

# **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

## **Handbuch der chemischen Technologie**

Organischer Theil

**Fischer, Ferdinand**

**Leipzig, 1902**

IV. Abschnitt. Kohlenhydrate, Nahrungsmittel

## IV. Abschnitt.

# Kohlenhydrate, Nahrungsmittel.

### Stärke.

Die Zusammensetzung der Stärke entspricht der Formel  $C_6H_{10}O_5$ , oder nach Mylius  $C_{24}H_{40}O_{20}$ , nach Nägeli  $C_{36}H_{62}O_{31}$ . Nach Daferl (J. 1886) besteht die Stärke der Hauptmenge nach aus Stärkekörpern, welche zum Theil untereinander verschieden sind (Stärkecellulose, Granulose, Dextrin), wenig Zucker, Proteinstoffe, Amide, Fett, Asche; darnach hätte die Stärke als Gemenge gar keine chemische Formel (vgl. J. 1887). — Die Stärke des Handels enthält 14 bis 18 Proc. Wasser (J. 1901, 274).

Das Stärkekorn besteht aus zahlreichen, aneinander gelagerten Schichten<sup>1)</sup>. Bei der mikroskopischen Prüfung zeigen sich die Grenzen der Schichten als Linien, bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägt, welche um die Centralhöhlung herumlaufen. (Vgl. J. 1887, 862.) Spec. Gewicht = 1,53. In kaltem Wasser, in Alkohol und Aether, ätherischen und fetten Oelen ist Stärkemehl unlöslich, mit heissem Wasser bildet es Kleister. Nach Symons (J. 1883) und Lintner (J. 1889) sind zum Quellen und Verkleistern der verschiedenen Stärkekörner folgende Temperaturen erforderlich:

	Wenig gequollen	Völlig gequollen	Kleister
Kartoffelstärke . . . . .	50°	60°	65°
Weizenstärke . . . . .	50	60	80
Hafersstärke . . . . .	50	60	85
Reisstärke . . . . .	65	70	80
Maisstärke . . . . .	55	65	75

Zur Bestimmung des wahren Stärkegehaltes in Kartoffeln ist das Verfahren von Baumert (J. 1900) empfehlenswerth.

**Kartoffelstärke**<sup>2)</sup>. Die Kartoffeln, mit etwa 20 Proc. Stärke, bilden für Deutschland den wichtigsten Rohstoff der Stärkefabrikation (J. 1890, 803). Die Kartoffeln werden gewaschen und dann zerrieben. Die Reibe für Kartoffelstärkefabriken ist meist eine Aussenreibe, welche aus einer schnell kreisenden cylindrischen Trommel besteht, deren Aussenmantel eine Reibefläche bildet, welche gegen einen stellbaren feststehenden Reibeklotz arbeitet und hierdurch die Kartoffeln zerreibt. Die Innenreibe, auch Champonnois'sche Reibe genannt, bildet einen feststehenden, hohlen Cylinder, an dessen Innenfläche die Reibblätter befestigt sind und in dem eine mit Flügeln ver-

1) Vgl. besonders A. Meyer: Untersuchungen über die Stärkekörner (Jena 1895).

2) Vgl. O. Saare: Die Fabrikation der Kartoffelstärke (Berlin 1897). — L. v. Wagner: Die Stärkefabrikation, 2. Aufl. (Braunschweig 1886).

sehene Welle sich schnell dreht, so dass nicht die Trommel reibt, sondern die Kartoffeln durch die sich schnell drehenden Flügel gegen den Hohlcyylinder gerieben werden.

Zum Auswaschen des Stärkemehls verwendet man meist Bürstensiebe (J. 1891, 818). Die erhaltene Stärkemilch fliesst in Absatzbehälter (J. 1890), meist aber durch Rinnen. Hundhausen (J. 1895 u. 1896) legt über den festen Boden der Rinne in einigem Abstände einen Filterboden ein und saugt zwischen beiden die Luft fort, also die Masse darüber an. Dadurch wird der Fluss der Brühen gleichmässig gehalten, und namentlich das Absetzen wesentlich verstärkt. Gegen die Arbeit mit der Schleuder hat man dabei den Vortheil geringeren Maschinenkraftbedarfs, sowie des Wegfalls der bei der Schleuder so ausgiebig verlangten Handarbeit, und ausserdem kann man auf der Rinne genau absondern, je nachdem man die Waare dem oberen, mittleren oder unteren Theil entnimmt. Ferner kann man mit der Raffination sofort auch die Entwässerung verbinden und aus den rein geschlämmten Massen das Wasser weiter absaugen, was in wenigen Minuten geschehen ist, da die vorangegangene Saugung schon in diesem Sinne mitwirkte. Dann kann die Masse sofort zum Trocknen gebracht werden.

Für die Herstellung von Dextrin oder Stärkezucker wird die so erhaltene sog. grüne Stärke mit noch etwa 35 Proc. Wassergehalt unmittelbar verwendet; die übrige wird getrocknet. Dieses geschieht auf einem Tuch ohne Ende oder auf Horden; die Temperatur des Trockenraumes soll 30 bis 33° nicht übersteigen (J. 1891). Hundhausen empfiehlt eine Rotationsmaschine. Um rotirende Heizcylinder sind aus Stoff Züge gespannt, welche eine gleichmässige Führung des Trockengutes in dünner Schicht über die erwärmten Flächen und eine concentrirte Luftführung über und durch dasselbe gestatten. Solcher Cylinder sind mehrere übereinander gebaut, zu beiden Seiten befindet sich ein Heizröhrensystem, und das Ganze ist in einem isolirten Kasten aufgebaut. Das Trockengut tritt oben ein, durchläuft durch seinen eigenen Vorschub einen Cylinder nach dem anderen und tritt unten marktfähig getrocknet aus, um maschinell zum Lagerboden zu wandern.

Zur Desodorisirung der Stärke und Trennung von Eiweiss empfiehlt Hellfrisch (J. 1896) Behandlung mit Chlor haltigem Wasser. Nach Siemens & Halske (J. 1898) besitzt die nach den gegenwärtig in der Technik üblichen Verfahren hergestellte Kartoffelstärke, rohe oder auch schon mit Schwefligsäure gebleichte Handelsstärke, einen eigenthümlichen Geruch nach ätherischem Oel, welcher beim Aufschliessen der Stärke zu Traubenzucker auftritt und auch die Ursache des widerlichen Geschmacks und Geruchs der Dextrine bildet, welche aus solcher Handelsstärke hergestellt werden. Die vollständige Beseitigung dieses schlechten Geruchs und Geschmacks der Kartoffelstärke wird durch Chlor unter Anwendung von Wärme erreicht. Dasselbe wird in der Weise ausgeführt, dass man Kartoffelstärke in Milchform in geeigneten, mit Rührwerk versehenen Gefässen in der Wärme, bei 45°, mit Chlor oder Chlorwasser behandelt, wodurch eine sehr rasche und anhaltende Veränderung der Stärke schon nach kurzer Einwirkung dahin erfolgt, dass herausgenommene Proben beim Kochen mit Schwefelsäure oder einer anderen Säure keinen ätherisch-widerlichen, dextrinartigen Geruch mehr zeigen. — Ferner wird zur Herstellung geruchloser löslicher Kartoffelstärke (J. 1899) entweder die gewaschene Grünstärke in Milchform mit einer freien Chlor enthaltenden verdünnten Lösung von Salpetersäure versetzt (die Lösung für die Stärkemilch wird so gewählt, dass nach dem Schleudern auf 10 hk späterer trockener Handelsstärke 1,5 k Salpetersäure von 64 Proc. und 300 g freies Chlor kommen), 1 bis 1½ Stunde unter Umrühren wirken gelassen, geschleudert und getrocknet und die Trocknung bei Temperaturen von 75 bis 80° so lange fortgesetzt, bis herausgenommene, ausgewaschene Proben in siedendem Wasser klar löslich und geruchlos sind. — Es können auch andere Säuren verwendet werden (vgl. S. 251).

Von den Abfällen der Kartoffelstärkefabriken ist die „Pülpe“ am besten als Viehfutter zu verwenden. Das Fruchtwasser sollte, wegen seines hohen Gehaltes an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure, zur Berieselung angewendet werden <sup>1)</sup>.

**Weizenstärke.** Zur Gewinnung der Stärke aus Weizen nach dem sog. Sauerverfahren (Halle'sches Verfahren) übergießt man den Weizen in Quellsbottichen mit Wasser und lässt ihn weichen, dann zerquetscht man die Körner zwischen Walzen und verdünnt mit Wasser, zieht das milchige Wasser von den zurückbleibenden Hüllen ab und schlämmt so lange ab, bis das Wasser klar abläuft. Die Stärkemilch fließt in Sammelbottiche; es lagert sich eine Schicht ziemlich reiner Stärke ab, darüber eine Lage durch Kleber verunreinigter Stärke. Nach einigen Tagen ist das darüber stehende Wasser sauer und ein Theil des Klebers in den entstandenen Säuren gelöst worden. Nach mehrmaliger Wiederholung wird die Stärke mit frischem Wasser angerührt, absetzen gelassen und getrocknet.

Weizenschrot rührt man mit Sauerwasser, d. h. dem von einer vorhergehenden Operation herrührenden, sauer gewordenen Wasser zu einem dünnen Brei ein und überlässt die Masse in Bottichen der Gärung. Durch die so entstandenen Säuren löst sich der Kleber, während Stärkemehl und Hülle ungelöst zurückbleiben. Je nach der Temperatur sind 12 bis 30 Tage erforderlich, um allen Kleber zu lösen. Die Stärke wird ausgewaschen, die Stärkemilch in Absatzbehälter gelassen.

Besser ist das Verfahren ohne Gärung. Man knetet Weizenmehl mit Wasser zu einem steifen Teig und theilt denselben in etwa 1 k schwere Stücke, welche ausgewaschen werden. Die ausgewaschene Stärke wird durch Wasser von dem zurückbleibenden Kleber getrennt und in die Absatzbehälter geführt.

Nach Keil (J. 1899) verrührt man das Mehl mit Wasser, in welchem 0,2 Proc. Calciumhydrat enthalten ist, und bringt die Mischung in den Apparat (Fig. 140 u. 141).

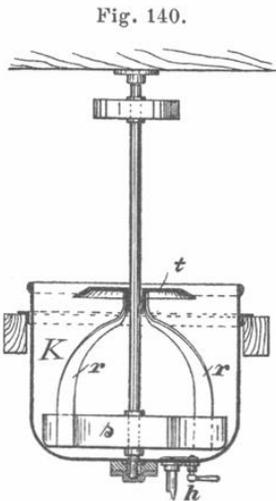


Fig. 140.

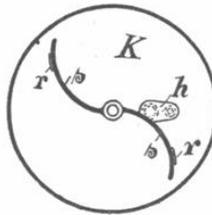


Fig. 141.

Dieser besteht aus einem emaillirten oder stark verzinnnten Bottich *K*, in welchem ein Rühr- und Knetwerk gelagert ist. Dasselbe besteht aus S-förmig geformten Schaufeln *s*, welche nach oben zu, gegen die Welle hin mit weiteren Rührschaufeln *r* verbunden sind. Am oberen Ende dieser ist ein tellerförmiger Ansatz *t*, um das Aufsteigen der zuletzt teigförmigen Masse über diese Höhe zu begrenzen. In diesem Apparat, dessen Schaufelvorrichtung sich mit steigender Geschwindigkeit dreht, wird die Beschickung (25 bis 50 k) innerhalb 30 bis 45 Minuten durchgearbeitet und bildet nach dieser Zeit ein salbenartiges, dickflüssiges Gemisch, indem damit die Lösung des Klebers von der Stärke beginnt; nun wird die Masse durch Hahn und Rohr *h* in die Centrifuge geleitet, wo sofort die völlige Ausscheidung der Stärke, und zwar an der Wand der Trommel in reinem, festem Zustande beginnt. Der zurückbleibende Kleber ist teigförmig und enthält die im Mehl vorhandenen Nährstoffe. Zum vor-

<sup>1)</sup> Vgl. F. Fischer: Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung (Berlin 1902).

bereitenden Einteigen von z. B. 25 k Weizenmehl werden 25 l Wasser, in welchem 0,2 Proc. Calciumoxydhydrat klar gelöst enthalten ist, verwendet. Die an sich geringe Menge des Aetzkalkes lässt eine sofortige Verwendung des gewonnenen Klebers als Zusatz für alle Teig- und Backwaaren unbedenklich zu. — Nach Baumert (J. 1900) ist das Verfahren brauchbar. — Man verwendet den Kleber auch als Aleuronat-Brot, ferner als Klebmittel, Wiener Leim, Schusterleim genannt (vgl. J. 1895, 789).

**Reisstärke.** 1000 k Reis werden mit etwa 2 cbm verdünnter Natronlauge übergossen; die darin enthaltene Menge Natronhydrat beträgt 1 bis 1,25 Proc. vom Gewichte des Reises. Der weiche Reis wird auf Mühlen unter Zusatz von dünner Natronlauge nass vermahlen. Die beim Mahlen zugesetzte Lauge wird in derselben Stärke wie zum Einmischen genommen, enthält also im Liter 3 bis 5 g Aetznatron. Man lässt sie aus einem hochliegenden Behälter durch ein Rohr in regelmässigem dünnen Strahle in den Schüttelrumpf einfließen, in welchen der Reis fällt. Auf 1 hk Reis kommen beim Mahlen 2 hl Lauge. Die Lauge löst beim Mahlen Proteïn, da das Proteïn beim jetzigen Verfahren durch den Einmischprocess nur schlecht entfernt wird. Das Mahlgut gelangt durch Pumpen in hochgelegene Behälter, von wo es den Sieben bez. den Centrifugen zuläuft (vgl. J. 1890, 809; 1895, 793).

Man verwendet wagrechte Schüttelsiebe oder liegende Cylinder; als Siebmaterial dient Drahtgewebe oder besser feinste Seidengaze; die Schüttelsiebe werden wenig mehr angewendet, jedenfalls sind Cylindersiebe vorzuziehen. In das höher gelegene Ende des Cylinders wird die zu siebende Flüssigkeit eingeleitet; das Filtrat, welches die Wandung des Cylinders durchdringt, sammelt sich in einem den Cylinder umgebenden Holzkasten. Das offene Cylinderende ragt über den Holzkasten hinaus in einen anderen Behälter; in dieses fallen die groben Theile. Die Welle des Cylinders ist hohl, mit vielen kleinen Löchern versehen und mit einer Druckwasserleitung verbunden. Wird nun während des Betriebes der Abschlussahn geöffnet, so spritzt das Wasser in vielen kleinen Strahlen gegen die innere Wandung des Cylinders und hält dadurch dieselbe rein. Auch befördert das Wasser die Bewegung der groben Theile nach der Auswurfsöffnung. Der so entstehende Abfall dient als Viehfutter. — Die beim Sieben mit durchgegangenen feinen Proteïntheile, sowie die durch Natron angegriffene, specifisch leicht gewordene Stärke wird durch weitere Behandlung mit Schleudern von der Prima-Stärke getrennt. Die Stärke lagert sich direct an der Trommelwand ab und dann erst der Kleber, zugleich mit diesem auch solche Stärke, die durch irgend welche Ursachen verändert und dadurch specifisch leichter geworden ist. Der auf der Stärkeschicht sitzende Kleber wird mit einem geeigneten Schaber abgekratzt, dann wird die Stärke für sich herausgenommen. An der Wandung der Trommel befinden sich gewöhnlich 6 bis 8 radial stehende, 12 bis 16 cm breite Bleche, durch diese wird der Inhalt der Trommel in 6 bis 8 Theile geschieden, um die abgesetzte Stärke leichter herausnehmen zu können. — Die einmal geschleuderte Stärke enthält noch viel Proteïn und der abgekratzte Kleber noch viel Stärke. Beide Producte werden mit Wasser aufgerührt und wiederum ausgeschleudert, um aus dem Kleber noch Stärke zu gewinnen und die Stärke vom Kleber zu reinigen. Absatzbehälter wirken ähnlich wie Schleudern. Die Stärke lagert sich am Boden ab, während der Kleber noch suspendirt bleibt und dann mit der Flüssigkeit abgezogen wird. Das Aufrühren und Absetzenlassen der Stärke muss auch mehrmals wiederholt werden. Das gewöhnliche Verfahren zum Formen der Stärke ist, dass man die aus den Schleudern oder Filterpressen kommende reine Stärke mit Wasser oder dünner Natronlauge (0,1 bis 0,3<sup>o</sup> B.) aufrührt und in Filterapparate bringt, in denen sie vom überschüssigen Wasser

befreit wird. Die aus den Formapparaten kommenden feuchten Stücke werden in Vortrockenkammern bei 50 bis 60° so weit getrocknet, dass der Feuchtigkeitsgehalt nur noch 25 bis 28 Proc. beträgt. Es hat sich dann eine etwa 10 mm dicke Kruste gebildet, die sich durch Abschaben mit einem Messer leicht entfernen lässt. Das zurückbleibende Stück kann nun fertig getrocknet werden; der jetzt noch in dem Stücke befindliche Wassergehalt entweicht in Dampfform aus dem Innern, wobei die Strahlenbildung entsteht. — Die Menge der beim Schaben entfallenden sog. Schabestärke beträgt 22 bis 30 Proc. der Gesamtstärke je nach der Arbeit. Die Schabestärke wird mit Wasser aufgerührt und geschleudert, oder durch Filterpressen geschickt. Sie kann dann direct wieder mit der zum Formen gehenden reinen Stärke vermischet werden. — Da die Stärke gewöhnlich einen Stich ins Gelbe zeigt, den auch die sorgsamste Verarbeitung nicht wegbringen kann, so setzt man etwas Ultramarin zu. Berliner Blau lässt sich nicht verwenden, wenigstens dann nicht, wenn, wie in den meisten Fällen, die Stärke freies Natron enthält. Zuweilen werden auch Anilinfarben genommen, diese müssen natürlich alkalibeständig sein. In den Trockenkammern verbleiben die Stücke 14 Tage bis 3 Wochen, je nach der angewendeten Temperatur, die zwischen 30 bis 50° schwankt; die Strahlenbildung ist nach dieser Zeit bis ins Innere vollendet. Der Feuchtigkeitsgehalt der fertigen Strahlen ist durchschnittlich 12 Proc.; das Innere zeigt vielleicht 14 Proc., während die äusseren Strahlenenden nur 8 bis 9 Proc. haben. Wenn Strahlenstärke längere Zeit der Luft ausgesetzt ist, so zeigt sie unter normalen Verhältnissen etwa 15 Proc. Feuchtigkeit; dieser Gehalt gilt auch als handelsüblich.

Abfälle kleberhaltiger Reisstärkefabrikation dienen bis jetzt nur zu Futter- und Düngezwecken. Der Kleber, der aus der alkalischen Lösung abgeschieden wird, kann in fast reinem Zustande erhalten werden, so dass er 15 bis 16 Proc. Stickstoff enthält, berechnet auf Trockensubstanz. Viel weniger stickstoffreich sind die Abfälle aus den Schleudern mit etwa 6 bis 7 Proc. Stickstoff, die Rückstände aus den Sieben enthalten 3 bis 4 Proc.

Da bei Reisstärke das Mehlerdosperm fast ganz fehlt, so sind die Stärkekörner des Reis fast ausnahmslos scharfkantig (3-, 4-, 5-, 6-eckig), fast krystallartig, oft spitzwinklig. Tschirch (J. 1885) fand, dass die grössten Körner 8,5 Mikromillim. nicht überschritten, die meisten besitzen eine Grösse von 4,5 bis 6 Mikromillim.

**Maisstärke.** Amerikanischer Mais hat im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Feuchtigkeit . . . . .	10,8 Proc.
Proteide . . . . .	10,0 „
Oel . . . . .	4,3 „
Rohfaser . . . . .	1,7 „
Asche . . . . .	1,5 „
Kohlenhydrate (ausschliessl. roher Faser)	71,7 „
darin 60 bis 65 Proc. Stärke.	

Der Hauptträger des Oelgehaltes des Maiskornes ist dessen Keim. Dieser wird bei der Stärke- und Glykose-Fabrikation, sowie bei der Herstellung gewisser Maismehlsorten ausgeschieden und aus demselben ein auch in rohem Zustande goldgelbes Oel gewonnen, dem jedoch der dem Mais eigenthümliche Geruch in mehr oder weniger ausgesprochener Weise anhaftet.

Nach dem in Amerika üblichen Verfahren wird Mais in Wasser von 60 bis 65° 3 Tage lang eingeweicht, das Wasser täglich durch kühleres gewechselt (bis 35°), dann wird gemahlen und die Stärke ausgewaschen. Zur Entfernung der Eiweissstoffe liess man die Rohstärke früher gähren, jetzt behandelt man sie meist mit Natronlauge

(0,1proc.) oder mit Schwefligsäure, wäscht und trocknet (J. 1894, 803). — Nach Brösler (J. 1895) wird der geputzte Mais in Schwefligsäure haltigem Wasser eingeweicht, dann durch Walzen zerkleinert, zur Entfernung der Keime gesiebt, nochmals in Schwefligsäure haltigem Wasser eingeweicht und durch Siebe die Rohstärkemilch abgeschieden. Man lässt die Stärke zusammen mit der noch vorhandenen Klebersubstanz absetzen, rührt dann wieder mit Wasser an und lässt nach Verlauf von 15 bis 20 Minuten die die Stärke schwebend enthaltende Flüssigkeit ablaufen, indem man die obersten Stopfen des Absatzbehälters öffnet, dann die zweite u. s. w.; die Klebersubstanz hat sich dann abgesetzt. Diese Behandlung wird dreimal wiederholt, wodurch drei verschiedene Stärkesorten erhalten werden, welche nach Archbold (J. 1887) enthalten:

	I	II	III
Stärke . . . . .	98,5	92,88	90,33
Kleber-Cellulose . . . . .	—	2,38	4,25
Asche . . . . .	0,3	0,60	0,65
Wasser . . . . .	1,2	4,14	4,77

Im Handel als Nahrungsmittel kommt die Maisstärke unter den Bezeichnungen: Maismon, Panin, Sirona, Maispuder, Maizena, Mondamin vor; die beiden letzten stammen aus Amerika und reagiren meist alkalisch, die deutschen dagegen sauer (J. 1901, 274).

Wulkan (J. 1901) will zur Trennung des Eiweiss die Stärke mit schwach alkalischem Alkohol behandeln. Zur Erzielung fester Brocken ist die Trocknung langsam und bei allmählich steigender Temperatur auszuführen. Man wird daher mit 20 bis 25° beginnen und die Temperatur allmählich auf 35 bis 40° steigern.

Stärke aus Rosskastanien zu gewinnen ist wiederholt versucht, bis jetzt erfolglos; ob das Verfahren von Cross (J. 1900) sich bewährt, fragt sich.

Arrow-root oder Pfeilwurzelmehl ist das Stärkemehl der Wurzeln von *Maranta arundinacea* und *M. indica*, zweier in Westindien wachsenden Cannaceen.

Cassavastärke aus den Wurzelknollen von *Jatropha Manihot* oder *Manihot utilissima* und *M. Alpin*, welche in Westindien und Südamerika, namentlich in Brasilien gebaut werden. Tapioka ist lediglich Cassava-Sago.

Sago. Auf den Molukken und Philippinen bereitet man aus dem Marke der Sagopalme (*Sagus Rumphii*) den Sago. Der Sago von Guadeloupe rührt (nach Wiesner) von *Raphia farinifera*, gewisse ostindische Sorten angeblich von *Caryota urens* her. Die Stämme werden gespalten, das herausgenommene Mark wird mit Wasser durchknetet und die Stärke dann auf Sieben von Cocospalmenfasern ausgewaschen, dann durch Metallsiebe gekörnt. — Ein grosser Theil des gegenwärtig im Handel vorkommenden Sago ist aus Kartoffelstärke dargestellt.

Zur Herstellung von löslicher Stärke wird nach Fol (J. 1901) im handelsüblichen Sinne trockene Stärke verschiedener Art oder eben solches Kartoffelmehl mit festen organischen oder anorganischen Säuren, wie Oxalsäure, Weinsäure, Borsäure, so lange einer Temperatur von etwa 80° ausgesetzt, bis eine herausgenommene Probe sich in heissem Wasser klar löst, worauf man aus der erkalteten Masse die Säure und Dextrin durch Ausziehen mit kaltem Wasser entfernt und den Stärkerückstand bei niedriger Temperatur trocknet (vgl. S. 247).

## Dextrin.

Dextrin<sup>1)</sup>, Gommeline, Stärkegummi oder Leioikom wird durch Einwirkung verdünnter Säuren auf Stärke oder durch Rösten derselben erhalten (vgl. J. 1890, 799).

Zur Herstellung des sog. Röstgummi wird Stärke erhitzt, bis sie eine gelbbraune Farbe annimmt. Benutzt man Getreidestärkemehl, so geschieht das Rösten in drehbaren Cylindern aus Kupfer- oder Eisenblech, bis es sich aufbläht und einem scharf

1) Von Biot wegen der starken Rechtsdrehung so benannt.

gebackenen Brot ähnlich riechenden Dampf entwickelt. Für Kartoffelstärke verwendet man entsprechende Oefen, besser einen flachen Kessel mit doppeltem Boden, in dessen Zwischenraum sich Oel befindet (J. 1894, 803).

Nach Heuzé verdünnt man 2 k Salpetersäure von 1,4 spec. Gew. mit 3 hl Wasser und rührt in diese verdünnte Säure 1000 k Stärke, worauf die Masse in Kuchen geformt an freier Luft getrocknet wird. Nach dem Trocknen erhitzt man sie bei langsam steigender Temperatur, bis bei etwa 80° alle Säure entwichen ist. Hierauf wird die Masse gemahlen, gesiebt und wieder in den Trockenapparat zurückgebracht, in welchem die Temperatur nun bis auf 100 bis 110° gesteigert wird. In 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunde ist alle Stärke in Dextrin übergeführt.

Nach Krieger (J. 1894) wird über 120 k Maisstärke ein Gemisch von 400 cc conc. Salpetersäure und 2 l Wasser zerstäubt, dann wird sorgfältig gemischt und, je nach der gewünschten Farbe 4 bis 14 Stunden auf 150° erhitzt.

Nach Schumann (J. 1888) wird Stärke mit verdünnter Säure unter Druck gekocht, dann eingedampft. Oder die mit Wasser und 1 Proc. Säure versetzte Stärke wird nach 24 Stunden kalt stehen gelassen, dann abgewaschen und nun erst auf 160 bis 170° erhitzt. — Nach Bergé (J. 1891) wird Stärke trocken in einer Atmosphäre von Schwefligsäureanhydrid unter Druck auf 120 bis 190° erhitzt, je nachdem das Stärkengummi nur in heissem oder schon in kaltem Wasser löslich sein soll.

Die Herstellung von Dextrin mittels Ozon (J. 1894, 797) hat wenig Aussicht.

Nach Liesegang (J. 1900) gibt eine Mischung von 800 g Dextrin und 200 g salpetersaurem Kalk beim Umrühren mit 1 l kalten Wassers sofort eine sehr gut klebende Masse. Die leichte Löslichkeit in kaltem Wasser macht das mit Kalksalzen vermischte Dextrin sehr geeignet zur Darstellung von Aquarellfarben. Durch Erhöhung des Zusatzes von Kalksalz gelangt man schliesslich zu einer Masse, welche auch in dünnen Schichten nicht austrocknet.

Ueber die Chemie des Dextrins gehen die Ansichten noch weit auseinander. Hier genüge, dass Hönig und Schubert (J. 1886, 610) aus Stärke beim Behandeln mit Schwefelsäure 16 verschiedene Dextrine erhalten haben. Ob das wirklich einheitliche Verbindungen sind, ist fraglich (vgl. J. 1889, 870; 1890, 822). Ob Amylodextrin, Erythro-dextrin und Achroodextrin bestimmte Verbindungen sind, steht auch noch nicht fest (vgl. J. 1895, 795; 1896, 773).

Dextrin dient an Stelle des arabischen Gummi im Zeugdruck (S. 213), zum Appretiren und Steifen von Zeugen (S. 231).

### Stärkezucker.

Dextrose, Kartoffelzucker, Traubenzucker, Glykose, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, findet sich neben Rohrzucker im Honig und neben Lävulose in Obstsorten.

Zur Darstellung der Dextrose wird in Deutschland Kartoffelstärke verwendet, in Amerika Maisstärke (zu künstlichem Honig). Die mit Wasser angerührte Stärke lässt man in Kochfässer, welche verdünnte Schwefelsäure enthalten, in ununterbrochenem Strahle einfließen und leitet dabei gespannte Wasserdämpfe in die kochende Flüssigkeit. Die saure Lösung wird mit Kreide neutralisirt, filtrirt und im Vacuumapparat auf 40° B. verkocht und erstarren gelassen. Man erhält auf diese Weise einen ziemlich harten, durchscheinend weiss aussehenden Stärkezucker von eigenthümlich süßem, an Zucker und an Stärke zugleich erinnernden Geschmack. Die mittlere Zusammensetzung ist nach Virneisel (J. 1890) jetzt:

68 Proc. Dextrose und	45 Proc. Dextrose
12 „ Dextrin	40 „ Dextrin
0,2 „ Asche	0,2 „ Asche
20 „ Wasser	15 „ Wasser.

Allihn empfiehlt die Anwendung von 1 Proc. Schwefelsäure bei 108°, welche in 4 Stunden, oder bei 114°, welche in 3 Stunden etwa 90 Proc. Stärke in Zucker überführt. Es würde sich unter Einhaltung dieser Versuchsbedingungen, wenn das Reactionsproduct so weit eingedampft wird, dass es nach dem Erkalten erstarrt, ein Zucker ergeben, welcher auf 10 Th. reinen Traubenzucker 1 Th. unverzuckerte Substanz (Dextrin) enthält.

Der so erzeugte Stärkezucker enthält somit ausser Wasser 20 bis 40 Proc. unkrystallisirbare und unvergärbare Stoffe von gummiartiger Natur. Um hieraus einen reinen Stärkezucker mit krystallischem Gefüge herzustellen, empfiehlt Soxhlet die Verflüssigung und Entfernung der genannten Stoffe unter Zuhilfenahme von Aethyl- und Methylalkohol und die Krystallisation von Traubenzucker durch Herstellung eines passend concentrirten gereinigten Syrups, welchen man bei einer Temperatur von mehr als 30° erstarren lässt. Man schmilzt festen Stärkezucker im Wasser- oder Dampfbad und mischt den erhaltenen Syrup mit 70 bis 80 Proc. Weingeist von 80° Tr. oder reinem unverdünntem Holzgeist. Diese dünn syrupöse Masse wird mit gepulvertem Stärkezucker gemischt und an einem nicht zu kalten Ort 8 Tage lang der Erstarrung überlassen, während welcher Zeit die Masse oft umgerührt werden muss. Dasselbe kann auch mit noch nicht erstarrtem Syrup, welcher für die Gewinnung von festem Stärkezucker dargestellt wurde, geschehen und kann man auch den einen oder den anderen Syrup so weit erstarren lassen, dass er sich noch kneten lässt, und ihn dann mit den angegebenen Mengen Weingeist oder Holzgeist mittels passender Vorrichtungen innig mischen. Der Wassergehalt der Flüssigkeit muss so gross sein, dass bei gewöhnlicher Temperatur keine Abscheidung eines flüssigeren Theiles erfolgt. Für einen stark eingedampften Zuckersyrup kann man einen mehr verdünnten Spiritus und für einen dünneren Syrup einen stärkeren Spiritus anwenden. Der auf die beschriebene Weise erhaltene Krystallbrei wird mit Hilfe einer sehr kräftigen Filterpresse oder hydraulischen Presse stark ausgedrückt und in einer Centrifuge geschleudert. Ein weiteres Auswässern oder Ausdecken mit den Verdünnungsflüssigkeiten ist sehr empfehlenswerth. Alle diese Operationen werden, so weit als möglich, in geschlossenen Gefässen ausgeführt, um Alkoholverluste durch Verdampfung zu vermeiden. Der Alkohol wird von den trockenen und pulverigen Presskuchen oder den geschleuderten Massen durch Abdestilliren im Vacuum getrennt und in einer gekühlten Vorlage aufgefangen. Der entgeistete Syrup wird mit Wasser gemischt, mit Knochenkohle entfärbt und in der Vacuumpfanne bei einer Temperatur von nicht mehr als 60° eingedampft (J. 1883 u. 1884).

Nach Krieger (J. 1894) wird Stärkemilch, welche 16,5 Proc. Stärke enthält, für je 100 Th. Stärke mit 1,5 Th. Schwefelsäure  $\frac{1}{2}$  Stunde lang bei 3 Atm. erhitzt, dann wird über Knochenkohle filtrirt, auf 41,5° B. eingedampft, mit einigen Traubenzuckeranhydridkrystallen versetzt und nach dem Krystallisiren ausgeschleudert. — Nach Nagel (J. 1896) wird die Verzuckerung durch Einpressen von Luft beschleunigt. Malinsky schlägt Fluorwasserstoff vor.

Nach neueren Angaben ist das Erhitzen unter Druck zur Gewinnung von reinem Traubenzucker erforderlich. Die günstigste Krystallisationstemperatur liegt bei 30 bis 40°; bei niedrigerer Temperatur tritt die Krystallausscheidung wohl rascher ein, die Krystalle sind aber klein, undeutlich, und lassen sich daher schlecht ausschleudern. Bei höherer Temperatur werden die Krystalle zwar gross und gut ausgebildet, sie sind aber merklich gefärbt, es bleibt auch viel Zucker in der Mutterlauge gelöst, welcher für das Erstproduct verloren geht. Wichtig ist, dass nur reine, gut ausgebildete Krystalle zur Anregung der Krystallisation verwendet werden, da sonst die Krystallisation ungleichmässig vor sich geht. Bei Erzeugung des Anhydrides dürfen nur Anhydrid-, bei Herstellung des Hydrates nur Hydratkrystalle in die Füllmasse ein-

gerührt werden. Noch vor Kurzem war man der Ansicht, dass nur das Anhydrid gut schleuderbar sei; in letzter Zeit wird aber auch das Hydrat in rein krystallisirter Gestalt gewonnen und in den Handel gebracht, jedoch muss bei letzterem darauf geachtet werden, dass die Füllmasse auch während des Schleuderns nicht auskühlt, da sonst die Masse erstarrt. Zu bemerken ist, dass sehr reine Säfte, die jedoch nur auf dem Wege der Raffination gewonnen werden können, sich auf „Korn“ kochen lassen. Die Füllmasse wird auf 38 bis 42° B. eingedampft und in geeigneten Gefässen bei der angegebenen Temperatur der Krystallisation überlassen, nachdem eine geringe Menge reiner Krystalle in die Füllmasse eingerührt wurde. Die Krystallisation des Erstoproductes währt je nach der Reinheit des Saftes 3 bis 10 Tage, und zwar krystallisirt das Anhydrid rascher als das Hydrat. Es lassen sich aus der Füllmasse 60 bis 70 Proc. der verwendeten Stärke als Erstoproduct gewinnen. Die Mutterlauge gibt bei wiederholter Eindampfung und Krystallisation auch noch ein Zweit-, u. U. auch ein Drittproduct, jedoch sind diese Producte meist gelb gefärbt und von geringerer Reinheit (J. 1899).

Zur Herstellung von Stärkezucker aus Mais wird dieser durch Walzen gebrochen, in einem Troge mit Wasser verrührt und die aufschwimmenden Keime entfernt, dann in Quellbottichen 24 Stunden mit zwei- bis dreimal zu erneuerndem Wasser gequellt. Die Quellbottiche haben doppelten Boden und unter dem obersten eine Bleischlange zum Einleiten von Schwefligsäure. Für 18 hk Mais sind drei über einander angeordnete Bottiche von je 20 hl Inhalt erforderlich, die innerhalb 24 Stunden umsichtig gefüllt werden mit je 6 hk. Auf 18 hk Mais ist die Schwefligsäure von 12 bis 15 k Schwefel (bei grösserer Fabrikation weniger) nöthig. — Das Quellgut wird nach der Quellung zur Entfernung der überschüssigen Schwefligsäure mit reinem Wasser gewaschen und in einen liegenden eisernen Cylinder mit Rührwerk und 12 bis 14 Dampfzuströmungen am Boden gebracht. Mit diesem in Verbindung steht eine Centrifugalpumpe, welche die Masse unten absaugt und oben wieder in den Cylinder einführt. In den Kochapparat wird der Brei von 6 hk Mais und 8 hl Wasser gebracht und 14 Minuten gut durchgerührt, dann bringt man ihn durch Dampfzuströmung auf 3 Atm., setzt die Mischpumpe in Gang und hält ihn 2½ Stunden bei 3 Atm. Die Stärke ist dann in lösliche Stärke übergegangen, in der die Fasertheile schwimmen. — Die Masse kommt zur Dextrinbildung in den ersten Verzuckerungsapparat, welcher fast wie ein Henzedämpfer construirt, aber innen mit Kupfer verkleidet ist. Man füllt ihn mit ⅔ der Masse (von 6 hk Mais), fügt 6 k Salzsäure (1 Proc. vom Mais) hinzu, fügt das letzte Drittel zu und dämpft langsam bis auf 2,5 Atm., welchen Druck man 45 Minuten hält. Der erhaltene Dextrinsaft wird mit kohlenurem Calcium in hölzernen Quirlbottichen neutralisirt, dann heiss (nicht unter 80° sinkend) durch grobes Tuch in Filterpressen abgepresst und in Holzbottichen mit Schwefligsäure gesättigt. Es wird nun filtrirt, und man erhält dann einen klaren Saft von 5° B., zusammengesetzt aus 7 Proc. Dextrin, 0,8 Proc. Dextrose, 2,2 Proc. nicht bestimmter Stoffe und 90 Proc. Wasser. — Durch eine zweite Verzuckerung wird dieser Saft in Stärkezucker verwandelt, und zwar fügt man wieder 1 Proc. Salzsäure zu und kocht in einem gleichen Apparat wie oben 3 Stunden bei 2,5 bis 3 Atm. Es wird dann neutralisirt, durch Knochenkohle filtrirt, auf 20° B. im Apparat mit sog. Trippleffect concentrirt, wieder durch Knochenkohle filtrirt und im Vacuum auf 42° B. eingedickt. Die verschiedenen Säfte sollen folgende Zusammensetzung haben:

	5° B.	20° B.	42° B.
Dextrose . . . . .	9,00	33,50	83,00
Dextrin . . . . .	1,00	1,03	3,05
Asche . . . . .	0,50	1,20	3,25
Organische Substanz . . . . .	1,50	0,70	1,21
Wasser . . . . .	88,00	63,57	9,49

100 k Mais von 65 Proc. Stärke sollen 60 k festen Zucker geben (J. 1890).

In Amerika umfassen die Glykose-Sorten diejenigen Producte, bei deren Herstellung die Hydrolyse weniger vollständig ist, sie bestehen zum grossen Theile aus Dextrin, Dextrose, geringen Mengen von Maltose und Wasser. Man verarbeitet sie zu einem dickflüssigen, weissen Syrup, der als Tafelsyrup, zur Verfälschung von Melasse und Honig und zur Herstellung von Conditorenwaaren ausgedehnte Verwendung findet. Unter Traubenzucker versteht man, im Unterschied von Glykose, das feste Product, bei dessen Herstellung die Hydrolyse einen höheren Grad erreicht hat. Es besteht hauptsächlich aus Dextrose und wird vornehmlich von den Bier- und Alebrauereien als Malzsubstitut gebraucht.

Nach Calmette (J. 1901) werden die grob zerstoßenen Körner (wenn es sich um Mais handelt) oder die enthülsten Körner (wenn es sich um Reis handelt) in einem Kochapparat mit dem doppelten Gewicht Wasser, welches mit Salzsäure (1 Th. auf 200 Th. Körner) angesäuert ist, durch Dampf eine Stunde lang auf 100°, eine weitere Stunde auf 110° und eine dritte Stunde auf 120° erhitzt. Das erhaltene Gemenge soll durch Mucedineen völlig verzuckert werden.

Bondonneau (J. 1895) will feinerriebene Kartoffeln mit schwefelsäurehaltigem Wasser waschen, dann in bekannter Weise verzuckern und zur Krystallisation bringen. — Dextrose aus Holz s. Spiritus.

Traubenzucker dient zur Bereitung von Wein (nach dem Verfahren von Gall und Petiot), selten auch von Bier. Auch wird er anstatt des Honigs in der Conditorei, auch zum Verschneiden des indischen Syrups und des Honigs verwendet, ferner in der Bonbonsfabrikation, für Apfelkraut, Marmeladen u. s. w. (J. 1894), sowie endlich zur Herstellung der Zuckercouleur.

Invertzucker wird in neuerer Zeit vielfach angewendet in der Schaumweinfabrikation, zum Gallisiren von Wein, für Backwerk u. dgl. Er wird hergestellt durch Invertiren von Rohrzuckerlösungen mit Kohlensäure (J. 1887, 877; 1890, 825). Invertzucker ist als ein Gemenge (oder Verbindung?) von Dextrose und Lävulose anzusehen.

**Maltose.** Die durch Einwirkung von Malzauszug auf Stärkekleister entstehende Maltose bildet eine aus feinen Nadeln bestehende, in Wasser lösliche Krystallmasse von schwach süßem Geschmack, welche durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure in Dextrose übergeht. Die Maltose ist direct und vollständig gährungsfähig.

Zur Darstellung reiner Maltose werden 2 k Kartoffelstärke mit 9 l Wasser im Wasserbade verkleistert; nachdem der Kleister auf 60 bis 65° abgekühlt ist, rührt man den bei 40° bereiteten Aufguss von 120 bis 140 g lufttrocknem Malz in den Kleister ein und erhält eine Stunde auf der angegebenen Temperatur; hierauf erhöht man letztere bis zum Kochen, filtrirt heiss und dampft in flachen Schalen zur Syrupdicke ab. Diesen Syrup kocht man portionweise mehrere Male mit 90proc. Alkohol aus. Nachdem man eine Portion ein- oder zweimal mit 90proc. Weingeist ausgekocht hat, laugt man dieselbe mit absolutem Alkohol aus, um eine kleine Probe eines reinen und schnell krystallisirenden Auszuges zu bekommen. Der mit absolutem Alkohol erhaltene Auszug wird zur dünnen Syrupdicke eingedampft und in dünner Schicht der Krystallisation überlassen. Der Syrup krystallisirt gewöhnlich nach einigen Tagen. Die so erhaltene braune Krystallmasse dient dazu, um die später zu erhaltenden Syrupe zum Erstarren zu bringen. Die mit 90proc. Alkohol bewerkstelligten Auszüge werden, nachdem der Alkohol zum grossen Theile abdestillirt ist, zum dicken Syrup verdampft und in diesen nach dem Erkalten eine geringe Menge bereits krystallisirter Maltose eingeführt. Nach 3 bis 5 Tagen ist der dunkelbraune Syrup zu einer steifen Krystallmasse erstarrt. Die Beseitigung des den Krystallen anhaftenden braunen Syrups gelingt

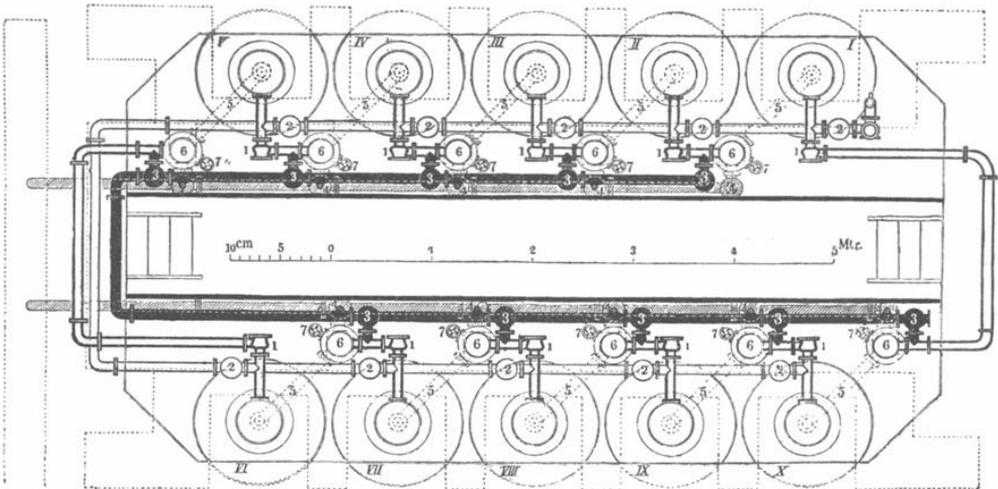


inmitten der Rübenfelder durch Reiben und Anwendung der Walzenpresse; aus der Reiberei wird der mit etwa 1 Proc. Kalk versetzte Saft durch in die Erde versenkte eiserne Safröhren der Centralfabrik zugeführt. Wie die Pressen, so ist auch die Saftgewinnung durch Schleudern in Deutschland durch die Diffusion verdrängt; ebenso auch die Saftgewinnung durch Auslaugen des Rübenbreies (Macerationsverfahren). Das Diffusionsverfahren von Robert in Seelowitz (1863) besteht darin, dass man die dünnen Rübenschnitzel mit Wasser auslaugt. Der Rübensaft diffundirt durch die Zellenwandung hindurch, während die Nichtzuckerstoffe colloïdaler Art in den Zellen zurückbleiben. Jetzt arbeiten in Deutschland sämtliche Fabriken nach dem Diffusionsverfahren.

Die gewaschenen Rüben werden durch Schnitzelmaschinen in dünne, schmale Streifen geschnitten; diese Schnitzel werden, meist durch Transportband, in die Diffuseure gefüllt. Um den Inhalt auf der geeigneten Temperatur zu erhalten, schaltet man Wärmapparate (Calorisatoren) ein.

Eine Diffusionsbatterie mit 10 Gefäßen und Saftwärmern (von der Halle'schen Maschinenfabrik) zeigt Fig. 142 im Grundriss, Fig. 143 im Längsschnitt und Fig. 144 im Querschnitt. Vom Boden eines jeden Diffuseurs *I* bis *X* geht das Abflussrohr *5* aus und mündet im unteren Theile des Saftwärmers, wo es in die sieben

Fig. 142.



Wärmeröhren sich theilt. Am Kopfe eines jeden Saftwärmers ist ein rechtwinklig gebogenes Rohr, der Uebersteiger *a* (Fig. 144) angesetzt, welcher den Saftwärmer mit dem nächstfolgenden Gefässe verbindet. An der Biegung trägt der Uebersteiger das liegende Absperrventil *1*. Die Form des Uebersteigers ergibt sich aus dem Grundriss Fig. 142, sein Eintritt in den Hals der Gefässe aus Fig. 144. Die Verbindung der sich gegenüberstehenden Gefässe *V* und *VI*, sowie die der Gefässe *X* und *I* ist so hergestellt, dass der Saftwärmer rechts neben dem Gefässe *V* steht, das von diesem sich abzweigende Uebersteigrohr ist bedeutend verlängert und macht dabei drei rechtwinklige Biegungen, ehe es in das gegenüberstehende Gefäss *VI* eintritt; das Ventil *1* des Uebersteigers liegt gerade vor dem Gefäss *VI*. Auf ganz gleiche Weise ist Gefäss *X* und *I* verbunden. Der Saftwärmer steht rechts neben *X*, das verlängerte Uebersteigrohr macht drei knieförmige Biegungen, bis es in den Hals des Gefässes *I* mündet; das Ventil des Uebersteigers liegt gerade vor dem Hals von *I*. Dicht unter dem

Uebersteigrohr befindet sich die Wasserröhrenleitung *b* und die Scheidepfannen-Röhrenleitung *c*. Beide liegen in einer Ebene; um beide in Fig. 143 sichtbar zu machen, ist die die Wasserröhrenleitung verdeckende Scheidepfannen-Röhrenleitung an einzelnen

Fig. 143.

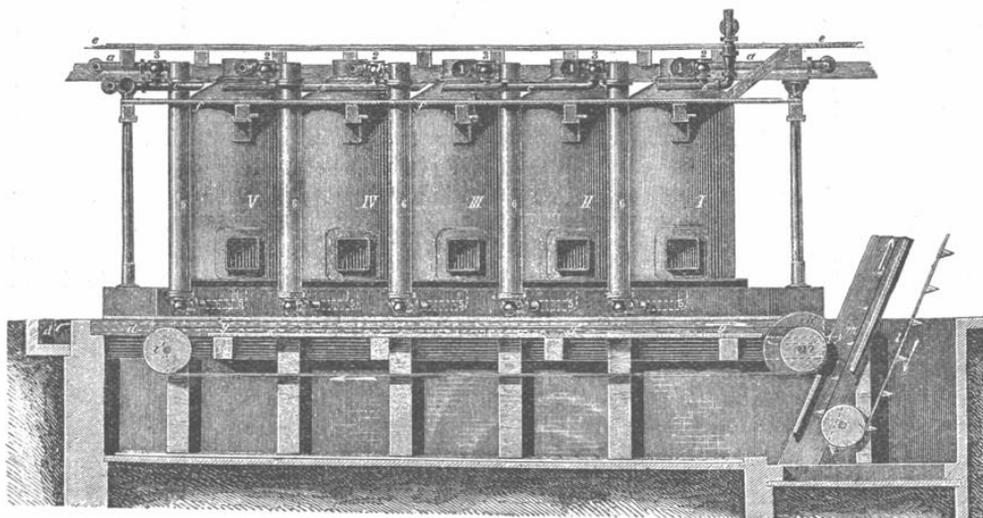
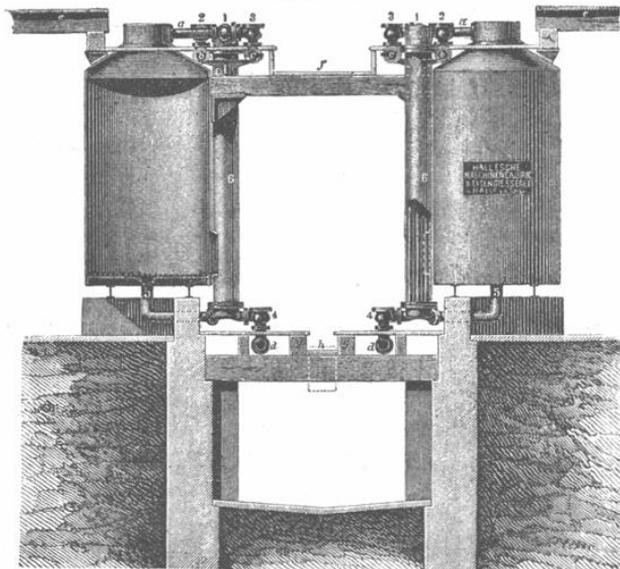


Fig. 144.



Stellen abgebrochen gezeichnet. Die Wasserröhrenleitung liegt den Diffusionsgefäßen zunächst, sie beginnt bei Gefäß *I* und kommt dort von einem hochstehenden Behälter. Sie geht an den Gefäßen *I* und *V* entlang, biegt dann um, geht wieder an den Gefäßen *VI* bis *X* entlang und endet am Gefäß *X*. Die Scheidepfannenleitung nimmt ihren Anfang neben dem Saftwärmer von Gefäß *I*, geht an *I* bis *V* entlang, biegt hier um, geht von Gefäß *VI* bis *X* und ist hier in einem, in der Zeichnung nicht mehr sichtbaren Rohr bis zu den Scheidepfannen verlängert. Die Wasserröhrenleitung hat

vor jedem Gefäß ein stehendes Ventil 2, durch welches es möglich ist, die Zuleitung zu jedem Gefäß herzustellen und zu unterbrechen. Die Verbindung mit den Gefäßen wird dadurch bewirkt, dass ein von der Haupttröhre abgezwiegteter kurzer Rohrstützen

in den Schenkel des knieförmigen Uebersteigers einmündet, welcher in das Diffusionsgefäß eintritt.

Auf ähnliche Weise ist die Scheidepfannenleitung mit jedem Gefäße verbunden, mit dem Unterschiede jedoch, dass diese mit dem unteren Theile der Gefäße verbunden ist, während die Wasserleitung mit dem oberen Theile der Gefäße in Verbindung steht, weil die Bewegung der Säfte so zu erfolgen hat, dass das Wasser oben eintritt und die Säfte von unten verdrängt, sie durch den nächsten Saftwärmer aufsteigen lässt und sie dann, entweder durch den Uebersteiger dem folgenden Gefäße, oder der Scheidepfanne zuführt. Dies wird dadurch erreicht, dass von dem Uebersteiger, gleich nach seinem Austritt aus dem Saftwärmer, ein kurzes Rohrstück abzweigt, welches mit der, in Fig. 142 schwarz gehaltenen, Scheidepfannenleitung verbunden ist. Dieses Rohrstück wird durch das stehende Ventil 3 geöffnet oder abgesperrt.

Zur Ableitung des Schnitzelwassers dienen die unterhalb an der vorderen Seite der Saftwärmer liegenden beiden Röhrenleitungen *d* in Fig. 142 chraffirt dargestellt, von denen die eine vor den Gefäßen *I* bis *VI* liegt, bei *I* anfangend und neben *V* in einer offenen Rinne *d'* endigend, die zweite Röhre nimmt ihren Anfang vor Gefäß *X* und endet neben *VI* in derselben Rinne (Fig. 143 u. 144); durch kurze Rohrstützen, die durch die Ventile 4 dicht verschliessbar sind, stehen die Schnitzelwasser-Röhren mit dem unteren Ende der Saftwärmer in Verbindung. Die Heizung der Saftwärmer erfolgt durch in den Mantel derselben oben bei 7 einströmenden Dampf.

Die oberen Mannlöcher der Gefäße sind von einer an beiden Reihen entlang laufenden Plattform *e* leicht zugänglich, eine zweite von Querbalken getragene *f* befindet sich zwischen den beiden Reihen der Gefäße, etwas tiefer als *e*, um die Ventile 1, 2, 3 zu erreichen. Eine dritte *g* ist unterhalb der Ventile 4 angebracht. Von hier werden, durch eine mechanische Vorrichtung, die erschöpften Schnitzel fortgeschafft. Zu diesem Behufe ist in der Mitte eine vertiefte Rinne *h* angebracht, auf deren Boden sich ein denselben bedeckendes endloses Gewebe (Transportband) in der Richtung der beiden Pfeile bewegt. Dasselbe ist um die Spannwalzen *i i'* geschlungen, von denen *i* durch eine seitlich angeordnete Riemenscheibe in Bewegung versetzt wird. Die aus den Mannlöchern herausgezogenen Schnitzel fallen zunächst auf die Plattform *g* und werden in die Rinne *h* gekehrt, wo sie von dem endlosen Gewebe mitgenommen werden und, an der Walze *i* angelangt, auf ein, sich in der Richtung der Pfeile aufwärts bewegendes, Paternosterwerk *l* fallen, um hier, von den kleinen Kästen *m* aufgenommen, weiter befördert zu werden. (Vgl. Stohmann a. a. O.) — Jetzt geschieht die Zuführung der Schnitzel von der Schnitzelmaschine zu den Diffuseuren ebenfalls selbstthätig durch einen, in einer Rinne laufenden Gurt.

Das Wasser tritt in das Gefäß ein, dessen Inhalt bereits mehrfach ausgelaugt ist und somit an das Wasser den letzten Rest der löslichen Bestandtheile abgibt. Im zweiten Behälter trifft die so erhaltene dünne Lösung reichere Schnitzeln und so fort, bis dieselbe schliesslich die frischen Schnitzeln trifft.

Zur Erklärung des Arbeitsganges sei eine Batterie von nur 4 Gefäßen angenommen; *I* sei frisch gefüllt, Inhalt von *IV* bereits mehrfach ausgelaugt.

1. Die in *IV* befindliche schwache Lösung wird durch Wasser, besser durch Pressluft, nach *III* gedrückt, dadurch die aus *III* nach *II*, aus *II* nach *I*.

2. Diffuseur *IV* wird von den erschöpften Schnitzeln entleert. Lösung aus *III* wird durch Pressluft nach *II*, die aus *II* nach *I*, die in *I* befindliche concentrirte Lösung nach der Scheidepfanne gedrückt. *IV* wird gefüllt; dann wird Lösung aus *III* nach *II*, aus *II* nach *I*, aus *I* nach *IV* gedrückt.

3. *III* wird entleert. Lösung aus *II* wird nach *I*, aus *I* nach *IV*, aus *IV* zur Scheidepfanne gedrückt. *III* wird neu gefüllt, dann Lösung aus *II* nach *I*, *IV* und *III* gedrückt.

4. *II* wird entleert, Lösung aus *I* nach *IV* und *III*, aus *III* zur Scheidung. *II* neu gefüllt, dann Lösung aus *I* nach *IV*, *III* und *II*. Der Kreislauf beginnt dann von Neuem.

Nach Versuchen von Herzfeld (J. 1890 u. 1891) gehen beim Diffusionsverfahren zunächst neben Zucker viel Salze in den Saft, nämlich diejenigen Krystalloide, welche im Saft gelöst sind. Gleichzeitig lösen sich auch feste Bestandtheile (anorganische und organische) des Rübenmarkes; je länger die Erwärmung in der Batterie dauert, je mehr Gefässe also heiss gehalten werden, und je langsamer der Saft circulirt, desto schlechtere Säfte wird man deshalb erhalten. Ob gerade diese ursprünglich unlöslichen Bestandtheile fabrikativ die Säfte sehr verschlechtern, bedarf des Beweises.

Köhler (J. 1896) fand bei einer Diffusionsdauer von 2 Stunden folgende Zunahme des Zuckergehaltes des Diffusionsaftes:

Von je 1000 hk täglicher Verarbeitung sind beständig 83 hk unter Druck.

Je 1 Gefäss mit 80°, 75°, 70°, 65°, 60°, 55°, 50°.

Frische Schnitzel: 16,6 Brix, 14,2 Zucker, 85,5 Quotient, 13,6 Alkoholpolarisation.

Diffuseur- Nummer	Brix Proc.	Zucker Proc.	Quotient
1	0,4	0,14	35,0
2	0,6	0,39	65,0
3	1,4	0,86	61,4
4	1,9	1,62	85,3
5	3,8	3,17	83,5
6	6,0	4,87	81,2
7	7,9	6,60	83,4
8	10,3	9,11	88,4
9	13,3	11,43	83,7
10	14,8	12,80	86,5

Ausgelaugte Schnitzel = 0,31 Proc. Zucker.

Neuerdings wird empfohlen mit heissem Druckwasser in der Diffusion zu arbeiten (J. 1900, 294); eine Anfangstemperatur über 62° erhöht den Futterwerth der Schnitzel. Jelinek (J. 1901) füllt den mit frischen Schnitzeln beschickten Diffuseur mit heissem Saft.

Die ausgelaugten Schnitzel werden gepresst, um den Wassergehalt auf etwa 90 Proc. zu ermässigen. Die dazu verwendete Spindelschnitzelpresse von Selwig & Lange (J. 1901) z. B. ist dadurch gekennzeichnet, dass die der Form des Kegels im Wesentlichen angepasste Verlängerung siebartig durchbrochen ist, zum Zweck, eine Vergrößerung der wasserdurchlässigen Fläche des Mundstückes und eine Wasserabführung nach aussen bis zum Austritt des Pressgutes aus der Presse zu ermöglichen. In Fig. 145 bezeichnet *S* die Pressspindel, *A* den inneren feststehenden, verstellbaren, mit gelochtem Belag versehenen Kegel *C*, *D* den Mantel der Presse und *B* die sich nach unten conisch erweiternde perforirte Verlängerung. Der innere Kegel *A* und der äussere Kegel *B* bilden das Mundstück der Presse, in welchem die Schnitzel die stärkste Zusammen-

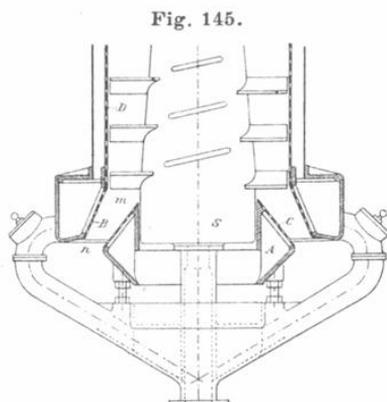


Fig. 145.

pression erfahren. Man kann demselben durch entsprechende Verlängerung beider Kegel nach unten zu eine wasseraufnehmende Oberfläche von

bedeutender Grösse geben und dadurch die Leistung der Presse erhöhen. Die Verhältnisse werden so gewählt, dass der ringförmige Querschnitt der im Mundstück befind-

lichen Schnitzel bei ihrem Austritt aus der Presse, also bei  $n$ , etwa gleich  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  des oberen Querschnittes bei  $m$  ist.

Die gepressten Schnitzel werden verfüttert. Um sie einige Zeit aufbewahren zu können, werden sie in Gruben oder Haufen mit Erde bedeckt (ingesäuert), verlieren aber dadurch an Werth, weil unter starker Milchsäurebildung ein Theil des Eiweiss zersetzt wird (J. 1901, 733). Die Schnitzel werden daher neuerdings in vielen Fabriken getrocknet. Dieses geschieht nach Büttner & Meyer dadurch, dass man die ganz nassen Schnitzel direct mit den heissesten Feuergasen von etwa 400° zusammenbringt, die in diese Trommel treten. Indem Feuergase und Schnitzel denselben Weg nehmen, durchziehen sie allmählich drei Trommeln und werden schliesslich durch Sauggebläse abgesaugt. Durch Stellung desselben hat man es in der Hand, den Schnitzeln einen beliebigen Trockengehalt zu geben. Es ist bemerkenswerth, dass das Rührwerk, welches die Schnitzel befördert, nicht vorwärts, sondern rückwärts gestellt ist, so dass die schwereren feuchten Schnitzel immer zurückgeworfen werden. Dadurch wird bewirkt, dass nur leichte, d. h. gut getrocknete Schnitzel aus dem Apparat herauskommen, welche vom Luftstrom mitgerissen werden. Auf diese Weise erzielt man ein ganz gleichmässiges Material je nach der Stärke des Luftstromes. Andere Schnitzeltrockner sind mit Dampfheizung versehen. Eine Untersuchung der Schnitzel ergab:

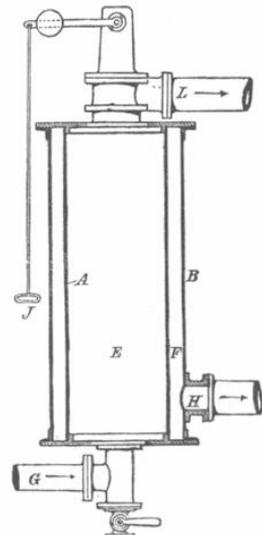
	Frisch	Getrocknet
Wasser . . . . .	92,32 Proc.	5,34 Proc.
Eiweiss (nach Stutzer) . . . . .	0,75	7,34
Nichteiweissartige Stickstoffsubstanz (als Protein berechnet) . . . . .	0,06	1,04
Rohfett . . . . .	0,11	0,90
Stärke und andere in Zucker überführbare Kohlenhydrate . . . . .	2,90	56,62
Nicht näher bestimmte stickstofffreie Extractstoffe (Differenz) . . . . .	0,82	2,65
Rohfaser . . . . .	2,69	20,67
Reinasche . . . . .	0,32	5,10
Sand . . . . .	0,03	0,34
In 100 Th. Gesamtstickstoffsubstanz sind verdaulich . . . . .	—	52,26

**Saftreinigung.** Den Rübensaft lässt man zur Abscheidung mechanischer Unreinigkeiten, Schnitzelreste u. dgl. durch einen sog. Pülpfänger fließen. Nach Mick (J. 1891) tritt z. B. der Diffusionsaft unten durch das Rohr  $G$  (Fig. 146) in einen geschlossenen Siebcylinder  $A$ , der mit einem Mantel  $B$  umgeben ist. Der entpülpte Saft fliesst durch das Rohr  $H$  ab. Die aufgefangenen Schnitzel, welche sich (da sie unter Druck stehen) oben im Siebcylinder ansammeln, können durch das Rohr  $L$  (nach Oeffnung eines Ventils, das durch den Griff  $J$  geregelt wird) zweckmässig dem in Füllung begriffenen Diffuseur zugeleitet werden.

Der Saft wird nun durch Dampfschlangen auf 80 bis 90° erhitzt; die Eiweissstoffe gerinnen, werden aber nur in wenigen Fabriken durch Filtriren abgeschieden. Stutzer (J. 1899) empfiehlt die Abscheidung des Eiweisses durch Schwefligsäure. In weitaus den meisten Fabriken wird sofort Kalkmilch zugesetzt. Der Kalk sättigt die in dem Saft enthaltenen freien Säuren, scheidet stickstoffhaltige Stoffe aus oder zersetzt dieselben unter Ammoniakentwicklung.

Den Stickstoff der Rübensäfte im Laufe ihrer Verarbeitung bestimmte Wendeler (J. 1900):

Fig. 146.

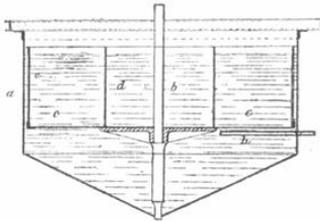


Auf 100 Th. Zucker berechnet								scheinbarer Reinheits-Quot.
	Proc. Ges.-N.	Proc. Albumin-N	Proc. Propepton-N	Proc. Pepton-N	Proc. Ges.- Protein-N	Proc. Ammoniak-N	Proc. restlicher N	
Diffusionssaft . . . . .	0,789	0,072	0,029	0,044	0,145	0,013	0,631	89,2
Dünnsaft v. d. Scheidesaturation .	0,595	0,043	0,006	0,013	0,062	0,003	0,530	91,8
Dünnsaft v. d. II. Saturation . .	0,593	0,040	0,007	0,013	0,060	0,006	0,527	92,3

Die Menge des zuzusetzenden Kalkes ist von der Beschaffenheit der Rüben abhängig; in der Regel setzt man dem Saft von 100 k Rüben etwa 1 bis 2 k Kalk zu, doch nimmt man neuerdings auch selbst bis 3,5 Proc. Kalk.

Um die Verdünnung des Saftes durch das Wasser der Kalkmilch zu vermeiden, verwendet man vielfach die sog. Trockenscheidung, bei welcher der Saft aber kräftig bewegt werden muss, damit keine örtliche Ueberhitzung erfolgt. Nach Röhrig (J. 1900) steht z. B. in dem Behälter *a* (Fig. 147) des Trockenscheidungs-

Fig. 147.



apparates eine senkrechte Welle *b*, welche an ihrem unteren Ende Rührschaufeln trägt (nicht gezeichnet), um den von unten eingeführten Rohsaft in lebhaftere Bewegung zu bringen. Oberhalb ist an der Welle *b* der ringförmig gestaltete Siebteller *c* befestigt, welcher an seinem inneren und äusseren Umfange je einen cylindrischen Siebmantel *d* bez. *e* trägt, so dass durch diese drei Siebkörper ein ringförmiger Behälter gebildet wird, in welchen man den gebrannten Kalk einschüttet. An dem feststehenden Behälter *a* ist mittels geeigneter Arme *f* ein Vertheiler *g* so befestigt, dass er in der erforderlichen Höhe über dem Siebteller steht. Dieser feste Vertheiler wird durch eine in der Bewegungsrichtung des Siebtellers ansteigende Platte gebildet, welche vorn derart zugespitzt und ausserdem auch in der wagrechten Ebene derart schräg gestellt ist, dass sie die Kalkschicht so leicht durchdringt, dass ein Verschmieren des Siebtellers durch den Vertheiler nicht hervorgerufen wird. Unter dem Siebteller sitzt ein Dampfrohr *h*, welches an seinem Ende geschlossen, nach oben aber mit einer Reihe von Löchern versehen ist, durch welche der eingelassene Dampf austritt. Der ausströmende Dampf dringt durch die Sieblöcher hindurch und macht diese frei.

Nach Versuchen von Weisberg (J. 1899) findet bei der Behandlung der Diffusionssäfte mit Kalk keine Zuckerersetzung statt. Nach Andrlík (J. 1900) werden durch den Kalk und die folgende Saturation hauptsächlich solche Bestandtheile beseitigt, die überhaupt durch Kalk fällbar sind oder mit ihm unlösliche Salze geben; im gereinigten Saft verbleiben durchweg solche Bestandtheile, die durch Kalk keine Veränderung mehr erfahren, namentlich organische Säuren, deren Calciumsalze löslich sind; sind diese im Diffusionssaft in reichlicherer Menge vertreten, so lässt sich ein solcher Saft mit Kalk und durch Saturation nicht mehr reinigen, als seine chemische Zusammensetzung zulässt. Die Reinigung der Säfte durch Kalksaturation bezieht sich hauptsächlich bei den anorganischen Bestandtheilen auf Magnesia, Phosphorsäure, Calciumoxyd, Eisenoxyd und Thonerde, Kieselsäure und einigermaassen auch Schwefelsäure. Von stickstoffhaltigen Verbindungen wurden durchschnittlich 47 Proc. des Gesamtstickstoffes beseitigt, wovon insbesondere der Stickstoff der Eiweisskörper

(87 Proc. des Gesamtstickstoffes der Eiweisskörper) beseitigt wurde, und beim Verdampfen entwich Ammoniakstickstoff (67 Proc. des gesammten Ammoniakstickstoffes), unverändert in Bezug auf die Menge blieben im grossen Ganzen die übrigen Stickstoffformen, soweit sie durch die Analyse verfolgt werden können. Es wurde beinahe sämtliche Oxalsäure, Rübenfarbstoff und Fett beseitigt. Invertzucker und andere Fehling'sche Lösung reducirenden Bestandtheile wurden so zerstört, dass sie nicht mehr reduciren.

Nach Einwirkung des Kalkes wird fast immer Kohlensäure eingeleitet, um den überschüssigen Kalk zu fällen. Die Kohlensäure liefert der mit Koks gefeuerte Kalkofen, in welchem der zur Scheidung des Saftes erforderliche Kalk gebrannt wird. Die Kohlensäure wird zunächst gewaschen. Einen wirksamen Waschapparat zeigt Fig. 148; die Kohlensäure steigt in der Pfeilrichtung  $\delta\gamma$  nach oben, um bei  $B$  zu entweichen, das Waschwasser tritt bei  $C$  ein, fliesst in der Pfeilrichtung  $\alpha\beta$  über die Ringe  $E$  und Schalen  $K$  und bei  $D$  nach Aussen.

Die Kohlensäure wird nun in den heissen Saft eingepumpt. Man verwendet meist cylindrische Gefässe, in welche die Kohlensäure durch am Boden liegende Siebrohre eintritt. Damit die Kohlensäure möglichst ausgenutzt wird, setzt man oft Rührer oder auch Siebböden u. dgl. ein.

Die Mischturbinen für Saturationsgefässe von Müller (J. 1898) besteht aus einer rotirenden Scheibe  $D$  (Fig. 149), welche mit radialen Flügeln oder Schaufeln besetzt und mit einer mitrotirenden Prellplatte  $H$  versehen ist. Der in einem Vorwärmer gekalkte Rohsaft und das Saturationsgas treten unterhalb der Mischturbinen durch die Rohrstutzen  $S$  und  $G$  ein, werden durch die Prellplatte  $H$  äusserst fein vertheilt, während gleichzeitig die oberen Schaufeln oder Flügel der Mischturbinen den Saft in stetigem Kreislauf erhalten. Um die grossen Mengen Schaum zu beseitigen, werden sie durch ein Ueberlaufrohr zugleich mit dem Saft in ein zweites Saturationsgefäss abgeleitet, in welchem bei niedriger gehaltener Saftalkalität der Schaum bald zerfällt. — Schwager (J. 1899) empfiehlt, die Säfte in dünner Schicht über Rieselstufen laufen zu lassen.

Ist der Kalk fast neutralisirt, so wird der heisse Saft von dem Schlamm in Filterpressen o. dgl. Vorrichtungen abfiltrirt und der Schlamm ausgewaschen. Bei dem Filter von Philippe (J. 1891) z. B. hat der feste Deckel  $B$  (Fig. 150 S. 264) des Behälters  $A$  lange schmale Oeffnungen  $C$ . Jede derselben kann durch einen beweglichen hohlen Hut  $G$  (Fig. 151) geschlossen werden; derselbe ist an einem Ende geschlossen, am anderen Ende mit einer Oeffnung versehen, in welche eine Ausflussröhre  $J$  eingefügt ist, die in eine Rinne  $K$  mündet. Die Taschen  $D$ , welche die Rahmen  $E$  enthalten, haben nur oben eine Oeffnung, wo sie mit einem weichen Stück  $F$  versehen sind. Dieses Stück erhält die Tasche und den Rahmen an dem

Fig. 148.

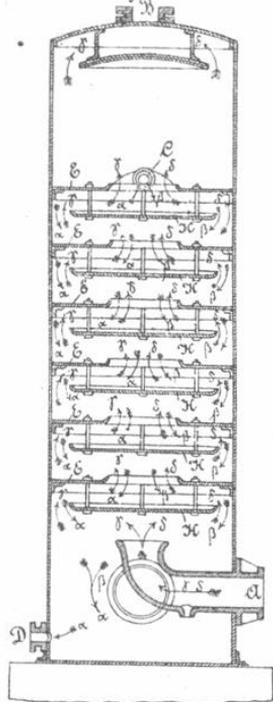
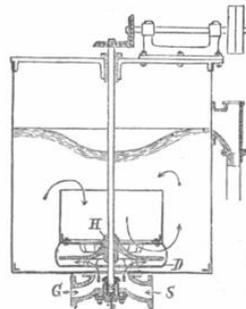


Fig. 149.



Deckel *B* in sicherer Weise aufgehängt und dient ausserdem dazu, einen festen Verschluss zwischen den Taschen *D* und den damit in Verbindung stehenden Hüten *G*

Fig. 150.

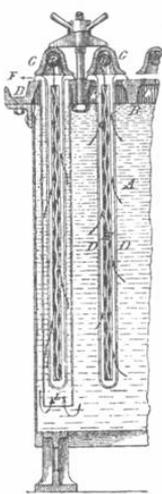
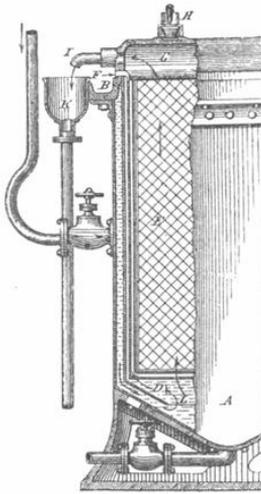


Fig. 151.



herzustellen. Die luftdichte Verbindung wird durch eine Verschraubvorrichtung *H* hergestellt, welche auf Querstücke wirkt, von denen je eines auf zwei Hüten aufliegt. Jedes Filterelement wird durch die Oeffnung *C*, welche für dasselbe in dem Deckel *D* bestimmt ist, in den Behälter *A* hinabgelassen. Dieses Filterelement bleibt durch die überstehenden Ränder des eigenthümlichen Gewebestücks *F* an dem Deckel aufgehängt. Dann werden die Hüte *G* auf die überstehenden Ränder gesetzt und durch die auf die Querstücke wirkende Schraube *H* luftdicht verschlossen. — Um den Apparat in Gang zu setzen, braucht man nur das Regelungsventil zum Eindringen der zu filtrirenden Flüssigkeit zu öffnen, welche unter Druck das Gewebe durchdringt und filtrirt in das Innere der Taschen gelangt, in die Hüte emporsteigt und von da durch das

Rohr *J* nach aussen in die Sammelrinne *K* abläuft, von wo aus dieselbe an ihren Bestimmungsort abgeleitet wird.

Folgende Schlammanalysen von Köhler (J. 1891) beziehen sich (mit Ausnahme von 3 und 4) auf normalen, gut filtrirbaren, körnigen Schlamm; Proben 3 und 4 entstammen dagegen einem weichen, schlecht filtrirbaren Schlamm:

	Nr. 1	2	3	4	5	6	7
Wassergehalt des frischen Schlammes	49,85	51,96	50,90	51,26	37,17	42,55	46,36
Trockensubstanz:							
Zucker (pol. mit Essigsäure)	1,19	3,33	3,40	6,00	5,88	2,26	1,31
Unlöslich in Säure	4,21	1,89	3,93	2,70	3,49	5,26	4,76
Darin anorganisch	1,37	0,27	1,39	0,48	1,44	0,74	2,37
Stickstoff	0,32	0,31	0,28	0,32	0,25	0,25	0,25
Eisenoxyd und Thonerde	1,68	2,50	3,68	2,73	6,23	1,13	5,00
Kalk	45,50	46,56	50,99	40,47	40,73	46,26	53,09
Magnesia	1,76	1,15	1,15	1,40	1,72	2,59	0,79
Kali	0,21	0,20	0,25	0,32	0,38	0,36	0,30
Natron	0,14	0,08	0,07	0,10	0,19	0,17	0,18
Schwefelsäure	1,07	0,93	1,06	1,27	1,12	0,93	1,75
Chlor	0,08	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04
Phosphorsäure	1,66	1,54	1,55	1,51	2,69	3,25	2,21
Kohlensäure	27,80	30,08	30,00	29,83	25,19	28,33	30,67
Summe der anorgan. Bestandtheile	79,59	80,86	86,52	75,44	73,59	82,67	91,40
Summe der organ. Bestandtheile	20,41	19,14	13,48	24,55	26,50	17,33	8,60
Freier Aetzkalk	0,59	1,56	1,40	—	2,94	3,23	3,47
Kalk in organ. Form gebunden	6,7	4,2	8,7	—	1,8	2,5	6,8
Auf 100 Th. Organ. kommen Stickstoff	1,57	1,62	2,08	1,30	0,91	1,44	2,90

Beachtenswerth ist, dass in dem Schlamm Nr. 4 kein freier Aetzkalk vorhanden war; ausserdem ergab sich bei der Berechnung der an organische Säuren gebundenen Kalkmenge, dass sämtlicher Kalk an Schwefelsäure, Kohlensäure und Phosphorsäure gebunden ist, an organische Säuren dagegen nicht.

Strohmer (J. 1893) gibt folgende Schlammanalysen:

	1. Saturation	2. Saturation
Wasser . . . . .	43,74	52,71
Kieselsäure und Sand . . . . .	0,19	0,06
Eisenoxyd und Thonerde . . . . .	1,49	0,24
Kohlensaures Kali . . . . .	0,44	0,11
Kohlensaures Natron . . . . .	0,23	0,12
Kohlensaurer Kalk . . . . .	41,67	40,82
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0,66	0,55
Schwefligsaurer Kalk . . . . .	0,12	0,14
Phosphorsaurer Kalk . . . . .	1,46	0,07
Chlorcalcium . . . . .	0,04	0,04
Kalk an organ. Säuren gebunden . . . . .	0,27	0,26
Aetzkalk . . . . .	1,07	1,18
Kohlensaure Magnesia . . . . .	0,67	0,40
Zucker . . . . .	2,00	0,10
Organischer Nichtzucker . . . . .	5,95	3,20

Komers (J. 1898) zeigte, dass die Pentosane durch die Saftreinigung zum weitaus grössten Theil aus den Säften entfernt werden und dass im weiteren Verlauf der Fabrikation, also auf der Verdampfstation, die Pentosane nicht die geringste Zersetzung erleiden.

Der Schlamm wird wegen seines Gehaltes an Phosphorsäure und Stickstoff als Düngemittel verwendet.

Auch Phosphorsäure wurde zum Entkalken und zum Neutralisiren des alkalisch reagirenden Saftes angewendet. Das Calciumphosphat scheidet sich in Flocken aus und kann durch Filtriren durch eine dünne Schicht gekörnter Kohle getrennt werden. Häufig verwendet man Schwefligsäure, welche vielfach im flüssigen Zustande bezogen wird. Sie dient in der Regel dazu, den mit Kalk geschiedenen und mit Kohlensäure zum grössten Theile gesättigten Saft völlig zu neutralisiren und die dunkle Färbung des Saftes (J. 1899, 733) zu bleichen. Zwar erfolgt eine Inversion des Zuckers schon durch kleine Mengen freier Schwefligsäure bei 80° rasch, und im Allgemeinen bei steigender Temperatur und Concentration rascher, aber die Gegenwart eines Ueberschusses organischer Salze hindert diese Reaction oder verzögert sie, indem nur schwächere organische Säuren freigemacht werden, die den Zucker nicht angreifen. Es empfiehlt sich nur in alkalischer Lösung zu arbeiten (J. 1898 u. 1899).

Die Reinigung der Zuckerlösungen durch Electricität ist zwar schon häufig vorgeschlagen<sup>1)</sup>, neuerdings von Baudry (J. 1900), die praktischen Erfolge sind aber fraglich; dasselbe gilt von Ozon (J. 1899 u. 1900). Vorgeschlagen sind ferner Calciumcarbid (1898 u. 1899), eine Zinn-Natron-Paste (J. 1900), unlösliche Permanganate und Manganate (J. 1900 u. 1901), Hydroschwefligsäure (J. 1898 u. 1899), verkupfertes Zinkpulver (J. 1901), Eisenfluorid (J. 1901), Zinnfluorür (J. 1901), Zinkoxyd (J. 1898), welche aber keine nennenswerthe Verbreitung gefunden haben. Das Ranson'sche Verfahren mit Schwefligsäure und Zink ist ebenfalls von zweifelhaftem Erfolg (J. 1898).

Die Filtration über Knochenkohle ist in den Rohzuckerfabriken allgemein verlassen. Statt dessen wird der Saft nach der ersten Filtration nochmals mit Kohlensäure und Schwefligsäure saturirt, dann filtrirt (nachdem u. U. etwas Kalkmilch zugesetzt war). Die Verwendung von Holzwolle zur Filtration der Zuckerlösungen ist von zweifelhaftem Werth (J. 1896, 787; 1900, 311).

Saftconcentration. Die wichtigste Verbesserung in den Apparaten zum Verkochen des Zuckersaftes ist die von Howard i. J. 1812 eingeführte Anwendung des luftverdünnten Raumes, in welchem die Verdampfung bekanntlich bei weit niedrigerer

1) J. 1877, 717; 1884, 1329; 1885, 696; 1890, 868; 1891, 864; 1892, 786; 1893, 801; 1894, 427; 1895, 388 u. 809; 1896, 341; 1898, 783; 1899, 345 u. 752.

Temperatur erfolgt, als unter dem gewöhnlichen Luftdruck. Die Druckverminderung wird dadurch erreicht, dass durch Luftpumpen ununterbrochen Luft und Dämpfe abgesaugt werden; zwischen Vacuumapparat und Luftpumpe ist eine Kühlvorrichtung eingeschaltet, in welcher durch eingespritztes Wasser der Wasserdampf verflüssigt wird, so dass die Pumpe nur wenig Wasserdampf mehr zu beseitigen braucht.

Die Vacuumapparate sind mit Schlangenrohren versehen, durch welche der Heißdampf strömt<sup>1)</sup>, häufiger kreist der Saft durch Rohre, welche von Dampf umgeben sind. So bezeichnet nach Schwager (J. 1901) in Fig. 152 u. 153 *a* die Heizrohre, *c* den oberen Verdampfraum, *d* den unteren Theil des Verdampfapparates. Die Flüssigkeit, welche an den Heizrohren in dem Theil *e* durch Auftrieb aufsteigt, sinkt durch

Fig. 152.

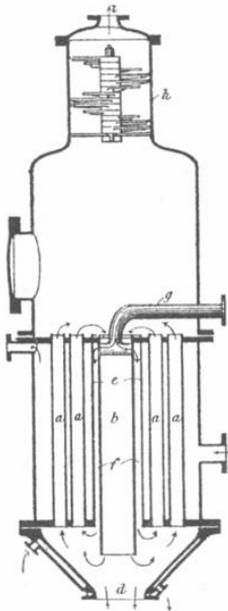
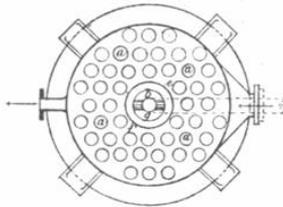


Fig. 153.



das Umlaufrohr *b* nieder und circulirt durch den Apparat. Das Umlaufrohr *b* wird von einem concentrischen Rohr *e* umgeben, welches einen ringförmigen Zwischenraum *f* frei lässt. Dieser Zwischenraum *f* ist oben durch die Rohrplatte gegen den oberen Verdampfraum *c* abgeschlossen und soll von der neu einzudampfenden Flüssigkeit durchflossen werden. Zu diesem Zwecke mündet ein Speiserohr *g*, welches in das Umlaufrohr *b* hineinragt, in den ringförmigen Raum *f*, so dass die zu verdampfende Flüssigkeit, bevor sie durch den unteren Raum *d* in die Heizrohre *a* gelangt, den Zwischenraum *f* durchfließen muss, hier das Innenrohr *b* umspült und dessen Inneres kühlt. Im Gegensatz hierzu ist jedes der Heizrohre *a* aussen von Heißdampf umgeben. Wird die Flüssigkeit in der zu verdampfenden Menge fortgesetzt durch das Rohr *g* in den Verdampfer eingeleitet, so fließt sie durch den ringförmigen Raum *f* zwischen den Doppelmänteln *b* und *e* in den Unterraum *d*, und von hier unter Auftrieb in die Rohre *a*, in welchen sie theilweise verdampft und durch den dabei entwickelten Dampf beschleunigt zur Oberfläche befördert wird. In dem Oberraume *c* angelangt, gibt die Flüssigkeit ihren in den Röhren *a* entwickelten Dampf ab, welcher

durch den Dom *h* und verbundenen Verdampfers oder zum Condensator entweicht. Die durch Abgabe dieses Dampfes, sowie auch durch Nachverdampfung an der Oberfläche gekühlte und dadurch specifisch schwerer gewordene Flüssigkeit fließt durch das Umlaufrohr *b* vom Oberraum *c* zum Unterraum *d* ab; hier mischt sie sich mit der aus *g* und *f* neu hinzutretenden Flüssigkeit und wird mit dieser, nach Maassgabe der Druckhöhe in *e*, unterstützt durch die Beheizung des conischen Bodens, in die Heizrohre *a* gefördert, in welchen sie wieder den bereits erwähnten Auftrieb zum Oberraum *c* erfährt, um von hier gekühlt dem Abtrieb zum Unterraum *d* durch das Umlaufrohr *b* zu folgen.

Der Vacuumapparat von Märky (J. 1898) ist mit Rührwerk versehen. Dieses besteht aus einer, mit der Rührwelle *A* (Fig. 154) verbundenen und mit dieser rotirenden, sich nach unten hin erweiternden Röhre *D*, welche sich oben an das Rohr *E* des inneren Röhrenheizkörpers *R* möglichst dicht anschliesst und unten bis nahe an den

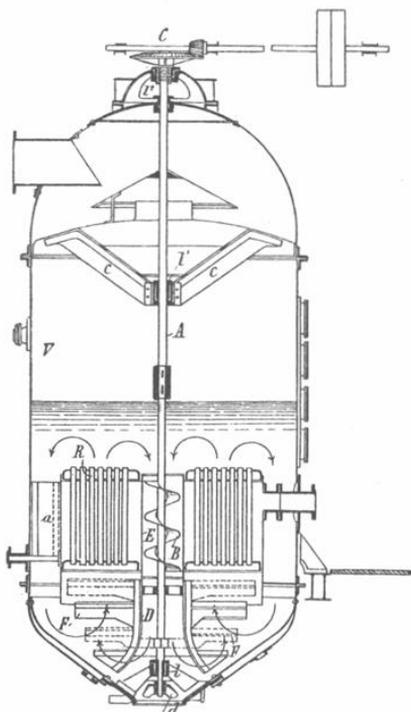
1) Zuweilen mit sog. Stufenheizung J. 1896, 791; 1898, 801.

Apparatboden reicht. Mit dieser Röhre *D* sind einzelne Rührarme *F* verbunden, welche aufsteigend schief gestellt sind und mit *D* gleichzeitig rotiren. Wird das Rührwerk in Drehung gesetzt, so wird die kochende Masse durch die Rührarme *F* vom Boden des Apparates gegen die Rohre des Heizkörpers *R* und durch diese nach oben gefördert. Beim Austritt ergießt sich die Masse wieder durch das Rohr *E* des inneren Röhrenheizkörpers *R*, und die sich daran anschliessende (und mit der Rührwelle *A* rotirende) Trompete *D*, und weiter über Bord des Heizkörpers selbst nach abwärts.

Bei dem Verdampfapparate mit liegenden Heizröhren von Wellner und Jelinek (J. 1888) wird der Boden durch zwei schief gegeneinander zulaufende Wände gebildet. Fig. 155 u. 156 (S. 268) zeigen einen liegenden Vacuumapparat, welcher eine Ablassöffnung seiner ganzen Länge nach besitzt; dieselbe ist 50 cm breit. Es ist die unterste Abtheilung die erste, dann folgt die mittlere als zweite und die oberste als dritte Heizung. Der Dampf bewegt sich wagrecht nach aufwärts. Die zweite und dritte Abtheilung verbinden die Verbindungsventile  $\alpha$  und  $\beta$ , und in der lothrechten Scheidewand ist das Verbindungsventil  $\gamma$  angebracht. Die eine Heizhälfte wird durch den Stutzen *M* mit Saftdampf aus dem ersten Verdampfkörper oder mit Retourndampf, die zweite durch den Stutzen *N* mit Saftdampf aus dem zweiten Verdampfkörper versehen. Das Verbindungsventil  $\gamma$  wird in folgender Weise verwendet. Soll das ganze System, also beide Hälften, mit Dampf z. B. aus dem zweiten Verdampfkörper, was zu Beginn des Sudes üblich ist, geheizt werden, so wird das Ventil *N* und  $\gamma$  geöffnet, soll dagegen Dampf aus dem ersten Verdampfkörper benutzt werden, so werden die Ventile *M* und  $\gamma$  geöffnet. Soll jede Hälfte mit anderem Dampf geheizt werden, so wird  $\gamma$  geschlossen und *M* und *N* geöffnet u. s. w. Soll mit der Kornbildung früher begonnen werden, als die dritte — oberste — Abtheilung mit Saft bedeckt ist, so wird diese durch Schliessung der Ventile  $\alpha$  und  $\beta$  ausser Verbindung mit den ersten zwei Abtheilungen gesetzt und die Verbindung erst hergestellt, bis der Saft die entsprechende Höhe erreicht hat. Liegende Rohre  $\alpha$ , welche im Untertheil unterhalb der eigentlichen Heizkammer angebracht und an ihren Enden mittels eigener Gussstücke derart verbunden sind, dass der durchströmende Dampf in denselben drei Gänge zu machen, genöthigt ist, sind von dem darüber liegenden Heizsystem vollkommen unabhängig und werden wegen der grösseren darüber lastenden Füllmasseschichte mit Dampf von höherer Spannung geheizt.

Fig. 157 (S. 268) zeigt einen Dreikörperapparat (schematisch) *ABC* mit Heizröhrensystem *abc*. Rohr *D* führt den Heizdampf um das Röhrenbündel *a*, welches durch eine Pumpe *G* mit dem Saft gespeist wird. Die beim Kochen frei werdenden Dämpfe gehen durch Rohr *D* in den zweiten Körper, um dessen Heizröhrensystem *b* zu heizen, und die aus den Säften daselbst entwickelten Dämpfe ziehen durch Rohr *E*

Fig. 154.



in den dritten Körper *C*, um daselbst in gleicher Weise zum Heizen des Röhrenbündels *c* ausgenützt zu werden. Die im letzten Körper entwickelten Dämpfe werden

Fig. 155.

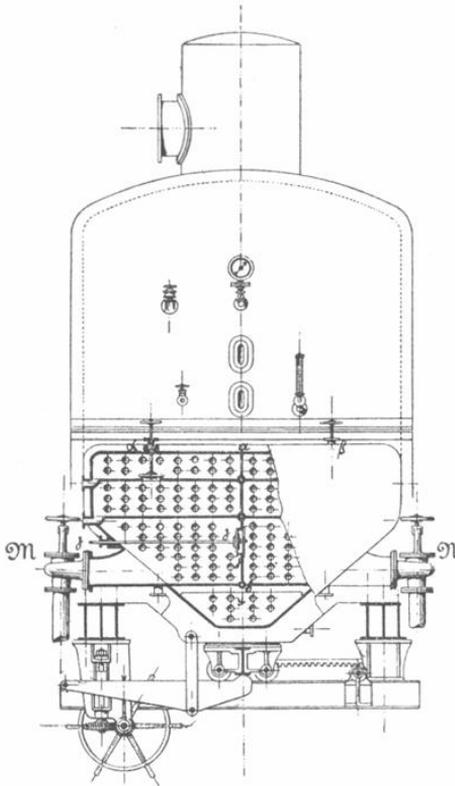


Fig. 156.

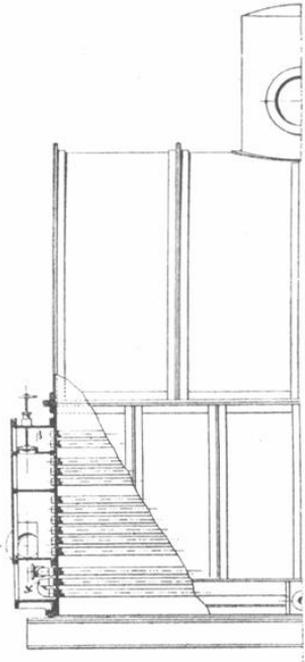
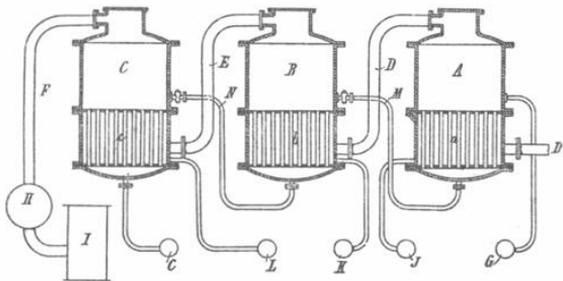


Fig. 157.



durch ein Rohr *F* in den Condensator *H* vermittels einer Pumpe *I* abgesaugt, welche im Körper *C* ein Vacuum herstellt. Die um die Heizröhrensysteme *a*, *b*, *c* herum circulirenden Dämpfe werden durch Pumpen *I*, *K*, *L* abgezogen. Zwischen den Körpern *C*, *B*, *A* entstehen Druckdifferenzen, durch welche das Uebersteigen des Saftes von *A* nach *B* und weiter nach *C* mit Hilfe der durch Ventile oder Hähne absperrbaren Rohre *M*, *N* bewirkt wird. Die Sirupe werden aus dem Dicksaftkörper *C* durch eine Pumpe *O* abgezogen (J. 1896).

Neuerdings dampft man den gereinigten Saft (Dünnsaft) zunächst in einem Saftdampfkörper durch Kesseldampf unter Druck von 1 bis 1,5 Atm. bis auf etwa 16° Brix ein, um gleichzeitig Heizdampf für die Vacuumapparate zu erhalten und saugt den so vorconcentrirten Dünnsaft dann in den ersten der 3 oder 4 Vacuumkörper über.

Der in diesem Mehrkörperapparat auf 50 bis 60° Brix concentrirte Saft (Dicksaft) wird nun nochmals filtrirt (u. U. auch saturirt), dann zur „Füllmasse“ eingekocht.

Der Dampfverbrauch in Zuckerfabriken beträgt nach Pokorny (J. 1898) für 100 k Rüben 83 k Dampf von 154°, nach Rydlewski (J. 1899) nur 53 k. Saillard (J. 1901) gibt an:

Dampf für 100 k Rüben.		
Diffusion . . . . .		8,5 k Dampf
1. Saturation . . . . .		13,0 „ „
2. „ . . . . .		5,5 „ „
3. „ . . . . .		3,0 „ „
Anwärmung bis zur Verdampfstation . . . . .		1,6 „ „
Dicksaft vor der Filtration . . . . .		1,2 „ „
Verkochen: a) für I. Product 14,50 {		15,2 „ „
b) „ Nachproduct 0,70 {		
Anwärmung der zurückgeführten Abläufe . . . . .		1,0 „ „
„ und Maischen der nicht zurückgeführten Abläufe		1,0 „ „
		50,0 k Dampf

Früher füllte man allgemein die auf einen Wassergehalt von etwa 10 Proc. blank eingekochten Füllmassen in grosse Kästen aus und überliess sie bei einer Temperatur von 30 bis 40° der langsamen Krystallbildung, welche je nach der Reinheit der Massen eine Zeitdauer von einigen Wochen bis zu mehreren Monaten beanspruchte. Die ausgeschiedenen Krystalle wurden alsdann durch Centrifugiren von dem Sirup getrennt und der Ablauf, welcher in Folge der Zuckerauscheidung einen erheblich geringeren Quotienten zeigte als die Füllmasse, aus welcher er entstanden war, wurde je nach seiner Reinheit entweder noch einmal verkocht und in der gleichen Weise der langsamen Krystallisation unterworfen, oder er wurde als Melasse aus dem Betriebe ausgeschieden.

Diese Methode der Nachproductenarbeit erfuhr eine völlige Umwälzung durch das Verfahren von Wulff der „Krystallisation in Bewegung“. Dasselbe beruht darauf, dass man den blank abgekochten auszukrystallisirenden Producten fertig ausgebildete Zuckerkristalle zugibt und die in Krystallisatoren (Bockmaischen) befindlichen Massen durch ein Rührwerk in steter Bewegung hält, während gleichzeitig abgekühlt wird. Durch diese Operation gelingt es, die Abläufe von den Füllmassen II. Products, welche man früher etwa 6 Wochen lang auskrystallisiren liess, innerhalb einer 6- bis 8stägigen Rührdauer auf denjenigen Quotienten zu bringen, welchen sie sonst erst nach Monaten erreichten (J. 1890 u. 1891).

Ein fernerer wesentlicher Fortschritt ist das sog. Aufkornkochen, bei welchem die Krystallbildung schon im Vacuum erzielt wird. Um ein möglichst gutes und gleichmässiges Korn zu erzielen und das Verkochen zu beschleunigen, ist es nöthig, den Säften oder Füllmassen eine gleichmässige und genügende Bewegung in den Kochapparaten zu geben. Bei sehr reinen Säften genügt im Allgemeinen die Bewegung, welche durch die an den Heizflächen sich entwickelnden und aufsteigenden Dampfblasen bewirkt wird. Je mehr jedoch die Massen eingedickt werden, desto weniger Dampfblasen werden gebildet und desto geringer wird die Bewegung. Bei Säften niedriger Reinheit tritt die Zähflüssigkeit, welche die Dampfblasen am Aufsteigen verhindert, bereits zu einem Zeitpunkt ein, wo die Füllmasse noch nicht fertig gekocht ist. Solche Massen müssen daher zu leicht, d. h. zu wasserhaltig abgelassen werden, wodurch die Ausbeute an Zucker erheblich beeinträchtigt wird. Häufig kommt es auch vor, dass die Säfte sich überhaupt nicht oder nur schwierig auf Korn verkochen lassen, weil die bis zur Fadenprobe eingedickten Säfte bewegungslos daliegen; solche Säfte muss man dann blank ablassen, wodurch erst recht eine geringe Zuckerausbeute erhalten wird. Dieser Uebelstand wird gehoben durch die Anbringung von Circu-

lationsrohren, Schraubenschnecken oder Rührwerken (S. 267) oder nach Claassen (J. 1896) durch Einlassen von Dampf in den untersten Theil des Kochapparates.

Will man durch Eindampfen von Zuckersäften Zuckerkrystalle herstellen, und sollen solche Krystalle möglichst gross ausfallen, so darf man zunächst nur eine beschränkte Menge Zuckersaft in das Vacuum einlassen und durch Verdampfung zur Krystallisation bringen, so dass also zunächst verhältnissmässig wenig Krystalle entstehen. Bei weiterem, mehrfach wiederholten Einziehen von Saft und bei sonst sachgemässer Handhabung erhält man dann als fertige Waare verhältnissmässig wenige und grosse Krystalle, weil die aus der ersten Füllung stammenden Krystalle sich auswachsen, ohne dass eine weitere Neubildung von Krystall-Individuen stattfindet. Die genügend eingedampfte Masse lässt man in passend tiefer aufgestellte Mischvorrichtungen einfließen, in denen durch „Krystallisation in Bewegung“ die Ausscheidung der Zuckerkrystalle vollendet wird. Von hier gelangt die Masse in Schleuderapparate (Centrifugen), um die Zuckerkrystalle als Erstproduct von dem Sirup zu trennen. Dieser gibt nach weiterem Abdampfen und Schleudern das zweite Product, zuweilen auch noch ein drittes.

Als Endproduct, welches, unter Einhaltung aller für die Krystallisation günstigen Bedingungen, durch weiteres Eindicken und Krystallisiren keinen Zucker mehr ergibt, erhält man die Melasse. Dass neben der chemischen Theorie der Melassenbildung auch eine mechanische (durch Viscosität) anzunehmen ist, erscheint nach Claassen (J. 1898) nur ganz ausnahmsweise möglich. Die Viscosität verlangsamt nur die Krystallisation, hindert sie aber nicht, und umgekehrt krystallisiren geringwerthige Sirupe unter Bedingungen, welche die Viscosität erheblich vermindern (z. B. bei höherer Temperatur), keineswegs reichlicher aus. Bedingungen für gute und rasche Krystallisation sind 1. genügende Mengen Anregekrystalle, 2. richtige Temperatur, 3. richtige Concentration. Um in jedem Krystallisationsstadium möglichst wenig viscöse Muttersirupe zu haben, hat man die Temperatur genügend hoch zu halten und für eine möglichst geringe Uebersättigung dieser Sirupe zu sorgen. — Nach Versuchen von Schukow (J. 1900) üben mit der Erhöhung der Temperatur sämmtliche untersuchte Salze auf die Löslichkeit des Zuckers im Wasser einen stärkeren Einfluss aus, indem sie diese Löslichkeit steigern, d. h. die melassebildende Fähigkeit dieser Salze wächst mit der Temperatur. Mit dem Wachsen der Temperatur wächst die Fähigkeit des Nichtzuckers der Melasse, die Löslichkeit des Zuckers im Wasser zu steigern. Bei Chlorkalium, Chlornatrium und Bromkalium wächst die Steigerungsfähigkeit der Löslichkeit des Zuckers im Wasser mit der Anhäufung des Salzes in der Lösung und zwar desto mehr, je grösser die Anhäufung der Salze ist. Chlorcalcium folgt ebenfalls dieser Regel, nur fängt bei demselben die Löslichkeit des Zuckers bei einem etwas grösseren Salzgehalt der Lösung, als bei den anderen Salzen, zu wachsen an. Salpetersaures Kalium gehorcht derselben bei 70° gleichfalls, bei 50° jedoch wächst seine auflösende Fähigkeit nur bis zu einer gewissen Grenze des Salzgehaltes; bei 30° wirkt das salpetersaure Kalium in allen untersuchten Concentrationen aussalzend. Die Fähigkeit des Nichtzuckers der Melasse, die Löslichkeit des Zuckers im Wasser zu steigern, wächst mit der Anhäufung des Nichtzuckers in der Lösung, und zwar mit der Menge des Nichtzuckers in steigendem Maasse. Die Aenderung der Menge des organischen Nichtzuckers bei einer und derselben Menge gleich zusammengesetzter Asche scheint die Löslichkeit des Zuckers wenig zu beeinflussen. Schwefelsaures Kalium und schwefelsaures Natrium beeinflussen auch bei 70° die Löslichkeit des Zuckers sehr wenig.

Zur Vermeidung von Nachproducten und Melasse wurde vorgeschlagen, die Abläufe des ersten Productes in die Diffusionsgefässe zurückzuführen (Mannoury) oder den Sirup dem Scheidesaft zuzusetzen. Zscheyne (J. 1898) setzt den Sirup dem

mit 2,5 bis 3 Proc. Kalk vermischten Diffusionsafte zu und saturirt dann. Nach Löblich (J. 1898) wird der Ablauf vom ersten Product, welcher eine Reinheit nicht unter 76<sup>o</sup> besitzen muss, mit dem Rohsaft zusammen nochmals allen Reinigungsprocessen unterzogen und auf erstes Product verarbeitet. Auf diese Weise soll fast sämmtlicher Zucker, welcher bisher gewöhnlich in drei Producten oder aus der Melasse in besonderen Entzuckerungsanlagen gewonnen wurde, als sog. erstes Product erhalten werden. Böcker (J. 1899) will den ausgeschleuderten Sirup aus der 1. Füllmasse mit schweflig-saurer Thonerde, Kalk und Chlorbaryum reinigen, dann dem Diffusionsafte zusetzen. — Nach Lippmann (J. 1899) wird durch diese Verfahren kein erstes Product erhalten; diese Arten Zucker sind fast durchgehends viel schlechter als die gewöhnlichen, sie lassen sich nur schwierig verarbeiten, bieten schon bei der Affination grosse Hindernisse und belasten die Raffinerien mit Unmassen schmierigen und zähen Sirupes.

**Zuckerraffinerie.** Der Rohzucker enthält nach dem Schleudern noch etwas Melasse, welche ihm einen unangenehmen Geruch und Geschmack verleiht. Die Abscheidung derselben zur Gewinnung von sog. „Consumzucker“ geschieht durch Abwaschen der Zuckerkrystalle oder durch Umkrystallisiren.

Krystallzucker wird erhalten durch Abwaschen bez. Decken von gutkrystallisirtem Rohzucker in der Schleuder. Das Decken mit Wasser geschah, indem man in die Schleudertrommel Wasser einspritzte, welches gegen die die Trommelwand bedeckende Zuckerschicht hingeschleudert wurde; wegen der grossen Zuckerverluste ist dieses Verfahren aufgegeben. Beim Decken mit Dampf lässt man Dampf von schwacher Spannung einströmen, welcher gegen die Zuckermasse hin geschleudert und hier zu Wassertröpfchen verflüssigt wird, welche nun in derselben Weise wie die Wasserdücke wirken. Bei der Dampfnebeldecke wird bis auf 50<sup>o</sup> abgekühlt und mit viel Luft gemischter Dampf in die Trommel geführt. Das Waschen der Krystalle mit einer gesättigten Zuckerlösung (Klärse) geschieht vielfach zur Herstellung von Hut- oder Brotzucker; man hat Schleudern, in denen 24 Zuckerbrote auf einmal hergestellt werden. Das hierbei ausgeschleuderte Gemenge von Sirup und Klärse wird dem Dicksaft zugesetzt.

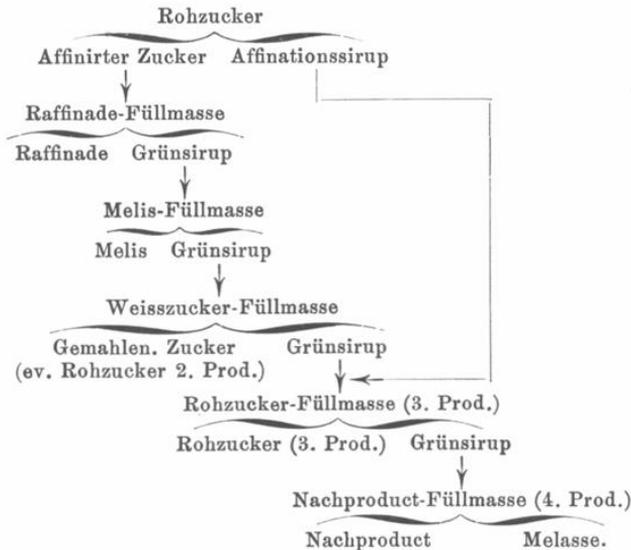
Melis, die gebräuchlichste Sorte von Verbrauchzucker, erhält man aus dem Rübensafte oder durch Zuckerzusatz (Einwurf) zu dem aus dem Saft gewonnenen Kochklärse; im ersten Falle heisst der gewonnene Verbrauchzucker auch Saftmelis, im zweiten Einwurfmelis oder schlechtweg Melis. Da der Melis meist eine schwach gelbliche Färbung besitzt, so unterwirft man die Masse nach Beendigung des Kochens einer Bleiche, indem man der Füllmasse eine kleine Menge mit reiner Zuckerlösung abgeriebenes Ultramarinblau zugibt.

Der Melis wird auch als Würfelzucker und als Pilé in den Handel gebracht. Ersterer wird direct aus der Füllmasse erhalten, indem man aus derselben durch Schleudern u. dgl. Platten darstellt, welche in würfelförmige, gleichmässig grosse Stücke übergeführt werden, welche nach dem Trocknen als Verbrauchzucker Verwendung finden. Pilé ist ein in Oesterreich fabricirter und für den italienischen Markt bestimmter grob krystallisirter Melis, welcher im feuchten Zustande in einem Brechwerke gröblich zerkleinert, dann getrocknet wird. Farin ist ein gemahlener Verbrauchzucker, den man aus den verschiedensten Producten, die nicht wohl in der ursprünglichen Form in den Handel gebracht werden können, herstellt. Doch gewinnt man auch Farin direct aus Füllmasse, welche zur Fabrikation von Melis oder Würfelzucker nicht genügend rein ist.

Zur Herstellung von Raffinadezucker wird Rohzucker in Schleudern gedeckt, dann in heissem Wasser zu Dicksaft gelöst, der nach Erfordern mit Kalk, Kohlensäure oder Schwefligsäure u. dgl. gereinigt und über Knochenkohle filtrirt wird; nach Soxhlet wird — statt der Knochenkohlefiltration — der Saft mit etwa 0,3 Proc. Holzschleif-

mehl und Kieselguhr gemischt, dann durch Filterpressen filtrirt. Die reine Zuckerlösung wird nun auf Korn gekocht, geschleudert und nach Bedarf in Hutform, Würfel u. dgl. gebracht.

Lippmann (J. 1898) gibt folgende Betriebsübersicht einer Zuckerraffinerie:



Die Affination des Rohzuckers geschieht mittels der Wasserstaubecke, und ohne Hinzunahme besserer Sirupe, so dass der Rohzucker glatt in Affinationssirup und affinirten Zucker getrennt wird, dessen fernere Verarbeitung aus dem Schema leicht ersichtlich ist. Die Weisszucker-Füllmasse ergab gemahlene Zucker oder auch Deckzucker, oder wurde, falls ersterer nicht mit Vortheil zu verkaufen war, auch nur auf Rohzucker (sog. 2. Product) abgeschleudert; ihr Grünsirup vereinigte sich mit dem Affinationssirup zur Rohzucker-Füllmasse, die ihrerseits Rohzucker (sog. 3. Product) und einen Sirup lieferte, der, nochmals eingekocht, gewisse, je nach seiner Qualität sehr wechselnde Mengen Nachproduct, sowie Melasse ergab; das Nachproduct gelangte zeitweilig, bei günstiger Conjectur, zum Verkaufe, diente aber zumeist als Einwurf in die Rohzucker-Füllmasse; der Rohzucker III wurde dem Betriebe wieder zugeführt, ebenso der Rohzucker II, und zwar der Affination. Auf die Deckkläre ist hier keine Rücksicht genommen; der dem Grünsirup nachfolgende Feinsirup (d. i. der Ablauf während des Deckens) kehrte stets in das betreffende Stammproduct zurück, als z. B. der Raffinaden-Feinsirup in die Kläre für Raffinade, und mit ihr in die Raffinaden-Füllmasse.

Kandis. Zur Darstellung von Kandiszucker lässt man reine „blank“ gekochte Zuckerlösung langsam krystallisiren; durch die Krystallisirgefäße sind Fäden gezogen, an denen sich die Krystalle ansetzen. Nach Hilgers (J. 1899) bringt man die mit der Zuckerlösung von 34 bis 39° B. gefüllten Krystallisationskästen mit einer Temperatur von 105° in einen luftdicht verschliessbaren, liegenden Cylinder und erzeugt nach 2 Stunden eine Luftverdünnung von 30 bis 40 cm am Vacuummeter. Hierdurch wird aus dem Cylinder die warme Luft abgesaugt und der Zuckerlösung Gelegenheit gegeben, sich schnell und ganz gleichmässig abzukühlen, ohne dass eine eigentliche Verdampfung eintreten könnte, da sich auf der Zuckerlösung schnell eine dies verhindernde Krystallisationshaut bildet. Die Krystallisation ist schon in 5 bis 6 Tagen

beendigt, und man erhält bis 10 Proc. mehr an Kandis. Ferner bildet sich kein Invertzucker, da die sonst übliche anhaltend hohe Temperatur der Kandisstuben vermieden wird.

**Melasseentzuckerung.** Die Entzuckerung der Melasse hat in Deutschland seit Einführung der Fabrikatsteuer und wesentlichen Herabsetzung der Ausfuhrprämien sehr viel an Bedeutung verloren. Früher entzuckerten von den deutschen Zuckerfabriken mittels

	1883/84	1885/86	1887/88	1888/89
Osmose . . . . .	115	78	84	45
Elution . . . . .	46	51	48	40
Fällung . . . . .	4	4	3	2
Substitution . . . . .	13	10	9	5
Strontianit . . . . .	4	4	3	2
Ausscheidung . . . . .	2	16	20	20
Mannoury . . . . .	—	1	1	—
Gesamtzahl	184	164	168	114

In den Fabriken mit Rübenverarbeitung sind 1890/91 an Melasse verarbeitet worden mittels:

Osmose . . . . .	60 024 t
Elution und Fällung . . . . .	72 486
Substitution . . . . .	7 341
Ausscheidung . . . . .	38 586
Strontianverfahren . . . . .	1 571
anderer Verfahren . . . . .	19

Zusammen 180 027 t

1900/01 wurden dagegen in Rohzuckerfabriken an Abläufen entzuckert nur noch mittels:

Osmose . . . . .	3 260 t
Elution und Fällung . . . . .	925
Ausscheidung . . . . .	16 686

in Raffinerien durch das Strontianverfahren 246 187 t.

Die Rübenmelasse, der letzte Sirup der Rübenzuckerfabrikation, hat etwa folgende mittlere Zusammensetzung (J. 1900):

Wasser . . . . .	22,5 Proc.
Asche . . . . .	7,1 "
Organische Substanz . . . . .	70,4 "
Gesamtzucker (als Rohrzucker) . . . . .	51,7 "
Invertzucker . . . . .	0,2 "
Polarisation . . . . .	50,2 "
Inversions-Polarisation . . . . .	—14,7 "
Gesamtstickstoff . . . . .	1,64 "
Eiweissstickstoff . . . . .	0,12 "
Nichteiweissstickstoff . . . . .	1,52 "
Protein, durch Tannin fällbar . . . . .	0,75 "

Osmose beruht auf Diffusion durch Pergamentpapier in Filterpressen ähnlichen Apparaten. Die Salze der Melasse diffundiren sehr rasch, die Saccharose weit langsamer, die übrigen Stoffe in der Melasse entweder nicht oder sehr langsam. Die Behandlung wird unterbrochen, wenn ein Theil der Salze entfernt ist, so dass ein Theil der Saccharose beim Verdampfen krystallisirt; die von den Zuckerkrystallen in der Schleuder getrennte Melasse hat annähernd die nämliche Zusammensetzung wie die gewöhnliche Melasse. Diese zweite Melasse wird abermals durch Osmose entsalzt u. s. f., bis durch die dialytisch nicht zu trennenden Stoffe eine mit Colloïden dergestalt unreinigte Melasse bleibt, dass von einer weiteren Verarbeitung derselben abgesehen werden muss. Das Osmosewasser von gelblichbrauner Farbe enthält alle diffundirten

Stoffe, zumal Salze, jedoch auch wechselnde Mengen von Zucker; es enthält 3,5 bis 6,5 Proc. Trockensubstanz und findet als Rieselwasser für Wiesen oder auch als Düngemittel Anwendung.

Eine österreichische Fabrik erzielte z. B. folgende Ergebnisse mit der Osmose:

Sirup vor der Osmose . . . . .	75,44 <sup>o</sup> Sacch.	51,38 <sup>o</sup> Polar.	24,06 Nicht.	68,10 Quot.
„ nach „ . . . . .	37,26	28,25	9,01	75,82
Osmosewasser . . . . .	2,33	0,65	1,68	27,89

8199 hk verarbeiteter Sirup gaben 7017 hk osmosirte Füllmasse, daher Sirupverlust 1182 hk. Die Ausbeute an Rohzucker von durchschnittlich 94<sup>o</sup> Polarisation betrug 1869 hk oder 22,8 Proc. des in Arbeit genommenen Sirups; die durchschnittliche Leistung eines Osmogens in 24 Stunden 1485 k. An Pergamentpapier wurde 1 Bogen für je 540 k Einkaufsirup verbraucht.

Elution. Die von Scheibler i. J. 1865 angegebene Elution (von *eluere*, auswaschen) beruht auf der Bildung eines dreibasischen Calciumsaccharates und Auslaugung dieser Verbindung mit Alkohol von etwa 30 Proc., in welchem der grösste Theil des Nichtzuckers sich löst, so dass ein ziemlich reines Saccharat zurückbleibt. Das Verfahren ist in Deutschland wieder verlassen.

Beim Substitutionsverfahren wird nach Steffen Melasse mit Wasser verdünnt und mit Kalkbrei von 30<sup>o</sup> B. versetzt. Die Verdünnung mit Wasser soll so bemessen werden, dass die gebildete Zuckerkalklösung beim Erhitzen auf 100<sup>o</sup> einen Niederschlag ausscheidet, Melasse mit 47 bis 50 Proc. Zucker z. B. mit der 6fachen Wassermenge. Der verdünnten Melasse wird nun so viel Kalk zugesetzt, als sich bei der entsprechenden Temperatur darin auflöst. Hat sich der Kalk nach etwa 8 Stunden gelöst, so wird die erhaltene sog. Ansatzlauge in geschlossenen Kochgefässen auf etwa 110<sup>o</sup> mittels Dampf erwärmt, so dass sich der unlösliche Zuckerkalk abscheidet, worauf der gesammte Inhalt der Kochgefässe durch Filterpressen getrieben wird, welche mit Vorrichtungen zum Auslaugen der Kuchen mittels 110<sup>o</sup> heissen Wassers versehen sind. Man packt dann die Kuchen in Presstücher, in welchen dieselben mittels einer hydraulischen, mit Dampf geheizten Presse bei einem Drucke von 100 bis 150 Atm. nachgepresst werden. Die Ansatzlauge darf während des Filtrirens sich nicht unter 100<sup>o</sup> abkühlen, weshalb die Filterpressen vor dem Einlassen von Flüssigkeit mit Dampf angewärmt werden müssen. Die aus den Pressen ablaufende Mutterlauge wird abgekühlt und die dem ausgefällten Zuckerkalk entsprechende Menge Zucker in Form von Melasse und Kalk als Kalkbrei wieder zugefügt. Die so behandelte Mutterlauge rührt man bei gewöhnlicher Temperatur etwa 3 Stunden weiter, bis die Flüssigkeit mit Kalk gesättigt ist. Es ist dann die Mutterlauge durch „Substitution“ von Melasse und Kalk der ursprünglichen Ansatzlauge im Procentgehalt an Zucker und Kalk gleich. Man erhitzt nun die Mutterlauge in den Kochgefässen, worauf ebenso wie vorhin bei der Erwärmung der Ansatzlauge sich unlöslicher Zuckerkalk ausscheidet, welcher abfiltrirt und abgepresst wird. Die darin enthaltene Zuckermenge entspricht dem gesammten Zucker, welchen man in der Melasse der Mutterlauge substituirt. Nun wiederholt man Substitution und Fällung mit derselben Mutterlauge so lange, bis die letztere durch die sich anhäufenden Nichtzuckerstoffe und Salze, nach 20- bis 25facher Wiederholung, nicht mehr zu verwenden ist.

Zum Ausscheidungsverfahren<sup>1)</sup> verdünnt man die Melasse mit kaltem Wasser in einem mit Rührwerk versehenen Behälter. Die Temperatur dieser Lösung soll 35<sup>o</sup> nicht übersteigen, die Concentration derselben 6 bis 12 Proc. Zuckergehalt entsprechen. Von dieser kalten Zuckerlösung lässt man eine bestimmte Menge in ein mit

1) Vgl. J. 1884, 803 u. 812; 1886, 666; 1888, 879; 1891, 882; 1899, 779; 1900, 333.

Rührwerk versehenes Gefäss, Ansatzmaische genannt, fliessen und fügt auf je 100 Th. Zuckergehalt mittels eines Messcylinders 50 bis 100 Th. Kalkmehl, je nach der Beschaffenheit desselben, zur Bildung von Zuckerkalklösung hinzu, welche sehr rasch geschieht. Nun wird das Ganze durch Filterpressen gedrückt, um die Lösung von nicht gelöstem Kalk zu trennen. Die von den Pressen ablaufende Zuckerkalklösung, Ansatz genannt, fliesst in Sammelbehälter. Da diese Flüssigkeit, welche sich bei der Kalkzugabe erwärmt haben kann, zu einer neuerlichen Kalkbehandlung bei Temperaturen unter  $35^{\circ}$  dienen soll, so wird dieselbe mittels Kühlvorrichtung auf die möglichst tiefste Temperatur gebracht. Der in die Sammelbehälter gelangte kalte Ansatz wird nun in ein zweites Gefäss gebracht, dann wird das nöthige Kalkmehl eingerührt. Auf 100 Th. Zucker in der Lösung genügen für mittlere Kalksorten und bei Temperaturen unterhalb  $35^{\circ}$  meistens 65 Th. Kalkmehl zum Ausscheiden des Zuckers. Hat man kurze Zeit das erforderliche Kalkmehl in den Ansatz eingerührt, so fällt der Zucker sofort aus. Den Brei drückt man mittels Pumpe in eine zweite Gruppe von Auslauge-Filterpressen und trennt hier den ausgeschiedenen Zuckerkalk von der Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit, welche nun geringe Mengen Zucker, aber fast sämtlichen Nichtzucker enthält, geht als Abfallflüssigkeit fort, oder man lässt sie noch ein zweites Mal denselben Weg laufen, welchen der Ansatz gemacht hat, und gibt auf 100 Th. Zucker in dieser Flüssigkeit ebenfalls etwa 65 Th. Kalkmehl in der Zuckerkalkmaische zu, fängt den Niederschlag in den Filterpressen auf und lässt dann diese ablaufende Restflüssigkeit als Abfall fortlaufen. Zum Entfernen der dem Zuckerkalke noch anhaftenden Flüssigkeit wird derselbe in den Filterpressen mit kaltem Wasser gereinigt und kann man das letzte dünne Auslaugewasser ebenfalls zum Verdünnen in der Melassemaische benutzen. Der in den Filterpressen zurückbleibende Zuckerkalk wird in Rübenzuckerfabriken zur Scheidung für rohe Rübensäfte verwendet, gemeinschaftlich saturirt und auf bekannte Weise gemeinsam auf Zucker verarbeitet.

Strontianverfahren. Dubrunfaut machte schon 1849 den Vorschlag, Zucker aus der Melasse mittels Strontian oder Baryt abzuscheiden (J. 1863, 451), während die Zuckerraffinerie in Dessau Strontianit mit Erfolg verwendete; ihr Verfahren wurde aber nicht bekannt. Scheibler (J. 1881 u. 1882) erhielt dann verschiedene Patente auf dieses Verfahren. Lässt man Bistrontiumsaccharat,  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2SrO$ , mit kaltem Wasser in Berührung, so scheidet sich in kaltem Wasser schwer lösliches Strontianhydrat in Krystallen ab, während eine verhältnissmässig wenig Strontian enthaltene Lösung von reinem Zucker verbleibt, aus welcher der Rest des Strontians leicht mit Kohlensäure ausgefällt werden kann. In einer mit einem Rührwerk und Heizschlange versehenen Pfanne wird eine bei späteren Operationen erhaltene Waschflüssigkeit, die 10 bis 13 Proc. krystallisiertes Strontianhydrat enthält, zum Sieden erhitzt und durch Zufügung von krystallisiertem Strontianhydrat auf einen Gehalt von etwa 20 bis 25 Proc. gebracht. Die Menge dieser Flüssigkeit soll sich zu der zu verarbeitenden Melasse wie 3 zu 1 verhalten. Alsdann gibt man ungefähr die Hälfte der Melasse hinzu, verstärkt das Kochen, fügt demnächst unter beständigem Rühren das noch fehlende Strontianhydrat zu, um zuletzt nach geschehener Auflösung desselben die zweite Hälfte der Melasse ebenfalls einzutragen. Schliesslich wird durch weiteren Zusatz von Strontianhydrat die Alkalinität der Flüssigkeit auf 12 bis 14 Proc. gebracht und ist die Operation dann nach kurzem Aufkochen beendet. Das Verhältniss von Strontianhydrat und Melasse ist so zu bemessen, dass auf 1 Th. Zucker der Melasse  $2\frac{1}{2}$  Th. krystallisiertes Strontianhydrat kommt und die Flüssigkeit schliesslich die angegebene Alkalinität bewahrt. Nach beendeter Ausscheidung ist das Bistrontiumsaccharat so rasch wie möglich von der Lauge, welche neben dem Ueberschuss des

Strontianhydrates alle fremden Bestandtheile der Masse enthält, zu trennen. Die siedend heisse Flüssigkeit, sammt dem Niederschlage, wird durch ein am Boden der Pfanne befindliches Ventil in eine Rinne und von dieser auf Filter geleitet. Der Niederschlag wird auf dem Filter mit siedend heisser Lösung, welche 10 Proc. reines Strontianhydrat enthält, übergossen. Mit dem Aufgiessen der Strontianlösung wird fortgefahren bis der Niederschlag in seiner ganzen Masse nur noch eine ganz schwach gelbliche Farbe zeigt. Die Waschflüssigkeit wird durch eine Rinne der Zersetzungs-pfanne zugeführt und dient dann, nachdem sie mit Strontianhydrat angereichert ist, zur neuen Bildung von Saccharat.

Neben dieser Waschflüssigkeit erhält man daher bei der Filtration einerseits gewaschenes Saccharat und andererseits braune, noch viel Strontian gelöst enthaltende Lauge. Die braune Lauge fliesst in eiserne Kasten und scheidet beim Erkalten eine reichliche Menge von Strontiankrystallen ab, die, von der Mutterlauge getrennt, in den Betrieb zurückkehren und zur Anreicherung der Waschflüssigkeit in der Zersetzungs-pfanne dienen. Die Mutterlauge enthält noch eine gewisse Menge von Strontianhydrat und ausserdem Strontiansalze, die zusammen wiedergewonnen werden, indem man mit Kohlensäure saturirt und dabei etwas Potasche zufügt. Die endlich verbleibende, von dem ausgeschiedenen kohlen-sauren Strontian getrennte Flüssigkeit wird entweder als Dünger verwerthet, oder eingetrocknet und nach dem Verbrennen der organischen Substanz auf Potasche (Schlempekohle) verarbeitet. Der kohlen-saure Strontian wird durch Glühen in Strontian umgewandelt.

Das auf den Filtern zurückbleibende gewaschene Strontiumsaccharat wird in eine Strontian enthaltende Zuckerlösung und Strontianhydrat zerlegt und zu diesem Behufe in eisernen Kasten mit einer in der Kälte gesättigten Strontianlösung übergossen. Diese Kasten werden auf Wagen, welche auf Schienen laufen, einem Kühl-hause zugeführt, in welchem die Temperatur auf weniger als  $10^{\circ}$  erhalten wird, indem während der wärmeren Jahreszeit durch Eismaschinen gekühlte Luft eingeführt wird (vgl. J. 1899, 778). Die zur Zerlegung des Strontiumsaccharates erforderliche Zeit schwankt, je nach der Temperatur des Kühlhauses, zwischen 24 und 72 Stunden. Ist die Zersetzung beendet, so ist die ganze Masse des Saccharates in ein zusammenhängendes Haufwerk von Strontianhydratkrystallen, durchtränkt von einer an Zucker reichen Flüssigkeit, umgewandelt. Durchschnittlich wird so die Hälfte des in dem Saccharat enthaltenen Strontians als Hydrat wiedergewonnen, während die andere Hälfte in Lösung bleibt. Die von den Strontiankrystallen abgesonderte Flüssigkeit, sammt Waschwasser, kommt zur Saturation. Die erforderliche Kohlensäure wird dem Strontianit-Brennofen entnommen. Die Einleitung derselben beginnt bei einer Temperatur von  $60^{\circ}$  und wird fortgesetzt, bis der Saft nur noch eine Alkalinität von 0,04 bis 0,06 Proc. Strontiumoxyd zeigt. Der Saft sammt dem Niederschlag wird durch Filterpressen getrieben und der in den Pressen zurückbleibende Schlamm von kohlen-saurem Strontian mit heissem Wasser gewaschen. Die ersten Waschwasser gehen zum Zuckersaft, die späteren, an Zucker armen, können, nachdem sie völlig erkaltet sind, zum Waschen der Strontiankrystalle, und in der Centrifuge zum Decken verwandt werden. Die aus den Filterpressen abfliessende Zuckerlösung wird zum zweiten Male, und nun bei Siedehitze, saturirt, um den letzten Rest des Strontians zu entfernen. Nachdem der hier abgeschiedene kohlen-saure Strontian in einer Filterpresse vom Saft gesondert ist, hat man eine Zuckerlösung, deren Reinheit 99 und mehr beträgt und die ohne Weiteres auf Consumwaare verarbeitet wird.

Der in den Filterpressen verbleibende Schlamm von kohlen-saurem Strontian, und zwar sowohl der, welcher aus der reinen Zuckerlösung, sowie der, welcher von der oben erwähnten braunen Mutterlauge stammt, ist auf Strontianhydrat zu verarbeiten. Zu

diesem Zweck werden die Schlamm Massen mit Sägspänen o. dgl. und Theer gemischt und in Maschinen zu Ziegeln gepresst. Die Ziegel werden getrocknet und dann in Mendheim'schen Ringöfen, zusammen mit dem zur Ergänzung der Abgänge erforderlichen Strontianit, gebrannt. Die Zersetzung des kohlen sauren Strontians erfordert eine sehr hohe Temperatur. Das gebrannte Material wird mit Wasser oder einer dünnen Strontianlösung übergossen, wobei es zu einer Schlamm Masse zerfällt, die von den aus unvollkommen gebrannten Stücken oder fremden Bestandtheilen bestehenden Massen abgelassen und unter beständigem Umrühren zum Kochen erhitzt wird, wobei das Strontianhydrat sich löst und bald eine krystallisationsfähige Lauge bildet, die, nachdem sie sich geklärt hat, in Krystallisirbehälter abgelassen wird.

Das später von Scheibler (J. 1883 u. 1885) angegebene Monostrontiumzucker-Verfahren hat sich nicht bewährt.

Das Entzuckern von Melasse mit Baryumhydro-sulfit (J. 1896, 1897 u. 1899) findet mit Recht wenig Beifall (J. 1899, 778), desgl. die Entzuckerung mit Bleisaccharat nach Wohl (J. 1896, 1900 u. 1901) und Kassner (J. 1898); Gifte in Zuckerfabriken sind bedenklich.

Viel wichtiger ist die Verwendung von Melasse zur Herstellung von Spiritus (s. d.), ferner zu Viehfutter, meist vermischt mit Mehl, Häcksel, Bietreber, Torfmull o. dgl. (J. 1899, 781; 1900, 340; 1901, 332).

Für die Betriebsaufsicht in Zuckerfabriken ist zunächst festzustellen der Zucker-gehalt der gelieferten Rüben, da jetzt dieser für den Preis derselben zu Grunde gelegt wird. Zunächst wird von einer Anzahl Rüben der Schmutzgehalt festgestellt, dann wird von jeder Proberübe mittels Bohr- oder Fräsmaschine eine kleine Probe der Rübe genommen, die Einzelproben werden gemischt, mit Spiritus oder auch wohl (nach Pellet) mit Wasser ausgelaugt, die Lösung wird mit Bleieisig geklärt, dann der Zuckergehalt mittels Polarisationsapparat bestimmt; die übrigen Saftbestandtheile<sup>1)</sup> werden im Fabrikbetriebe nicht besonders bestimmt. Ferner ist die Aufmerksamkeit des Chemikers auf folgende Punkte zu richten: 1. Die Invertzuckerbildung im rohen und geschiedenen Saft lässt sich heute in der allereinfachsten Weise titrimetrisch ausführen, und man wird dadurch sofort ein Bild gewinnen sowohl über die Qualität des Rübenmaterials, als auch über die Qualität der Scheidung, und darüber, ob an dieser Station richtig gearbeitet worden ist. Wichtiger ist 2. die colorimetrische vergleichende Prüfung der Säfte auf ihren Eisengehalt; Proben von dunklen Säften hatten fast immer einen abnorm hohen Eisengehalt. Dies kann durch verschiedene Ursachen bedingt sein: entweder sind die Rüben schon an und für sich schlecht gewesen, oder die Säfte sind auf der Batterie umgeschlagen und dadurch hat sich das Eisen gelöst. Das Sauerwerden wird hier dadurch verdeckt, dass Kalk hinzukommt. Oder es hat im späteren Betriebe ein Umschlagen der Säfte stattgefunden, was besonders in der Nacht bei den Schwefligsäure benutzenden Fabriken trotz schärfster Controle geschieht. — 3. Sollte der Chemiker immer Zeit haben, eine Nachscheidung im Laboratorium auszuführen, um zu prüfen, ob die Saturation vollständig ist, und um festzustellen (besonders im Anfange der Betriebszeit), ob die Alkalitäten, welche augenblicklich als maassgebend angenommen werden, auch richtig sind oder geändert werden müssen. — 4. Die Alkalitätsbestimmung ist eines der allerwichtigsten Controlmittel für einen normalen Betrieb; sie wird in vielen Fabriken nur bis zum Dicksaft ausgeführt; die Alkalität der Füllmassen und der festen Zucker wird nicht mehr bestimmt. Damit verliert der Fabrikant jede Controle darüber, wie weit man in der Verdampfstation vom Dicksaft aus normal arbeitet. Es kann jetzt vorkommen, dass ein Fabrikleiter erst dadurch, dass der Handelschemiker Invertzucker gefunden hat, erfährt, dass er sauren Zucker erzeugt hat. Wenn er regelmässig die Alkalität bestimmen lässt, wird er finden, dass sie in dem festen Zucker allmählich herabgeht und er wird rechtzeitig Einhalt thun können. — 5. Wichtig ist die Bestimmung der Kalkasche in allen Producten, um zu sehen, ob man viele organische Kalksalze hat, oder ob man normal arbeitet (J. 1891, 895). — Bei Untersuchung von Zucker ist wichtig ausser der Zuckerbestimmung durch Inversion bez. die des Invertzuckers, die Raffinose, die Asche.

1) Vgl. E. O. v. Lippmann: Chemie der Zuckerarten (Braunschweig 1895).

Statistik. Zahl, Einrichtung und Arbeitszeit der Rübenzuckerfabriken des Deutschen Zollgebiets, Gewinnung und Verarbeitung der Rüben.

Betriebsjahre	Zahl der im Betrieb gewesenen Fabriken	In denselben wurden Dampfmaschinen betrieben:		Von den Fabriken gewannen den Saft mittels		An Rüben wurden verarbeitet	In einer 12stündigen Arbeitsschicht wurden Rüben verarbeitet	Aus den verarbeiteten Rüben wurde gewonnen Rohzucker aller Producte	Zur Darstellung von 1 k Rohzucker waren an Rüben erforderlich
		Zahl	mit zusammen Pferdestärken	Diffusion	anderer Verfahren				
1871/72	311	1921	18 162	52	259	2 250 918	35	186 442	11,96
1875/76	332	2300	23 325	157	175	4 161 284	45	358 048	11,62
1881/82	343	3046	35 476	324	19	6 271 947	82	599 722	10,46
1882/83	358	3365	40 515	343	15	8 747 153	92	831 995	10,51
1883/84	376	3715	46 158	368	8	8 918 130	99	940 109	9,49
1884/85	408	4196	56 119	402	6	10 402 688	107	1 123 030	9,26
1885/86	399	4188	57 194	395	4	7 070 316	107	808 104	8,75
1886/87	401	4276	58 770	397	4	8 306 671	114	985 627	8,43
1887/88	391	4292	58 325	387	4	6 963 960	116	910 698	7,65
1888/89	396	4363	60 313	393	3	7 896 183	118	944 504	8,36
1889/90	401	4509	63 753	398	3	9 822 635	128	1 213 689	8,09
1890/91	406	4716	68 691	403	3	10 623 319	134	1 284 485	8,27
1891/92	403	4879	73 211	400	3	9 488 002	145	1 144 367	8,29
1892/93	401	5122	81 596	401	—	9 811 939	157	1 171 843	8,37
1893/94	405	5256	87 421	405	—	10 644 351	168	1 316 664	8,10
1894/95	405	5324	94 952	405	—	14 521 029	181	1 766 805	8,23
1895/96	397	5320	97 977	397	—	11 672 816	196	1 537 522	7,63
1896/97	399	5446	105 788	399	—	13 721 601	199	1 738 884	7,90
1897/98	402	5563	114 211	402	—	13 697 891	216	1 755 228	7,80
1898/99	402	5630	120 465	402	—	12 150 642	214	1 627 071	7,48
1899/1900	399	5645	126 349	399	—	12 439 301	221	1 691 257	7,37
1900/1901	395	5738	128 772	395	—	13 253 908	227	1 874 715	7,07

Der zu der verarbeiteten Rübenmenge unverhältnismässigen Zunahme an Maschinenkraft entspricht die etwa 7fache Rübenmenge für eine Arbeitsschicht, also Ersparniss an Handarbeit.

Der Netto-Ertrag der Zuckersteuer betrug im J. 1900/01 115 691 000 Mark. 100 k Rohzucker kosteten 1892/93 noch 30,63 Mark, 1901/02 nur 13,31 Mark (vgl. J. 1902).

Die Rübenzuckerproduction betrug in t:

Betriebsjahr	Deutschland	Oesterreich-Ungarn	Frankreich	Russland	Belgien	Holland	Andere Länder
1897/98	1 844 399	821 693	811 185	730 000	234 000	126 000	169 000
1896/97	1 821 223	927 890	742 827	720 000	280 000	156 000	190 000
1895/96	1 637 057	781 085	659 606	717 000	220 000	103 000	163 000
1894/95	1 827 973	1 044 570	747 989	601 000	240 000	80 000	157 000
1893/94	1 336 001	834 005	548 198	647 000	220 000	72 000	108 000
1892/93	1 230 834	793 057	554 768	450 000	166 000	65 000	90 000
1891/92	1 198 025	774 498	616 263	560 000	180 000	37 000	80 000
1890/91	1 332 000	778 000	659 454	544 000	205 000	72 000	80 000
1889/90	1 261 000	799 000	754 761	526 000	173 000	56 000	87 000
1884/85	1 147 000	650 000	294 035	405 000	115 000	40 000	21 000
1879/80	415 000	420 000	277 911	300 000	75 000	24 000	8 000
1874/75	256 000	230 000	451 000	180 000	90 000	24 000	7 000
1869/70	217 000	180 000	289 000	130 000	46 000	13 000	3 000
1864/65	171 000	130 000	149 000	70 000	25 000	4 000	1 000

Ferner: Production und Productions-Schätzungen.

	1901/02	1900/01	1899/00	1898/99
Deutschland . . . . .	2 293 300	1 974 800	1 795 500	1 722 400
Oesterreich . . . . .	1 288 100	1 083 300	1 096 100	1 042 000
Frankreich . . . . .	1 080 300	1 100 200	918 500	782 000
Russland . . . . .	1 104 700	893 500	897 800	755 000
Belgien . . . . .	325 000	320 000	270 000	209 000
Holland . . . . .	204 000	178 100	169 900	150 000
Schweden . . . . .	121 400	115 500	81 300	60 000
Dänemark . . . . .	57 500	50 800	41 000	32 200
Andere Länder . . . . .	200 000	175 000	110 000	41 800
Europäischer Rübenzucker zus. . . . .	6 674 300	5 891 200	5 380 100	4 794 400
Ver. Staaten Rübenzucker (W. & G.) . . . . .	163 100	76 900	72 900	32 500
Rohrzuckerernten (Willett & Gray) . . . . .	3 839 100	3 484 500	2 880 900	2 995 400
Zusammen	10 676 500	9 452 600	8 333 900	7 822 300

### Rohrzucker.

Das Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) ist eine perennirende Pflanze aus der Familie der Gräser. Aus der Wurzel steigen mehrere walzenrunde, mit Knoten versehene Halme empor, welche eine Höhe von 2,5 bis 6 m und eine Dicke von 4 bis 6 cm erreichen. Man pflanzt das Zuckerrohr durch Stecklinge fort. Zuckerrohr enthält etwa 90 Proc. Saft mit 12 bis 20 Proc. Rohrzucker<sup>1)</sup>.

Das geschnittene Zuckerrohr muss so schnell als möglich verarbeitet werden, da sonst der Rohrzuckergehalt rasch abnimmt. Die zum Auspressen des Rohres dienenden Walzenpressen bestehen aus drei hohlen gusseisernen Walzen, welche wagrecht in einem gusseisernen Gestelle liegen. Die Pressrückstände (*Bagasse*) dienen als Brennstoff. In den alten Siedereien versetzt man 100 Th. Saft mit etwa 0,15 Th. Kalk und verdampft in offenen Pfannen. Die meisten Fabriken arbeiten jetzt mit Vacuumapparaten. Der Rohrsaft ist dunkel- und hellbraun gefärbt, besitzt etwa 17 bis 21<sup>o</sup> Brix, 13 bis 18 Proc. Zucker, 0,7 bis 2,3 Proc. Glykose; er reagirt stark sauer; je grösser der Säuregehalt, desto mehr Glykose ist vorhanden, je geringer der Glykosegehalt, ein desto höherer der Rohrzuckerprocentsatz und besserer Quotient ergibt sich.

In Argentinien z. B. bestehen die Zuckerrohrpressen, Mühlen oder „trapiches“ aus drei oder mehr eisernen Walzen, durch welche das Rohr hindurchgepresst wird, so dass der Saft ausfliesst und der zerrissene Rückstand „el bagazo“, möglichst trocken zurückbleibt. Die Rückstände wandern direct oder auch vorgetrocknet unter die Dampfkessel. Die Pressen sind sehr stark construiert, jetzt alle mit Dampfkraft getrieben und manchmal auch mit hydraulischem Druck verbunden. Das ausgepresste Rohr kommt in den meisten Anlagen noch durch eine zweite, in einigen sogar eine dritte Hochpresse. Der Rohsaft geht über ein Sieb in einen Kasten, wo er mit Schwefelsäure behandelt wird. Alsdann wird der Saft in doppelwandigen Scheidepfannen (*defecadoras*) mit wenig Kalkmilch aufgeköcht. Nach der *defecacion* gelangt der gereinigte Saft in Klärpfannen (*clarificadores*), wo durch stärkeres Kochen ein grosser Theil der Albuminate u. s. w. als Schaum abgeschieden und durch Schaumlöffel abgehoben wird. Nach weiterer Klärung durch Absetzenlassen wandert der Saft in die Verdampfstationen und wird endlich im Vacuumapparat auf Zuckerkorn eingedickt.

1) Rohrzucker ist in Ostindien und China schon seit den ältesten Zeiten bekannt. In Europa benutzte man in früheren Zeiten statt seiner den Honig, und obschon Rom und Griechenland Kunde vom Zucker hatten, kam er doch bei dem geringen Verkehr mit Indien nicht oder nur als Seltenheit dorthin, zuerst zur Zeit Alexanders des Grossen.

Die Füllmasse gelangt zuerst in grosse eiserne Kasten und alsdann in die Centrifugen. Die Behandlung in Vacuum- und Schleuderstation richtet sich nach dem Product, welches hergestellt werden soll. Man unterscheidet gewöhnlich hier drei Zuckersorten: 1. Rohrzucker, welcher direct in die Raffinerie gesandt wird (azúcar para refinaria), 2. kleines Korn, mit Wasser und Dampf gedeckt (terrónes), 3. grösseres Korn, mit Wasser gedeckt und in der Zuckermühle gemahlen (primera molida). Die beiden letzten Sorten kommen direct als Consumzucker, also unraffinirt, in den Handel. — Der Ablauf vom ersten Product wird später je nach den Marktverhältnissen auf zweites u. U. auf drittes Product verarbeitet. Die Endmelasse geht in die Alkoholbrennerei (Rum), welche mit jeder Zuckerfabrik verbunden ist. Bei den jetzigen hohen Steuersätzen ziehen es allerdings viele Fabriken vor, die Melasse unverwerthet zu lassen.

Es fehlt also gänzlich die Filtration der Säfte. Der nicht belangreiche Kalkniederschlag, Schaum und andere Rückstände werden durch Absetzenlassen bez. Abheben ausgeschieden. In vielen Fabriken ist demnach auch kein einziger Filtrirapparat vorhanden. Es gibt aber andere Anlagen, welche in der Betriebsmethode in diesem oder jenem Stadium gewisse Modificationen eintreten lassen. In einigen „ingenios“ saturirt man den Saft nach dem Zusatz mit Kalk durch schweflige Säure, um alsdann eine Filtrirvorrichtung einzuschalten; andere verwenden Zusätze von Phosphorsäure, Baryt und andere Chemikalien. Immerhin macht sich vielerorts das Bestreben bemerkbar, nach irgend einem Klärzusatz die Säfte durch eine Filtrirstation gehen zu lassen. In den letzten Jahren hat sich dieserhalb die Anzahl der aufgestellten Filterpressen wesentlich vermehrt und es dürften mit der Zeit noch weitere Fabriken dazu übergehen, Filtrirstationen einzurichten. Auch in der Behandlung der Rückstände sind verschiedene Methoden üblich. Einige behandeln den bagazo zwischen der ersten und zweiten Presse mit Dampf, andere trocknen das ausgepresste Rohr vor dem Verfeuern an der Sonne oder in künstlichen Trockeneinrichtungen. Die Dampfkesselfeuerungen, in welchen die Rückstände verbrannt werden, müssen auf Holzfeuerung eingerichtet sein, da Kohle in diesen Gegenden zu theuer wäre. Der Holzverbrauch ist sehr stark, da kein Werk mit der alleinigen bagazo-Verfeuerung auskommt (J. 1901). Bei Einführung des Diffusionsverfahrens würde der Umstand schwer ins Gewicht fallen, dass dann der bagazo als gutes Brennmaterial fortfällt und dass auch bei der starken Verdünnung der Säfte zur Verdampfung viel mehr Heizkraft verbraucht werden müsste.

Auf Cuba wird das Rohr zweimal gepresst. Die Art der Behandlung des Saftes ist bedingt durch die Absicht, einen Zucker von 96° Polarisation und von dunkler Farbe zu erzeugen. Alle Prozesse, welche nur eine grosse Reinheit oder hellere Färbung hervorbringen, sind, wenn sie früher angewandt wurden, gegenwärtig in fast allen Fabriken aufgegeben worden. Die meisten beschränken sich jetzt darauf, den Saft in Defecaderes mit Kalk zu neutralisiren, ihn im Dreikörperapparat bis auf etwa 27° Bé. und im Vacuum bis zum Krystallisationspunkt zu kochen und die Masse entweder sofort heiss oder nach dreitägiger Abkühlung in Karren nach vorheriger Behandlung im mezclador (tritador) in Centrifugen ohne Zusatz von Wasser auszuschleudern. Die Rückstände aus den Defecaderes (cachaça) werden, nachdem sie vorher verdünnt und wieder aufgeköcht worden sind, in Filterpressen von ihrem Saft befreit, das dann mit dem gewöhnlichen Saft zusammen behandelt wird. Die Filtrirung des gewöhnlichen Saftes ist ebenso wie seine Schwefelung nicht mehr üblich. Die Klassification desselben wird nur noch in sehr wenigen Fabriken und zwar manchmal vor dem Kochen im Dreikörper, manchmal nachher vorgenommen. Auf den meisten Fabriken lässt man die Füllmasse vor dem Ausschleudern erkalten, weil sie dann eine grössere Menge auskrystallisirten Zucker liefert. — Aus den Centrifugen fällt der Zucker durch eine untere Oeffnung auf einen Elevator, der ihn in den Vorrathsraum führt. Die Melasse wird sofort gekocht und bleibt dann gegen zwei Wochen in Karren stehen, ehe sie ausgeschleudert wird. Ein drittes Product wird nicht hergestellt. Die Melasse als zweites Product wird vielmehr in der Regel an Branntweinfabriken verkauft und nur sehr selten in der Zuckerfabrik selbst destillirt. Die schlechten Preise, die für sie im letzten Jahre

gezahlt wurden, haben einen Fabrikanten, in dessen nächster Nähe keine Destillirfabrik sich befindet, veranlasst, die Melasse über die Bagasse auszugiessen und mit dieser zu verbrennen. Von manchen grossen Fabriken wird die ganze Melasse nach Nordamerika verkauft. Nur auf einer Fabrik wird der Saft ausser durch Presse auch durch Diffusion dem Rohr entzogen (J. 1901).

Saftanalysen einer Fabrik in der Provinz Matanzas ergaben im Durchschnitt der ganzen Ernte von 1900:

	Bé.	Dichtigkeit	Brix	Wasser Proc. des Saftes	Nichtzucker Proc. des Saftes	Saccharose Proc. des Saftes	Glukose Proc. des Saftes	Proc. Reinheit	Glukose Proc. der Saccharose
Rohsaft (guarapo) . . .	10,4	1,076	18,22	81,78	2,35	15,87	0,92	87,25	5,79
Dicksaft (meladura) . . .	27,3	1,228	49,34	50,66	5,43	43,91	2,47	89,07	5,62
Füllmasse (masa cocida) .	49,0	1,501	92,34	7,46	10,27	82,07	4,26	88,87	5,19
Melasse (miel) . . . . .	41,70	1,397	77,24	22,76	—	49,97	10,80	64,68	21,60

Saftgehalt des Rohres . . . . .	88,34 Proc.
Zuckergehalt des Rohres . . . . .	14,10 "
Rohsaft, gewonnen aus dem Rohr . . . . .	72,06 "
Dicksaft Proc. des Rohres . . . . .	13,52 "
Zucker I. Kl. 96° Pol. Proc. des Rohres . . . . .	9,44 "
Melasse Proc. des Rohres . . . . .	4,08 "

Schätzung der Colonialzuckerernten  
am 4. Sept. 1902, nach Willet & Gray, New-York (in Tons).

	1901/02	1900/01	1899/00
Vereinigte Staaten, Louisiana . . . . .	300 000	270 000	147 164
Portorico . . . . .	85 000	80 000	35 000
Hawaii . . . . .	310 000	321 461	258 521
Cuba (Ernte) . . . . .	840 000	635 856	308 543
West-Indien:			
Trinidad (Ausfuhr) . . . . .	45 000	45 000	41 000
Barbados (Ausfuhr) . . . . .	44 000	52 000	50 000
Jamaika . . . . .	30 000	30 000	27 000
Antigua und St. Kitts . . . . .	25 000	25 000	18 000
Martinique (Ausfuhr) . . . . .	38 500	31 867	30 000
Guadeloupe . . . . .	35 000	35 000	40 000
St. Croix . . . . .	13 000	13 000	12 020
Haiti und San Domingo . . . . .	45 000	45 000	45 000
Kleinere Antillen (oben nicht angeführte) . . . . .	8 000	8 000	8 000
Mexiko (Ernte) . . . . .	100 000	95 000	78 000
Central-Amerika:			
Guatemala (Ernte) . . . . .	9 000	9 000	12 000
San Salvator (Ernte) . . . . .	5 000	5 000	5 000
Nicaragua (Ernte) . . . . .	3 500	3 500	4 000
Costa Rica (Ernte) . . . . .	1 500	1 500	1 000
Süd-Amerika:			
Britisch Guyana, Demerara (Ausfuhr) . . . . .	105 000	95 000	80 000
Holländisch Guyana, Surinam (Ernte) . . . . .	6 000	6 000	6 000
Venezuela . . . . .	3 000	3 000	2 000
Peru (Ausfuhr) . . . . .	105 000	105 000	100 381
Argentinische Republik (Ernte) . . . . .	115 000	114 252	91 507
Brasilien (Ernte) . . . . .	215 000	190 000	192 700
Amerika . . . . .	2 486 500	2 219 436	1 582 816

		1901/02	1900/01	1899/00
Asien:	Britisch-Indien (Ausfuhr) . . . . .	15 000	15 000	10 000
	Siam (Ernte) . . . . .	7 000	7 000	7 000
	Japan . . . . .	—	—	2 000
	Java (Ernte) . . . . .	767 130	709 928	721 993
	Philippinen (Ausfuhr) . . . . .	94 000	55 400	62 785
	Asien . . . . .	883 130	787 328	803 778
Australien und Polynesien:	Queensland . . . . .	120 858	92 554	124 070
	Neu-Südwaies . . . . .	18 000	19 000	15 500
	Fidschi-Inseln (Ausfuhr) . . . . .	30 000	33 000	31 000
	Australien . . . . .	168 858	144 554	170 570
Afrika:	Egypten (Ernte) . . . . .	95 000	94 880	98 500
	Mauritius . . . . .	150 000	175 267	157 025
	Réunion . . . . .	35 000	35 000	35 000
	Afrika . . . . .	280 000	305 147	290 525
Europa:	Spanien . . . . .	28 000	28 000	33 215
	Gesamtproduktion . . . . .	3 846 488	3 484 465	2 880 904

**Ahornzucker** wird besonders im Staate Vermont gewonnen; ferner in Ohio, nördlichem Theil von New-York und Michigan. In neuester Zeit hat man auch in den bergigen Gegenden von Pennsylvania, Virginia, West-Virginia und Maryland demselben Aufmerksamkeit zu schenken begonnen, es wird aber der gesammte Jahres-Ertrag auf nicht mehr als 5000 t Zucker geschätzt. Der Zucker wird aus dem Stein-Ahorn gewonnen, in den westlichen Gegenden zapft man wohl auch den weichen Ahorn an, doch hat der daraus gewonnene Zucker eine dunkle Farbe und besitzt auch nicht das charakteristische Aroma in so ausgesprochener Weise, wie die andere Art.

Die Sorghumzuckergewinnung, auf welche in den Vereinigten Staaten viel Mühe und Kosten verwendet wurden, hat wenig Aussicht auf Erfolg.

Milchzucker wird durch Eindampfen und Krystallisirenlassen von Molke gewonnen (S. 285). Neuerdings wird empfohlen, Molke in Rübenzuckerfabriken zu verarbeiten. Die Verarbeitung der sich nach nach dem Durchschnitte mehrerer Analysen aus

93,50 Proc. Wasser,
0,20 „ Fett,
1,00 „ Proteinstoffe,
4,80 „ Milchzucker,
0,50 „ Asche

zusammensetzenden, grünelich gefärbten, einige freie Säuren und lösliche Salze enthaltenden Molke auf Zucker erfolgt in einer der Verarbeitung des Rübensaftes entsprechenden Weise und erstreckt sich zunächst auf die möglichst vollständige Beseitigung der Nichtzuckerstoffe. Zu diesem Zwecke wird dieselbe vorerst auf 75 bis 85° erhitzt und sodann mit 6 bis 10 Proc. Kalkmilch von 20° B. versetzt, wodurch die freien Säuren gebunden, die löslichen Salze in unlösliche übergeführt und mit den Proteinstoffen den sich bildenden Peptonen und dem Fette gefällt werden; gleichzeitig geht der sog. Extractionsfarbstoff in den Kalkschlamm über, so dass der Scheidungsprozess ganz in bekannter Weise verläuft. Das Aussattiren mit Kohlensäure, die Abtrennung des Schlammes mittels der Presse, sowie die weitere Behandlung der Zuckerlösung erfolgt ebenfalls in der in den Rohzuckerfabriken üblichen Weise. Demnächst ist die Zuckerlösung auf 17 bis 20° B. einzudampfen, auf Kornzucker zu verkochen und letzterer in gewöhnlicher Weise auf der Centrifuge abzutrennen. Die Kosten betragen etwa:

1 hl Molke zu 2,5 Pfg. . . . .	2,50 Mark
Verdampfung für 1 hl . . . . .	0,24 "
Sonstige Unkosten für 1 hl Molke . . . . .	0,50 "
	3,24 Mark

Ausbeute an Milchzucker im Mittel = 3,4 Proc.

### Brot.

Zur Herstellung von Brot verwenden die germanischen und slavischen Völker vorwiegend Roggen, Romanen und Engländer Weizen und die Amerikaner Mais. In einigen Gegenden Deutschlands (z. B. Westfalen) wird Roggen lediglich geschrotet und sammt den Hülsen zu Brot verbacken. Dieses dunkle Brot (Pumpnickel, auch manches Soldatenbrot) wird aber wegen der unverdaulichen Hülsen nur unvollkommen im Körper ausgenutzt (J. 1891), so dass es vorzuziehen ist, die Kleie beim Mahlen abzusondern. Nach Analysen von Weinwurm (J. 1890) erzielt man beim Mahlen folgende Vertheilung der Bestandtheile des Kornes.

Gattung der Probe	Wasser	Proteïnsubstanz	Amidsubstanz	Rohfaser	Fett	Stickstofffreie Extractivstoffe	Asche	Gesamtstickstoff	Proteïnstickstoff	Amidstickstoff	Verdaulicher Stickstoff	Unverdaulicher Stickstoff	Gesamte verdauliche organische Substanz
Weizen . . . . .	13,37	10,69	2,93	1,90	1,98	80,41	2,09	2,24	1,71	0,53	2,09	0,15	87,05
Weizenmehl Nr. 0 . . .	12,56	8,38	3,06	Spuren	0,83	87,26	0,47	1,89	1,34	0,55	1,83	0,06	98,68
" " 1 . . .	12,54	8,32	3,06	"	0,92	87,20	0,50	1,88	1,33	0,55	1,82	0,06	98,56
" " 2 . . .	12,48	8,87	2,95	"	0,97	86,69	0,52	1,95	1,42	0,53	1,88	0,07	98,47
" " 3 . . .	12,50	8,94	2,89	"	1,05	86,57	0,55	1,95	1,43	0,52	1,89	0,06	98,39
" " 4 . . .	12,50	8,75	3,17	"	1,10	86,45	0,53	1,97	1,42	0,57	1,92	0,05	98,27
" " 5 . . .	12,48	8,94	3,00	"	1,15	86,36	0,55	1,97	1,43	0,54	1,91	0,06	98,14
" " 6 . . .	12,39	9,38	3,00	0,02	1,17	85,87	0,56	2,04	1,50	0,54	1,94	0,10	97,60
" " 7 . . .	12,35	9,82	3,06	0,09	1,28	85,01	0,74	2,12	1,57	0,55	2,04	0,08	97,10
" " 8 . . .	12,41	10,06	3,22	0,06	1,30	84,55	0,81	2,19	1,61	0,58	2,09	0,10	96,68
" " 9 . . .	10,64	15,02	2,55	1,55	4,02	74,20	2,66	2,86	2,40	0,46	2,67	0,19	88,36
Weizenkleie . . . . .	12,37	13,44	3,17	9,79	3,46	62,13	8,01	2,72	2,15	0,57	2,15	0,57	44,97
Roggen . . . . .	11,74	9,38	2,50	1,66	1,94	82,42	2,10	1,95	1,40	0,55	1,74	0,21	85,60
Roggenmehl . . . . .	12,32	12,87	3,77	1,37	2,65	77,23	2,11	2,74	2,06	0,68	2,50	0,24	88,39
Roggenkleie . . . . .	10,90	13,25	4,19	4,80	3,72	69,06	4,98	2,87	2,12	0,75	2,36	0,51	63,40

Soll Mehl längere Zeit aufbewahrt werden, so muss es vorher getrocknet, dann in luftdicht verschlossene Kisten gepackt werden.

Durch das Backen<sup>1)</sup> soll die Stärke aufgeschlossen werden, die Oberfläche des Brotes geröstet, um dem Brote den charakteristischen Wohlgeschmack und Haltbarkeit zu ertheilen. Zur Auflockerung des Teiges dient die Gährung, welche man durch Zusatz von Sauerteig oder Hefe einleitet; ein kleiner Theil der Stärke des Mehles wird dabei verzuckert und vergohren. Für je 1 k Brot werden 2,5 g Alkohol und 2,7 g Kohlensäure gebildet (J. 1885); die Kohlensäure wird durch den Kleber am Entweichen gehindert und hebt daher den Teig. Im Backofen dehnt sich die Kohlensäure noch mehr aus; unterstützt von beim Kneten mit eingeschlossener Luft, Alkohol-

1) Vgl. K. Birnbaum: Das Brotbacken (Braunschweig 1878).

und Wasserdämpfen. Aus Weizenmehl und Hefe erhält man das Weissbrot, aus Roggenmehl und Sauerteig das Schwarzbrot. Sauerteig ist der in Gährung begriffene Teig, welcher bis zum nächsten Backen aufgehoben wird und neben Hefe Bakterien und Schimmelpilze enthält, wodurch neben der alkoholischen auch etwas Milchsäuregährung veranlasst wird.

Die gewöhnlichste Art des Backofens besteht aus einem runden oder ovalen, mit Gewölbe überspannten Herde. Vortheilhafter sind die Oefen mit Unterfeuerung, welche bei weniger Brennstoffverbrauch und grösserer Reinlichkeit ein ununterbrochenes Arbeiten gestatten. Beim Ofen von Seidel z. B. ruht der Backraum *A* (Fig. 158 bis 160) auf parallele Kanäle bildenden Steinen, während der eigentliche Backherd durch Steinwürfel in einiger Entfernung von der Sohle gehalten wird, so dass der Hohl-

Fig. 158.

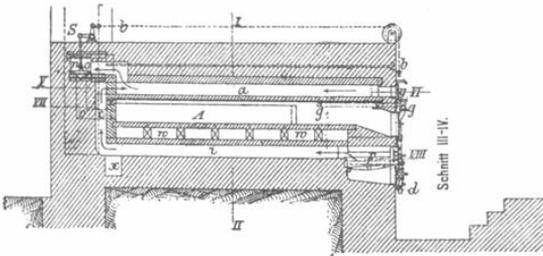


Fig. 159.

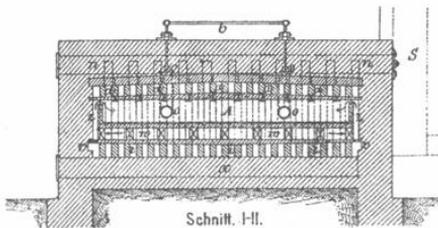
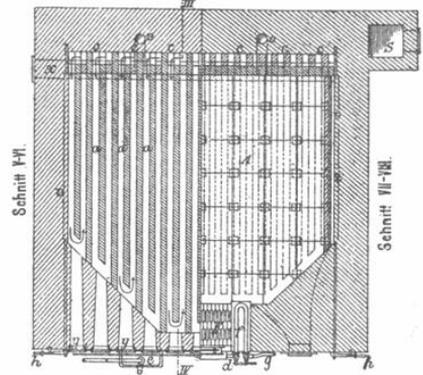


Fig. 160.



raum *w* entsteht. Zu beiden Seiten des Backraumes *A* werden die Kanäle *z* gebildet, durch welche die in dem Raume *w* durch die in den Kanälen *i* hinziehenden Feuergase erhitzte Luft aufsteigt und in den Backraum *A* eintritt. Die Sohle des Raumes *c* ist

an beiden Seiten mit einer Oeffnung versehen, die mittels durch Handhebel *h* stellbare Klappen *v* verschlossen werden kann und durch welche die Hitze nach beendigter Feuerung direct in den Hohlraum *w* bez. *A* geleitet werden kann. An die Kanäle *i*, unter welchen sich im hinteren Theile des Ofens ein Reinigungskanal *x* quer hinzieht, schliessen sich die an der Backraumrückwand aufsteigenden Kanäle *c* an, welche bis zu den über der von Längs- und Quereisenträgern getragenen Backraumdecke liegenden Kanälen *a* mit Reinigungsöffnungen *y* führen. Die Kanäle *c* und *a* sind derart eingerichtet, dass die in je zwei Kanälen *i* und *c* hinstreichende Hitze in je einem der Kanäle *a* nach vorn geht, dort umkehrt und in einem zweiten der Kanäle *a* nach hinten streicht, wie linksseitig in Fig. 160 durch Pfeile angegeben ist, um in den in den Schornstein *S* einmündenden Sammelkanal *n* zu entweichen. Von der Wasserpfanne *e* führt ein Rohr *d* nach dem Dampfwickler *f*. Das Rohr *g* bringt den Dampf in den Backraum *A*, während die in den Sammelkanal *n* ausmündende Dampfableitung *o* durch Kegelventile und Zugvorrichtung *b* geregelt wird.

Die zum Backen geeignete Temperatur des Ofens beträgt 200 bis 225°. Vor dem Einschieben bestreicht man die Oberfläche der Brote mit Wasser, um das Aufspringen

der Kruste in Folge zu schneller Einwirkung der Hitze zu verhindern. Die Wasserdämpfe, womit der Backofen sich nach- und anfüllt, bewirken eine Ueberführung von Stärke in Dextrin an der Oberfläche des Brotes und erzeugen dadurch eine glatte Kruste.

Ammonsesquicarbonat (Hirschhornsalz) wird zuweilen statt Hefe dem Teige zugesetzt, welches in der Hitze des Backofens Dampfgestalt annimmt und somit das Auflockern des Teiges bewirkt. — Natriumbicarbonat und Salzsäure sind von J. Liebig empfohlen worden, um in dem Teige selbst die zum Aufgehen desselben nöthige Kohlensäure zu entwickeln:



wobei das zugleich entstandene Kochsalz in dem Teige bleibt. Auf 100 k Schwarzmehl nimmt man 1 k Natriumbicarbonat, 4,25 k Salzsäure von 1,063 spec. Gewicht (= 13 Proc. HCl), 1,75 bis 2,0 k Kochsalz und 79 bis 80 l Wasser; man erhält 150 k Brot. — Das gleichfalls von Liebig empfohlene Backpulver von Horsford besteht aus einem Säurepulver (saurem Calciumphosphat gemengt mit saurem Magnesiumphosphat) und einem Alkalipulver (einem Gemisch von 200 g Natriumbicarbonat und 443 g Chlorkalium). Auf 100 k Mehl kommen 2,6 k Säurepulver und 1,6 k Alkalipulver. Reine Kohlensäure dem Teige zuzumischen, um denselben die Beschaffenheit eines durch Gährung gehobenen Teiges zu ertheilen, ist wiederholt versucht, bis jetzt aber noch nicht befriedigend.

100 k Mehl geben, je nach der Beschaffenheit desselben, 125 bis 135 k Brot.

Nach Fleurent (J. 1898) beeinflusst die Backfähigkeit des Mehles weniger die Menge des Klebers als das Verhältniss des Caseinklebers und Fibrinklebers. Nach Morishima (J. 1898) enthält aber Weizenkleber nur eine Eiweissverbindung, Artolin, der die Zusammensetzung  $\text{C}_{185}\text{H}_{290}\text{N}_{50}\text{SO}_{58}$  zukommen soll. Neben dem Artolin findet sich ein in Alkohol nicht löslicher phosphorhaltiger Körper, der anscheinend an Basen, namentlich Kalk, gebunden und dem Artolin in wechselnden Verhältnissen beigemischt, die von Ritthausen beschriebenen Körper Gliadin, Mucedin, Glutenfibrin und Glutencasein bildet.

Gutes Roggenbrot besteht aus 16 bis 26 Proc. Rinde und 84 bis 74 Proc. Krume. Die Rinde enthält 17,2 bis 24,6 Proc. Wasser, die Krume 40,5 bis 47,5 Proc. Wasser, der Durchschnitt 35 bis 41,9 Proc.

Roggenbrot wird im menschlichen Körper schlechter ausgenutzt als Weizenbrot. Es empfiehlt sich deshalb, überall wo man eine übergrosse Kothbildung, Ausscheidung von Darmsäften („schlechte Ausnutzung“) verhüten will, wo aber wegen des hohen Preises des Weizenmehles dessen ausschliessliche Verwendung ausgeschlossen ist, dem Roggenmehl die billigeren („hinteren“, dunkleren) Sorten Weizenmehl zuzusetzen (J. 1898).

## Milch, Butter, Käse.

Kuhmilch<sup>1)</sup> enthält je nach Rasse des Thieres, Art der Fütterung u. s. w.:

Trockensubstanz . . . . .	6,8 bis 17,1 Proc.
Fett . . . . .	1,4 „ 7,2 „
Albuminate . . . . .	2,2 „ 6,2 „
Zucker . . . . .	1,0 „ 5,2 „
Salze . . . . .	0,1 „ 1,7 „

Die Milch ist ein Gemenge ausserordentlich fein vertheilter, in Wasser unlöslicher Stoffe mit einer wässrigen Flüssigkeit; die weisse Farbe rührt von den Milchkügelchen her. In der Ruhe sammeln sich diese Kügelchen auf der Oberfläche und bilden den Rahm (Sahne), unter welchem sich eine bläuliche durchscheinende Flüssigkeit befindet, welche den Milchzucker, die Salze und das Casein gelöst enthält. Lässt man die Milch längere Zeit stehen, so wird ein Theil des Milchzuckers in Milchsäure umgewandelt, welche letztere das Caseinnatron zersetzt und Casein frei macht, das sich ausscheidet: die Milch gerinnt. Durch längeres Stehenlassen wird aller Milchzucker in Milchsäure umgewandelt (J. 1901, 481). Eine ähnliche Gerinnung der Milch wird bewirkt, wenn man frische Milch mit Lab zusammenbringt. Zur Darstellung des Labs wird der frische Kälbermagen ausgewaschen, zerschnitten, in warmem Wasser eingeweicht und der Milch bei 30 bis 35° zugemischt. Nach zwei Stunden ist diese geronnen; 1 Th. Lab ist hinreichend, um 1800 Th. Milch zum Gerinnen zu bringen (J. 1885). Die von dem ausgeschiedenen Casein abfiltrirte Flüssigkeit führt den Namen Molken. Bei sauer gewordener

1) Vgl. F. Stohmann: Die Milch und Molkereiprodukte (Braunschweig 1898).

Milch enthalten die Molken wenig Milchzucker, aber viel Milchsäure (saure Molken); bei durch Lab geronnener Milch ist hingegen aller Milchzucker und keine Milchsäure in den Molken enthalten (süße Molken). Die letztere Flüssigkeit wird abgedampft, um daraus den Milchzucker (vgl. S. 282) krystallisiert zu erhalten.

Milch kann Krankheitskeime enthalten; um diese zu tödten und gleichzeitig die Säuerung der Milch zu verhüten, wird sie erhitzt<sup>1)</sup>. Bei dem Milchsterilisirapparate von Gronwald und Oehlmann (J. 1891) sind z. B. in dem Heizbehälter *A* (Fig. 161) die ringförmigen Sterilisirkammern *B B' B''* derartig eingesetzt, dass ihre Wandungen allseitig von dem aus der Düse *C* ausströmenden Dampfe, welcher durch das Abblaseventil *D* entweichen kann, umspült werden. Die Sterilisirkammern, welche unter einander durch die Kanäle *ab* (Fig. 162) verbunden

Fig. 161.

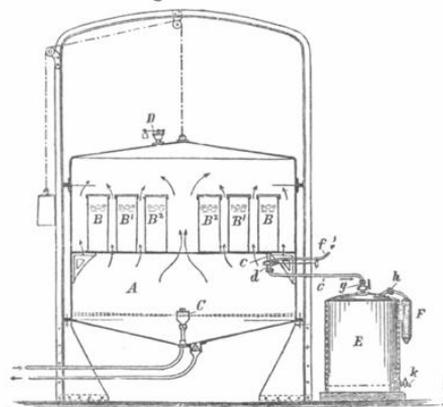


Fig. 162.

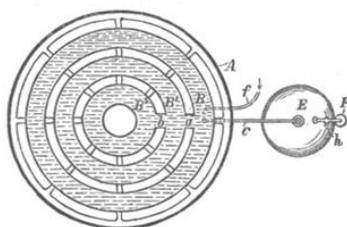
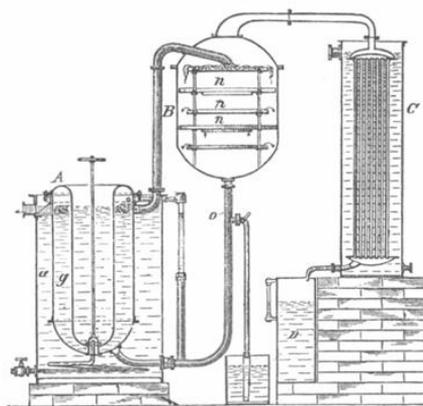


Fig. 163.



z. B. zusammen aus dem Mischkochgefäß *A* (Fig. 163), der Vacuumvorlage *B*, dem Condensator *C* und dessen Vorlage *D*. Die Milch wird in dem ringcylindrischen

sind, werden bei geschlossenem Dreiwegehahn *d* mit Milch gefüllt, welche mittels Dampfes sterilisirt wird. Gleichzeitig lässt man auch durch Leitung *f* und *c* Dampf in bez. durch das Versandtgefäß *E* und Luftfilter *F* bei geöffneten Hähnen *gh* und *k* strömen. Nachdem das Versandtgefäß mit seinem Luftfilter und seiner Leitung steril gemacht ist, werden die Hähne *ghk* geschlossen. Nach der Bildung eines durch Dampfcondensation im Versandtgefäß gebildeten Vacuums wird letzteres Gefäß mit der in *A* sterilisirten Milch durch Oeffnung des Hahnes *d* gefüllt. — Durch das Verfahren gelangt, eine Dauermilch herzustellen, welche bei gewöhnlicher Temperatur sich auf mehrere Wochen und Monate in genießbarem Zustande erhielt. Die Milch erwies sich in vielen Fällen als wirklich keimfrei.

Um Milch auf längere Zeit zu conserviren, wird sie im Vacuum abgedampft. Der Apparat zum Eindampfen von Milch von Scherff (J. 1888) setzt sich

1) Marktmilch soll nach Bitter (J. 1890) höchstens 50 000 Keime im Cubikcentim. enthalten. Nach Cnopf enthielt 1 cc Münchener Milch 1000, nach 6stündigem Stehen im Keller bei 12,5° aber 435 000 Keime, Amsterdamer Milch nach Geuns frisch 2 500 000, nach 10 Stunden

Gefäß *ag* durch Wasser, welches dasselbe innen und aussen umgibt, erhitzt, wodurch dieselbe ins Kochen geräth und nach den Vertheilungsböden *n* der Vacuumvorlage überschäumt. Hierbei werden die Dämpfe nach dem Röhrenkühler *C* gesaugt, in welchem sich dieselben niederschlagen und sich in der Vorlage *D* sammeln, während die eingedickte Milch durch Röhre *o* nach dem Milchgefäße zurückfließt.

Die durch Eindampfen der Milch mit Rohrzuckerzusatz erhaltene condensirte Milch enthielt:

	I	II	III	IV
Wasser . . . . .	30,3	24,8	26,4	26,8
Fett . . . . .	4,7	4,7	11,5	10,6
Proteine . . . . .	12,6	12,4	12,6	11,1
Asche . . . . .	2,1	2,4	2,1	1,9
Milchzucker . . . . .	15,3	15,7	14,4	14,2
Rohrzucker . . . . .	35,1	38,7	30,0	32,2

Durch Gährung der Kuhmilch mittels besonderer Pilze wird *Kefyr* (J. 1885 u. 1889), durch Gährung von Stutenmilch *Kumis* hergestellt (J. 1885). Drei Proben *Kumis* hatten folgende Zusammensetzung:

	I	II	III
Wasser . . . . .	91,87	92,38	92,42
Alkohol . . . . .	3,29	3,26	3,29
Fett . . . . .	1,17	1,14	1,20
Casein . . . . .	0,80	0,85	0,79
Albumin . . . . .	0,15	0,32	0,32
Lactoprotein und Pepton .	1,04	0,59	0,76
Milchsäure . . . . .	0,96	1,03	1,00
Zucker . . . . .	0,39	0,09	—
Asche, löslich . . . . .	0,10	0,12	0,12
„ unlöslich . . . . .	0,23	0,22	0,23

*Omeire*, d. h. gegohrene Milch, welche die Eingeborenen des deutschen südwestafrikanischen Schutzgebietes bereiten, enthält nur sehr wenig Alkohol. Die frische Milch wird in eine Kalabasse (Kürbisflasche) gefüllt, welche nach der Benutzung am vorhergehenden Tage nicht ausgewaschen wurde, also noch Reste schon vergorener Milch enthält. Bei warmem Wetter ist schon nach einer Stunde, bei kühlerem nach 2 bis 3 Stunden die „*Omeire*“ fertig. Dieselbe stellt dann eine dickliche, halb geronnene Flüssigkeit dar, etwa von der Art der Buttermilch. Der Geruch ist angenehm weinartig, der Geschmack schwach säuerlich, etwas prickelnd. Es ist ein äusserst angenehmes und dabei natürlich nahrhaftes Getränk (J. 1887). — *Laben* ist gegohrene Milch, welche in Syrien hergestellt wird (J. 1899).

**Butter.** Man lässt an kühlen Orten den Rahm aus der Milch sich ausscheiden, schöpft ihn ab und bringt ihn in Butterfässer, in welchen durch anhaltendes Schlagen (das Buttern) die Fettkügelchen zu Klumpen sich vereinigen. Neuerdings wird die Butter bez. der Rahm aus der Milch vielfach durch Schleudern (Centrifugen) abgeschieden.

Butter besteht aus einem Gemenge verschiedener Glyceride (Glycerinäther oder -ester), welche bei der Verseifung in Glycerin und eine Anzahl von Säuren aus der Reihe der Fettsäuren zerfallen. *Schmitt* (J. 1885) untersuchte zwei Proben Kuhbutter:

---

10 545 000 Keime. *Lafar* fand im Innern eines Stückes Butter 2 465 000, in den äusseren Theilen 47 250 000 Keime in 1 g. Andere Butterproben enthielten nach Entfernung des äusseren Theiles im g 6 700 000 bis 25 638 000 Keime (J. 1891, 1086).

	I	II
Schmelzpunkt . . . . .	36,5°	36,5°
Fett . . . . .	86,25	86,50
Wasser . . . . .	9,80	10,54
Casein . . . . .	2,225	1,42
Asche . . . . .	0,10	0,85
Feste, in Wasser unlösl. Fettsäuren (Hehner)	88,57	89,15
Flüchtige, in Wasser lösliche Fettsäuren (als Buttersäure ber.) . . . . .	4,452	4,45
Schmelzpunkt der festen Fettsäuren . . . . .	39,8°	40°

## Zusammensetzung des Butterfettes:

Butyrin $[C_3H_5(O \cdot C_4H_7O)_3]$ . . . . .	5 Proc.
Olein $[C_3H_5(O \cdot C_{18}H_{33}O)_3]$ . . . . .	60
Margarin (Tristearin und Tripalmitin) . . . . .	35

Nach Johnston (J. 1891) ist Butter ein gemischtes Glycerid der Isoölsäure, Palmitinsäure und Caprinsäure.

Ranzige Butter enthält freie Buttersäure; schon 0,2 g freie Säure in 1 k verdirbt den Geschmack. Das Ranzigwerden beruht auf freiwilliger Zersetzung der Glyceride, welche durch Licht und Luft begünstigt wird (J. 1886).

Kunstbutter wird in grossen Mengen hergestellt. Man suchte aus dem durch Erwärmen erweichten Talge das Uebermaass von festem Stearin durch Auspressen zu entfernen, wobei ein weicheres Gemisch von flüssigem Olein mit Palmitin und dem Reste des Stearins erhalten wurde. Ein solches Gemenge wurde früher Margarin genannt. Auf diese Weise wurde „Prima Wiener Sparbutter“, u. a. seit 1873 von Sarg in Liesing, fabricirt, die aber wenig Beifall fand.

Nach Mège-Mouriès (1869) wird Talg eingeschmolzen, bei 20° langsam abgekühlt, dann abgepresst. Die Presskuchen bestehen aus weissem Stearin, welches an die Kerzen- oder Seifenfabrikation abgegeben wird. Das ausgepresste Oel (sog. Oleomargarin) wird auf 20° abgekühlt und dann mit saurer Milch und etwas Orleansfarbstoff verarbeitet, durch Eis gekühlt, dann noch einmal mit saurer Milch verarbeitet. Endlich werden 2 bis 3 Proc. Kochsalz hineingeknetet. — Oder es werden zu 200 k festem Fett der feingeschnittene Magen eines Schafes oder Schweines und soviel Calciumphosphat und Salzsäure gesetzt, dass ein künstlicher Verdauungssaft gebildet wird, und auf 20 bis 50° erwärmt. Nach einer Stunde steigt eine gelbe Flüssigkeit von butterartigem Geruch an die Oberfläche; diese wird abgezogen und bei 45° mit  $\frac{1}{4}$  Proc. Kochsalz versetzt, welches die Abscheidung einer geringen Menge eines als Ferment wirkenden Stoffes bewirkt. Nach dem Klären lässt man die Masse bei 25° krystallisiren, presst den flüssigen Theil heraus und mischt ihn im Butterfasse mit 12 bis 20 Proc. Rahm, welchem  $\frac{1}{1000}$  Bicarbonat und  $\frac{1}{100}$  Kuheuter zugesetzt ist. Nachdem  $\frac{1}{2}$  Stunde gebuttert ist, lässt man abkühlen und fest werden und quetscht endlich durch Walzen aus der Masse alle Milch heraus und formt sie zum Verkauf. — Selbstverständlich soll Kunstbutter auch als solche verkauft werden.

Käse wird aus Casein dargestellt. Entweder benutzt man abgerahmte Milch oder man wendet die Milch mit dem Rahm an. Im ersteren Falle erhält man mageren Käse, im zweiten Falle fetten Käse (Schweizer, holländischen, englischen Käse). Wenn bei der Darstellung der fetten Käse noch Rahm hinzugesetzt wird, so erhält man Rahmkäse.

Bei der Käseerzeugung entstammen die auftretenden freien Fettsäuren dem Fett und nicht den Eiweissstoffen des Käses. Die Fettspaltung geht nicht bei allen Glyceriden des Butterfettes gleichmässig vor sich. Bestimmend für die Auswahl ist einerseits die mit steigendem Moleculargewicht zunehmende Schädlichkeit der frei gewordenen Fettsäuren für die Schimmelpilze, andererseits die leichtere Spaltbarkeit der Glyceride höherer Fettsäuren. Durch die Schimmelpilze werden die frei gewordenen flüchtigen Fettsäuren weiter zerlegt. *Bac. fluorescens liquefaciens* spaltet die Glyceride sowohl der flüchtigen als der nichtflüssigen Fettsäuren. Bei *Penicillium* und *Mucor* liess sich die Ursache der Fettspaltung auf die Gegenwart von Enzymen

zurückführen, welche Monobutyryn sowie Butterfett zu spalten vermögen. Das bei der Käse- reifung entstehende Ammoniak ist wenigstens bei Zimmertemperatur ohne Einfluss auf die Fett- spaltung (J. 1901).

Benecke (J. 1887) gibt folgende Zusammenstellung über die Hauptbestandtheile der schweizerischen Käsearten:

	Emmenthaler Fettkäse	Emmenthaler Magerkäse	Spaltenkäse	Greyerzer Käse	Vacherinkäse	Bellelaykäse	Glerner Schabziger
Wasser . . . . .	30—37	43—48	28	41	54	40	47
Fett . . . . .	28—35	6—7	34	27	24	30	7
Fettfreie Trockensubstanz . . . . .	31—35	47—49	38	33	22	30	46
Gesamtasche . . . . .	5—7	10—11	7	5	3	5	10
Stickstoffhaltige Substanz . . . . .	26—31	37—38	31	28	19	26	39
Gesamtstickstoff . . . . .	3,7—4,4	5,5	4,5	4,2	2,7	3,7	5,9
Kochsalz . . . . .	1—4	7—8	4	2	2	3	8
Kochsalzfreie Asche . . . . .	3	3	3	3	1	1	3
Proteinstoffe . . . . .	19—25	31	26	23	16	24	32
Stickstoff derselben . . . . .	2,9—3,7	4,6	4,0	3,6	2,4	3,5	5,1
Eiweisszersetzungsproducte . . . . .	5—7	6	5	5	3	1	8
Stickstoff derselben . . . . .	0,6—0,8	0,9	0,5	0,6	0,3	0,2	0,8
Nuclein . . . . .	0,15—0,23	0,15	0,28	0,18	0,47	0,22	(0,85)

Nach Adametz unterscheidet sich in bakteriologischer Hinsicht der Hauskäse vom Emmenthaler durch den bedeutend höheren Bakteriengehalt (5 600 000 im Gramm gegen 850 000 beim Emmenthaler), durch die zahlreicheren Bakterienarten (11 gegen 7), durch das grössere Verhältniss der Peptongelatine verflüssigenden zu den nicht verflüssigenden Colonien und durch die stete Gegenwart mehrerer Sarcinaarten (J. 1889).

## Fleisch.

Fleisch besteht wesentlich aus der Muskelsubstanz der Schlachttiere, mit mehr oder weniger Fett und Knochen.

Auf Veranlassung von Liebig wird durch Eindampfen von Fleischbrühe Fleischextract von der *Liebig's Extract of meat Company* in Fray-Bentos und unter dem Namen Buschenthal's Fleischextract in einer Fabrik in Montevideo (in Uruguay) dargestellt. Dieser Extract enthält in 1 k die in heissem Wasser löslichen Bestandtheile von 34 k reinem Muskelfleisch oder von 45 k Fleisch von der Fleischbank. Auch australischer Fleischextract von Tooth in Sydney kommt in grosser Menge nach Europa. — Die ausgelaugten Fleischreste (Fleischmehl) dienen als Futtermittel.

Verschiedene Fleisch- und sog. Bouillonextracte hatten nach Sendtner (J. 1887) folgende Zusammensetzung (s. Tabelle S. 290).

Am Chlorgehalt der Asche hat man einen Maassstab für die Grösse des Kochsalzzusatzes. Zieht man den normalen Chlorgehalt der Fleischextractasche, d. i. 10 Proc. von der gefundenen Aschenmenge ab und berechnet diesen Chlorrest als Chlornatrium, so ergibt sich als Kochsalzzusatz bei Cibils 56,7, Kochs 54,69, Kemmerich 52,68, Maggi 77,83 Proc. Nimmt man diesen Procentsatz der Asche an Chlornatrium in Rechnung, so findet man, dass das Präparat von Cibils zu 10,4, das von Kochs zu 8,68, das von Kemmerich zu 8,99 und das von Maggi gar zu 18,52 Proc. aus zugesetztem Kochsalz besteht.

Um Fleisch und Fleischspeisen unverändert aufzubewahren, hat sich das Einschliessen in luftdicht verschlossene Blechbüchsen nach Appert bewährt. Zubereitete Fleischspeisen (Geflügel, Ragouts u. dgl.) bringt man in Blechbüchsen, welche damit

Nähere Bezeichnung	Wasser	Asche	Organ. Substanz	Stickstoff	In Alkohol von 80 Proc. löslich	In der Asche Chlor
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.
Pastoril Fleischextract . . . . .	15,50	26,23	58,27	—	61,74	—
Pisonis' Extract of Meat . . . . .	17,736	19,68	62,584	—	64,68	—
Kemmerichs Argentin. Fleischextract . . . . .	18,88	19,46	61,66	—	59,06	—
Cibils Extract. carnis . . . . .	19,41	26,438	54,152	—	62,865	21,32
Liebigs Extract. Fray Bentos . . . . .	18,79	23,02	58,19	8,00	61,85	10,00
Saladero Concordia . . . . .	21,88	15,85	62,27	9,642	58,29	—
Peptone de viande Kemmerich . . . . .	34,27	7,707	58,023	9,365	28,404	—
Cibils Hermanos (flüssig) . . . . .	64,127	18,29	17,583	2,10	34,28	44,45
Kochs Pepton-Bouillon . . . . .	59,58	15,88	24,54	3,657	32,78	43,19
Kemmerichs cond. Fleisch-Bouillon . . . . .	62,59	17,06	20,35	3,137	29,32	41,97
Maggis Bouillon-Extract . . . . .	68,64	23,80	7,56	1,293	25,79	57,23
Bouillon conc. Morris, Canning & Co. . . . .	64,24	13,402	22,358	—	29,87	—

angefüllt werden und löthet einen Deckel auf. Hierauf werden die Büchsen in einem Bade mit Salzwasser bis über den Siedepunkt des Wassers je nach ihrer Grösse  $\frac{1}{2}$  bis 4 Stunden lang erhitzt, um die vorhandenen niederen Organismen zu tödten.

Beim Einsalzen (Pökeln) setzt man dem Kochsalz oft etwas Salpeter zu. Krankheitskeime sterben nicht immer im Salzfleisch ab (J. 1890).

Voigt (J. 1879) hat Fleisch mit 6 Proc. Kochsalz 14 Tage lang sich selbst überlassen. Die von 926 g Fleisch abgeglichene Brühe gab 22,48 g Trockensubstanz folgender proc. Zusammensetzung:

Organische Stoffe . . . . .	19,88, darin
Eiweiss . . . . .	9,68
Extractivstoffe. . . . .	10,19
Asche . . . . .	80,12, darin
Kochsalz . . . . .	71,50
Phosphorsäure . . . . .	1,56

Fleischwaaren u. dgl. werden nach Rüping (J. 1901) zur Conservirung mit einer sowohl gegen Infection, Temperatur- und Witterungseinflüsse, als auch gegen zufällige mechanische Einwirkungen widerstandsfähigen Hülle versehen, indem man dieselben nach vorhergehendem Sterilisiren durch Eintauchen in siedendes Wasser mit einer Mischung aus Leim oder Gelatine und Dextrin überzieht, worauf der Ueberzug mittels einer etwa 5proc. Formalinlösung gehärtet und der Gegenstand bei 30 bis 40° getrocknet wird.

Beim Räuchern des Fleisches wird das Fleisch ausgetrocknet; ferner befindet sich im Rauch Kreosot, Holzessig u. dgl. fäulnisswidrig wirkende Stoffe. Das Räuchern hat vor dem Einsalzen den Vorzug, da von den Bestandtheilen des Fleisches nichts verloren geht.

In neuerer Zeit hat Lamy wieder vorgeschlagen, Fleisch mit Schwefligsäure zu behandeln. Fleischstücke von 2 bis 3 k setzt man 10 Minuten lang der Einwirkung von schwefligsaurem Gase aus, grössere Stücke von 10 k etwa 20 bis 25 Minuten. Die mit Schwefligsäure behandelten Stücke werden einige Zeit der Luft ausgesetzt, damit die Schwefligsäure abdunste, und dann mit einem Ueberzuge versehen (vgl. Conservsalze J. 1889, 1114; 1890, 1087).

Dass niedere Temperatur zu den vorzüglichsten Conservierungsmitteln gehört, ist allgemein bekannt. Von wirthschaftlicher Bedeutung für Europa ist die

Einfuhr von Fleisch aus Australien, welches mit Hilfe von Eismaschinen zum Gefrieren gebracht und auf den grossen Transportschiffen im gefrorenen Zustande erhalten wird.

### Kraftnahrungsmittel.

Seit einigen Jahren kommen immermehr, meist stickstoffreiche, concentrirte Nahrungsmittel in den Handel, denen von den Fabrikanten ausserordentlich leichte Verdaulichkeit, Nährwirkung u. dgl. nachgerühmt wird; einige sollen sogar als „Volksnahrungsmittel“ dienen (Tropon u. s. w.), was aber nicht zutrifft.

Cosineru (J. 1892) versuchte, das Eiweiss des Blutes durch Reinigung mit Alkohol unter Zusatz von wenig Säure, Alkali oder Alkalicarbonat und nachheriges Behandeln mit Chlor, Kaliumpermanganat oder Wasserstoffsuperoxyd für Nahrungsmittelzwecke nutzbar zu machen. Cosineru drang hauptsächlich durch Schwierigkeiten finanzieller Natur nicht durch, da damals ein derartiges Nährmittel nicht die Aufnahme gefunden hätte, die später während des Aufblühens der Ernährungstherapie das Tropon von Finkler (hergestellt von den Troponwerken in Mühlheim; J. 1898, 974) fand, welches aus extrahirtem Fleischmehl unter Zusatz von Pflanzenmehl nach einem dem Cosineru'schen ähnlichen Verfahren durch Behandeln mit Säuren unter nachheriger Oxydation zur Entfernung färbender oder riechender Bestandtheile dargestellt wird. Es erschienen auch Mischungen von Tropon mit sogenannten physiologischen Salzen, insbesondere phosphorsauren Salzen, unter dem Namen Nährsalz-Tropon sowie mit dextrinirtem Mehl unter dem Namen Tropon-Sana im Handel. — Nach neueren Angaben von Finkler (J. 1901) werden die eiweisshaltigen Stoffe zunächst durch fortgesetztes Auswaschen mit angesäuertem Wasser von Leim und leimgebenden Stoffen befreit und dann erst durch Einwirkung von Säuren oder Alkalien in der Wärme in Albumosen übergeführt.

Darstellung von Albumose. Nach Finkler (J. 1901) ist der Leimgehalt derjenigen Stoffe, welche hauptsächlich zur Darstellung von Albumosen Verwendung finden, wie z. B. Fleischmehl, ausserordentlich hoch, unter Umständen 15 bis 20 Proc. Für die Gewinnung des löslichen Eiweisses aus eiweisshaltigen Rohstoffen in löslicher Form ist es nothwendig, nicht nur den Leim, sondern auch die leimgebenden und andere bei der Albumosirung in Lösung gehende Stoffe möglichst vollkommen zu entfernen und erst nach dieser Entfernung die Albumosirung vorzunehmen. Dementsprechend wird das zu albumosirende Material zunächst durch fortgesetztes Auswaschen mit angesäuertem Wasser derart gelockert, dass die lösende Flüssigkeit das leimgebende Gewebe bis in die Muskelfibrillen hinein in Leim umwandelt, selbst auf die Gefahr hin, einen geringen Theil des Eiweisses dabei zu verlieren. Die genügende Beseitigung des Leimes bez. der leimgebenden Stoffe ist erreicht, wenn in den Waschwässern eine Gerbsäurereaction nicht mehr eintritt. Zu gleicher Zeit bleibt die zum Auswaschen verwendete Säure (Salzsäure bez. Mineralsäure) an dem Eiweiss des Ursprungsmaterials hängen, wodurch Acidalbumin, eine Vorstufe der Albumose, sich bildet. Wird nun das so vorbereitete Material mehrere Stunden am Rückflusskühler unter Zusatz einer nöthigen Wassermenge, die zweckmässig innerhalb des zehnbiszwanzigfachen des Rohmaterialgewichtes gewählt wird, gekocht, oder in der Säurelösung, oder unter Zusatz von Soda bez. einem Alkali, einem erhöhten Druck von 1 bis 2 Atm. für kurze Zeit (z. B. 1 bis 1½ Stunden) ausgesetzt, so werden die sämmtlichen Eiweisssubstanzen in lösliche Form übergeführt bez. albumosirt. Bei dieser Behandlung ist nur darauf zu achten, dass die Albumosirung nicht so weit getrieben wird, dass Peptonbildung eintritt.

Soson, von der Eiweiss- und Fleischextract-Compagnie in Altona-Hamburg hergestellt (J. 1899 u. 1901), ist grau-weisslich, äusserst feingepulvert, wenig voluminös, in Wasser unlöslich. In trockenem Zustande ist es geruchlos, auch zeigt es bei Aufnahme kleiner Mengen keinen spezifischen Geschmack. Die Analyse ergab neben 3,3 Proc. Wasser und 0,85 Proc. Asche 14,71 Proc. Stickstoff, also 92,5 Proc. Eiweiss. Zur Herstellung werden Fleischmehl, Cadavermehl, Blutmehl, Gluten und andere eiweisshaltige Stoffe dadurch von den riechenden und unangenehm schmeckenden Beimengungen befreit, dass man dieselben mit Alkohol bei einer über dem Siedepunkt desselben liegenden Temperatur unter Druck behandelt.

Somatose ist ein in Albumose umgewandeltes Fleisch, d. h. ein Präparat, welches bezüglich seiner Löslichkeit zwischen dem unveränderten Fleischeiweiss und dem Pepton steht.

Zur Herstellung von geruch- und geschmacklosem Fischmehl werden nach J. Schäfer (J. 1901) geschuppte und ausgenommene Fische in ihrer eigenen Feuchtigkeit unter Druck gedämpft, sodann erkalten gelassen, getrocknet und gemahlen, worauf das so erhaltene Product zwecks Entfernung der Fett-, Leim- und Mineralstoffe mit Citronen- oder Salzsäure enthaltendem Alkohol mehrmals gekocht, dann getrocknet und nochmals gemahlen wird.

Zur Herstellung von albumose- und aschefreiem Pepton werden nach Chemische Fabrik von Heyden (J. 1901) Rohpeptonlösungen mit Ammoniumsulfat, Zinksulfat oder einem anderen albumosefällenden Mittel gesättigt, worauf mittels concentrirter Schwefelsäure und Ferrisalzen die letzten Albumosereste entfernt werden. Aus dem Filtrat wird hierauf durch Ferrisalze unter Abstumpfen der Säure ein Eisenpeptonatniederschlag ausgefällt. Letzterer wird abfiltrirt, mit einer gesättigten Lösung von Ammoniumsulfat gewaschen und unter Zusatz von etwas Ammoniak in Wasser verrührt. Durch Baryumhydrat wird das Eisen und die Schwefelsäure abgeschieden, und im Filtrat der überschüssige Baryt durch Kohlensäure gefällt. Das Filtrat wird im Vacuum eingedampft, der Rückstand in verdünnter Essigsäure gelöst und durch Alkohol gefällt. (Nährstoff Heyden.)

Roborin, ein aus frischem Blut vom Berliner Schlachthof hergestelltes Nahrungsmittel, enthält wesentlich Hämoglobin (J. 1901).

Präparate aus Blut siehe S. 52.

Nutrose ist eine von den Höchster Farbwerken in den Handel gebrachte, nach Liebrecht und Röhm ann hergestellte Caseïnnatriumverbindung. — 100 g Caseïn, 2,3 g Natronhydrat und 3 g Chlorcalcium werden fein zerrieben und mit Alkohol gekocht. Nach dem Verdrängen des Alkohols und Trocknen erhält man ein feines, weisses, wasserlösliches Pulver (J. 1896).

Caseon, auch Plasmon genannt, eine Caseïnnatriumverbindung, aus Milchcaseïn und Natriumbicarbonat hergestellt. Die aus der Magermilch gewonnenen Eiweissstoffe werden mit der zur Lösung eben erforderlichen Menge Bicarbonat vermischt und bei einer Temperatur bis zu 70° in Knetmaschinen, unter Zuleitung von Kohlensäure, verarbeitet, dann zerkleinert. Es enthält nach Wintgen (J. 1899):

Wasser . . . . .	10,66
Stickstoffsubstanz . . . . .	70,51
Fett . . . . .	4,40
Milchzucker . . . . .	4,20
Asche . . . . .	6,96

Nach Ernährungsversuchen kostet 1 k verdauliches Eiweiss in Form von Caseon 9 Mk., in Form von Fleisch 8,75 Mk. (vgl. J. 1900, 123).

Globon von Kornfeld ist ebenfalls mit Natron behandeltes Casein.

Eukasin ist eine Ammoniakverbindung des Caseins (hergestellt von Majert & Ebers in Grünau nach Angabe von Salkowsky).

Sanose ist eine Verbindung oder vielleicht nur eine Mischung von 80 Proc. Casein und 20 Proc. Albumose (von der chem. Fabrik auf Actien vorm. E. Schering in Berlin hergestellt).

Sanatogen, von Bauer & Co. in Berlin SO. dargestellt, aus 95 Proc. Casein und 5 Proc. glycerinphosphorsaurem Natrium bestehend.

Zur Herstellung einer wasserlöslichen Verbindung des Caseins mit Phosphorsäure bringt die Chemische Fabrik Rhenania (J. 1901) die Lösung des Caseins in stark verdünnter Phosphorsäure durch ein primäres phosphorsaures Salz zur Ausfällung und befreit den Niederschlag durch Auswaschen mit Phosphatlösung von dem Säureüberschuss. 1 k lufttrockenes oder eine entsprechende Menge frisch abgepresstes feuchtes Casein wird mit 300 g einer 25proc. Phosphorsäure in starker Verdünnung in der Kälte oder unter gelindem Erwärmen gelöst. Zu der Lösung wird so lange primäres Alkaliphosphat gegeben, bis die Fällung vollständig und das Filtrat wasserhell ist. Der Niederschlag wird ausgewaschen und abgepresst.

Zur Herstellung von Milcheasein in leichter, trockener und poröser Form wird nach Just (J. 1901) eine durch Auflösen von Casein in Alkalien gewonnene Caseinlösung in sehr dünner Schicht gleichmässig auf eine glatte Metallfläche oder eine andere passende Fläche gebracht, die auf eine genügend hohe Temperatur, am besten 100 bis 105° erhitzt ist. Das Wasser verdampft fast augenblicklich, worauf die zurückbleibende dünne Schicht von getrocknetem Casein durch eine Messerschneide oder Bürsten entfernt wird. Zwecks Herstellung eines Pulvers drückt man das so gewonnene Product durch ein feines Sieb.

Zur Darstellung von Albumosen werden nach Angabe der Farbenfabr. Bayer (J. 1900) Eiweissstoffe aller Art bei Temperaturen von 90 bis 105° mit wässrigen Lösungen organischer Säuren behandelt, welche nicht unter 2 Proc. und nicht wesentlich mehr als 4 Proc. Säure enthalten.

Sano, hergestellt von der Sanogesellschaft in Berlin, soll ein durch Hitze dextrinirtes Gerstenmehl sein, welches im Beginn der Verzuckerung durch Fermentwirkung steht. Dasselbe enthält nach Aufrecht (J. 1898):

Wasser . . . . .	13,72
Proteinsubstanz . . . . .	12,46
Fett . . . . .	1,62
Mineralbestandtheile . . . . .	1,85
Lösliche Kohlenhydrate . . . . .	4,07
Cellulose . . . . .	1,43
Stärke . . . . .	64,85

Roborat enthält beträchtliche Mengen zum Theil dextrinirter Kohlenhydrate und lässt unter dem Mikroskop deutlich Fruchthaare erkennen. Es ist muthmaasslich ein chemisch behandeltes Pflanzenmehl. — Nutrol, wesentlich ein Gemisch von Stärke und Malzextract.

Zur Gewinnung von Eiweiss aus Pflanzensamen oder deren Abfällen wird nach Wulkan (J. 1901) Pflanzensamen oder Pflanzensamenabfälle, insbesondere Baumwollsamemehl, zunächst durch Behandlung mit Eiweiss nicht lösenden Säuren, z. B. verdünnter Schwefel-, Salpeter- oder Oxalsäure, von färbenden und schmeckenden Stoffen befreit, hierauf mit Wasser ausgewaschen. Aus dem so gereinigten Rohmaterial werden nun die Eiweissstoffe mit Hilfe einer geeigneten Säure, zweckmässig stark verdünnter Salzsäure, extrahirt und aus der Lösung durch Neutralisation ausgefällt. — Oelkuchen, Lupinen u. dgl. sind ebenfalls vorgeschlagen.

Zur Gewinnung von Hefeneiweiss wird nach Buchner (J. 1900) gereinigte Hefe in einem Glasballon der Einwirkung von Aetherdämpfen ausgesetzt, wodurch der eiweisreiche Inhalt der Hefezellen ausgeschieden wird. Nach dem Abfiltrieren von den Zellresten wird aus dem Filtrat nach Verdünnen mit Wasser das Eiweiss durch Erhitzen coagulirt und das Coagulum getrocknet, welches dann als Zusatz zu Speisen u. dgl. Verwendung finden kann.

Sitogen, ein sog. Pflanzenfleischextract aus Hefe erzeugt, enthält nach Filsinger (J. 1901) 25,89 Proc. Feuchtigkeit, 74,11 Proc. Trockensubstanz, bestehend aus 13,83 Proc. Mineralstoffen (mit 6,14 Phosphorsäure, 5,16 Natron, 2,44 Kali und 0,09 anderen Mineralstoffen), 11,84 stickstofffreien Extractstoffen und 48,44 Proc. Stickstoffsubstanzen (mit 0,12 unlöslichen Albuminaten, 1,43 Ammoniakverbindungen, 1,68 Albumosen, 45,21 Fleischbasen, Peptonen und ähnlichen Verbindungen). Die untersuchte Probe hatte die Consistenz dicker Fleischextracte. — Weitere Vorschläge zur Hefeverwerthung als Nahrungsmittel s. Brauerei.

### Nahrungsmittel und Ernährung.

Das im lebenden Thierkörper kreisende Blut enthält in einer klaren, Albumin und Fibrin bildende Stoffe enthaltenden Flüssigkeit zahlreiche mikroskopisch kleine Blutkörper, welche Hämoglobin enthalten. Dieses nimmt in den Lungen den Sauerstoff der eingeathmeten atmosphärischen Luft auf und wird dadurch hell gefärbt. Das helle Arterienblut gibt auf seinem Kreislauf durch den Körper den Sauerstoff ab, das Hämoglobin der Blutkörperchen nimmt dafür Kohlensäure auf, die das dadurch dunkler gefärbte Venenblut in der Lunge wieder gegen Sauerstoff austauscht. Ein Mensch nimmt mit jedem Athemzuge etwa 0,5 l Luft ein, verbraucht davon täglich etwa 750 g Sauerstoff und athmet 320 g Wasserdunst und 900 g Kohlensäure wieder aus.

Die Speisen werden im Munde mit dem von drei Drüsen abgesonderten Speichel befeuchtet, welcher Stärke in Dextrin und Zucker überführt. Sie treffen dann im Magen mit dem von der Magenschleimhaut abgesonderten stark sauren, freie Salzsäure und Pepsin enthaltenden Magensaft zusammen, welcher die Proteinstoffe der Nahrung zur Aufnahme in das Blut vorbereitet. Im Darm wird die Verdauung durch den alkalisch reagirenden Darmsaft und die zutretende Galle vollendet, worauf dann die für die Blutbildung tauglichen Stoffe von den Lymphgefäßen aufgenommen und dem Venenblut zugeführt werden.

Durch den eingeathmeten Sauerstoff werden somit die Körpertheile oxydirt, vom Blut fortgeführt, welches die Kohlensäure in den Lungen, den aus den Proteinstoffen gebildeten Harnstoff durch die Nieren ausscheidet. Diese Verluste werden durch das Blut ersetzt, dem wir daher durch Nahrungsaufnahme neue Stoffe zuführen müssen.

Die Ernährung hat somit zwei verschiedene Aufgaben, und zwar 1) Aufbau und Erhaltung des Körpers, des Organs, und 2) Zufuhr und Verwendbarmachung von Spannkraften zur Erhaltung der Krafterleistungen des Gesamtkörpers und seiner Organe, d. h. Erzeugung von Wärme, mechanische Arbeit. Die erste Aufgabe haben vorwiegend die Eiweisstoffe zu erfüllen, an der Krafterzeugung betheiligen sich dagegen alle organischen Stoffe, je nach der Summe der in ihnen enthaltenen, bei der Stoffumwandlung im Organismus frei werdenden Spannkraften.

Ranke (J. 1901) bedurfte, um ein Körpergewicht von 73 k im Mittel aufrecht zu erhalten, im Januar einer Nahrungsaufnahme von 137 g Eiweiss, 162 g Fett, 351 g Kohlenhydrate, während im Sommer im Juli zur Aufrechterhaltung eines Körpergewichtes von 73,5 k im Mittel 135 g Eiweiss, 162 g Fett, 372 g Kohlenhydrate nothwendig waren. Der Wärmewerth stellt sich für den Winter auf 3511 w brutto und 3230 w netto, und im Sommer auf 3588 w brutto und 3301 w netto. Die Nahrungsmenge, welche zu einer dauernden Constanz des Körpergewichtes führte, war also im Sommer nicht niedriger als im Winter, und eine Verminderung des Nahrungsbedürfnisses für die heissen Sommertage gegenüber den Wintertagen existirt also nicht. Eine Verminderung des Nahrungsbedürfnisses in Abhängigkeit von der Temperatur existirt auch für längere Zeiträume aufwärts von 16° nicht. Physiologisch wirksame Temperaturen, die 20° wesentlich überschreiten, haben eine deutliche Verminderung des Appetits und damit der frei gewählten Nahrungsaufnahme zur Folge.

Demuth (J. 1890) berechnet den Nährwerth der Nahrungsmittel nach den von denselben gelieferten Wärmeinheiten, indem er für 1 g resorbirbares Eiweiss 5700, für Fett 9800 und Kohlenhydrate 4100 cal. einsetzt. Im Durchschnitt kostet 1 g Eiweiss 0,33 Pfg., Fett 0,12 Pfg. und Kohlenhydrate 0,05, somit ein Verhältniss von 1 : 2,4 : 6,6, während König 1 : 3 : 5 annimmt.

Unter Zugrundelegung der Voit'schen Durchschnittszahlen für den täglichen Stoffbedarf und der Demuth'schen Zahlen für den Geldwerth der Nahrungsstoffe stellt sich der Durchschnittspreis der täglichen Nahrung:

118 Eiweiss	× 0,33 Pfg.	= 38,94 Pfg.
58 Fett	× 0,12 "	= 6,72 "
500 Kohlenhydrat	× 0,05 "	= 25,00 "
		<hr/>
		70,66 Pfg.

Bei 62 thierischen Nahrungsmitteln stellt die Menge, welche man für 1 Mk. erhält, einen Nährwerth von 78 Pfg., jene, welche man bei den 48 pflanzlichen bekommt, einen solchen von 1 Mk. 22 Pfg. dar. Nichtsdestoweniger hält Demuth den Preisunterschied zwischen rein pflanzlicher Diät und zweckmässig gemischter Kost nicht für sehr gross, dafür letztere aber für zuträglicher. Die schlechtere Ausnutzung der pflanzlichen Nahrung, die beträchtlicheren Kosten für die Heizung des Ofens bei der Herstellung der Pflanzenkost, die nothwendige Abwechslung, so dass man gezwungen ist, zuweilen auch theurere Pflanzenstoffe einzukaufen, diese machen es fraglich, ob der Kostenunterschied zwischen rein pflanzlicher und gemischter Diät sehr ins Gewicht fällt. — Für 1 Mk. erhält man z. B. einen Nährwerth:

Stockfisch . . . . .	von 408 Pfg.
Wasserrüben . . . . .	350
Rüben . . . . .	331
Buttermilch . . . . .	316
Sauermilchkäse . . . . .	303
Kartoffeln . . . . .	240
Erbsen . . . . .	227
Bohnen . . . . .	224
Sauermilch . . . . .	218
Linsen . . . . .	215
Roggenbrod . . . . .	158
Kuhmilch . . . . .	109
Hering . . . . .	79
Schweinefleisch . . . . .	60
Kuhfleisch . . . . .	58
Kalbfleisch . . . . .	50
Ei . . . . .	43

Marktpreis und Futterwerth der Futtermittel. Nach dem anfangs September 1901 mitgetheilten Marktpreise rechnet Kellner (J. 1901) im Durchschnitt bei Notirungen

für je 1 k verdauliches Rohprotein . . .	24,1 Pfg.
" " 1 " " Fett . . . . .	31,4 "
" " 1 " " Kohlenhydrat . . .	14,3 "

Somit Werthverhältniss: Rohprotein = 1,69: Fett = 2,2: Kohlenhydrat = 1. Wenn man den Futterwerth der 18 zur Berechnung herangezogenen Futtermittel aus dem Durchschnittspreis für je 1 k verdauliches Protein, Fett und Kohlenhydrat und aus dem Gehalt an diesen Nährstoffen berechnet, so erhält man folgende Zahlen: siehe Tabelle auf S. 296.

Die derzeitige Preiswürdigkeit der Futtermittel ergibt sich, wenn man den Preis berechnet, welcher für je eine Futterwertheinheit zu bezahlen ist. Die Summe der Futterwertheinheiten, die in einem Futtermittel enthalten sind, findet man, wenn man die verdaulichen Nährstoffe mit den oben berechneten Verhältnisszahlen multiplicirt und die erhaltenen Zahlen addirt. Man erhält so folgende Marktpreise für die verdauliche Futterwertheinheit:

Baumwollsaatmehl . . . . .	12,4 Pfg.	Weizenkleie, grob . . . . .	13,7 Pfg.
Erdnussmehl . . . . .	12,7 "	Getrocknete Biertreber . . . . .	14,4 "
Cocoskuchen . . . . .	14,6 "	Malzkeime . . . . .	12,3 "
Trockenschnitzel . . . . .	12,6 "	Biertrebermelasse . . . . .	14,5 "
Melasse . . . . .	11,7 "	Palmkernmelasse . . . . .	12,9 "
Palmkernkuchen . . . . .	12,2 "	Maiskeimmelasse . . . . .	14,0 "
Maisölkuchen . . . . .	14,4 "	Torfmelasse . . . . .	16,7 "
Rapskuchen . . . . .	16,1 "	Futtergerste . . . . .	16,7 "
Leinkuchen . . . . .	17,1 "	Mais . . . . .	14,6 "
Reisfuttermehl . . . . .	10,9 "	Futtererbsen . . . . .	17,7 "
Roggenkleie . . . . .	14,3 "	Wicken . . . . .	18,4 "
Weizenkleie, fein . . . . .	13,3 "	Ackerbohnen . . . . .	16,7 "

	Gehalt an verdaulichem			Berechneter Futterwerth für 100 k Mark	Mittlerer Marktpreis für 100 k Mark
	Roh- protein	Fett	Kohlen- hydrate		
Baumwollsaatmehl, doppelt gesiebt und entfaset	42,8	9,3	17,3	15,74	13,65
Erdnussmehl, deutsches, gereinigt	40,4	7,8	22,5	15,44	13,75
Cocoskuchen, böhmische	15,8	10,0	40,3	12,73	12,95
Maisölkuchen	15,9	7,6	42,6	12,33	12,45
Palmkernkuchen	13,5	8,1	51,7	13,20	11,30
Rapskuchen aus inländischer Saat	25,2	7,5	23,7	11,84	13,35
Reisfuttermehl	9,5	11,2	52,2	13,30	10,15
Roggenkleie	11,3	2,4	47,4	10,27	10,25
Weizenkleie, feine	12,2	3,4	45,3	10,50	9,75
„ grobe	11,0	2,7	44,8	9,91	9,50
Getrocknete Biertreber	14,4	5,7	32,9	9,97	10,05
Getrocknete helle Maisschlempe	20,6	11,8	31,5	13,20	11,60
Trockenschnitzel	4,3	0,3	64,0	10,30	9,10
Futtergerste	7,1	1,9	63,6	11,41	13,35
Mais	8,0	3,7	66,9	12,66	12,95
Ackerbohnen	22,4	1,2	49,3	12,84	15,00
Wicken	22,9	1,5	50,2	13,18	17,00
Futtererbsen	20,0	1,2	53,4	12,84	15,85

	Verdauliches			Marktpreis für 100 k Mark
	Rohprotein	Fett	Kohlenhydrat	
	Proc.	Proc.	Proc.	
Leinkuchen	28,9	7,3	30,1	16,20
Malzkeime	20,0	0,6	48,4	10,25
Melasse	—	—	58,1	6,80
Biertrebermelasse	9,7	2,8	42,9	9,50
Palmkernmelasse	9,6	1,6	54,1	9,50
Maiskeimelasse	11,5	3,4	46,1	10,20
Torfmelasse	—	—	41,8	7,00

Roggen- und Weizenkleie scheinen derzeit zu den preiswerthen Futtermitteln zu gehören. Untersuchungen über die Verwerthung derselben im Thierkörper haben aber gezeigt, dass ihre verdaulichen Nährstoffe mit denen der ähnlich zusammengesetzten Oelkuchen, der Malzkeime oder des Reisfuttermehles nicht gleichwerthig sind, sondern in ihrer Wirkung um etwa 20 Proc. niedriger stehen. Die Kleien werden zur Zeit zu hoch bezahlt und auch die Trockenschnitzel haben nicht den gleichen Nährwerth wie die der genannten Futtermittel, doch sind sie trotz dieses Umstandes noch preiswürdig. Am höchsten werden unter den geprüften Futtermitteln die verdaulichen Stoffe der Melasse verwerthet, was im Verein mit der kolikmildernden Wirkung dieses Futtermittels viele Landwirthe darüber täuscht, dass sie in manchen Melasse-mischungen, die Torf, Hirseschalen und ähnlichen Ballast enthalten, die Melasse um 30 bis 40 Proc. höher bezahlen, als dem Marktpreis derselben entspricht. Im Allgemeinen steht der Marktpreis für das verdauliche Protein gegenwärtig beträchtlich niedriger als vor einigen Jahren, wo sich das Werthverhältniss der 3 Nährstoffgruppen auf 2,5 : 2,5 : 1 stellte.