saft sehr concentrirt sich zeigt. Auch die Anwendung von Dampf wird als zweckmäßig empfohlen, indem man denselben in die hohlen Walzen leiten soll. Der Vorschlag, das Rohr in den Tropen nur zu trocknen und die Extraction des Zuckers aus demselben unter günstigeren klimatischen und anderen Verhältnissen vorzunehmen, hat bisher, so vielversprechend derselbe auch erscheint, zu keinem derartigen Versuche geführt. Die Ausbeute an Saft ist nicht immer ein Merkmal der Zuckerergiebigkeit. Dürre und Feuchtigkeit der Witterung, die der Erntezeit vorhergeht, bestimmen das Vorhandensein einer größern oder geringern Menge Wasser, während die Quantität des Zuckers einige Zeit davon unangefochten bleibt. Zwischen feuchter und trockner Jahreszeit und völliger oder unvollkommener Pressung kann die Ergiebigkeit des Saftes von 50 bis 75 Proc. vom Gewicht des Zuckerrohrs abweichen.

Beligot fand in dem ausgepreßten Saft:

20,9	Th. Zucker,
77,2	" Wasser,
1,7	" unorganische Salze,
0,2	" organische Stoffe.

Die weitere Verarbeitung des gewonnenen Saftes geschieht meist noch mit sehr einfachen Einrichtungen, man benützt dabei aber auch schon mehrfältig die geeigneten Verbesserungen, welche die Zuckerproduction durch die Verwendung der Rüben erlangt hat. Im erstern Falle wird die Reinigung und Abdampfung in einer Reihe von terrassenförmig aufgestellten, meistens eisernen Pfannen, die zusammen eine Equipage genannt werden und nur eine gemeinschaftliche Feuerung haben, vorgenommen. Die vom Feuer entferntere größere Pfanne dient zum Läutern oder Reinigen des Saftes, wozu auf 1000 Liter Saft 0,2 bis 0,3 Kilogramm Kalk (kaum $\frac{1}{10}$ so viel als beim Rübensafte) erforderlich wird. Die Menge des Kalks richtet sich dabei hauptsächlich nach der Reaction des Saftes, der sich durch den Kalkzusatz schwach alkalisch zeigen soll.

Der beim Aufwallen sich abscheidende Schaum wird entfernt und der geklärte Saft dann in die eigentliche Kochpfanne geschöpft, aus welcher er nach abermaligem Entfernen aller sich abscheidenden Theile in die dritte und von hier in die vierte und fünfte, mit der Verminderung der Masse verhältnißmäßig immer kleinere Pfanne gelangt. Bei dieser weitem Concentration des Saftes erhält er immer noch kleinere Zusätze von Kalkpulver, was so lange nöthig wird, als dadurch noch Auscheidungen erfolgen. In der untern Pfanne erfolgt das Eindicken bis

zum Krystallisationspunkte, den man an der Consistenz der eingekochten Masse und an der Bildung kleiner Krystalle an der zum Röhren dienenden Kelle erkennt. Sobald dieser Krystallisationspunkt eingetreten ist, wird die Erhitzung meist durch Entfernung des Kofes plötzlich unterbrochen und die Masse zur Abkühlung in ein Reservoir gebracht.

Statt der eisernen, mehr tiefen Pfannen verwendet man zu dem letzten Einkochen am geeignetsten die früher schon erwähnten Kippypfannen, bei welchen nur die Bodenfläche erhitzt wird und die ein rasches, vollständiges Ausleeren möglich machen.

In dem Schaum, welcher sich schon bei der Erwärmung des Saftes durch den Zusatz von Kalk abscheidet, fand Ayequin:

50,25	Th. Cerozin (eine dem Kirschgummi ähnliche Substanz),
10,05	" Blattgrün (Chlorophyll),
22,78	" Albumin und Zellstoff,
3,38	" phosphorsauren Kalk,
14	" Kieselerde.

Beim Abdampfen des Saftes bildet sich ein bedeutender Kalkabsatz, der von Zeit zu Zeit aus den Pfannen zu entfernen ist und größtentheils aus phosphorsaurem Kalk und Kieselerde besteht.

Sobald sich auf der Zuckermasse in der Kühlpfanne eine Kruste von Krystallen zeigt, wird diese durch Hin- und Herstreichen mit einem hölzernen Stabe zerstört und dadurch die Krystallisation befördert, indem sich an die losgerissenen Stücke neue Krystalle ansetzen. Der nachfolgende Sud wird inzwischen in eine andere Kühlpfanne gegeben, was auch bei dem dritten Sud der Fall ist, bis in der ersten die Krystallisation völlig eingetreten ist, worauf der vierte Sud wieder in die erste Pfanne kommt. Ist der Zucker in der Kühlpfanne hinreichend erkaltet und die Krystallisation als beendet anzusehen, so wird er zur Trennung des Syrops in hölzerne Formen oder sogleich in die Verpackungskisten gebracht. Diese werden im Tropfshause auf Rahmen oberhalb der hier befindlichen Melasse- oder Syrubehälter gestellt und erhalten unten im Boden runde Oeffnungen, die von oben durch lange Zapfen zunächst zu verschließen sind; bald nach dem Anfüllen müssen die Zapfen allmählig immer weiter in die Höhe gezogen werden, so daß der Syrup abziehen kann, was durch die in der Zuckermasse von den Pflocken gebildeten Canäle befördert wird. Nach wenigen Tagen ist die völlige Trennung des Syrops erfolgt, worauf die Kisten ganz verschlossen zur Verwendung abzugeben sind. Wo man Formen, meist hölzerne, verwendet, wird der Zucker in diesen gewöhnlich mit Thon oder mit Zuckervasser auf die früher schon angegebene Weise gedeckt oder weiter gereinigt, um den Syrup vollständiger zu entfernen. Die von dem Zucker abgelassene Melasse wird mit den Schaumabfällen zur Bereitung von Hum verwandt. Nur wo man den Saft einer weitem Reinigung unterwirft und vollkommene Apparate benützt, wie dies immer mehr der Fall ist, findet man am Boden des Syrupbehälters später noch eine Lage Zuckerkryalle, die dann, von Syrup befreit, gleichfalls als Zucker zu verwerthen sind.

Man rechnet bei dem angegebenen Verfahren auf eine Ausbeute von nicht mehr als 6 bis 8 Proc. Roh-

zucker und $3\frac{1}{2}$ bis 4 Proc. Melasse vom Gewicht des Rohrs, während dies eine fast dreifache Menge des gewonnenen Zuckers enthält. In der Bagasse bleiben davon 2 bis 3 Proc. zurück und bei der Fabrication gehen mehr als 6 Proc. durch den Schaum und andere Abfälle verloren; da die ganze Reinigung des Saftes durch das Abschäumen während des starken Kochens vorgenommen wird, so ist dieser Verlust leicht erklärbar. Die gewonnene Melasse enthält immer noch gegen 50 Proc. Krystallzucker und auch Schleimzucker, dessen Menge zu 20 Proc. angegeben wird; das Uebrige besteht aus schleimigen Theilen und Salzen, welche eine entsprechende Menge Zucker an der Ausscheidung in Krystallen hindern.

Durch die nach und nach immer verbreitetere Anwendung der thierischen Kohle zur bessern Reinigung und der neueren Abdampfapparate wird die Ausbeute an Zucker eine größere und die Ersparung an Brennmaterial eine bedeutende. Zuerst waren es die *Derosne'schen* Abdampfapparate, die in den französischen Colonien mehrfach in Anwendung kamen, in neuerer Zeit sind es die durch *Fischbein* in Deutschland eingeführten *Millieur'schen* Apparate, welche in Westindien und namentlich in Louisiana eine immer allgemeinere Verbreitung finden und womit auch bessere Resultate erlangt werden, wie dies aus der nachfolgenden Zusammenstellung der verschiedenen in Louisiana gebräuchlichen Methoden sich zeigt.

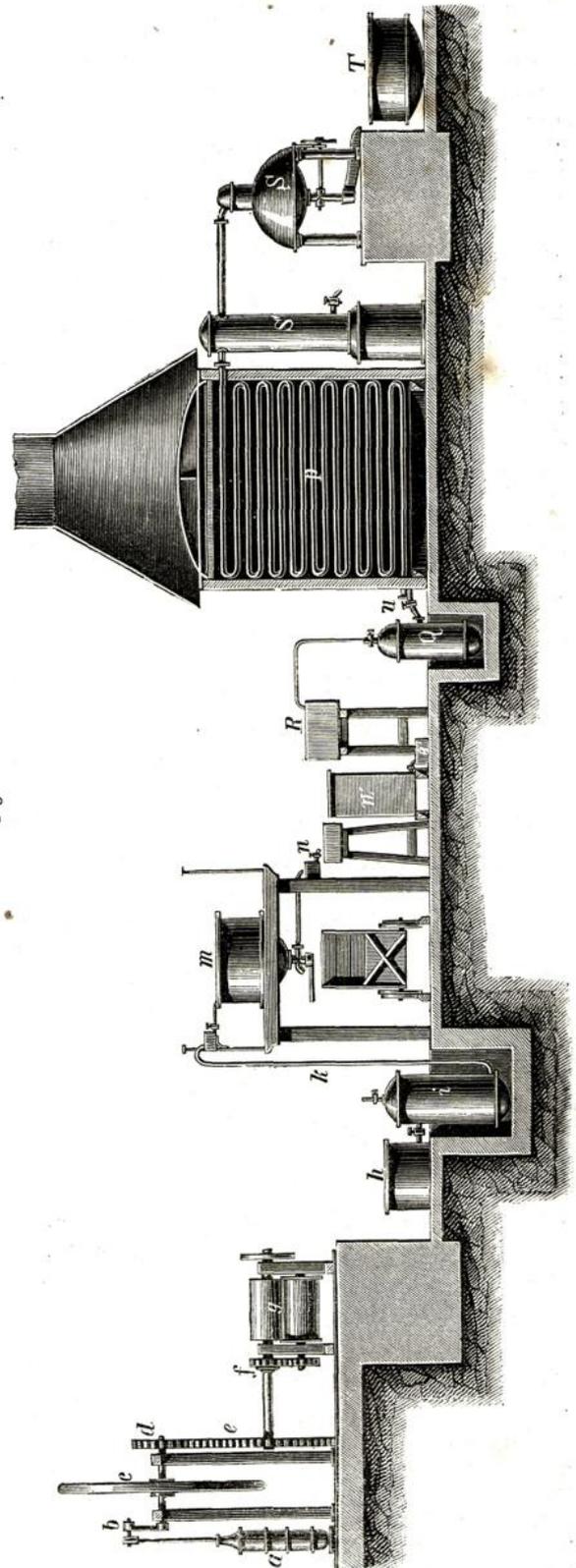
Es werden dort mit der alten sogenannten Kesselbatterie, wie solche im Vorhergehenden beschrieben, bei der Verarbeitung einer Ernte oder zur Gewinnung von etwa 600 Faß Zucker, à 1000 Pfd., wozu die Anlagekosten der Apparate zu 2000 Dollars angegeben werden, für ein Faß Zucker 3 bis 4 Klafter Brennholz verwendet. Der Reingewinn wird dabei auf 8000 Dollars berechnet. Die Verwendung einer Dampfsfanne zum letzten Eindicken des Saftes macht schon die Gewinnung eines zweiten Products möglich und erhöht den Reingewinn auf 19,000 Dollars.

Die Verbindung eines Vacuumapparates mit der alten Kesselbatterie vermehrt die Anlagekosten auf's Doppelte oder auf 4000 Dollars. Sie verbraucht eine gleiche Menge Brennmaterial, liefert aber einen bessern Zucker, was den Reingewinn einer Ernte auf mehr als 22,000 Dollars steigern soll.

Bei der Anwendung einer Dampfsfannenbatterie nebst Filter steigern sich die Anlagekosten auf 12,000 Dollars, ohne dafür einen größeren Reingewinn zu liefern. Erfolgt dabei die letzte Abdampfung im Vacuum, so hebt dies den Reinertrag um etwas.

Der *Degradand'sche*, durch *Derosne* in den französischen Colonien eingeführte Apparat soll den Aufwand an Brennmaterial hier auf $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Klafter Holz für 1 Faß à 1000 Pfd. Zucker vermindert haben und durch die Einführung des *Millieur'schen* Apparats soll dieser Aufwand nur noch $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Klafter Holz betragen.

Fig. 73 zeigt eine Zusammenstellung der einzelnen Theile einer verbesserten Einrichtung zur Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohr, wie solche durch *Derosne* in den französischen Colonien hergestellt wurde.



Durch eine oscillirende Dampfmaschine *a* wird hier die Kurbel *b* mit dem Schwungrade *c* in Bewegung gesetzt, die Bewegung wird durch die Räder *d*, *e*, *f* auf die drei oder fünf Cylinder der Walzenpresse *g* übertragen. Durch eine Rolle mit Triebriemen kann hierbei zugleich eine Wasserpumpe in Bewegung gesetzt werden. Der aus der Presse abfließende Saft kommt durch eine Rinne sogleich in die Pfannen *h* mit doppeltem Boden, wo er mit Dampf auf 50° C. erhitzt wird, um einer eintretenden Säuerung vorzubeugen. Sobald der Behälter *h* gefüllt ist, fließt der warme Saft nach *i* ab und wird hier mittelst der Saftpumpe oder Montejus durch das Rohr *k* in die Läuterungspfanne *m* gehoben. Der geläuterte Saft kommt dann auf das Filter *n'* mit schon für Syrup gebrauchter Kohle; der entfärbte Saft, der nach der Läuterung etwa 9° Beaumé zeigt, wird jetzt durch Herabfließenlassen über die Schlangentröhen *P*, welche durch die Dämpfe der Vacuumpfanne *S* erhitzt werden, bis auf 16° Beaumé concentrirt. Der Saft sammelt sich darauf in einem tiefer liegenden Reservoir, wo er durch Auffaugen in die Abdampfpfanne *S* gehoben wird, um hier im luftverdünnten Raume bis auf 25° Beaumé abgedampft zu werden; darauf fließt dieser Syrup durch das Rohr *u* in den Montejus *Q* und wird von diesem in das Reservoir *R* gehoben, um von hier auf das frisch mit Kohlen gefüllte Filter *n'* gebracht zu werden. Nach dem Filtriren wird der Saft bis zur vollständigen Concentration in der Pfanne *S* verkocht, dann in die Anwärmpfanne *T* gebracht und von dieser später in Formen, wobei die Behandlung genau dieselbe ist, wie bei der Rübenzuckerfabrikation. Die größeren Anlagekosten einer so vervollkommenen Einrichtung machen es wünschenswerth, für mehrere Zuckerplantagen eine gemeinschaftliche Zuckersabrik anzulegen.

Es sind die besseren Einrichtungen immer noch selten und die größere Menge Rohzucker wird noch nach der einfachen Methode gewonnen. Die größeren Anlagekosten und der Mangel oder die Kostbarkeit intelligenter Arbeiter, mehr noch die einträgliche Verwerthung der Abfälle zur Kumbereitung treten der allgemeinen Einführung der besseren Apparate und Fabrikationsmethoden entgegen.

Der Colonialzucker kommt als ostindischer in den Handel von Benares, Manilla, Java, Isle de France etc., als westindischer von Westindien und der Havana, als amerikanischer von Brasilien etc. Der erstere kommt hauptsächlich in Säcken aus Schilfblättern, der westindische in Fässern, der brasilianische und der von Cuba in Kisten.

Der im Handel vorkommende Rohzucker ist meist sehr verunreinigt durch Sand, Holz, Rohr u. dgl. Zu den reineren Sorten gehört der von Havana, immer enthält er mehr oder weniger unkrystallisirbaren Zucker, dann Farbstoff, Schleim und stickstoffhaltige Verbindungen, ferner Kali- und Kalksalze und als freie Säure nicht selten Milch-, Aepfel- und Essigsäure nebst anderen Zersetzungproducten des Zuckers. Dennoch wird er seines reinen Geschmacks wegen in großer Menge direct verbraucht.

Seine Qualität zum Raffiniren schätzt man zum

Theil nach der Farbe, der Größe und Schärfe seines Kornes oder seiner Krystalle mit Berücksichtigung seiner Feuchtigkeit. Die Menge seines krystallisationsfähigen Zuckers bestimmt man gegenwärtig leicht und sicher mit Hilfe der Polarisation, wobei die Menge seines Nichtzuckers eben so wenig außer Acht zu lassen ist, wie bei dem Saft der Rüben. Die Genauigkeit der Prüfung des Zuckers mittelst des Polarisationsapparates hat alle früheren Prüfungsarten zu gleichem Zwecke werthlos gemacht.

Raffiniren des gewonnenen Rohzuckers. Die Darstellung eines weißen, festen Gutzuckers aus dem meist in lockerem Zustande mit mehr oder weniger Färbung vorkommenden Rohzucker besteht in einer weitern Reinigung seiner Lösung durch's Klären und Filtriren, dann einer nochmaligen Kochung und weitem Reinigung der gewonnenen Krystalle in den Formen, sowie in der geeigneten Behandlung des Trocknens und geeigneten Darstellung für den Handel oder unmittelbaren Gebrauch.

Zunächst hat der Raffinirer für den herzustellen Gutzucker eine geeignete Sorte Rohzucker oder passende Mischungen von demselben zu wählen. Oft ist es zweckmäßig Colonialzucker, der fast immer sauer reagirt, mit alkalisch reagirendem, einheimischem Zucker zu mengen; der erstere verbessert bei einer solchen Mischung den Geschmack des letztern, während dieser durch seine größere Krystallisationsfähigkeit oder sein feineres, schärferes Korn die Krystallisation des erstern unterstützt und eine vollständigere und leichtere Trennung des Syrups möglich macht.

Die Rohzucker sind in trocknen, luftigen Räumen aufzubewahren, in welchen der gedielte Boden etwas abhängig ist, um den allenfalls aus den Fässern oder Säcken abfließenden Syrup mittelst Rinnen in gemeinschaftlichen Bassins auffangen zu können. Gleiche Sorten werden zusammengestellt. Vor dem Auflösen werden die Fässer oder Säcke auf einem steinernen Boden in der Nähe der Klärpfannen ausgepackt und dabei die Klumpen zerschlagen oder abgefordert gestekt. Um die Fässer und Kisten zu reinigen und allen Zucker daraus zu gewinnen, werden sie in einen flach gewölbten Raum gebracht, der mit verzinnem Kupferblech beschlagen ist, das zugleich eine rund herum laufende Rinne bildet; in der Mitte des Raumes ist hier durch ein Rohr Dampf von unten zuzuleiten. Man stürzt die zu reinigenden Fässer eines nach dem andern über die Mündung des Rohrs, der ausströmende Dampf verdichtet sich an den mit Zucker getränkten Wänden und wäscht so den Zucker mit möglichst wenig Flüssigkeit davon ab, die durch die Rinne in ein Sammelgefäß geleitet wird.

Vor dem Lösen oder Schmelzen wird der Zucker meist gestekt, die Klumpen zerschlagen oder in einer Farinmühle gemahlen oder vielmehr geschnitten, da die Einrichtung dieser Mühlen den Futterschneidmaschinen mit Messerwalzen ähnlich ist.

Zum Auflösen dienen gewöhnlich kupferne Pfannen, nach Art der Defecationskessel in den Rübenzuckerfabriken. Entweder werden sie über freiem Feuer oder mit-

telst Dampf geheizt. Sie müssen so hoch stehen, daß die Auflösung aus der Pfanne auf's Filter fließen kann.

Man bringt zunächst das Wasser, etwa 30 Proc. des Zuckergewichts, in die Pfanne, erhitzt dasselbe, während man gleichzeitig den Zucker hineinbringt. Die Lösung soll 27 bis 30° Beaumé zeigen. Sobald hier Alles gelöst ist, setzt man zum Klären auf je 100 Pfd. Zucker 5 Pfd. feine Knochenkohle und nachdem die Kohle durch Röhren gleichmäßig vertheilt ist, 1 bis 2 Proc. Rindsblut hinzu, welches vorher mit dem vierfachen Volumen Wasser gut gemengt wurde. Nach kurzem, aber starkem Umrühren läßt man die Lösung einmal rasch aufwallen, wobei das Eiweiß des Blutes coagulirt und alle trübenden Theile, also auch die feine Kohle einhüllt und so abscheidet. Das Klären wird hier durch die Einwirkung von wenig Knochenkohle und durch das Eiweiß des Blutwassers bewirkt. Das hierzu benutzte Blut muß unmittelbar nach dem Auffangen beim Schlachten fleißig mit einem Besen geschlagen werden, um das Fibrin abzusondern; es wird dann durchgeseiht und in geschwefelten Fässern aufbewahrt, oder es wird ihm ein wenig wässerige schweflige Säure oder etwas schwefligsaurer Kalk zugesetzt. Das Blut geht gern in Fäulniß über und hat dann den Nachtheil, daß es Gase von unerträglichem Geruch verbreitet; das faulende Blut kann aber auch einen Theil des Zuckers zersetzen, wenn die weitere Behandlung nicht bald erfolgt.

Beim Raffiniren von Colonialzucker setzt man auch wohl 1 bis 2 Proc. Kalkmilch hinzu, um die Säuren des Rohzuckers zu sättigen; dieser Zusatz ist unnöthig, sobald man überseeischen und einheimischen Zucker mit einander raffinirt, da der letztere meist etwas Zuckerkalk enthält.

Die völlige Klärung des Saftes wird nicht immer durch ein einmaliges Aufkochen erreicht, da sich das Eiweiß erst nach und nach vollständig ausscheidet, was deshalb so lange durch ein wiederholtes mäßiges Aufkochen zu befördern ist, bis dabei ein heller, weißer Schaum die nach oben ausgeschiedene Schmutzdecke durchbricht und der Saft völlig glanzhell erscheint. Zur Trennung der ausgeschiedenen Verunreinigungen von dem hellen Saft dienen verschiedene Einrichtungen, bei welchen man entweder den Saft in lange schmale Beutel füllt, deren zwei in einander stecken, wovon der innere, weiter als der äußere, aus feiner Leinwand oder einem dichten baumwollenen Stoffe besteht, während der äußere enger aus einer starken Leinwand angefertigt wird. Der innere weitere bildet in dem engeren viele Falten, wodurch das Abfließen des hellen Saftes beschleunigt wird; die größere Haltbarkeit des äußeren engeren Beutels gestattet nach dem freiwilligen Abfließen des Saftes noch ein Auspressen des Rückstandes, ohne befürchten zu müssen, daß der innere feinere Beutel durch einen stärkeren Druck leicht zerprengt werde. Zur bequemeren Füllung der Beutel werden dieselben an kleinen Rohrenden befestigt, die sich unterhalb eines flachen Behälters befinden. Der durch die Beutel zu filtrirende Saft wird in jenen Behälter geleitet, von wo der helle Saft durch die Beutel in einen unterhalb befindlichen zweiten Behälter abläuft, während die Unreinigkeiten in den Beuteln zu-

rückbleiben, aus welchen später durch Auspressen der Saft völlig zu gewinnen ist.

Statt dieser Taylor'schen Schaumfilter, die man früher auch zur Trennung des desfirten Rübensaftes von den ausgeschiedenen Verunreinigungen benutzte, werden beim Raffiniren auch Beutel angewandt, bei welchen die Flüssigkeit von außen nach innen filtrirt. Ein solches Filter besteht aus einem länglich viereckigen Kasten von Holz, innen mit Kupfer ausgeschlagen, 1 Meter breit, 1 Meter hoch und 2 Meter lang. In diesem Kasten werden Beutel von einem besondern nicht zu dichten Gewebe vertical aufgehängt, jeder Beutel schließt ein 3 bis 4 Centimeter breites Geflecht von Weiden oder Metalldraht ein, wodurch er ausgespannt ist, am untern Ende des Beutels ist ein Rohrstück befestigt, welches in ein Loch des Bodens dicht schließt. Die oberen Ränder der Säcke werden durch Leisten getragen, die durch Querbölzer festgespannt sind. In der Mitte des Kastens ist ein Zwischenraum von 33 Centimeter, um die letzten Säcke leicht einbringen zu können. Der zu filtrirende Syrup wird bei diesem so abgeänderten Filter in die Zwischenräume zwischen den Säcken gegossen, filtrirt dann in die ausgespannten Säcke hinein und fließt durch das untere offene Ende derselben in einen doppelten Boden mit Hahn oder unmittelbar in eine Rinne, welche die klare Flüssigkeit in ein besonderes Behältniß leitet. Die zuerst abfließende Flüssigkeit ist trübe und wird auf das gleiche Filter zurückgebracht; sobald das Durchlaufende klar ist, wird es gesondert aufgefangen. Die Kohle, mit dem geronnenen Blut und anderen Theilen gemengt, bleibt hier zurück und läßt sich besonders aus den von außen nach innen filtrirenden Taylor'schen Filtern leicht entfernen, indem man zuerst die Kohle aus dem Zwischenraum fortschafft, dann die einzelnen Säcke fortnimmt und zuletzt den ganzen Kasten leert. Die Säcke sind leicht zu reinigen. Die gebrauchte Kohle wird in kochendem Wasser aufgerührt und ausgewaschen. Der sich absetzende Schlamm kommt zum Abtropfen in einen mit Kupfer ausgeschlagenen Kasten, dessen Boden und vier Seiten mit Hürden von Weidengeflecht ausgefegt und mit Leinwand überspannt sind. Das klare Waschwasser von der Kohle wird statt reinen Wassers zum nächstfolgenden Lösen von Rohzucker verwandt; die zurückbleibende Zuckerkohle oder Blutkohle der Raffinerien wird als Dünger sehr geschätzt, da ihr Gehalt an Blut, phosphorsauren Salzen u. s. w. sehr wirksam ist.

Früher kam die auf angegebene Weise durch Blut und Kohle gereinigte Auflösung des Rohzuckers sogleich wieder zur Abdampfung oder zum Verkochen bis zur Krystallisation; mit der Anwendung der gekörnten Kohle in den Rübenzuckerfabriken fand diese auch in den Raffinerien bald Eingang und hat die Klärung mit Blut und feiner Kohle fast ganz verdrängt oder doch die Anwendung des feinen Kohlenstaubes, so daß man die Zuckerslösung vor der Filtration durch gekörnte Kohle nur mit Blut klärt, um sie von allen mechanischen Verunreinigungen befreit auf das Filter zu bringen.

Die Filtration durch gekörnte thierische Kohle erfolgt in gleicher Weise, wie bei der zweiten Filtration des Rübensaftes. Man hat dabei hauptsächlich für

eine staubfreie Kohle zu sorgen, da die concentrirtere Zuckerlösung die Staubtheile mit fortreißt. Es findet meist ein Uebersteigen oder die Leitung des Saftes über zwei Filter Statt. Man läßt mitunter die filtrirte Lösung durch einen mit Wadschwämmen gefüllten Behälter laufen, um durch diese die mit fortgerissenen feinen Kohlentheile besser zurückzuhalten.

Das Einkochen geschieht jetzt fast allgemein in den bereits erwähnten Vacuumapparaten, worin man die Masse meist auch zur Krystallisation bringt, d. h. auf Korn kocht. Die Kunst des Sieders besteht hier in der nach Beschaffenheit des Zuckers geeigneten Behandlung, um möglichst festgeschlossene Brode zu erhalten, die sich dennoch durch's Decken völlig frei von Syrup herstellen lassen.

Die Behandlung auf dem Zuckerboden ist der bereits erwähnten zur Gewinnung von Saftmelis fast gleich. Man giebt zunächst eine oder auch zwei Wasferdecken und dann eine solche von seinem Klärsel oder Deckel, welches man nicht selten durch Auflösen des feinsten Zuckers in kaltem Wasser darstellt, da die heiße Lösung stets etwas Schleimzucker enthält, der das Brod später lockerer macht; einige Fabriken verwenden deshalb noch eine Thondecke, die einen festern Zucker gewinnen läßt. Eine feine Raffinade erfordert immer schon einen syrupfreien Rohzucker; um diesen zu erhalten, kocht man gewöhnlichen Rohzucker zunächst in Kästen oder Reservoirs und trennt den Syrup davon mittelst der Centrifugalmaschine und durch Decken in derselben.

In einigen Raffinerien, namentlich in Belgien, hat man versucht, aus dem durch die Centrifugalmaschine gereinigten bessern Zucker, durch bloßes Schmelzen oder Erwärmen mit wenig Wasser, ohne völlige Lösung der Krystalle, dann Einfüllen und Decken in den Formen, einen weißen, festen Gutzucker darzustellen. Das Verfahren hat jedoch bis jetzt keine allgemeinere Verbreitung gefunden, weil der Zucker oder die Brode zu porös bleiben. Dasselbe ist der Fall mit der Anwendung der sogenannten Brodwurfmäschinen, worin der Zucker in den Formen durch Centrifugalkraft von Syrup sehr schnell zu befreien ist. Das gewaltsame Ausschleudern des Syrups macht das Brod porös und nicht so gleichmäßig fest, wie es im Handel meist verlangt wird.

Die beim Raffiniren des Rohzuckers erhaltenen Syrupe liefern durch wiederholtes Einkochen, je nach ihrer Reinheit, die verschiedenen geringeren Zuckersorten, die als Stückzucker, Stampmelis-, Lumpen- und Farinzucker im Handel vorkommen. Der vom indischen Rohzucker zuletzt übrig bleibende Syrup findet seines reinen Geschmacks wegen eine weit bessere Verwerthung als der vom Rübenroh Zucker, der deshalb meist mit jenem vermischt in den Handel gebracht wird.

Zur Bereitung von Kandiszucker verwendet man in der Regel dunkelgefärbte, aber doch grob- oder scharfkörnige Rohzucker. Dieselben werden mit wenig Kohle und Eiweiß geklärt und dann in offenen Pfannen und nicht selten noch auf offenem oder directem Feuer bis zur schwachen Blasenprobe eingekocht und dann sogleich in die Kandisbecken gebracht. Es sind dies oben breitere als unten, aus Kupfer gefertigte Gefäße, die etwa 40 Pfd. Füllmasse fassen. Sie haben seitwärts

eine größere Anzahl kleiner Oeffnungen, durch welche Fäden quer durch das Gefäß gezogen werden, an welche sich die größeren Krystalle ansetzen, während sich an den glatten Seiten kleinere Krystalle bilden. Um die Krystalle recht groß zu erhalten, stellt man die Gefäße in einen auf 65 bis 75° C. erhitzten Raum, die sogenannte Kandisstube, wo sie 10 bis 12 Tage unberührt stehen bleiben, während jene Temperatur gleichmäßig zu erhalten ist.

Durch die weitere Verdunstung der Flüssigkeit und durch das allmälige Erkalten entstehen dann die großen Krystalle, die einen Theil des Syrups mit einschließen und dadurch ihren intensiv süßen Geschmack und durch die zugleich beigemischten Salze des Syrups auch wohl ihre lösende Einwirkung auf die Schleimhäute erhalten. Mitunter mischt man fein pulverisirte Holzkohle unter das zu Kandis bestimmte Klärsel, wodurch man den schwarzen Kandis erhält, der für Brustkranke heilsam sein soll. (?)

Nach erfolgter Krystallisation wird der flüssig gebliebene Syrup von den Krystallen abgegossen und diese nach dem völligen Abfließen des Syrups in Körbe verpackt in den Handel gebracht. Die Kandisbereitung eignet sich mehr für den kleineren Gewerbsbetrieb, weshalb man solche Anstalten in größerer Zahl in einigen Seestädten findet.

Bereitung und Wiederbelebung der Knochenkohle. Die Bereitung der frischen Knochenkohle ist zwar nicht immer mit der Zuckersfabrikation verbunden, wohl aber findet die Wiederbelebung oder brauchbare Herstellung der bereits benutzten Kohle allgemein in der Zuckersfabrik Statt. Der Einfluß einer geeigneten Behandlung und die Unsicherheit und Umständlichkeit einer genauen Prüfung der wiedererlangten Brauchbarkeit machen es bei der Wichtigkeit einer guten Kohle dringend nöthig, die Operation der Wiederbelebung unter der speciellen Aufsicht der Fabrikanten auszuführen. Auch die Bereitung der frischen Kohle liegt dem Zuckersfabrikanten um so näher, als sie, wie gezeigt werden wird, auf zweckmäßige Weise mit der Wiederbelebung zu verbinden ist und der Fabrikant doch immer mindestens so viel neue Kohle bedarf, als zur Ergänzung des Abgangs bei der Wiederbelebung nöthig wird.

Zur Darstellung der thierischen Kohle eignen sich frische feste Rindsknochen und auch die von Pferden am besten; alle weicheeren Knochentheile liefern eine schnell in feines Pulver zerfallende Kohle. Vor der Verkohlung werden die Knochen zerschlagen und dabei alle unnützen und schädlichen Theile, wie Zähne, Hörner und Hufe oder Klauen entfernt. Mitunter lohnt es sich, aus den frischen Knochen, zunächst durch Auskochen oder Dämpfen das Fett (Mark) zu gewinnen, was weiter gereinigt das beste Maschinenschmieröl liefert. Knochen, die bereits zur Leimsfabrikation dienen, haben nur einen geringen Werth, da ihnen mit dem Leim das Material zur Bildung von Kohlenstoff entzogen wurde, den wir als den wirksamsten, wenn nicht allein werthvollen Theil ansehen müssen.

Zur Verkohlung der Knochen benutzt man noch am häufigsten eiserne runde Töpfe von etwa 1¼ Fuß Höhe

und $\frac{3}{4}$ Fuß Weite, deren mehrere zu einem 5 bis 6 Fuß hohen Stapel auf einander gesetzt und in kleine Oefen gebracht werden, deren Construction den sogenannten liegenden Ziegelöfen fast gleich kommt. Bei jedem Stapel ist nur der obere Topf mit einem Deckel versehen, da bei den übrigen ein Topf den andern deckt; sämmtliche Fugen sind mit Lehm zu verstreichen, um den Zutritt der Luft abzuhalten. In der Regel findet man vier solcher Oefen um einen gemeinschaftlichen Schornstein vereinigt, je zwei neben einander. An der schmalen Seite, dem Ramine gegenüber, befindet sich die Heizung und auf der Längenseite die Einsehtür, welche nach der Füllung des Ofens vermauert wird. Die obere Fläche des Ofens dient in der Regel zum Trocknen der wieder zu belebenden Kohle, da das Ausglühen derselben mitunter in eben solchen Töpfen vorgenommen wird. Nach dem Füllen des Ofens ist die Heizung erst nach und nach zu verstärken, um ein Zerspringen der Töpfe zu verhüten. Durch eine kleine Oeffnung in der Einsehtür läßt sich der Gang des Brandes beobachten. Die Erhitzung soll die helle Rothglühitze nicht übersteigen. Sobald die an den Fugen der Töpfe sich zeigenden kleinen Flämmchen von brennendem Gase verschwinden, ist die Verkohlung vollständig erreicht und die Heizung zu beendigen. Die Abkühlung des Ofens muß gleichfalls allmählig erfolgen, damit kein kalter Luftzug die Töpfe trifft, wodurch sie leicht Sprünge erhalten. Nach dem Ausleeren werden die Töpfe gleich wieder gefüllt oder durch bereits gefüllte ersetzt, damit die Abkühlung des Ofens nicht weiter erfolgt, als zum Ein- und Ausleeren nöthig wird. Die Dualität der auf diese Weise gewonnenen Kohle läßt in der Regel nichts zu wünschen übrig; dagegen erfordert sie viel Brennmaterial und Töpfe, die selten lange brauchbar bleiben und bei aller Vorsicht oft zerspringen.

Außer dieser Verkohlung in Töpfen benutzt man dazu auch noch stehende oder auch liegende Cylinder, aus welchen die Kohle nach dem Glühen in besondere Gefäße zum Verglühen oder Dämpfen und Erkalten gebracht wird. In einigen Fabriken benutzt man mit Vortheil die beim Verkohlen der Knochen sich erzeugenden Gase als Leuchtgas, wozu eine ganz ähnliche Einrichtung wie bei der Bereitung des Steinkohlengases dient. Auf welche Weise jenes Gas auch zweckmäßig zur Heizung bei der Wiederbelebung der Kohle zu verwenden ist, wird die unten näher beschriebene Einrichtung zeigen.

Gut gebrannte Knochenkohle soll tief schwarz, mit einem sammetartigen Glanze erscheinen und stark an der Zunge haften. Durch zu starkes Brennen verliert sie viel an ihrer Porosität und Wirkung, beim Zutritt der Luft verbrennt ihr Kohlenstoff und sie erscheint dann weiß. Alte, verwitterte Knochen geben eine graue, mürbe Kohle und bei zu schwacher Erhitzung behält sie ein bräunliches oder fuchsiges Aeußere. Je nach der Festigkeit der Knochen erhält man 40 bis 60 Proc. Kohle von diesen. Zur Zerkleinerung dienen sehr verschiedene Einrichtungen, meist aber Walzen, wovon gewöhnlich zwei oder mehrere Paare über einander angebracht sind. Die oberen dienen dann mehr zum Zerbrecen der größeren

Stücke, wozu sie mit kurzen Zähnen besetzt sind, während die unteren auf verschiedene Weise gereift werden, um möglichst wenig Staub zu liefern, der nur wenig Werth hat, da er selbst in den Raffinerien nur noch in geringer Menge angewandt wird. Durch Stoßsiebe oder besser durch Cylinder siebe erfolgt die Trennung der verschieden großen Körner, man zerkleinert die Kohle anfangs nicht sehr stark, weil die Körner durch den wiederholten Gebrauch nach und nach abgenutzt werden. In der Regel sind es Siebe, worin auf einen Zoll Länge fünf bis sechs Fäden oder Maschen kommen.

Beim Gebrauch dient die Kohle außer zur Entfärbung vorzugsweise zur Entfernung des Kalkes, der Alkalien und der durch diese in Auflösung erhaltenen schleimigen oder organischen Verunreinigungen des Saftes; um sie von diesen aufgenommenen Stoffen wieder zu befreien, ist sie einer Reihe von Operationen zu unterwerfen, welche nicht in allen Fabriken auf gleiche Weise ausgeführt werden.

Eine Hauptverunreinigung macht der Kalk aus, namentlich wenn keine Neutralisation desselben mittelst Kohlen säure stattfindet. Die Kohle ist in der Regel auf dreierlei Weise durch den Kalk verunreinigt, ein Theil desselben gelangte als rein mechanische Verunreinigung des Saftes, wenn dieser trübe auf's Filter lief, in die Kohle, ein anderer Theil kam gelöst als Aetzkalk, oder in Verbindung mit Zucker als Zuckerkalk und endlich als kohlen saurer Kalk in das Filter. Die Kohle ist dadurch theils mechanisch durch den Kalk verunreinigt, theils ist derselbe damit als Verunreinigung inniger verbunden und endlich macht er als kohlen saurer und phosphor saurer Kalk einen Bestandtheil der Kohle aus.

Die Trennung des Kalkes soll sich auf den Antheil beschränken, der nicht zum Bestand der Kohle gehört. Ein Theil dieses Kalkes läßt sich auf rein mechanischem Wege durch's Waschen der Kohle trennen, ein anderer Theil erfordert dagegen eine chemische Abscheidung. Die mechanische Trennung muß als die billigere der chemischen vorhergehen. Nach der Entfernung des Kalkes folgt dann zur weitem Reinigung der Kohle am zweckmäßigsten eine Zerstörung der organischen Verunreinigungen, die man zunächst am geeignetsten durch eine Fäulniß oder durch eine Verwesung derselben erreicht, der dann wiederum eine Trennung der gelösten Theile durch Auswaschen folgt, bevor man die gänzliche Zerstörung der organischen Verunreinigungen durch's Ausglühen der Kohle bewirkt. Hiernach hat sich die nachfolgende Behandlung der Kohle als zweckmäßig bewährt.

Die Kohle wird gleich nach dem Gebrauche gewaschen, dann aber zur Lösung des mehr gebundenen Kalkes und Beseitigung der alkalischen Reaction mit einer entsprechenden Menge Salzsäure behandelt, wozu man sie in eine flache, mit einem Siebboden versehene Wütte bringt und hier mit heißem Wasser übergießt, dem man zuvor, je nach der Menge des zu entfernenden Kalkes $\frac{1}{2}$ bis 1 Proc. vom Gewicht der Kohle an Säure beimischt. Durch Waschen der Kohle vor dem Ansäuern, was nicht immer in den Fabriken stattfindet, weil es zu umständlich erscheint, verliert die Kohle viel

von dem aufgenommenen Kalk und läßt dadurch eine Menge Säure ersparen.

Zur gleichmäßigen Vertheilung der Säure stellt man zweckmäßig in die Mitte der Bütte einen sogenannten Pfaff oder Bretterschlauch, der unterhalb des Siebbodens ausmündet und bis zur Höhe der Bütte aus den Kohlen hervorragt. In diesen Schlauch reicht von oben ein Bleirohr bis zum Siebboden, durch welches Dämpfe zuzuführen sind, die das im Schlauch befindliche Wasser schnell zum Kochen bringen. Durch diese Erhitzung gelangt die aufsteigende leichtere Flüssigkeit, zu welcher von unten immer wieder neue dringt, oberhalb der Kohle durch mehrere Oeffnungen des Schlauches in die Bütte zurück, wo sie die Kohle von oben nach unten durchzieht und dadurch eine gleichmäßige Vertheilung der sauren Flüssigkeit bewirkt. Die etwa noch fehlende Säure schüttet man dann nur nach und nach in den Schlauch. Um diese Circulation der Flüssigkeit von oben nach unten durch die Kohle recht gleichmäßig zu erlangen, umgiebt man den Schlauch mit einem Bretterkranz, wodurch die übersteigende Flüssigkeit mehr nach dem Rande der Bütte zu geleitet wird, da im andern Falle die Flüssigkeit mehr in der Nähe des Schlauches durch die Kohle ziehen würde. Man wendet in der Regel zwei Kränze an, einen engeren und einen weitern, wodurch man die Circulation genau reguliren kann.

Die auf diese Weise von dem überschüssigen Kalk oder der starken alkalischen Reaction befreite Kohle kommt nun entweder zur nassen oder zur sogenannten trocknen Gährung, oder eigentlich zur Fäulniß oder zur Verwesung ihrer organischen Theile. Um die erstere zu bewirken, übergießt man dieselbe am besten in steinernen Behältern, da hölzerne Gefäße hier bald zerstört werden, mit so viel warmem Wasser, bis dies die Kohle ganz bedeckt. Um die Fäulniß zu befördern, setzt man dem Wasser von der bereits in Fäulniß begriffenen Flüssigkeit eines ältern Gefäßes hinzu, steht diese noch nicht zu Gebote, so leitet Kleiowasser oder eine andere leicht faulende Flüssigkeit die besten Dienste; hauptsächlich ist es aber eine Temperatur von 25 bis 30° C., die zu einer raschen Fäulniß nöthig wird, ein geringer Zusatz von Melasse befördert mitunter auch diesen Proceß. Der gute Fortgang desselben giebt sich durch die Entwicklung eines übeln Geruchs zu erkennen. Die anfangs entstehende Zähigkeit der Flüssigkeit vermindert sich nach und nach und ihr gänzlich Verschwinden kann als Beendigung des Processes angesehen werden, was innerhalb 6 bis 10 Tagen der Fall sein wird.

Will man die Zersetzung der organischen Beimischungen der Kohle durch eine Verwesung derselben bewirken, so bringt man sie in ein warm und feucht zu erhaltendes Local, dessen Steinboden mit einem hohl liegenden Bretterboden zu bedecken ist, auf welchem die Kohle nicht über 3 Fuß hoch aufzuschütten ist. Das Local muß den Bedarf an Kohle für mindestens 20 Tage fassen und erhält am zweckmäßigsten eben so viele Abtheilungen, um das tägliche Quantum abgesondert zu erhalten. Bei warmer, feuchter Luft wird bald eine Erwärmung des Hauses bemerkbar, nach wenigen Tagen überzieht sich derselbe mit einer weißen Schimmeldecke, die bei gutem Fortgang der Verwesung immer stärker wird,

dann aber auch nach und nach wieder verschwindet, was gleichfalls als Zeichen der vollendeten Verwesung oder Beendigung des Processes anzusehen ist und je nach der Wärme des Locals innerhalb 12 bis 15 Tagen der Fall sein wird.

Nach beendigter Gährung (Fäulung oder Verwesung) wird die Kohle entweder sogleich gewaschen oder besser zunächst noch mit Dampf ausgekocht, wodurch das reinere Auswaschen sehr zu befördern ist. Zu dieser Behandlung mit Dampf bringt man die Kohle in mehr hohe als weite eiserne Cylinder und leitet so lange oberhalb Dampf zu, als unterhalb eine schmutzige, übelriechende Flüssigkeit abläuft. Es ist besser, zu diesem Ausdämpfen der Kohle keine hochgespannten Dämpfe anzuwenden, weil hier kein Trocknen der Kohle erreicht werden soll.

Zum Waschen dienen verschiedene Vorrichtungen. Am häufigsten geschieht es mittelst eines Schrauben- oder Schneckenganges, der sich in einem etwas geneigt liegenden Halbcylinder dreht. Während die im niedrigsten Theil zugeworfene Kohle durch die Drehung der Schnecke nach aufwärts geschoben wird, fließt ihr von hier das zugeführte Wasser entgegen. Am obern Theile wird die gereinigte Kohle durch den letzten Schneckengang ausgeworfen. Die Vorrichtung ist einfach, wäscht bei reichlichem Zuflusse von Wasser recht gut und bedarf bei rascher Leistung, bis 150 Ctr. binnen 24 Stunden, keine bedeutende Betriebskraft, sie verursacht aber einen größern Abgang an der Kohle, indem viele Körner von dem Schneckengange zerrieben werden.

Eine andere nicht selten in Gebrauch gekommene Kohlenwäsche ist die von Hofmann; sie besteht aus einer weiten, etwas conischen Trommel, die auf der äußern Peripherie mit zwei erhabenen Eisenschienen versehen ist, wodurch sie auf Frictionsrollen leicht drehbar wird. Die innere Peripherie der Trommel wird durch etwa 3 Zoll hohe Ringe in 6 bis 8 Zoll breite Fächer und diese wiederum durch Querleisten getheilt. Diese Querleisten haben eine solche Stellung, daß sie beim Drehen der Trommel die am weitern Theile eingeworfene Kohle aus dem untern Ring in den nächst höhern gleiten lassen und dieselbe auf diese Weise von einem Fach zum andern dem engeren Theile der Trommel zuführen. Die Kohle kommt dabei mit dem von diesem Theile zufließenden Wasser in wiederholte Berührung, bis sie rein gewaschen hier die Trommel verläßt. Die Maschine liefert mit wenig Wasser eine rein gewaschene und nicht zerriebene Kohle, dagegen wird getadelt, daß sich die Kohle darin zu sehr abrunde oder schleife und dadurch eine zu glatte, weniger wirksame Oberfläche erhalte.

In der kleinen Zuckerrabrik zu Hohenheim wird seit vielen Jahren eine sehr einfache Vorrichtung zum Waschen der Kohle angewandt, die mit wenig Wasser eine reine Kohle liefert und diese weder gewaltfam zerdrückt oder zerreibt, noch zu sehr abrundet oder schleift. Sie dient hier nur zum Handbetrieb, könnte aber auch leicht für den größern Bedarf mittelst einer Vorrichtung zum Maschinenbetrieb eingerichtet werden. Sie besteht aus einer einfachen Rinne, worin die an einem Ende hineingeworfene Kohle mittelst einer etwas gewölbten Sieb-

schaufel dem andern Ende, von welchem das Wasser zufließt, zugeschoben wird. Das untere Ende ist bis zur halben Höhe der Rinne geschlossen, so daß hier die Kohle stets mit Wasser bedeckt bleibt, während dies am obern Ende nur 2 bis 3 Zoll hoch steht. Die reine Kohle wird von hier mit der Schaufel entfernt, wobei sich genau darauf achten läßt, daß nur helles, reines Wasser davon abläuft. Das mit dem Schmutz und leichten Kohlentheilen abfließende Wasser wird zunächst in ein Gefäß geleitet, worin sich die allenfalls mit fortgerissene gröbere Kohle absetzt, die von hier wieder in die Maschine zurückzubringen ist; eine weitere Grube dient zum Absetzen des Schlammes, bevor das Wasser ganz entfernt wird.

In neuerer Zeit erhielt die Vorrichtung dadurch noch eine Verbesserung, daß am Boden des obern Theils der Rinne eine Vertiefung angebracht wurde, die mit einem

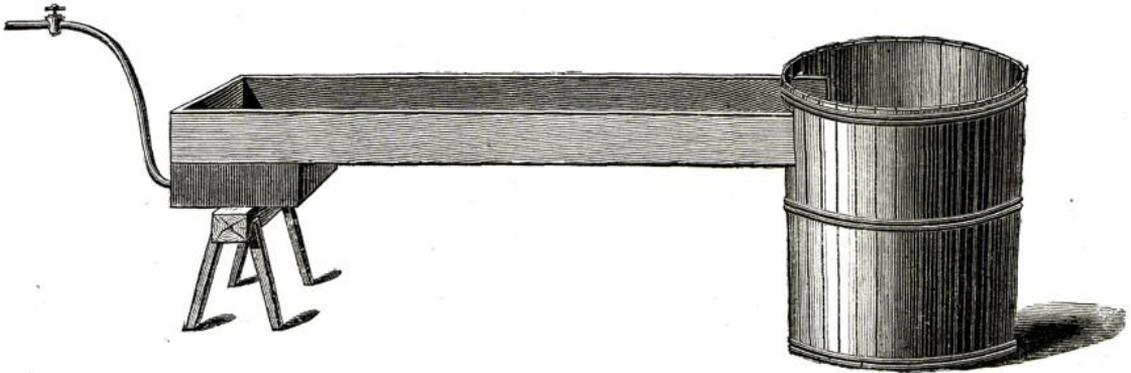
Siebe bedeckt das zugeführte Wasser zunächst aufnimmt, so daß dieses von unten durch das Sieb in die Rinne gelangt, wobei es sich gleichmäßiger in der Kohle vertheilt als beim Zufluß von oben. Das Sieb ist auf der Vertiefung nur so weit befestigt, daß es nicht zu verschieben, aber leicht abzunehmen ist, um von Zeit zu Zeit die feine Kohle, die durch das Sieb gedrungen, aus der Vertiefung zu entfernen.

Fig. 74 zeigt die kleine Siebschaufel und Fig. 75 giebt eine Ansicht der Kohlenwäsche *).

Fig. 74.



Fig. 75.



Nach dem Waschen bringt man die Kohle zum Trocknen auf den Ofen, worin das Ausglühen derselben vorgenommen wird. Um dies Trocknen zu befördern, wird die Kohle in manchen Fabriken nach dem Waschen nochmals gedämpft und namentlich mit stark gespannten oder recht heißen Dämpfen, wodurch die Kohle ihr Wasser sehr rasch verliert; vielleicht wären dazu überhitzte Dämpfe mit besonderem Vortheil anzuwenden. Die früher schon angestellten Versuche, die Wiederbelebung der Kohle oder ihr Ausglühen mit solchen überhitzten Dämpfen auszuführen, scheinen kein günstiges Resultat geliefert zu haben, da es keine dauernde Anwendung gefunden hat.

Zum Ausglühen der Kohle dienen gegenwärtig fast allgemein Ofen mit stehenden Cylindern, die von oben gefüllt werden und unten wieder zu entleeren sind. Von der ganzen Länge dieser Röhren werden nur drei Viertel vom Feuer berührt, das untere Viertel hängt frei unterhalb der Ofensohle und dient zum Verglühen oder Erkalten der Kohle, bevor sie aus dem Cylinder entfernt wird.

Fig. 76 zeigt den Längendurchschnitt und Fig. 77 den Horizontaldurchschnitt eines solchen Wiederbelebungs-ofens.

A ist der Feuerraum mit dem Roste *rr* . . . und den beiden durch eiserne Thüren gut schließbaren Heizöffnungen *hh*. C ist der Aschenfall. Das Traggewölbe *g* geht nur durch die Mitte quer durch und von ihm

zweigen sich seitwärts zwei andere Bogen ab. D ist der eigentliche Glühraum, in welchem hier vierzig gußeiserne oben offene Cylinder *cc* . . . in vier Reihen stehen und resp. von den durch Rippen verstärkten gußeisernen Platten *pp* . . . getragen werden. Die durchbrochen gemauerte Feuerwand *ff* . . . trennt diesen Raum von A. Man sieht aus Fig. 77, daß die Oeffnungen des Feuerraums immer genau in die Mitte zwischen zwei Reihen der Cylinder *cc* fallen. Der Bogen des Traggewölbes *g'*, Fig. 76, ist natürlich nicht offen, sondern ausgemauert. E ist der Raum zum Entleeren der Cylinder von der ausgeglühten Kohle. In diesen Raum treten die Cylinder *cc* zum vierten Theil ihrer Länge durch die Platten *pp* hindurch frei hinab und sind hier unten durch Schieber *ss* geschlossen. F ist die aus gebrannten Steinen, möglichst großen Platten, herge-

*) Ihre bisherige Einrichtung wurde bereits 1839 im Hohensheimer Wochenblatte beschrieben und später auch in dem Lehrbuche der landwirthschaftlichen Gewerbe von Otto aufgenommen. Wir erwähnen dies hier, weil die jüngst in Preußen patentirte Kohlenwaschmaschine von Klusemann, die sehr gelobt wird, nach gleichem Principe gebaut zu sein scheint, nur daß dabei das Verschieben der Kohle statt mit einer durch die Hand geführten Siebschaufel mit mehreren solchen Schaufeln bewerkstelligt wird, die sich an quer über der Rinne angebrachten Aren befinden und außen mit conischen Rädern versehen sind, die durch eben solche Räder auf einer gemeinschaftlichen Welle ihre Bewegung erhalten.

Fig. 76.

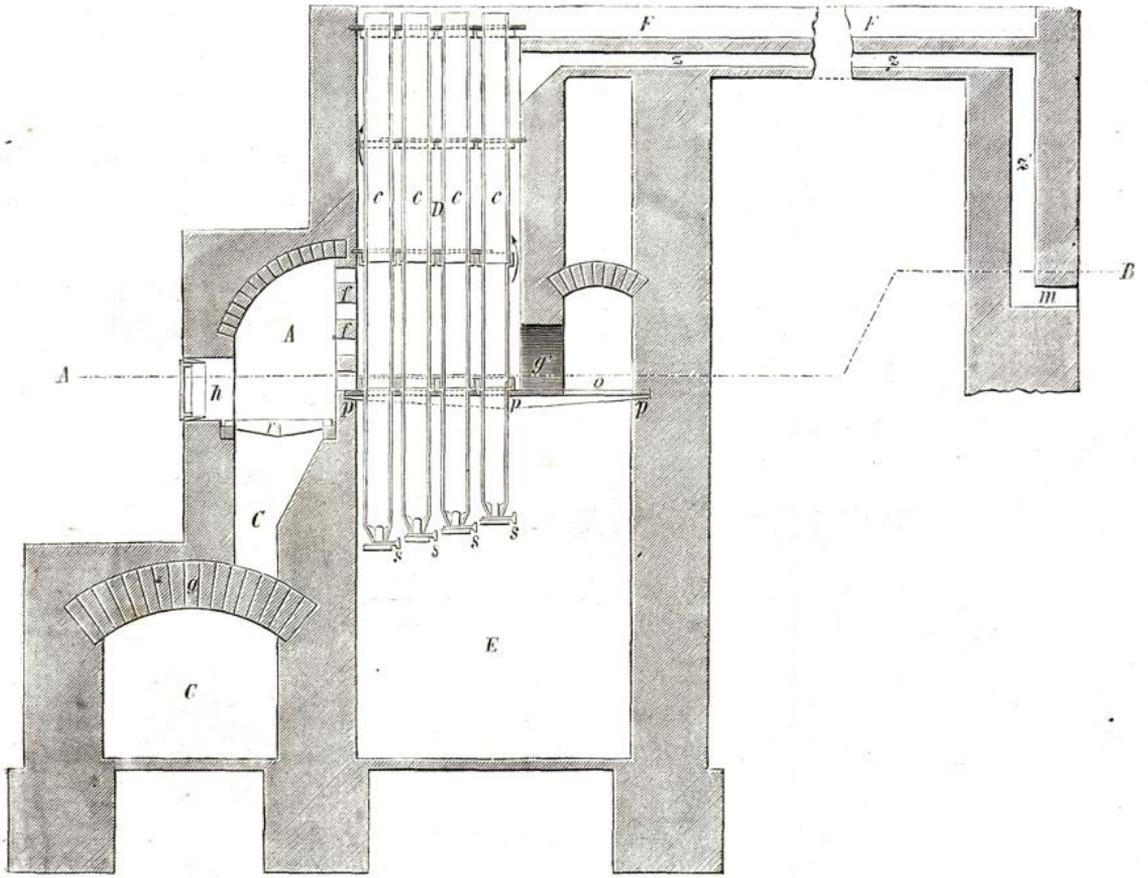
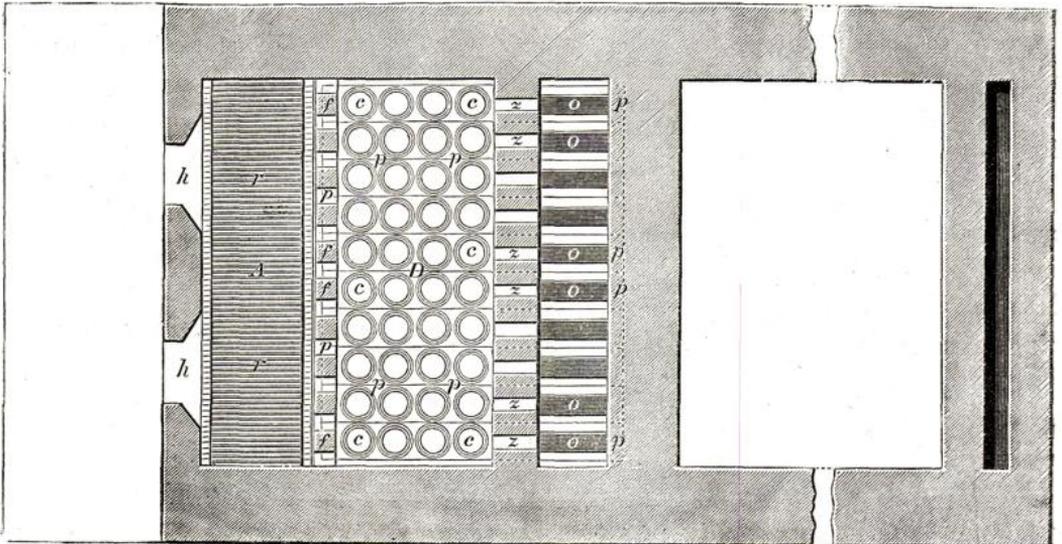


Fig. 77.



stellte Darfläche zum Trocknen der Kohle. Die Fläche wird durch das abziehende Feuer erwärmt, indem dies, ehe es in den Schornstein gelangt, in den Zügen *ss* unter der Darfläche fortgeleitet wird. Diese Züge vereinigen sich zuletzt in dem Zuge *s'*, welcher bei *m* in den Schornstein mündet.

Die Art und Weise, wie mit dem Ofen gearbeitet wird, bedarf nur weniger Worte zur Erläuterung. Nach Füllung der Röhren und Beginn des Heizens wird das untere Drittel der vom Feuer umspielten Röhren zunächst vollständig durchglüht werden, was durch kleine in den Seitenwänden des Ofens angebrachte schließbare Oeffnungen zu beobachten ist. Sobald dies bemerkbar wird, öffnet man der Reihe nach die Schieber *s* und entfernt aus dem untern freihängenden Theile der Röhren zunächst etwa die Hälfte der darin befindlichen Kohle; hierdurch wird von den bereits glühenden aus dem Ofen in die freihängenden Röhren niedersinken und durch die minder glühenden von oben ersetzt werden, was dann ein Nachfüllen der Röhren von der Darre nöthig macht. Sobald der heißere Theil der Röhren wiederum eine helle Rothglüh Hitze zeigt, werden die Schieber *s* auf's Neue gezogen und nun so viel Kohle unten entfernt, als noch von der ersten Einfüllung ungeglüht unten vorhanden ist. Die Kohle von diesen beiden ersten Abzügen bringt man oben auf den Ofen zurück, weil sie der Glüh Hitze noch nicht ausgesetzt waren. Ist der Ofen in regelmäßigem Gange, so können dann alle halbe Stunde aus jedem Cylinder etwa so viel wie in dem heißern Theile gehörig durchgeglüht und in dem freihängenden Theil völlig verglühte Kohle als fertig abgezogen werden; man zieht jedoch stets etwas weniger ab, um sicher zu sein, daß keine ungeglühte Kohle mit entfernt wird. Zum Auffangen der abziehenden Kohle dient ein kleines Gefäß, dessen Inhalt die Menge der fertigen Kohle genau bestimmen läßt.

Damit sich die Temperatur in dem Raume *E* nicht zu sehr erhöhe, sind die Platten *p* so gegossen, daß sie hinten die vierseitigen Oeffnungen *oo* . . . bilden, durch welche die heiße Luft in die Höhe treten kann. Hauptbedingung zur Erlangung einer guten Kohle ist eine gleichmäßige Heizung, wozu sich Torf und Braunkohle besser eignen als Steinkohlen, die die zunächst stehenden Röhren bald verbrennen. Ein Ofen mit 40 Röhren kann bei aufmerkssamer Bedienung binnen 24 Stunden 200 Ctnr. geglühte Kohle liefern.

Statt der runden Röhren werden zweckmäßiger ovale Röhren angewandt, weil sie mehr Heizfläche im Verhältniß zum Querschnitt darbieten.

Für den kleinern Bedarf hat sich die in der Zuckerfabrik zu Hohenheim ausgeführte Verbindung der Vorrichtungen zum Trocknen, Ausglühen der gebrauchten und zur Bereitung von frischer Kohle bewährt.

Fig. 78 zeigt einen Längendurchschnitt und Fig. 79 einen Horizontaldurchschnitt dieser Einrichtung. *A* ist der Feuerraum, dessen Aschenfall *G* nach vorn ganz geschlossen ist, so daß der Luftzutritt nur durch das Rohrstück *a* aus dem Raume *H* erfolgt.

Die beiden Cylinder *BB* dienen zur Verkohlung der Knochen; sie werden oberhalb gefüllt und durch den Deckel *f* einzeln geschlossen, während sie unterhalb mit

dem gemeinschaftlichen Schieber *g* versehen sind. Die bei der Verkohlung erzeugten Gase entweichen durch ein unten seitwärts befindliches Rohr in den Feuerraum *A*, wo sie sich entzünden und dadurch zur Heizung wesentlich beitragen.

Die Blechkapsel *E* dient zur Aufnahme der frischen Kohle; sie ist nach der Füllung durch eine zweite zu ersetzen. Der Raum, worin sich die Glüh- oder Wiederbelebungsrohre *CC* befinden, ist hier auf der halben Höhe in zwei Etagen getheilt; auch die Cylinder haben nicht die ganze Höhe; sie sind aus zwei Stücken zusammengesetzt, wovon das untere Rohr vorzugsweise zum Durchglühen der Kohle dient, während diese im obern nur stark erhitzt wird. Unten stehen die Cylinder auf einer Gußplatte mit entsprechenden Oeffnungen für den trichterförmigen Theil der Röhren, die hier durch Schieber *z* verschließen sind.

Die unteren Cylinder hängen in einer Gußplatte, die auf dem flachen Gewölbe ruht. Die obere Abtheilung wird durch eine eben solche Platte gedeckt. In jedem Wiederbelebungsylinder steckt ein engeres Rohr *e*, um den innern Raum auszufüllen und das vollständige Durchglühen der Kohle, die den Zwischenraum ausfüllt, zu erleichtern; zugleich läßt das leere Rohr sicherer das vollständige Durchglühen der Kohle erkennen.

Die Säule *b* dient zur Unterstützung der untern Platte. Der in dem untern Theile des Ofens von feuerfesten Steinen aufgeführte Pfeiler *c* giebt dem flachen Gewölbe mehr Halt und die Zwischenwand *d* im obern Raume leitet die Hitze in der durch die Pfeile angezeigten Richtung. Durch den Zug oder Canal *m* gelangt die Feuerluft vom untern in den obern Theil des Ofens und von diesem durch den Canal *n* unter die Trommel *D*, bevor sie durch die Oeffnung *o* in den Kamin *p* entweicht.

Die Trommel *D* dient zum Trocknen der feuchten Kohle. Sie ist auf der Axe *q* durch Arme befestigt und durch diese mittelst der Kurbel *r* in den Pfannlagern *ss* drehbar. Nach der Kurbel zu ist ein Schnecken gang auf der Axe befestigt, welcher sich hier in einem festliegenden Rohrstücke bewegt. In dieses Rohrstück mündet der Trichter *h*, der die Kohle zunächst aufnimmt. Der Schieber *i* läßt die Oeffnung unter dem Trichter beliebig verschließen und die Menge der zuzuleitenden Kohle bestimmen. Beim Drehen der Axe wird die Kohle durch den Schnecken gang nach und nach in die Trommel gebracht, aus welcher sie am weitern Theile auf die obere Ofenplatte und von hier in die Glühcylinder fällt.

Die Cylinder *F* dienen zur Aufnahme der geglühten Kohle, welche darin bis zum Erkalten gegen den Zutritt der Luft geschützt bleibt. Zweckmäßiger wäre es, die Glühcylinder wie bei dem oben beschriebenen Ofen unterhalb mit freihängenden Verglührohren zu versehen, so daß nur verglühte Kohle zur Ausleerung käme.

Etwa zwei Stunden nach dem Anfüllen der Cylinder *BB* mit Knochen sind diese hinreichend verkohlt, was man an dem Erlöschen der Gasflamme, die in den Ofen streicht, erkennt. Vor dem Ausleeren werden dann die Dämpfer *E*, deren mehrere vorhanden sind, gewechselt. Man zieht den Schieber *g* und öffnet gleich-

zeitig die Cylinder oberhalb, um nöthigenfalls die sich sperrenden Kohlen von oben nach abwärts stoßen zu können. Sind die Cylinder und der Dämpfer durch

ihre Schieber wieder geschlossen, so werden die ersteren wieder mit frischen Knochen gefüllt und sämtliche Fugen mit Lehm verstrichen. Jede Füllung der beiden

Fig. 78.

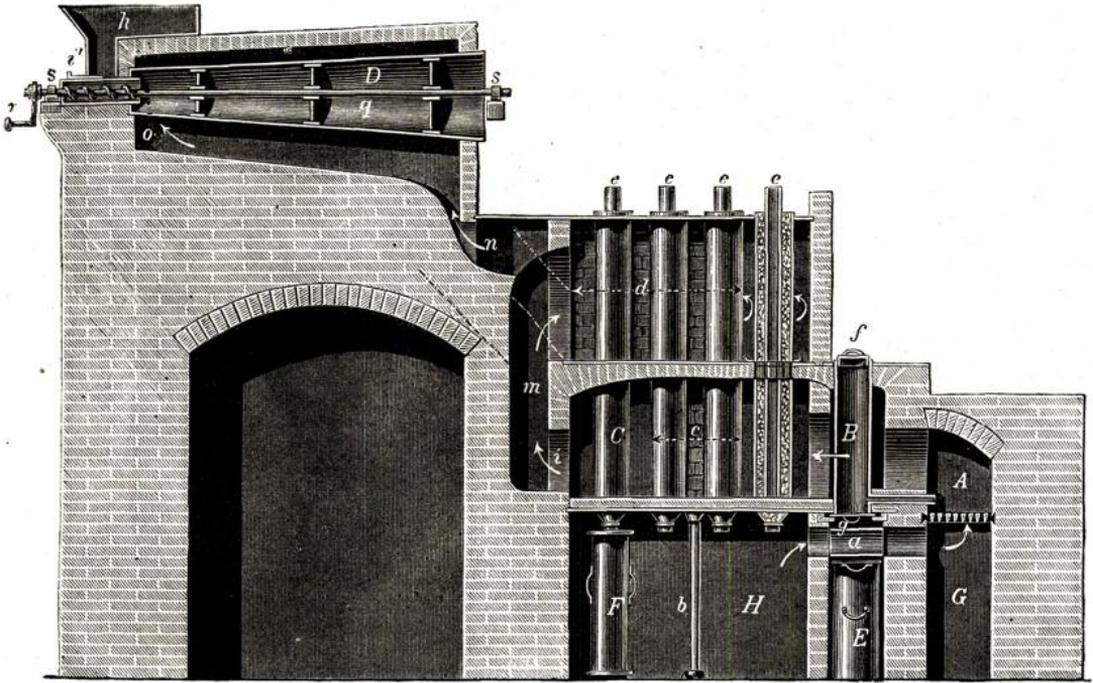
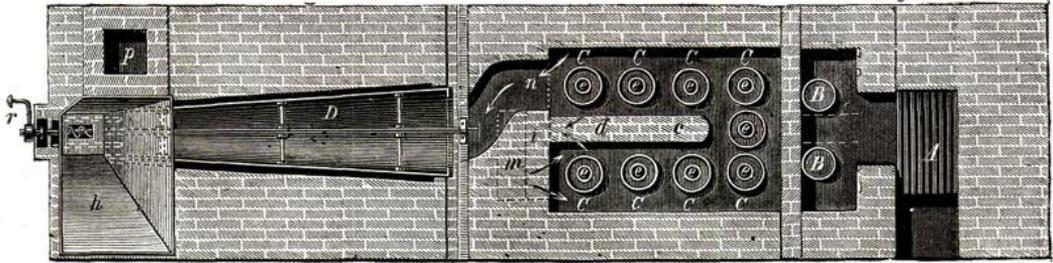


Fig. 79.



Cylinder liefert 50 bis 60 Pfd. Kohle, so daß täglich 5 bis 6 Ctnr. Kohle leicht zu gewinnen sind.

Erkennt man durch die inneren Röhren der Wiederbelebungsylinder, daß die Kohle in der untern Abtheilung vollständig durchgeglüht ist, so wird der Inhalt dieses untern Theils in einen der Dämpfer *F* abgezogen. Der Inhalt der obern Abtheilung gelangt dann in die untere und die obere wird auf's Neue mit der in *D* getrockneten Kohle gefüllt.

Bei regelmäßigem Gange wird es möglich, jede Stunde eine neue Portion Kohle abzugeben. Die Dämpfer *F* bleiben zunächst in dem untern Raume stehen, um ihre Wärme für die Feuerung noch nutzbar zu machen. Jeder Abzug liefert hier etwa 50 Pfd. Kohle, so daß mit jedem Cylinder täglich circa 10 Ctnr. wiederzubeleben sind. Der Aufwand von Brennmaterial beträgt bei der Verwendung eines mittelmäßigen Torfs etwa 1 Ctnr. für 5 Ctnr. Kohle. Die Ersparung an

Brennmaterial durch die Benutzung der Gase zeigt sich dabei als sehr erheblich, da ohne diese eine weit stärkere Heizung nöthig wird, die ein schnelleres Verbrennen der Cylinder herbeiführt.

Die Kohle erleidet durch den Gebrauch und bei ihrer Wiederbelebungs einen Abgang von 6 bis 8 Proc., welcher um so bedeutender ist, je mehr Säure zur Entfernung des aufgenommenen Kalks nöthig wird. Sie erlangt ihre Wirksamkeit in um so höherem Grade wieder, je vollständiger sie von dem aufgenommenen Kalk und von ihren übrigen Verunreinigungen, durch den Gährungsproceß und durch's Glühen wieder befreit wurde.

Zur Ermittlung der aufgenommenen Kalkmenge, um danach die Menge der nöthigen Säure genauer bestimmen zu können, wurde zuerst von Schatten ein Verfahren angegeben, welches bisher die meiste Verbreitung gefunden, obgleich seitdem schon viele andere ge-

nauere Prüfungsarten in Vorschlag gebracht wurden. Die Ungleichheit des Kalkgehalts der Kohle von ein und demselben Haufen oder nach jedem Gebrauche derselben vermindert den Werth einer genauern Ermittlung, wenn diese auf Kosten der Einfachheit und Sicherheit für weniger Geübte erlangt werden kann.

Nach der Angabe von Schatzen hat man ein bestimmtes Quantum (8 Loth) der zu untersuchenden Kohle, getrocknet und fein gestoßen, mit der doppelten Menge verdünnter Essigsäure (1,0115 spez. Gew.) unter Erwärmung auf 75 bis 80° C. zu übergießen, nach dem Erkalten zu filtriren und dann aus der Zunahme des spezifischen Gewichts der erhaltenen Auflösung die vorhandene Kalkmenge zu bestimmen. Zur Prüfung der Auflösung dient ein Aräometer (Kalkwaage), welches den Gehalt des aufgenommenen Kalkes von 0 bis 15 Proc. der Kohle erkennen läßt.

Statt der Kalkwaage kann auch das Saccharometer von Brix dienen, wozu Professor Otto die nachfolgende Reduktionstabelle geliefert hat.

Grade Brix.	Grade Schatzen.	Grade Brix.	Grade Schatzen.
4	= 1,2	10	= 8,2
4,5	= 1,7	10,5	= 8,7
5	= 2,3	11	= 9,3
5,5	= 2,9	11,5	= 9,9
6	= 3,5	12	= 10,5
6,5	= 4,1	12,5	= 11,1
7	= 4,7	13	= 11,7
7,5	= 5,2	13,5	= 12,2
8	= 5,8	14	= 12,8
8,5	= 6,4	14,5	= 13,4
9	= 7,0	15	= 14,0
9,5	= 7,6		

Da selbst die verdünnte Essigsäure, wie sie Schatzen anwendet, wenn sich in der Kohle keine genügende Menge kohlen-saurer Kalk zu ihrer Sättigung findet, den phosphorsaurer Kalk der Kohle löst, so empfiehlt Otto zur Ermittlung des aufgenommenen Kalkgehalts eine verdünnte Salzsäure von bestimmtem Procentgehalt oder spezifischem Gewicht (4,5° Brix oder 1,017 spez. Gew.) mit einem Säuregehalt von 3,6 Proc. anzuwenden und mit dieser Probefäure die zu untersuchende Kohlenprobe nur bis zur schwachen Säuerung zu versetzen. Nach seiner Angabe sind 50 Gramm dieser verdünnten Säure 49,1 Cubikcentimeter, und da diese 1,8 Gramm Salzsäure enthalten, so sind in 50 Cubikcentimeter der Probefäure 1,83 Gramm Salzsäure, die von 2,5 Gramm kohlen-saurem Kalk neutralisirt werden, wonach 10 Cubikcentimeter der verbrauchten Säure 0,5 Gramm kohlen-saurem Kalk entsprechen.

Man nimmt zu einer solchen Probe 50 Gramm der pulverisirten Kohle und übergießt sie in einem kleinen Messingkeffel mit 200 Gramm Wasser. Der Kessel wird über eine Spirituslampe gestellt und darüber eine Mohr'sche Röhre mit Quetschhahn, aus welcher man je 5 Cubikcentimeter der Probefäure einfließen läßt. Hierauf bringt man die Probe zum Sieden und erhält sie einige Minuten bei dieser Temperatur; dann nimmt man den Kessel von der Lampe, worauf sich die Flüssigkeit bald klärt. Man taucht dann einen Streifen blaues Lackmuspapier ein. Bleibt das Papier blau oder erhält es keine entschieden rothe Färbung, so kommt

der Kessel wieder über die Lampe; man läßt von Neuem 5 Cubikcentimeter Probefäure einfließen, mischt, kocht oder erhitzt einige Minuten unter Umrühren, nimmt den Kessel ab und prüft die Flüssigkeit abermals mit Lackmuspapier. So operirt man fort, bis sich entschieden rothe Färbung des Papiers zeigt. Dann erhitzt man nochmals einige Minuten, wodurch die rothe Färbung des Papiers nicht wieder vergehen darf, sonst muß man nochmals 5 Cubikcentimeter Probefäure einfließen lassen.

Je 10 Cubikcentimeter der verbrauchten Probefäure zeigen 1 Proc. aufgelösten kohlen-sauren Kalk.

Bei dieser Prüfung ist die angegebene Wassermenge, die zuzusetzen ist, genau einzuhalten und das durch's Kochen verdampfte wieder zu ergänzen. Die rothe Färbung des Papiers muß entschieden erlangt werden. Sollte man zweifelhaft sein, die genügende Menge Säure verwandt zu haben, so schlägt Otto noch eine weitere Prüfung vor; man bringe von der Flüssigkeit ein wenig auf ein kleines Filter und versetze das Filtrat mit Ammoniak; entsteht hier ein gelatinöser Niederschlag, der die ganze Flüssigkeit dickflüssig macht und nicht in einzelnen Flocken austritt, so hat man schon zu viel Säure angewandt und es ist dann schon phosphorsaurer Kalk gelöst; Ammoniak soll das Filtrat ganz klar lassen oder nur wenig Flocken ausscheiden. Hat man durch die Probe 3 Proc. Kalk gefunden, so kann man der Kohle ohne Nachtheil 2 1/4 bis 2 1/2 Proc. Kalk durch die Säuerung entziehen.

Eine andere sehr nachtheilige Verunreinigung der Kohle ist die mit Gips, der durch die Verwendung eines gipshaltigen Wassers oder durch einen gipshaltigen Kalk bei der Defecation, oder aber auch durch die Anwendung einer schwefelsäurehaltigen Salzsäure in die Kohle gelangen kann. Diese Verunreinigung wird dadurch nachtheilig, daß der Gips beim Glühen eine Kalkschwefeleber bildet, welche durch die ägenden Alkalien des geschiedenen Rüben-saftes bei der Filtration eine leichter lösliche Kalkschwefelleber entstehen läßt, die wieder von den Metallgefäßen zerstört wird und dem Zucker eine graue Farbe ertheilt. Um den Gips aus der Kohle zu entfernen, wird es nöthig, diese mit kohlen-saurem Natron auf ähnliche Weise zu behandeln, wie es bei dem Ansäuern der Kohle näher angegeben wurde. Statt der Säure wird dann zunächst so lange kohlen-saures Natron zugesetzt und gekocht, bis die Kohle entschieden alkalisch reagirt; nach dem Ablassen der dunkelgefärbten Flüssigkeit ist die Kohle wiederholt zu waschen, um alles Natron zu entfernen, wonach dann das Ansäuern erfolgen kann.

Die vollständige Beschreibung der Darstellung der Knochenkohle siehe bei Weinschwarz im Hauptwerk Bb. I. S. 790.

Saccharimetrie. Die analytischen Methoden, welche zur Untersuchung zuckerhaltiger und vorzugsweise rohzuckerhaltiger Stoffe dienen, nennt man saccharimetrische Methoden, die Untersuchung zuckerhaltiger Stoffe Saccharimetrie, die dazu benutzten Apparate Saccharimeter. Es giebt drei wesentlich verschiedene saccharimetrische Methoden, die sich gegen-

feitig ergänzen, die theils unabhängig von einander, theils gemeinschaftlich angewandt werden können, um den Gehalt an Rohrzucker in fester Substanz, in Zuckerslösungen, Syrupen, Fruchtsäften zu bestimmen. Man hat zu unterscheiden: a) chemische, b) arismetrische, c) optische saccharimetrische oder saccharometrische Methoden.

Eine der ältesten chemischen Methoden beruht auf der Verwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure durch Gährung. 1 Aeq. Rohrzucker wird dabei zunächst durch den Einfluß der Hefe unter Aufnahme von 1 Aeq. Wasser in Fruchtzucker verwandelt und dieser spaltet sich in 2 Aeq. Alkohol und 4 Aeq. Kohlensäure. Der zu untersuchende Zucker wurde abgewogen und in Wasser gelöst, oder die zu untersuchende Flüssigkeit mit Hefe vermischt und gähren gelassen, bis die Kohlensäureentwicklung völlig beendet war. Von der Flüssigkeit wurde ungefähr die Hälfte abdestillirt, jedenfalls so viel, bis aller Alkohol übergegangen war, das Volum des Destillats genau bestimmt und darin der Gehalt an Alkohol mittelst des Alkoholometers und der alkoholometrischen Tabellen (s. Hauptwerk Bd. I. S. 236) nachgewiesen. 98 Th. absoluter Alkohol entsprechen 171 Th. Rohrzucker. War die gefundene Alkoholmenge y , so ließ sich die ihr entsprechende Zuckermenge nach der einfachen Gleichung:

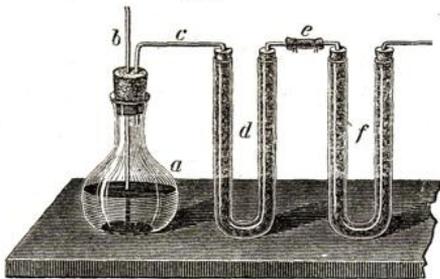
$$98 : 171 = y : x$$

finden.

Diese Methode ist nicht allein sehr weitläufig, sondern liefert auch nicht genaue Resultate; sie wird daher kaum mehr angewandt.

Einfacher und zweckmäßiger ist es, bei einem Gährungsversuch statt des Alkohols die entweichende Kohlensäure zu bestimmen. Man bedient sich dazu des Apparats Fig. 80. Das Glas a , welches ungefähr 100 C. = C.

Fig. 80.



ist mittelst eines zweimal durchbohrten Korks und einer doppelt rechtwinklig gebogenen Röhre c mit einem U-förmigen Glasrohre d verbunden, welches mit concentrirter Schwefelsäure getränkte Wismutstücke enthält. Durch die zweite Durchbohrung des Korks geht ein oben und unten offenes Glasrohr b , welches bis auf den Boden des Glases a reicht und an seinem andern Ende durch ein Stückchen Kautschukrohr, in welches ein kleiner Glasstab geschoben wird, luftdicht verschlossen werden kann. Das Glas a wird, zunächst ohne Kork und Röhren, trocken gewogen, der zu untersuchende Zucker hineingebracht und wieder gewogen, um die Menge des angewandten Zuckers zu finden. Darauf

rührt man Hefe, gleichviel ob sogenannte Preßhefe oder flüssige, mit so viel Wasser an, daß eine Flüssigkeit von rahmartiger Consistenz entsteht, fügt davon 10 C. = C. zu dem Zucker und füllt das Glas bis zur Hälfte mit kaltem Wasser. Nachdem man den Kork mit den Röhren bed fest aufgedreht hat, bestimmt man auf einer genauen Wage das Gewicht des ganzen Apparates, fügt mittelst des Kautschukröhrchens e das Chlorcalciumrohr f an und läßt den Apparat 36 bis 48 Stunden lang an einem mäßig warmen Orte stehen. Gleichzeitig bringt man in einen zweiten eben solchen Apparat 10 C. = C. derselben Hefeflüssigkeit, verdünnt annähernd mit einer gleichen Menge Wasser und stellt den gewogenen Apparat neben den ersten.

Der zweite Versuch mit Hefe und Wasser ist deshalb erforderlich, weil nicht allein die Hefe gewöhnlich noch etwas Zucker beigemischt enthält und daraus Kohlensäure entwickelt, sondern auch weil, nach Versuchen von Pasteur, die reine Hefe selbst geringe Mengen von Kohlensäure entwickelt.

Nach 48 Stunden wird die Gährung unter allen Umständen beendet sein. Man nimmt das Chlorcalciumrohr f ab, welches verhinderte, daß das Schwefelsäurerohr d Feuchtigkeit aus der Luft absorbirte, und verbindet es mit dem Rohr b , nachdem man dieses geöffnet hat. Das Rohr d wird nun mit einem Aspirator in Verbindung gebracht und wenigstens $\frac{1}{2}$ Liter Luft, die durch das Chlorcalciumrohr getrocknet wurde, durch die Flüssigkeit und durch den ganzen Apparat gezogen. Die Luft vertreibt die in der Flüssigkeit noch gelöste Kohlensäure und drängt diese dann aus dem Apparate. Ein bloßes Durchsaugen von Luft genügt nicht, da man dabei nicht den geringsten Anhalt über die Menge der Luft hat; nur bei Anwendung eines Aspirators kann man nach der Menge des ausgeflossenen Wassers die Menge der durchgezogenen Luft beurtheilen, und diese darf nicht weniger als das angegebene Minimum betragen, da sonst Kohlensäure im Apparate bleibt und man zu wenig findet.

Nachdem man das Chlorcalciumrohr f entfernt hat, bringt man den Apparat auf die Wage und erfährt durch den Gewichtsverlust die Menge der entwickelten Kohlensäure. Durch den zweiten Apparat läßt man ebenfalls Luft gehen und wägt auch diesen. Die hier entwickelte Kohlensäure wird von der andern abgezogen und giebt so die Quantität der durch die Zersetzung des Zuckers gebildeten Kohlensäure; nennt man diese y , so findet man die Zuckermenge nach der Formel:

$$88 : 171 = y : x,$$

da 4 Aeq. oder 88 Th. Kohlensäure bei der Zersetzung von 1 Th. Zucker gebildet werden.

Absolut genaue Resultate liefert jedoch auch diese Methode nicht, da bei der Gährung nicht allein Alkohol und Kohlensäure, sondern auch wechselnde Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure (s. S. 18) gebildet werden, wozu unter Umständen bis zu 5 bis 6 Proc. des Zuckers verbraucht werden können.

Die Eigenschaft des Rohrzuckers, mit Kalk eine lösliche Verbindung zu bilden (s. S. 13), wurde zuerst von Peligot zu einer saccharimetrischen Methode an-

gewandt und später von Schatten vervollkommenet. Nach ihm lösen 10 Grm. Flüssigkeit, die von 1 bis 16 Proc. Zucker enthalten, folgende Mengen von Kalk:

Zuckergehalt in Proc.	Gehalt an Kalk.
	Grm.
0	0,015
1	0,029
2	0,045
3	0,062
4	0,080
5	0,098
6	0,115
7	0,136
8	0,160
9	0,188
10	0,219
11	0,244
12	0,271
13	0,299
14	0,330
15	0,361
16	0,394

In einer solchen mit Kalkmilch geschüttelten und filtrirten Flüssigkeit braucht man daher nur mit einer titrirten Säure den Gehalt an Kalk zu bestimmen, um darnach den Zuckergehalt mittelst der Tabelle berechnen zu können.

In neuerer Zeit ist diese Methode wieder von Grouven aufgenommen worden. Nach ihm soll man ein bestimmtes Volum einer Zuckerkalklösung mit einem bestimmten Volum Kalkmilch schütteln, nach einer halben Stunde filtriren und in einem Theile des Filtrats durch Neutralisation mit titrirter Schwefelsäure den Kalkgehalt bestimmen. Er ging dabei von der Voraussetzung aus, daß 45 Th. Rohrzucker genau 7 Th. Kalk aufnehmen. Diese Voraussetzung ist aber falsch, denn der Rohrzucker löst variable Mengen von Kalk, je nachdem die Concentration der Lösung größer oder geringer ist, und zwar steht der Kalkgehalt nicht in directem Verhältniß zu der Concentration, denn, wie S. 14 angegeben ist, enthält der Zuckerkalk (nach Abzug des im Wasser gelösten Kalks) in 100 Th. einer 40procentigen Lösung auf 79 Th. Zucker 21 Th. Kalk oder auf 45 Th. Zucker 11,97 Th. Kalk, während die Zuckerkalkverbindung in einer 2,5procentigen Lösung auf 86,2 Th. Zucker 13,8 Th. Kalk oder auf 45 Th. Zucker 7,2 Th. Kalk enthält.

Diese Zahlen beweisen, daß Methoden, welche auf die alkalimetrische Bestimmung des Kalks in Zuckerkalklösungen basirt sind, unbrauchbar sein müssen, wenn dabei nicht weitläufige Correctionen für Concentration u. angebracht werden.

Die schärfsten Resultate erhält man wohl nach der Methode, welcher das Verhalten des Zuckers gegen alkalische Kupferoxydlösung zu Grunde gelegt ist. Sie wurde zuerst von Trommer angewandt, später von Barreswill und endlich von Fehling verbessert und allgemein eingeführt. Weinsaures Kupferoxyd löst sich in Natron- oder Kalilauge zu einer schönen tiefblauen Flüssigkeit. Das in dieser enthaltene Kupferoxyd wird von Rohrzucker selbst beim Kochen nicht verändert; Traubenzucker, Fruchtzucker, also auch Invertzucker, Milchzucker und andere Zuckerarten reduciren aber dar-

aus, namentlich beim Erwärmen, rasch Kupferoxydul. 1 Aeq. Traubenzucker oder 1 Aeq. Rohrzucker als Invertzucker reduciren genau 10 Aeq. Kupferoxyd zu Oxydul. 1 Aeq. Milchzucker reducirt für sich 7 Aeq. Kupferoxyd, aber nicht so vollständig, als wenn er vorher durch Erwärmen mit Säuren in Lactose oder Galactose (S. 3) verwandelt ist.

Auf diese Zahlen basirt, bereitet man nach Fehling eine Probelösung, indem man 40 Grm. reines krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd in seinem vierfachen Gewicht Wasser und 200 Grm. Seignettesalz — krystallisirtes weinsaures Kali-Natron — in 700 Grm. Natronlauge von 1,12 spez. Gew. löst und die Kupferlösung nach und nach in die alkalische Flüssigkeit gießt. Der im ersten Moment entstehende blaue Niederschlag löst sich beim Umschütteln sofort zu einer dunkelblauen Flüssigkeit. Diese wird darauf auf eine Temperatur von 15° gebracht und mit so viel Wasser verdünnt, daß das Ganze ein Volum von 1154,5 C.-C. hat. Jeder Cubiccentimeter dieser Lösung erfordert 0,050 Grm. Traubenzucker oder 0,0475 Grm. Rohrzucker — nachdem man diesen in Invertzucker oder Traubenzucker verwandelt hat — zur Reduction.

Hat man Rohrzucker zu untersuchen, so wägt man diesen in einem Glase ab, welches bis zu einem Strich am Halse 100 C.-C. faßt. Man löst in so viel Wasser, daß das Glas zur Hälfte davon gefüllt wird, fügt 20 bis 40 Tropfen verdünnte Schwefelsäure hinzu, die auf 5 Th. Wasser 1 Th. concentrirte Säure enthält, und erwärmt eine Stunde lang im Wasserbade. Nach dem Erkalten giebt man vorsichtig in ganz kleinen Portionen kohlenfauren Baryt hinzu, bis kein Aufbrausen mehr entsteht. Die freie Schwefelsäure, welche sonst zersetzend auf die alkalische Kupferlösung wirken würde, wird dadurch als unlöslicher schwefelsaurer Baryt entfernt und die Flüssigkeit neutralisirt. Diese verdünnt man dann in demselben Gefäße mit Wasser bis zu der Marke am Halse, also bis zu 100 C.-C., und filtrirt sie durch ein Filter von trockenem Papier. Das Volum der Flüssigkeit in der Flasche ist nicht ganz genau = 100 C.-C., sondern es beträgt etwas weniger, und zwar um so viel, als dem Volum des unlöslichen schwefelsauren Baryts entspricht. Da dieser Niederschlag aber sehr dicht ist und also im trocknen Zustande nur einen sehr geringen Raum einnimmt, so wird der dadurch entstehende Fehler so gering, daß man ihn in den meisten Fällen vernachlässigen kann. Will man absolut exact arbeiten, so neutralisirt man mit kohlenfaurem Natron; man muß sich dann aber hüten, keinen Ueberschuß zuzusetzen, weil sonst leicht Zucker in der alkalischen Lösung zerstört wird; lieber kann man eine geringe Spur von freier Säure vorwalten lassen. Da bei der Neutralisation mit kohlenfaurem Natron kein Niederschlag entsteht, so braucht nicht filtrirt zu werden, man kann die Flüssigkeit unmittelbar verwenden.

Zur Ausführung der Bestimmung bringt man 10 C.-C. der alkalischen Kupferlösung in eine Porzellanschale, verdünnt mit 40 C.-C. Wasser und erhitzt zum Sieden. Die blaue Lösung muß dabei vollkommen klar bleiben; sollte sie sich trüben und einen gelblich-rothen Niederschlag abscheiden, so nimmt man eine neue Portion, fügt

10 C.=G. Natronlauge von 1,120 spez. Gew. und 30 C.=G. Wasser zu und erhitzt von Neuem zum Kochen. In diesem Falle wird die Flüssigkeit jedenfalls klar bleiben.

Die Zuckerlösung bringt man in eine Bürette und läßt sie allmählig in die kochend heiße Kupferlösung fließen. Es entsteht dabei sofort ein gelblich-rother Niederschlag, der sehr rasch schön roth wird und sich am Boden ablagert. Man fährt mit dem Zusatz der Zuckerlösung so lange fort, als die Flüssigkeit noch deutlich blau gefärbt erscheint. Man erkennt dieses leicht, wenn man dem rothen Niederschlage einen Augenblick Zeit läßt sich abzusetzen; ist noch Kupfer vorhanden, so wird die Flüssigkeit, namentlich am Rande der Schale auf dem weißen Grunde, noch eine blaue Farbe zeigen. Man fährt dann fort, tropfenweise Zuckerlösung zuzusetzen, bis gerade die blaue Farbe verschwunden ist. Es ist dies der Moment, wo alles Kupfer verschwunden ist. Die Zahl der dazu erforderlichen Cubikcentimeter Zuckerlösung notirt man.

Um sich von der Richtigkeit des Resultats zu überzeugen, gießt man die heiße Flüssigkeit durch ein Filter. Das in einem Reagensglase aufgefangene Filtrat darf, wenn man es von oben betrachtet, weder eine blaue, noch eine braune Farbe zeigen, sondern muß möglichst hell, womöglich wasserhell oder grüngelb sein. Ist es blau, so ist nicht genug Zucker zugesetzt, also noch Kupfer vorhanden; ist es braun, so ist zu viel Zucker zugesetzt, der durch die alkalische Flüssigkeit zersetzt wird. In beiden Fällen muß man den Versuch wiederholen.

Die 10 C.=G. der angewandten Kupferlösung erfordern zu ihrer Reduction 0,475 Grm. Rohrzucker. Sind von der Zuckerlösung z. B. 55 C.=G. erforderlich gewesen, um die Reduction zu bewirken, so entsprechen diese also 0,475 Grm. Rohrzucker. Da die Lösung aber auf 100 C.=G. verdünnt war, so haben wir zu berechnen:

$$55 : 0,475 = 100 : x \\ x = 0,864.$$

Das ganze Quantum des angewandten Zuckers, welches also in den 100 C.=G. enthalten war, betrage 0,900 Grm., so wird der Procentgehalt an reinem Rohrzucker gefunden nach der Gleichung:

$$0,900 : 0,864 = 100 : x \\ x = 96,0 \text{ Proc.}$$

Bei der Untersuchung von sehr dunkelfarbigen Zuckerlösungen, wie Syrup, Melasse, oder von solchen, die viel fremdartige Bestandtheile enthalten, thut man wohl, diese vorher zu entfernen. Man wendet dann ein größeres Quantum, z. B. 10 Grm. Syrup an, löst diesen in einem Glase, welches 300 C.=G. faßt, in Wasser und fügt so viel basisches essigsaures Bleioryd hinzu, bis die Flüssigkeit fast farblos erscheint, ohne jedoch einen Ueberschuß des Bleisalzes anzuwenden. Darauf fügt man Wasser hinzu, bis das Volum von 300 C.=G. erreicht ist, filtrirt, nimmt vom Filtrat 200 C.=G. und fügt Schwefelsäure hinzu. Dadurch wird zunächst der Ueberschuß des Bleioryds ausgefällt; sobald dies geschehen ist, giebt man etwas mehr Schwefelsäure zu und be-

wirkt damit durch Erhitzen die Umwandlung in Traubenzucker. Wenn dies geschehen ist, läßt man erkalten, neutralisirt, füllt wieder auf 300 C.=G. auf und filtrirt. Die Lösung ist dann für den Versuch fertig. Sollte sie noch zu gefärbt sein, so kann man sie durch trockne Knochenkohle filtriren. Man hat dann nur zu berücksichtigen, daß die 300 C.=G. Flüssigkeit nach der zweimaligen Verdünnung nur noch zwei Drittel der ursprünglich angewandten Substanz enthalten, also wenn man mit 10 Grm. Syrup gearbeitet hatte, nur noch 6,66 Grm.

Hat man in einer Lösung gleichzeitig Rohrzucker und Traubenzucker, so bereitet man sich eine Lösung der Substanz, verdünnt sie zu 200 C.=G. und theilt diese in zwei Hälften zu 100 C.=G. Die erste Hälfte verwendet man zur Bestimmung des Traubenzuckers, indem man ohne Weiteres damit die 10 C.=G. Kupferlösung zersetzt. Waren dazu z. B. 80 C.=G. erforderlich, so enthielten die 200 C.=G. der Lösung 1,250 Grm. Traubenzucker, denn die 10 C.=G. der Kupferlösung entsprechen 0,500 Grm. Traubenzucker oder:

$$80 : 0,500 = 200 : x \\ x = 1,250.$$

Die übrigen 100 C.=G. der Lösung werden mit Schwefelsäure umgewandelt, neutralisirt, auf 200 C.=G. verdünnt und dann damit wie oben verfahren. Da die Flüssigkeit um das Doppelte verdünnt ist, so müssen die zur Reduction erforderlichen Cubikcentimeter durch 2 dividirt werden; waren also nach der Umwandlung 60 C.=G. nöthig, um 10 C.=G. Kupferlösung zu zersetzen, so wären nur 30 C.=G. der nicht verdünnten Lösung gebraucht worden. Diese 30 C.=G. entsprechen 0,500 Grm. Traubenzucker; die 200 C.=G. der ursprünglichen Lösung enthalten daher nach der Umwandlung 3,333 Grm. Traubenzucker, denn:

$$30 : 0,500 = 200 : x \\ x = 3,333.$$

Da nun vorher gefunden war, daß die Lösung 1,250 Grm. Traubenzucker als solchen enthielt, so ist das dem Rohrzuckergehalt entsprechende Traubenzuckerquantum 3,333 Grm. — 1,250 = 2,083 Grm. Da das Aequivalent des Traubenzuckers 180, das des Rohrzuckers 171 ist, so wird die dem Traubenzucker entsprechende Menge des Rohrzuckers gefunden nach der Gleichung:

$$180 : 171 = 2,083 : x \\ x = 1,978.$$

Die 200 C.=G. haben demnach enthalten 1,250 Grm. Traubenzucker und 1,978 Grm. Rohrzucker.

Diese Methode der Zuckerbestimmung giebt gute und sichere Resultate. Sie ist namentlich leicht ausführbar, wenn man nur Traubenzucker in Lösung hat, und eignet sich daher vorzüglich zur Untersuchung des diabetischen Harns, wo eine tägliche Verfolgung der Krankheitsvorgänge nur möglich ist, wenn man das Quantum des entleerten Zuckers, welcher in diesem Falle nur Traubenzucker ist, scharf bestimmen kann. Die einzige Schwierigkeit dieser Bestimmungsmethode besteht darin, scharf

zu erkennen, wann alles Kupferoxyd oxydirt ist. Dieses ist namentlich dann nicht leicht, wenn die Zuckerlösung stark gefärbt ist. Man kann die Färbung aber, wie angegeben ist, in den meisten Fällen durch Behandlung mit basisch essigsaurem Bleioxyd und Thierkohle beseitigen. Will man dieses nicht, so kann man den Zucker indirect nach der Menge des ausgeschiedenen Kupferoxyduls bestimmen. Man verfährt dann im Wesentlichen ebenso, man wendet jedoch eine überschüssige Menge der alkalischen Kupferlösung an, läßt, wenn diese in einem Kochglase siedend heiß geworden ist, ein bestimmtes Volum der zuckerhaltigen Flüssigkeit hinzustießen, kocht einmal auf, gießt die siedend heiße Flüssigkeit auf ein bereitstehendes kleines faltiges Filter, spült das Glas einige Male mit siedend heißem Wasser aus und wäscht damit das Filter. Sobald die Flüssigkeit farblos abläuft, bringt man das Filter mit dem Kupferoxydul in das Kochglas zurück, giebt etwas Wasser und einige Cubikcentimeter concentrirte reine Salzsäure hinzu, schüttelt kräftig um, bis das Filter in kleine Stücke zerfallen ist, gießt die Flüssigkeit, welche das Kupferoxydul als Chlorür gelöst enthält, mit dem Filter in eine Porzellanschale, spült mit Wasser reichlich nach und läßt dann aus einer Bürette so lange eine Chamäleonlösung — übermangansaures Kali — zufließen, als deren Farbe noch verschwindet und die Flüssigkeit gerade einen rothen Farbenschimmer zeigt. Die sämtlichen Operationen, von der Filtration des Kupferoxyduls bis zur Beendigung der Arbeit, müssen rasch und unmittelbar nach einander vorgenommen werden, weil sich das Kupferoxydul und namentlich das Kupferchlorür bei Berührung der Luft leicht verändern und in Oxyd oder Chlorid übergehen, wodurch der Zuckergehalt zu klein erscheinen würde.

Den Gehalt des Chamäleons bestimmt man nach einer reinen Zuckerlösung von bekanntem Gehalt. Man nimmt dazu reinen weißen Zucker, pulvert und trocknet ihn mehrere Stunden bei 100°. Davon wägt man ein beliebiges Quantum ab, löst es in Wasser, verwandelt durch Behandlung mit Säure in Traubenzucker und verdünnt es zu einem bestimmten Volum. 8 Grm. Zucker werden z. B. zu 100 C.-C. gelöst. Von dieser Lösung, deren Gehalt ein beliebiger sein kann, sobald man ihn nur genau kennt, läßt man 10 C.-C. in 20 C.-C. der alkalischen Kupferlösung, die vorher verdünnt und erhitzt ist, fließen und verfährt dann genau wie angegeben. Da man weiß, daß in 10 C.-C. x Grm.

Zucker enthalten sind, so giebt $\frac{x}{y}$, wenn y die Zahl der erforderlichen Cubikcentimeter Chamäleon ist, direct den Zuckertitre des Chamäleons. Ist $\frac{x}{y} = w$, so braucht man nur die bei der Untersuchung der Zuckerlösung von unbekanntem Gehalt verbrauchten Cubikcentimeter Chamäleon mit w zu multipliciren, um den Zuckergehalt des Flüssigkeitsvolums in Grammen zu finden.

Die aräometrischen Zuckerbestimmungsmethoden sind auf das verschiedene spezifische Gewicht verschieden concentrirter Zuckerlösungen begründet. Man bestimmt das spezifische Gewicht mittelst sogenannter Spindeln,

Senkswagen, Aräometer, wie sie in Fig. 81 in der am meisten gebräuchlichen Form dargestellt sind. Sie bestehen aus einem hohlen Glaskörper A, an den unten eine Glasfugel angelöthet ist,

Fig. 81.



die so weit mit Quecksilber beschwert wird, daß das Instrument in Flüssigkeiten genau vertical schwimmt und in reinem Wasser bis nahe an die Spitze des Halses C einsinkt. In dem Halse ist eine Scala befestigt, die an dem Punkte anfängt, bis zu welchem das Aräometer in reines Wasser einsinkt. Will man unmittelbar das spezifische Gewicht ablesen, so wird dieser Punkt mit 1,000 oder 1000, in allen anderen Fällen aber als Nullpunkt bezeichnet. Die übrige Theilung der Aräometerscala ist sehr verschieden und wird dem Zweck, wozu das Instrument angewandt werden soll, meistens angepaßt. Am weitesten verbreitet ist das Beaumé'sche Aräometer. Seine Scala umfaßt 66 gleich große Grade, von denen der 66ste bei dem Punkt liegt, bis zu welchem das Instrument in concentrirte Schwefelsäure einsinkt. Die Theilung ist eine rein willkürliche, das Instrument giebt über den Gehalt einer Lösung direct keine Auskunft. Erst wenn man weiß, welchem Procentgehalt jeder einzelne Grad der Scala entspricht, kann man danach auf den Gehalt schließen. Rationell getheilt ist die Scala, wenn darauf jeder Grad einem Procent reinen Zuckers entspricht. Der Punkt, bis zu welchem das Aräometer, welches in diesem Falle als Saccharometer oder Saccharimeter bezeichnet wird, in die zu untersuchende Flüssigkeit einsinkt, läßt dann unmittelbar den Zuckergehalt in Procenten ablesen. Da das spezifische Gewicht der Zuckerlösungen mit der Zunahme des Gehalts steigt, so muß jedem Saccharometergrade ein bestimmtes spezifisches Gewicht entsprechen, und dieses kann zur Vergleichung und Correction verschiedener Aräometer dienen. Das spezifische Gewicht solcher Zuckerlösungen wurde von Walling,

Steinheil und Brix genau bestimmt; andere ältere Angaben darüber sind theils ungenau, theils geradezu falsch. Darnach construirten diese ihre Saccharimeter, die so nahezu unter einander übereinstimmen, daß sie, ohne große Fehler zu begehen, beliebig angewandt werden können.

Die nachstehende Tabelle zeigt in der ersten Columne die Saccharimetergrade, in den vier folgenden die den

einzelnen Graden entsprechenden spezifischen Gewichte und in der letzten die diesen Graden entsprechenden Aräometergrade nach Beaumé.

Saccharimeter- grade oder Zuckergehalt in Gew.-Proc.	Spezifisches Gewicht				Aräometers- grade nach Beaumé.	Saccharimeter- grade oder Zuckergehalt in Gew.-Proc.	Spezifisches Gewicht				Aräometers- grade nach Beaumé.
	bei 17,5° C. nach Balling.	bei 15° C. nach Balling.	bei 15° C. nach Steinheil.	bei 17,5° C. nach Drit.			bei 17,5° C. nach Balling.	bei 15° C. nach Balling.	bei 15° C. nach Steinheil.	bei 17,5° C. nach Drit.	
1	1,0040	1,0038	1,0038	1,0039	0,557	51	1,2385	—	—	1,2383	27,714
2	1,0080	1,0077	1,0077	1,0078	1,114	52	2,441	—	—	2,439	28,235
3	0,120	0,117	0,116	0,117	1,671	53	2,497	—	—	2,494	28,755
4	0,160	0,157	0,156	0,157	2,227	54	2,553	—	—	2,552	29,274
5	0,200	0,197	0,196	0,197	2,783	55	2,610	—	—	2,609	29,792
6	0,240	0,237	0,237	0,237	3,338	56	2,667	—	—	2,666	30,308
7	0,281	0,278	0,278	0,278	3,894	57	2,725	—	—	2,724	30,824
8	0,322	0,319	0,319	0,319	4,449	58	2,783	—	—	2,782	31,338
9	0,363	0,360	0,361	0,360	5,003	59	2,841	—	—	2,840	31,851
10	0,404	0,401	0,403	0,401	5,557	60	2,900	—	—	2,899	32,362
11	0,446	0,443	0,445	0,443	6,116	61	2,959	—	—	2,958	32,872
12	0,488	0,485	0,487	0,485	6,664	62	3,019	—	—	3,018	33,381
13	0,530	0,527	0,530	0,528	7,217	63	3,079	—	—	3,078	33,889
14	0,572	0,570	0,573	0,570	7,769	64	3,139	—	—	3,138	34,395
15	0,614	0,612	0,616	0,613	8,321	65	3,199	—	—	3,199	34,900
16	0,657	0,655	0,659	0,657	8,873	66	3,260	—	—	3,260	35,403
17	0,700	0,698	0,702	0,700	9,424	67	3,321	—	—	3,322	35,905
18	0,744	0,742	0,745	0,744	9,974	68	3,383	—	—	3,384	36,406
19	0,788	0,787	0,789	0,787	10,524	69	3,445	—	—	3,446	36,905
20	0,832	0,832	0,832	0,833	11,073	70	3,507	—	—	3,509	37,403
21	0,877	0,878	—	0,878	11,621	71	3,570	—	—	3,572	37,899
22	0,922	0,924	—	0,923	12,169	72	3,633	—	—	3,636	38,394
23	0,967	0,971	—	0,969	12,717	73	3,696	—	—	3,700	38,887
24	1,013	1,018	—	1,015	13,263	74	3,760	—	—	3,764	39,379
25	1,059	1,066	—	1,061	13,809	75	3,824	—	—	3,829	39,869
26	1,106	—	—	1,107	14,355	76	—	—	—	3,894	40,357
27	1,153	—	—	1,154	14,899	77	—	—	—	3,959	40,844
28	1,200	—	—	1,201	15,443	78	—	—	—	4,025	41,330
29	1,247	—	—	1,249	15,986	79	—	—	—	4,092	41,813
30	1,295	—	—	1,297	16,529	80	—	—	—	4,159	42,295
31	1,343	—	—	1,345	17,070	81	—	—	—	4,226	42,776
32	1,391	—	—	1,393	17,611	82	—	—	—	4,293	43,254
33	1,440	—	—	1,442	18,151	83	—	—	—	4,361	43,731
34	1,490	—	—	1,491	18,690	84	—	—	—	4,430	44,207
35	1,540	—	—	1,541	19,229	85	—	—	—	4,499	44,680
36	1,590	—	—	1,591	19,766	86	—	—	—	4,568	45,152
37	1,641	—	—	1,641	20,303	87	—	—	—	4,638	45,622
38	1,692	—	—	1,692	20,839	88	—	—	—	4,708	46,019
39	1,743	—	—	1,743	21,374	89	—	—	—	4,778	46,557
40	1,794	—	—	1,794	21,907	90	—	—	—	4,849	47,022
41	1,846	—	—	1,846	22,440	91	—	—	—	4,920	47,485
42	1,898	—	—	1,898	22,972	92	—	—	—	4,992	47,946
43	1,951	—	—	1,950	23,503	93	—	—	—	5,064	48,405
44	2,004	—	—	2,003	24,033	94	—	—	—	5,136	48,862
45	2,057	—	—	2,056	24,562	95	—	—	—	5,209	49,317
46	2,111	—	—	2,110	25,090	96	—	—	—	5,281	49,771
47	2,165	—	—	2,164	25,617	97	—	—	—	5,355	50,222
48	2,219	—	—	2,218	26,143	98	—	—	—	5,429	50,672
49	2,274	—	—	2,273	26,668	99	—	—	—	5,504	51,119
50	2,329	—	—	2,328	27,191						

Bei dem Gebrauch des Saccharimeters, wie jedes andern Aräometers, muß die zu untersuchende Flüssigkeit stets eine bestimmte Temperatur haben, und zwar gerade die Temperatur, welche bei der Anfertigung der Scala innegehalten wurde und welche an dem Instrumente genau angegeben sein muß. Bei jeder andern Temperatur, wo die Dichtigkeit der Flüssigkeit geringer oder höher wird, muß das Aräometer auch weniger oder tiefer einsinken und so unverlässliche Angaben liefern. Die Flüssigkeit, welche bei 17,5° (14° R.) 25° Balling zeigt, wird 1,059 spez. Gew. haben, bei 15°

(12° R.) hat sie dagegen 1,066 spez. Gew. und wird dem entsprechend eine höhere Saccharimeterangabe liefern. Sehr zweckmäßig ist es daher, wie zuerst von Wohl vorgeschlagen wurde, wenn man in den Glaskörper des Saccharimeters zugleich ein kleines Thermometer bringt, dessen Kugel zugleich zur Beschwerung des Apparats dient — ähnlich wie man es bei den Alkoholometern schon seit langer Zeit gethan hat. Man sollte sich dann über eine zweckmäßige Normaltemperatur einigen, bei welcher alle Instrumente justirt und bei welcher alle Bestimmungen ausgeführt würden. Als

folsche Normaltemperatur ist wohl unstrittig 15° C. am meisten geeignet.

Die folgende für den praktischen Gebrauch sehr zweckmäßige Tabelle wurde von Brix berechnet. Dieselbe giebt für jeden halben Aräometergrad nach Beaumé

den entsprechenden Zuckergehalt in Gewichtsprocenten, das spezifische Gewicht der Lösung, das absolute Gewicht eines preussischen Quartes der Lösung, den Gehalt eines Quartes der Lösung an Zucker und Wasser in Pfunden und des letztern in Bruchtheilen des Quartes.

Tabelle

zu verschiedenen saccharometrischen Bestimmungen nach Maßgabe des Beaumé'schen Aräometers für die Temperatur von 14° R. oder 17,5° C.

Aräometer-Grade nach Beaumé.	Zuckergehalt in Gewichts-Procenten.	Spezifisches Gewicht der Lösung.	Absolutes Gewicht von 1 pr. Quart der Lösung.	Ein preuß. Quart der Lösung enthält:				Aräometer-Grade nach Beaumé.	Zuckergehalt in Gewichts-Procenten.	Spezifisches Gewicht der Lösung.	Absolutes Gewicht von 1 pr. Quart der Lösung.	Ein preuß. Quart der Lösung enthält:			
				Zucker		Wasser						Zucker		Wasser	
				z	w	z	w					z	w	z	w
n	x	σ	Zollpfund.	Zollpfund.	Zollpfund.	pr. Quart.	n	x	σ	Zollpfund.	Zollpfund.	Zollpfund.	pr. Quart.		
0	0,00	1,0000	2,2871	0,0000	2,2871	1,0000		26	47,73	1,2203	2,7910	1,3321	1,4589	0,6379	
0,5	0,81	0035	2951	0186	2765	0,9954		26,5	48,68	2255	8028	3644	4384	6298	
1	1,80	0070	3031	0415	2616	9889		27	49,63	2308	8150	3971	4179	6200	
1,5	2,69	0105	3111	0622	2489	9833		27,5	50,59	2361	8271	4302	3969	6108	
2	3,59	0141	3194	0833	2361	9777		28	51,55	2414	8392	4636	3756	6015	
2,5	4,49	0177	3276	1045	2231	9720		28,5	52,51	2468	8516	4974	3542	5921	
3	5,39	0213	3358	1259	2099	9663		29	53,47	2522	8639	5313	3326	5826	
3,5	6,29	0249	3441	1474	1967	9604		29,5	54,44	2576	8763	5659	3104	5730	
4	7,19	0286	3525	1692	1833	9546		30	55,47	2632	8891	6026	2865	5625	
4,5	8,09	0323	3610	1910	1700	9488		30,5	56,37	2687	9016	6356	2660	5535	
5	9,00	0360	3694	2133	1561	9428		31	57,34	2743	9145	6712	2433	5436	
5,5	9,90	0397	3779	2354	1425	9368		31,5	58,32	2800	9275	7073	2202	5335	
6	10,80	0435	3866	2578	1288	9308		32	59,29	2857	9405	7434	1971	5234	
6,5	11,70	0473	3953	2803	1150	9248		32,5	60,27	2915	9538	7803	1735	5131	
7	12,61	0511	4040	3032	1008	9186		33	61,25	2973	9671	8174	1497	5027	
7,5	13,51	0549	4127	3260	8867	9124		33,5	62,23	3032	9806	8548	1258	4922	
8	14,42	0588	4216	3492	0724	9061		34	63,22	3091	9940	8928	1012	4815	
8,5	15,32	0627	4305	3724	0581	8999		34,5	64,21	3151	3,0078	9313	0768	4707	
9	16,23	0667	4397	3960	0437	8936		35	65,20	3211	0215	9700	0515	4597	
9,5	17,14	0706	4486	4197	0289	8871		35,5	66,19	3272	0354	2,0091	0263	4487	
10	18,05	0746	4577	4436	0141	8806		36	67,19	3333	0494	0489	0005	4374	
10,5	18,96	0787	4671	4678	1,9993	8742		36,5	68,19	3395	0636	0891	0,9745	4261	
11	19,87	0827	4762	4920	9842	8676		37	69,19	3458	0780	1297	9483	4146	
11,5	20,78	0868	4856	5165	9691	8610		37,5	70,20	3521	0924	1709	9215	4029	
12	21,69	0909	4950	5412	9538	8543		38	71,20	3585	1070	2122	8948	3912	
12,5	22,60	0951	5046	5660	9386	8476		38,5	72,22	3649	1217	2545	8672	3792	
13	23,52	0992	5140	5913	9227	8407		39	73,23	3714	1365	2969	8396	3671	
13,5	24,43	1034	5236	6165	9071	8338		39,5	74,25	3780	1516	3401	8115	3548	
14	25,35	1077	5334	6422	8912	8269		40	75,27	3846	1667	3836	7831	3424	
14,5	26,27	1120	5433	6681	8752	8199		40,5	76,29	3913	1820	4276	7544	3299	
15	27,19	1163	5531	6942	8589	8128		41	77,32	3981	1976	4724	7252	3171	
15,5	28,10	1206	5629	7202	8427	8057		41,5	78,35	4049	2132	5175	6957	3042	
16	29,03	1250	5730	7469	8261	7984		42	79,39	4118	2289	5634	6655	2910	
16,5	29,95	1294	5831	7736	8095	7911		42,5	80,42	4187	2447	6097	6350	2776	
17	30,87	1339	5933	8006	7927	7839		43	81,47	4267	2630	6584	6046	2644	
17,5	31,79	1383	6034	8276	7758	7764		43,5	82,51	4328	2770	7039	5731	2506	
18	32,72	1429	6139	8553	7586	7689		44	83,56	4400	2934	7520	5414	2367	
18,5	33,65	1474	6242	8830	7412	7613		44,5	84,62	4472	3099	8008	5091	2226	
19	34,58	1520	6347	9111	7236	7536		45	85,68	4545	3266	8502	4764	2083	
19,5	35,50	1566	6453	9391	7062	7460		45,5	86,74	4619	3435	9002	4433	1938	
20	36,44	1613	6560	9679	6881	7381		46	87,81	4694	3607	9510	4097	1791	
20,5	37,37	1660	6668	9966	6702	7303		46,5	88,88	4769	3778	3,0022	3756	1642	
21	38,30	1707	6775	1,0254	6521	7223		47	89,96	4845	3951	0542	3409	1490	
21,5	39,24	1755	6885	0550	6335	7142		47,5	91,03	4922	4128	1067	3061	1339	
22	40,17	1803	6995	0844	6151	7062		48	92,12	5000	4307	1604	2703	1182	
22,5	41,11	1852	7107	1144	5963	6980		48,5	93,21	5079	4487	2145	2342	1025	
23	42,05	1901	7219	1446	5773	6897		49	94,30	5158	4668	2692	1976	0864	
23,5	42,99	1950	7331	1750	5581	6813		49,5	95,40	5238	4851	3248	1603	0701	
24	43,94	2000	7445	2059	5386	6727		50	96,51	5319	5036	3813	1223	0535	
24,5	44,88	2050	7560	2369	5191	6642		50,5	97,62	5401	5224	4386	0838	0367	
25	45,83	2101	7676	2684	4992	6555		51	98,73	5484	5414	4964	0450	0197	
25,5	46,78	2152	7793	3002	4791	6467		51,5	99,85	5568	5606	5553	0052	0023	

einem bestimmten Verhältniß bereitet. Nach Benzke löst man den Zucker in 3 Th. Wasser, 3 Th. Syrup oder Melasse in 7 Th. Wasser und bestimmt das spezifische Gewicht der Lösung mittelst eines Aräometers und die Temperatur mittelst eines genauen Thermome-

ters. Die erste der beiden folgenden Tabellen giebt dann nach dem gefundenen spezifischen Gewicht und bei Temperaturen von 8 bis 28° C. den Gehalt der Probe an Zucker, die zweite Tabelle den Gehalt des Syrups an Wasser.

Tabelle

zur Bestimmung des Procentgehalts an Zucker nach dem spezifischen Gewicht von Lösungen, die auf 1 Th. Zucker 3 Th. Wasser enthalten, bei verschiedenen Temperaturen.

Spez. Gewicht.	Grade nach Celsius.																				
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	Zuckerprocente.																				
1,088	82,0	82,2	82,4	82,6	82,8	83,0	83,2	83,4	83,6	83,8	84,0	84,2	84,5	84,7	85,0	85,2	85,5	85,7	86,0	86,3	86,6
89	83,0	83,2	83,4	83,6	83,8	84,0	84,2	84,4	84,6	84,8	85,0	85,2	85,5	85,7	86,0	86,2	86,4	86,6	86,9	87,2	87,5
90	84,0	84,2	84,4	84,6	84,8	85,0	85,2	85,4	85,6	85,8	86,0	86,2	86,4	86,7	86,9	87,1	87,4	87,6	87,9	88,2	88,5
91	85,0	85,2	85,4	85,6	85,8	86,0	86,1	86,3	86,5	86,7	86,9	87,1	87,3	87,6	87,9	88,1	88,4	88,6	88,8	89,1	89,4
92	86,0	86,1	86,3	86,5	86,7	86,9	87,1	87,3	87,5	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5	88,8	89,0	89,2	89,5	89,8	90,1	90,4
93	86,9	87,1	87,3	87,5	87,7	87,9	88,0	88,2	88,4	88,6	88,8	89,0	89,2	89,5	89,8	90,0	90,2	90,4	90,7	91,0	91,3
94	87,9	88,0	88,2	88,4	88,6	88,8	89,0	89,2	89,4	89,6	89,8	90,0	90,2	90,4	90,7	90,9	91,1	91,3	91,6	91,9	92,2
95	88,8	89,0	89,2	89,4	89,6	89,8	89,9	90,1	90,3	90,5	90,7	90,9	91,1	91,3	91,6	91,8	92,0	92,2	92,5	92,8	93,1
96	89,8	90,0	90,1	90,3	90,5	90,7	90,8	91,0	91,2	91,4	91,6	91,8	92,0	92,2	92,5	92,7	92,9	93,1	93,3	93,6	93,9
97	90,7	90,8	91,0	91,2	91,4	91,6	91,7	91,9	92,1	92,3	92,5	92,7	92,9	93,1	93,3	93,5	93,7	93,9	94,2	94,5	94,8
98	91,6	91,7	91,9	92,1	92,3	92,5	92,6	92,8	92,9	93,1	93,3	93,5	93,7	94,0	94,2	94,4	94,6	94,8	95,1	95,4	95,7
99	92,5	92,6	92,8	93,0	93,1	93,3	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,4	94,6	94,8	95,1	95,3	95,5	95,7	96,0	96,3	96,6
100	93,3	93,4	93,6	93,8	94,0	94,2	94,3	94,5	94,7	94,9	95,1	95,3	95,5	95,7	96,0	96,2	96,4	96,6	96,9	97,2	97,5
101	94,2	94,3	94,5	94,7	94,9	95,1	95,2	95,4	95,6	95,8	96,0	96,2	96,4	96,6	96,9	97,1	97,3	97,5	97,8	98,1	98,4
102	95,1	95,2	95,4	95,6	95,8	96,0	96,1	96,3	96,5	96,7	96,9	97,1	97,3	97,5	97,8	98,0	98,2	98,4	98,7	99,0	99,3
103	96,0	96,1	96,3	96,5	96,7	96,9	97,0	97,2	97,4	97,6	97,8	98,0	98,2	98,4	98,7	99,0	99,2	99,4	99,6	99,9	
104	96,9	97,0	97,2	97,4	97,6	97,8	98,0	98,1	98,3	98,5	98,7	98,9	99,1	99,3	99,6	99,8					
105	97,8	98,0	98,1	98,3	98,5	98,7	98,8	99,0	99,2	99,4	99,6	99,8									
106	98,7	98,8	99,0	99,2	99,4	99,6	99,7	99,9													
107	99,6	99,7	99,9																		

Tabelle

zur Bestimmung des Procentgehalts an Wasser nach dem spezifischen Gewicht von Lösungen, die auf 3 Th. Syrup 7 Th. Wasser enthalten, bei verschiedenen Temperaturen.

Grade nach Celsius.	Spezifisches Gewicht.															
	1,080	1,081	1,082	1,083	1,084	1,085	1,086	1,087	1,088	1,089	1,090	1,091	1,092	1,093	1,094	1,095
	Wasserprocente.															
28	34,4	33,6	32,7	31,9	31,3	30,4	29,6	28,7	27,9	27,1	26,3	25,5	24,8	24,1	23,3	22,5
27	34,7	33,9	33,0	32,2	31,5	30,7	29,9	29,0	28,2	27,4	26,6	25,8	25,1	24,4	23,6	22,8
26	34,9	34,1	33,3	32,5	31,7	30,9	30,1	29,2	28,3	27,6	26,8	26,0	25,3	24,6	23,8	23,0
25	35,2	34,3	33,5	32,7	31,9	31,1	30,3	29,5	28,6	27,8	27,0	26,2	25,5	24,8	24,0	23,2
24	35,4	34,5	33,7	32,9	32,1	31,3	30,5	29,7	28,8	28,0	27,2	26,4	25,7	25,0	24,2	23,4
23	35,6	34,7	33,9	33,1	32,3	31,5	30,7	29,9	29,0	28,2	27,4	26,6	25,9	25,2	24,4	23,6
22	35,8	34,9	34,1	33,3	32,5	31,7	30,9	30,1	29,2	28,4	27,6	26,8	26,0	25,3	24,6	23,8
21	36,1	35,2	34,3	33,5	32,7	31,9	31,1	30,3	29,5	28,6	27,8	27,0	26,2	25,4	24,7	24,0
20	36,3	35,4	34,5	33,7	32,9	32,1	31,3	30,5	29,7	28,8	28,0	27,2	26,4	25,6	24,9	24,2
19	36,5	35,6	34,7	33,9	33,1	32,3	31,5	30,7	29,9	29,0	28,2	27,4	26,6	25,8	25,1	24,4
18	36,7	35,8	34,9	34,1	33,3	32,5	31,7	30,9	30,1	29,2	28,4	27,6	26,8	26,0	25,3	24,6
17	36,9	36,0	35,1	34,3	33,5	32,7	31,9	31,0	30,2	29,4	28,6	27,8	27,0	26,2	25,5	24,8
16	37,1	36,2	35,3	34,4	33,6	32,8	32,0	31,2	30,4	29,5	28,7	28,0	27,1	26,3	25,6	25,0
15	37,3	36,4	35,5	34,6	33,8	33,0	32,2	31,4	30,5	29,7	28,9	28,1	27,3	26,5	25,8	25,1
14	37,5	36,6	35,7	34,7	33,9	33,1	32,3	31,5	30,7	29,9	29,0	28,3	27,4	26,6	25,9	25,2
13	37,6	36,7	35,8	34,9	34,1	33,3	32,5	31,7	30,9	30,1	29,2	28,4	27,6	26,8	26,0	25,3
12	37,8	36,9	36,0	35,1	34,2	33,4	32,6	31,8	31,0	30,2	29,4	28,6	27,8	27,0	26,2	25,5
11	38,0	37,1	36,2	35,3	34,4	33,6	32,8	32,0	31,1	30,4	29,6	28,8	28,0	27,2	26,4	25,7
10	38,1	37,2	36,3	35,4	34,5	33,7	32,9	32,1	31,3	30,5	29,7	29,0	28,2	27,4	26,6	25,8
9	38,3	37,4	36,5	35,6	34,7	33,9	33,1	32,3	31,5	30,7	29,9	29,1	28,3	27,5	26,7	25,9
8	38,5	37,6	36,7	35,8	34,9	34,1	33,3	32,5	31,7	30,9	30,1	29,2	28,4	27,6	26,8	26,0

Tabelle

zur Bestimmung des Procentgehalts an Wasser nach dem spezifischen Gewicht von Lösungen, die auf 3 Th. Syrup
7 Th. Wasser enthalten, bei verschiedenen Temperaturen.

(Schluß.)

Grade nach Celsius.	Spezifisches Gewicht.														
	1,096	1,097	1,098	1,099	1,100	1,101	1,102	1,103	1,104	1,105	1,106	1,107	1,108	1,109	1,110
	Wasserprocente.														
28	21,7	21,0	20,2	19,5	18,8	18,1	17,3	16,6	15,8	15,1	14,4	13,7	13,0	12,3	11,6
27	22,0	21,2	20,5	19,8	19,1	18,4	17,6	16,9	16,1	15,4	14,7	14,0	13,3	12,6	11,9
26	22,3	21,5	20,7	20,0	19,3	18,6	17,8	17,1	16,3	15,6	14,9	14,2	13,5	12,8	12,1
25	22,4	21,7	20,9	20,1	19,4	18,7	18,0	17,2	16,5	15,7	15,0	14,3	13,6	12,9	12,2
24	22,6	21,9	21,1	20,3	19,6	18,9	18,2	17,4	16,7	15,9	15,2	14,5	13,7	13,1	12,4
23	22,8	22,1	21,3	20,5	19,8	19,1	18,4	17,6	16,9	16,1	15,4	14,7	14,0	13,3	12,6
22	23,0	22,3	21,5	20,7	20,0	19,3	18,6	17,8	17,1	16,3	15,6	14,9	14,2	13,5	12,8
21	23,2	22,4	21,7	20,9	20,1	19,4	18,7	18,0	17,2	16,5	15,7	15,0	14,3	13,6	12,9
20	23,4	22,6	21,9	21,1	20,3	19,6	18,9	18,2	17,4	16,7	15,9	15,2	14,5	13,8	13,1
19	23,6	22,8	22,1	21,3	20,5	19,8	19,1	18,4	17,6	16,9	16,1	15,4	14,7	14,0	13,3
18	23,8	23,0	22,3	21,5	20,7	20,0	19,3	18,6	17,8	17,1	16,3	15,6	14,9	14,2	13,5
17	24,0	23,2	22,5	21,7	20,9	20,2	19,5	18,8	18,0	17,3	16,5	15,8	15,0	14,3	13,6
16	24,1	23,3	22,6	21,8	21,0	20,4	19,7	19,0	18,2	17,4	16,7	16,0	15,2	14,4	13,7
15	24,3	23,5	22,8	22,0	21,2	20,5	19,8	19,1	18,4	17,6	16,9	16,1	15,4	14,6	13,9
14	24,4	23,7	22,9	22,2	21,4	20,6	19,9	19,2	18,5	17,7	17,0	16,2	15,5	14,8	14,1
13	24,6	23,8	23,0	22,3	21,5	20,7	20,0	19,3	18,6	17,8	17,1	16,3	15,6	14,9	14,2
12	24,8	24,0	23,2	22,5	21,7	20,9	20,2	19,5	18,8	18,0	17,3	16,5	15,8	15,0	14,3
11	25,0	24,2	23,4	22,7	21,9	21,1	20,3	19,6	18,9	18,2	17,5	16,7	16,0	15,2	14,5
10	25,1	24,3	23,6	22,8	22,0	21,3	20,5	19,8	19,0	18,3	17,6	16,9	16,2	15,4	14,7
9	25,2	24,5	23,7	22,9	22,2	21,4	20,6	19,9	19,2	18,5	17,7	17,0	16,4	15,6	14,8
8	25,3	24,6	23,8	23,0	22,3	21,5	20,7	20,0	19,3	18,6	17,8	17,1	16,5	15,8	15,0

Zu den aräometrischen Methoden ist jedoch zu bemerken, daß sie nur dann absolut zuverlässige Resultate geben, wenn man mit Lösungen von reinem Rohrzucker arbeitet. Alle anderen in den Lösungen enthaltenen Stoffe wirken ebenfalls auf das Saccharometer und lassen die Angaben des Zuckergehalts höher erscheinen, als sie wirklich sind. Bei der Untersuchung von Rübensaft u. dergl. hat man außer dem Zucker auch alle anderen Stoffe zu berücksichtigen, die Salze, welche beim Verbrennen als Asche zurückbleiben, die Extractivstoffe, Protein u. s. w. Es sind dies die Stoffe, welche der Fabrikant unter dem Namen Nichtzucker zusammenfaßt und deren Menge man kennen muß, um darnach erst den Werth des zu verarbeitenden Productes zu bestimmen. Das spezifische Gewicht der organischen Bestandtheile des Nichtzuckers mag ungefähr dem des Zuckers gleichkommen, das der Aschenbestandtheile ist aber höher als das des Zuckers; ihr Procentgehalt wird daher geringer sein, wie das Saccharometer angiebt.

Um genauer die Zusammensetzung solcher Säfte kennen zu lernen, ist es daher durchaus erforderlich, weitere Bestimmungen vorzunehmen, und dahin gehört zunächst eine directe Bestimmung des Zuckergehalts, die entweder durch alkalische Kupferoxydlösung oder nach der gleich zu beschreibenden optischen Methode, mittelst des Polarimeters, geschehen kann. Findet man in zwei verschiedenen Rübensäften mittelst des Polarimeters in jedem 10 Proc. Zucker, während der eine Saft am Saccharimeter 11°, der andere 12° gegeben hat, so wird der erstere, wiewohl scheinbar schwächere, doch der bessere sein, weil er weniger Nichtzucker enthält, und zwar wird er nicht nur um 1° des Saccharometers, sondern um Vieles besser sein, da die fremden Bestandtheile,

sowohl die organischen wie die anorganischen, während der Verkohlung der Säfte zerlegend auf den Zucker einwirken und ihn in unfeststoffbare Masse verwandeln. Je höher daher die Saccharometerangabe bei einer niedrigen Polarimeterangabe ist, um so schlechter ist der Saft.

Die Bestimmung der näheren Bestandtheile des Zuckersaftes ist für den Fabrikanten von großer Wichtigkeit, doch erfordert ihre genaue Ausführung die größte Sorgfalt und manche Geschicklichkeit. Wirklich brauchbare Resultate sind aber nur zu erhalten, wenn man solche Versuche exact ausführt; bloße Annäherungen nützen nichts, sondern bringen eher Schaden.

Den Wassergehalt bestimmt man am einfachsten, wenn man ungefähr 10 Grm. Saft in einem Platinschälchen im Wasserbade zur Trockne verdampft und dann im Luftbade bei 100 bis 105° so lange trocknet, bis das Gewicht constant bleibt. Bei der sehr hygroskopischen Eigenschaft des Rückstandes muß man die Schale vor dem Wägen über einer mit Schwefelsäure gefüllten Schale, die auf einer matt geschliffenen Glasplatte steht und mit einer Glasglocke bedeckt ist, erkalten lassen und die Wägung möglichst rasch ausführen. Sehr zweckmäßig bedient man sich zu solchen Wasserbestimmungen der Trockenröhren, welche von Liebig zuerst zum Trocknen organischer Substanzen empfohlen wurden. Sie bestehen aus einem weiten Glasrohr, welches an beiden Enden zugeblasen ist, auf welches aber an den Enden im rechten Winkel zwei Glasröhren angeschmolzen sind. Die eine davon ist eng und im rechten Winkel gebogen, die andere weiter und oben offen. Die letztere dient zum Einfüllen des Saftes und zum Austritt des Wasserdampfes. Die erstere ist mit einem großen, nach Art

der Döbereiner'schen Zündmaschine construirten Wasserstoffentwicklungsapparat und mit Chlorcalciumröhren verbunden. Das Trockenrohr wird zunächst leer

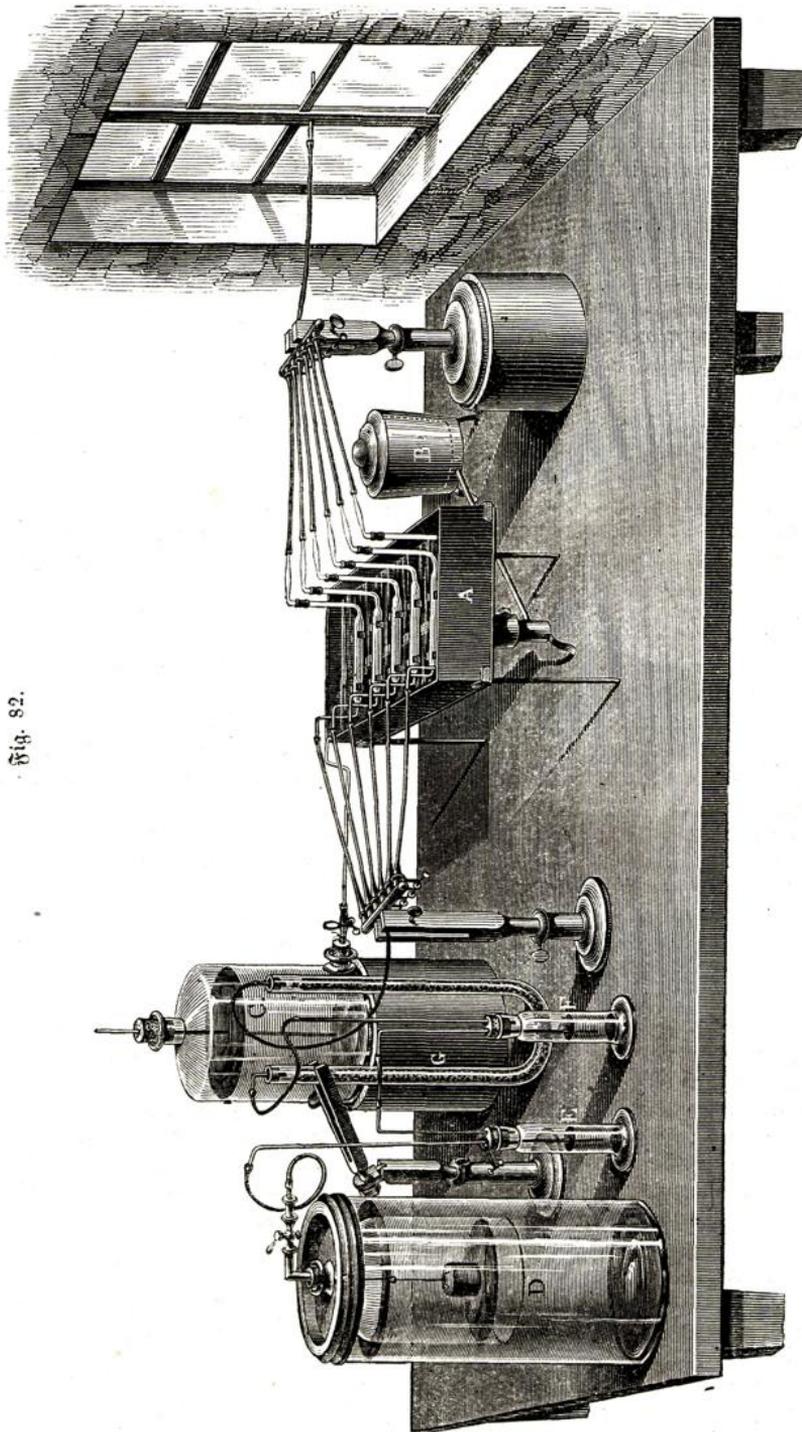
den Apparat. Durch den Gasstrom wird der Wasserdampf rasch fortgeführt und der Rückstand ausgetrocknet. Sobald der Rückstand fast trocken geworden ist, befestigt man auf dem offenen Rohre ein anderes winklig gebogenes Glasrohr mit einer Gummiröhre. Man verhindert dadurch, daß von dem kochenden Wasser keine Dämpfe in den Trockenapparat zurücktreten. Ein solcher Apparat läßt sich leicht so einrichten, daß in demselben Wasserbade zur Zeit sechs oder mehr Trockenröhren befindlich sind, die dann alle mit demselben Wasserstoffapparate in Verbindung stehen. Nach einer mehrjährigen Anwendung eines solchen Apparats hat sich derselbe vortrefflich bewährt. Man hat dabei den Vortheil, daß der Rückstand nie über 100° erhitzt und nicht durch den Einfluß der Luft zersetzt werden kann, da die Trocknung mit völligem Ausschluß der Luft in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas geschieht. Nach beendigter Trocknung, wozu nach dem Verdampfen des Wassers 6 Stunden hinreichend sind, nimmt man die Röhren aus dem Wasserbade, trocknet sie mit einem leinenen Tuche, saugt Luft hindurch, um das noch darin enthaltene Wasserstoffgas zu entfernen, und wägt den Trockenrückstand.

Fig. 82 zeigt den Trockenapparat mit allen seinen Theilen. A ist das Wasserbad, in welchem 6 Röhren liegen, die durch kleine Messingklammern am Boden festgehalten werden; ein aus 3 Stücken bestehender Deckel, in welchem zur Aufnahme der verticalen Röhren Einschnitte gemacht sind, verschließt das Wasserbad während des Gebrauchs, um übermäßige Verdunstung zu verhindern. Die große Spirituslampe B, deren Sturzflasche 1 Liter Alkohol faßt, dient zur Erhitzung des Wassers. Die am Boden tubulirte Flasche C ersetzt selbstthätig das verdunstende Wasser im Wasserbade. D ist der Gasentwicklungsapparat. Er besteht aus einem großen Glaszylinder von 30 Liter Gehalt, in welchem eine tubulirte

glasglocke hängt, deren Tubulus durch einen durchbohrten Kork verschlossen ist, und in diesen ist ein Messinghahn luftdicht eingepaßt. An dem untern Theile des Hahns ist ein Haken angelöthet, an welchem der

Glaszylinder von 30 Liter Gehalt, in welchem eine tubulirte

Fig. 82.



Zinkblock aufgehängt wird. Der große Cylinder wird mit verdünnter Schwefelsäure (1:10) gefüllt. Sobald man den Hahn öffnet, dringt die Säure in die Glocke, kommt hier mit dem Zink in Berührung und entwickelt Wasserstoffgas. Durch weiteres Öffnen oder Schließen des Hahns kann man den Gasstrom beliebig reguliren oder ganz unterbrechen. Das Gas geht zunächst in den Waschcylinder *E*, der mit Wasser gefüllt ist, dann durch *F*, worin concentrirte Schwefelsäure enthalten ist, und wird seiner letzten Spuren von Feuchtigkeit in dem großen Chlorcalciumrohre *G* beraubt. Von hier tritt es in eine horizontal liegende Messingröhre, die sechs kurze Ansätze hat, über welche Gummiröhren geschoben sind, die das Gas in die Trockenapparate leiten und vertheilen. Nachdem das Wasser so weit verdunstet ist, daß in den aufrecht stehenden Röhren der Trockenapparate kein starker Beschlag von Feuchtigkeit mehr wahrgenommen wird, befestigt man mit kleinen Gummiröhren die rechtwinklig gebogenen Glasröhren, welche wieder durch Kautschukröhren mit einer Messingröhre verbunden sind, aus der das entweichende Gas in's Freie geleitet wird. Es geschieht dies der Vorsorge halber, um zu verhüten, daß das Gas sich im Arbeitsraume nicht in großer Menge ansammle und etwa eine Explosion bewirke. Den letzten Theil des Apparates kann man aber sogleich entbehren, wenn man das aus den gebogenen Röhren austretende Gas entzündet und durch Verbrennung desselben die Ansammlung verhindert.

Der Apparat hat sich so gut bewährt, daß im Laboratorium zu Weende keine Wasserbestimmung schon seit einigen Jahren mehr auf andere Weise ausgeführt wird. In Laboratorien, wo man Leuchtgas zu seiner Verfügung hat, kann der Apparat noch sehr vereinfacht werden. Statt des Gasentwicklungsapparates bringt man ein Gasrohr mit der Waschflasche *E* in Verbindung und benutzt das Leuchtgas zum Trocknen. Statt dasselbe fortzuleiten oder verbrennen zu lassen, verbindet man das Rohr, welches in unserer Zeichnung das Gas in's Freie leitet, mit dem Brenner unter dem Wasserbade und bewirkt so das Trocknen und die Heizung des Wasserbades mit demselben Quantum Gas.

Zur Bestimmung des Aschengehalts verdampft man ein größeres Quantum des Saftes (300 bis 400 Grm.) in einer Platinschale zur Trockne und erhitzt in einer Muffel nur soweit, bis eine schwarze Kohle zurückbleibt, die keine Dämpfe mehr ausstößt. Die Kohle ist ganz mit leicht schmelzbaren Salzen durchdrungen, die den Zutritt der Luft zu den Kohletheilchen so verhindern, daß eine vollständige Verbrennung derselben unmöglich ist. Die Kohle wird deshalb mit heißem Wasser ausgewaschen, wieder getrocknet, gröblich gerieben und dann in der Platinschale von Neuem erhitzt, wobei sie leicht zu weißer Asche verbrennt. Da die gewaschene Kohle keine Salze mehr enthält, die bei starker Hitze verflüchtigt werden können, so kann man die Verbrennung durch ziemlich starke Hitze beschleunigen. Zu dem dabei verbleibenden Rückstande giebt man das Waschwasser der Kohle, verdampft das Ganze zur Trockne, glüht gelinde und wägt den Rückstand.

Erst wenn diese drei Bestimmungen, die chemische oder optische Zuckerprobe, der Gehalt an Trockensubstanz

und Asche ausgeführt sind, hat man sehr annähernd eine richtige Vorstellung von der Beschaffenheit der Säfte und eine Controle für die Saccharimeterangabe. Dieses ist nicht allein für Rübensäfte, sondern für alle übrigen dahinschlagenden Untersuchungen maßgebend.

Die optischen Zuckerbestimmungsmethoden gründen sich auf die Eigenschaft von Zuckerlösungen, den polarisirten Lichtstrahl um eine gewisse Größe abzulenken. Zur Hervorrufung der Polarisation wendet man Nicol'sche Prismen an. Diese Prismen werden aus Kalkspath-Rhomboedern gefertigt, deren um 71° gegen einander geneigte Flächen so geschliffen sind, daß der Neigungswinkel nur noch 68° beträgt. Die so geschliffenen und polirten Krystalle werden rechtwinklig gegen die eine Fläche durchschnitten und mit Canadabalsam wieder auf einander gefittet. Fällt ein Lichtstrahl auf ein solches Prisma, so wird er doppelt gebrochen, d. h. in zwei Strahlen zerlegt, von denen der eine beim Uebergang in die Balsamschicht total reflectirt und unwirksam gemacht wird. Fängt man den durch das Prisma gegangenen und durch dieses polarisirten Strahl in einem zweiten Prisma auf, so wird er, wenn beide Prismen so gegen einander gestellt sind, daß ihre Axen zwar in einer Ebene liegen, das eine der Prismen aber gegen das andere um seine Axe genau um 90° gedreht ist, von letzterem völlig absorbiert werden, das Gesichtsfeld wird also dunkel, beide Prismen undurchsichtig erscheinen. Hat man den Prismen, von denen das erste das Polarisationsprisma, das zweite der Analysator genannt wird, diese Stellung gegeben und bringt man nun eine Zuckerlösung zwischen beide, so findet man, daß die Prismen nicht mehr undurchsichtig, sondern gefärbt erscheinen, ein Beweis, daß der Lichtstrahl nicht unverändert durch die Zuckerlösung gegangen, sondern von dieser abgelenkt oder gedreht worden ist. Diese Erscheinung, die manche Körper in höherem oder geringerem Grade und auf verschiedene Weise zeigen, nennt man die Circularpolarisation. Die Färbung der Prismen erscheint roth, gelb, grün, blau, violett, je nach der Größe der Ablenkung. Dreht man den Analysator um seine Axe nach rechts, so werden die Farben in der erwähnten Reihenfolge erscheinen, bis die eine Hälfte des Gesichtsfeldes blau, die andere violett ist. Es ist dies der Punkt, welcher bei der Circularpolarisation dem vorher dunklen Gesichtsfelde entspricht, und es ist die Grenze des Drehungsvermögens. Muß man, um die einzelnen Farben in derselben Reihenfolge zu sehen, den Analysator nach links drehen, so ist der Lichtstrahl nach links abgelenkt; man sagt dann, die geprüfte Lösung hat eine Linkspolarisation, sonst polarisirt sie rechts.

Von den Zuckerarten polarisiren:

Rechts:	Links:
Rohrzucker,	Fruchtzucker,
Traubenzucker,	Invertzucker,
Eretholose,	Sorbin.
Melzitose,	
Melitose,	
Milchzucker,	
Eucalyn,	
Vinit,	
Quercit.	

Um den Grad der Ablenkung beurtheilen zu können, ist der Analysator mit einem Zeiger und Nonius versehen, der sich um eine Kreistheilung von 360° bewegt und so die Drehung des Prismas in Graden und Minuten anzeigt.

Der Grad der Ablenkung richtet sich nach der Zahl der wirksamen Moleküle, welche der Strahl bei seinem Durchzuge passieren muß; sie wird also um so größer sein, je dichter die Lösung und je länger die Flüssigkeitsschicht ist. Er ist bei gleicher Concentration und gleicher Länge der Flüssigkeitsschicht verschieden bei jeder Zuckerart; so werden, gleiche Concentration und gleiche Länge der Flüssigkeitsschicht vorausgesetzt, die Ablenkungen des Rohrzuckers zu denen des Traubenzuckers sich verhalten wie 78,3 : 57,6.

Um nun das Drehungsvermögen der einzelnen Zuckerarten oder anderer Körper vergleichen und auf eine bestimmte Einheit zurückführen zu können, berechnet man die Ablenkung, welche eine Flüssigkeitsschicht von 100 M.-M. Länge und von der hypothetischen Dichte von 1,000 ausüben würde, und bezeichnet diese als spezifische Drehkraft oder als das Rotationsvermögen.

Das Rotationsvermögen oder die spezifische Drehkraft bezeichnet man mit $[\alpha]$ und findet den Werth dieser nach der Formel:

$$[\alpha] = \begin{matrix} + \\ \text{rechts} \end{matrix} \text{ oder } \begin{matrix} - \\ \text{links} \end{matrix} \frac{\alpha}{\epsilon \cdot \zeta \cdot \delta}$$

α ist dabei der Winkel, um welchen das analysirende Prisma gedreht werden mußte, um die Farbe zwischen blau und violett — die Uebergangsfarbe — zu zeigen, ϵ das Gewicht an optisch wirksamer Substanz in der Gewichtseinheit der Lösung, ζ die Länge der Flüssigkeitsschicht und δ das spezifische Gewicht der Lösung.

Um ein Beispiel anzuführen, so seien in 1 Liter Zuckerlösung 164,7 Grm. Zucker enthalten, das spezifische Gewicht (δ) ist = 1,060, in der Gewichtseinheit der Lösung (ϵ) ist demnach enthalten 0,156 Grm., die Länge der Flüssigkeitsschicht (ζ) sei 200 M.-M., der Ablenkungswinkel (α) rechts 25,9 so hat man

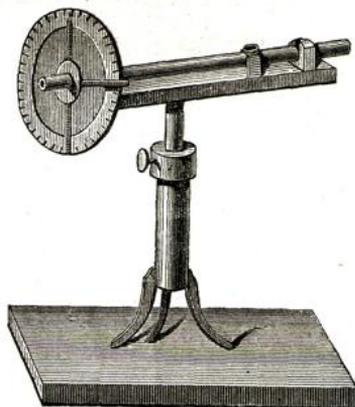
$$[\alpha] = \frac{25,9}{0,156 \cdot 2 \cdot 1,06} \text{ oder } \frac{25,9}{0,331} = 78,3^\circ \text{ rechts.}$$

Der Ablenkungswinkel der verschiedenen Lichtstrahlen ist nicht absolut gleich, es wird dieses von manchen Beobachtern nicht streng genug berücksichtigt und daher findet man auch häufig etwas variirende Angaben über das Rotationsvermögen. Am zweckmäßigsten ist ein für alle Mal mit dem gelben Strahl zu arbeiten, worauf die Instrumente eingestellt werden müssen. Daß dieses geschehen ist, bezeichnet man durch einen Buchstaben als Exponenten des $[\alpha]$. So ist $[\alpha]_j$ oder $[\alpha]_g$ das Rotationsvermögen des gelben Strahls, $[\alpha]_r$ das des rothen Strahls. Meist wird aber der gelbe Strahl genommen und dann häufig die nähere Bezeichnung unterlassen.

Der Polarisationsapparat in seiner einfachsten Form, der nach Mitscherlich's Construction, ist in Fig. 83 dargestellt. Der polarisirte Nicol liegt an dem abgewandten Ende des Apparats, darauf folgt eine Glasröhre von 200 M.-M. oder beliebiger, aber genau bekannter Länge, in die die zu prüfende Flüssigkeit kommt.

Das die Flüssigkeit enthaltende Glasrohr ist von einem andern undurchsichtigen, innen geschwärzten Rohre umhüllt, um alle fremden Lichtstrahlen abzuhalten. Vorn dicht vor dem Ocular liegt das zweite Nicol, welches mit dem

Fig. 83.



Zeiger verbunden ist, der sich auf der Gradscheibe bewegt. Vor dem Gebrauch stellt man den Apparat mit dem polarisirenden Prisma dicht vor eine Lampe, so daß das intensive Licht derselben hineinfällt, bringt den Zeiger genau auf den Nullpunkt, dreht den Analysator so lange, bis eine fast völlige Verdunkelung eingetreten ist, und befestigt erst dann den Zeiger auf dem Analysator. So ist der Apparat zum Gebrauch fertig. (Eine ausführlichere Zeichnung und die Beschreibung dieses Apparats von Wagenmann findet sich Dingler's Journal 84, 271.)

Ein anderer Apparat wurde von Soleil construirt. Bei diesem wird die Rotation des polarisirten Lichtstrahls nicht durch die Drehung des analysirenden Prismas gemessen, sondern es ist ein Apparat eingeschaltet, durch welchen bei entsprechender Stellung die durch den Zucker ausgeübte Drehung aufgehoben wird. Dieser sogenannte Compensator besteht aus Quarzplatten von entgegengesetztem Drehungsvermögen, von denen die eine feststeht, während die andere so durchschnitten ist, daß zwei keilförmige Stücke entstehen. Je nachdem man nun diese Keile mehr oder weniger an einander hergleiten läßt, werden sie zusammen eine Platte von größerer oder geringerer Dicke bilden. Da das Compensationsvermögen des Quarzes in demselben Verhältniß wie die Dicke der Platte steht, so braucht man nur die Dicke der Platte zu messen, um darnach die Rotation zu bestimmen. Bei diesem Apparate bleiben also die beiden Nicols fest stehen, wenn sie einmal richtig eingestellt sind, nur der Compensator wird bewegt. Der Grad dieser Bewegung wird auf einen Nonius übertragen, der an einer Scala gleitet, worauf die Dicke der aus den beiden Keilen gebildeten Quarzplatte in ganzen Zahlen angegeben ist. Eine 1 M.-M. dicke Quarzplatte bewirkt eine ebenso große Rotation wie eine 200 M.-M. lange Flüssigkeitsschicht, die in 1000 C.-C. 164,71 Grm. reinen Rohrzucker enthält. Da auf der Scala noch 0,1 M.-M. der Quarzdicke in Graden angegeben sind und man mit dem Nonius 0,01 M.-M. genau ablesen kann, so ist die Empfindlichkeit dieses Apparates sehr groß.

Fig. 84.

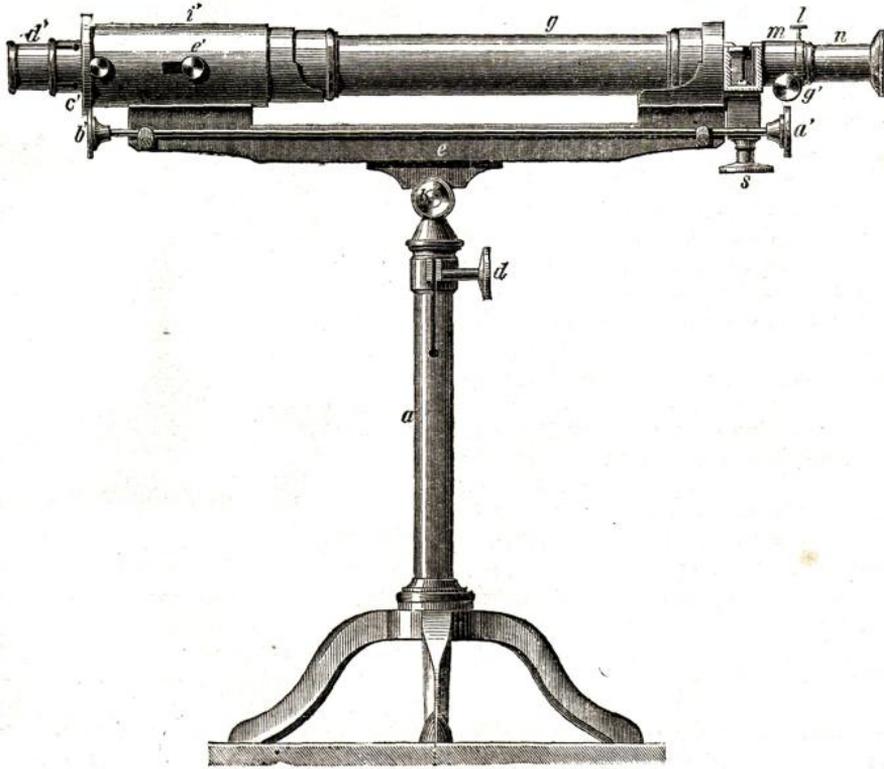


Fig. 85.

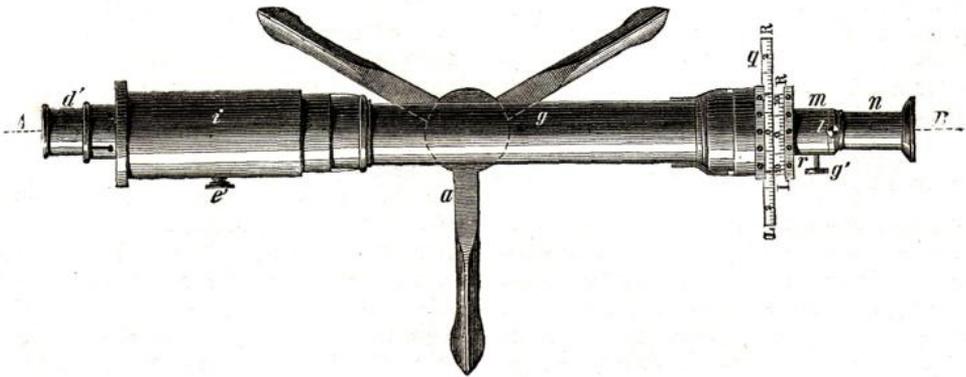
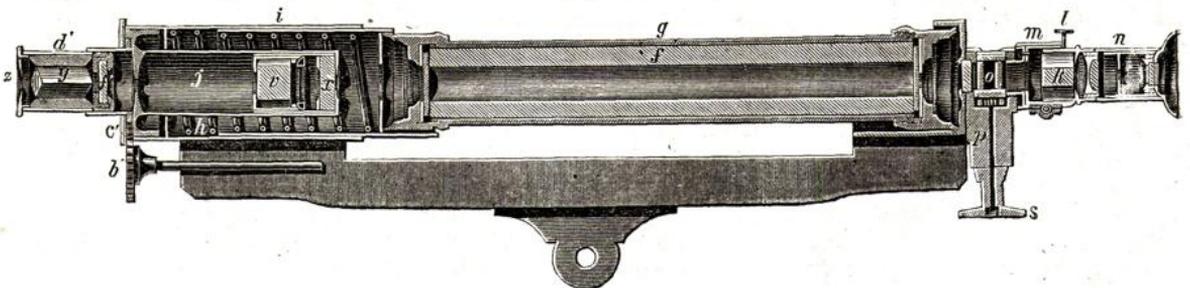


Fig. 86.



Während also der Apparat von Mitscherlich unmittelbar zur Bestimmung der spezifischen Drehkraft einer jeden Zuckerart angewandt werden kann, da man an dem Zeiger die Grade der Ablenkung abliest, kann man den von Soleil construirten Apparat direct nur als Saccharimeter benutzen, so lange nicht durch Versuche das Verhältniß des Rotationsvermögens der einzelnen Zuckerarten zu dem des Quarzes festgestellt ist. Der Soleil'sche Apparat ist aber gerade als Saccharimeter besonders geeignet, da seine Angaben von größter Schärfe und leichter erkennbar als bei jenem sind. Leider ist sein Preis ein sehr hoher, er kostet circa 140 Thaler, während der andere nur 28 Thaler kostet.

Der Soleil'sche Apparat ist in Fig. 84 bis 86 dargestellt. Fig. 84 ist eine Ansicht des Apparats mit allen seinen Theilen; Fig. 85 derselbe von oben gesehen, Fig. 86 ein Durchschnitt nach der Linie *AB* in Fig. 85.

a ist das Gestell, auf welchem das Instrument ruht; *b* ein Gelenk, um welches es gedreht werden kann, um ihm eine beliebige Neigung gegen den Horizont zu geben; durch eine Schraube kann dieses Gelenk festgestellt werden. Der obere Theil kann außerdem um die Axe des Gestells gedreht und durch die Schraube *d* befestigt werden. *f* ist eine Röhre von starkem Glase, welche ganz mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt wird und in einer undurchsichtigen, innen schwarzen Hülle *g* ruht. *h* eine spiralförmig gewundene Feder in dem Rohre *i*, welche das Rohr *j* mit seinen Theilen hält. *k* der Analysator, aus einem Nicol'schen Prisma bestehend. *l* ein Knopf, der die Bewegung eines Fernrohrs *m* aufhält; *n* das Ocular und der Auszug eines Galiläi'schen Fernrohrs; *o* der Compensator, zwei keilförmig geschnittene Quarzprismen. Beide Prismen müssen gleiches Drehungsvermögen haben, es ist gleichviel ob sie rechts oder links drehend sind, jedenfalls muß aber ihr Drehungsvermögen das entgegengesetzte einer andern Quarzplatte sein, die unmittelbar davor liegt. *p* die Fassung des Compensators. *q* die graduirte Scala. *r* Nonius. *s* ein Knopf, dessen Axe mit einem Getriebe versehen ist, welches den Nonius und die Scala und die an diesen befestigten Quarzprismen verschiebt. *x* eine Quarzplatte von doppelter Drehung. *v* der Polarisator, ein Kalkspathprisma, welches durch eine daran angebrachte Glaslinse achromatisirt ist; *y* ein Nicol'sches Prisma; *z* die Oeffnung, durch welche die Lichtstrahlen einfallen; *a'* ein Knopf an einer horizontalen Stange, die ein gezahntes Rad *b'* trägt, welches in ein anderes Rad *c'* greift, um das Prisma *y* mit der davor befindlichen Quarzplatte *f'* drehen zu können; *e'* ein Knopf, mit dem man das Rohr *j* zurückschiebt, wenn man das Rohr *gf* aus dem Apparate nehmen will; *g'* Schraube, durch welche der Analysator gedreht werden kann.

Die Ausführung der Zuckerbestimmung ist mit beiden Apparaten etwas verschieden. Manche dabei vorkommende Operationen sind aber gleich, diese können wir daher gemeinschaftlich beschreiben. Alle zu untersuchenden Zuckerslösungen müssen ganz oder doch fast farblos sein. Um sie zu entfärben, filtrirt man sie mehrere Male durch Knochenkohle, genügt dieses nicht, wie es bei Melassen u. dergl. gewöhnlich der Fall ist, o

vermischt man sie mit kassisch essigsäurem Bleioryd, um den Farbstoff zu fällen. Diese Lösung bereitet man, indem man 100 Grm. Bleizucker in ungefähr seinem fünffachen Gewicht Wasser löst, in der Wärme mehrere Stunden lang mit 70 Grm. feingeriebener Bleiglätte, die vorher zum Glühen, aber nicht zum Schmelzen erhitzt ist, digerirt, dann wenn die Lösung durch einen Kupfergehalt der Glätte grünlich gefärbt ist, einen Bleistreifen hineinstellt, bis die Flüssigkeit völlig farblos geworden ist, und endlich nach dem Erkalten auf 1000 C.=C. verdünnt. Die filtrirte Lösung wird in gut verschlossenen Flaschen zum Gebrauche aufbewahrt. Hat man festen Zucker zu untersuchen, so löst man diesen in einem Glase, welches bis zu einem Striche am Halse 100 C.=C. faßt, fügt, wenn es erforderlich ist, 10 C.=C. der Bleiessiglösung hinzu und verdünnt dann genau auf 100 C.=C. Ist die filtrirte Flüssigkeit noch nicht ganz farblos, so filtrirt man sie durch Knochenkohle, die in einem Glasrohre enthalten ist. Dieses ist unten durch eine Messingplatte verschlossen, in welche eine Oeffnung von der Größe eines Stecknadelpfropfes gebohrt ist, so daß der Saft nur langsam in ein darunter gestelltes Gefäß fließen kann. Wendet man die Bleiessiglösung zum Entfärben von Rübensäften oder farbigen Zuckerslösungen an, deren Gehalt man ermitteln will, so werden sie dadurch verdünnt, wofür Rechnung getragen werden muß. Sie werden dann in einem Glase abgemessen, welches an seinem Halse zwei Marken trägt, die eine für 100 C.=C., die andere für 110 C.=C. Man füllt dieses zunächst mit dem Saft bis 100 C.=C., dann mit dem Bleiessig bis 110 C.=C., schüttelt und filtrirt. Die Flüssigkeit ist dadurch in dem Verhältniß von 10 zu 11 verdünnt worden. Es müßte daher, wenn man den Gehalt erfahren will, statt des 200 M.=M. langen Rohrs eines von 220 M.=M. Länge angewandt werden, welches häufig den Apparaten beigegeben ist. Da in der 220 M.=M. langen Flüssigkeitsschicht ebensoviel Zuckermoleküle enthalten sind, wie früher in der 200 M.=M. langen Schicht, so müssen die Resultate dieselben sein. Dasselbe Resultat erhält man aber auch, wenn man mit dem 200 M.=M. langen Rohre operirt und die abgelesenen Grade um $\frac{1}{10}$ vermehrt; wenn also die Flüssigkeit nach dem Verdünnen in dem 200 M.=M. langen Rohre 30 Grade polarisirt, so würde sie vor der Verdünnung 33 Grade polarisirt haben, denn $10 : 11 = 30 : 33$.

Zur Controle für die Zuckerbestimmung und um zu bestimmen, ob und wieviel Traubenzucker oder Invertzucker dem Rohrzucker beigemischt ist, bewirkt man sehr häufig die Inversion, indem man mit Salzsäure erwärmt. Dieses geschieht, indem man ebenfalls 100 C.=C. abmischt, mit 10 C.=C. concentrirter reiner Salzsäure vermischt und in einem Glase, durch dessen Kork ein Thermometer gesteckt ist, 15 Minuten lang in einem Wasserbade auf 68 bis 70° erwärmt. Die Flüssigkeit wird dann rasch bis auf die Temperatur der Luft abgekühlt. Da durch den Zusatz der Salzsäure dieselbe Verdünnung, wie oben für Bleiessig angegeben ist, herbeigeführt wird, so hat man dieselbe Correction vorzunehmen oder in einer 220 M.=M. langen Röhre zu polarisiren. Will man eine schon mit Bleiessig ver-

dünnte Lösung invertiren, so muß natürlich die Correction auf $\frac{2}{10}$ erhöht oder in einem 240 M.-M. langen Rohre polarisirt werden. Auf Zusatz der Salzsäure scheidet sich aus der bleihaltigen Flüssigkeit Chlorblei ab, welches vor dem Erwärmen abfiltrirt wird.

Das Rotationsvermögen des Rohrzuckers ist für jede Temperatur innerhalb der Schwankungen der Luftwärme gleich, das des Invertzuckers wird aber wesentlich durch Temperaturunterschiede beeinflusst. Man muß daher invertirte Lösung entweder jedesmal auf eine bestimmte Normaltemperatur bringen, oder Correctionen, die wir für den Soleil'schen Polarimeter unten geben werden, anwenden.

Das Rohr, in welchem die Lösungen untersucht werden, besteht in beiden Apparaten aus einem genau 200 M.-M. langen Glasrohre, welches oben und unten offen ist, welches aber durch zwei geschliffene Glasplatten, die durch Messingkapseln festgeschraubt werden, luftdicht verschlossen werden kann. Vor dem Gebrauch nimmt man eine dieser Deckplatten ab, füllt das Rohr bis zum Ueberlaufen mit der Flüssigkeit, legt die Platte wieder auf und befestigt sie durch Anschrauben.

Wie der Mitscherlich'sche Apparat genau auf den Nullpunkt eingestellt wird, haben wir oben beschrieben (S. 206). Die beiden Nicol'schen Prismen stehen richtig, wenn eine fast völlige Verdunkelung des Gesichtsfeldes eintritt. Der Zeiger muß dann auf 0 weisen. Viele Versuche haben ergeben, daß eine Lösung, welche in 100 C.-G. 30 Grm. reinen Rohrzucker enthält, genau 40° polarisirt. Der Zeiger wird also auf 40° stehen, wenn man das Nicol rechts gedreht hat und dabei die Hälfte des Gesichtsfeldes blau, die andere Hälfte violett erscheint. Jeder Grad der Ablenkung zeigt daher an, daß in 100 C.-G. Flüssigkeit 0,75 Grm. Zucker enthalten sei, denn:

$$40 : 30 = 1 : 0,75.$$

Hat man daher eine reine Zuckerlösung von unbekanntem Gehalt und sie polarisirt 25° , so werden 100 C.-G. dieser Lösung 18,75 Grm. Zucker enthalten, denn:

$$40 : 30 = 25 : 18,75$$

oder:

$$1 : 0,75 = 25 : 18,75.$$

Die Lösung enthält mithin 18,75 Volumprocente Zucker. Um diese auf Gewichtsprocente zu reduciren, braucht man sie nur durch das spezifische Gewicht, welches man durch Wägen oder mittelst des Aräometers bestimmen kann, zu dividiren. Ist das spezifische Gewicht der Lösung z. B. 1,070 oder wiegen 100 C.-G. 107 Grm., so enthalten 100 Grm. der Lösung 17,66 Grm. Zucker, denn:

$$\frac{18,75}{1,070} = 17,66$$

oder:

$$107 : 100 = 18,75 : 17,66.$$

Hätte man dieselbe Lösung mit Bleieffig geklärt und dabei im Verhältniß von 10 : 11 verdünnt, so würde sie

nur $22^\circ,5$ polarisirt haben. Man hätte dann $2,5^\circ$ hinzuzuaddiren und würde 25° Ablenkung bekommen haben.

Untersucht man z. B. einen Rübensaft, der um ihn zu klären im Verhältniß von 10 : 11 mit Bleieffig versetzt ist, und derselbe hat in dem 200 M.-M. langen Rohre 14° polarisirt, so ist zunächst wegen der Verdünnung $\frac{1}{10}$ hinzuzuaddiren, $14 + 1,4 = 15,4^\circ$. Jeder Grad entspricht 0,75 Grm. Zucker in 100 C.-G. Die Lösung enthält demnach $15,4 \cdot 0,75 = 11,55$ Grm. Zucker in 100 C.-G. Das spezifische Gewicht des Saftes sei 1,055, so werden in 100 Grm. des Rübensaftes 10,95 Grm. oder Procente Zucker enthalten sein. Hat dann der Saccharimeter bei der aräometrischen Bestimmung $13,5^\circ$ gezeigt, so enthält der Saft 10,95 Proc. Zucker und 2,55 Proc. Nichtzucker.

Um mit dem Soleil'schen Apparat zu arbeiten, stellt man zunächst den Nullpunkt des Nonius genau auf den der Scala, bei welcher Stellung die Quarzplatten sich gegenseitig genau compensiren. Dann füllt man das Rohr mit Wasser und zieht das Fernrohr so weit heraus, daß man beim Hindurchsehen eine scharf erleuchtete Fläche mit deutlich begrenztem Umfange wahrnimmt, wenn der Apparat vor eine Lampe gestellt wird. Darauf dreht man den Analysator so lange, bis die ganze Scheibe ganz gleichmäßig hellgelb erleuchtet ist und nicht der geringste Farbenunterschied mehr bemerklich ist. Nimmt man nun das 200 M.-M. lange Rohr heraus und füllt es mit einer Zuckerlösung, so wird man, nachdem man es wieder an seine Stelle gebracht hat, statt der vorher gleichmäßig gelblich gefärbten Scheibe ganz andere Farben sehen, und zwar erscheint die Fläche in der Mitte durch eine Linie in zwei Hälften getheilt, von denen die eine anders gefärbt ist als die andere, weil durch das Rotationsvermögen des Zuckers die Compensation der Quarzplatte aufgehoben ist. Mittelfst des Knopfes s verschiebt man deshalb die Quarzplatten, bis die Ablenkung des Zuckers durch die des Quarzes compensirt ist, was man daran erkennt, daß die verschiedene Färbung verschwunden und die hellgelbe wieder hergestellt ist.

Da, wie oben erwähnt, eine Flüssigkeit, die in 1000 C.-G. 164,71 Grm. oder in 100 C.-G. 16,471 Grm. reinen Rohrzucker enthält, gerade 100 Grade polarisirt, so braucht man die Zahl der Grade nur mit 0,16471 zu multipliciren, um die Volumprocente an Zucker, oder mit 1,6471, um den Gehalt eines Liters an Zucker zu erfahren. Durch Division mit dem spezifischen Gewicht findet man dann ebenso wie oben den Gehalt nach dem Gewicht. Die Columne A der nachstehenden Tabelle zeigt die abgelesenen Grade, B den entsprechenden Gehalt eines Liters in Grammen.

Bei der Untersuchung von Rohrzucker, Melasse u. ist es am einfachsten 16,471 Grm. jedesmal davon abzuwägen und in einem 100 C.-G. Glase, erforderlichenfalls unter Zusatz von Bleieffig zu lösen und auf 100 C.-G. zu verdünnen. Da eine Lösung von reinem Rohrzucker bei dieser Concentration im Rohre von 200 M.-M. Länge genau 100 Grade polarisirt, so werden die gefundenen Grade unmittelbar Gewichtsprocente geben.

Um Rübensaft zu untersuchen, bestimmt man zunächst sein spezifisches Gewicht mittelst des Aräometers, füllt damit das Glas bis zu 100 C.=C. und giebt 10 C.=C. Bleiessig hinzu. Nach der Filtration füllt man mit dem Safte das Rohr von 220 M.=M. Länge und macht mit diesem die Beobachtung, oder man polarisirt mit dem Rohre von 200 M.=M. und addirt $\frac{1}{10}$ der gefundenen Grade hinzu. Die Anzahl der Grade in der Columne A gesucht, zeigen in Columne B den Gehalt eines Liters in Grammen, der nur mit dem spezifischen Gewicht dividirt zu werden braucht, um die Gewichtsprocente zu geben. Da der Rübensaft aber außer Rohrzucker häufig geringe Mengen von anderen ebenfalls polarisirenden Stoffen enthält, so muß man die Inversion vornehmen, wodurch aller Zucker in Invertzucker verwandelt wird, der die Polarisationsebene zur Linken dreht, und aus der Differenz zwischen der direct beobachteten Zahl und der nach der Inversion hat man dann den Zuckergehalt zu ermitteln.

Auf je 100 C.=C. der mit Bleiessig geklärten Flüssigkeit giebt man 10 C.=C. concentrirte Salzsäure und invertirt wie oben (S. 210) beschrieben. Nach dem Erkalten bestimmt man genau die Temperatur der Flüssigkeit, gießt sie in das Beobachtungsrohr, entleert dieses wieder und wiederholt dasselbe einige Male, um sicher zu sein, daß die Flüssigkeit in dem Rohre genau dieselbe Temperatur hat, welche man vorher beobachtet hat. Bei der Polarisation muß man dann die Quarzprismen zur Linken schieben, um auf den ursprünglichen Farbenton der Platte zurückzukommen. Da einmal mit Bleiessig und einmal mit Salzsäure um $\frac{1}{10}$ verdünnt ist, so muß man $\frac{2}{10}$ der Zahl der Grade zu den beobachteten hinzuaddiren, um die Zahl der Grade zu finden, welche der unverdünnte Saft geben würde.

Die Zahl der zuerst rechts beobachteten Grade wird zu den nach der Invertirung gefundenen Graden der Linkspolarisation hinzuaddirt. Sollte nach der Inversion keine Linkspolarisation eintreten, was jedoch nur selten vorkommt, so hat man die Rechtsgrade der Inversion von den Rechtsgraden vor der Inversion abzuziehen.

Die nachstehende Tabelle zeigt die zwischen 10 und 35° liegenden Temperaturen. In der der Beobachtung entsprechenden Columne geht man soweit abwärts, bis man die durch die Addition von + und - gefundenen Grade der Differenz oder die ihnen am nächsten stehende Zahl findet. Horizontal damit in der Columne B zeigt

dann die Zahl den entsprechenden Gehalt an reinem Zucker im Liter in Grammen.

Hat man die Inversion eines festen Zuckers, der 16,471 Grm. in 100 C.=C. enthielt, gemacht, so findet man direct den Gewichtsprocentgehalt in der Columne A.

Hat man z. B. in einer Flüssigkeit bei der directen Beobachtung (nach der Correction für Verdünnung durch Bleiessig) eine Ablenkung rechts (+) von 75 Graden, nach der Inversion, bei einer Temperatur von 15°, eine Ablenkung links (-) von 20 Graden gefunden, so ist die Summe 95 Grad. In der Columne, welche unter 15° steht, findet man die Gradzahl 95,5, die der Beobachtung am nächsten kommt; in derselben horizontalen Linie mit dieser findet sich in Columne B der Gehalt von 115,29 Grm. im Liter, oder wenn man mit festem Zucker (16,147 Grm. in 100 C.=C.) gearbeitet hat, in der Columne A der Gehalt von 70 Proc.

Der Soleil'sche Apparat ist von Bengerle etwas abgeändert worden und zwar dahin, daß eine Lösung von reinem Rohrzucker, die ein spezifisches Gewicht von 1,100 hat, genau 100° polarisirt. Diese Lösung enthält in 100 C.=C. 26,048 Grm., oder in 100 Grm. Lösung 23,67 Grm. Zucker. Bei der Anwendung dieses Apparats ist daher die Zahl der Grade, welche der Compensation entsprechen, mit 0,2367 zu multipliciren, um den Gehalt in Gewichtsprocenten zu finden. Man kann aber auch jede Berechnung umgehen, wenn man die zu prüfende Substanz gerade in solchem Gewichtsverhältniß anwendet, daß ein Grad Ablenkung genau ein Gewichtsprocent anzeigt. In dem Soleil'schen Apparate mußte man hierzu 16,147 Grm. lösen und zu 100 C.=C. verdünnen. Demnach wägt man für den Apparat Bengerle = Soleil 26,048 Grm. ab und verdünnt bis zu 100 C.=C.

Um die Angaben der drei verschiedenen Instrumente unter einander vergleichen zu können, mögen nochmals die den Gehalten entsprechenden Grade der Ablenkung erwähnt werden:

1° Mitscherlich	= 0,75	Grm. Zucker in 100 C.=C.
1° Soleil	= 0,16147	" " " 100 "
1° Bengerle = Soleil	= 0,26048	" " " 100 "
1° Mitscherlich	= 4,645°	Soleil.
1° Mitscherlich	= 2,879°	Bengerle = Soleil.
1° Soleil	= 0,215°	Mitscherlich.
1° Bengerle = Soleil	= 0,347°	Mitscherlich.
1° Soleil	= 0,62°	Bengerle = Soleil.
1° Bengerle = Soleil	= 1,613°	Soleil.

Tabelle zur Analyse zuckerhaltiger Substanzen

Summen und Differenzen der directen und umgekehrten Auf-

10 ^o	11 ^o	12 ^o	13 ^o	14 ^o	15 ^o	16 ^o	17 ^o	18 ^o	19 ^o	20 ^o	21 ^o	22 ^o	23 ^o
1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6
4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
5,6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3
6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6
8,3	8,3	8,3	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	8,0	7,9
9,7	9,7	9,7	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,4	9,4	9,4	9,3	9,3	9,3
11,1	11,1	11,0	11,0	11,0	10,9	10,9	10,8	10,8	10,8	10,7	10,7	10,6	10,6
12,5	12,5	12,4	12,4	12,3	12,3	12,2	12,2	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0	11,9
13,9	13,8	13,8	13,7	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	13,4	13,4	13,3	13,3	13,2
15,3	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0	15,0	14,9	14,8	14,8	14,7	14,7	14,6	14,6
16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	16,4	16,4	16,3	16,2	16,1	16,1	16,0	16,0	15,9
18,1	18,0	17,9	17,9	17,8	17,7	16,7	17,6	17,5	17,5	17,4	17,3	17,3	17,2
19,5	19,4	19,3	19,2	19,2	19,1	19,0	19,0	18,9	18,8	18,8	18,7	18,6	18,5
20,8	20,8	20,7	20,6	20,5	20,5	20,4	20,3	20,2	20,2	20,1	20,0	19,9	19,9
22,2	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,8	21,7	21,6	21,5	21,4	21,4	21,3	21,2
23,6	23,5	23,5	23,4	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	22,9	22,8	22,7	22,6	22,5
25,0	24,9	24,8	24,7	24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0	23,9	23,8
26,4	26,3	26,2	26,1	26,0	25,9	25,8	25,7	25,6	25,5	25,5	25,4	25,3	25,2
27,8	27,7	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7	26,6	26,5
29,2	29,1	29,0	28,9	28,8	28,7	28,6	28,4	28,3	28,2	28,1	28,0	27,9	27,8
30,6	30,5	30,4	30,2	30,1	30,0	29,9	29,8	29,7	29,6	29,5	29,4	29,3	29,1
32,0	31,8	31,7	31,6	31,5	31,4	31,3	31,2	31,0	30,9	30,8	30,7	30,6	30,5
33,4	33,2	33,1	33,0	32,9	32,8	32,6	32,5	32,4	32,3	32,2	32,0	31,9	31,8
34,7	34,6	34,5	34,4	34,2	34,1	34,0	33,9	33,7	33,6	33,5	33,4	33,2	33,1
36,1	36,0	35,9	35,7	35,6	35,5	35,4	35,2	35,1	35,0	34,8	34,7	34,6	34,4
37,5	37,4	37,3	37,1	37,0	36,8	36,7	36,6	36,4	36,3	36,2	36,1	35,9	35,8
38,9	38,8	38,6	38,5	38,4	38,2	38,1	37,9	37,8	37,7	37,5	37,4	37,2	37,1
40,3	40,2	40,0	39,9	39,7	39,6	39,4	39,3	39,1	39,0	38,9	38,7	38,6	38,4
41,7	41,5	41,4	41,2	41,1	40,9	40,8	40,6	40,5	40,3	40,2	40,0	39,9	39,7
43,1	42,9	42,8	42,6	42,5	42,3	42,2	42,0	41,8	41,7	41,5	41,4	41,2	41,1
44,5	44,3	44,2	44,0	43,8	43,7	43,5	43,4	43,2	43,0	42,9	42,7	42,6	42,4
45,9	45,7	45,5	45,4	45,2	45,0	44,9	44,7	44,5	44,4	44,2	44,0	43,9	43,7
47,3	47,1	46,9	46,7	46,6	46,4	46,2	46,1	45,9	45,7	45,6	45,4	45,2	45,0
48,6	48,5	48,3	48,1	47,9	47,8	47,6	47,4	47,2	47,1	46,9	46,7	46,5	46,4
50,0	49,9	49,7	49,5	49,3	49,1	49,0	48,8	48,6	48,4	48,2	48,1	47,9	47,7
51,4	51,2	51,1	50,9	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,8	49,6	49,4	49,2	49,0
52,8	52,6	52,4	52,2	52,1	51,9	51,7	51,5	51,3	51,1	50,9	50,7	50,5	50,3
54,2	54,0	53,8	53,6	53,4	53,2	53,0	52,8	52,6	52,4	52,3	52,1	51,9	51,7
55,6	55,4	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	54,0	54,0	53,8	53,6	53,4	53,2	53,0
57,0	56,8	56,6	56,4	56,2	56,0	55,8	55,5	55,3	55,1	54,9	54,7	54,5	54,3
58,4	58,2	58,0	57,7	57,5	57,3	57,1	56,9	56,7	56,5	56,3	56,1	55,9	55,6
59,8	59,5	59,3	59,1	58,9	58,7	58,5	58,3	58,0	57,8	57,6	57,4	57,2	57,0
61,2	60,9	60,7	60,5	60,3	60,1	59,8	59,6	59,4	59,2	59,0	58,7	58,5	58,3
62,5	62,3	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	61,0	60,7	60,5	60,3	60,1	59,8	59,6
63,9	63,7	63,5	63,2	63,0	62,8	62,6	62,3	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	60,9
65,3	65,1	64,9	64,6	64,4	64,1	63,9	63,7	63,4	63,2	63,0	62,7	62,5	62,3
66,7	66,5	66,2	66,0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	64,6	64,3	64,1	63,8	63,6
68,1	67,9	67,6	67,4	67,1	66,9	66,6	66,4	66,1	65,9	65,7	65,4	65,2	64,9
69,5	69,2	69,0	68,7	68,5	68,2	68,0	67,7	67,5	67,2	67,0	66,7	66,5	66,2
70,9	70,6	70,4	70,1	69,9	69,6	69,4	69,1	68,8	68,6	68,3	68,1	67,8	67,6
72,3	72,0	71,8	71,5	71,2	71,0	70,7	70,5	70,2	69,9	69,7	69,4	69,2	68,9
73,7	73,4	73,1	72,9	72,6	72,3	72,1	71,8	71,5	71,3	71,0	70,7	70,5	70,2
75,1	74,8	74,5	74,2	74,0	73,7	73,4	73,2	72,9	72,6	72,4	72,1	71,8	71,5
76,4	76,2	75,9	75,6	75,3	75,1	74,8	74,5	74,2	74,0	73,7	73,4	73,1	72,9
77,8	77,6	77,3	77,0	76,7	76,4	76,2	75,9	75,6	75,3	75,0	74,8	74,5	74,2
79,2	79,0	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	76,9	76,7	76,4	76,1	75,8	75,6
80,6	80,3	80,0	79,7	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	78,0	77,7	77,4	77,1	76,8
82,0	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2	79,9	79,6	79,3	79,1	78,8	78,5	78,2
83,4	83,1	82,8	82,2	82,5	81,9	81,6	81,3	81,0	80,7	80,4	80,1	79,8	79,5
84,8	84,5	84,2	83,9	83,6	83,3	83,0	82,6	82,3	82,0	81,7	81,4	81,1	80,8
86,2	85,9	85,6	85,2	84,0	84,6	84,3	84,0	83,7	83,4	83,1	82,8	82,5	82,1
87,6	87,2	86,9	86,5	86,3	86,0	85,7	85,4	85,0	84,7	84,4	84,1	83,8	83,5
89,0	88,6	88,3	88,0	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	86,1	85,8	85,4	85,1	84,8
90,3	90,0	89,7	89,4	89,0	88,7	88,4	88,1	87,7	87,4	87,1	86,8	86,4	86,1

mit dem Soleil'schen Apparat nach Clerget.

Zeichnungen, letztere gemacht bei der Temperatur von

24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Grade ob. Gew. Proc. A.	1 Liter enthält Gram. B.
1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1,64
2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2	3,29
4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3	4,94
5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4	6,58
6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	5	8,23
7,9	7,9	7,9	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	6	9,88
9,2	9,2	9,2	9,1	9,1	9,1	9,0	9,0	9,0	8,9	8,9	8,8	7	11,52
10,6	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,1	8	13,17
11,9	11,8	11,8	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,5	11,5	11,4	11,4	9	14,82
13,2	13,1	13,1	13,0	13,0	12,9	12,9	12,8	12,8	12,7	12,7	12,6	10	16,47
14,5	14,5	14,4	14,3	14,3	14,2	14,2	14,1	14,1	14,0	14,0	13,9	11	18,11
15,8	15,8	15,7	15,7	15,6	15,5	15,5	15,4	15,4	15,3	15,2	15,2	12	19,76
17,2	17,1	17,0	17,0	16,9	16,8	16,8	16,7	16,6	16,6	16,5	16,4	13	21,41
18,5	18,4	18,3	18,3	18,2	18,1	18,1	18,0	17,9	17,8	17,8	17,7	14	23,05
19,8	19,7	19,6	19,6	19,5	19,4	19,3	19,3	19,2	19,1	19,0	19,0	15	24,70
21,1	21,0	21,0	20,9	20,8	20,7	20,6	20,6	20,5	20,4	20,3	20,2	16	26,35
22,4	22,3	22,3	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,7	21,7	21,6	21,5	17	28,00
23,8	23,7	23,6	23,5	23,4	23,3	23,2	23,1	23,0	22,9	22,9	22,8	18	29,64
25,1	25,0	24,9	24,8	24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0	19	31,29
26,4	26,3	26,2	26,1	26,0	25,9	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	20	32,94
27,7	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7	26,6	21	34,58
29,0	28,9	28,8	28,7	28,6	28,5	28,4	28,3	28,2	28,0	27,9	27,8	22	36,23
30,4	30,2	30,1	30,0	29,9	29,8	29,7	29,5	29,5	29,3	29,2	29,1	23	37,88
31,7	31,6	31,4	31,3	31,2	31,1	30,9	30,8	30,7	30,6	30,5	30,4	24	39,53
33,0	32,9	32,7	32,6	32,5	32,4	32,2	32,1	32,0	31,9	31,7	31,6	25	41,17
34,3	34,2	34,1	33,9	33,8	33,7	33,5	33,4	33,3	33,1	33,0	32,9	26	42,82
35,6	35,5	35,4	35,2	35,1	35,0	34,8	34,7	34,6	34,4	34,3	34,1	27	44,47
37,0	36,8	36,7	36,5	36,4	36,3	36,1	36,0	35,8	35,7	35,6	35,4	28	46,11
38,3	38,1	38,0	37,8	37,7	37,5	37,4	37,3	37,1	37,0	36,8	36,7	29	47,76
39,6	39,4	39,3	39,1	39,0	38,8	38,7	38,5	38,4	38,2	38,1	37,9	30	49,41
40,9	40,8	40,6	40,4	40,3	40,1	39,9	39,8	39,7	39,5	39,4	39,2	31	51,06
42,2	42,1	41,9	41,8	41,6	41,4	41,3	41,1	41,0	40,8	40,6	40,5	32	52,70
43,6	43,4	43,2	43,1	42,9	42,7	42,6	42,4	42,2	42,1	41,9	41,7	33	54,35
44,9	44,7	44,5	44,4	44,2	44,0	43,9	43,7	43,5	43,3	43,2	43,0	34	56,00
46,2	46,0	45,8	45,7	45,5	45,3	45,1	45,0	44,8	44,6	44,4	44,3	35	57,64
47,5	47,3	47,2	47,0	46,8	46,6	46,4	46,3	46,1	45,9	45,7	45,5	36	59,29
48,8	48,6	48,5	48,3	48,1	47,9	47,7	47,5	47,4	47,2	47,0	46,8	37	60,94
50,2	50,0	49,8	49,6	49,4	49,2	49,0	48,8	48,7	48,5	48,3	48,1	38	62,58
51,5	51,3	51,1	50,9	50,7	50,5	50,3	50,1	49,9	49,7	49,5	49,3	39	64,23
52,8	52,6	52,4	52,2	52,0	51,8	51,6	51,4	51,2	51,0	50,8	50,6	40	65,88
54,1	53,9	53,7	53,5	53,3	53,1	52,9	52,7	52,5	52,3	52,1	51,9	41	67,53
55,4	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	54,2	54,0	53,8	53,5	53,3	53,1	42	69,17
56,8	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	55,5	55,2	55,0	54,8	54,6	54,4	43	70,82
58,1	57,9	57,6	57,4	57,2	57,0	56,8	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	44	72,47
59,4	59,2	58,9	58,7	58,5	58,3	58,0	57,8	57,6	57,4	57,1	56,9	45	74,11
60,7	60,5	60,3	60,0	59,8	59,6	59,3	59,1	58,9	58,6	58,4	58,2	46	75,76
62,0	61,8	61,6	61,3	61,1	60,9	60,6	60,4	60,2	59,9	59,7	59,4	47	77,41
63,4	63,1	62,9	62,6	62,4	62,2	61,9	61,7	61,4	61,2	61,0	60,7	48	79,06
64,7	64,4	64,2	63,9	63,7	63,4	63,2	63,0	62,7	62,5	62,2	62,0	49	80,70
66,0	65,7	65,5	65,2	65,0	64,7	64,5	64,2	64,0	63,7	63,5	63,2	50	82,35
67,3	67,1	66,8	66,5	66,3	66,0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	64,5	51	84,00
68,6	68,4	68,1	67,9	67,6	67,3	67,1	66,8	66,6	66,3	66,0	65,8	52	85,64
70,0	69,7	69,4	69,2	68,9	68,6	68,4	68,1	67,8	67,6	67,3	67,0	53	87,29
71,3	71,0	70,7	70,5	70,2	69,9	69,7	69,4	69,1	68,8	68,6	68,3	54	88,94
72,6	72,3	72,0	71,8	71,5	71,2	70,9	70,7	70,4	70,1	69,8	69,6	55	90,59
73,9	73,6	73,4	73,1	72,8	72,5	72,2	72,0	71,7	71,4	71,1	70,8	56	92,23
75,2	74,9	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	73,0	72,7	72,4	72,1	57	93,88
76,6	76,3	76,0	75,7	75,4	75,1	74,8	74,5	74,2	73,9	73,7	73,4	58	95,53
77,9	77,6	77,3	77,0	76,7	76,4	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9	74,6	59	97,17
79,2	78,9	78,6	78,3	78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,2	75,9	60	98,82
80,5	80,2	79,9	79,6	79,3	79,0	78,7	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	61	100,47
81,8	81,5	81,2	80,9	80,6	80,3	80,0	79,7	79,4	79,0	78,7	78,4	62	102,12
83,2	82,8	82,5	82,2	81,9	81,6	81,3	80,9	80,6	80,3	80,0	79,7	63	103,76
84,5	84,2	83,8	83,5	83,2	82,9	82,6	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	64	105,41
85,8	85,5	85,1	84,8	84,5	84,2	83,8	83,5	83,2	82,9	82,5	82,2	65	107,06

Tabelle zur Analyse zuckerhaltiger Substanzen

Summen und Differenzen der directen und umgekehrten Auf-

10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°
91,7	91,4	91,1	90,7	90,4	90,1	89,8	89,4	89,1	88,8	88,4	88,1	87,8	87,4
93,1	92,8	92,5	92,1	91,8	91,4	91,1	90,8	90,4	90,1	89,8	89,4	89,1	88,8
94,5	94,2	93,8	93,5	93,2	92,8	92,5	92,1	91,8	91,5	91,1	90,8	90,4	90,1
95,9	95,6	95,2	94,9	94,5	94,1	93,8	93,5	93,1	92,8	92,5	92,1	91,8	91,4
97,3	96,9	96,6	96,2	95,9	95,5	95,2	94,8	94,5	94,1	93,8	93,4	93,1	92,7
98,7	98,3	98,0	97,6	97,3	96,9	96,6	96,2	95,8	95,5	95,1	94,8	94,4	94,1
100,1	99,7	99,4	99,0	98,6	98,3	97,9	97,6	97,2	96,8	96,5	96,1	95,8	95,4
101,5	101,1	100,7	100,4	100,0	99,6	99,3	98,9	98,5	98,2	97,8	97,4	97,1	96,7
102,9	102,5	102,1	101,7	101,4	101,0	100,6	100,3	99,9	99,5	99,2	98,8	98,4	98,0
104,2	103,9	103,5	103,1	102,7	102,4	102,0	101,6	101,2	100,9	100,5	100,1	99,7	99,4
105,6	105,3	104,9	104,5	104,1	103,7	103,4	103,0	102,6	102,2	101,8	101,5	101,1	100,7
107,0	106,6	106,3	105,9	105,5	105,1	104,7	104,3	103,9	103,6	103,2	102,8	102,4	102,0
108,4	108,0	107,6	107,2	106,9	106,5	106,1	105,7	105,3	104,9	104,5	104,1	103,7	103,3
109,8	109,4	109,0	108,9	108,2	107,8	107,4	107,0	106,6	106,2	105,9	105,5	105,1	104,7
111,2	110,8	110,4	110,0	109,6	109,2	108,8	108,4	108,0	107,6	107,2	106,8	106,4	106,0
112,6	112,2	111,8	111,4	111,0	110,6	110,2	109,7	109,3	108,9	108,5	108,1	107,7	107,3
114,0	113,6	113,2	112,7	112,3	111,9	111,5	111,1	110,7	110,3	109,9	109,5	109,1	108,6
115,4	114,9	114,5	114,1	113,7	113,3	112,9	112,5	112,0	111,6	111,2	110,8	110,4	110,0
116,8	116,3	115,9	115,5	115,1	114,7	114,2	113,8	113,4	113,0	112,6	112,1	111,7	111,3
118,1	117,7	117,3	116,9	116,4	116,0	115,6	115,2	114,7	114,3	113,9	113,5	113,0	112,6
119,5	119,1	118,7	118,2	117,8	117,4	117,0	116,5	116,1	115,7	115,2	114,8	114,4	113,9
120,9	120,5	120,1	119,6	119,2	118,7	118,3	117,9	117,4	117,0	116,6	116,1	115,7	115,3
122,3	121,9	121,4	121,0	120,6	120,1	119,7	119,2	118,8	118,4	117,9	117,5	117,0	116,6
123,7	123,2	122,8	122,4	121,9	121,5	121,0	120,6	120,1	119,7	119,3	118,8	118,4	117,9
125,1	124,6	124,2	123,7	123,3	122,8	122,4	121,9	121,5	121,0	120,6	120,1	119,7	119,2
126,5	126,0	125,6	125,1	124,7	124,2	123,8	123,3	122,8	122,4	121,9	121,5	121,0	120,6
127,9	127,4	127,0	126,5	126,0	125,6	125,1	124,7	124,2	123,7	123,3	122,8	122,4	121,9
129,3	128,8	128,3	127,9	127,4	126,9	126,5	126,0	125,5	125,1	124,6	124,1	123,7	123,2
130,7	130,2	129,7	129,2	128,8	128,3	127,8	127,4	126,9	126,4	126,0	125,5	125,0	124,5
132,0	131,6	131,1	130,6	130,1	129,7	129,2	128,7	128,2	127,8	127,3	126,8	126,3	125,9
133,4	133,0	132,5	132,0	131,5	131,0	130,6	130,1	129,6	129,1	128,6	128,2	127,7	127,2
134,8	134,3	133,9	133,4	132,9	132,4	131,9	131,4	130,9	130,5	130,0	129,5	129,0	128,5
136,2	135,7	135,2	134,7	134,3	133,8	133,3	132,8	132,3	131,8	131,3	130,8	130,3	129,8
137,6	137,1	136,6	136,1	135,6	135,1	134,6	134,1	133,6	133,1	132,7	132,2	131,7	131,2
139,0	138,5	138,0	137,5	137,0	136,5	136,0	135,5	135,0	134,5	134,0	133,5	133,0	132,5
140,4	139,9	139,4	138,9	138,4	137,9	137,4	136,8	136,3	135,8	135,3	134,8	134,3	133,8
141,8	141,3	140,8	140,2	139,7	139,2	138,7	138,2	137,7	137,2	136,7	136,2	135,7	135,1
143,2	142,6	142,1	141,6	141,1	140,6	140,1	139,6	139,0	138,5	138,0	137,5	137,0	136,5
144,6	144,0	143,7	143,0	142,5	142,0	141,4	140,9	140,4	139,9	139,4	138,8	138,3	137,8
145,9	145,4	144,9	144,4	143,8	143,3	142,8	142,3	141,7	141,2	140,7	140,2	139,6	139,1
147,3	146,8	146,3	145,7	145,2	144,7	144,2	143,6	143,1	142,6	142,0	141,5	141,0	140,5
148,7	148,2	147,7	147,1	146,6	146,0	145,5	145,0	144,5	143,9	143,4	142,8	142,3	141,8
150,1	149,6	149,0	148,5	148,0	147,4	146,9	146,3	145,8	145,3	144,7	144,2	143,6	143,1
151,5	151,0	150,4	149,9	149,3	148,8	148,2	147,7	147,1	146,6	146,1	145,5	145,0	144,4
152,9	152,3	151,8	151,2	150,7	150,1	149,6	149,0	148,5	147,9	147,4	146,8	146,3	145,7
154,3	153,7	153,2	152,6	152,1	151,5	151,0	150,4	149,8	149,3	148,7	148,2	147,6	147,1
155,7	155,1	154,6	154,0	153,4	152,9	152,2	151,8	151,2	150,6	150,1	149,5	149,0	148,4
157,1	156,5	155,9	155,4	154,8	154,2	153,7	153,1	152,5	152,0	151,4	150,8	150,3	149,7
158,5	157,9	157,3	156,7	156,2	155,6	155,0	154,5	153,9	153,3	152,8	152,2	151,6	151,0
159,9	159,3	158,7	158,1	157,5	157,0	156,4	155,8	155,2	154,7	154,1	153,5	152,9	152,4
161,2	160,6	160,1	159,5	158,9	158,3	157,8	157,2	156,6	156,0	155,4	154,9	154,3	153,7
162,6	162,0	161,5	160,9	160,3	159,7	159,0	158,5	157,9	157,4	156,9	156,2	155,6	155,0
164,0	163,4	162,8	162,2	161,7	161,1	160,5	159,9	159,3	158,7	158,1	157,5	156,9	156,3
165,4	164,8	164,2	163,6	163,0	162,4	161,8	161,2	160,6	160,0	159,5	158,9	158,3	157,7
166,8	166,2	165,6	165,0	164,4	163,8	163,2	162,6	162,0	161,4	160,8	160,2	159,6	159,0
168,2	167,6	167,0	166,4	165,8	165,2	164,6	163,9	163,3	162,7	162,1	161,5	160,9	160,3
169,6	169,0	168,4	167,7	167,1	166,5	165,9	165,3	164,7	164,1	163,5	162,9	162,3	161,6
171,0	170,3	169,7	169,1	168,5	167,9	167,3	166,7	166,0	165,4	164,8	164,2	163,6	163,0
172,4	171,7	171,1	170,5	169,9	169,3	168,6	168,0	167,4	166,8	166,2	165,5	164,9	164,3
173,7	173,1	172,5	171,9	171,2	170,6	170,0	169,4	168,7	168,1	167,5	166,9	166,2	165,6
175,1	174,5	173,9	173,2	172,6	172,0	171,4	170,7	170,1	169,5	168,8	168,2	167,6	166,8
176,5	175,9	175,3	174,6	174,0	173,3	172,7	172,1	171,4	170,8	170,2	169,5	168,9	168,3
177,9	177,3	176,6	176,0	175,4	174,7	174,1	173,4	172,8	172,2	171,5	170,9	170,2	169,6
179,3	178,7	178,0	177,4	176,7	176,1	175,4	174,8	174,1	173,5	172,9	172,2	171,6	170,9
180,7	180,0	179,4	178,7	178,1	177,4	176,8	176,1	175,5	174,8	174,2	173,5	172,9	172,2

mit dem Soleil'schen Apparat nach Clerget. (Schluß.)

zeichnungen, letztere gemacht bei der Temperatur von

24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	Grade ob. Gew.- Proc. A.	1 Liter enthält Gramm. B.
87,1	86,8	86,5	86,1	85,8	85,5	85,1	84,8	84,5	84,1	83,8	83,5	66	108,70
88,4	88,1	87,8	87,4	87,1	86,8	86,4	86,1	85,8	85,4	85,1	84,8	67	110,35
89,8	89,4	89,1	88,7	88,4	88,1	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	86,0	68	112,00
91,1	90,7	90,4	90,0	89,7	89,3	89,0	88,7	88,3	88,0	87,6	87,3	69	113,64
92,4	92,0	91,7	91,3	91,0	90,6	90,3	89,9	89,6	89,2	88,9	88,5	70	115,29
93,7	93,4	93,0	92,6	92,3	91,9	91,6	91,2	90,9	90,5	90,2	89,8	71	116,94
95,0	94,7	94,3	94,0	93,6	93,2	92,9	92,5	92,2	91,8	91,4	91,1	72	118,59
96,4	96,0	95,6	95,3	94,9	94,5	94,2	93,8	93,4	93,1	92,7	92,3	73	120,23
97,7	97,3	96,9	96,6	96,2	95,8	95,5	95,1	94,7	94,3	94,0	93,6	74	121,88
99,0	98,6	98,2	97,9	97,5	97,1	96,7	96,4	96,0	95,6	95,2	94,9	75	123,53
100,3	99,9	99,6	99,2	98,8	98,4	98,0	97,7	97,3	96,9	96,5	96,1	76	125,17
101,6	101,2	100,9	100,5	100,1	99,7	99,3	98,9	98,6	98,2	97,8	97,4	77	126,82
103,0	102,6	102,2	101,8	101,4	101,0	100,6	100,2	99,8	99,4	99,1	98,7	78	128,47
104,3	103,9	103,5	103,1	102,7	102,3	101,9	101,5	101,1	100,7	100,3	99,9	79	130,12
105,6	105,2	104,8	104,4	104,0	103,6	103,2	102,8	102,4	102,0	101,6	101,2	80	131,76
106,9	106,5	106,1	105,7	105,3	104,9	104,6	104,1	103,7	103,2	102,9	102,5	81	133,41
108,2	107,8	107,4	107,0	106,6	106,2	105,9	105,4	105,0	104,5	104,1	103,7	82	135,06
109,6	109,1	108,7	108,3	107,9	107,5	107,2	106,6	106,2	105,8	105,4	105,0	83	136,70
110,9	110,5	110,0	109,6	109,2	108,8	108,5	107,9	107,5	107,1	106,7	106,3	84	138,35
112,2	111,8	111,3	110,9	110,5	110,1	109,7	109,2	108,8	108,4	107,9	107,5	85	140,00
113,5	113,1	112,7	112,2	111,8	111,4	111,0	110,5	110,1	109,6	109,2	108,8	86	141,65
114,8	114,4	114,0	113,5	113,1	112,7	112,3	111,8	111,4	110,9	110,5	110,0	87	143,29
116,2	115,7	115,3	114,8	114,4	114,0	113,6	113,1	112,6	112,2	111,8	111,3	88	144,94
117,5	117,0	116,6	116,1	115,7	115,2	114,9	114,4	113,9	113,5	113,0	112,6	89	146,59
118,8	118,3	117,9	117,4	117,0	116,5	116,2	115,6	115,2	114,7	114,3	113,9	90	148,23
120,1	119,7	119,2	118,7	118,3	117,8	117,5	116,9	116,5	116,0	115,6	115,1	91	149,88
121,4	121,0	120,5	120,1	119,6	119,1	118,8	118,2	117,8	117,3	116,8	116,4	92	151,53
122,8	122,3	121,8	121,4	120,9	120,4	120,1	119,5	119,0	118,6	118,1	117,6	93	153,18
124,1	123,6	123,1	122,7	122,2	121,7	121,4	120,8	120,3	119,8	119,4	118,9	94	154,82
125,4	124,9	124,4	124,0	123,5	123,0	122,6	122,1	121,6	121,1	120,6	120,2	95	156,47
126,7	126,2	125,8	125,3	124,8	124,3	123,9	123,4	122,9	122,4	121,9	121,4	96	158,12
128,0	127,5	127,1	126,6	126,1	125,6	125,2	124,6	124,2	123,7	123,2	122,7	97	159,76
129,4	128,9	128,4	127,9	127,4	126,9	126,5	125,9	125,4	124,9	124,5	124,0	98	161,41
130,7	130,2	129,7	129,2	128,7	128,2	127,8	127,2	126,7	126,2	125,7	125,2	99	163,06
132,0	131,5	131,0	130,5	130,0	129,5	129,0	128,5	128,0	127,5	127,0	126,5	100	164,71
133,3	132,8	132,3	131,8	131,3	130,8	130,3	129,8	129,3	128,8	128,3	127,8	101	166,35
134,6	134,1	133,6	133,1	132,6	132,1	131,6	131,1	130,6	130,0	129,5	129,0	102	168,00
136,0	135,4	134,9	134,4	133,9	133,4	132,9	132,3	131,8	131,3	130,8	130,3	103	169,65
137,3	136,8	136,2	135,7	135,2	134,7	134,2	133,6	133,1	132,6	132,1	131,6	104	171,29
138,6	138,1	137,5	137,0	136,5	136,0	135,4	134,9	134,4	133,9	133,3	132,8	105	172,94
139,9	139,4	138,9	138,3	137,8	137,3	136,7	136,2	135,7	135,1	134,6	134,1	106	174,59
141,2	140,7	140,2	139,6	139,1	138,6	138,0	137,5	137,0	136,4	135,9	135,3	107	176,23
142,6	142,0	141,5	140,9	140,4	139,9	139,3	138,8	138,2	137,7	137,2	136,6	108	177,88
143,9	143,3	142,8	142,2	141,7	141,1	140,6	140,1	139,5	139,0	138,4	137,9	109	179,53
145,2	144,6	144,1	143,5	143,0	142,4	141,9	141,3	140,8	140,2	139,7	139,1	110	181,18
146,5	146,0	145,4	144,8	144,3	143,7	143,2	142,6	142,1	141,5	141,0	140,4	111	182,82
147,8	147,3	146,7	146,2	145,6	145,0	144,5	143,9	143,4	142,8	142,2	141,7	112	184,47
149,2	148,6	148,0	147,5	146,9	146,3	145,8	145,2	144,6	144,1	143,5	142,9	113	186,12
150,5	149,9	149,3	148,8	148,2	147,6	147,1	146,5	145,9	145,3	144,8	144,2	114	187,76
151,8	151,2	150,6	150,1	149,5	148,9	148,3	147,8	147,2	146,6	146,0	145,5	115	189,41
153,1	152,5	152,0	151,4	150,8	150,2	149,6	149,1	148,5	147,9	147,3	146,7	116	191,06
154,4	153,8	153,3	152,7	152,1	151,5	150,9	150,3	149,8	149,2	148,6	148,0	117	192,71
155,8	155,2	154,6	154,0	153,4	152,8	152,2	151,6	151,0	150,4	149,9	149,3	118	194,35
157,1	156,5	155,9	155,3	154,7	154,1	153,5	152,9	152,3	151,7	151,1	150,5	119	196,00
158,4	157,8	157,2	156,6	156,0	155,4	154,8	154,2	153,6	153,0	152,4	151,8	120	197,65
159,7	159,1	158,5	157,9	157,3	156,7	156,1	155,5	154,9	154,3	153,7	153,1	121	199,29
161,0	160,4	159,8	159,2	158,6	158,0	157,4	156,8	156,2	155,6	155,0	154,4	122	200,94
162,4	161,7	161,1	160,5	159,9	159,3	158,7	158,0	157,4	156,8	156,2	155,6	123	202,59
163,7	163,1	162,4	161,8	161,2	160,6	160,0	159,3	158,7	158,1	157,5	156,9	124	204,24
165,0	164,4	163,7	163,1	162,5	161,9	161,2	160,6	160,0	159,4	158,8	158,1	125	205,88
166,3	165,7	165,1	164,4	163,8	163,2	162,5	161,9	161,3	160,6	160,0	159,4	126	207,53
167,6	167,0	166,4	165,7	165,1	164,5	163,8	163,2	162,6	161,9	161,3	160,6	127	209,18
169,0	168,3	167,7	167,0	166,4	165,8	165,1	164,5	163,8	163,2	162,6	161,9	128	210,82
170,3	169,6	169,0	168,3	167,7	167,0	166,4	165,8	165,1	164,6	163,8	163,2	129	212,47
171,6	170,9	170,3	169,6	169,0	168,3	167,7	167,0	166,4	165,7	165,1	164,4	130	214,12

I n h a l t.

- Zuckerarten 1. Rechts-Traubenzucker, Links-Fruchtzucker, Maltose, Galactose 3. Mannitose, Quercitrinzucker, Sorbin, Inosit, Scyllit, Eucalyn 4. Rohrzucker, Melitose, Melicitose 5. Trehalose oder Mycose, Milchzucker, Mannit, Dulcit, Pinitt, Quercit 6. Melampyrit, Erythroglycerin, Inbiglycerin 7.
- Vorkommen der Zuckerarten 7.
- Bildung der Zuckerarten 8.
- Darstellung des Milchzuckers, des Mannits 10.
- Eigenschaften, Verbindungen und Zersetzen der Zuckerarten 10. Zersetzungen durch Säuren 11. Verbindungen mit Säuren, Saccharide 13. Verbindungen des Rohrzuckers mit Basen, mit Salzen 15. Verhalten der Zuckerarten gegen alkalische Kupferoxydbildung 15. Zersetzungen durch Gährung 16, durch Erhitzung 19.
- Zuckersfabrikation. Einleitung 19. Geschichtliches 20. Production und Verbrauch 25. Uebersicht der Rübenzuckerfabriken im Zollverein und deren Besteuerung 28.
- Anbau der Zuckerrübe 30.
- Fabrikationsmethoden 37.
- Das Pressverfahren 38. Rübenwäsche 38. Rübenputzen 41. Reibe mit Pouffoir 42. Kensemann's Reibe 46. Robert's Reibe 48. Pressen 50. Hydraulische Presse 52. Französische Dampfpresen 59. Presskuchen-Maischmaschine 60. Maschine zum Waschen der Lächer 64. Leistungsfähigkeit der Pressen 64.
- Läuterung des Saftes 66. Defecationspfanne 67. Vorfilter 70. Montejus 70. Kohlen säureapparat, Kleeberger's 72, Kandler's 73.
- Filtration 75. Dumont's Filter 75. Filterbatterie 78. Verdampfung 80. Mit freiem Feuer, Hohenheimer Pfanne 81. Mit Dampf, Hallette's Pfanne 82. Pecqueur's Pfanne 84. Pelletan's Röhrenabdampfung 85. Martin's Säulenabdampfung 86. Belgischer Säulen-Bedenapparat 87. Vacuumapparate 87. Robert's Apparat 89. Walkhoff's 95. Böhmischer 97. Kupfer's 102.
- Einkochen 105. Einwerfen 105. Rippspannen 105. Howard's Vacuumpfanne 108. Roth's 108. Derosne's 109. Neueste verbesserte Vacuumpfanne 112. Beim Kochen zu beachtende Regeln 117.
- Weitere Behandlung der Masse, Röhren 117. Formen 118. Decken 120. Rutschapparat 121. Schützenbach's Siebkasten 122. Belgische Centrifugen 123. Fesca's Centrifuge 126. Fesca's Rohrzucker-Maischapparat 128. Verfochen des Syrups 130.
- Macerationsmethoden 131. Martin's Apparat 132. Dombasle's Methode 133. Robert's Methode 140. Schirkoff's Methode 142. Pelletan's Levigator 143. Schützenbach's Methode und Apparat 144.
- Saftgewinnung durch Centrifugalkraft 149.
- Schützenbach's Methode mit trocknen Rüben 153.
- Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohr 156. Arten, Cultur des Rohrs 157. Walzenpressen 158. Verarbeitung des Saftes 159.
- Raffiniren des Rohrzuckers 164. Kandis 167.
- Bereitung der Knochenkohle 168.
- Wiederbelebung der Knochenkohle 170. Waschapparate 172. Glühöfen 173.
- Saccharimetrie 182. Chemische Methoden 183. Durch Gährung 183. Peligot-Schatten-Grouven's Methode 185. Trommer-Barreswill-Fehling's Methode 185. Aräometrische Methoden 189. Vergleichungstabelle der Saccharometer von Balling, Steinheil, Briz, Beaumé 191. Briz' saccharimetrische Tabelle 193. Benzke's aräometrische Methode 196. Bestimmung des Wassergehaltes im Rübensafte 200, des Aschengehaltes 203. Optische Methoden, Circularpolarisation 204. Spezifische Drehkraft 205. Mitscherlich's Apparat 205. Soleil's Apparat 209. Soleil-Benzke's Apparat 214. Tabelle zur Analyse zuckerhaltiger Substanzen mit dem Soleil'schen Apparat nach Clerget 215.