

40280-i

1870

R 25:17

Die

Fabrikation des Rübenzuckers.

Zum Gebrauche als Lehr- und
Handbuch leichtfaßlich dargestellt

von

Richard v. Regner.

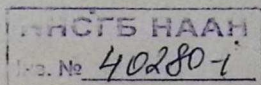
Zweite, gänzlich neu bearbeitete Auflage.

Mit 60 erläuternden Abbildungen.



Wien und Leipzig.
W. Hartleben's Verlag.
1910.

(Alle Rechte vorbehalten.)



ИНСТЪ НААН

Die Fabrikation des Rübenzuckers.

Zweite Auflage.

Inhalt.

	Seite
Einführung	1
I. Die Zuckerrübe	9
1. Die Kultur der Zuckerrübe	12
2. Die Bestandteile der Zuckerrübe	18
3. Die Zuckerarten	21
II. Die Saftgewinnung	26
1. Beförderung und Reinigung der Rüben	27
2. Die Herstellung der Rübenschnitte	33
3. Die Diffusion	37
4. Die Diffusionsverfahren	40
III. Die Saftreinigung	55
1. Pflöpfänger und Rohsaftanwärmer	57
2. Die Scheidung	61
3. Die Saturation	71
4. Die Filtration	76
5. Die weitere Behandlung des Saftes	82
6. Besondere Verfahren der Saftreinigung	98
7. Hefgalt, Kalkmilch, Kohlensäure und schweflige Säure	102
IV. Das Verdampfen	112
1. Die Verdampfapparate	116
2. Die Luftverdünnung	125
3. Mittelsaft und Dicksaft	131
V. Das Vertochen	132
1. Die Vakuum-Apparate	132
2. Der Kochprozeß	136
3. Die „unbestimmbaren“ Zuckerverluste	140
VI. Die Füllmasse	141
1. Die Kühlung der Füllmasse	142
2. Das Zentrifugieren der Füllmasse	145
VII. Der Rohzucker	156
VIII. Der Konsumzucker	161
1. Der Kristallzucker (Granulater)	162
2. Der Pilezucker	166

	Seite
IX. Die Verarbeitung der Ablasssirupe	170
1. Die Nachprodukt=Vakuen	170
2. Die Kristallisation in Bewegung	174
X. Die Melasse=Entzuckerung	179
1. Das Osmose=Verfahren	181
2. Das Strontiat=Verfahren	183
3. Das Ausscheide=Verfahren nach Steffen	184
XI. Die Raffination	184
1. Das Affinieren	185
2. Das Schmelzen oder Klären	186
3. Das Filtrieren der Klären	187
4. Die Bodenarbeit	192
XII. Die Abfälle der Rübenzuckerfabrikation	198
1. Rübenblätter und Köpfe	198
2. Ausgelaugte Rübenschnitte	199
3. Der Saturationschlamm	205
4. Die Abwässer	205
5. Die Melasse	206
Sachverzeichnis	207

Vorwort zur zweiten Auflage.

Außer dem vorliegenden Buche sind im Verlage von A. Hartleben erschienen: *Stehn*, Die Fabrikation des Rübenzuckers (Chem.-techn. Bibl., Band 204), ferner von demselben Verfasser: Die Untersuchung des Zuckers und zuckerhaltiger Stoffe (Chem.-techn. Bibl., Band 206). Das Gesamtgebiet des Rübenbaues und der Zuckersfabrikation behandelt das ganze Werk von A. Stift und W. Gredinger: Der Zuckerrübenbau und die Fabrikation des Rübenzuckers, die Arbeit in den Raffinerien, das Buch von W. Gredinger: Die Raffination des Zuckers.

Obwohl mithin an erschöpfenden Darstellungen der Zuckersfabrikation kein Mangel herrscht, entschloß sich die Verlagsbuchhandlung doch, auch von diesem Werk eine Neuauflage zu veranstalten. Denn neben den großen Fachwerken ist auch eine kleine, in das Gebiet einführende Schrift am Platze, die gewissermaßen zum Studium der Hauptwerke vorbereitet und nach der auch tatsächlich fortwährend gefragt wurde.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wurde auch die zweite Auflage bearbeitet. Sie will weder eine erschöpfende, bis in die kleinsten Einzelheiten vordringende Beschreibung des Rübenbaues, der Rübenzuckersfabrikation und der Raffineriearbeit bieten, noch die mechanische Technologie der Rübenzuckersfabrikation vollständig behandeln. Dafür war der Verfasser bestrebt, einen Überblick über alles wesentliche des Gesamtgebietes zu geben, wobei auch die wichtigsten maschinellen Vorrichtungen in Wort und Bild erörtert wurden.

	Seite
IX. Die Verarbeitung der Ablauffirupe	170
1. Die Nachprodukt=Vatuen	170
2. Die Kristallisation in Bewegung	174
X. Die Melasse=Entzuckerung	179
1. Das Osmose=Verfahren	181
2. Das Strontiat=Verfahren	183
3. Das Ausscheide=Verfahren nach Steffen	184
XI. Die Raffination	184
1. Das Affinieren	185
2. Das Schmelzen oder Klären	186
3. Das Filtrieren der Klären	187
4. Die Bodenarbeit	192
XII. Die Abfälle der Rübenzuckerfabrikation	198
1. Rübenblätter und Köpfe	198
2. Ausgelaugte Rübenschnitte	199
3. Der Saturationschlamm	205
4. Die Abwässer	205
5. Die Melasse	206
Sachverzeichnis	207

Vorwort zur zweiten Auflage.

Außer dem vorliegenden Buche sind im Verlage von A. Hartleben erschienen: Stehdy, Die Fabrikation des Rübenzuckers (Chem.-techn. Bibl., Band 204), ferner von demselben Verfasser: Die Untersuchung des Zuckers und zuckerhaltiger Stoffe (Chem.-techn. Bibl., Band 206). Das Gesamtgebiet des Rübenbaues und der Zuckerrfabrikation behandelt das ganze Werk von A. Stift und W. Gredinger: Der Zuckerrübenbau und die Fabrikation des Rübenzuckers, die Arbeit in den Raffinerien, das Buch von W. Gredinger: Die Raffination des Zuckers.

Obwohl mithin an erschöpfenden Darstellungen der Zuckerrfabrikation kein Mangel herrscht, entschloß sich die Verlagsbuchhandlung doch, auch von diesem Werk eine Neuauflage zu veranstalten. Denn neben den großen Fachwerken ist auch eine kleine, in das Gebiet einführende Schrift am Platze, die gewissermaßen zum Studium der Hauptwerke vorbereitet und nach der auch tatsächlich fortwährend gefragt wurde.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, wurde auch die zweite Auflage bearbeitet. Sie will weder eine erschöpfende, bis in die kleinsten Einzelheiten vordringende Beschreibung des Rübenbaues, der Rübenzuckerrfabrikation und der Raffineriearbeit bieten, noch die mechanische Technologie der Rübenzuckerrfabrikation vollständig behandeln. Dafür war der Verfasser bestrebt, einen Überblick über alles wesentliche des Gesamtgebietes zu geben, wobei auch die wichtigsten maschinellen Vorrichtungen in Wort und Bild erörtert wurden.

überhaupt, so nur in geringen Mengen vorhanden: der Rohrzucker oder die Saccharose. Dagegen kommt sie in zwei Pflanzen in erheblichen Mengen vor, im Zuckerrohr und in der Zuckerrübe. Beide Rohstoffe bilden daher das Ausgangsmaterial für die Gewinnung dieses hochwichtigen, heute als Nahrungsmittel unentbehrlichen Stoffes und mit der Abscheidung des Zuckers aus der Zuckerrübe werden wir uns hier ausschließlich zu beschäftigen haben. Es sei gleich bemerkt, daß der Rohr- und der Rübenzucker vollkommen nach jeder Richtung chemisch und physikalisch übereinstimmen, also auch als Nahrungsmittel durchaus gleichwertig sind und daß es unmöglich ist, wenn die kurzweg „Zucker“ genannte Saccharose im vollständig gereinigten Zustande vorliegt, zu entscheiden, ob sie aus dem Zuckerrohre oder aus der Zuckerrübe gewonnen wurde, weil es sich eben in beiden Fällen um die gleiche Zuckerart handelt.

Wir bezeichneten den Zucker als hochwichtiges und unentbehrliches Nahrungsmittel, und tatsächlich ist er es auch im vollsten Sinne des Wortes. Allerdings ist die Einreihung des Zuckers unter die Nahrungsmittel eine Errungenschaft, die wir der fortgeschrittenen Technik der Zuckersfabrikation zu verdanken haben und die sich erst in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts vollzog. Bis dahin, und natürlich um so mehr, je weiter wir in der Geschichte zurückblättern, waren Süßstoffe zwar bekannt, doch stets nur Genußmittel, deren man sich gelegentlich bediente; denn als Nahrungsmittel spielten gewisse Zuckerarten nur insofern eine Rolle, als sie in der Milch und in süßen Früchten aufgenommen wurden. Dagegen war der Bienenhonig längst bekannt und er war das köstliche Versüßungsmittel der alten Völker, dessen sich jedoch nur die Wohlhabenden regelmäßig erfreuen konnten.

Das Zuckerrohr, eine tropische bis subtropische Pflanze, wurde aus Indien erst durch die Eroberungszüge Alexanders des Großen im vierten Jahrhunderte v. Chr. bekannt, dann jedoch ziemlich rasch verbreitet. Seiner Ausbreitung kam der Umstand zugute, daß seine Kultur verhältnismäßig recht einfach ist und daß sich aus seinem Saft auch ohne wesentliche

Mühe zwar nicht der reine, weiße Zucker, den wir gewohnt sind, aber doch ein sehr wohlschmeckender Sirup gewinnen läßt, der im Altertume vielfach den Bienenhonig vertrat.

Allerdings dauerte es dann noch längere Zeit, bis man die Abscheidung von festem Zucker aus dem Zuckerrohre lernte und ganz besonders, bis dieser auch in Mitteleuropa bekannt und verbreitet wurde. Vor allem brachten venetianische Kaufleute den Zucker von ihren Fahrten mit und verpflanzten auch das Zuckerrohr nach minder entlegenen Gegenden, so nach Sizilien, dann nach Cypern, Aegypten uß. Doch besonders groß war in der Zeit vor der Entdeckung Amerikas die Zuckerrohrkultur und die Rohrzuckererzeugung nicht und erst durch die Erschließung der „neuen Welt“ wurde dies anders. Erst im tropischen und subtropischen Amerika fand das Zuckerrohr eine neue Heimat und ausgiebige Pflege und als die Handelsbeziehungen zwischen der alten und der neuen Welt immer reger wurden, ward auch der Zucker ein in Europa gesuchter und viel begehrter Handelsartikel, mit dessen Einfuhr sich besonders die Portugiesen und Spanier, später auch die Holländer beschäftigten.

Der damals verschiffte „Kolonialzucker“ war jedoch durchaus nicht rein und weit von jenem Grade der Feinheit und Reinheit entfernt, den wir heute als selbstverständlich voraussetzen. Um den Kolonialzucker weiter zu reinigen, entstanden Holland, in Deutschland, Frankreich und selbst in Petersburg, daher an verschiedenen Orten in Europa Raffinerien, so in die größte Bedeutung erlangte aber eine Raffinerie in Hamburg, die, günstig gelegen, sogar dem aus Holland kommenden, geläuterten Zucker Konkurrenz zu machen vermochte. Auch in Oesterreich wurden Raffinerien geschaffen, die jedoch nach kürzerer oder etwas längerer Lebensdauer wieder außer Betrieb kamen, was auch begreiflich ist, wenn man bedenkt, daß eine Kolonialzuckerrefinerie im allgemeinen umso billiger arbeiten mußte, je billiger ihr der Rohstoff zur Verfügung stand. Dies traf für die in Küstenstädten errichteten Raffinerien zu, doch nicht für jene, die sich tief im Binnenlande befanden. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts war der Rohr- oder Kolonial-

Zucker schon allgemein bekannt und verbreitet, wenn auch verhältnismäßig teuer. Er, ebenso wie der wohlschmeckende Kolonialsirup waren viel verwendete und beliebte Süßstoffe, doch war ihre Verbreitung und ihr Verbrauch noch lange nicht so groß, um sie als Nahrungsmittel bezeichnen zu können. Zucker war damals und blieb es auch noch ziemlich geraume Zeit nachher, stets nur ein Genußmittel, das nur dem Wohlhabenden reichlich und regelmäßig zur Verfügung stand.

In die Zeit, die wir in großen Zügen schilderten, fiel auch die Entwicklung der Chemie und besonders im 17. und 18. Jahrhunderte nahm die „Scheidekunst“ einen bedeutenden Aufschwung. Die Heim- und Arbeitsstätten der Chemiker jener Tage waren jedoch nicht, wie heute, eigene Laboratorien, sondern, von vereinzeltsten Ausnahmen abgesehen, wurde sie mehr nebenbei betrieben und gesellte sich daher, als damals wenigstens am nächsten verwandt, der Heilkunde zu. Die Offizinen der Apotheken waren daher auch Laboratorien und mancher Apotheker trieb nebenher chemische Studien — nicht zum Nachtheile der jungen Wissenschaft, die dadurch manche Förderung erfuhr und durch wichtige Entdeckungen ausgebaut und bereichert wurde. Daher bietet die Tatsache, daß ein Apotheker zu Berlin, Siegmund Marggraf, das Vorhandensein von Zucker in der Runkelrübe nachwies, deren süßer Geschmack bekannt war, an sich nichts auffallendes. Doch besaß diese Entdeckung die gleiche Wichtigkeit, wie so manche andere, die nach ihr gemacht wurde: denn sie war der Ausgangspunkt zur Entstehung einer volkswirtschaftlich hoch bedeutsamen Industrie, der Rübenzuckerfabrikation, die, wie wir später sehen werden, nicht nur den Kolonialzucker aus Mitteleuropa vollständig verdrängte und indirekt sehr viel zur Hebung der Landwirtschaft beitrug, sondern auch den Zucker zum Range eines wichtigen Volksnahrungsmittels erhob.

Freilich wurde die in das Jahr 1748 fallende Entdeckung Marggrafs kaum von ihm, keinesfalls von seinen Zeitgenossen höher, als eben die Auffindung so mancher anderen Tatsache gewertet, denn an die Möglichkeit, die Runkelrübe zur Darstellung von Zucker heranzuziehen, dachte damals noch

niemand. Dazu war auch eine Hauptbedingung noch nicht gegeben: Die genügend zuckerreiche Rübe.

Erst Marggrafs Schüler Ncharb verfolgte rund 50 Jahre nach dieser Entdeckung den Gedanken, Rübenzucker darzustellen weiter, er erhöhte den Zuckergehalt der Rübe durch besondere Kulturmaßnahmen und stellte tatsächlich im letzten Jahre des 18. Jahrhunderts den ersten Rübenzucker dar. Es kam dann sowohl in Deutschland, wie in Frankreich zur Gründung von Zuckerrfabriken, doch sie hatten mit dem Kolonialzucker einen harten Kampf zu führen, in dem sie sicher unterlegen wären, wäre ihnen die im Jahre 1806 von Napoleon verhängte Kontinentalsperre nicht zu Hilfe gekommen. Sie trieb den Preis des Kolonialzuckers zu fast unerschwinglicher Höhe empor — und machte plötzlich den vielfach angefeindeten und herabgesetzten Erfabstoff begehrenswert. Freilich änderten sich die Verhältnisse wieder zu ungunsten des Rübenzuckers, als die Kontinentalsperre mit dem Sturze Napoleons fiel. Doch waren während ihrer Dauer die Herstellungsverfahren des Rübenzuckers einigermaßen verbessert worden, man hatte Vertrauen zu der jungen Industrie gefaßt und dies führte dazu, daß sie wenigstens in Frankreich beibehalten wurde.

Nun fanden sich auch Männer, die eifrig an der Ausgestaltung der Rübenzuckerfabrikation arbeiteten. Der Züchtung zuckerreicher Rüben wurde vollstes Augenmerk zugewendet, ebenso der Verbesserung der bis dahin noch recht unvollkommenen Fabrikationsverfahren. Jetzt erst wurde — dank französischer Techniker — die Anwendung der Knochenkohle zur Entfärbung und Reinigung der Säfte allgemein, man ging zum Verkothen im luftverdünnten Raume über und auch die Einführung der Dampfheizung an Stelle des Verkochens über freiem Feuer stammt aus jener Zeit. Im Jahre 1828 waren in Frankreich schon mehr als 100 Rübenzuckerfabriken tätig und erzeugten die für jene Zeit gewaltige Menge von rund 500 Waggons Rübenzucker im Jahre.

Das Aufblühen der französischen Rübenzuckerindustrie gab dann auch den Mut, in anderen Staaten der Rüben-

zuckerfabrikation näher zu treten. Besonders war dies in Deutschland und in Österreich der Fall und die junge Industrie wurde in der Folge ebenso sehr durch Gewährung weitgehender Steuerbefreiungen, wie — so paradox es auch klingen mag — durch die Besteuerung selbst gefördert. Aus verschiedenen Gründen wurde die Steuer eben nicht als Fabrikatsteuer vom fertigen Zucker eingehoben, sondern nach der Menge der in die Fabrik eingeführten und dort verarbeiteten Rüben bemessen, wobei man einen durchschnittlichen Zuckergehalt der Rübe der angenommenen Ausbeute zu Grunde legte. Solch eine Besteuerungsart drängt natürlich dazu, nach Möglichkeit viel unbesteuerten Zucker dadurch zu erzeugen, die Ausbeute mit allen Kräften zu erhöhen.

Dies führte zur sorgfältigen Kultur der Zuckerrübe, um sie zuckerreicher zu machen, dies führte aber ganz besonders zu sorgfältigeren Arbeitsweisen, um die Ausbeute an Zucker zu erhöhen. Daran nahmen ebenso sehr auf chemischer Grundlage fußende Verbesserungen teil, wie nicht minder die Ausgestaltung der technischen Seite der Rübenzuckerfabrikation. Von den auf beiden, dem landwirtschaftlichen und dem chemisch-technischen Gebiete erzielten Fortschritten wird in der Folge noch des öfteren die Rede sein, wir beschränken uns an dieser Stelle daher auf den Hinweis und die Erwähnung der Tatsache, daß schließlich und endlich die Rübenzuckererzeugung zu einer gewaltigen Industrie emporstieg und zur wichtigsten landwirtschaftlichen Industrie wurde. Ihre Bedeutung ist noch größer, weil der Rübenzucker bald auch ein Exportartikel ward und dadurch aus dem Auslande Geld und Geldeswert hereinströmte.

Damit war auch der Zucker das geworden, was er im Hinblick auf seine physiologischen Eigenschaften im weitesten Maße verdient: ein Volksnahrungsmittel, dessen sich arm und reich in gleicher Weise erfreut. Daran vermochte auch die Entdeckung künstlicher Süßstoffe nichts zu ändern, obwohl das Saccharin und das Dulcin mehrere hundertmal süßer schmecken, als der Rüben- und der ihm nach jeder Richtung durchaus gleichwertige Rohrzucker. Die künstlichen Süßstoffe

besitzen eben nur den süßen Geschmack, der sich übrigens mit dem angenehmen, milden Wohlgeschmack des Zuckers nicht vergleichen läßt, doch nicht auch dessen Nährwert. Sie sind Erzeugnisse der chemischen Industrie, welche zwar auf die Geschmacksnerven einwirken, doch überhaupt nicht verdaut und vom Körper verarbeitet werden, sondern den Organismus unverändert passieren. Für bestimmte Zwecke und ganz besonders als Heilmittel besitzen sie eine nicht zu verkennende Bedeutung, es lag und liegt jedoch im ausgesprochensten Volks- und Staatsinteresse, daß man dem offenen Verkauf dieser Süßstoffe einen Riegel vorschob. Sie hätten schließlich und endlich nicht nur die Industrie und die Allgemeinheit, für die die Zuckersteuer eine wichtige Einnahmequelle bedeutet, geschädigt, sondern ganz besonders den Verbraucher, der in vielen Erzeugnissen, wie Zuckerbäckerwaren, Likören, Fruchtsäften u. s. w. Zucker bezahlt, doch einen physiologisch wertlosen Süßstoff an Stelle eines Nahrungsmittels erhalten hätte.

Diese gedrängte Übersicht über die Entwicklung und Bedeutung der Rübenzuckerfabrikation wäre unvollständig, würden wir nicht auch ihres Einflusses auf die Landwirtschaft gedenken. Auf die Notwendigkeit, den Zuckergehalt der Rübe durch entsprechende Züchtungs- und Kulturmaßnahmen, wovon noch die Rede sein wird, zu steigern, haben wir schon hingewiesen. Wird in einem landwirtschaftlichen Betrieb jedoch eine besonders anspruchsvolle und der Pflege bedürftige Kulturpflanze eingeführt, so kann dies nie ohne Einfluß auf die gesamte Wirtschaftsweise bleiben. Eine Pflanze pflegen, heißt eben auch alle anderen, in der Fruchtfolge stehenden Kulturpflanzen angemessen betreiben, denn was an ihnen versäumt wird, würde sich an der Hauptfrucht rächen. Bessere Bodenbearbeitung und Düngung waren daher eine Folge der Einbürgerung des Zuckerrübenbaues und dieser förderte daher indirekt die Hebung der Bodenenerträge überhaupt. In ähnlicher Weise hat seinerzeit auch eine andere Hackfrucht, die Kartoffel, fördernd auf die Landwirtschaft eingewirkt, doch nicht nur als Kulturpflanze, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß die Kartoffel ein höchwichtiges, unentbehrliches Nahrungs-

mittel bildet, sondern auch dadurch, daß ihr Massenanbau die Grundlage für zwei wichtige landwirtschaftliche Industrien: für die Spiritusfabrikation und die Stärkebereitung bildete. Dies ermöglichte den Brennereiwirtschaften nicht nur die Erzielung höherer Erträge überhaupt, sondern es gelangten in den Schlempen wertvolle Futtermittel in den Betrieb, wodurch neben der Landwirtschaft im allgemeinen auch die Viehzucht gefördert und gehoben wurde.

Ähnliches, ja gleiches sehen wir auch mit der Einführung der Zuckerrübe Hand in Hand gehen. Ihres Einflusses auf die Intensivierung der Wirtschaftsweise, damit der Bodenerträge und des Reingewinnes überhaupt, haben wir schon gedacht und naturgemäß wird der Nutzen aus dem Zuckerrübenbau dort am größten sein, wo nicht bloß der Rohstoff, sondern auch das Endprodukt erzeugt wird, wo also der Rübenbauer gleichzeitig auch Zuckersfabrikant ist. Denn dann wird er auch die Abfälle der Rübenzuckersfabrikation, vor allem die entzuckerten Rübenschnitte in frischem, eingesäuertem oder getrocknetem Zustande wieder in seinem Betriebe als wichtiges und wertvolles Futtermittel verwenden, wie nicht minder die Melasse, sofern diese nicht als Rohstoff an Spiritusbrennereien abgegeben wird.

Doch auch der Rübenbauer, der seine Rübe kontraktlich an eine bestimmte Zuckersfabrik zu liefern hat, zieht daraus weitere Vorteile, weil fast in allen Rübenlieferungsverträgen neben der Bezahlung die Rücklieferung einer bestimmten Menge Schnitte für je 100 kg gelieferte Rübe ausbedungen ist, abgesehen davon, daß ihm die Rübenköpfe und Blätter als wertvolle Futtermittel verbleiben.

Wir sehen also auch hier das engste Ineinandergreifen von Industrie- und Landwirtschaft, wobei beide Teile von den Fortschritten des anderen befruchtet werden. Gerade die landwirtschaftlichen Industrien im engeren Sinne, also Zuckersfabrikation, Brennerei, Brauerei und Stärkeindustrie sind ein schönes Beispiel für die Abhängigkeit, in der Industrie und Landwirtschaft zu einander stehen. Die gleiche Abhängigkeit ist, wenn auch nicht in so sinnfälliger Form, bei

jeder anderen Industrie vorhanden und nie darf vergessen werden, daß kein Landwirt ausschließlich Produzent, sondern immer auch Verbraucher ist, der zahlreiche Hilfsmittel des Wirtschaftsbetriebes von anderen Industrien bezieht. Er verbraucht Kohle und Düngemittel, er benützt Maschinen und Geräte, er verwendet die verschiedenartigsten Baustoffe — und stellt der Allgemeinheit dafür wieder Nahrungsmittel zur Verfügung. Landwirtschaft und Industrie bilden daher einen gemeinsamen Organismus, der nur gedeihen kann, wenn beide Teile für und nicht gegen einander arbeiten. Für ein wohlgeordnetes, gesundes Staatswesen ist eine hochentwickelte Landwirtschaft ebenso wichtig und notwendig, wie eine blühende Industrie und jener Staat ist unzweifelhaft am besten daran, wo beide Grundlagen der Volkswirtschaft gleichmäßig verteilt und zu einander gut abgestimmt sind.

Verfügt ein Staat auch über blühende landwirtschaftliche Industrien und darunter in erster Linie über eine gesunde, hochentwickelte Zuckerindustrie, so wird ihm dies stets zum Vorteile gereichen. Denn abgesehen von der Exportmöglichkeit, ist der Zucker heute ein Nahrungsmittel von so hoher Bedeutung, daß er durch kein anderes Kohlehydrat vollständig ersetzt werden kann und schon aus diesem Grunde ein Volksnahrungsmittel von höchstem Werte bildet.

1. Die Zuckerrübe.

Unsere Kulturpflanzen sind ausnahmslos aus wilden Formen hervorgegangen. Erst durch verbesserte Standortverhältnisse, durch Pflege und Fortzüchtung besonders ausgezeichnete Exemplare entwickelte sich im Laufe oft sehr langer Zeiträume aus ihnen die eigentliche Kulturform, die sie wesentlich von der Stammform durch höhere und bessere Erträge, höhere Gehalte an den wertbestimmenden Stoffen, durch Anpassung an das Klima und besondere Standortverhältnisse u. s. w. unterscheidet.

Auch unsere Runkel- oder Futterrüben sind auf diese Art aus einer an den Küsten des Mittelmeeres wild wachsenden unscheinbaren Pflanze, deren Wurzel sich unter dem Einflusse

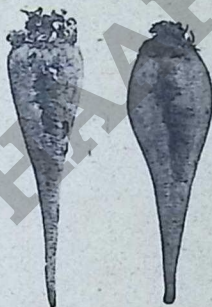
der Kultur fleischig verdickte, hervorgegangen. Marggraf entdeckte, wie in der Einführung erwähnt, im Jahre 1748, daß die Runkelrübe Zucker enthalte und Achar d baute auf dieser Entdeckung fort, wobei er bestrebt war, den ursprünglich recht bescheidenen Zuckergehalt durch Kulturmaßnahmen und durch Züchtung, also durch Fortpflanzung besonders zuckerreicher Individuen zu erhöhen. So gelangte er zu der weißen schlesischen Zuckerrübe, aus der dann die verbreiteteren Zuckerrübensorten durch Züchtung hervorgegangen sind.

Allerdings hat es geraume Zeit gedauert, bis aus der schlesischen Zuckerrübe unsere heutige Zuckerrübe überhaupt und Rüben mit so ansehnlichem Zuckergehalte, wie sie heute gebaut werden, entstanden. Nur langsam Schritt für Schritt konnte dieses Ziel erreicht werden; wie groß der Unterschied inzwischen geworden ist, geht wohl am besten aus der Tatsache hervor, daß man in den dreißiger Jahren des vergangenen Jahrhunderts zur Erzeugung von 100 kg Zucker 1700 kg Rübe verarbeiten mußte, während man jetzt die gleiche Zuckermenge schon aus etwa 600—700 kg unserer gegenwärtigen Rüben gewinnt.

Im allgemeinen lassen sich nach Fr u w i r t h zwei Zuchtrichtungen unterscheiden, je nachdem entweder nur auf hohen Zuckergehalt gezüchtet wird, oder dieser hervorragend neben deutlicher Beachtung der Masse, also des Hektarertrages angestrebt wird. Der ersten Richtung entspricht der B i l m o r i n t h y p u s (D i p p e [Quedlinburg], S. M e t t e [Quedlinburg]), der zweiten der K l e i n - W a n z l e b e n e r T y p u s, der besonders in Deutschland und Österreich Boden gewann. Züchter dieser Form sind in Österreich W o h a n k a & C o. in Prag, v. P r o s k o w e k in Schwätz (Mähren); in Deutschland: K l e i n - W a n z l e b e n e r Z u c k e r f a b r i k s - A. - G. (Sachf.), R i m p a u (Schlanstedt), S t r u b e (Schlanstedt), R ü h l e (Gunsleben). Die Rüben des Bilmorintypus zeichnen sich durch die höchsten Zuckergehalte der Rüben, die des Klein-Wanzlebener Typus durch die höchsten von der Flächeneinheit zu erzielenden Zuckermengen, also durch die höchsten Hektarerträge an Zucker aus.

Im allgemeinen verlangt man von einer guten Zuckerrübe, daß sie reich an Zucker, dagegen arm an Eiweiß, Salzen und sonstigem „Nichtzucker“ sei, auch muß der Rübenkörper im Boden verbleiben, weil die aus dem Boden ragenden Teile stets ärmer an Zucker und reicher an Nichtzucker sind. Ferner verlangt man eine regelmäßige kegelförmige oder birnförmige unverästelte, 30 bis 35 cm lange, 0,75 bis 1 kg schwere Wurzel mit glatter Oberfläche und wenigen feinen Seitenwurzeln in den beiden seitlichen, sich gegenüberstehenden, etwas spiralförmigen Längsrinnen. Verästelungen des Rübenkörpers erschweren das Waschen und sind daher unerwünscht. Die Zuckerrübe soll hartes, dichtes, weißes Fleisch, weiße Schale, einen kleinen, flachen, wenig aus der Erde hervorstehenden, weil zuckerarmen Kopf mit wenigen, dicht zusammenstehenden Blättern besitzen. Der Zuckergehalt beträgt etwa 16% und darüber, selbst Rüben mit 24% Zucker kommen vor.

— Abb. 1 zeigt die Gestalt zweier sehr verbreiteter Zuckerrübentypen, gezüchtet von der Rübensamen-Zuchtstation W o h a n k a & Co. in Prag. Mit a ist W o h a n k a s Zuckerrübe Type W. J. R. („zuckerreiche“), mit b die Type W. E. R. („ertragreiche“) bezeichnet.



„Type W. J. R. b Type W. E. R.“

Abb. 1.

Wohanka's Zuckerrübe.

Die aus der einjährigen Stammspflanze, der Beta vulgaris hervorgegangene Zuckerrübe ist durch die Kultur eine zweijährige Pflanze geworden. Im ersten Jahre bildet sich aus dem Samen die eigentliche Rübe, die als Reservestoffbehälter dient, worin der in den Blättern entstehende Rohrzucker als wichtigster Reservestoff aufgespeichert wird. Auf Kosten dieses und anderer Reservestoffe beginnt im zweiten Jahre ein neuerliches Wachstum, wobei der Samenstengel gebildet wird, der nach der Reife die Samen trägt. Für die Zuckererzeugung kommt nur das erste Stadium in Betracht, für die Rübensamenzüchtung

-tung das zweite. Es ereignet sich jedoch zuweilen, daß manche Rüben schon im ersten Jahre in Samen schießen und den Samenstengel bilden. Dies ist eine unerwünschte Erscheinung, weil solche „Schoßrüben“ arm an Zucker, zähe, holzig und daher schwieriger zu verarbeiten sind. Die Schoßrübenbildung wird durch frühe Saat begünstigt, ferner wird sie durch zeitweise Unterbrechung des Wachstums ausgelöst, die also etwa der Winterruhe entspricht. Solche Wachstumsstörungen werden durch anhaltende Trockenheit oder durch Frost bald nach dem Auflaufen, durch Beschädigungen während des Walzens, schließlich wohl auch durch Keimung bei niedrigerer Temperatur verursacht.

1. Die Kultur der Zuckerrübe.

Die Zuckerrübe ist ziemlich wärmebedürftig und besonders im Jugendstadium sehr empfindlich gegen Frost. Auch hängt der Zuckergehalt vom Klima ab und wird im allgemeinen durch höhere Wärme begünstigt, weshalb der Zuckerrübenbau in Südschweden und in Mitteldeutschland bei einer Seehöhe von rund 350 m seine Grenze erreicht. Allzu südliche, sehr warme und feuchte Lagen sind dagegen nicht günstig, weil dort der Wachstumsstillstand nicht rechtzeitig eintritt. Nach Hecker wird bei der Zuckerrübe eine qualitativ gute Ernte erzielt, wenn von Anfang Mai bis in die erste Hälfte Juni mäßige, dann starke, dann im August wieder mäßige und im September bis Oktober geringe Niederschläge fallen. Masse Sommer verringern den Zuckergehalt, dagegen befördern Sonnenschein und Wärme die Zuckerbildung, nehmen auf das Gedeihen der Zuckerrübe jedoch nicht den Einfluß, wie die Menge und vor allem die Verteilung der Niederschläge.

Das hohe Wasserbedürfnis der Rübe drückt sich auch in den Bodenanforderungen aus, denn je trockener das Klima ist, desto tiefgründiger und frischer muß der Boden sein. Für den Zuckerrübenbau eignen sich nach Fruhwirth am besten alle sogenannten „geborenen“ Rübenböden, also alle ebenen, drainierten, tiefgründigen, humosen Lehm- oder Mergelböden. Auch sandige Lehm- und lehmige Sandböden

können der Zuckerrübe einen ausgezeichneten Standort bieten, soferne sie nicht zu trocken sind.

Als gewöhnlichste *Vorfrucht* für Zuckerrübe ist gedüngtes Wintergetreide, besonders Winterweizen anzusehen, auch nach Wintergerste und nach Alee gedeiht sie vorzüglich. Doch ist, soferne die Bodenbeschaffenheit und die Feuchtigkeitsverhältnisse gut sind und die Bodenbearbeitung sorgfältig geschieht, der Fruchtfolge keine so weittragende Bedeutung beizumessen, wie es früher geschah, besonders als man noch nicht in der Lage war, mit Hilfe der Handelsdünger den Nährstoffvorrat in den richtigen, den Ansprüchen der Zuckerrübe angemessenen Grenzen zu halten.

Hinsichtlich der *Düngung* ist folgendes zu bemerken. Um den Stickstoff- und Salzgehalt der Zuckerrübe, also überhaupt die Nichtzuckerstoffe nicht übermäßig zu erhöhen, pflegt man sie gewöhnlich nicht in frische Stallmistdüngung zu stellen, zumindest wird der Stallmist schon im Herbst untergebracht. Gründüngung hat sich vortrefflich bewährt und verdient die weiteste Beachtung. An Handelsdüngern werden, bei reiner Kunstdüngung nach *Frühwirth* etwa 2—3 q Chilesalpeter, nach Hülsenfrüchten weniger, 4—6 q 20%iges Superphosphat und 5—8 q Kainit oder 2—3 q 40%iges Kalisalz als starke Düngung verabreicht. Den Salpeter gibt man zweckmäßig in drei Gaben, und zwar die erste bei der Saat oder nach dem Auflaufen, die zweite vor der ersten, die dritte vor der zweiten Hade. Wird der Stickstoff später als Ende Juni gegeben, so verzögert er das Ausreifen; schwefelsaures Ammoniak wirkt im allgemeinen zur Rübe nicht so günstig, als Salpeter. An Stelle der zweiten und dritten Stickstoffgabe hat sich auch die Jauchezufuhr, etwa 4—5 q auf 1 ha, ihres Kali- und Stickstoffgehaltes wegen, recht gut bewährt.

Phosphorsäure pflegt man zu Zuckerrübe zumeist in Form von Superphosphat zu verabreichen, sie scheint das Reifen zu beschleunigen und wirkt in Form von Superphosphat entschieden besser, als in Form von Thomasschlacke. Das Verhältnis zwischen Stickstoff und Phosphorsäure beträgt etwa 1 : 1'5 bis 1 : 1, während man früher weit stärkere Phosphor-

säuregaben, bis zu 3 Teilen auf 1 Teil Stickstoff, verabreichte. Rochsalz als Weidünger bis zu 2 q auf 1 ha wirkt, als Kopfdüngung gegeben, vermehrend auf den Ertrag und schützt auch gegen Drahtwurm und Tausendfuß. Der Zuckergehalt erfährt durch die Rochsalzdüngung keine Verminderung; sie ist auch dort am Platze, wo man schwefelsaures Ammon an Stelle des Chilesalpeters verwendet.

Zur Vorbereitung des Feldes wird die Getreidestoppel sobald als möglich leicht untergepflügt und dann nach Ablauf einiger Wochen tief geackert, wobei man gleichzeitig den Stallmist unterbringt. Auf Feldern, die noch nie Zuckerrübe trugen, ist die Tiefkultur am Platze. Nach Hackfrucht genügt eine Furche; den Winter über bleibt das Feld in rauher Furche liegen. Je besser der Kulturzustand des Bodens ist, desto einfacher gestaltet sich die vorbereitende Bodenbearbeitung, unter Umständen genügt einfaches übergewälzen und Walzen.

Die Aussaat der Zuckerrübe geschieht im allgemeinen früh, meist im April, weil die Vegetationszeit 20 bis 30 Wochen beträgt; allerdings ist zu frühe Saat im Hinblick auf die Frostempfindlichkeit und die damit verbundene Gefahr der Entstehung zahlreicher Schoßrüben zu vermeiden. Die Saat erfolgt auf das flache Land in Reihen oder Tüpfeln, seltener in Kämmen. Je nährstoffreicher und tiefgründiger der Boden ist, umso enger wird die Rübe gestellt, um nicht über 1 kg schwere, zuckerreiche Rüben zu erhalten. Die Reihen- und die Dibbelsaat wird zumeist eng, auf 40—50, in sehr gutem Boden selbst bloß auf 30 cm Reihenweite ausgeführt, in den Reihen vereinzelt man dann die Rüben auf 30—45 cm. v. Seelhorst empfiehlt sogar nur eine Entfernung von 20 : 20 cm, Vanha von 45 : 25—30 cm. Diese Maschinen-dibbelsaat benötigt 20—24, die Reihensaat 30—40 kg Kerne pro ha, die auf 2 bis höchstens 4 cm Tiefe in trockenen Lagen untergebracht werden.

Zur Saat darf nur sortenechtes, mittelgroßes, gut ausge-reiftes und gut keimfähiges Saatgut verwendet werden.

Einen Überblick über die Forderungen der üblichsten Handelsnormen für Zuckerrübensamen enthält die folgende Zusammenstellung nach *Stomers* und *Freudl*.

	Wiener Normen	Berliner Normen	Magdeburger Normen
Berunreinigungen	unter 3 %	bis 3 %, bis 5 % mit Abzug	nicht über 3 %
Wassergehalt	nicht über 15 %	bis 15 %, bis 17 % mit Abzug	nicht über 15 %, bis 17 % mit Abzug
Von 100 Ähren sollen			
nach 5 Tagen gekeimt haben	mindestens 135 Keime	—	—
nach Abschluß des Versuches Keime geliefert worden sein	150	—	130 bei kleinfn. Zuckerr., 120 bei kleinfn. Futterr.
überhaupt min- destens keim- fähig sein	80	75	70 bei kleinfn. Rüben, 80 bei großfn. Rüben
1 kg reiner Luft- trockener Ähren soll mindestens lie- fern Keime	70.000	70.000	50.000

Um die Hartschaligkeit zu beheben und gleichzeitig den Rübenkernen anhaftende Pilzkeime zu vernichten, wird vielfach mit 0'5—2%igen Lösungen von Magnesiumsulfat, Karbolsäure, Kupferkalkbrühe ußf. gebeizt; sehr gelobt wird ferner das Beizen mit Schwefelsäure, wodurch das Auflaufen beschleunigt und die Zahl der keimenden Samen vermehrt wird.

Zur Pflege der Zuckerrübe gehört, wenn erforderlich, das Aufbrechen von Bodenkrusten mit leichten Blatt- oder Stachelwalzen, um das Auflaufen zu erleichtern, es erfolgt bei günstiger Witterung nach 10—14 Tagen. Um das Überwuchern der jungen Pflanzen durch Unkräuter zu verhüten, muß bald gehackt werden. Häufig gibt man noch vor dem Auflaufen die erste, leichte, sog. „Blindhacke“, ihr folgen dann nach Bedarf noch weitere drei bis zu fünf Behackungen, wobei man auf

schweren Böden mit der letzten oder vorletzten Hacke ein leichtes Anhäufeln verbindet. Nach der ersten eigentlichen Behackung (die Blindhacke nicht gerechnet) folgt das Vereinzeln, sobald die Rüben strohhalm dicke Wurzeln und die ersten 4 Blätter ausgebildet haben, wodurch man die Entfernung in den Reihen auf 18 bis 20 cm bringt. Bei Reihensaaf läßt man zuvor eine Pferdehacke quer über die Reihen gehen, worauf die übrig bleibenden Pflanzenbüschel bis auf die stärkste Pflanze ausgezogen werden. Weil sich aus einem Rübenkern stets mehrere Pflanzen entwickeln, muß bei jeder Saamethode vereinzelt werden.

Zuweilen gehen die Rüben zwar regelmäßig auf, doch beginnen die Blätter früher oder später zu welken, werden mattgrün, gelb, grau und sterben schließlich ganz ab. Diese, als „Rübenmüdigkeit“ bezeichnete Erscheinung hat nach Fr u w i r t h, Pflanzenbaulehre, die folgenden Ursachen: Bodenerschöpfung an Phosphorsäure, Kali usw., ungünstige physikalische Beschaffenheit des Untergrundes bei zu rasch aufeinanderfolgender Rübenkultur, Beschädigungen durch Schädlinge, besonders durch die Rüben nematode, einen Fadenwurm, dessen Weibchen mit unbewaffnetem Auge als sehr kleine, weiße, an den Wurzeln sitzende Pünktchen erkennbar sind. Als bestes Abwehrmittel gilt der Anbau von Fangpflanzen, z. B. von Sommerrüben, die man bis zu viermal im selben Jahre hintereinander baut.

Die Zuckerrübe wird von zahlreichen Pflanzenkrankheiten und Schädlingen aus dem Tierreiche heimgesucht und oft schwer beschädigt. Wir nennen den Wurzelbrand, die Schärze oder Rußtau, die Herz-, Trocken- oder Kronenfäule, den Rübenschorf, die Blattseckenkrankheit, den echten und den falschen Mehltau usw., von Schädlingen aus dem Tierreiche: die Aaskäfer, Rübenrüffeltäfer, Hohlrüßler, Tausendfuß, Saatschnellkäfer, Blattkäfer, nebeliger Schildkäfer, Erdfloh, Gemüseecule, Kohleule, die Kunkel- oder Rübensfliege, Blattläuse usw. Näheres über diese Feinde der Zuckerrübe, ihre Erkennung und Bekämpfung siehe: St i f t, Krankheiten und tierische Feinde der Zuckerrübe, Wien.

Die Ernte der Zuckerrübe wird in der Regel ziemlich spät vorgenommen, weil die Rübe bis in den Herbst wächst und Zucker aufspeichert, allerdings muß sie vor dem Frosteintritte beendet sein. Sehr zweckmäßig ist es, durch wöchentlich vorzunehmende Proben festzustellen, ob noch eine nennenswerte Zunahme des Zuckergehaltes erfolgt und erst dann zur Ernte zu schreiten, wenn dies nicht mehr der Fall ist. Man hebt die Rübe mit der Rübengabel oder dem Rübenspaten aus, in Großbetrieben benützt man eigene Rübenheber. Bei jeder Art der Ernte ist nach Möglichkeit zu trachten, Beschädigungen der Wurzel zu verhüten, weil dies zur Fäulnis Anlaß gibt. Durch Aneinanderklopfen werden die dem Boden entnommenen Rüben von der Erde befreit, worauf man sie mit einem Schnitte köpft, denn die Rübenköpfe sind zuckerärmer, dagegen salzreicher; Köpfe und Blätter werden verfüttert. Die geköpften und geputzten Rüben setzt man in Haufen, die man zum Schutze gegen Nachtfroste mit Blättern usw. bedeckt. Rüben, die erst später zur Verarbeitung gelangen, werden am besten in Erdmieten aufbewahrt.

Das Einmieten der Rübe verfolgt den Zweck, einerseits die Rüben vor dem Erfrieren zu schützen, andererseits sie unter Verhältnisse zu bringen, unter denen die Atmung und die damit verbundene Zuckerzerstörung so gering als möglich ist, dem wird am besten durch niedere, doch nicht den Gefrierpunkt erreichende Temperatur entsprochen. Zu diesem Zwecke werden die Rüben gleich nach der Ernte, bevor sie noch durch Wasserverlust welk werden, in langgestreckte Haufen von geringer Breite bei tunlichster Vermeidung von Zwischenräumen zusammengeschichtet und dann mit Erde überdeckt. Die Dicke der Erddede erhält je nach der Witterung eine wechselnde Mächtigkeit, bei mildem Wetter genügen etwa 30 cm, dagegen muß bei eintretendem starken Frost die Erddede bis auf 1 m verstärkt werden. Sehr zweckmäßig ist es, mit Thermometern den Temperaturverlauf in den Mieten zu beobachten, die Temperatur soll sich nahe an Null Grad bewegen, doch sind die Rüben vor dem Frieren unbedingt zu schützen. Mit dem Einmieten sind stets Zuckerverluste verbunden, weil auch bei nie-

derer Temperatur die Rübe, wenn auch nur mäßig, atmet und dazu einen Teil des in ihr aufgespeicherten Zuckers verbraucht. Der Zuckerverlust beträgt etwa 2%; es liegt daher im Interesse einer hohen Ausbeute, die Rübe nach der Ernte so rasch als tunlich zu verarbeiten.

2. Die Bestandteile der Zuckerrübe.

Gleich jedem anderen organischen Gebilde baut sich auch die Rübe aus Zellen auf. Dies sind mikroskopische, von einer festen Haut, der Zellwand umschlossene, lebende Gebilde, deren Inneres von einer schleimigen Masse, dem Protoplasma, erfüllt ist. Das Protoplasma ist in der lebenden, gesunden Zelle fest an die Zellwand angepreßt, es enthält Hohlräume, die Vacuolen, die mit einer wässerigen, verschiedene Stoffe gelöst enthaltenden Flüssigkeit erfüllt sind.

Die Zellen treten, je nach den Funktionen, die sie zu erfüllen haben, zu verschiedenen Zellverbänden zusammen. Wir unterscheiden bei der Rübe die Gefäßbündel, deren Aufgabe es ist, die Saftströmung zu vermitteln, das Parenchymgewebe, eine lockergefügte, schwammige Masse von Zellen, deren Zellflüssigkeit den Zucker enthält, und das Oberhautzellgewebe, die aus derberen Zellen bestehende, die Rübe überkleidende Oberhaut. Die einzelnen Zellen grenzen nicht unmittelbar aneinander, sondern sind an allen Berührungsstellen durch eine eigentümliche Masse, die Interzellularsubstanz ver kittet. Die lebende Zelle läßt zwar Lösungen in das Zellinnere eintreten, doch nicht austreten, dies ist erst der Fall, wenn die Zelle tot ist, dann zieht sich auch das Protoplasma von der Zellwand zurück.

Verkleinert man eine Zuckerrübe mit Hilfe besonderer Vorrichtungen (Reiben) zu einem feinen Brei und behandelt man diesen zarten, „geschliffenen“ Brei mit Wasser, so verteilen sich die gelösten Stoffe, der „Saft“ in diesem, während die unlöslichen, das „Mark“ zurückbleiben. Das Mark besteht aus den Zellhäuten, Teilen des Protoplasmas, den Gefäßbündeln und der Interzellularsubstanz. Diese ist in Wasser unlöslich, löst sich dagegen in alkalischen Flüssigkeiten und geht

dabei gleichzeitig in Arbinsäure über. Weil sich bei der Saftreinigung dieser Vorgang durch die Behandlung des Saftes mit Kalk abspielt und schließlich die Kristallisation des Zuckers durch die Anwesenheit anderer Stoffe, wie z. B. der schleimigen Arbinsäure gestört wird, trachtet man, nach Möglichkeit reinen Saft, der frei von Markteilen ist, zu gewinnen. Wie dies geschieht, wird in einem der folgenden Abschnitte erörtert werden.

Wird Rübenbrei einem hohen Drucke ausgesetzt, und der erhaltene Saft näher untersucht, so ergibt sich, daß er etwa zu 80% aus Wasser und zu 20% aus gelösten Stoffen besteht, die man ihrer Gesamtmenge nach als „Trockensubstanz“ bezeichnet. In dieser Trockensubstanz ist auch der Zucker inbegriffen, der in guten Rüben die Hauptmenge der Trockensubstanz bildet. Wird daher der Trockensubstanzgehalt des Rübensaftes ermittelt, so gestattet dies einen Rückschluß auf dessen Zuckergehalt.

Die Ermittlung der Trockensubstanz des Rübensaftes kann nach zwei Verfahren geschehen: auf gewichtsanalytischem Wege und mittels der Balling'schen Spindel. Im ersten Falle wird eine gewogene Menge des Saftes unter Einhaltung bestimmter Vorsichtsmaßregeln vollständig zur Trockene verdampft und der Rückstand gewogen. Dieses Verfahren liefert ganz genaue und zutreffende Zahlen, ist aber, wie begreiflich, ziemlich umständlich und vor allem zeitraubend. Weit rascher, allerdings mit geringerer Genauigkeit gelingt die Bestimmung der Trockensubstanz mittels der Balling'schen Spindel oder des Saccharometers. Weil nach diesem Verfahren jedoch nicht die tatsächliche Menge der Trockensubstanz, sondern nur ein Näherungswert erhalten wird, pflegt man dann von „scheinbarer Trockensubstanz“ zu sprechen.

Die Balling'sche Spindel (Abb. 2) beruht auf der Tatsache, daß ein in reinem Wasser schwimmender Senfkörper in Lösungen minder tief eintaucht und zwar umso weniger tief, je konzentrierter diese Lösungen sind. Die Tiefe des Eintauchens ist mithin proportional dem Gehalte der Lösung an dem gelösten Stoffe, z. B. Zucker und man kann mit Hilfe

solcher Spindeln den Trockensubstanz- bzw. Zuckergehalt reiner Zuckerlösungen mit sehr großer Genauigkeit ermitteln.

Wird das gleiche Verfahren zur Ermittlung der Trockensubstanz von Rübensäften benützt, so liefert es keine ganz zutreffenden Zahlen, weil die Rübensäfte eben außer Zucker auch andere Stoffe gelöst enthalten. Die Marke an der Spindel zeigt also nicht den Zuckergehalt, sondern mit annähernder, doch für praktische Zwecke durchaus ausreichender Genauigkeit den Gehalt des Saftes an Trockensubstanz an.

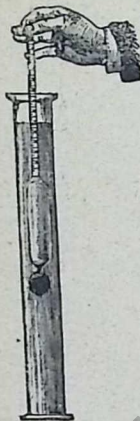


Abb. 2.
Die Balling'sche
Spindel.

Die Trockensubstanz besteht, wie erwähnt, zum größten Teile aus Zucker, der Rest, der „Nichtzucker“ wird von verschiedenen Stoffen gebildet, unter denen wir Eiweißstoffe, dann Amide, organische Säuren, Farbstoffe u. s. w. nennen. Neben diesem organischen Nichtzucker ist auch anorganischer, hauptsächlich aus Kali, Natron, Kalk, Magnesia u. s. w. bestehend, vorhanden. Diese Basen sind mit den erwähnten organischen Säuren zu Salzen vereint oder an anorganische Säuren, wie Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor gebunden. Die Gesamtmenge dieses anorganischen Nichtzuckers bildet die Asche, die nach dem Verbrennen der organischen Substanz hinterbleibt. Von der Bedeutung und dem Einfluß der Nichtzucker-

stoffe auf die Löslichkeit des Zuckers und die Melassebildung wird später noch die Rede sein.

Das Verhältnis zwischen dem Zuckergehalte eines Rübensaftes und seinem Gehalte an Nichtzucker bildet ein Maß für die Reinheit. Gleich der Trockensubstanz mit Hilfe der Spindel kann auch der wirkliche Zuckergehalt mit Hilfe des Polarisationsapparates in einfacher Weise binnen kurzer Zeit ermittelt werden. Zieht man von der Trockensubstanz den Zuckergehalt ab, so entspricht die verbleibende Differenz dem Gehalte des Saftes an Nichtzucker. Jene Rübe wird im allgemeinen

die wertvollere sein, die weniger Nichtzucker enthält, weil er bei der Fabrikation vom Zucker getrennt werden muß und die Reindarstellung des Zuckers erschwert, in je größerer Menge er vorhanden ist.

Durch die beiden Zahlen: Zuckergehalt und Gehalt an Nichtzucker wird jedoch der relative Wert einer Rübe nicht genügend gekennzeichnet. Dies ist erst der Fall, wenn man berechnet, wie viel Teile Zucker in 100 Teilen Trockensubstanz enthalten sind, diese Zahlen sind dann untereinander vergleichbar. Je nachdem man diese Zahl auf Grund der wirklichen, auf gewichtsanalytischem Wege ermittelten, oder der mittels des Saccharometers erhobenen scheinbaren Trockensubstanz berechnet, bezeichnet man sie als „wirkliche“ oder als „scheinbare“ Reinheit oder als „Reinheitsquotient“, meist abgekürzte „Quotient“ genannt.

Enthält beispielsweise der Saft einer Rübe 20% Trockensubstanz und 18% Zucker, so ist der Reinheitsquotient

$$\frac{100 \times 18}{20} = 90'00$$

Die gleiche Ausdrucksweise für das Verhältnis zwischen Zucker und Nichtzucker wird auch zur Kennzeichnung der Reinheit von Säften, Füllmassen uß. benützt.

3. Die Zuckerarten.

Außer dem in der Zuckerrübe und im Zuckerrohr vorkommenden Rohrzucker oder der Saccharose unterscheidet man noch zahlreiche andere Zuckerarten, von denen einzelne auch für den Zuckerfabrikanten wichtig sind. Alle Zuckerarten gehören zur großen Gruppe der Kohlehydrate, so genannt, weil in diesen Verbindungen immer Wasserstoff und Sauerstoff im gleichen Verhältnisse 2:1 enthalten ist. Alle Kohlehydrate bestehen nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wobei die Anzahl der Kohlenstoffatome im Molekül entweder 6 oder ein Vielfaches dieser Zahl beträgt.

Die wichtigsten Zuckerarten und ihre chemischen Formeln sind:

Traubenzucker oder Dextrose	$C_6 H_{12} O_6$
Fruchtzucker oder Läbuloſe	$C_6 H_{12} O_6$
Milchzucker oder Laktose	$C_{12} H_{22} O_{11}$
Rohrzucker oder Saccharose	$C_{12} H_{22} O_{11}$
Raffinoſe oder Melitose	$C_{18} H_{32} O_{16}$

Traubenzucker und Fruchtzucker kommen in Früchten vor, der erste entsteht auch aus Stärke, die ebenfalls ein Kohlehydrat ist, durch Kochen mit Säuren und wird daher auch „Stärkezucker“ genannt. Ein Gemenge beider Zuckerarten ist im Bienenhonig enthalten, es entsteht auch bei der durch Erwärmen mit Säuren bewirkten Hydrolyse des Rohrzuckers, wobei er unter Aufnahme eines Moleküls Wasser in gleiche Mengen Dextrose und Läbuloſe gespalten wird, ein solches äquimolekulares Gemenge beider Zuckerarten heißt „Invertzucker“. Dextrose dreht die Ebene des polarisierten Lichtstrahles nach rechts, Läbuloſe nach links. Weil die Läbuloſe stärker linksdrehend ist, als die Dextrose rechtsdrehend, so lenkt der Invertzucker die Polarisationsenebene auch nach links ab. Saccharose ist rechtsdrehend, nach der Hydrolyse oder „Inversion“ tritt Linksdrehung auf, die Drehung ist mithin „umgekehrt“ oder „invertiert“, weshalb man den Vorgang als Inversion, die durch Inversion entstehende Zuckerart „Invertzucker“ nennt. Traubenzucker und Fruchtzucker, ebenso der Invertzucker sind direkt gärungsfähig, d. h. sie werden durch Gefe in Alkohol und Kohlensäure zerlegt.

Milchzucker ist in der Milch der Säugetiere enthalten, er schmeckt weit weniger süß als Rohrzucker und besitzt für uns kein weiteres Interesse.

Die Saccharose tritt in vielen Pflanzen auf, doch nur in wenigen allein, nicht von anderen Zuckerarten, besonders von Invertzucker, begleitet. Diese Pflanzen sind das Zuckerrohr und die Zuckerrübe, dann gewisse zuckerführende Palmenarten, endlich der auch in unseren Gegenden heimische Zuckerahorn, der ebenfalls früher zur Zuckergewinnung, bezw. zur Darstellung eines Sirups herangezogen wurde.

Der Rohrzucker kristallisiert sehr leicht und schön in rhombischen Kristallen, die im reinen Zustande farblos sind. Er

ist sehr leicht in Wasser löslich, die Temperatur begünstigt die Löslichkeit. Es werden gelöst bei

° C	% Rohrzucker
0	64'18
10	65'58
20	67'09
30	68'70
40	70'42
50	72'25
60	74'18
70	76'22
80	78'36
90	80'61
100	82'97

Kühlt man eine bei einer bestimmten, höheren Temperatur mit Zucker gesättigte Zuckerslösung ab, so wird eine solche Zuckermenge in Kristallen ausgeschieden, daß nun die Lösung der tieferen Temperatur entsprechend mit Zucker gesättigt ist. Diese Erscheinung tritt jedoch nur bei ganz reinen Zuckerslösungen ein, also bei solchen, die außer Zucker keinen anderen Stoff gelöst enthalten. Ist auch „Nichtzucker“ zugegen, so wirkt er in größeren Mengen im allgemeinen begünstigend auf die Löslichkeit des Zuckers. Mit anderen Worten: bei der Abkühlung unreiner, gesättigter Zuckerslösungen auf tiefere Temperaturen scheidet sich nicht die gesamte Menge des Zuckers aus, die ausfallen sollte, sondern weniger und es bleibt eine größere Zuckermenge gelöst, als der Temperatur entspricht. Diese Erscheinung ist für die Zuckersfabrikation ungemein wichtig, denn auf ihr beruht die Tatsache, daß praktisch nie die Gesamtmenge des Zuckers in kristallisiertem Zustande gewonnen werden kann und schließlich durch weitere Wasserentziehung und Abkühlung trotz eines ansehnlichen Zuckergehaltes nicht mehr kristallisierende Abläufe, „Melassen“ erübrigen, weil deren Gehalt an Nichtzucker ebenfalls sehr bedeutend ist und die Abscheidung des Zuckers verhindert. Erst wenn durch besondere Verfahren, z. B. durch Osmose, der

Gehalt an Nichtzucker verringert wird, kann neuerdings ein Teil des Zuckers durch Kristallisation gewonnen werden.

Wird trockener Zucker auf 100°C erwärmt, so erleidet er keine Veränderung, wohl aber finden dann mäßige Zersetzen statt, wenn auch Feuchtigkeit zugegen ist. Auf 160°C erhitzt, schmilzt die Saccharose, bei Temperaturen zwischen 210 und 220°C bräunt sie sich, bläht sich auf, gibt Wasser ab und geht in eine dunkelbraune, geschmacklose Substanz, das Karamel, über, das — meist neben bitter schmeckenden Röst- und Zersetzungsprodukten — den färbenden Bestandteil der Zuckercouleur bildet. Doch wird dieses harmlose Färbemittel für dunkle Biere u. s. zumeist nicht aus Rohrzucker, sondern aus Stärkezucker dargestellt.

Zuckerlösungen sieden stets bei höherer Temperatur, als Wasser, je mehr Zucker sie gelöst enthalten, desto höher liegt der Siedepunkt. Werden Zuckerlösungen längere Zeit gekocht, so finden, namentlich, wenn die Lösungen nicht rein und Alkalien zugegen sind, Zersetzungen statt, die mit Verlusten an kristallisierbarem Zucker verbunden sind. Man bemüht sich daher, das Verdampfen der Zuckerlösungen in der Zuckersfabrikation bei nach Möglichkeit niederen Temperaturen vorzunehmen, ging von der direkten Feuerung allgemein zur Heizung mit Dampf über, hält die Säfte nicht stärker alkalisch, als nötig und kürzt das Verdampfen nach Möglichkeit ab. Die Mittel, die zur Erreichung dieses Zieles zur Verfügung stehen, werden an späterer Stelle erörtert werden.

Des Verhaltens des Rohrzuckers zum polarisierten Lichte haben wir schon gedacht. Ein polarisierter Lichtstrahl wird, wenn er eine Rohrzuckerlösung durchläuft, abgelenkt, und zwar ist die Ablenkung proportional der Konzentration der Zuckerlösung und der Länge der durchlaufenen Schicht. Auf dieser Tatsache beruht die polarimetrische Zuckerbestimmung mit Hilfe der Polarisationsapparate, ein Verfahren, das ebenso genau, wie rasch durchführbar ist.

Während Dextrose und Läbulose von der Hefe direkt vergoren werden, ist die Saccharose nicht gärungsfähig. Allerdings wird sie durch ein von der Hefe abgesondertes Enzym,

das Invertin, in Dextrose und Läbuloſe geſpalten, alſo invertiert und der Invertzucker wird dann glatt vergoren.

Die ſchon kurz beſprochene Hydrolyſe oder Inverſion des Rohrzuckers wird nicht nur durch Mineralſäuren, ſondern auch durch organiſche Säuren bewirkt, wobei die Spaltung allerdings weit langſamer verläuft. Da auch die Rübe organiſche Säuren enthält, die in den Saft gelangen, würden ſie die Inverſion des Rohrzuckers während des Ganges der Zuckerfabrikation herbeiführen. Um dies zu verhüten, bindet man ſie, ſoweit ſie durch den Kalzzuſatz bei der Scheidung nicht ausgefällt werden, an Kalk und ſorgt dafür, daß der Saft auf allen Stationen der Fabrikation ſtets ſchwach alkalisch reagiert.

Mit Baſen, vor allem mit Kalk, Baryt und Strontian, bildet die Saccharoſe wohlcharakteriſierte Verbindungen, ſogenannte Saccharate. Man benützt dieſe zum Teile und unter gewiſſen Bedingungen unlöslichen oder ſchwer löslichen Verbindungen zur Abſcheidung des Zuckers aus nicht mehr kriftalliſierenden Abläufen und Melaffen. Durch Behandlung mit Kohlenſäure werden dann die Saccharate zerlegt und der Zucker abgeſchieden, während das Carbonat des Erdkalks wieder in Hydroxyd oder Oxid übergeführt wird und neuerdings in den Gang des Prozeſſes eintritt.

Mengt man eine Löſung von Kupferſulfat in Waſſer mit Kalilauge, ſo wird voluminöſes Kupferoxydhhydrat ausgefällt. Sind jedoch organiſche Säuren, z. B. Weinfäure oder ein Salz der Weinfäure zugegen, ſo unterbleibt die Fällung und es entſteht eine tiefblaue Flüſſigkeit. Dieſe, nach einer beſtimmten Vorſchrift zu bereitende „Fehling'sche Löſung“ wird beim Kochen mit einer Saccharoſelöſung nicht verändert. Verſetzt man ſie dagegen mit einer Löſung von Invertzucker, ſo fällt rotes Kupferoxydul aus. Dieſe Reaktion dient zum Nachweiſe von Invertzucker neben Rohrzucker, ſie dient jedoch auch zur Beſtimmung der Menge des Invertzuckers, weil, wenn die Reaktion unter Einhaltung gewiſſer Vorausſetzungen, beſonders hiñſichtlich der Konzentration, Kochdauer uſſ. durchgeführt wird, die ausgeſchiedene Menge

Kupferoxydul zu dem ursprünglich vorhandenen Invertzucker in einem bestimmten Verhältnisse steht. Diese Reaktion ist sehr empfindlich und kann auch zum Nachweise verhältnismäßig geringer Mengen Invertzucker dienen.

Zum Nachweis sehr kleiner Saccharosemengen benützt man die Reaktion mit α -Naphthol und konzentrierter Schwefelsäure. Selbst bei Gegenwart ungemein geringer Zuckermengen entsteht eine deutliche, rotviolette Färbung.

Die Raffinose, auch Melitose, Melitriose oder, weil ihr Drehungsvermögen stärker ist, als das der Saccharose und sie daher das Vorhandensein größerer Zuckermengen vor-
täuscht, „Pluszucker“ genannt, kommt in größeren Mengen in der australischen Manna vor, die von einer Eufalyptusart stammt, auch im Baumwollsamennmehl ist sie vorhanden. Zuckerrüben enthalten sie meist, wenn überhaupt, nur in sehr geringen Mengen. Weil die Raffinose leichter löslich ist, als die Saccharose, flüßt sie sich schließlich in den Abläufen an, aus denen sie mit den Nachprodukten auskristallisiert. Die Kristalle solcher raffinosehaltiger Zucker sind häufig eigentümlich zugespitzt und man nahm früher allgemein an, daß dies durch die Gegenwart der Raffinose veranlaßt sei. Wie jedoch Herzfeld gezeigt hat, tritt diese Erscheinung durchaus nicht nur bei Gegenwart von Raffinose ein, sondern sie wird auch durch Kaltsalze hervorgerufen, ebenso durch die Zähflüssigkeit der Sirupe, welche Störungen im normalen Verlaufe der Kristallisation bedingt. Nach Herzfeld ist überhaupt die Raffinose in der Rübe durchaus nicht so verbreitet, wie man früher häufig annahm und vielfach wurde sie nur durch Ungenauigkeiten der Untersuchungsverfahren vorgetauscht.

Wie erwähnt, dreht sie stärker nach rechts, als Saccharose, ist leichter löslich, als diese. Sie reduziert Fehling'sche Lösung nicht.

II. Die Saftgewinnung.

Um den in der Rübe enthaltenen Zucker zu gewinnen, muß der „Saft“ zunächst von dem Marke der Rübe getrennt

werden, was durch das Diffusionsverfahren geschieht. Doch kann man die in die Fabrik eingelieferte Rübe nicht sofort verarbeiten, sondern sie muß zunächst von der anhängenden Erde gereinigt werden. Dieses Waschen der Rüben hat einen mehrfachen Zweck. Es handelt sich darum, alle Fremdkörper zu beseitigen, wodurch die Säfte verunreinigt oder, wie z. B. durch Steine, Beschädigungen der Apparate hervorgerufen werden könnten. Ferner ist die Entfernung des Schmutzes nötig, um das Nettogewicht der verarbeiteten Rübe genügend genau erheben und darauf die Ausbeuteberechnung gründen zu können. Endlich wird mit dem Waschen der Rübe auch ihr Transport in die Fabrik vom Rübenhofe verknüpft, indem man sich der Rübenschwemme bedient.

Erst die vollständig gereinigten Rüben werden den Zerkleinerungsvorrichtungen, den Schneide- oder Schnitzmaschinen übergeben, die sie in dünne Bänder mit großer Oberfläche verwandeln. Diese Rübenschnitte werden dann in den Diffusionsapparaten systematisch ausgelaugt.

1. Beförderung und Reinigung der Rüben.

Die zur Verarbeitung in die Fabrik gelangenden Rüben werden heute fast allgemein mit Hilfe der R i e d i n g e r'schen Rübenschwemme nach der Waschmaschine befördert. Dies hat den Vorteil, daß einerseits wesentlich an Transportauslagen gespart wird, weil die Beförderung in der Rübenschwemme viel billiger ist, als jede andere Transportvorrichtung, andererseits bedingt das Schwemmen eine Vorreinigung der Rüben, gestattet die Absonderung von Fremdkörpern, Stroh usw. und entlastet dadurch die Waschmaschine.

Die R ü b e n s c h w e m m e besteht aus einem Systeme eiserner, gemusteter oder aus Stampfbeton angefertigter, in der Erde versenkter Kanäle, die etwa 40—50 cm breit, 50 bis 60 cm hoch sind und ein Gefälle von rund 7—8 Promille erhalten. Oberhalb der mit Brettern oder Eisenplatten eingedeckten Kanäle werden die Rüben abgelagert, wobei man, um den Fassungsraum zu erhöhen, Gruben aushebt, soferne die

Schwemmrinnen tief genug im Boden liegen, oder Kästen aus Holz oder Beton zur Aufnahme der Rüben aufführt. Von hier werden die Rüben in die Kanäle geworfen, worauf sie von dem fließenden Wasser erfasst und nach der Waschmaschine befördert werden.

Weil den Zuckerrfabriken meist nicht genug fließendes Wasser zur Verfügung steht, wird gewöhnlich das Wasser aus der barometrischen Kondensation benützt, oder sonstiges Abwasser in die Schwemmkanaäle geleitet. Wo Wassermangel herrscht, befindet sich dieses Wasser dann im fortwährenden Kreislaufe; ehe es die Fabrik schließlich verläßt und auch während seiner Wanderung muß es vom Schlamme befreit werden, was in Kläranlagen geschieht. Der Wasserbedarf der Rübenschwemmen ist allerdings ziemlich bedeutend — es wird etwa die achtfache Wassermenge vom Gewichte der zu befördernden Rüben gebraucht — trotzdem ist diese Art des Transportes die billigste und auch der ansehnliche Wasserbedarf läßt sich durch Wiederverwendung des Wassers wesentlich einschränken. An geeigneten Stellen der Schwemmkanaäle werden Kraut- u. Strohfränger, das sind bewegliche Rechen, die das an der Oberfläche schwimmende Blattwerk aufzufangen und beseitigen, eingebaut. Damit keine Steine und sonstige harte Fremdkörper in die Schneidemaschine gelangen, wird außerdem noch an einer geeigneten Stelle, meist vor dem Rübenhubrade, ein Steinsfränger eingeschaltet.

Das Ende der Rübenschwemme ist, des erforderlichen Gefälles wegen, der tiefste Punkt der gesamten Anlage und es handelt sich nun darum, von hier die in die Fabrik gelangte Rübe nach der Rübenwaschmaschine zu heben. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen. Meist benützt man zu diesem Zwecke das Rübenhubrad, ein an seinem Umfange mit durchlochten Taschen versehenes Rad von entsprechend großem, der Hubhöhe angepaßtem Durchmesser, das die am Ende des Schwemmkanaales angelangten Rüben ausschöpft, hebt und schließlich entleert, worauf sie nach der Waschmaschine gleiten. Dient das Rübenhubrad gleichzeitig zur neuerlichen Wasserhebung, so werden an Stelle der gelochten, volle Taschen be-

nüßt, wobei dann Wasser und Rübe auf einem Gitterroste getrennt werden.

Alle Transportvorrichtungen zum Heben der Rübe sind nach Art der Schnecentransporteurs gebaut, sie werden besonders dort verwendet, wo die Rübe auf größere Höhen gehoben werden muß und Fuhräder nicht mehr am Platze sind, weil ihr Durchmesser zu bedeutend würde. In den Schnecentransporteurs bewegt sich eine Schnecke ohne Ende, die in den Schwimmkanal taucht und, während sie sich in Umdrehung befindet, Rübe und Wasser aushebt und empor befördert, wobei etwa in der Mitte des Transporteurs das Schmutzwasser durch Öffnungen nach dem Schmutzwasserkanale abfließt.

Endlich sei noch einer auf einem sehr interessanten Prinzip beruhenden Vorrichtung zum Heben der Rübe gedacht. Es ist dies die Mammutpumpe. Sie besteht aus einem entsprechend weiten, U-förmig gebogenem Rohre, in dessen einen, kürzeren Schenkel, die Rübenschwemme mündet. Der zweite, längere Schenkel steigt entsprechend hoch empor, biegt dann um und endet oberhalb der Rübenschwemme. Das Emporsteigen von Wasser und Rübe in dem langen Schenkel wird dadurch ermöglicht, daß in ihn unten Luft eingepreßt wird. Das dadurch entstehende Gemenge von Wasser, Luft und Rübe besitzt ein geringeres spezifisches Gewicht, als die nur aus Wasser und Rübe bestehende Säule auf der anderen, kürzeren Seite, wodurch es emporsteigt. Die Leistung dieser Mammutpumpen, die auch für andere Zwecke ausgedehnte Verwendung finden, ist gewaltig, selbstverständlich ist die Förderhöhe begrenzt. Ein allerdings geringfügiger Nachteil ist, daß zur Unterbringung ein Brunnenschacht ausgehoben werden muß, dessen Tiefe von der Lage der Sohle des Schwimmkanales unter der Bodenoberfläche und der Förderhöhe über der Bodenoberfläche abhängt. Liegt die Sohle des Schwimmkanales 2'5 m unter der Oberfläche und sollen die Rüben auf 4 m oberhalb der Oberfläche gehoben werden, so beträgt die Tiefe des Schachtes $2 \times 2'5 + 4 = 9$ m. Ein großer Vorteil ist es dagegen, daß die Rüben durch das Durcheinanderquirlen

im Rohre der Mammutpumpe und die gegenseitige Reibung äußerst gründlich gereinigt werden und Beschädigungen der Rüben so gut wie ausgeschlossen sind. Allerdings fördert die Mammutpumpe wahllos auch Sand und Steine mit, doch können diese durch Einschaltung eines Steinfängers zwischen dem Austrittsrohre der Pumpe und der Rübenwaschmaschine leicht abgesondert werden.

Mit Hilfe der Rübenschwemme und der zum Heben der Rübe dienenden Vorrichtungen gelingt es, Rübenmengen zu bewältigen, deren Beförderung sonst erhebliche Schwierigkeiten und Kosten verursachen würde, vielleicht sogar ganz unmöglich wäre; es sind schon Tagesleistungen von 200 Waggons und darüber, selbst bis zu 240 Waggons zu 10.000 kg zu verzeichnen. Freilich bedingt das Verweilen der Rübe im Schwemmwasser Zuckerverluste, doch sind diese gering und im Mittel etwa mit 0'05% zu veranschlagen. Doch findet keine Auslaugung gesunder, unverletzter Rüben statt, nur dort, wo Verletzungen vorliegen und an den Stellen der abgebrochenen Schwänze wird Zucker ausgelaugt, dessen Gesamtmenge sich jedoch nur innerhalb sehr enger Grenzen bewegt. Anders verhalten sich freilich gefrorene Rüben; dann können die Verluste in der Schwemme bis zu 0'5%, bei Verwendung verhältnismäßig warmen Wassers sogar noch höher steigen.

Die in die Fabrik gelangte Rübe muß nun noch gründlich gewaschen werden, um nach Möglichkeit die anhängende Erde, Sand, kleine Steine usw., überhaupt alle harten und festen Fremdkörper zu entfernen. Diese würden, in die Schneidemaschinen gelangt, dort die Messer stumpf machen und dies hat dann zur Folge, daß die Rübe zerrissen und nicht in glatte Schnitte mit regelmäßiger Oberfläche verwandelt wird, was wieder die Arbeit der Diffusionsbatterie ungünstig beeinflusst. Man übergibt die Rübe daher noch besonderen Waschvorrichtungen, die nur dann entbehrt werden können, wenn man sich zur Beförderung der Rübe der Mammutpumpe bedient, aber selbst dann noch angezeigt sind.

Die Waschmaschinen besitzen die mannigfachste Einrichtung, gemeinsam ist das Umherbewegen der Rübe in

fließendem Wasser, wobei gleichzeitig Sand und Steine in Steinfängern abgetrennt werden. Die einfachste Ausführungsart der Waschmaschinen besteht in einer, in einem Troge rotierenden Lattentrommel, welche die Rübe durchläuft, die neuen Waschmaschinen besitzen dagegen an Stelle der Trommel einen langgestreckten, mit schlitzförmigen Öffnungen versehenen Trog, in dem eine mit schraubenförmig angeordneten Flügeln besetzte Welle langsam rotiert. Unterhalb dieses Troges befindet sich ein zweiter zur Aufnahme des Schlammes und Sandes, dessen Boden Gefälle nach der Entwurfsöffnung besitzt, um das Ansammeln der Steine usw. an einer Stelle zu

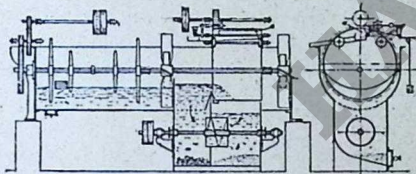


Abb. 3. Rübenwaschmaschine mit Stein- und Grasfänger.

begünstigen und die Entfernung zu ermöglichen. Die eingeworfenen Rüben werden von den Flügeln wiederholt gehoben und schließlich dem Auswurfe zugeführt.

Die Einrichtung solch einer modernen Rübenwaschmaschine mit Stein- und Grasfänger veranschaulicht die folgende Abb. 3, sie wird von der Maschinenbau-A.-G. vorm. Breitfeld, Danek & Co. in Prag gebaut.

Der erste Teil der Waschmaschine ist, wie aus der Abbildung ersichtlich, die eigentliche Wäsche, jedoch mit dem Unterschiede gegenüber alten Systemen, daß hier der Wasserstand sehr niedrig gehalten wird, wie dies der Wasserüberfall zeigt. Der Trog dieses Teiles ist glatt, damit das Abbrechen der Rübenschwänze vermieden wird und nur mit einem Schieber zum zeitweiligen Ablassen des Schmutzwassers aus der Wäsche versehen. Der Wassereinlauf erfolgt bei den Auswurfschaufeln in der Weise, daß das Wasser der Rübe entgegen-

strömt. Der niedrigste Wasserstand hat zur Folge, daß sich die einzelnen Rüben in den oberen Schichten in verhältnismäßig trockenem Zustande aneinanderreiben, um dann durch die Bewegung der Quirlarme wieder in das Wasser zu gelangen, wodurch ein vollkommenes Waschen erzielt wird.

Aus diesem ersten Teile wird die Rübe mit allen ihr anhaftenden Fremdkörpern mittelst Schaufeln in den Steinfänger geworfen. Dieser besteht, wie aus der Abbildung ersichtlich, aus einer Kammer, welche einen Krost aus Rundeisenstäben besitzt, zwischen welchen eine darunter angebrachte Schnecke das Wasser hinaufdrückt, so daß die Rübe in Schwebe erhalten wird, wogegen die Steine unbehindert durch den Krost in den Steinfänger herabfallen können. Größere Steine oder Ziegel bleiben auf dem Kroste liegen und werden von Zeit zu Zeit mit der Hand entfernt. Dieses Anheben der Rübe durch eine kräftige Wasserströmung sichert eine vollkommene Scheidung der Rüben von den Steinen und ein restloses Abfangen der letzteren, was durch keine andere mechanische Einrichtung erzielt werden kann.

Aus diesem Steinfänger wird die Rübe durch die von der Schnecke hervorgerufene starke Wasserströmung über eine Blechschütze in eine gelochte, rotierende Trommel befördert, welche das Abfangen von Gras, Stroh und Blättern besorgt. Durch diese Trommel geht die Rübe hindurch, während das Wasser durch die Lochung zur Schnecke zurückfällt, so daß das Ende der Trommel vom Wasser nicht mehr benetzt wird. Auf der Trommel bleiben nur die Blätter und ähnliche Bestandteile liegen, werden in die Höhe gehoben und dort von einem der ganzen Länge nach angeordneten Abstreifer abgefangen. Nach einigen Trommelumdrehungen, wenn der Abstreifer voll ist, kippt dieser automatisch die aufgefundenen Bestandteile in eine Rinne, von wo sie durch automatische Wasserspülung ins Freie befördert werden.

Der durch die Wasserströmung mit der Rübe aus dem Steinfänger zuweilen über den Schützen mitgerissene Sand fällt mit dem Wasser in der Kammer b zu Boden, wo er sich absetzt und zeitweilig abgelassen wird.

In den Steinfänger wird reines Wasser eingelassen, so daß durch dieses die bereits vorgewaschene Rübe nochmals gründlich abgespült wird. Das Wasser zirkuliert hier und wird nach Bedarf durch ein Überfallrohr abgelassen. Dieser Stein- und Gräsfänger läßt sich auch leicht an bestehenden Waschmaschinen anbringen. Seine Vorteile sind augenfällig. Durch das vollkommene Entfernen von Steinen und Gras erzielt man eine große Messerersparnis und eine erhebliche Erhöhung der Leistung der Schneidmaschinen.

2. Die Herstellung der Rübenschnitte.

Von der Rübenwäsche gelangt die Rübe mittels Aufzügen nach den Schneidmaschinen, wird vorher jedoch zumeist gewogen, wozu man sich automatischer, selbstregistrierender Wagen bedient. Die Ermittlung des Gewichtes der verarbeiteten Rübe besitzt große Bedeutung, weil darauf — im Zusammenhang mit der fortlaufenden Ermittlung des Zuckergehaltes — die Ausbeuteberechnung beruht, nur durch eine sorgsam durchgeführte Ausbeuteberechnung kann die Arbeitsweise in der Fabrik kontrolliert werden.

Auf die Bedeutung der guten Arbeit der Schneidmaschinen wurde schon kurz verwiesen. Sie verwandeln die Rübe in die „Schnitte“, die dann in der Diffusionsbatterie systematisch ausgelaugt werden. Weil es sich hier um die Erlangung eines nach Möglichkeit reinen, marksfreien Saftes handelt, ist jede Zerkleinerung der Rübe höchst unerwünscht, man will vielmehr nach Möglichkeit regelmäßige Schnitte mit glatter Oberfläche erhalten, weil nur dadurch der erwähnten Forderung Rechnung getragen und die regelmäßige, gleichmäßige Arbeit der Diffuseure ermöglicht wird.

Die Schneid- oder Schneidmaschinen bestehen im wesentlichen aus einer auf einer lotrechten Achse sitzenden Scheibe von 1 bis 2½ m Durchmesser, welche die das Schneiden der Rübe besorgenden Messer trägt. Diese Messer sind in die Messerkästen eingesetzt und mit diesen derart versenkt, daß nur die Schneiden etwas über die Oberfläche der Scheibe heraussehen. Mittels eines Vorgeleges wird die von einem

Gehäuse umgebene Scheibe in rasche Umdrehung versetzt, wobei die auf der Scheibe lagernden, durch ihr eigenes Gewicht und durch Gegenmesser niedergedrückten Rüben in Schnitte zerteilt werden. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe hängt von ihrem Durchmesser ab, je größer dieser ist, desto geringer ist im allgemeinen die Tourenzahl. Sie liegt etwa zwischen 100 und 120 Umdrehungen in der Minute für kleinere und 50 bis 60 Umdrehungen für größere Schneidmaschinen.

Der wichtigste Bestandteil der Schneidmaschinen sind die Schnitzmesser. Sie sind aus Stahlplatten gefräst oder aus Stahlblech gewalzt und werden in die Messerkästen eingelegt, was mit der größten Sorgfalt geschehen muß, denn von der Lage und Stellung der Messer hängt die Leistung der Schneidmaschine ab. Es ist unerlässlich, daß die erste Klinge des ersten Kastens genau in demselben Radius zu stehen kommt, wie die erste Klinge des zweiten und dritten Kastens und im gleichen Radius müssen alle übrigen miteinander korrespondierenden Klingen der einzelnen Messer stehen. Wird dies nicht beachtet, so fallen die Schnitte der um den Scheibenmittelpunkt rotierenden Messer nicht in die gleiche Linie und an Stelle gleichmäßig geformter Schnitte resultiert ein Gemenge aller möglichen Formen, worunter kurze und zerbrochene Schnitte die Hauptmenge bilden.

Am meisten verwendet wird gegenwärtig das *Goller*- oder *Königsfelder* Messer. Diese Messer besitzen eine rinnenförmige Gestalt und liefern daher Schnitte mit sehr großer Oberfläche, die sich in den Diffuseuren nicht allzu dicht aufeinander legen, reichlich und gut unspült werden und daher eine Steigerung des Diffusionseffektes ermöglichen. Diese Messer wirken nur halbschnittig, daher müssen die aufeinanderfolgenden Messerkästen so versetzt sein, daß die Höhe eines Messers immer mit dem Tale des vorangehenden übereinstimmt. Zum Schärfen der Messer benützt man besondere Maschinen.

Abb. 4 veranschaulicht die von der Maschinenbau-A.-G. vorm. Breittfeld, Danek & Co. in Prag gebaute

Rübenschnidemaschine, die in zwei Typen ausgeführt wird. Die ältere ist mit einem hohen Füllkorbe versehen, dessen Mantelwände vertikal zu der Schneidescheibe angeordnet sind, hier wird die Rübe durch ihr Eigengewicht an die Schneidescheibe angedrückt.

Bei der zweiten, neuen Type ist der hohe Füllkorb durch keilsförmige Zuführungskanäle, deren Form patentiert ist, ersetzt. Die in diese Kanäle fallende Rübe füllt sie infolge der Umdrehungen der Schneidescheibe aus und drückt sie an die Scheibe an. Durch diese Anordnung werden lange und gleich-

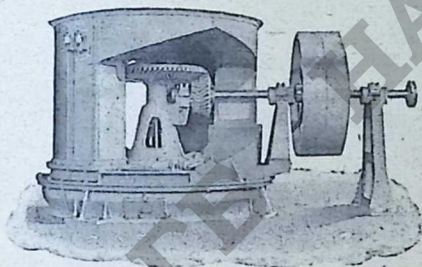


Abb. 4. Rübenschnidemaschine.

mäßige Schnitte erzielt, selbst wenn nur die Enden der Kanäle mit Rübe gefüllt sind. Dies ist bei den Schneidemaschinen älterer Bauart nicht der Fall, wo schon bei halbgefülltem Füllkorb der Druck der Rübe nicht mehr ausreicht, um die Bewegung und das Springen der Rüben auf der Schneidescheibe zu verhindern. Dadurch wird die Rübe unregelmäßig geschnitten, die Schnitte sind grob und nicht glatt und es entsteht viel „Pülpe“, was die Saftreinigung erschwert. Die das Andrücken der Rübe und die das Erfassen durch die Messer begünstigenden „Gegenmesser“ sind senkrecht zur Schneidefläche angeordnet, der Raum zwischen den in den Einlagen befindlichen Messern und den Gegenmessern ist sehr gering.

Diese Schneidemaschinen mit feilsförmigen Kanälen weisen eine größere Leistungsfähigkeit auf, als die Maschinen der älteren Type, bei denen die volle Leistungsfähigkeit nur dann erreicht werden kann, wenn die Schneidescheiben durch die Rübe genügend belastet werden, was sehr von der Gewissenhaftigkeit des Bedienungspersonales abhängt. Ein weiterer Vorteil der neuen Type liegt in der leichten Beseitigung von Steinen und anderen, mit der Rübe eingedrungenen harten Gegenständen. Es ist zu diesem Zwecke nicht nötig, die Rübe ganz aus dem Korbe zu beseitigen, sondern es genügt, den vor jedem Gegenmesser befindlichen Verschluss zu öffnen und die Fremdkörper fort zu nehmen.

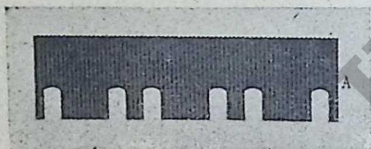


Abb. 5. Gollermesser.

Die Schneidescheiben werden sehr stark ausgeführt und mit Versteifungsrippen versehen, um Vibrationen hintanzuhalten.

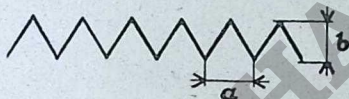
Die Messereinlagen bestehen aus Stahlrahmen mit glatten oder genau nach der Messereinteilung gefrästen Leisten und mit Längsteilen zum Zwecke der Erzielung stärkerer oder schwächerer Schnitte. Die Einlagen sind für alle Öffnungen der Schneidescheibe kalibriert, genau in diese eingepaßt und leicht austauschbar. In den Einlagen sind die Messer um die Hälfte der Teilung versetzt, um gerippte Schnitte, zwecks Vergrößerung ihrer Oberfläche, zu erzielen.

Die Goller- oder Königsfelder Messer werden mittels Spezialmaschinen aus Stahlblech gepreßt und, je nach der Größe der zu erzielenden Schnitte, in 4 Profilen geliefert. Abb. 5 zeigt ein Gollermesser, Abb. 5 a die Schnittweise. Die mit a und b bezeichneten Dimensionen der 4 Profile sind:

a	7'2	7'2	6	6 mm
b	6	5	5	4'2 mm

Zum Schleifen der Messer dienen besondere Messerschärfmaschinen mit Stahl- und Karborundumscheiben, verbogene

Messer werden in einer Presse, deren Baßen die gleiche Teilung wie die Messer besitzen, gerade gerichtet. Zu diesem Zwecke werden die Messer nach dem Herausnehmen aus den Einlagen in Sägespänen gereinigt und getrocknet, dann in Holzkohlenfeuer stark angewärmt und in die ebenfalls angewärmten Preßbaßen eingelegt, wo sie, stark eingepreßt, etwa 15 Sekunden verbleiben. Ist die Schneide der Messer ausgebrockelt oder ausgeschlagen, so werden sie noch vor dem eigentlichen Schleifen auf der Abkantmaschine ausgerichtet. Dieses Abkanten der Messer wird in einem gewissen Winkel vorgenommen, den man nach Bedarf ändern kann.



a	=	7.2	7.2	6	6
b	=	6	5	5	4.2

Abb. 5 a. Die Schnittweise der Gollermesser.

Von den Schneidemaschinen weg werden die frischen Schnitte mit Hilfe von Rippwagen oder Transportvorrichtungen nach der Diffusionsbatterie befördert. Steht die Schneidemaschine höher, als die Einwurfföffnungen der Diffuseure, so wendet man Gurtentransporteur an, bei denen stets ein gewisses Gefälle vorhanden sein muß. Ist dies nicht gegeben, oder müssen die Schnitte nach aufwärts befördert werden, so bedient man sich der Rechentransporteur zu diesem Zwecke. Sie bestehen aus einer Kette ohne Ende, die in Abständen kleine Rechen, deren Zinken nach aufwärts gerichtet sind, trägt. Die Zinken verhüten das Abgleiten der Schnitte.

3. Die Diffusion.

In den Anfangsstadien der Rübenzuckerfabrikation übernahm man alle damals zur Darstellung des Rohrzuckers benutzten Vorrichtungen mit kleineren oder größeren Abänderungen. Auch die Saftgewinnung geschah in der gleichen,

damals üblichen Weise durch Abpressen. Während jedoch das Zuckerrohr hierzu keiner vorangehenden Zerkleinerung bedarf, mußte die Rübe zunächst auf Reibmaschinen zerrieben werden, worauf das Auspressen des Saftes in eigenen Pressen geschah. Später wendete man dann an Stelle der Pressen Zentrifugen an, in denen der Saft aus dem Rübenbrei unter der Einwirkung der Zentrifugalkraft ausgeschleudert wurde.

Beide Verfahren befriedigten jedoch nicht, weil sie nur die Gewinnung des Saftes aus den bei der Zerkleinerung zerrißnen Zellen gestatten, während der in den unverletzten Zellen enthaltene verloren geht. Denn es ist auch unter Anwendung der stärksten Drucke nicht möglich, den Saft aus unverletzten Zellen auszupressen und die Ausbeute hing daher stets von dem Grade der Zerkleinerung des Rübenbreies ab. Abgesehen davon, daß die Feinheit des erzielten Breies aus technischen Gründen nicht zu weit getrieben werden kann und selbst in dem zartesten Reibsel noch immer zahllose, unzerrißne Zellen enthalten sind, wird auch die Gewinnung eines reinen, nicht durch Zelltrümmer getrübten Saftes umso schwieriger, je feiner das Reibsel ist.

Man war daher bestrebt, die Saftgewinnung zu verbessern, und dies führte zunächst zu den auf der Auslaugung des Rübenbreies mit Wasser fußenden *Mazeration* s *Verfahren* n. Der Rübenbrei wurde bei der „heißen Mazeration“ mit heißem Wasser behandelt und dadurch ausgelaugt. Dieses Verfahren lieferte zwar höhere Ausbeuten, als das Preßverfahren, litt aber sehr unter dem Übelstande, daß stets geformte Bestandteile der Rübe, also Zelltrümmer, Protoplasamassen, Fasern ußf. in den Saft gelangten und dessen Reinigung wesentlich erschwerten.

Auch der Schützenbachsche Vorschlag, an Stelle des Rübenbreies getrocknete Rübenschnitzel der Mazeration zu unterwerfen (1837), brachte nicht die erhofften Vorteile, doch gab diese Arbeitsweise den Anstoß zur Erfindung des Diffusionsverfahrens. Die verschiedenen, damals bekannten Methoden der Saftgewinnung wurden durch den Besitzer der Zuckerfabrik zu Seelowitz, Fl. R o b e r t, eingehenden vergleichenden

Prüfungen unterzogen, aus deren Ergebnisse dann das „ältere Seelowitzer Verfahren“ abgeleitet wurde, das jedoch auch nicht befriedigte. Erst H. R o b e r t s Sohn, Julius R o b e r t, kam, angeregt durch pflanzenphysiologische Studien, auf den Gedanken, an Stelle des Rübenbreies oder getrockneter Rübenschnitte frische Schnitte zum Zwecke der Saftgewinnung auszulaugen, durch Anwendung geeigneter Temperaturen den Zustand der unverletzten Zellen jedoch so zu verändern, daß der darin enthaltene Saft, bezw. die in diesem gelösten Stoffe, vor allem der Zucker durch Diffusion austreten, also die unverletzte Zellmembran durchwandern konnten. Dies führte zur Einführung des D i f f u s i o n s v e r f a h r e n s, das in der Kampagne 1864/65 zunächst probeweise angewendet ward und sich so vortrefflich bewährte, daß es schon in der darauffolgenden Kampagne zu Seelowitz ausschließlich benützt wurde. Von da an verbreitete sich das Diffusionsverfahren sehr rasch. 1867 war es schon in 27 Fabriken eingeführt und heute wird ausschließlich nach diesem Verfahren, bezw. nach gewissen verbesserten Abänderungen, die jedoch immer auf dem gleichen Grundlagen fußen, gearbeitet.

Zum Verständnisse des Diffusionsvorganges sei folgendes vorausgeschickt. Jede Zelle der Rübe ist von einer allseits geschlossenen Membran, der Zellhaut, umgeben, die das Austreten der im Zellinneren vorhandenen Flüssigkeit verhindert. Doch ist die Wanderung gelöster Stoffe durch die Membran möglich, wenn sie von einer Flüssigkeit oder einer Lösung umgeben ist. Bringt man die Zelle in eine Zuckersolution von höherer Konzentration, als sie der Zellsaft besitzt, so wird gelöster Zucker durch die Zellwand eindringen, er wird in das Zellinnere diffundieren und die Zelle wird, sofern sie früher schlaff war, nun prall und straff werden. Bringt man dagegen die Zelle in reines Wasser, so wird Zucker aus dem Zellinneren in das umgebende Wasser übertreten und an seiner Stelle Wasser in die Zelle eindringen. Dieser Vorgang, das Austreten gelöster Stoffe aus der Zelle in die sie umgebende Flüssigkeit findet jedoch aus gesunden, unverletzten Zellen nicht statt, weil in ihnen das Protoplasma der Zellwand fest anliegt

und die Berührung des Zellsaftes mit der Membran verhindert. Werden jedoch die Zellen, z. B. durch Anwendung höherer Temperaturen, in einen solchen Zustand versetzt, daß sich das Protoplasma zusammenzieht und nun der Zellsaft zur Zellwand gelangen kann, so findet nun auch der erwähnte Austritt gelöster Stoffe aus der Zelle statt. Grenzen mehrere Zellen aneinander, so pflanzen sich die durch den Diffusionsvorgang in der obersten Zellschicht eingeleiteten Druckverschiedenheiten von Zelle zu Zelle weiter fort und es findet eine Wanderung des Zuckers nach außen statt, die natürlich umso längere Zeit beansprucht, je dicker die Zellschicht ist.

Auf diesem Vorgange beruht die Saftgewinnung durch Diffusion. Die Rübenschnitte werden in die Diffusionsgefäße gebracht, hier zunächst mit heißem Saft überbrüht, wodurch die erwähnte Veränderung des Protoplasmas erzielt wird und dann systematisch ausgelaugt, wobei der Zucker neben anderen gelösten Stoffen erst von Zelle zu Zelle wandert und endlich in die die Schnitte umspülende Flüssigkeit übertritt. Indem man diese Flüssigkeit mit frischen Schnitten wiederholt zusammenbringt, wird der „Rohsaft“ immer mehr mit Zucker und anderen gelösten Stoffen angereichert.

Je konzentrierter aber der Rohsaft wird, desto weniger ist er imstande, neue Mengen gelöster Stoffe aufzunehmen, mit anderen Worten: desto geringer wird sein Vermögen, die Diffusion zu begünstigen, denn sie hört auf, sobald innerhalb und außerhalb der Zellen die gleiche Konzentration besteht. Um trotzdem eine weitgehende Auslaugung der Zellen zu bewirken und zuckerreiche konzentrierte Säfte zu erzielen, wendet man einen Kunstgriff an. Er besteht darin, daß man die auszulaugenden Rübenschnitte zuerst mit heißem, schon konzentriertem Rohsaft zusammenbringt, wobei dieser nochmals Gelegenheit hat, aus den frischen Schnitten Zucker aufzunehmen. Dann bringt man immer verdünntere Säfte mit den schon teilweise erschöpften Schnitten zusammen und behandelt diese schließlich mit reinem Wasser, wodurch auch die geringen, noch darin enthaltenen Zuckermengen gewonnen werden. Vollständige Erschöpfung der Schnitte ist natürlich

nicht möglich und wäre auch nicht wirtschaftlich, weil die Auslaugung der letzten Zuckerreste sehr große Wassermengen erfordern, dadurch die Säfte zu sehr verdünnen und die zu verdampfende Wassermenge zu sehr steigern würde.

Um diese systematische, auf dem Gegenstromprinzipie beruhende Auslaugung der Schnitte zu ermöglichen, wendet man nicht einen einzigen Diffuseur an, sondern mehrere, und verbindet sie durch ein Rohrsystem zur Diffusionsbatterie, meist sind 14 bis 16 Diffuseure vorhanden. Vor dem Abziehen des fertigen Rohsaftes passiert er noch den zuletzt gefüllten, also frische Schnitte enthaltenden Diffuseur, den dann immer dünnerer Saft, der durch Wasserdruck weiter bewegt wird und schließlich reines Wasser durchfließt, bis die Schnitte erschöpft sind, „ausgeschlossen“ werden und der Diffuseur neuerdings frisch beschickt wird. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem Diffuseur der Batterie derart, daß in regelmäßigen Zwischenräumen ein Diffuseur erschöpft ist und entleert wird, während gleichzeitig ein inzwischen frisch gefüllter eintritt.

An dem Diffusionsvorgange beteiligt sich nicht bloß der im Zellsaft gelöste Zucker, sondern alle darin enthaltenen Stoffe, allerdings nicht im gleichen Verhältnisse, sondern nach Maßgabe der ihnen eigenen Diffusionsgeschwindigkeit, die nicht für alle gelösten Stoffe gleich ist. Die Diffusion muß daher so geleitet werden, daß die Menge des in den Saft übertretenden „Nichtzuckers“ nach Möglichkeit gering, die des Zuckers dagegen so hoch als möglich ist und die Menge der die Reinheit des Saftes vermindernenden Stoffe so niedrig als erreichbar bleibt. Dies hängt nicht bloß von der Zusammensetzung der Rübe, sondern in sehr hohem Grade von der Arbeitsweise, ganz besonders von der Höhe der angewendeten Temperaturen ab, weil durch zu hohe Temperaturen die Beschaffenheit der Schnitte ungünstig verändert wird. Sie werden weich, erschweren die Saftbewegung in den Diffuseuren und schließlich begünstigen zu hohe Wärmegrade auch die Diffusion des Nichtzuckers. Kranke, erfrorene oder wieder aufgetaute Rüben vertragen jedoch ebenfalls nur geringere Temperaturen.

Als obere Grenze der zulässigen Temperatur kann etwa 80°C angenommen werden, indem man die frischen Schnitte mit dem auf diesen Wärmegrad gebrachten Saft zusammenbringt, während die Temperatur in den letzten Gefäßen der Batterie etwa 75° beträgt. Werden franke oder erfrorene Rüben verarbeitet, so ist meist nur eine Temperatur von 70° am Platze.

Die Diffusionsgefäße oder Diffuseure sind zylindrische Blechgefäße, die unten sich konisch verjüngen und hier eine verschließbare, entweder unten oder an der

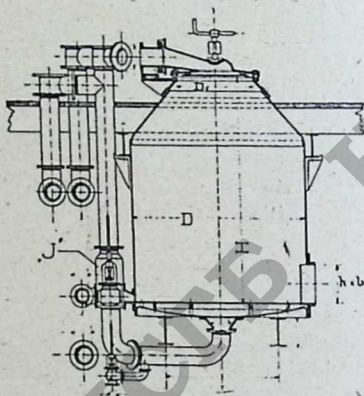


Abb. 6. Diffuseur mit seitlicher Entleerung.

Seite angebrachte weite Öffnung zum Auschießen der ausgelagten Schnitte besitzen. Hier ist auch ein Blechsieb eingesetzt, um das Verlegen des Stuhens für die Saftzirkulation zu verhindern. Die obere Öffnung der sich hier bei manchen Konstruktionen ebenfalls konisch verjüngenden Diffuseure trägt ebenfalls

einen Deckelverschluß mit darunter befindlichem Siebe. Die schweren Deckel sind entweder durch Gegengewichte ausbalanciert, um die Handhabung zu erleichtern, oder sie werden durch hydraulischen Druck bedient. Die Abdichtung geschieht mittels der Daubenberg'schen Schlauchdichtung. In den Hals und den Deckel des Diffuseur ist je eine halbzylindrische, ringförmige Rinne eingeschnitten, beide Rinnen passen aufeinander und bilden bei geschlossenem Deckel ein ringförmiges Rohr. Darin liegt ein ebenfalls ringförmiger Kautschukschlauch, der, sobald der Deckel geschlossen ist, durch

Wasserdruck aufgebläht wird. Er preßt sich dann in die Fugen ein und bewirkt deren zuverlässige Abdichtung.

Abb. 6 und 6 a zeigen die Einrichtung eines Diffuseurs mit seitlicher Entleerung, gebaut von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Bromovskij & Ringhoffer. Er ist ein zylindrisches Blechgefäß, dessen Oberteil in einen Konus ausläuft und die gußeiserne Einwurfzarge trägt. Der Verschlußdeckel der Beschickungsöffnung trägt behufs Abdichtung einen Kautschukring und wird mittels Bügel und Schraube gegen die

Einwurfzarge angepreßt. Die Entfernung des Deckels geschieht in einfacher Weise durch Drehung desselben um den zylindrischen Bügelbolzen.

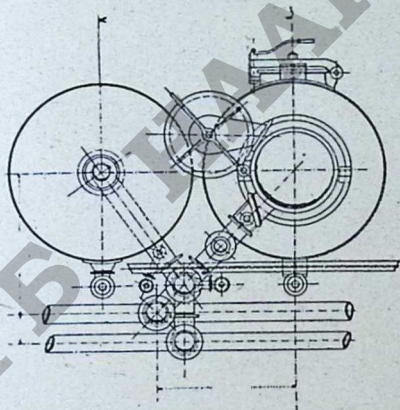


Abb. 6 a.

Für die Saftzirkulation sind zwei zentrale Stützen vorgesehen, deren einer am oberen Deckel angegossen ist, während der andere sich am unteren gewölbten Boden befindet.

Die Entleerung der ausgelaugten Schnitte erfolgt durch eine seitlich rechteckige Öffnung, deren Unterkante mit dem unteren, mehrteiligen Blechsieb abschneidet. Der Verschluß dieser Öffnung besteht in einer Tür mit Kautschukdichtung und kann mittels Bügel und Hebel schnellstens betätigt werden. Das obere Blechsieb ist direkt am oberen Verschlußdeckel angeschraubt.

Um das Entleeren des Diffuseurs zu erleichtern, führt man dessen Ausfallöffnung gegenüber Wasser ein und sieht zu

diesem Zwecke entweder direkt oberhalb des Bodensiebes oder etwas höher einen Stutzen vor.

Ohne auf die Diffusionsrohrleitung selbst einzugehen, erwähnen wir noch die in der Zeichnung angedeutete Diffusionsanwärmung mittels direkt eingeblasenen Frischdampfes.

Bei dieser Art von Anwärmung wird in die Saftzirkulation ein Injektor J mit einfacher zentraler Dampfbüchse eingeschaltet, wodurch nicht nur eine intensive Saftanwärmung sondern auch infolge der Dampfenergie eine leichtere Saftbewegung erzielt wird.

Die Einrichtung eines Diffuseurs mit unterer Entleerung, Konstruktion der Maschinenfabrik Sangerhausen veranschaulicht die Abb. 7.

Die Form und der Fassungsraum der Diffuseure ist sehr verschieden. Während man früher, allerdings durch die Steuervorschriften veranlaßt, vielfach Diffuseure mit sehr kleinem Fassungsraume benützte, beträgt jetzt ihr Fassungsraum etwa 4000 bis 8000 Liter, mitunter auch mehr. Die Form der Diffusionsgefäße, d. h. das Verhältnis ihres Durchmessers zur Höhe, ist durchaus nicht gleichgültig. Je höher und enger die Diffuseure sind, desto langsamer bewegt sich der Saft in ihnen, desto besser ist auch die Auslaugung, dagegen umso schwieriger die Entleerung. Breite, dosenförmige Diffuseure gestatten wieder rasche Entleerung und Saftbewegung, doch geht das raschere Fortschreiten des Saftes mit geringerer Ausfüßung der Schnitte Hand in Hand. Man wählt daher meist ein mittleres Verhältnis und hat ein solches als günstig erkannt, wobei sich der Durchmesser zur Höhe etwa wie 1 zu 1'2 bis 1'5 verhält.

Die Bewegung des Saftes von einem Diffuseur in den anderen und in diesen selbst wird durch Wasserdruck bewirkt. Das eintretende Wasser schiebt den spezifisch schwereren Saft vor sich her und nimmt dessen Stelle ein, wobei nur geringfügige Vermischungen eintreten. Die Menge des die Batterie passierenden Wassers soll so gering als möglich sein, um den Rohsaft nicht zu sehr zu verdünnen und die zu verdampfende Wassermenge unnötig zu erhöhen. Nach beendeter Diffusion

ist theoretisch aller Saft aus den Zellen der Schnitte verdrängt und diese sind mit reinem Wasser gefüllt. Der Saftabzug müßte daher, strenge genommen, dem Saftgehalte der verarbeiteten Rüben entsprechen und etwa 95% betragen, man würde dann einen Rohsaft von der gleichen Konzentration, wie sie der Rübensaft besaß, gewinnen. Dieser Forderung kann in der Praxis aus verschiedenen Gründen nicht entsprochen werden, schon deshalb nicht, weil die Diffuseure nicht vollständig mit Schnitten angefüllt sind und sich stets leerbleibende Räume ergeben. Der Saftabzug ist daher immer etwas höher und beträgt, auf die verarbeitete Rübe bezogen, etwa 105 bis 106%. Die vollständige Erschöpfung der Schnitte ist bei dieser Saftmenge nicht möglich, doch ist der Grad, bis zu dem man die Auslaugung treibt, eine reine Rechnungsangelegenheit. Je billiger die Kohle ist, die der Fabrik zur Verfügung steht und je bessere Preise für den Zucker erzielt werden, desto mehr wird sich eine stärkere Erschöpfung der Schnitte und eine größere Saftmenge lohnen. Im allgemeinen dürften jedoch etwa 110% Saftbezug als obere, wirtschaftliche Grenze gelten.



Abb. 7. Diffuseur mit unterer Entleerung.

Allerdings ist nicht allein die Saftmenge, sondern auch ihr Zuckergehalt maßgebend und bei schlechter Rübe, die sich schwer verarbeiten läßt und in der Diffusionsbatterie bei der Aus-

diesem Zwecke entweder direkt oberhalb des Bodensiebes oder etwas höher einen Stutzen vor.

Ohne auf die Diffusionsrohrleitung selbst einzugehen, erwähnen wir noch die in der Zeichnung angedeutete Diffusionsanwärmung mittels direkt eingeblasenen Frischdampfes.

Bei dieser Art von Anwärmung wird in die Saftzirkulation ein Injektor J mit einfacher zentraler Dampfbüchse eingeschaltet, wodurch nicht nur eine intensive Saftanwärmung sondern auch infolge der Dampfenenergie eine leichtere Saftbewegung erzielt wird.

Die Einrichtung eines Diffuseurs mit unterer Entleerung, Konstruktion der Maschinenfabrik Sangerhausen veranschaulicht die Abb. 7.

Die Form und der Fassungsraum der Diffuseure ist sehr verschieden. Während man früher, allerdings durch die Steuervorschriften veranlaßt, vielfach Diffuseure mit sehr kleinem Fassungsraume benützte, beträgt jetzt ihr Fassungsraum etwa 4000 bis 8000 Liter, mitunter auch mehr. Die Form der Diffusionsgefäße, d. h. das Verhältnis ihres Durchmessers zur Höhe, ist durchaus nicht gleichgültig. Je höher und enger die Diffuseure sind, desto langsamer bewegt sich der Saft in ihnen, desto besser ist auch die Auslaugung, dagegen umso schwieriger die Entleerung. Breite, dosenförmige Diffuseure gestatten wieder rasche Entleerung und Saftbewegung, doch geht das raschere Fortschreiten des Saftes mit geringerer Ausfüßung der Schnitte Hand in Hand. Man wählt daher meist ein mittleres Verhältnis und hat ein solches als günstig erkannt, wobei sich der Durchmesser zur Höhe etwa wie 1 zu 1½ bis 1½ verhält.

Die Bewegung des Saftes von einem Diffuseur in den anderen und in diesen selbst wird durch Wasserdruck bewirkt. Das eintretende Wasser schiebt den spezifisch schwereren Saft vor sich her und nimmt dessen Stelle ein, wobei nur geringfügige Vermischungen eintreten. Die Menge des die Batterie passierenden Wassers soll so gering als möglich sein, um den Rohsaft nicht zu sehr zu verdünnen und die zu verdampfende Wassermenge unnötig zu erhöhen. Nach beendeter Diffusion

ist theoretisch aller Saft aus den Zellen der Schnitte verdrängt und diese sind mit reinem Wasser gefüllt. Der Saftabzug müßte daher, strenge genommen, dem Saftgehalte der verarbeiteten Rüben entsprechen und etwa 95% betragen, man würde dann einen Rohsaft von der gleichen Konzentration, wie sie der Rübensaft besaß, gewinnen. Dieser Forderung kann in der Praxis aus verschiedenen Gründen nicht entsprochen werden, schon deshalb nicht, weil die Diffuseure nicht vollständig mit Schnitten angefüllt sind und sich stets leerbleibende Räume ergeben. Der Saftabzug ist daher immer etwas höher und beträgt, auf die verarbeitete Rübe bezogen, etwa 105 bis 106%. Die vollständige Erschöpfung der Schnitte ist bei dieser Saftmenge nicht möglich, doch ist der Grad, bis zu dem man die Auslaugung treibt, eine reine Rechnungsangelegenheit. Je billiger die Kohle ist, die der Fabrik zur Verfügung steht und je bessere Preise für den Zucker erzielt werden, desto mehr wird sich eine stärkere Erschöpfung der Schnitte und eine größere Saftmenge lohnen. Im allgemeinen dürften jedoch etwa 110% Saftbezug als obere, wirtschaftliche Grenze gelten.

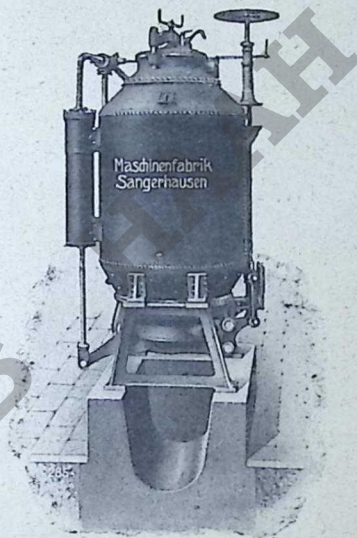


Abb. 7. Diffuseur mit unterer Entleerung.

Allerdings ist nicht allein die Saftmenge, sondern auch ihr Zuckergehalt maßgebend und bei schlechter Rübe, die sich schwer verarbeiten läßt und in der Diffusionsbatterie bei der Aus-

laugung Schwierigkeiten bereitet, wird manchmal kein anderes Mittel übrig bleiben, als die Saftmenge zu erhöhen, um eine genügende Erschöpfung der Schnitte zu erzielen. Doch wird man zu diesem Hilfsmittel immer erst dann greifen, wenn alle anderen Maßnahmen, z. B. die Erzeugung dünnerer Schnitte, Änderungen der Temperatur usw. versagen.

Zur Kontrolle der Arbeit der Diffusionsbatterie dienen regelmäßige Untersuchungen des Rohsaftes, ferner Untersuchungen der ausgelaugten Schnitte zum Zwecke der Ermittlung ihres Zuckergehaltes. Dieser ist je nach dem Saftabzuge verschieden und unterliegt daher den gleichen wirtschaftlichen Gesichtspunkten, die oben angedeutet wurden. Im allgemeinen bewegt sich die in den ausgelaugten Schnitten hinterbleibende Zuckermenge etwa zwischen 0'15 und 0'3%.

Bevor der Rohsaft nach der Scheidestation gelangt, wird er gemessen. Man läßt ihn zu diesem Zwecke in die Rohsaftmeß-Gefäße eintreten, die mit an Skalen spielenden Schwimmern oder mit Schaugläsern und daneben angebrachten, das Volumen des im Meßgefäße vorhandenen Rohsaftes anzeigenden Skalen versehen sind. Eine Vereinfachung und Verbesserung bedeutet die Anwendung selbsttätiger, die Menge des abgezogenen Saftes registrierender Rohsaftmeßgefäße, die, wie das System Danek-Stolc-Cerny, gebaut von der Maschinenbau-A.-G. Breitfeld, Danek & Co., welche die Dichte und das Gewicht des abgezogenen Diffusionsaftes auf einer weithin sichtbaren Skala angeben, wodurch eine ununterbrochene Betriebskontrolle ermöglicht wird.

Dieser durch die Abb. 8 und 8a veranschaulichte Apparat besitzt die folgende Einrichtung.

Das Meßgefäß besteht aus einem Behälter A, der aus Eisenblech hergestellt ist und auf dem ein Ständer C ruht. An diesem Ständer balanciert ein doppelarmiger Hebel D. Der längere Arm dieses Hebels trägt einen Taucher E, der in dem Saft schwimmt, am anderen Ende des Hebels ist ein Zylinder F aufgehängt. Dieser Zylinder ist teilweise in Wasser gesenkt, das sich in einem kleinen Behälter G befindet.

Ist das Reservoir A voll Saft, so nimmt das Gewicht des Tauchers E ab und zwar um das Gewicht der verdrängten

Flüssigkeit; der Zylinder F, der jetzt schwerer wird, fängt an ins Wasser zu sinken, wodurch er auch an Gewicht verliert.

Die Dimensionen des Tauchers E, des Zylinders F und des Behälters G sind so gewählt, daß der Zeiger H, der an dem doppelarmigen Hebel D angebracht ist, die Dichte des Saftes in dem Augenblicke an der Skala J anzeigt, wenn der Taucher E mit dem Zylinder F ins Gleichgewicht kommt.

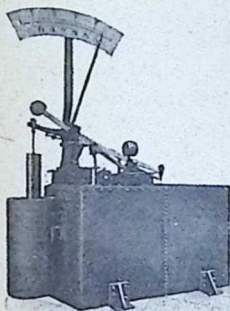


Abb. 8.

Rohsaftmeßgefäß.

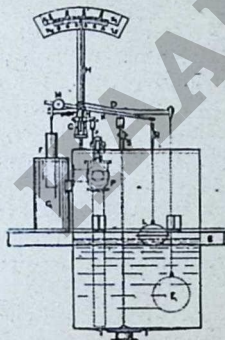


Abb. 8 a.

Gleichzeitig wird an der Skala J, die weit sichtbar ist, das Gewicht des Saftes, welches bei der betreffenden Dichte abgezogen wird, angezeigt.

An dem Ständer C parallel mit dem Hebel D befindet sich ein zweiter Hebel K, dessen längerer Arm einen Schwimmer L trägt, der mittels eines Gegengewichtes M teilweise ausbalanciert ist. Dieser Hebel K ist mit einer Vorrichtung verbunden, durch die das Safteinlaßventil P momentan und automatisch geschlossen wird, sobald das an der Skala J angegebene Quantum erreicht wurde.

Die richtige Schließung des Safteinlaßventiles P, resp. des Saftabzuges läßt sich durch das stellbare Gehänge R regulieren.

Der Saftablaß erfolgt durch das Ventil S. Die Hebel p und s der beiden Ventile P und S sind so konstruiert, daß man das eine Ventil nicht eher öffnen kann, als bis das andere geschlossen ist, so daß Irrungen in der Handhabung der Ventile vollständig ausgeschlossen sind.

Beim Abziehen des Saftes drückt man den Hebel p des Ventiles P so weit nieder, bis die an dem Gegenarme r angebrachte Schaltklinke den abgeflachten Bolzen n betätigt. Dieser ist mit dem Schalter N in Verbindung, der dann das Ventil P öffnet und der Saft fließt in den Behälter ein.

Der zufließende Saft bringt zuerst den Hebel D und den daran angebrachten Zeiger H in Tätigkeit, so daß die Dichte des Saftes angezeigt wird. Inzwischen steigt das Niveau des Saftes in dem Behälter, bis auch der Schwimmer L, bzw. der Hebel K betätigt wird. Das Saftniveau ist von der Dichte und dem Gewichte des abziehenden Saftes abhängig und daher muß in dem Momente, wo das Niveau die gewisse Höhe erreicht hat, das Einlaßventil P geschlossen werden. Das geschieht automatisch mittels einer speziellen Vorrichtung, die aus einem Läufer O und einem Bolzen n zusammengesetzt ist.

Nachdem das Einlaßventil P geschlossen ist, erfolgt das Ablassen des abgewogenen Saftes durch das Ventil S, das vermittle des Hebels s betätigt wird. Während des Ablassens rückt die Schaltklinke bzw. die ganze Ausschaltvorrichtung in die ursprüngliche Lage automatisch zurück. Die Ausschaltvorrichtung ist einfach und solid konstruiert und ihre Wirkung vollständig verläßlich.

Falls die Temperatur der abzuziehenden Säfte sich gegen die für welche die Wage eingestellt wurde, ändert, so wird das Meßgefäß durch ein Korrekturgewicht am Hebel D richtiggestellt.

Beispiel. Einstellung des Meßgefäßes für eine Diffusionsbatterie von 16 Gefäßen à 85 Hektoliter Inhalt.

Füllung der Diffuseure 54% = 4600 kg Schnitte. Normaler Abzug 111,7% Saft 16° Blg = 5140 kg bei einer Safttemperatur von 30° C.

Für diesen Fall werden die beiden Skalen, d. h. die saccharometrische und die Kilogrammstala so gegeneinander verschoben, daß 5140 kg mit 16° Blg korrespondiert.

Das für diesen Abzug eingestellte Meßgefäß zieht dann bei dünnerem oder dickerem Saft, entsprechend einer größeren oder kleineren Füllung bei besserer oder schlechterer Qualität der Rübe, selbsttätig verhältnismäßig mehr oder weniger ab, u. z. w.: bei einem Saft von 14 Blg 4380 kg = 95'2% od. in Str. 4160

15	"	4759	"	= 103'5%	"	4500
16	"	5140	"	= 111'7%	"	4840
17	"	5522	"	= 120 %	"	5180
18	"	5906	"	= 128'4 %	"	5520
19	"	6300	"	= 136'9%	"	5860

Sollte aber bei dieser Einstellung des Meßgefäßes der Abzug für die Auslaugung der Schnitte zu klein sein, muß dieser erhöht werden, z. B. um 200 Liter, d. i. auf 5352 kg bei 16° Blg, was durch Verschieben des Korrektionslineals R geschieht, wobei die Kilogrammstala gegen die saccharometrische gleichzeitig so eingestellt wird, daß die 5352 kg mit 16° Blg korrespondieren.

Dann wird das Meßgefäß abziehen:

bei einem Saft von 14 Blg 4591 kg = 99'8% od. in Str. 4360

15	"	4968	"	= 108 %	"	4700
16	"	5352	"	= 116'3%	"	5040
17	"	5735	"	= 124'6%	"	5380
18	"	6120	"	= 133 %	"	5720
19	"	6514	"	= 141'5%	"	6060

In dieser Weise kann mit dem Abzug in den Grenzen von 300 kg vor- oder zurückgegangen werden.

Der Hebel K kann direkt mit einem Registrierapparat in Verbindung stehen, welcher die einzelnen Abzüge, deren Dichte und Größe genau registriert, so daß durch einfache Umrechnung das Gewicht der in Betrieb gekommenen Trockensubstanz und des Zuckers ermittelt werden kann.

4. Die Diffusionsverfahren.

Im vorangegangenen Abschnitte wurden die allgemeinen Grundzüge der Diffusion besprochen. Im folgenden seien nun die Grundzüge einer Anzahl von Diffusionsverfahren geschildert, die zwar alle ausnahmslos auf den dargelegten Grund-

lagen beruhen, doch mit gewissen Vorzügen verbunden sind, woraus sich manche Vorteile, z. B. höhere Konzentration des Rohsaftes, größere Reinheit, raschere Arbeit und vollständige Auslaugung usw. ergeben. Wir folgen hierbei der sehr ausführlichen Darstellung von Ing. W. Gredinger.*)

Bei der heißen Diffusion von Melichar-Cerny wird die Batterie mit zwei neuen Rohrleitungen und jeder Diffuseur mit zwei neuen weiteren Ventilen ausgestattet. Von den beiden erwähnten Leitungen wird die eine mit der Pumpe, die andere mit dem Zirkulator, der einen Überfall entweder in die Meßgefäße oder in die Mischer besitzt, verbunden.

Gearbeitet wird derart, daß man z. B. den 12. Diffuseur von unten einmaischet und, sobald der Saft oben erscheint, dessen Lauf umkehrt und den 13. Diffuseur einmaischet. Erscheint der Saft oben am 14. Diffuseur, so wird dieser von der Batterie abgetrennt und mit der Pumpe verbunden. Diese saugt den Saft von unten ab, treibt ihn durch die Antwärmer in den Zirkulator, von wo er nach dem 13. Diffuseur zurückströmt. Mittlerweile wird der 12. Diffuseur zum Meßgefäße abgetrieben und der 14. frisch gefüllt und, sobald der Saft aus dem 12. Diffuseur abgetrieben ist, der 14. Diffuseur eingemaischt, während durch den 13. Diffuseur der Saft gepumpt und angewärmt wird. Pumpe und Antwärmer müssen genügend groß sein, um den Inhalt des frisch gefüllten Diffuseurs binnen 5 bis 6 Minuten auf 85° C zu erwärmen, die Temperatur in den nächsten 6 bis 7 Diffuseuren bewegt sich dann zwischen 75 und 85°, während die Temperatur in den anderen Gefäßen in der Richtung des Wasserdruckes sinkt.

Ähnlich ist das Verfahren der heißen Diffusion von Naudet, doch werden hier die frischen Schnitte nicht im trockenen Zustande mit Heißsaft eingemaischt, sondern zu-

*) Siehe das im gleichen Verlage erschienene Werk: Der Zuckerrübenbau und die Fabrikation des Rübenzuckers. Nach den neuesten Erfahrungen der Wissenschaft und der Praxis bearbeitet von A. Stift und W. Gredinger. Wien, A. Hartleben, 1910.

erst mit kaltem Saft, der dann durch den heißen Saft verdrängt wird. Nach Mulard liefert das Verfahren weitaus konzentriertere Säfte und ermöglicht bedeutende Kohlenersparnis. Durch die höheren Temperaturen wird auch fast alles Eiweiß während der Diffusion gefällt, die Säfte sind infolgedessen klarer, als bei der gewöhnlichen Diffusion und enthalten weniger Nichtzucker. Weitere Vorteile liegen in der erhöhten Leistungsfähigkeit der Batterie, in der besseren Saftzirkulation und schließlich in der Kaltersparnis bei der Scheidung.

Bei der Schnelldiffusion von Röhlér wird der Saft zum Einmischen zuerst durch zwei oder drei Kalorifaktoren (Anwärmeverrichtungen) getrieben, die zwischen der Batterie eingebaut sind. Nach dem Einmischen wird der Saft in derselben Richtung, also von unten nach oben nach den Meßgefäßen gedrückt, was man früher wegen der Gefahr des Mitreißens von Schnitten in die Meßgefäße und Vorwärmer nicht für ausführbar hielt. Zur Verhütung des Mitreißens baute Röhlér eine siebförmige Haube in den oberen, konischen Teil des Diffuseurs ein.

Der Vorteil des Verfahrens beruht darin, daß Wärme gespart wird, indem nur der kältere Saft die Batterie verläßt, während der wärmere darin verbleibt. Bei der gewöhnlichen Arbeitsweise wird nämlich von unten nach oben eingemischt. Weil nun die Schnitte eine Temperatur von 10–15° C, der Maischsaft im unteren Teile des Diffuseurs von 70 und im oberen von 15° hat, beträgt die mittlere Temperatur im Diffuseur etwa 42°. Wird dagegen der warme Saft von oben nach unten abgedrückt und werden dann die Schnitte durch den kalten Saft wieder abgekühlt, so ergibt sich eine Temperatur von 56 bis 64° bei Verwendung eines 80° warmen Saftes. Röhlér wärmt dagegen den Saft in drei oder auch mehr Kalorifaktoren sofort auf 86° C und mehr an und treibt nur den kalten Saft ab, der zuerst etwa 10–15° und am Schlusse etwa 50° C besitzt.

Nach Gredinger beruhen die Vorteile der Röhlérschen Schnelldiffusion in folgendem: Stärkere Säfte von höherer Reinheit bei derselben Auslaugung, Verwendung

niedrig gespannten Dampfes zum Anwärmen, was Kohlenersparnis bedeutet, größere tägliche Verarbeitung und — durch die Vorwärmung mit heißem Saft — Gerinnung des Eiweißes innerhalb der Zellen, wodurch es in den Schnitten verbleibt und deren Futterwert erhöht.

Bei den bisher besprochenen Arbeitsweisen geschieht das Anwärmen der kalten, frisch in den Diffuseur gefüllten Schnitte mit heißem Saft, ein Vorgang, der mit Wärmeverlusten verbunden ist. Dem wird bei der Brühdiffusion von Kaiser dadurch abgeholfen, daß zunächst Dampf in den frisch gefüllten Diffuseur eingeleitet wird, wodurch die Schnitte „gebrüht“ werden. Auch hier erhält man proteinreichere Schnitte, ferner wird das leichtere Abpressen der Schnitte gerühmt.

In sehr vielen Zuckerrfabriken verursacht die Beseitigung der Abwässer erhebliche Schwierigkeiten, weil sie nicht ohne vorhergehende Reinigung in öffentliche Wasserläufe geleitet werden können, ohne diese durch ihren Gehalt an leicht zersetzbaren organischen Stoffen weitgehend zu verunreinigen. Diese Abwässer stammen aus dem letzten Diffuseur, aus dem die ausgelaugten Schnitte ausschließen gelassen werden und dann von den Schnitzelpressen, in denen die ausgelaugten Schnitte zum Zwecke der Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes abgepreßt werden. Diese Abwässer enthalten neben sonstigen organischen und anorganischen Stoffen immer auch geringe Zuckermengen. Es lag daher der Gedanke nahe, diese Wässer überhaupt nicht verloren zu geben, sondern immer wieder nach der Batterie zurückzuführen, wodurch auch ihr Zuckergehalt ausgenützt werden könnte.

Solche Diffusionsverfahren mit Rückführung der Abwässer wurden von Pfeiffer-Bergreen und von Classen ausgearbeitet. Sie unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, daß Pfeiffer die Ablaufwässer, systematisch nach dem Zuckergehalte geordnet, wieder in die Diffusion zurückführt, während sie Classen nicht trennt, sondern vorher mischt und durch das nötige Frischwasser ergänzt. Die Urteile über diese Verfahren lauten im allgemeinen günstig. Näheres hierüber enthält das schon erwähnte Werk von Stiff-Gredinger.

Ein von der bisher besprochenen Arbeitsweise ganz abweichendes Verfahren ist die *Preßdiffusion* von *Syröf-Raf*. Dem Verfahren liegt der Gedanke zu Grunde, die Auslaugung in einzelnen aufeinanderfolgenden Räumen nacheinander und getrennt durchzuführen, zur Erhöhung der Wirkung jedoch die Schnitte nach jeder Auslaugung zu pressen. Dies läßt sich in den gewöhnlichen Diffusionsbatterien nicht durchführen, das Verfahren erfordert daher eine besondere Einrichtung. Sie besteht im wesentlichen aus horizontal oder schräg liegenden konischen Diffusionsgefäßen, in denen sich Preßschnecken, ähnlich wie in den später zu besprechenden Schnitzelpressen befinden. Die einzelnen Diffuseure sind mit dem breiteren und dem konischen Ende so aneinander gelagert, daß die Schnitte aus einem Gefäße in das nächste geschoben werden können. Denn die Diffuseure werden, mit Ausnahme des ersten, nicht von außen beschickt, sondern sie erhalten die Schnitte stets aus dem vorhergehenden Gefäße, während der Saft ebenfalls den vorgeschriebenen Weg durch die Batterie nimmt.

Die Vorteile dieses Verfahrens liegen nach *Gredinger* in Folgendem: Auch diese Erfindung verdankt ihre Entstehung der Hauptsache nach der schwierigen Wasserfrage, an der viele Fabriken leiden, weil entweder Mangel an Betriebswasser herrscht oder der Fabrik aus der Reinigung und Ableitung der Abwässer unausgesetzt Schwierigkeiten erwachsen. *Syröf* und *Raf* fanden nun, daß bei der üblichen Diffusionsarbeit die größte Wassermenge dazu verbraucht wird, um die ausgelaugten Schnitte aus dem letzten Diffuseur zu entfernen, wobei das Wasser nur als Beförderungsmittel dient. Bei der üblichen Arbeitsweise werden etwa 100 bis 120% Rohsaft vom RübenGewichte abgezogen, man verbraucht tatsächlich für den Saftabzug höchstens etwa 70% Wasser, auf das Gewicht der verarbeiteten Rübe bezogen. Alles übrige Wasser, das zu dem Zwecke aufgewendet werden muß, um den Saft in den ausgelaugten Schnitten zu ersetzen und die ausgelaugten Schnitte fortzuschwemmen, ist reiner Ballast. Gegenwärtig dauert die Entzuckerung der Schnitte etwa 70 Minuten und der ständige Schnittvorrat in der Batterie beträgt etwa 6% der täglich verarbeiteten Rübenmenge. Das Bestreben der Er-

finder war daher darauf gerichtet, die Diffusionsdauer abzukürzen und die in der Batterie verbleibenden Schnittmenge zu verringern. Dies ist durch das neue Verfahren der Saftgewinnung gelungen, wobei sich die auszulaugenden Schnitte in dünnen Schichten unter innigster Berührung mit der Auslaugesflüssigkeit bewegen, wobei ferner der Saft und die ganze Batterie stets heiß erhalten und in jedem Diffuseur die Abpressung des Saftes von den Schnitten vorgenommen wird. Dadurch gelingt es, die Auslagedauer auf 25 bis 35 Minuten herabzusetzen und die in der Batterie verbleibende Schnittmenge auf 1'5 bis 1'7% der in 24 Stunden verarbeiteten Menge zu verringern. Weil zu dieser Arbeitsweise schließlich nur soviel Wasser nötig ist, als unbedingt zum Auslaugen der Schnitte gebraucht wird, so entfällt das lästige Diffusionswasser gänzlich und die ausgelaugten Schnitte verlassen die Batterie mit einem hohen Gehalt an Trockensubstanz.

Die Vorteile der *Schroff-Raf* schen Preßdiffusion sind also: geringerer Dampfverbrauch zum Verdampfen infolge der dichteren Diffusionsfäße, Entfall der Schnittepresse und des Schnitteaufzuges, Förderung und Verbilligung der Schnitttrocknung und Gewinnung stark abgepreßter Schnitte ohne Nachpressung, schließlich Wegfall der Abwässer und die Möglichkeit, mit wenig Betriebswasser auszulangen.

Die auf Grund eingehender Versuche von Fachleuten gefällten Urteile über dieses Verfahren, lauten günstig.

Vom rein technischen Standpunkte ist es die Aufgabe der Zuckersfabrikation, aus der Rübe die größte, technisch mögliche Menge Zucker darzustellen. Für den Zuckersfabrikanten lautet die Frage aber anders, er wird trachten, vom kaufmännischen Standpunkte die Rübe so gut als möglich zu verwerten. Nun ist klar, daß die Herstellungskosten des Zuckers im allgemeinen um so größer werden, je höher die Ausbeute getrieben wird, denn je dünner der Rohsaft ist, desto mehr Wasser muß verdampft werden, desto größer muß die Anlage sein u. s. f. Es ist also ganz gut der Fall denkbar, daß die Erzielung einer geringeren Ausbeute, also weniger gute Auslaugung der Schnitte wirtschaftlicher ist, als die beste Arbeit an der Diffusionsbatterie, wenn gleichzeitig die Möglichkeit gegeben ist,

die zuckerreichen Schnitte gut oder richtiger besser zu verwerten, wie wenn sie nahezu vollständig in Zucker und ausgelaugte Schnitte zerlegt werden. Denn der Wert der Schnitte hängt von ihrem Trockensubstanzgehalte ab und wird im allgemeinen um so höher sein, je mehr Zucker sie enthalten.

Auf solchen und ähnlichen Erwägungen baute Steffen sein Press- oder Brühverfahren auf. Durch Erzeugung von weniger, doch konzentrierterem Saft von höherer Reinheit soll hier die Zuckererzeugung verbilligt, gleichzeitig ein zuckerreiches Futter gewonnen und schließlich die Abwasserfrage gelöst werden. Nach dem Steffenschen Verfahren werden die Rüben grob geschnitten, mit siedend heißem Rübensaft vermischt und hierauf ausgepresst, wobei Pressrückstände von hohem Trockensubstanzgehalt und verhältnismäßigem Reichtume an Eiweißstoffen gewonnen werden. Sie lassen sich leicht trocknen und liefern dann ein hochwertiges Futter mit 30 bis 38% Zucker, während der Saft in der üblichen Weise weiter verarbeitet wird.

III. Die Saftreinigung.

Würde der von der Diffusionsbatterie abgezogene Saft nur aus Wasser und darin gelöstem Zucker bestehen, so wäre der weitere Gang der Darstellung des Zuckers höchst einfach: es brauchte nur das Wasser verdampft und dadurch der Zucker gezwungen werden, auszukristallisieren. Tatsächlich ist aber der Rohsaft nichts weniger als eine reine Zuckerlösung. Er enthält vielmehr bei einem scheinbaren Trockensubstanzgehalte von 13 bis 19° Balling, worin etwa 10 bis 15% Zucker enthalten sind, noch zahlreiche andere Stoffe gelöst, die so weit als möglich entfernt werden müssen, um rein schmeckenden Zucker zu erhalten und die Gewinnung in kristallisiertem Zustande zu ermöglichen. Denn die meisten der außer Zucker im Saft gelösten Stoffe sind „Melassebildner“, d. h. sie verhindern den Zucker an der Kristallisation und müssen auch aus diesem Grunde entfernt werden, soweit es möglich ist. Ganz lassen sich diese Stoffe allerdings nicht abscheiden und schließlich häufen sie sich in den Melassen an, aus denen, trotz des hohen Zuckergehaltes, dieser doch nach dem gewöhnlichen Verfahren

durch Eindampfen, bzw. Verfochen nicht mehr gewonnen werden kann, weil eben die Nichtzuckerstoffe das Auskristallisieren des Zuckers verhindern.

Außer diesen gelösten Stoffen enthält der Rohsaft noch mechanisch mitgerissene Bestandteile der Rübe. Er ist eine dunkel gefärbte, trübe Flüssigkeit, in der diese Fasern und Zelltrümmer schweben. Auch sie müssen bei der Saftreinigung entfernt werden, weil sie den Zucker verunreinigen und sich manche bei der Behandlung des Saftes mit Kalt verändern und dadurch ebenfalls zu Melassebildnern werden würden.

Die Zusammensetzung des Rohsaftes hängt ebensosehr von der Beschaffenheit der Rübe wie von der Arbeitsweise ab. Von einer feststehenden oder mittleren Zusammensetzung kann daher keine Rede sein, immerhin mögen die folgenden, von *Anderlik* erhobenen Zahlen davon ein Bild geben und vor allem die große Mannigfaltigkeit der im Saft enthaltenen Stoffe zeigen.

Die von *Anderlik*, *Urban* und *Stanek* in den Jahren 1899/1900 erhobenen Zahlen aus durchgeführten Analysen von Rohsäften ergaben die folgenden Werte:

Scheinbare Reinheit	85.50%	bis 89.66%
Invertzucker nach <i>Peska</i>	0.32%	" 1.12%
Azidität in cm^3 n-KOH	6.80%	" 13.30%
Asche	2.56%	" 3.31%
Gesamt-Stickstoff	0.44%	" 0.80%
Eiweißartiger Stickstoff	0.15%	" 0.25%
Stickstoff in Form von Ammoniak	0.05%	" 0.14%
Stickstoff in Form von Betain	0.03%	" 0.16%
Sonstiger Stickstoff, haupts. Amidosäuren	0.15%	" 0.44%
Oxalsäure	0.42%	" 1.02%
Kali	1.17%	" 1.65%
Natron	0.11%	" 0.33%
Kalt	0.01%	" 0.10%
Magnesia	0.23%	" 0.33%
Eisenoxyd und Tonerde	0.02%	" 0.06%
In Salzsäure unlöslich	0.02%	" 0.09%
Phosphorsäure	0.35%	" 0.58%
Schwefelsäure	0.11%	" 0.22%
Chlor	0.05%	" 0.12%

Mit dieser Aufzählung ist die sehr große Zahl der im Rohsaft enthaltenen Verbindungen durchaus nicht erschöpft. Neben Oxalsäure kommen beispielsweise auch andere organische Säuren vor, neben Betain noch andere stickstoffhaltige Verbindungen. Die dunkle Farbe des Rohsaftes rührt von Farbstoffen her, die zum großen Teile erst an der Luft durch Oxidation und enzymatische Vorgänge entstehen. Weil aber diese Körper, soweit sie in die gleichen Gruppen gehören, untereinander im wesentlichen das gleiche Verhalten besitzen, mag diese summarische Aufzählung genügen.

Die Reinigung des Saftes geschieht auf physikalischem und chemischem Wege. Auf rein physikalischen Grundlagen beruht die Entfernung der im Saft schwebenden Formelemente, sie geschieht durch Filtration in den Pülpefängern. Die weitere Saftreinigung ist dagegen ein chemischer Vorgang und wird durch die Scheidung mit Kalk bewirkt. Durch den Kalkzucker wird teils eine Reihe von Verbindungen in unlöslicher Form niedergeschlagen, teils im günstigen Sinne verändert. Ein Teil des Kalkes löst sich in dem Saft auf, er wird dann durch die nachfolgende, im Einleiten von Kohlensäure bestehende Saturation ausgefällt, wobei jedoch stets darauf gesehen werden muß, daß nicht aller Kalk abgeschieden wird, sondern der Saft alkalisch bleibt. Die Saturation wird mehrmals wiederholt, von den durch die Scheidung und die Saturation erzeugten Niederschlägen wird der Saft in Filterpressen getrennt. Neben Kohlensäure wird zur Saturation ferner auch schwefelige Säure benützt und der Saft nach der letzten Saturation aufgekocht und — an Stelle des früher allgemein angewendeten, jetzt aber aus den Rohrzuckerfabriken ganz verschwundenen Spodiums — über nur mechanisch wirkende Filter geleitet, worauf der „Dünnsaft“ zur Verdampfstation gelangt. Die Einzelheiten der Saftreinigung sollen nunmehr erörtert werden.

1. Pülpefänger und Rohsaftanwärmer.

Auf den schädlichen Einfluß der im Saft suspendierten geformten Bestandteile der Rübe, wie Zelltrümmer, Fasern

uff. wurde schon hingewiesen. Sie wirken nach zwei Richtungen ungünstig, einerseits weil sie sich an den Heizrohren der Anwärmevorrichtungen anlegen und dadurch die Übertragung der Wärme sehr stark herabsetzen, andererseits durch Veränderungen, die sie unter der Einwirkung des Kalkes bei der Scheidung erfahren. Diese Veränderungen betreffen vor allem die Interzellularsubstanz, die in eine schleimige Masse, wahrscheinlich Arabin säure, übergeht. Diese wird zwar bei der Saturation zum größten Teile wieder ausgeschieden, doch gelangt sie dann in den Schlamm und ist oft die Ursache, daß die Pressen schlecht laufen und die Filtration des Schlammes Schwierigkeiten verursacht.

Die Entfernung dieser geformten Bestandteile wird durch Filtration des Saftes in den Pülpe- oder Schnitzelfängern bewirkt, doch kann hier, der Natur des Saftes und seiner verhältnismäßig hohen Viskosität entsprechend, kein dichtes Filtermaterial angewendet werden, sondern die Trennung und Absonderung dieser Stoffe geschieht mittels Sieben von entsprechender Maschenweite.

Abb. 9 veranschaulicht einen Pülpefänger, Patent R o r á n, gebaut von der Maschinenfabrik A.-G. B r e i t f e l d, D a n e k & C o. in Prag.

Der Pülpenfänger besteht aus einem Gefäß mit konischem Unterteil und dachartigem Oberteil. Das Gefäß ist mit einem Stutzen für den Eintritt des Diffusionsaftes versehen. An dem Unterteile ist ein Ablassstutzen angebracht. Der obere Teil des Gefäßes erweitert sich in eine geschlossene, mit einem Stutzen für den Abfall des gereinigten Saftes versehene Rinne. Im Innern des Oberteiles befindet sich ein ebenfalls dachartig geformtes, fein gelochtes Kupfersieb, dessen Innenseite mittelst eines schraubenförmigen Rührwerkes gereinigt wird. Die Sammelrinne ist ferner mit einem Probierzahn, der Oberteil mit einem Lufthahn armiert.

Der Diffusionsaft strömt infolge des Druckes der Batterie durch den Einlaßstutzen in das Gefäß, steigt dann zum Siebdach empor, passiert die Siebe, sammelt sich — vollkommen schnitte- und pülpenfrei — in der Rinne und fließt durch den Auslaßstutzen zu den Meßgefäßen.

Die aufgefangenen Pülpfen werden nach Beendigung einer jeden Batterie mittels des unteren Ablassknies in den Diffusor abgelaufen, mit dem der Pülpfenfänger verbunden ist.

Dieses Entleeren wird durch den Druck der Batterie bewirkt, gleichzeitig ist auch das Rührwerk in Bewegung zu setzen, welches vermöge seiner schraubenartigen Form die Pülpfen herabdrückt. In jenem Moment, in welchem die Pülpfen ausgeschossen werden, ändert sich die Richtung des Saftstromes nach unten, so daß in dem Oberteile Luftleere entsteht, wodurch die Siebe von der anhaftenden Pülpfe befreit werden.

Beim Ausschießen der Pülpfen ist darauf zu achten, daß das untere Sieb des Diffusors 400 mm hoch mit frischen Schnitten bedeckt ist. Die Mitte des am Diffusor befindlichen Stuhens für die Rohrleitung vom Pülpfenfänger muß daher mindestens 500 mm vom unteren Diffusorsieb entfernt sein.

Beim der von der Pülpfe befreite Saft in die Saturationsapparate eintritt, wird er vorgewärmt, denn er besitzt, von der Diffusionsbatterie kommend, nur eine Temperatur von etwa 30° C. Früher wurde das Anwärmen des Saftes auf die zur Scheidung erforderliche Temperatur allgemein in den Scheidepfannen durchgeführt, die zu diesem Zwecke mit einem Systeme von Heizschlangen ausgestattet waren. Dies hat sich jedoch nicht bewährt, außerdem bewirkt das Vorwärmen auf eine Temperatur von 80 bis 85° C zum Teile auch das Unlöslichwerden von Eiweißkörpern, die dann weniger bei der Scheidung vom Kalk verändert werden.

Zum Anwärmen des Rohsaftes dienen Vorwärmer verschiedener Bauart. Während man früher den Saft mit direktem Kesseldampf anwärmte, sind diese Vorwärmer so gebaut,

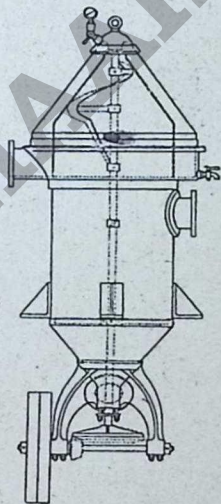


Abb. 9. Pülpfenfänger.

daß in ihnen der aus den Verdampfapparaten kommende, vom verdampfenden Wasser aus dem Dünnsafte stammende „Brü-
dendampf“ benützt wird. Dieser Dampf enthält gebundene
Wärme, die verloren ginge, wenn man sie nicht nutzbar machen
würde, was in verschiedener Weise, u. a. auch durch Verwen-
dung zum Vorwärmen des Rohsaftes, geschieht. Wir werden
auf die weitgehende, in den Zuckerfabriken geübte Dampf-
ökonomie noch des öfteren hinzuweisen haben.

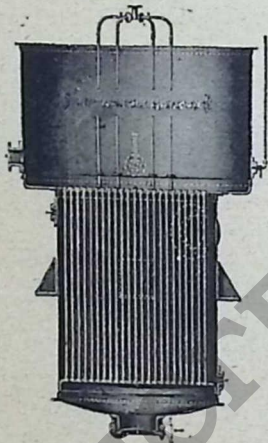


Abb. 10. Stehender
Rohsaft-Vorwärmer.

Die Vorwärmer besitzen ver-
schiedene Bauart, nach dieser kön-
nen sie in offene und geschlossene
eingeteilt werden. Die offenen
Vorwärmer werden heute aller-
dings meist nur mehr selten an-
gewendet.

Einen offenen, stehenden
Rohsaftvorwärmer — mit
erweitertem Aufsatz, gebaut von
der Maschinenfabrik und Appa-
ratenbauanstalt J. Hallström
G. m. b. H. in Nienburg, Saale,
veranschaulicht Abb. 10. Er ist
zum Beheizen mit Brüden aus dem
1. Verdampfkörper oder mit dem
Saftdampfe eines Saftkochers ein-
gerichtet. Der erweiterte Aufsatz
dient gleichzeitig als Meßgefäß für

den von der Batterie kommenden Rohsaft. Der Rohsaft er-
füllt das Röhrensystem, während es vom Heizdampfe umspült
wird. Zur Entfernung der mit dem Brüden mitgeführten
Luft, des Ammoniaks und anderer unfondensierbarer Gase sind
besondere Abzugsrohre vorhanden, die sich in einem nach dem
2. Verdampfkörper, bzw. dem Kondensator führenden Sammel-
rohre vereinen.

Einen liegenden, geruchlosen Gegenstrom-
Vorwärmer, gebaut von der gleichen Firma, zeigt
Abb. 11. Er ist zum Vorwärmen des Rohsaftes mittels

Brüden des Verdampfapparates, u. zw. mit besonderem Vor-
teile für Brüden aus dem letzten Körper, eingerichtet. Zum
Zwecke der bestmöglichen Ausnützung der latenten Wärme des
Dampfes und besserer Heizwirkung sind diese Vorwärmer nach
dem Gegenstromprinzip gebaut. In der Abbildung bedeutet:

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| a) den Saft Eintritt | d) den Brüdenaustritt |
| b) den Saftaustritt | e) den Ammoniakabzug |
| c) den Brüdeneintritt | f) den Verschlußdeckel. |

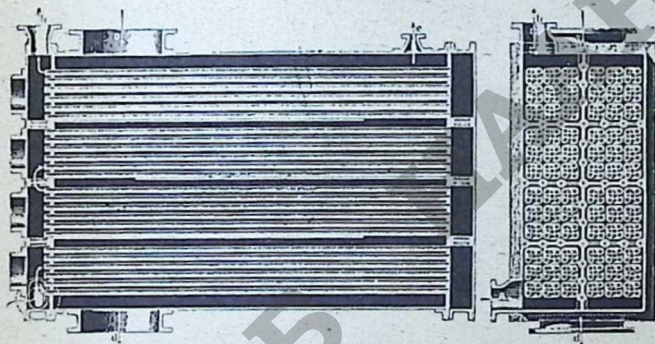


Abb. 11. Liegender Rohsaft-Vorwärmer.

Es sind im ganzen 8 Verschlußdeckel vorhanden, die zum
Zwecke der leichten Entfernung und Reinigung der Heizrohre
mit Klappschrauben befestigt sind. Da der Saft die Rohre mit
ziemlicher Geschwindigkeit durchströmt, wird die Inkrustierung
der Heizrohre wesentlich vermindert.

2. Die Scheidung.

Der in den Pülpefängern von den mitgerissenen, geformten
Bestandteilen befreite, dann in den Rohsaftvorwärmern auf 80
bis 85° C angewärmte und hierauf in manchen Fabriken noch
zur Entfernung des ausgeschiedenen Eiweißes durch — ihrer
Einrichtung nach den Pülpefängern ähnliche — Eiweißfänger
filtrierte Rohsaft gelangt nun zur Scheidung. Sie beruht auf
der Einwirkung von Kalk oder Kalchhydrat (Kalkmilch) auf

die im Saft gelösten Stoffe, die dadurch theils in unlöslicher Form abgeschieden, theils so verändert werden, daß sie in späteren Stadien der Fabrikation leicht entfernt werden können.

An Versuchen, den altbewährten Kalk durch andere Stoffe zu ersetzen, um dadurch eine bessere Reinigung oder sonstige wirkliche oder verminderte Vorteile zu erzielen, hat es nicht gefehlt. Es gibt kaum einen Stoff, der mit dem aus dem Rohsaft zu entfernenden Nichtzucker irgendwie reagiert, der nicht zur Verwendung in der Scheidepfanne vorgeschlagen worden wäre — doch ist man stets zum Kalk als dem am besten wirkenden und auch billigsten Mittel zurückgekehrt. Diese Frage ist daher vollständig gelöst und der Kalk wird gewiß niemals durch ein anderes Reagenz aus den Zuckerfabriken verdrängt werden. Anders liegt dagegen die Frage nach der zweckmäßigsten Kalkmenge, doch auch hier hat in der letzten Zeit eine höchst wünschenswerte Klärung der Anschauungen stattgefunden.

In der ersten Zeit der Rübenzuckerfabrikation glaubte man, die Scheidung verlaufe um so besser, die erzielte Saftreinigung sei um so vollständiger, je mehr Kalk man anwendet und Kalkmengen von 4 bis 6, ja selbst bis zu 8 % vom Rübengewichte waren keine Seltenheit. Je mehr man aber diese Frage studierte, desto deutlicher zeigte sich, daß ein Zuviel an Kalk nicht nur keine Vorteile, sondern sogar manche schwerwiegende Nachteile bringt, ganz abgesehen von den dadurch bedingten höheren Kosten. Man setzte daher die Kalkmenge immer mehr herab und ist heute für die 1. Saturation etwa bei 2 bis 3 %, im Mittel 2.5 % Kalk, auf das Gewicht der verarbeiteten Rübe bezogen, angelangt, wobei häufig auch schon dem Rohsaft in den Rohsaftmeßgefäßen ein geringer Kalkzusatz von 0.1 bis 0.2 % gegeben wird. Eine weitere Verringerung der Kalkmenge wäre zwar in der Regel möglich, aber aus anderen Gründen, als in bloßer Ansehung der reinigenden Wirkung, nicht vorteilhaft. Der Herabsetzung der Kalkmenge kam auch der Umstand zu Hilfe, daß durch die Züchtigung und die verbesserten Anbaubefahren die Reinheit der Rübe wesentlich erhöht, ferner, daß durch Einführung des Diffusionsverfahrens auch die Reinheit der Säfte wesentlich verbessert wurde. Auch

die Erkenntnis der Zweckmäßigkeit der Abscheidung der geformten Bestandteile aus dem Rohsaft trug zur Verringerung der Kalkmengen bei.

Der Kalkzusatz zum Rohsaft kann in zwei Formen erfolgen: als Kalkmilch (Kalkmilch-scheidung) oder in Form von Ätzkalk in Stücken (Trocken-scheidung). Jedes dieser Verfahren besitzt gewisse Vorteile, doch auch Nachteile. Bei der Kalkmilch-scheidung wird der Kalk in Form von Kalkhydrat, also mit Wasser abgelöscht zugesetzt, während bei der Trocken-scheidung Ätzkalk, also ungelöschter Kalk in Stücken oder weiter zerkleinert eingetragen wird.

Dem Kalkzusatz folgt die Saturation, wobei durch Einleiten von Kohlensäure der Kalk in kohlensauren Kalk umgewandelt wird. Gleichzeitig wirkt die Kohlensäure auch ausfällend auf den im Saft gelösten, zum Teile darin auch als Kalksaccharat, in Verbindung mit Zucker, vorhandenen Kalk, wodurch sich die anfangs stark alkalische Reaktion des Saftes vermindert. Diese Herabsetzung der alkalischen Reaktion darf jedoch nicht zu weit gehen, im Gegenteil: der Saft muß bis zu einem gewissen Grade alkalisch bleiben, soll nicht der weitere Verlauf der Fabrikation und schließlich auch die Haltbarkeit des Rohzuckers gestört werden.

Die Wirkung des Kalkzusatzes äußert sich, wie schon an früherer Stelle kurz angedeutet wurde, nach zwei Richtungen. Mechanisch werden durch den entstehenden voluminösen Niederschlag alle noch im Saft schwebenden geformten Bestandteile zu Boden gerissen, chemisch werden zahlreiche Verbindungen gespalten und verändert. Die Einwirkung des Kalkes auf den stickstoffhaltigen Nichtzucker gibt sich z. B. durch das Auftreten von Ammoniak zu erkennen. Ferner wird der im Rohsaft stets in geringen Mengen vorhandene Invertzucker zerstört. Säuren, die mit Kalk unlösliche Verbindungen liefern, wie Oxalsäure und Phosphorsäure werden ausgefällt, die Farbstoffe teils zerstört, teils zu Boden gerissen. Die dunkle, trübe Farbe des Rohsaftes geht in ein helles Gelb über und der entstandene Niederschlag setzt sich rasch und vollständig zu Boden.

die Erkenntnis der Zweckmäßigkeit der Abscheidung der geformten Bestandteile aus dem Rohsaft trug zur Verringerung der Kalkmengen bei.

Der Kalkzusatz zum Rohsaft kann in zwei Formen erfolgen: als Kalkmilch (Kalkmilchsecheidung) oder in Form von Ayzkalk in Stücken (Trockensecheidung). Jedes dieser Verfahren besitzt gewisse Vorteile, doch auch Nachteile. Bei der Kalkmilchsecheidung wird der Kalk in Form von Kalkhydrat, also mit Wasser abgelöscht zugesetzt, während bei der Trockensecheidung Ayzkalk, also ungelöschter Kalk in Stücken oder weiter zerkleinert eingetragen wird.

Dem Kalkzusatz folgt die Saturation, wobei durch Einleiten von Kohlen säure der Kalk in kohlen sauren Kalk umgewandelt wird. Gleichzeitig wirkt die Kohlen säure auch ausfällend auf den im Saft gelösten, zum Teile darin auch als Kalksaccharat, in Verbindung mit Zucker, vorhandenen Kalk, wodurch sich die anfangs stark alkalische Reaktion des Saftes vermindert. Diese Herabsetzung der alkalischen Reaktion darf jedoch nicht zu weit gehen, im Gegenteile: der Saft muß bis zu einem gewissen Grade alkalisch bleiben, soll nicht der weitere Verlauf der Fabrikation und schließlich auch die Haltbarkeit des Rohzuckers gestört werden.

Die Wirkung des Kalkzusatzes äußert sich, wie schon an früherer Stelle kurz angedeutet wurde, nach zwei Richtungen. Mechanisch werden durch den entstehenden voluminösen Niederschlag alle noch im Saft schwebenden geformten Bestandteile zu Boden gerissen, chemisch werden zahlreiche Verbindungen gespalten und verändert. Die Einwirkung des Kalkes auf den stickstoffhaltigen Nichtzucker gibt sich z. B. durch das Auftreten von Ammoniak zu erkennen. Ferner wird der im Rohsaft stets in geringen Mengen vorhandene Invertzucker zerstört, Säuren, die mit Kalk unlösliche Verbindungen liefern, wie Oxalsäure und Phosphorsäure werden ausgefällt, die Farbstoffe teils zerstört, teils zu Boden gerissen. Die dunkle, trübe Farbe des Rohsaftes geht in ein helles Gelb über und der entstandene Niederschlag setzt sich rasch und vollständig zu Boden.

Früher wurde die Kalkmilchsecheidung allgemein in der Weise durchgeführt, daß der Rohsaft in die mit der Einrichtung zum Einleiten der Kohlensäure versehenen Sättigungsgefäße gebracht, hier mit Kalkmilch versetzt und dann sogleich durch Einleiten von Kohlensäure „saturiert“ wurde. Diese Arbeitsweise bedingt jedoch einen höheren Kalkverbrauch, weil sofort eine ansehnliche Menge des zugesetzten Kalkes in

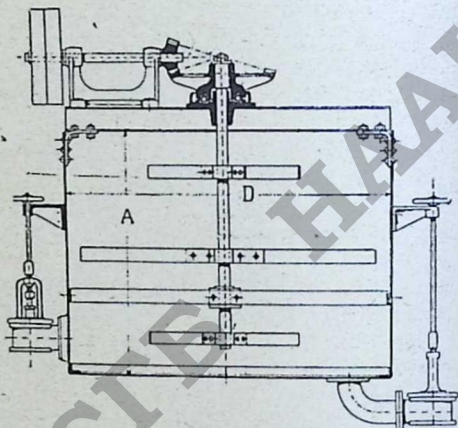


Abb. 12. Scheidepfanne (Malageur).

wirkungslosen kohlensauren Kalk übergeführt wird. Der Kalk findet hier nur wenig Gelegenheit, reinigend zu wirken, die Menge des Schlammes wird unnötig erhöht und dadurch vermehrt sich auch die Menge des im Schlamm zurückbleibenden, nicht gewinnbaren Zuckers. An Stelle dieser „Scheid saturation“ ging man daher fast allgemein zur getrennten Scheidung und Saturation über, wobei man zunächst die Kalkmilch dem Saft in besonderen Gefäßen, den Scheidepfannen oder Malageuren zusetzt und erst nach genügender Einwirkung des Kalkes die Saturation in

anderen Gefäßen, den Saturationspfannen oder Saturateuren, durchführt.

Die Scheidepfannen haben demnach nur mehr die Aufgabe, eine innige Vermischung des Rohsaftes mit der Kaltmilch zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke sind sie mit einem Rührwerke ausgestattet. Der vorgewärmte Saft tritt durch eine Seitenöffnung ein, von oben wird die genau abgemessene Kaltmilchmenge zugeföhrt, worauf die innige Mischung durch das Rührwerk erfolgt. Dann wird der geschiedene Saft samt dem entstandenen Schlamm nach den Saturationspfannen geleitet.

Eine von der Vereinigten

Maschinenfabriken- u. G. gebaute Scheidepfanne (Malazeur) zeigen Abb. 12 und 12 a. Sie besteht aus einem zylindrischen, versteiften Eisenblechgefäße, worin sich ein Rührwerk bewegt.

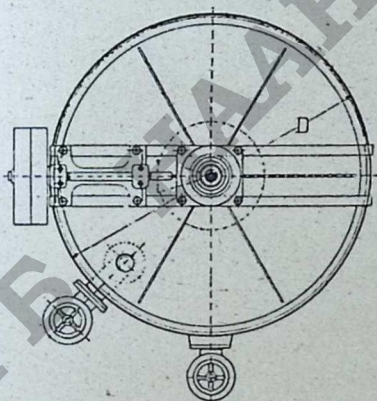


Abb. 12 a.

Dieses Rührwerk wird von einer schmiedeeisernen Vertikalwelle getragen, woran gegeneinander verstellte Rührarme aus Flachisen befestigt sind. Der Antrieb der Welle erfolgt von einem Regelrade, das mit der losen und festen Antriebsriemenscheibe auf einer horizontal gelagerten Vorgelegswelle sitzt.

Der Saft tritt seitlich durch eine Öffnung im Mantel in das Gefäß ein, der Abfluß erfolgt durch eine Öffnung im Gefäßboden. Beide Öffnungen sind mit Ventilen verschlossen.

Die zur Scheidung erforderliche Kaltmilch wird durch Übergießen von Alkalk mit Wasser unter starkem Röhren bereitet. Je nach der Güte und Reinlichkeit des Kaltes ist jedoch

ihr Gehalt an Kalchhydrat sehr verschieden und nach dem jeweiligen Gehalte muß die zuzusetzende Menge Kalkmilch berechnet werden. Der Gehalt wird mittelst der Spindel bestimmt, doch bedient man sich vielfach auch selbsttätig arbeitender Kalkmilchmeßgefäße, die bis zu einem gewissen Grade von der Dichte der Kalkmilch unabhängig sind, bzw. die Kalkmilch ihrer jeweiligen Dichte entsprechend abmessen.

Ein von der Maschinenbau-A.-G. vorm. Breitfeld, Danek & Co. gebautes Kalkmilchgefäß nach dem Patente Stolc-Cerny veranschaulicht die Abb. 13. Diese Vorrichtung dient zum genauen Abmessen der Kalkmilch nach ihrem Gehalte an Kalk, so daß jede Abmessung eine bestimmte, stets gleichbleibende Menge Kalk enthält, wenn auch die Dichte der Kalkmilch verschieden ist, sie kann von 15 bis 25 oder 20 bis 30° Bé usw. schwanken. Das Meßgefäß läßt gleichzeitig an einer weithin sichtbaren Skala die Dichte der Kalkmilch erkennen.

Die Größe der abgemessenen Kalkmilchmenge läßt sich in bestimmten Grenzen beliebig durch entsprechendes Verschieben der Gehänge des Oberflächenschwimmers nach den am Hebel und der Gehängestange eingravierten Skalen einstellen. Diese Skalen können für eine Kalkzugabe in Gewichtsprozenten eines Quantums Rübenschnitte, von dem der Saftabzug in einen Malaxeur gefüllt wird, eingerichtet sein, u. zw. für die 1. Saturation in den Grenzen von 1 bis 4 %, um je 0.1 % steigend, wobei 1 % 20 bis 50 kg Kalk entsprechen kann, oder für die 2. Saturation in den Grenzen von 0.1 bis 1 %, um je 0.02 % steigend, wobei 1 % 20 bis 100 kg Kalk entspricht. Nach Erfordernis können diese Skalen jedoch auch eine andere Teilung erhalten, z. B. direkt nach Kilogrammen.

Das Meßgefäß muß so aufgestellt sein, daß die Fläche des Trägers 1, der den Indikations-schematismus trägt, nach der Länge und der Quere genau horizontal liegt. Den Wagebalken 2 legt man mit seiner Mittelschneide vorsichtig in die Steine des Ständers und hängt an das prismatische Gefäß 6 mittels des Messingdrahtes den Schwimmer, eine Kugel aus Gußeisen, an.

Die Kalkmilch wird in das Meßgefäß entweder von oben durch das Rohr c und den Hahn d, oder auch beliebig seitwärts durch die Lauge eingeführt. Die Stellung des Indikationsmechanismus gegenüber der Lage des Ablaßhahnes 17 kann durch Verdrehen des Trägers 1 nach den Ortsverhältnissen beliebig abgeändert werden.

Beim leeren Meßgefäße sind die beiden Schwimmer unten, der Zeiger r (rot) ist vor der Segmentkala bei a und der weiße Zeiger s an entgegengesetzter Seite bei b. Beim Füllen des Meßgefäßes wird zuerst der gußeiserne Schwimmer 5 überschwemmt und so um das Gewicht der durch ihn verdrängten Flüssigkeit (zirka 10 Liter) entlastet, so daß er durch die Wirkung des Gegengewichtes 3 mit der Flüssigkeit zugleich steigt, u. zw. so lange, bis sein Gewicht in der Flüssigkeit mit dem Gegengewichte 3 und Schwerpunktsgewichte 4 Gleichgewicht hält. Dann hört seine Bewegung auf und der Zeiger r zeigt an der Skala 7 das Gewicht des Schwimmers 5 direkt in Graden Bé. an. Beim weiteren Steigen der Flüssigkeit erreicht ihre Oberfläche den Schwimmer 13 und hebt ihn mit, so daß auch die Hebel 10 und 11 und somit auch der Zeiger s in Bewegung kommen. Der Zeiger s bewegt sich dem Zeiger r entgegen und die Bewegungen der beiden Zeiger sind durch die Konstruktion des Meßgefäßes so gehalten, daß die richtige, der eingestellten Kalkzugabe entsprechende Abmessung dann erzielt ist, wenn sich die beiden Zeiger decken. Die abgemessene Kalkmilch wird dann mittelst eines Handhebels durch den Hahn 17 abgelassen.

Ob die saccharometrische Angabe des Zeigers r richtig ist, konstatiert man bei den ersten Abmessungen dadurch, daß man die richtige Dichte der Kalkmilch feststellt und mit den Angaben des Zeigers r auf der Skala 7 vergleicht. Zeigt der Zeiger mehr, resp. weniger an, ist es nötig, das Korrektionsgewicht k von der Mitte, resp. zu der Mitte der Drehachse des Wagebalkens zu verschieben. Zeigt der Zeiger r in der linken Hälfte der Skala 7 mehr (und in der rechten Hälfte weniger), so ist dies ein Zeichen, daß mit dem Schwerpunktsgewichte 4 gerührt wurde, und es ist nötig, dieses zu der Mitte (von der Mitte des Wagebalkens) zu verschieben. Nach zwei- bis dreimaliger Wiederholung dieses

Verfuches gelingt es, die Angaben der Wage vollkommen in Einklang mit der Dichte der Kalkmilch zu bringen. Die Dichte der Kalkmilch muß man zu diesem Zwecke durch Feststellen des spezifischen Gewichtes einer bestimmten Kalkmilchmenge (1 Liter usw.) auf einer genauen Wage ermitteln, weil die Angabe eines Saccharometers nicht zuverlässig ist und besonders bei dichter Kalkmilch als 20 Bé Fehler von 2 bis 3 Bé vorkommen können. während der Schwimmer des Meßgefäßes 10 Liter Kalkmilch verdrängt und daher das Gewicht von 10 Litern angibt. Da er auf einem schwachen Messingdraht aufgehängt in der Flüssigkeit freispielt, sind durch die Reibung usw. verursachte Fehler gänzlich ausgeschlossen und die Angaben der Wage äußerst genau.

Für das gute und richtige Funktionieren dieses Apparates, dann überhaupt zur Verhütung von Verstopfungen der Rohrleitungen, zur Schonung der Plunger und Stopfbüchsen der Schlammumpen usw. ist die Verwendung einer nach Möglichkeit reinen, von Sand, Schlacke, Koksstückchen usw. freien Kalkmilch unerlässlich. Man erreicht dies durch Filtration, wozu das durch die Abb. 14 dargestellte Dachfilter zum Filtrieren der Kalkmilch, System R o r á n, gebaut von der A.-G. vorm. B r e i t f e l d, D a n e f & C o., dient.

Das Filter besteht aus einem Gefäße A, welches mit einem Stutzen B und einem Verschlusse C versehen ist. Auf diesem Gefäße ist ein Dach D in der Form eines abgestumpften Kegels angebracht, welches aus feinst gelochtem Messingblech hergestellt ist. Den Unterteil des Daches umgibt eine Rinne E, an welcher sich der Abzugsstutzen F befindet. Im Dache ist ein schrauben-

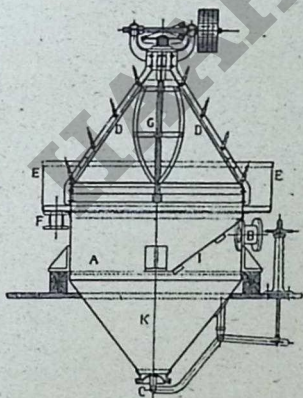


Abb. 14. Dachfilter.

förmiges Rührwerk G eingehängt, welches als Abstreicher funktionierend das Sieb beständig reinigt und die Filtration befördert.

Die ohne Druck durch den Stutzen B eintretende Kalkmilch fließt unterhalb der schiefen Fläche J in den Konus K, in welchem der vorhandene Absatz durchspült und der Kalkgrieß nachgelöscht wird. Die Kalkmilch steigt dann zum Filtrierdach, passiert dessen feinst gelochte Siebe und sammelt sich als vollkommen reines Filtrat in der Rinne, aus welcher sie dem Betriebe zugeführt wird.

Sämtliche Verunreinigungen, wie: Sand, Schlacke, Holz usw. setzen sich im Konusse des Gefäßes ab und werden zeitweise daraus unter Zutritt von Wasser zur Kalkung der Abfallwässer oder in Kalkgruben abgelassen.

Bei der Trockenscheidung wird an Stelle der Kalkmilch fester Kalk dem Saft zugesetzt. Wird Kalk mit Wasser abgelöscht, geht er also in Kalkhydrat über, so wird eine ansehnliche Wärmemenge in Freiheit gesetzt, die das zum Lösen dienende Wasser bis zum Kochen erhitzt. Der gleiche Vorgang spielt sich auch bei dem Eintragen des Kalkes in den heißen Saft ab und dies kann örtlich zu Überhitzungen, die mit Zerstörung des Zuckers verbunden sind, führen. Man verhütet dies bei der Trockenscheidung dadurch, daß man den Kalk in angemessener Verteilung und Zerkleinerung nach und nach in den Saft einträgt und diesen durch ein kräftiges Rührwerk in Bewegung erhält.

Die Trockenscheidung besitzt gegenüber der Scheidung mit Kalkmilch unbedingt den Vorteil, daß eine weitere Verdünnung des Saftes vermieden und dadurch die Kosten der Verdampfung herabgesetzt werden. Zwar wendet man zur Bereitung der Kalkmilch die Absüßwässer der Schlammpressen an und führt dadurch die in ihnen enthaltenen geringen Zuckermengen wieder in den Betrieb über, aber der Trockenscheidung wird ferner noch nachgerühmt, daß sie hellere Säfte liefert, daß ferner die Saturation glatter verläuft und mehr Kalk gelöst wird. Bedingung ist allerdings, daß man die Scheidung bei genügend hoher Temperatur, am besten bei 85° C durchführt. Jrgend

ein besonders schwerwiegender Vorteil spricht weder zugunsten der Trockenscheidung, noch zum Nachteile der Scheidung mit Kalkmilch. Die Überführung des Kalks in Kalkhydrat, also die Herstellung der Kalkmilch, besitzt vielmehr den Vorteil, daß man die zuzusetzende Kalkmenge viel genauer ermitteln kann, wie wenn Kalk in Stücken, die oft im Inneren nicht ganz durchgebrannt sind und sich nur unvollkommen lösen, verwendet wird.

Schließlich sei noch erwähnt, daß sich die Scheidung auf zwei Arten durchführen läßt: als kalte und als warme Scheidung. Im ersten Falle trägt man den Kalk in den kalten, nur etwa 20 Grad warmen Saft ein, läßt ihn damit aber bis zu einer Stunde in Berührung, während bei der warmen Scheidung die Temperatur des Saftes etwa 80 Grad beträgt, doch alsbald, nach 10 bis 15 Minuten, mit der Saturation begonnen wird. Ein wesentlicher Vorteil des einen oder anderen Verfahrens ist nicht vorhanden.

Die üblichen Mengen der Kalkzugabe wurden schon besprochen, bemerkt sei noch, daß diese Zahlen nur als allgemeine Anhaltspunkte gelten mögen. Denn tatsächlich richtet sich die Kalkmenge immer nach der Beschaffenheit des Saftes. Liegt ein normaler Saft vor, so wird man den angegebenen normalen Mengen auslangen, müssen dagegen verdorbene oder unreife Rüben verarbeitet werden, laufen die Schlammpressen schlecht, ergeben sich Störungen in der Diffusion, wodurch minder reiner Saft abgezogen wird usw., so ist das Gegenmittel häufig eine Vermehrung des Kalkzusatzes. Die Kalkmenge muß sich mithin stets nach den tatsächlichen Verhältnissen richten.

3. Die Saturation.

Das wesentliche der Saturation besteht in der Umwandlung des zugesetzten Kalkes in kohlensauren Kalk durch Einleiten von Kohlensäure unter gleichzeitiger Ausfällung eines Teiles des im Saft gelösten Kalkes. Doch darf der Saft nicht „übersaturiert“ werden, d. h. er muß auch nach der Saturation alkalisch reagieren und die alkalische Reaktion während der weiteren Verarbeitung stets beibehalten.

Früher trennte man nach der Scheidung den klaren Saft vom Scheideschlamm und saturierte den Saft für sich, jetzt bringt man Saft und Schlamm aus den Malaxeuren in die Saturationspfannen, wo die Saturation erfolgt. Kleinere Fabriken mit älteren Einrichtungen saturieren wohl auch noch in demselben Gefäße, das zur Scheidung diente und dann auch mit einem gelochten Rohre zur Einleitung der Kohlensäure versehen ist. Die zur Saturation stammende Kohlensäure wird, ebenso wie der zur Scheidung nötige Kalk, im Kalkofen durch Brennen von kohlensaurem Kalk gewonnen; wir werden die Einrichtung dieser Kalköfen später besprechen.

Die Saturationspfannen oder Saturateure sind geräumige, runde oder viereckige, oben offene oder geschlossene Behälter aus Eisenblech, deren Fassungsraum für 2 bis 3 Abzüge von der Batterie ausreicht. Doch muß ihr Fassungsvermögen weit größer sein, als dem Saftvolumen entspricht, weil der Saft während der Saturation sehr stark schäumt und steigt, man bemißt daher den Steigraum meist mit 3—4 m bei einem Saftstande von 2 m, woraus sich eine Gesamthöhe der Saturateure von 5 bis 6 m ergibt.

Zur Niederhaltung des Schaumes benützt man verschiedene Vorrichtungen, z. B. gelochte Rohre, aus denen Dampf in dünnen Strahlen gegen die Saftoberfläche strömt oder man gibt Fette oder Ole (Talg oder Rizinusöl) zur Dämpfung des Schaumes zu. Doch darf dieses Mittel nur im Notfalle und auch dann nur sparsam angewendet werden, weil sich sonst schwer zu beseitigende, die Wärmeübertragung verhindernde Ablagerungen auf den Röhren der Verdampfapparate bilden. Normale Säfte von gesunden Rüben neigen weit weniger zum Schäumen als nicht normale Säfte; das Schäumen läßt sich übrigens auch dadurch innerhalb erträglicher Grenzen halten, daß man der Kohlensäure zu Beginn der Saturation nur langsam Zutritt gewährt.

Die Kohlensäure läßt man nicht aus einem Rohre an einer Stelle in den Saft eintreten, sondern man sorgt dafür, daß sie den Saft in zahlreichen kleinen Blasen durchströmt, wodurch eine weit bessere Ausnützung ermöglicht wird. Dies erreicht

man durch Anwendung eines gewundenen Rohres mit nach abwärts gerichteten Löchern, wobei man gegen Ende des Rohres die Zahl der Löcher vermehrt, damit die Kohlensäure an allen Stellen unter annähernd demselben Druck ausströmt. Zur Reinigung ist dieses Rohr auch mit der Dampfleitung verbunden, um durch den Dampfdruck den sich an den Löchern festsetzenden kohlensauren Kalk entfernen zu können. Andere Kohlensäureverteilungsrichtungen sind nach Art der Rörting'schen Injektoren eingerichtet oder sie besorgen eine innige Mischung von Saft und Kohlensäure durch turbinenartige Vorrichtungen.

Die Saturateure sind, soferne man geschlossene Gefäße verwendet, mit dem Dunstschlauche verbunden, durch den die nicht verbrauchte Kohlensäure entweicht. Weil es sich mitunter ereignet, daß stark schäumende Säfte in den Dunstschlauch übersteigen, ist es zweckmäßig, die Dunstschläuche in ein weites, als Sammler dienendes Rohr münden zu lassen, das dann erst seinerseits mit dem eigentlichen Dunstschlauche in Verbindung steht. Steigt Saft in den Sammler über, so wird er von hier aus wieder in den Saturateur zurückgeleitet.

Die Einrichtung eines von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G. gebauten Saturateurs mit viereckigem Querschnitte stellen die Abb. 15 und 15 a dar. Der Saft Eintritt erfolgt durch einen an der Vorderseite angebrachten Stutzen, an den sich im Innern ein Knirohr anschließt.

Der Saft- und Schlammaustritt geschieht durch ein am tiefsten Punkte des Bodens angeordnetes Ablassventil, welches mittels Spindel- und Hebelübersetzung leicht vom Arbeitsstande aus gehandhabt werden kann.

Die Kohlensäure tritt durch ein Knirohr zentral in das Innere des Saturateurs ein und wird mittels eines Rottemann'schen Verteilers gleichmäßig mit dem Saft gemischt.

Eine kupferne Schlange, welche für den Dampfeintritt und den Kondenswasserablauf mit zwei entsprechend am Mantelbleche angebrachten Stutzen korrespondiert, dient als Heizkörper.

Außerdem sind zur Betriebskontrolle ein Thermometer und ein Schauglas angeordnet, sowie ein Butterhahn behufs Ein-

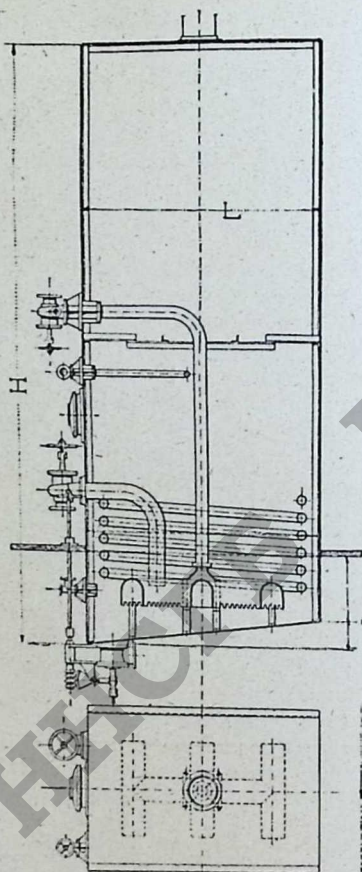


Abb. 15. Saturateur.

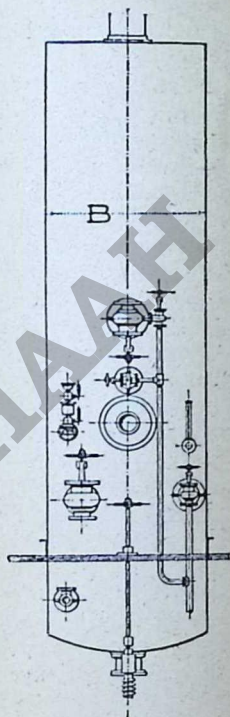


Abb. 15 a.

führung von Fett zur Hintanhaltung von Schaumbildung. Als Schaumschläger besteht weiters noch im Innern des Saturateurs ein gelochter Rohrring, mittels welchem Dampf eingeblasen wird.

Zur Besteigung des Saturateurs bedient man sich des Mannloches, dessen Deckel das Schauglas trägt.

Oft ist auch für nuzträgliche Kalkmilchzugabe noch ein Stutzen vorgesehen. Auf den oberen Deckel ist ein Dunstschlot aufgesetzt.

Man beginnt die Saturation damit, daß man langsam Kohlenensäure in den Saft eintreten läßt. Der Saft beginnt lebhaft zu schäumen, gleichzeitig ändert sich seine Beschaffenheit, indem er eigentümlich dickflüssig wird; dies ist auf das Entstehen einer Doppelverbindung von kohlen-saurem Kalk mit Zuckerkalk zurückzuführen. Diese Verbindung wird jedoch durch die Kohlen-säure zerlegt, der Saft wird nach und nach dünnflüssiger und nun beginnt sich auch der Schlamm abzusetzen, bis er schließlich körnig wird und sich dann rasch und glatt aus einer Probe abscheidet. Dies ist auch das Anzeichen, daß sich die Saturation dem Ende nähert und es muß nun darauf gesehen werden, den Saft nicht „überzusatrieren“, d. h. durch Einleitung einer zu großen Kohlen-säuremenge allen gelösten Kalk auszufällen. Dies wird durch Titration des Saftes mit $\frac{1}{10}$ Normal-Salpetersäure unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator festgestellt. Als zulässige Grenze wurden früher ganz allgemein 0'1% Kalk, als Ästkal berechnet, angesehen, doch hat Gredinger gezeigt, daß eine unter Verwendung von Phenolphthalein festgestellte Alkalität von 0'05 bis 0'06% Kalk (CaO) vollkommen hinreicht, daß bei dieser Grenze mithin die Erscheinungen der „Übersaturation“ noch nicht eintreten. Jedenfalls ist es besser, etwas stärker als zu wenig zu jaturieren, weil sonst unzerlegte Doppelverbindungen von Kalk und Zucker in den Schlamm gelangen, der sich dann nur schwer absüßen läßt, was Zuckerverluste bedingt.

Zu weit getriebenes Satrieren, wobei aller Kalk in kohlen-sauren Kalk umgewandelt und außerdem aller im Saftes gelöste Kalk ausgefällt wird, ist dagegen unbedingt zu vermeiden, denn dann würde auch ein Teil des schon gefällten Nichtzuckers wieder gelöst werden. Auch kann sich, besonders wenn die Temperatur des Saftes sinkt, kohlen-saurer Kalk

zu doppeltkohlensaurem Kalk aufzulösen und später Trübungen verursachen.

Ergeben sich Unregelmäßigkeiten im Verlaufe der Saturation, so können die Ursachen verschiedener Art sein. Sie können ebenso in der Rübe, bzw. im Rohsaft, wie in der Kohlensäure liegen, schließlich auch durch ein Versehen bei der Scheidung verursacht werden.

Auf die Tatsache, daß unreife oder erfrorene und wieder aufgetaute Rüben Anlaß zu Störungen in der Diffusionsbatterie geben, wurde schon hingewiesen. Das Übel pflanzt sich aber auch weiter fort und von solchen Rüben stammende Säfte schäumen und steigen während der Saturation sehr stark und, wie Gredinger feststellte, sind dann auch die Säfte gelb, ölig und sehr unrein. Man muß trachten, solche Säfte rasch weiter zu treiben, oft hilft auch raschere Arbeit bei niedrigerer Temperatur während der Diffusion. Auch übermäßig mit Stickstoff gedüngte Rüben können, besonders wenn sie als Folge der übermäßigen Düngung nicht vollständig ausgereift sind, Anlaß zu Störungen geben, wahrscheinlich infolge ihres hohen Gehaltes an stickstoffhaltigen Stoffen und Pektin.

Leichter ist Abhilfe zu schaffen, wenn die Ursache der schlechten Saturation im Kohlensäuregase liegt. Dieses soll 28—30% Kohlensäure enthalten, die übrigen 70 bis 72% bestehen hauptsächlich aus Luft, bzw. Stickstoff, bei schlechtem Betriebe des Kalkofens können auch größere Mengen Kohlenoxyd auftreten. Ist ein zu armes Gas die Ursache, dann muß dieser nachgeforcht werden, sie kann ebensogut in schlechtem Betriebe des Kalkofens, wie in Undichtigkeit der Leitung liegen, doch auch dadurch verursacht werden, daß das Gas mit zu geringem Druck in die Saturateure einströmt.

Ist endlich ein Überschuß an Kalk — etwa durch ein Versehen bei der Scheidung — die Ursache, so kann dem in der Folge am leichtesten abgeholfen werden und solche Vorkommnisse sind auch sofort zu beheben.

4. Die Filtration.

Nach Beendigung der 1. Saturation handelt es sich darum, den Saft vom Schlamme zu trennen. Dies geschieht in eigenen

Vorrichtungen, den Schlamm- oder Filterpressen. Sie besitzen eine der zu leistenden Arbeit angemessene Einrichtung und ermöglichen es, den zähen, in dichter Lage sehr schwer durchlässigen Schlamm rasch und in einfacher Weise vom Saft zu trennen und gleichzeitig den in den Schlammpressen hinterbleibenden Schlamm „auszusüßen“, d. h. dem nach dem Abfiltern des Saftes noch vom Schlamm festgehaltenen Zucker zu gewinnen.

Die Beförderung des Gemenges von Saft und Schlamm aus den Saturateuren nach den Schlammpressen besorgen besondere Pumpen, die *Schlamm pumpen*. Um Beschädigungen und Verstopfungen zu verhüten, wird zwischen die Schlammpumpe und den Saturateur meist ein *Steinfänger* eingeschaltet, dessen Aufgabe es ist, in der Kalkmilch enthaltene größere Stücker, Sand usw. zurückzuhalten. Ihre Anwendung ist überflüssig, sofern mit Hilfe des beschriebenen Dachfilters filtrierte Kalkmilch verwendet wird.

Die *Schlammpressen* bestehen im wesentlichen aus einzelnen Kammern, zwischen denen Filtertücher angebracht werden. Die Rahmen werden in bestimmter Reihenfolge durch starke Schrauben in einem Gestelle zusammengepreßt, wodurch gleichzeitig die Abdichtung untereinander bewirkt wird. Durch entsprechend angeordnete Kanäle stehen die Kammern derart untereinander in Verbindung, daß sich der von der Schlammpumpe eingepreßte Schlamm in jeder zweiten Kammer verteilt, während der Saft die Filtertücher durchdringt und aus dem zwischen je zwei mit Schlamm gefüllten Kammern liegenden Raume durch einen Hahn in eine gemeinsame Sammelrinne austritt. Das Auszusüßen der Schlammkuchen wird bewirkt, indem man nach dem Abpressen des Saftes Wasser durch die Schlammkuchen durchdrückt. Sind sie ausgefüßt, so werden sie durch Öffnen der Kammern, bzw. Auseinanderschrauben der Presse entleert.

Der Konstruktion nach werden zwei Arten von Filterpressen unterschieden: *Kammerpressen* und *Rahmenpressen*. Die *Kammerpressen* besitzen Platten mit vorspringendem Rande; durch Aneinanderreihung der Platten, wobei die

Ränder aneinandergepreßt werden, entsteht zwischen je zwei Platten ein Hohlraum, die Kammer, sie wird mit dem für diesen Zweck besonders gestalteten Filtertuche ausgekleidet; die Schlammzuführung geschieht durch einen zentral gelagerten Kanal, der sich ebenfalls erst durch das Aneinanderschließen der Platten bildet. Diese Bauart wird heute fast nicht mehr angewendet.

Abb. 16 zeigt eine Rahmenfilterpresse, System Kroog-Danek, gebaut von der Maschinenbau-A.-G. vorm. Breitfeld, Danek & Co., Abb. 16 a die zugehörigen Rahmen und Platten. Wie die erste Abbildung erkennen läßt, besteht die Presse aus zwei starken Widerlagern, zwischen denen die Rahmen und Platten abwechselnd eingelegt, bzw. mittels der Handhaben aufgehängt und dann durch die Schrauben zusammengepreßt werden. Sowohl die Rahmen wie auch die Platten tragen seitlich einander diagonal gegenüberliegende Fortsätze, die durchbohrt sind und bei der Aneinanderreihung Kanäle bilden. Einer dieser Kanäle dient zum Einpressen des Schlammes, der zweite zur Zuführung des Wassers (oder Dampfes) zur Ausföhung. Der Schlammkanal ist durch einen Seitenkanal mit dem Inneren jedes Rahmens verbunden, der Wasserkanal steht nur mit dem Inneren jeder zweiten Platte in Verbindung. Jede Platte ist auf beiden Seiten mit gelochtem Siebblech überkleidet, das an der Platte durch versenkte Schrauben befestigt ist. Der Raum zwischen beiden Siebblechen steht mit einem in einer unteren Ecke angebrachten Hahne in Verbindung.

Wird die Presse zusammengesetzt, so wechselt immer ein Rahmen mit einer Platte ab, wobei über jede Platte ein Filtertuch gehängt wird. Die Platten schließen unter dem Druck der Schrauben dicht aneinander, die Abdichtung der Saft- und Wasserkanäle wird durch Gummieinlagen bewirkt. Zusammengesetzt, besteht die Presse aus einer Anzahl Kammern, je nach der Größe der Presse 18 bis 42, die aus den Rahmen gebildet sind. Die Begrenzung jeder Kammer bildet auf beiden Seiten je eines der erwähnten Siebbleche, doch sind diese durch die Filtertücher verdeckt.

Beginnt nun die Schlammpumpe zu arbeiten, so tritt das Gemenge von Saft und Schlamm durch den Schlammkanal in die Presse und dringt durch die oben erwähnten, in das Innere der Rahmen führenden schlitzenartigen Kanäle ein, diese

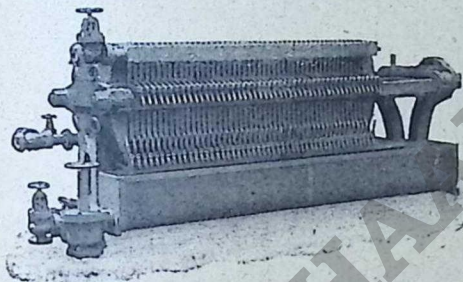


Abb. 16. Rahmenfilterpresse.

erfüllend. Dabei durchdringt der Saft das Filtertextuch, gelangt durch die Siebbleche in den Raum zwischen diese und läuft durch den Hahn ab, während der Schlamm im Raume zwischen den Filtertextüchern zurückgehalten wird. Das Kopfstück der Presse trägt die nötigen Armaturen zum Eintritte von Schlamm, Wasser und Dampf, die Verschlussplatte trägt am Ende des Schlammkanals einen Entleerungshahn.

Ist die Presse gefüllt, d. h. ist jede Kammer mit Schlamm vollgepumpt und läuft kein Saft mehr ab, so wird zum Ausfüßen geschritten. Wichtig ist aber, daß tatsächlich alle Kammern mit Schlamm angefüllt sind und daß er genügend fest zusammengepreßt ist, denn sonst verursacht das Entleeren der Kammern Schwierigkeiten.

Zum **A b s i e n** wird Wasser unter einem Drucke von 1² bis 1⁵ Atmosphären in die Kuchen durch den Wasserkanal

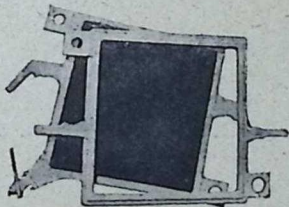


Abb. 16 a.
Rahmen und Platten zur
Rahmenfilterpresse.

gedrückt, meist wird hierzu Brüdenwasser benutzt. Die Schlammkuchen bestehen etwa aus 40% fester Masse und 60% Saft, sie enthalten daher ansehnliche Zuckermengen. Der im Schlamme enthaltene Saft wird durch das eindringende Wasser verdrängt. Doch läßt man das Absüßwasser nicht zu dem filtrierten Saft gelangen, um ihn nicht unnötig zu verdünnen, sondern verwendet es zur Herstellung der Stalkmilch. In manchen Fabriken werden diesem Zwecke nur die ersten, zuckerreicheren Anteile zugeführt, während man den späteren Ablauf abermals zum Absüßen verwendet.

Im Hinblick auf den hohen Zuckergehalt des Schlammes ist das Ausfüßen eine sehr wichtige Arbeit, sollen sich nicht ansehnliche Zuckerverluste im Schlamme ergeben. Es wurden daher besondere Einrichtungen erfunden, um das Ausfüßen so vollständig als möglich und mit geringem Wasserverbrauch zu ermöglichen, auf die hier nicht des näheren eingegangen werden kann.

Außer von der Beschaffenheit des Schlammes, der körnig und nicht schleimig sein darf, hängt die glatte Arbeit der Filterpressen sehr von der Beschaffenheit der Filtertücher ab. Baumwollgewebe haben sich am besten bewährt und bei richtiger Arbeit, gesunden Rüben, guter Saturation usw. können die Filtertücher oft zwei bis drei Wochen verwendet werden, ehe sie gewechselt werden müssen. Ist der Saft dagegen schleimig, so kann der tägliche Wechsel, ja unter Umständen sogar die Erneuerung nach jeder Filtration nötig werden.

Die gebrauchten Filtertücher werden einer gründlichen Wäsche unterzogen, wobei man auch salzsäurehaltiges Wasser verwendet, um den in den Poren der Tücher feststehenden kohlensauren Kalk zu entfernen. Das Waschen geschieht in besonderen Waschmaschinen (Abb. 17), Konstruktion von Gredinger, gebaut von der A.-G. Breitfeld, Danek & Co. Die Abbildung zeigt eine Trommelwäsche, welche für Transmissionsantrieb eingerichtet ist und sich auch zum Waschen der Tücher von den mechanischen Filtern eignet. In dem Blechkasten, der zugleich das Waschwasserreservoir bildet, ist die Trommel eingelegt, in welcher die schmutzigen Tücher ge-

waschen werden. Die Trommel ist aus starken Holzplatten konstruiert und mit Abfläturen versehen. Sie dreht sich um eine hohle Welle, durch welche das Warm- und Kalt-Wasser zugeführt wird.

Ist das Absüßen beendet, so wird die Presse entleert, wobei die Schlammkuchen in die darunter stehenden Schlammwagen oder auf eine Transportvorrichtung fallen. Zur Entleerung braucht die Presse jedoch nicht vollständig zerlegt zu werden, sondern es ist eine Vorrichtung vorhanden, die es ermöglicht, die Platten und Rahmen genügend weit auseinanderzuschieben, damit die Kuchen herausfallen. Über den Transport und die weitere Verwendung des Schlammes wird ein später folgender Abschnitt näheres enthalten.

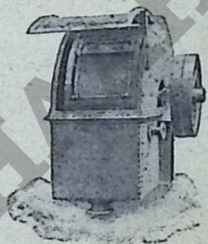


Abb. 17.
Waschmaschine.

Alle Erscheinungen, welche Verzögerungen in der Arbeit der Diffusionsbatterie, auf der Scheidestation und bei der Saturation verursachen, können schließlich auch die Filtration ungünstig beeinflussen. Ist der Schlamm zu weich und schmierig, so funktioniert die Presse schlecht, die Filtration kommt nicht vorwärts und es ist oft auch ein sehr häufiger Wechsel der Tücher nötig, ohne dem Übel vollständig abzuhelpen. Wenn auch vermehrte Kalkzugabe bei der Scheidung erfolglos bleibt, so liegt die Ursache zumeist in der Beschaffenheit des Saftes und dann muß die Arbeit an der Batterie, der Beschaffenheit der Rübe entsprechend, geändert werden. Nach Gredinger liegt die Ursache zumeist in hohem Pekttingehalte der Säfte, die von unreifen, mit Chilesalpeter überdüngten oder erfrorenen und wieder aufgetauten Rüben stammen. Um die Filtration zu ermöglichen, muß man die Arbeit der Batterie beschleunigen, bei einer 70° nicht übersteigenden Temperatur arbeiten und den Saft so rasch als möglich weitertreiben. Andere Ursachen liegen in schlechter Scheidung und Saturation, ungenügendem Kalkzusatz oder Verwendung von Kalkmilch aus schlechtem

Kalk, kohlenensäurearmem Saturationsgas, Zusatz von übermäßigen Fettmengen während der Saturation zur Dämpfung des Schaumes, ungenügendem Druck der Schlammpumpe usw.

5. Die weitere Behandlung des Saftes.

Der von der Schlammpresse ablaufende Saft wird zur weiteren Reinigung nochmals der Saturation nach vorhergehendem Kalkzusatz unterworfen, filtriert und dann ein drittes Mal saturiert, wobei häufig allein oder neben Kohlenensäure schwefelige Säure angewendet wird. Der Saft wird dann abermals filtriert und zwar entweder in Filterpressen oder in den sogenannten mechanischen Filtern, die auch schon zur Filtration des Saftes von der zweiten Saturation Verwendung finden. Schließlich wird der Saft aufgekocht, um den darin gelösten doppeltkohlen-säuren Kalk zu zerlegen und nun nochmals über mechanische Filter geschickt, um ihn vollständig blank in die Verdampfungsapparate einziehen zu können.

Bevor der Saft zur zweiten Saturation gelangt, wird er in Vorwärmern der gleichen Bauart, wie sie zum Anwärmen des Saftes für die erste Saturation dienen, auf 94–96° C erwärmt, dann mit 0'1 bis 0'5% Kalk, auf Rübe bezogen, versetzt und nun saturiert. Die Saturation wird so geleitet, daß die unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator ermittelte Alkalität 0'03 bis 0'04% Kalk, als Äquivalent (CaO) berechnet, beträgt.

Dann gelangt der Saft samt dem Schlamme zur Filterpresse, wird aber zweckmäßig hier, weil seine Menge verhältnismäßig nur gering ist, nicht abgefüßt, sondern der abgepreßte Schlamm wird mit etwas Saft eingemaischt und dann durch die Schlammpumpe der ersten Saturation gemeinsam nach der ersten Schlammpresse befördert.

An Stelle der Filterpressen verwendet man jetzt fast allgemein zur Trennung des Saftes von den geringen Schlamm-mengen nach der zweiten Saturation offene *Niederdruckfilter*, deren Einrichtung die Abb. 18 veranschaulicht. Diese Konstruktion wird von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G. vorm. S k o d a, R u s t o n, B r o m o v s k y und R i n g-

hoffer ausgeführt. Diese Type besteht aus einem länglich-viereckigen, mit Winkleisen versteiften und vernieteten Blechkasten, dessen Längsseitenwände in ihren unteren Partien schräg nach einwärts gerichtet sind und zu einer runden Blechmulde auslaufen. Diese Mulde hat Gefälle gegen die Stirnwand und trägt an ihrer tiefsten Stelle, außen, ein Schlammablaßventil; während in ihr selbst eine mit Eisenblechwindungen versehene Schlammmtransportschnecke eingebaut ist. Das

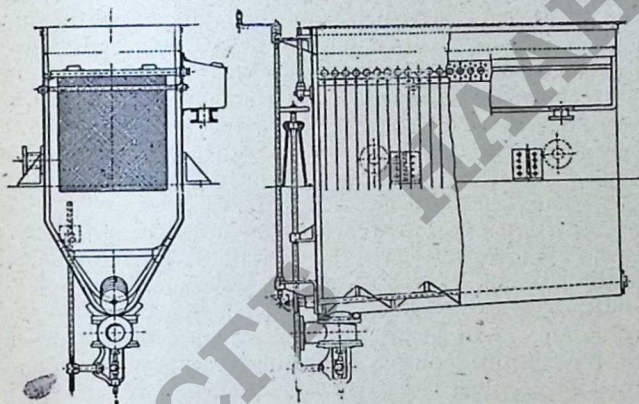


Abb. 18. Offener Niederdruckfilter.

Schlammventil wird mit Schraube und Hebelübersetzung betätigt und die Schnecke vermittlels Kurbel und Zahnräderübersetzung gedreht. Der Eintritt des Schlammsaftes in den Filterkasten erfolgt durch seitliche Stutzen bei 1. An der vorderen Stirnwand befindet sich ein Saftstandglas. Die eigentlichen Filterelemente von 800×900 mm bestehen aus Rundeißenrahmen, welche mit einem Netze von ineinandergreifenden Spiralen aus Messing- oder verzinntem Eisendraht überspannt sind.

Jeder dieser Rahmen ist im Längsschlitz eines schmiedeeisernen Rohres befestigt, welches einseitig verschlossen ist und

anderseitig einen durchbrochenen Schraubzapfen mit Gummiring trägt. An diesem Rohre sind überdies zwei Handgriffe befestigt. Diese Elemente werden mit auswechselbaren, taschenartigen Säcken von dichtem Filtergewebe überzogen, deren Seiten durch die erwähnten Spiralen gegen das Eingedrücktwerden von dem von außen eindringenden Saft geschützt sind und so dem geklärten Saft einen Weg zum Rohrschlitze offen halten. Zur Einhängung der Filterrahmen im Kasten selbst dient einerseits eine, der ganzen Kastenlänge nach verlaufende Gußschiene mit halbrunden Einkerbungen, anderseits eine Reihe runder Löcher in der anderen Längswand. Durch diese Löcher werden die Schraubenden der Schlitrohrreife geschoben und von außen mittels der metallenen sogenannten Auslaufmutter flüssigkeitsdicht festgezogen. Längs der ganzen Reihe von Auslaufmutter befindet sich eine aus Eisenblech und Winkel-eisen hergestellte Saft-Sammelrinne, aus welcher der Saft der nächsten Station zufließt. Der Filterkasten und die Sastrinne sind oben offen oder nur leicht bedeckt, somit kann diese Filterkonstruktion weder unter Druck, noch unter Luftverdünnung gesetzt werden. Der im Kasten herrschende und auch auf die Filtersäcke wirkende, nur geringe Flüssigkeitsdruck hat zur Folge, daß auch die feinsten Schlammteile von den Filterflächen zurückgehalten werden; der Saft also sehr klar abfließt. Die Filterfläche beträgt nach der Type 40—48 m².

Der Schlamm wird gemeinsam mit dem Schlamm und Saft der ersten Saturation in deren Filterpresse gedrückt und hier angesüßt.

Der aus der Schlammpresse oder dem Saftfilter abfließende Saft gelangt nun abermals in einen Bortwärmer, wird auf etwa 95 bis 100° C erhitzt und dann zum dritten Male saturiert, wobei man entweder bis zur vollständigen Neutralität gegen Phenolphthalein oder bis zu einer Phenolphthalein-Alkalität von 0.015 % herabsaturiert. Dann wird wieder in der Filterpresse oder im Schlamm-saftfilter filtriert und mit dem Schlamm wie nach der zweiten Saturation verfahren. Die Saturateure für die zweite und dritte Saturation besitzen die gleiche Einrichtung, wie die zur ersten verwendeten.

Die Angabe, es werde vielfach bis zur vollständig neutralen Reaktion herabsaturiert, steht scheinbar im Widerspruche mit unserer Angabe, daß die Säfte stets alkalisch bleiben müssen. Doch ist zu beachten, daß sich die verschiedenen Indikatoren, wie Phenolphthalein, Lakmus, Kongo, Methylorange usw. untereinander nicht gleich verhalten, sondern durch den Farbumschlag die erreichte Neutralität bald früher, bald später anzeigen und sich auch verschieden verhalten, je nachdem die zu filtrierende Flüssigkeit Alkalien oder kohlensaure Salze, bzw. Erdalkalien (Kalk) enthält, ob Kohlensäure zugegen ist oder nicht usw. Daher muß stets auch der verwendete Indikator angegeben werden. Tatsächlich ist ein unter Verwendung von Phenolphthalein bis zum Verschwinden der Rottfärbung des Indikators saturierter Saft noch immer alkalisch, d. h. er enthält gelösten Kalk in Form von Kalksaccharat und nach dem Verdampfen des Saftes tritt die Alkalität dann wieder deutlich hervor.

Die durch die dritte Saturation erzielte Verbesserung der Reinheit ist allerdings nur mehr recht gering, doch ist dies auch weniger ihre Aufgabe. Vielmehr liegt sie darin, den Kalk so weit als erforderlich zu entfernen, gleichzeitig werden auch Farbstoffe gefällt.

Die Wirkung der schwefeligen Säure, die an Stelle oder neben Kohlensäure ebenfalls zur dritten Saturation benützt wird, beruht auf der Bildung von schwefligsaurem Kalk; er ist in alkalischen Flüssigkeiten unlöslich und scheidet sich ebenso wie der kohlensaure Kalk ab. Die Wirkung der schwefeligen Säure ist mithin die gleiche wie die der Kohlensäure, doch hat sie den Vorteil, daß sie auch entfärbend wirkt. Freilich beruht die Entfärbung nicht auf einer Zerstörung oder Ausfällung der Farbstoffe, sondern zum Teile nur auf einer Bleichwirkung. Damit steht es auch im Zusammenhange, daß oft Nachdunkeln der Säfte beobachtet wird oder sich graue Rohzucker ergeben. Bei richtiger Anwendung und „gesunden“ Zuckern tritt diese Erscheinung jedoch nicht ein. Ein weiterer Vorteil der Verwendung der schwefeligen Säure ist, daß geringe Mengen von schwefligsauren Salzen bis in den fertigen Roh-

zucker gelangen und vermöge ihrer desinfizierenden Wirkung dessen Haltbarkeit erhöhen. Allerdings wird häufig geklagt, daß die Saturation mit schwefliger Säure die Ursache lästiger Ablagerungen an den Rohren der Verdampfapparate sei.

Ein zur Ausführung der Saturation mit schwefliger Säure dienender Saturateur, gebaut von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Bromosky und Ringhoffer, ist in Abb. 19 dargestellt. Er besitzt die folgende Einrichtung:

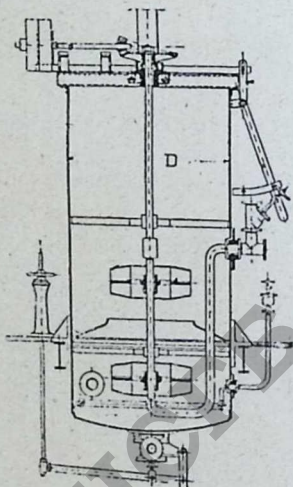


Abb. 19.

Saturateur für schweflige Säure.

Das zylindrische Blechgefäß besitzt einen gewölbten unteren Boden und einen geraden Deckel, auf dem der Dunstschlot aufmontiert ist. In der Achse des Saturateurs ist ein Patent Müller'sches Rührwerk eingebaut, welches aus der unteren Gasturbine und der oberen Mischturbinen besteht, welche beide auf einer vertikalen Welle aufgefäls sind, deren Antrieb von oben durch Regelräder und Fest- und Los-Riemenscheibe erfolgt. Auch ist eine Ausrückung vorgesehen.

Das schwefligsaure Gas tritt von außen her durch ein Knierohr in das Innere des Saturateurs und durch das nach aufwärts gebogene Ende dieses Rohres, unterhalb der Gasturbine, in den Saft, wobei es durch die Wirkung dieser unteren Turbine gleichmäßig verteilt wird. Für den Safteintritt besteht nahe dem unteren Boden ein Stutzen. Der Saft- und zugleich Schlammablaß geschieht durch ein Ablassventil, welches zentral am unteren Boden angeordnet ist und mittels Hebelübersehung betätigt wird. Ein oberhalb des Bodens angebrachter Schnat-

ter=Dampfrohrring dient zur Anwärmung des Saftes. Ein Schauglas und ein Saftstandzeiger gestatten die Beobachtung der Safthöhe, während ein Probehahn und ein Thermometer zur Betriebskontrolle dienen. Zur Verhinderung der Schaumbildung ist oft in entsprechender Höhe ein Dampf-Schaumschläger eingebaut; immer jedoch zur Fetteinführung ein Butterhahn vorhanden.

Der vom Filter der dritten Saturation ablaufende Saft enthält in der Regel doppelt-kohlensauren Kalk; dies rührt daher, daß kohlensaurer Kalk in kohlensäurehaltigen Flüssigkeiten löslich ist. Doch ist diese Verbindung nur bei Temperaturen beständig, die unter dem Siedepunkte liegen. Bei Kochhitze wird die halbgebundene Kohlensäure abgespalten und einfachkohlensaurer Kalk scheidet sich aus.

Würde man den Saft nach der dritten Saturation sofort in den Verdampfungsapparat bringen, so würde sich diese Abscheidung dort vollziehen und zu höchst lästigen und unerwünschten Erscheinungen Anlaß geben.

Man kocht den Saft zuvor auf und entfernt den abgeschiedenen kohlensauren Kalk durch die „mechanische Filtration“, wobei Filter verschiedener Einrichtung und Systeme benützt werden.

Einen zum Aufkochen des Saftes dienenden, von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Proctor & Co. gebauten Auskocher zeigt die Abb. 20. Er besteht aus einem zylindrischen, genieteten Blechgefäße mit gewölbtem Boden und ebenem Deckel. Der Innenraum ist der Höhe nach in drei Räume geteilt: zu unterst ein niedriger Saft-

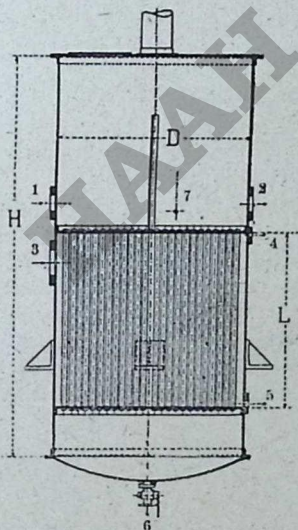


Abb. 20. Auskocher des Saftes.

raum; darüber ein Heizraum, gebildet aus zwei starken Rohrböden mit zwischen denselben befindlichen und in sie eingewalzten messingenen oder stählernen, beiderseits offenen Heizrohren und über diesem ein zweiter Saft Raum, welcher durch eine diametrale, bis an den oberen Boden des Heizraumes hinreichende, seitlich und unten dicht anschließende Quertwand geteilt ist. Der obere und untere Saft Raum kommunizieren durch die Heizrohre.

Der Saft tritt durch ein Ventil und Stutzen bei 1 in den oberen Saft Raum, bzw. in die eine Hälfte desselben, fließt durch die hier mündenden Rohre (die Hälfte der Gesamtanzahl) in den unteren Saft Raum und steigt dann durch die übrigen Heizrohre in die zweite Abteilung des oberen Saft Raumes, um endlich bei 2 den Apparat zu verlassen. Der Heizdampf von 105 bis 110 Grad tritt durch Ventil und Stutzen bei 3 ein und erfüllt den Raum um die Heizrohre. Die mit dem Dampfe kommenden ammoniakalischen Gase entströmen dem Heizraume bei 4 durch ein Regulierventil und das gebildete Kondenzwasser fließt bei 5 durch ein Ventil ab. Zur völligen Entleerung des Saft Raumes dient der am Boden bei 6 angebrachte Entleerungshahn. Bei 7 ist ein Thermometer angebracht. Auf dem Deckel befindet sich ein verschließbares Mannloch und ein Dunstschlauch mit Klappe.

Zur Einhängung des Auskochers in das für denselben bestimmte Gerüste sind Gußpragen an den Mantel angenietet.

Nach dem Aufkochen muß der Saft von den trübenden Bestandteilen, vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk bestehend, befreit werden. Dies geschieht entweder in Filterpressen oder in Niederdruckfiltern, deren Einrichtung schon besprochen wurde.

Doch ist dann der Dünnsaft noch immer nicht genügend blank, um dem Verdampfen und der damit verbundenen längeren Einwirkung höherer Temperaturen unterzogen zu werden. Wohl gelingt es mittels der Niederdruckfilter, alle gröberen Verunreinigungen abzuscheiden, doch ist der Saft dann meist immer noch durch sehr fein verteilte, organische Verunreinigungen getrübt, u. zw. durch Stoffe, die bei der weiteren Verarbei-

tung zerseht werden und das Nachdunkeln der Säfte betvirken. Zur Beseitigung dieser Trübungen dienen entweder ebenfalls Schlammpressen oder mechanische Filter, die jedoch — zum Unterschiede von den Niederdruckfiltern — geschlossen sind, unter Überdruck arbeiten und mitunter auch besondere, die Zurückhaltung sehr feiner Verunreinigung ermöglichende Filtersubstanzen, zum Beispiel Sand, benutzen.

Ein mechanisches Filtersystem Danek, gebaut von der A.-G. vorm. Breitfeld, Danek & Co. in Prag, veranschaulicht Abb. 21.

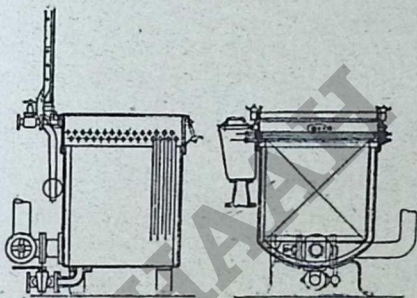


Abb. 21. Mechanisches Filter.

Jedes Filter besteht aus einem geschlossenen Gefäß und aus einer Serie von Filtriereinlagen, welche in ihrem oberen Rande in ein Rohr übergehen und einzeln in eine Ablaufrinne ausmünden, so daß der Auslauf aus einer jeden Rinne leicht regulierbar ist.

Die Einlagen (Abb. 21 a) sind mit taschenartigen Tüchern versehen; diese Tücher sind nach oben offen und derart eingerichtet, daß man die beiden Enden der Tasche über das Auslaufrohr umlegen kann, wobei selbe durch eine Eisenstange befestigt werden, was der ganzen Länge nach geschieht. Die beiden

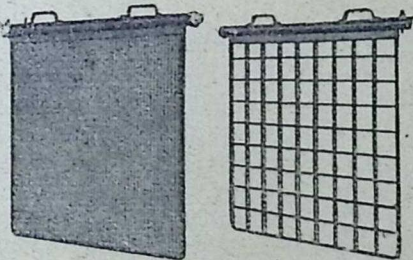


Abb. 21 a. Mechanisches Filter: Einlagen.

Tuchenden werden mittelst eines Spagats sorgfältig an das Auslaufrohr angebunden, damit hier die unfiltrierte Flüssigkeit mit dem Filtrat nicht in Berührung und dadurch in Vermischung kommt.

Das Einlegen und Abdichten der Einlagen in dem Filter ist sehr einfach und verlässlich. Diese Filter können unter einem entsprechenden Druck arbeiten; sie sind zu diesem Zwecke mit einem Scharnierdeckel versehen, welcher Gegengewichte und Umklappschrauben zur Abdichtung besitzt. Jedes Filter ist mit einem Gasteinlassventil, einem Ausdampfventil und einem Schlammablaßhahn versehen. Die Leistung hängt von der Beschaffenheit der zu filtrierenden Flüssigkeiten ab, besonders nehmen Dichte und Temperatur darauf hervorragenden Einfluß. Heiße Säfte filtrieren weitaus rascher als kalte. Dünnsaft nach der 3. Saturation filtriert binnen 24 Stunden ungefähr in einer Menge von 100 hl. Da diese Filter unter sehr geringem Druck arbeiten, werden auch sehr zarte Trübungen zurückgehalten.

Abweichend von der eben besprochenen Konstruktion ist die Einrichtung der geschlossenen Kastenfilter, System Proßsch, gebaut von den Vereinigten Maschinenfabriken N.-G. vorm. Skoda, Ruston, Bromovský und Ringhoffer. Sie wird durch die Abb. 22 dargestellt. Zur Beschleunigung der Filtration wird hier Druck oder Luftverdünnung angewendet.

Das Filter besteht aus einem viereckigen, versteiften und vernieteten Blechkasten mit oben aufgenietetem Gußeisenrahmen und muldenförmigem Blechboden. Das Gefäß ist mit einem ausbalanzierten, schmiedeeisernen Klappdeckel verschließbar, dieser wird mittels umklappbarer Flügelmutterschrauben luftdicht an einen Gummiraahmen von prismatischem Querschnitte, welcher in eine Nute des Gußrahmens eingelegt ist, angepreßt.

Der Gußrahmen hat auf einer Seite eine oder zwei übereinander liegende Reihen runder Löcher (bei 2 Reihen sind die Löcher der einen Reihe gegen jene der anderen um die halbe Teilung versetzt) und auf der gegenüber liegenden Seite, in ge-

nauer Gegenüberstellung zu den erwähnten Löchern, eine oder zwei Reihen von Andruckschrauben mit Gegenmuttern.

Die Filterelemente von 700×700 mm bestehen aus schmiedeeisernen Rahmen, welche mit Wellblech ausgefüllt oder mit einem Spiralgeflechte aus Messing- oder verzinnem Eisen- drahte überspannt, und in dem Schlitze je eines schmiedeeisernen Rohres befestigt sind. Diese Rohre sind einseitig verschlossen, anderseitig offen und nahe bei diesem Ende mit einem Bunde und davor liegendem Gummiringe versehen. Über jedes Element wird ein taschenartiger Sack von dichtem Filtergewebe gezogen. Die Elemente werden in den Filterkasten so eingehängt, daß man die offenen Enden der Schlitze in die Löcher der Gußrahmen schiebt, und dann durch Anziehen der Druckschrauben den dichten Abschluß bewirkt.

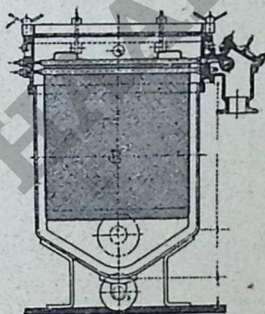


Abb. 22.
Geschlossenes Kastenfilter.

In die Löcher des Gußrahmens sind äußerlich kurze Glasröhrchen für den Saftauslauf eingeschraubt, welche an ihrem freien Ende mit Außengewinden versehen sind. Dieses Schraubende hat den Zweck, bei trübfließendem Saft (d. i. bei etwa beschädigtem Filtersacke) eine Verschlußmutter vorschrauben zu können, wodurch das dienstuntaugliche Element ganz außer Betrieb gesetzt wird. Die Saftausläufe führen in eine verschlossene Sammelrinne, welche den Saft zur nächsten Station leitet. An Armatur besitzt das Proßfilter einen Entlüftungshahn bei 1, einen Safteintrittsstutzen mit Ventil und Ausdämpfventil bei 2 und einen Schlammstutzen mit Ventil bei 3. Der ganze Apparat ist auf 4 schmiedeeisernen oder gußeisernen Füße gestellt.

Während bei den bisher besprochenen mechanischen Filtern — in gleicher Weise wie bei den Schlammfilterpressen — Gewebe und der sich auf ihnen ablagernde Niederschlag, das

filtrierende Medium bilden und ihre Leistung daher in erster Linie von der Dichte des Gewebes abhängt, wird bei den sehr verbreiteten Sandfiltern präparierter Sand als Filtermaterial angewendet. Dies besitzt den Vorteil, daß die filtrierende Schicht sehr groß ist, weil der Saft die ganze Saftschielte passieren muß, wodurch auch die Zurückhaltung ungemein feiner Trübungen ermöglicht wird. Auch sind diese Filter sehr leicht zu reinigen und gestatten es, den Sand durch Anwendung von Dampf geradezu zu sterilisieren.

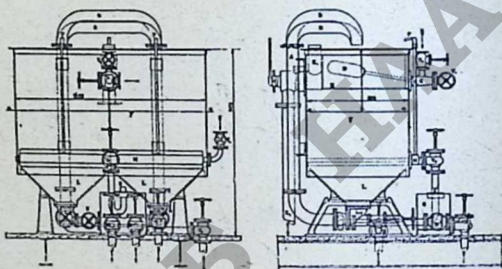


Abb. 23. Sandfilter „Perfekt“.

Abb. 23 veranschaulicht das Sandfilter „Perfekt“ der A.-G. vorm. Breitfeld, Danek & Co. in Prag.

Das kastenförmige Gefäß ist aus starkem Eisenblech hergestellt und bis zu einer gewissen Höhe mittels einer Zwischenwand in zwei Hälften eingeteilt. Jeder der beiden Konusse des Unterteiles trägt einen Sandinjektor i_1 und i_2 .

Vor der Inbetriebsetzung wird das Filter bis zu der Höhe aa mit rein gewaschenem, scharfkörnigem Sande gefüllt. Ist der Sand nicht rein genug, so muß er noch vor Inbetriebsetzung im Filter selbst rein gewaschen werden. Der zu filtrierende Saft wird mittels Ventil V_1 eingelassen, sickert durch die Sandschichte und mittels einer Reihe von Drainageröhren sammelt er sich in der Sammelkammer M, fließt von da in die Rinne O und wird durch das Ventil II in ein für das Filtrat bestimmtes Reservoir abgelassen. Das Saftniveau in dem Filter wird

mittels der Drosselklappe C und dem Schwimmer D reguliert, so daß die Filtration unter konstantem Drucke geschieht.

In der Abbildung bedeuten:

- F = das mit Sand gefüllte Gefäß, aa die Höhe der Sandebene,
- V₁ = Einlaufventil für die nichtfiltrierte Flüssigkeit,
- V₂ = Auslaufventil für das Filtrat,
- V₃ = Einlaufventil für das heiße Absüßwasser,
- V₄ = Ausdampfventil (vor dem Abwaschen des Sandes),
- V₅ = Einlaufventil für das heiße Druckwasser (2 bis 3 Atm.), welches in die 2 Sandinjektoren ii mittels einer Pumpe oder eines Dampfinjectors getrieben wird,
- K₁ = Überfallknie für das Schmutzwasser, welches sich beim Waschen in dem oberen Raume des Filters sammelt,
- C = Drosselklappe mit dem Regulierschwimmer für die einlaufende Flüssigkeit,
- N = Überlaufrohr für das Filtrat, zum Einstechen der Verspindel eingerichtet,
- O = Ablaufrinne mit 3 Ventilen, u. zw.:
 - I = für Ablauf des Schmutzwassers,
 - II = für Ablauf des Filtrats,
 - III = für Ablauf des Absüßwassers,
- H = Ablassventil zum Abziehen des Absüßens von den untersten Partien.
- P = Entlüftungsventile für die Sammelkammer M.

Die Sandfüllung beträgt zirka 1100 kg.

Die Leistungsfähigkeit hängt natürlich von der Qualität der zu filtrierenden Flüssigkeit ab und auch von der Qualität des zur Filtration verwendeten Sandes.

Nach einer gewissen Filtrationsdauer wird die Sandschichte im Filter derart vertragen, daß sie zur Fortsetzung der Filtration nicht mehr fähig ist. Diese bedingte Beendigung der Tätigkeit des Filters macht sich auf zweierlei Art erkennbar:

Entweder verträgt sich die Sandoberfläche mit einer Schlamm-schichte in dem Maße, daß dessen Filterfläche fast undurchdringlich wird und den Ausfluß des Filtrates fast gänzlich bis auf ein Minimum vermindert, oder der Schlamm durchsetzt die ganze Sandschichte bis zu den Drainageröhren, ohne

daß sich dadurch die Filterfläche verlegt; der Filtratauslauf vermindert sich zwar dadurch nicht, dafür aber zeigt das Filtrat eine leichte Trübung. In beiden Fällen ist es dann notwendig, das Filter auszuspülen und auszuwaschen. Im ersten Falle, wo die oberste Sandschicht fast undurchdringlich geworden ist, wird auch das Ausspülen lästig und langwierig sein, da das Ausspülwasser durch dieselbe Drosselklappe C und auf demselben Wege in den Sand gelangt, wie die zum Filtrieren bestimmte Flüssigkeit. Es empfiehlt sich daher, das Filter aus dem Betriebe auszuschneiden, bevor diese Beendigung der Tätigkeit von selbst eintritt, also so lange noch die Sandeintrittsfläche eine gewisse Filtrierfähigkeit besitzt.

Diese Dauer läßt sich leicht durch einen Versuch abschätzen. Wenn z. B. die selbsttätige Beendigung der Arbeit in 46 Stunden eintritt, so wird das Filter bei der nächsten Arbeit schon in 12 Stunden aus dem Betriebe eliminiert und es kann mit dem Ausspülen begonnen werden, was dann glatt und tadellos vor sich geht.

Es ist selbstverständlich, daß die Betriebsdauer des Filters je nach den verschiedenen Qualitäten der zu filtrierenden Flüssigkeiten auch verschieden ist; beträgt sie z. B. beim Sirup 12 bis 20 Stunden, so wird sie bei der Filtration eines frischen Dicksaftes bis 70 Stunden und beim Wasser einige Tage erreichen.

Bei Stationen von mehreren Filtern empfiehlt es sich, einen gewissen Turnus einzuhalten, damit sukzessive nicht mehr als ein Filter aus dem Betriebe ausgeschaltet wird.

Im zweiten Falle, wo die Filtrierfläche die Flüssigkeit zwar durchläßt, das Filtrat jedoch bereits trübe abfließt, empfiehlt es sich, ebenfalls wie im ersten Falle, das Filter aus dem Betriebe auszuschneiden, damit beim folgenden Ausspülen das mittels Wasser abgedrückte Filtrat ganz rein abfließt.

Der Zweck des Ausspülens ist, wie ja das Wort selbst besagt, die vom Sirup oder Saft in dem Sande zurückgebliebenen Zuckerteile noch zu gewinnen. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die Ausspülwässer in die Manipulation zu nehmen (gewöhnlich zum Verdünnen der unfiltrierten Sirupe) und daher

müssen die Absüßwässer ganz rein abfließen. Es wäre ein Fehler, wenn man das Ausfüßen als ein teilweises Auswaschen der Filter betrachten würde und wenn man beim forzierten Ausfüßen auch den feinen Schlamm abfließen ließe, sonst gelangt er zurück in die Filter und macht die Filtration schließlich unmöglich. Es wird beim Ausfüßen folgendermaßen vorgegangen:

Das Ventil V_1 für das Einlassen der zum Filtrieren bestimmten Flüssigkeit wird geschlossen, sobald das Saftniveau im Filter soweit gesunken ist, daß der Boden der Füllrinne R zum Vorschein kommt, wird durch das Ventil V_3 nach und nach heißes Wasser — am besten Brüdenwasser — eingelassen.

Dieses Wasser, welches ein kleineres spezifisches Gewicht hat als Sirup oder Saft, bleibt an der Oberfläche und mischt sich mit demselben nicht, wenn das Einlassen des Wassers vorsichtig geschieht. Das Wasser drückt den Sirup vor sich her und dringt in die Sandschichte ein, wobei man beim Abflusse stets unverdünntes Filtrat erhält, so lange das Wasser nicht bis in die Drainageröhren eingedrungen ist; alsdann beginnt plötzlich das Verdünnen des Filtrates beim Auslaufe.

Von diesem Momente an kann erst mit der Ausfüßdauer gerechnet werden.

Damit die Ausfüßwässer rein werden, wird dies durch gehöriges Drosseln des Ablassventiles V_2 leicht erzielt. Zum Ausfüßen der Sandschichte unter den Drainageröhren, d. h. in den Konussen LL, dient das Ventil H, welches während des Ausfüßens entsprechend geöffnet wird.

Sind die ablaufenden Ausfüßwässer zuckerfrei, so wird der Warmwasserzufluß durch Ventil V_3 geschlossen, das Wasser-niveau im Filter läßt man auf das Niveau der Sandoberfläche sinken und das Ventil V_2 wird geschlossen, so daß die ganze Sandschichte mit Wasser durchtränkt ist, worauf mit dem Ausdämpfen des Sandes begonnen werden kann.

Zum Ausdämpfen des Sandes wird das Ventil V_4 an der Abflußkammer M, durch welches der direkte Dampf in die Kammer, von hier in die Drainageröhren und in den Sand eintritt, nach und nach geöffnet. Hierbei muß das

Ventil V_2 geschlossen sein. Der Aufsatz N wird beseitigt. Der Sand wird mittels Dampf bis zum Sieden des Wassers angewärmt, wodurch sich der sämtliche aufgefangene Schlamm ablöst und der Sand locker wird; dadurch wird auch verhindert, daß Sandpartien in dem Filter ungewaschen bleiben.

Sobald sich der Sand und das Wasser im Sieden befindet, wird das Dampfventil V_4 geschlossen, das Ventil V_2 ganz geöffnet und der Schlamm in die Rinne O und von hier mittels Ventil I in den Kanal abgelassen. Es ist nicht notwendig abzuwarten, bis alles auf den letzten Tropfen herausfließt, sondern es wird das Ventil V_2 nach 2 bis 3 Minuten geschlossen; wenn der Schlamm größtenteils abgelassen ist, wird etwas heißes Wasser durch das Ventil V_3 eingelassen, damit der Sand mit Wasser durchsättigt wird; alsdann beginnt man neuerdings mit dem Ausdämpfen, resp. Auskochen.

Nach diesem Auskochen schließt man den Dampf wieder ab und leitet den Schlamm neuerdings in den Kanal ab. Führt man diese Manipulation zwei- bis viermal durch, dann ist die Sandschicht von dem groben Schlamm befreit und zum weiteren Waschen genügend gelockert.

Mit dem wirklichen Waschen kann dann sofort begonnen werden; die Ventile $V_1 V_2 V_3 V_4$ werden geschlossen. Es wird nur einer der beiden Sandinjektoren, z. B. i_1 geöffnet, in welchen heißes Druckwasser von mindestens 2 bis 3 Atm. entweder von der Pumpe, oder wenn genügende Druckhöhe vorhanden, vom Reservoir im Turme, am häufigsten aber durch einen Dampf-Injektor, der das Wasser vom Bassin selbst ansaugt, eingelassen wird.

Das Wasser, welches den Sandinjektor mit großer Geschwindigkeit durchfließt, reißt den Sand aus den niedrigsten Schichten des Filters mit sich, treibt ihn durch das Rohr A bis B und wirft ihn oben in das Filter zurück, sodann läßt man das ganze Sandquantum in die zweite Hälfte des Sandfilters übertreiben, wobei das drehbare Knie K_1 in entgegengesetzter Richtung entsprechend zu neigen ist, damit das Schmutzwasser durch das Abfallrohr K_2 abfließen kann.

Auf diesem Wege erfolgt das Durchmischen des Sandes mit Wasser und ein gründliches Durchwaschen, so daß von oben der durchgewaschene Sand und das Schmutzwasser in das Filter zurückkehrt.

Der Sand sinkt stets auf den Filterboden, wogegen das Schmutzwasser durch das Knie K_1 in den Kanal überfällt. Das Knie K_1 wird stets möglichst tief geneigt, damit die Schmutzwassersäule nicht zu hoch werde — jedoch stets auf die dem Injektor, welcher im Betriebe ist, abgekehrte Seite. Beim Wechseln der Injektoren muß also auch die Lage des Knies geändert werden.

Sobald der Sandinjektor tätig und der Sand so in Bewegung gesetzt ist, wird auf einen Moment das Ablassventil V_2 gänzlich geöffnet, u. zw. aus folgenden Gründen:

In den unteren Schichten setzt sich viel Schlamm ab, welcher beim Waschen durch die Drainageröhre in die Kammer M eindringt und sowohl in dieser, als auch in den Drainageröhren sitzen bleibt.

Infolge schnellen Öffnens des Ventiles V_2 erfolgt schneller Abfluß, wodurch sämtlicher Schlamm sowohl aus der Kammer, als auch aus den Drainageröhren mitgerissen wird. Das Ventil bleibt 1 bis 3 Minuten offen, wird sodann geschlossen und das Schmutzwasser überfällt durch das Knie K_1 . Ist die erste Hälfte des Filters leer (was circa 5 Minuten in Anspruch nimmt) schließt man den Injektor i_1 und öffnet den Injektor i_2 , um das ganze Sandquantum wieder in die erste Hälfte zurückzutreiben; nach mehrmaligem Wiederholen dieser Manipulation (bis der Sand rein ist), läßt man mittels eines der Injektoren das Sandquantum in beide Hälften des Filters verteilen, womit auch die Sandwäsche beendet wird. Das im Filter zurückgebliebene Wasser wird durch die Ventile V_2 und H abgelassen und die Oberfläche des Sandes mittels einer Holzspachtel geebnet.

Der Saft wird dann nur ganz langsam eingelassen, damit die Sandoberfläche nicht früher mit Flüssigkeit bedeckt wird, ehe die Sandschicht nicht gänzlich durchgesiebert ist, u. zw. aus dem Grunde, damit die in der Schicht befindliche Luft entweichen

kann. Würde dies nicht geschehen, so würde der Saft die Wege im Sande verschließen, worauf dann eine allmähliche Entlüftung in kleinen Blasen entstehen würde, die, indem sie zum Niveau emporsteigen, in der Sandschichte stete Bewegung verursachen würden.

Die Entlüftung der Kammer M geschieht durch die zwei Ventile PP.

Beim Anlassen des Filters wird ebenfalls das Ventil V_2 und H geöffnet, damit das Wasser aus dem Sande abfließen kann; wenn sich dasselbe beim Abflusse jedoch durch Sirup oder Saft zu färben anfängt, dann wird der Aufsatz N aufgesteckt und der Ausfluß mit Ventil V_2 derart reguliert, daß das Filtrat völlig rein ausfließt.

6. Besondere Verfahren der Saftreinigung.

Zu der im Verlaufe der Verarbeitung wiederholt erforderlichen Anwärmung der Rübensäfte bedient man sich der Schnellstrom-Vorwärmer, und ist ein solcher in der Abb. 24 skizziert. Derselbe besteht im wesentlichen aus einem zylindrischen Blechgefäße, in dessen ebene Böden gezogene Messingrohre (neuerdings auch Stahlrohre) eingewalzt sind. Der Raum um die Rohre wird vom Heizdampf erfüllt oder durchströmt. An die Rohrböden schließen sich gußeiserne Zargen, welche durch Zwischenwände in Kammern geteilt und äußerlich durch Deckel abgeschlossen sind. Auf diese Kammern ist die Gesamtzahl der Rohre gleichmäßig verteilt und die Kammerwände sind oben und unten derart gegen einander versetzt, daß jedes Paar von Rohrgruppen, welches oben in eine gemeinschaftliche Kammer mündet, unten in zwei getrennte Kammern führt und umgekehrt. An die Oberzarge sind die Saftrein- und Austrittsstutzen angegossen. Der eintretende Saft wird durch die Verteilung der Kammerwände gezwungen, die Rohre in mehreren aufeinander folgenden Wegen auf und abwärts zu durchziehen; hiedurch und wegen der ihm erteilten und ungefähr 1.6 m betragenden Sekunden-Geschwindigkeit wird eine hohe Ausnützung der Heizfläche und eine verminderte Inkrustation der Rohre erreicht. Letzterer Umstand hat die verlängerte Ge-

brauchsfähigkeit des Vorwärmers im Gefolge. Es ist nichtsdestoweniger für die Reinigung der Rohre und Kammern insofern Vorsorge getroffen, als die gußeisernen, auch schmiedeeisernen Zargendeckel, welche mittels Gegengewichten ausbalanciert und mittels prismatischer Gummieinlagen gegen die Zargen und Kammerwände abgedichtet sind, nach Lösung einiger Umklappschrauben aufgeklappt werden können.

Am Mantel des Apparates ist ein Dampfeintrittsstutzen (eventuell auch ein solcher für den Dampfaustritt), dann am Oberende des Dampfraumes ein Abgangsstutzen für Luft und Gase und am Unterende ein Abflusstutzen für Kondenswasser angebracht. Für den Saft Raum sind vorgesehen: am Oberdeckel eine für die Entlüftung aller Saftgänge hinreichende Anzahl von Lufthähnen und am Unterdeckel Abflafhähne zur völligen Entleerung des Vorwärmers bei dessen Außerbetriebsetzung.

Diese Vorwärmer werden meist vertikal montiert und sind zu ihrer Einhängung in das für sie bestimmte Gerüst Gußpragen am Mantel angenietet.

Für die horizontal zu montierenden Vorwärmer werden die Saft-, Dampf-, Gas- und Kondenswasserstutzen dieser Lage entsprechend angeordnet, auch werden die Entlüftungshähne der Saftgänge stets an deren höchster, die Entleerungshähne an deren tiefst liegender Stelle — am Deckel — angebracht. Bei Vorwärmern, welche für Flüssigkeiten bestimmt sind, die keine Inkrustation der Röhren hervorrufen (z. B. Zuckerkläre), werden statt der Klappdeckel fest vorgeschraubte und mit Gummi abgedichtete schmiedeeiserne Kammerabschlüsse ausgeführt.

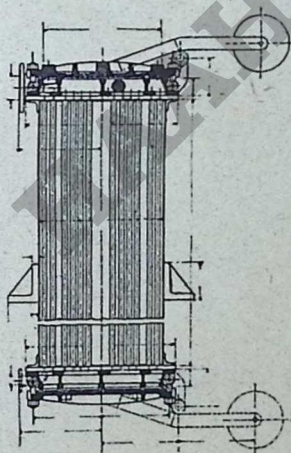


Abb. 24.
Schnellstrom-Vorwärmer.

Angesichts der Wichtigkeit der Saftreinigung für die Arbeitsweise und die Erfolge einer Zuckerrabrik ist es begreiflich, daß es auch an verschiedenen Anregungen, die Saftreinigung zu verbessern, nicht fehlte. Auf die zahlreichen, meist aus früherer Zeit stammenden Vorschläge, an Stelle oder neben Kalk andere chemisch und mechanisch wirksame Stoffe zu verwenden, wurde schon kurz verwiesen; es sei nochmals betont, daß kein einziger dieser Vorschläge Fuß zu fassen vermochte. Anders steht es dagegen mit jenen Vorschlägen, die sich zwar ebenfalls des Kalkes als Reinigungsmittel bedienen, doch besondere Arbeitsweisen vorsehen. Umwälzungen haben diese Verfahren allerdings ebenfalls nicht hervorgerufen, immerhin seien die beiden wichtigsten schon deshalb ganz kurz erwähnt, weil jedes solche neue Verfahren zahlreiche Erprobungen und Untersuchungen veranlaßte und dadurch wenigstens indirekt zur Verbesserung der Arbeitsweise beiträgt. Der Zweck aller dieser Verfahren läuft im wesentlichen darauf hinaus, die zu verwendende Kalkmenge zu verringern. Doch wird heute keine Fabrik mehr Kalk verbrauchen, als unbedingt erforderlich ist — und bestimmte Normen lassen sich schon deshalb nicht aufstellen, weil der Kalkbedarf je nach der Beschaffenheit der Rübe und der Arbeit an der Diffusionsbatterie innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken kann.

Ein Verfahren, das seinerzeit ziemlich viel Aufsehen erregte, rührt von R u t h e = A n d e r s her, besitzt heute jedoch nur mehr geschichtliches Interesse. Hier erfolgt die Diffusion bei nach Möglichkeit niedrigerer Temperatur, über $72-73^{\circ}\text{C}$ darf nicht gegangen werden. Nach Passierung eines Pülpesängers wird der Saft auf mindestens 75°C erwärmt, um das gelöste Citweiß abzuscheiden. Die zur Scheidung benötigte Kalkmenge beträgt nur 0'4 bis 0'75% vom Rübengewichte Kalk, nur bei ganz schlechten Rüben wird sie bis auf 1% gesteigert. Die Alkalität des geschiedenen Saftes soll 0'18 bis 0'24% Kalk (CaO) betragen. Die innige Mischung des Kalkes (oder Zuckerkalks) mit dem Rohsaft wird durch Rührwerke besorgt.

Nach der Scheidung wird der Saft in Filterpressen vom Schlamm getrennt. Ehe der vollständig klare Saft zur Satu-

ration gelangt, wird er mit 0'8% Kalk versetzt, auf 98—99° C angewärmt und bis auf einen Kalkgehalt von 0'03—0'02% ausaturiert. Nach der Saturation wird der Saft auf 100° C gebracht. Zur Kontrolle der 1. Saturation ist eine 2. Saturation mit einem Gemisch von Kohlensäure und schwefliger Säure ratsam, um die Alkalität des Dünnsaftes gleichmäßig auf 0'015% zu erhalten. Nach einer mechanischen Filtration des Dünnsaftes ist die Reinigung beendet.

Nach Strohmer und Stift, die diese Arbeitsweise einer Prüfung unterzogen, wird durch dieses Verfahren ein günstigerer Reinigungseffekt erzielt, wie durch die Schlamm-saturation und durch die Anwendung von 1'5% Kalk das gleiche erreicht, wie sonst mit 3'5% Kalk unter gleichzeitiger Anwendung von Knochenkohle.

Erwähnenswert ist auch das sogenannte Scheidungs- oder Indikatorverfahren von Nowalski und Rozakowski. Es beruht im wesentlichen darauf, daß hier überhaupt nicht mit einer feststehenden Kalkmenge gearbeitet wird, sondern daß sie durch ein Titrierverfahren jeweils erst ermittelt wird. Gredinger sagt darüber: „Dieser Zweck soll dadurch erreicht werden, daß ein kleiner Teil des Saftes mit erfahrungsgemäß bekannten Kalkmengen vorbehandelt und dann der Kalküberschuß durch Gerbsäure oder Gallussäure bestimmt wird, worauf man die richtige Kalkmenge im Großbetriebe für den betreffenden Saft anwendet. Zwecks Feststellung der nötigen Kalkmenge wird eine Probe des Diffusionsaftes ohne vorhergehende Erwärmung mit einer solchen Menge Kalkwasser versetzt, daß dessen Kalkgehalt etwas größer als jener ist, dessen man zwecks Fällung des auf kaltem Wege fällbaren Nichtzuckers bedarf, hierzu genügt Kalk in der Menge von 5% des Saftgewichtes. Hierauf wird der Kalküberschuß durch Gerbsäure (Tannin) oder Gallussäure bis zum völligen Verschwinden der alkalischen Reaktion titriert. Auf diese Weise gelangt man zur genauen Feststellung der Kalkmenge, die zur Fällung des Nichtzuckers aus dem auf kaltem Wege zu handelnden Saft nötig ist. Hierauf wird der zur Probe genommene Saft filtriert und unter Erwärmen wieder mit

Kalkwasser behandelt, und zwar mit einer etwas größeren Kalkmenge, als er zur Fällung des Nichtzuckers auf warmen Wege nötig ist (rund 3% CaO). Die Menge des sich mit Kalk verbindenden und hierdurch aus der Lösung entfernten Nichtzuckers wird, wie vorher auf kaltem Wege, nun auch in der Wärme durch Titrieren mit Gerbsäure ermittelt. Auf Grund dieses Versuches wird die Kalkmenge berechnet, die erforderlich ist, um bei dieser Zusammensetzung des Saftes nach Abscheidung des durch Kalk fällbaren Nichtzuckers noch eine Alkalität von 0'20% zu hinterlassen, worauf dann der Saft in der üblichen Weise behandelt wird. Als Vorteile dieses Verfahrens werden angeführt: Vollkommenere und gründlichere Saftreinigung, Verringerung der erforderlichen Kalkmenge in den meisten Fällen, Verminderung der Kalksalze im gereinigten Saft, Herabsetzung des Niederschlages oder der Kalkkruste in den Verdampfapparaten und Sicherung eines guten Verköchens."

Schließlich sei noch der Saftreinigung durch Elektrizität gedacht, die seinerzeit viel Aufsehen machte. Hier wird der Rohsaft zwischen Zinkelektroden mit einem Strom von 30—40 Ampere und 4—5 Volt während 8—10 Minuten behandelt. Dies bewirkt Ausfällung des Eiweißes und anderer Nichtzuckerstoffe, verändert die Farbstoffe des Saftes und das Endergebnis ist, daß mit weniger Kalk hellere Säfte erhalten werden. Weil nun die Kosten der Anlage und des Stromes höchst wahrscheinlich höher sind, als die einer etwas vermehrten Kalkmenge und durch sorgsame Arbeit bei der Diffusion ebenfalls viel erreicht werden kann, fehlt dem und ähnlichen Verfahren der elektrischen Saftreinigung wohl die wirtschaftliche Grundlage.

7. Alkali, Kalkmilch, Kohlenäure und schweflige Säure.

Der zur Saftreinigung dienende Alkali und die zur Saturation nötige Kohlenäure werden durch Brennen von Kalkstein dargestellt. Kalkstein ist im chemischen Sinne kohlenäurer Kalk, der durch Erhitzen auf eine zwischen 1200 und 1300° liegende Temperatur glatt in Alkali und Kohlenäure zerfällt.

Erhitzen auf höhere Temperaturen, als angegeben, ist schädlich, weil dann das sogenannte „Totbrennen“ des Kalkes eintritt, d. h. er geht in einen Zustand über, in dem er sich mit Wasser nicht oder nur sehr langsam und schwierig ablöst.

Das Brennen wird in besonderen Kalköfen vorgenommen, die, in ununterbrochenem Betriebe stehend, abwechselnd mit Kalkstein und Koks beschickt werden. Indem der Koks verbrennt, wird die zum Brennen des Kalksteines nötige Temperatur hervorgebracht und gargebrannter Kalk sinkt langsam in den unteren Teil des Ofens herab, wo er in regelmäßigen Zwischenräumen abgezogen wird. Oben sind die Kalköfen geschlossen, um die beim Brennen des Kalksteins und durch die Verbrennung des Koks entstehende Kohlensäure auffangen und nach den Saturateuren befördern zu können; zu diesem Zwecke steht der Ofen mit der Kohlensäurepumpe in Verbindung.

Der zur Darstellung des Kalks dienende Kalkstein soll nach Möglichkeit rein sein, weil unreiner Kalk lösliche Stoffe an den Saft abgibt und ihn verunreinigt. Der Kalkstein soll frei von Gips und organischen Substanzen sein, ferner nur geringe Mengen Kieselsäure enthalten, weil sonst leicht die Erscheinung des Totbrennens eintritt. Der Koks darf nur wenig Schwefel enthalten, da sonst größere Mengen schweflige Säure auftreten. Diese wäre zwar an und für sich nicht nachteilig, doch greift sie die Waschvorrichtungen, Pumpen usw. sehr stark an und ist der Anlaß, daß sie rasch zugrunde gehen.

An Stelle der Kalköfen mit gemischter Feuerung, wobei der entsprechend zerkleinerte Kalkstein im Gemenge mit Koks eingetragen wird, und deren wichtigster Vertreter der belgische Kalkofen ist, werden auch Öfen mit Kofstfeuerung und feuerungslose Kalköfen benutzt, in denen das Brennen des Kalksteins durch Zuführung von Luft im Gemenge mit den gasförmigen Verbrennungsprodukten aus einem Generator geschieht.

Einen belgischen Kalkofen, System Rhern, gebaut von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Prokowsky und Ringhoffer,

veranschaulicht die Abb. 25. Der Ofen besteht aus einem Blechkörper, welcher nach unten und oben hin konisch ausläuft und in seinem Innern das in feuerfesten Ziegeln ausgeführte Ofenmauerwerk trägt.

Dieser Blechkörper ruht auf 6 Säulen, die im Fundamente fest verankert sind.

Die Füllung des Ofens mit Kalkstein und Koks geschieht durch den oberen gußeisernen Sichttrichter. Den Verschluss dieses Trichters bildet eine Glocke, welche durch ein ringförmiges Gegengewicht ausbalanciert ist und mittels einer kleinen Winde rasch und leicht gehoben werden kann.

Außerdem ist ein Rauchfang in die Sichtglocke eingehängt, welcher eine Drosselklappe trägt und mit dieser zur Regulierung des Zuges im Ofen dient. Der Abzug der Kohlen-

säure durch die Gaspumpe geschieht an zwei einander gegenüberliegenden Stellen in gleicher Höhe mit dem unteren Rande des Fülltrichters. Der gebrannte Kalk wird mittels Haken am unteren Ofenende abgezogen.

Um den Gang des Ofens beobachten zu können, sind an der Ofenperipherie in verschiedenen Höhen Schaulöcher angebracht, die gleichzeitig als Schürlöcher dienen. Kalkstein und Koks werden mittels eines hydraulischen Aufzuges zum Sichtplateau emporgehoben. Um zu den Schaulöchern und zum Sichtplateau zu gelangen, sind um den Kalkofen Stiegen und Galerien angeordnet und zu einem soliden Gerüste vereinigt.

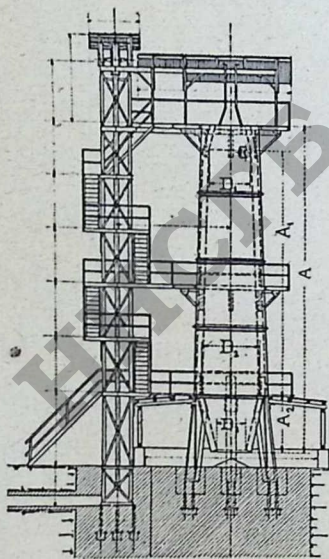


Abb. 25. Belgischer Kalkofen.

Ehe die Kohlensäure zu den Saturateuren gelangt, muß sie noch einer Reinigung unterzogen werden. Diese bezweckt vor allem die Entfernung der mitgerissenen Flugasche, dann des Schwefelwasserstoffes, falls solcher in nennenswerter Menge im Gase enthalten ist und endlich die Abkühlung. Dies wird durch Waschen des aus dem Kalkofen abgesaugten Gases, das im wesentlichen aus Kohlensäure neben Stickstoff und geringen Mengen Sauerstoff, schwefliger Säure und manchmal Schwefelwasserstoff besteht, mit Wasser in den Waschvorrichtungen oder Laveuren bewirkt.

Die Einrichtung eines Kohlen-säure-Laveurs, gebaut von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Brown & Co. und Ringhoffer, zeigt die folgende Abb. 26.

Er ist ein vertikaler Zylinder aus Guß- oder Schmiedeeisen und unten sowie oben abgeschlossen. Der Boden wird außer in der gezeichneten Form auch mit nach einwärts gekrümmter Bombierung ausgeführt.

Die Kohlensäure tritt durch ein Anierohr seitlich unten in den Laveur ein und oben abgeführt und gereinigt, aber mit Wasserdunst beladen — durch einen seitlichen Stutzen in den Wasserabscheider über.

Das Wasser nimmt seinen Weg von oben nach unten, wobei es durch zweckmäßig eingebaute Ringe, Teller und Roste zu feinen Wasserfächern zerstäubt wird. Der Kohlensäure-

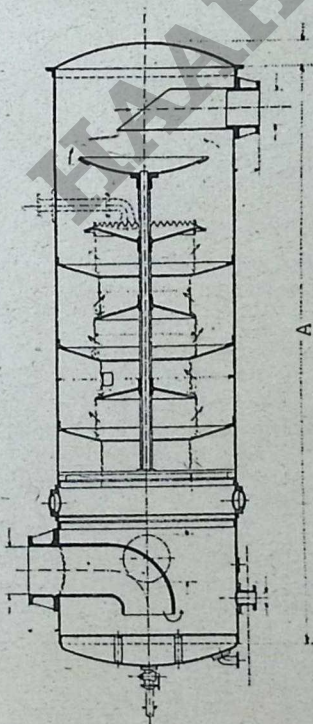


Abb. 26. Kohlen-säure-Laveur.

Labeur arbeitet also nach dem Gegenstromprinzip, indem Gas und Wasser in entgegengesetzten Richtungen strömen, und sich dabei gegenseitig im verteilten Zustande durchdringen. Dadurch werden alle neben der Kohlensäure vorhandenen Verunreinigungen vom Wasser aufgenommen oder zurückgehalten, bzw. kondensiert, gleichzeitig wird intensive Abkühlung erzielt.

Das herabfließende Kühlwasser verläßt den Labeur kontinuierlich durch ein Siphonrohr nahe über dem Unterboden und nimmt alle Verunreinigungen mit.

Ein Wasserstandsglas gestattet die Kontrolle des Wasserzu- und Abflusses. Zur gänzlichen Entleerung des Labeurs dient ein am Boden angelegter Abfaßhahn und zur Befahrung des Labeurinnen ein Mannloch im Deckel.

Die zum Absaugen der Kohlensäure aus dem Kalkofen und Drücken nach den Saturateuren dienenden Kohlensäurepumpen werden der empfehlenswerten Unabhängigkeit vom übrigen Betriebe wegen meist mit einer eigenen Hochdruckdampfmaschine vereint, seltener mit Dampfmaschinen für andere Zwecke gekuppelt und nur in den seltensten Fällen von einer Transmission aus angetrieben.

Abb. 27 zeigt eine von der A.-G. Skoda, Ruston, Bromovskh und Ringhoffer gebaute Kohlensäurepumpe mit Drehschiebesteuerung am Gebläsezylinder. Sie besitzt eine Bajonettfrahme mit Rundführung für den Kreuzkopf und eine Anschlußflansche für den Dampfzylinder, eine gußeiserne Kurbelmulde und ein mit nachstellbaren Schalen versehenes Hauptlager. In letzterem und in einem zweiten auf besonderer Sohlplatte befestigten Stehlager liegt die stählerne Hauptwelle, welche das mit Schaltfranz versehene, aus zwei Teilen zusammengefügte Schwungrad, die Exzenter für die Bewegung der Dampfschieber und des Kohlensäure-Drehschiebers und die aus Stahl geschmiedete Kurbel trägt. An den Kurbelzapfen ist mittels eines Marinekopfes die stählerne Zugstange gehängt, deren anderes Ende mittels eines nachstellbaren metallgefütterten Kopfes den stählernen Hauptbolzen des Kreuzkopfes umfaßt. Die für beide Zylinder gemeinschaftliche Kolbenstange ist mittels Konus und

Keil im Kreuzkopf befestigt und in den 4 Stopfbüchsen der beiden Zylinder geführt. Der mit dem Schieberkasten aus einem Stück gegossene Dampfzylinder schließt sich mit seiner abgedrehten Flansche an jene des Rundführungsstückes und steht mit zwei Füßen auf einer rahmenartigen Gußfraine, die auch den Kohlsäurezylinder trägt. Im Dampfzylinder befindet sich der mit Konus und Mutter auf die Kolbenstange befestigte und mit Splint gesicherte Dampfstoßbolzen, welcher mit selbstspannenden Dichtungsringen versehen ist. Auf dem Schieberspiegel arbeitet ein Verteilungsschieber und auf diesem ein mittels eines Handrades unter dem Betriebe verstellbarer Expansionschieber. Derselbe erhält seinen Antrieb von einem

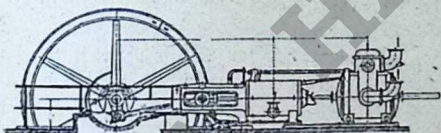


Abb. 27. Kohlensäurepumpe.

Exzenter und dessen Stange über den eingeschalteten Verstellmechanismus, während der erstere von seinem Exzenter (dem mittleren) und der zugehörigen Stange durch Vermittlung einer kurzen, horizontalen Welle und zweier auf dieser sitzenden Hebelarme betätigt wird. Beide Schieberstangen sind außer in den Stopfbüchsen des Schieberkastens noch einmal in den langen Büchsen einer an die Geradföhrung befestigten Konsole geführt. Der Dampfzylinder hat Indikatorpuken mit Verschraubungen, Kondenswasser-Ableitungshähne und oben eine Schmierbäse. Der Kohlsäure-Gebläsezylinder mit angezogenem Schiebergehäuse ist mit seinen Gußfüßen auf die Fraine geschraubt. Ein in der Mitte des Zylinders angegoßener Stutzen mit einem bis unter den Verteilungs-Drehschieber föhrenden Kanal dient als Gaszuföhrung, ein zweiter Stutzen am Schieberkasten zur Gasabföhrung. Im Gebläsezylinder befindet sich der auf die Kolbenstange mit Konus und

Schraube befestigte, mit selbstspannenden Ringen versehene, gußeiserne Gebläsefolben. Im Schieberkasten liegt in einem zylindrischen, mehrfach durchbrochenen Gehäuse der mit seiner Welle in Büchsen gelagerte Drehschieber, dessen Durchbrechungen bei seiner Oszillation die Zylinderenden abwechselnd mit dem Gaszutritte und dem Kasteninnern in Verbindung setzen. Das dem Drehschieber entströmende Gas wird zur Entlastung des ersteren durch mehrere Entlastungsventile gedrückt. Die Schwingungen des Drehschiebers werden von einem auf der Hauptwelle sitzenden Exzenter und seiner (hohlen) Stange nebst Gufarm an der Schieberwelle hervorgebracht. Am Kohlen säurezylinder sind unten Ablasshähne für das etwa aus dem Labeur übergerissene Wasser angeordnet. Die Deckel beider Zylinder und die Zylinder selbst sind mit Blechverschalungen versehen und das Hinterende der Kohlenstange von einer Schutzhülse umgeben. Beide Dampfstutzen und beide Gasstutzen sind mit Ventilen absperrbar. Die Zylinder sind mittels einer kräftigen Versteifungsstange an einander gehalten. Zum Andrehen des Schwungrades dient eine Anhebevorrichtung. Das Schwungrad und die Kurbel sind von je einem Sicherheitsgelenker umgeben. Dasselbe trägt bei der Kurbel eine Schmierbasse, die ihren Inhalt an eine Schmierkurbel (zur ständigen Schmierung des Kurbelzapfens) abgibt.

Auch die Herstellung der Kaltmilch wird gegenwärtig in allen gut eingerichteten Zuckerfabriken unter Verwendung besonderer Maschinen besorgt, während man früher den gebrannten Kalk in flache, hölzerne Kufen eintrug und dort unter fortwährendem Umkrücken mit Wasser löschte.

Zu den verbreitetsten Kalklöschvorrichtungen gehört der Apparat Patent Mik, den die folgende Abb. 28 veranschaulicht. Diese von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston usw. in Prag gebaute Maschine besteht im wesentlichen aus einer zylindrischen Eisenblechtrommel mit flachen Böden, deren jeder ein zentrisches Loch besitzt. An der Innenseite dieser Trommel sind, spiralförmig angeordnet, Winkelseisenstücke befestigt, welche die Beförderung der Kalkstücke vom Einwurfe, bei Pfeil 1, gegen das andere Trommelende, bei den Pfeilen

2, 3 bewirken. Außen sind 3 abgedrehte Laufkränze und 2 Zahnradkränze um die Trommel gelegt und mit Holzteilen und Schrauben befestigt. Mit den Laufkränzen rollt die Trommel auf drei Paar abgedrehten Laufrollen, deren Gußträger im Fundamente verankert sind. Der Antrieb der Kalklöschtrommel erfolgt mittelst loser und fester Riemenscheibe über ein doppeltes Zahnräder-Vorgelege, welches die sogenannten Zahnkränze in Umdrehung versetzt. Die Trommel besitzt im Innern an dem bei den Pfeilen 2, 3 gelegenen Ende eine Anzahl perforierter Blechtaschen, welche die etwa vorhandenen Steine aufnehmen, heben und dann in die bei Pfeil 3 ersichtliche Abfuhrrinne fallen lassen.

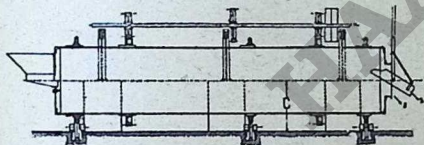


Abb. 28. Kalklösch-Apparat.

Die Arbeit der Maschine vollzieht sich wie folgt: Am Trommelende, bei Pfeil 1, wird der gebrannte Kalk eingeworfen und das Löschwasser und die in der Fabrikation resultierenden zuckerhaltigen Wasch- oder Ausfuchwässer zufließen gelassen. Die Kalkstücke werden von den Winkelleisen hoch gehoben und fallen gelassen, wobei sie zerschellen und sich vielfach unter einander und dem Trommelinneren reiben. Die Löschflüssigkeit findet eine große Angriffs Oberfläche, welche sich stets durch das Begreiben der schon gelösten Partie erneut. So durchzieht der Kalk die ganze Trommel, wobei er — bei richtiger Tourenzahl und angemessener Flüssigkeitsmenge — noch vor Erreichung der Auswurfstaschen, vollkommen gelöst wird. Die gewonnene Kalkmilch entströmt der Trommel durch die trichterförmig erweiterte Bodenöffnung bei Pfeil 2.

Das zur Absonderung von Steinen, größeren ungelöschten Kalkstückchen, Sand usw. aus der Kalkmilch dienende *Rotásche* Dachfilter wurde schon besprochen.

Die zur Saturation dienende schweflige Säure wird entweder durch Verbrennung von Schwefel in besonderen Apparaten dargestellt oder es wird flüssige schweflige Säure verwendet. Die schweflige Säure läßt sich unter genügend starkem Druck und unter Abkühlung sehr leicht verflüssigen und kann dann in Stahlflaschen gefahrlos versendet werden. Wird der Druck aufgehoben, so verdampft sie sehr rasch und geht wieder in den gasförmigen Zustand über. Um den Druck und die Menge des aus den mit flüssiger schwefliger Säure gefüllten Stahlflaschen ausströmenden Gases zu regeln, werden sie mit einem Reduzierventile versehen. Im konzentrierten und wasserfreien Zustande greift die schweflige Säure Eisen nicht an, wohl aber, wenn sie in Wasser gelöst ist. Die Stahlflaschen werden durch ein Bleirohr mit dem Saturationsgefäße verbunden. Sehr zweckmäßig ist es, auch ein Rückschlagventil in die Leitung einzufügen, damit der zu saturierende Saft nicht nach der Stahlflasche zurücksteigen kann. Dies würde eintreten, wenn die schweflige Säure verbraucht und die Flasche geleert ist, in ihr also kein Druck mehr herrscht. Die schweflige Säure ist ungemein leicht in Wasser löslich, das in der Leitung und der Flasche noch vorhandene Gas würde sich, sobald der Druck aufhörte, im Saft lösen und dieser dadurch zurücksteigen.

Die Abb. 29 stellt einen Schwefelofen mit Injektorbetrieb zur Erzeugung schwefliger Säure durch Verbrennen von Stangenschwefel dar. Diese Vorrichtung wird von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Prosofsky & Ringhoffer gebaut. Sie besitzt die folgende Einrichtung:

In die gußeiserne Retorte R wird auf einer ebenfalls gußeisernen Pfanne Stangenschwefel eingetragen und bei geschlossenem Scharnierdeckel D von oben durch eine Öffnung mittels eines glühenden Eisenstückes angezündet. Die genannte Öffnung wird auch zum nachträglichen Schwefelwurf benutzt. Das zur Verbrennung des Schwefels nötige Luftquantum wird von außen durch eine auf dem Retorten- deckel befindliche, regulierbare Luftklappe hindurch in die Retorte eingesogen. Zu dieser Leistung ist ein großer und

ein kleiner Injektor bestimmt. Der große Injektor dient sowohl für die Aufsaugung der Verbrennungsluft, als auch für die Beförderung des erzeugten Schwefelsäuregases zur Saturation.

Der kleine Injektor i hat nur die Aufgabe, das Verlöschten des brennenden Schwefels zu verhindern, wenn auf

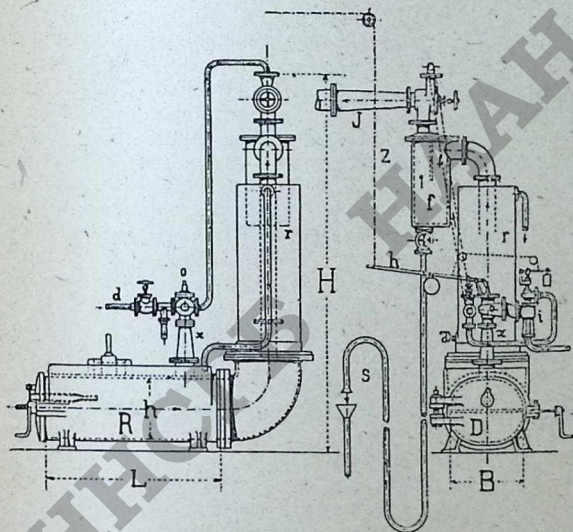


Abb. 29. Schwefelofen mit Injektorbetrieb.

der Sationsstation keine schweflige Säure gebraucht wird, wenn also der größere Injektor J nicht funktioniert. In diesem Falle tritt der kleine Injektor selbsttätig in Funktion, erzeugt durch o und x einen schwachen Luftzug und stößt das resultierende Säuregas in die freie Luft (über Dach). Der große Injektor J wird vom Saturanten durch Zugseil z und be-

schwertem Hebel *h* betätigt und hierbei, wegen der eigenartigen Verbindung der zu den Injektorventilen gehörigen Hebel, der kleine Injektor *i* abgestellt. Sobald der Zug auf *z* aufhört, stellt der Injektor *J* seine Tätigkeit ein, das Regulierventil *o* wird umgestellt und der kleine Injektor *i* angelassen. Es können somit niemals beide Injektoren gleichzeitig arbeiten. Das aus der Retorte kommende Schwefelsäuregas wird gekühlt, indem man es ein von kaltem Wasser umgebenes Rohr *r* durchströmen läßt. Der Überlauf des Kühlgefäßes wird zum Kühlen der Retorte benützt. Die gekühlte schwefelige Säure passiert einen Wasserfänger *f* und tritt in den Injektor *J*. Das in *f* angesammelte Wasser verläßt den Abscheider durch dessen Boden und fließt kontinuierlich durch das Siphonrohr *s* ab. Alle mit dem Dioxyd in Berührung kommenden Rohre und Armaturen sind sorgfältig verbleit.

Ähnlich sind die Schwefelöfen mit Kompressorenbetrieb der gleichen Firma eingerichtet.

IV. Das Verdampfen.

Ist der Rohsaft durch die Scheidung und Saturation genügend gereinigt und durch sorgfältige Filtration von allen trübenden Bestandteilen befreit, so handelt es sich nun darum, dem Dünnsaft soviel Wasser zu entziehen, daß der Zucker auskristallisiert. Dies wird nicht auf einmal, sondern in zwei Operationen ausgeführt, indem man zunächst den Dünnsaft soweit einengt, daß er eben noch nicht kristallisiert, d. i. etwa auf 60 bis 70° Bé, und dann den Dicksaft weiter verdichtet, und zwar soweit, daß er nach dem Erkalten zu einem Kristallbrei, der Füllmasse, erstarrt.

Die zu verdampfende Wassermenge ist schon bei einer mittelgroßen Zuckerfabrik sehr bedeutend, sie beträgt bei einem Saftabzuge von 115% vom Rübenengewichte, unter Berücksichtigung der weiteren Verdünnung, die der Rohsaft durch die Stalkmilch und die Absüßwässer der Schlammpresse erfährt, mindestens 130%. Nimmt man nun ferner an, daß der Dick-

saft nur 60° Bé besitzt und 100 kg Rübe je 26 kg Dicksaft liefern, so ergibt sich, daß für je 100 kg verarbeitete Rübe 104 kg Wasser zu verdampfen sind. Beträgt die tägliche Rübenverarbeitung einer Fabrik nur 5000 q, so ergibt dies eine täglich zu verdampfende Wassermenge von 5200 hl Wasser. Rechnet man ferner, daß theoretisch zur Verdampfung von 1 kg Wasser 600 Wärmeeinheiten nötig sind, und gute Steinkohle 7000 Wärmeeinheiten liefert, so sind zur Verdampfung dieser 5200 hl Wasser 445 q oder rund $4\frac{1}{2}$ Waggons Kohle nötig, tatsächlich jedoch weit mehr, weil der Kohlenverbrauch durch Wärmeverluste weit größer ist, wenn auch durch Maßnahmen, die wir später besprechen werden, die im Saftdampfe, dem Brüden, enthaltene Wärme ebenfalls nutzbar gemacht und zur Verdampfung herangezogen wird.

Das Verdampfen wird in besonderen Apparaten, den Verdampfapparaten ausgeführt. Ursprünglich benutzte man offene, mit direkter Feuerung versehene Pfannen, doch abgesehen davon, daß Überhitzungen der Zuckerslösung am Boden der Pfanne nicht zu vermeiden sind, arbeiten solche Vorrichtungen höchst unökonomisch. Die oben mitgeteilten Zahlen zeigen jedoch, welche enorme Wichtigkeit das Verdampfen besitzt und wie sehr der wirtschaftliche Erfolg von der Brennstoffökonomie abhängt. Man ging daher schon frühzeitig zur weit sparsameren Dampfheizung über, konstruierte eigene Verdampfapparate, in denen der zu verdampfende Saft mit einer sehr großen Heizfläche in Berührung kommt und wendete schließlich noch ein weiteres Hilfsmittel an, um das Verdampfen zu beschleunigen: man setzte durch Luftverdünnung über dem zu verdampfenden Dünnsaft dessen Siedepunkt und damit den Brennstoffverbrauch herab. Dieses Prinzip ermöglicht es dann auch, den sich aus dem verdampfenden Saft entwickelnden Saftdampf wieder zu Heizzwecken zu verwenden, wie dies in den „Mehrkörperapparaten“ geschieht.

Zur näheren Erläuterung dieses Vorganges sei folgendes angeführt. Schon bei gewöhnlicher Temperatur sondert jede Flüssigkeit geringe Mengen aus, sie „verdunstet“. Durch Wärmezufuhr läßt sich jedoch die Verdunstung wesentlich be-

schleunigen. Wird nun die Erwärmung bis zum Siedepunkte der Flüssigkeit fortgesetzt, so tritt Dampfbildung nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern der Flüssigkeit ein und die Flüssigkeit kocht.

Der Siedepunkt jeder Flüssigkeit hängt von ihrer Natur ab. Als Vergleich wird der Siedepunkt des Wassers unter gewöhnlichem Luftdruck herangezogen; Lösungen von Zucker in Wasser besitzen stets einen höheren Siedepunkt als 100 Grad, er liegt um so höher, je konzentrierter die Lösung ist.

Kochende Flüssigkeiten können in offenen Gefäßen niemals über ihren Siedepunkt erwärmt werden; durch gesteigerte Wärmezufuhr wird nur die Verdampfung beschleunigt. Die Menge des in der Zeiteinheit gebildeten Flüssigkeitsdampfes hängt, jedoch, gleiche Temperatur vorausgesetzt, stets von der Größe der Heizfläche ab, und zwar steht sie zu dieser im geraden Verhältnisse. Durch Steigerung der Temperatur, bzw. der zugeführten Wärmemenge läßt sich jedoch dasselbe erzielen, wie durch Vergrößerung der Heizfläche, oder die Menge des in der Zeiteinheit entstehenden Flüssigkeitsdampfes steht bei gleicher Heizfläche ebenfalls in geradem Verhältnisse zur Temperatur der Heizfläche. Nun ist in der Praxis eine Vergrößerung der Heizfläche leichter durchführbar, als die Steigerung der Temperatur, deshalb war man bei der Konstruktion der Verdampfapparate stets bestrebt, durch besondere Einrichtungen die Heizflächen so groß als möglich zu gestalten. Man erreicht dies dadurch, daß man den Heizdampf durch ein System von Röhren leitet, die in der zu verdampfenden Flüssigkeit liegen.

Doch hängt die Verdampfung auch von der Wärmeübertragung durch die Heizfläche ab, je besser diese ist, desto größer wird die erzielte Wirkung sein. Hinsichtlich der Wärmeübertragung verhalten sich die hier in Betracht kommenden Metalle nicht gleich. Setzt man beispielsweise das Wärmeleitungsvermögen des Silbers, das zu den die Wärme am besten übertragenden Metallen gehört, gleich 1000, so ist das des Kupfers 736, des Eisens dagegen nur 119. Man verfertigt daher die Heizrohre der Verdampfapparate aus Kupfer, das sich gegenüber dem Eisen auch noch durch andere Vorzüge auszeichnet.

Das Wärmeleitungsvermögen eines Metalles kann jedoch nur dann voll zur Geltung kommen, wenn die zu verdampfende Flüssigkeit mit der blanken Oberfläche in Berührung steht. Nun ist es unvermeidlich, daß sich während des Verdampfens des Dünnsaftes Niederschläge ausscheiden, die aus Kaltsalzen, organischer Substanz, Fett ußf. bestehen und sich vorzugsweise auf den Heizrohren ablagern. Diese Abscheidungen besitzen nur ein sehr geringes Wärmeleitungsvermögen, das etwa 10 bis 18 beträgt, und eine infrustrierte Heizfläche verhält sich hinsichtlich der Wärmeübertragung so, wie wenn sie nur aus solchen Substanzen bestände, wodurch die Wirkung sehr bedeutend herabgedrückt und um so geringer wird, je dicker diese Ablagerungen werden. Daraus geht einerseits hervor, wie wichtig die gründliche Reinigung der Verdampfapparate ist, andererseits welche Bedeutung die richtige Scheidung und Saturation und die Entfernung aller trübenden Bestandteile, schließlich auch der sparsame Verbrauch von Fett zur Dampfung des Schaumes während der Saturation besitzt.

Der Siedepunkt des Wassers und jeder anderen Flüssigkeit hängt von dem auf ihr lastenden Luftdrucke ab. Unter dem Drucke der Atmosphäre = 760 mm Quecksilber, wie er am Meeresspiegel herrscht, siedet das Wasser bei 100° C. Wird jedoch der Luftdruck vermindert, so sinkt auch der Siedepunkt. Darauf beruht die Benutzung des sich aus einer verdampfenden Flüssigkeit entwickelnden Dampfes, eine andere Flüssigkeit mit gleichem oder höherem Siedepunkte (auf gewöhnlichen Luftdruck bezogen) zum Kochen zu bringen. Es ist dazu nur nötig, zu erreichen, daß der Siedepunkt der zu verdampfenden Flüssigkeit unter der Temperatur des Heizdampfes liegt. Je größer dann der Unterschied beider Temperaturen, das Temperaturgefälle ist, desto rascher wird das Verdampfen vonstatten gehen.

Hat man also nur Heizdampf von 100 Grad zur Verfügung, so erniedrigt man den Siedepunkt der zu verdampfenden Flüssigkeit durch Herabsetzung des über ihr lastenden Luftdruckes so weit, daß genügendes Temperaturgefälle entsteht, andererseits kann man dem Dampfe auch dadurch eine höhere Temperatur erteilen, daß man ihn zusammendrückt. Dampf

z. B., der im Zylinder einer Dampfmaschine gearbeitet hat und frei in der Luft expandiert, besitzt eine Temperatur von 100°C . Durch einfache Vorrichtungen läßt es sich jedoch erreichen, daß der Dampf nicht vollständig expandiert, sondern noch mit einer Spannung von etwa $1\frac{1}{2}$ Atmosphären austritt, er besitzt dann eine Temperatur von 112°C . Wird dieser Dampf zur Erwärmung von Dünnsaft verwendet, dessen Siedepunkt durch entsprechende Druckverminderung auf 80°C ermäßigt wurde, so wird der Saft lebhaft verdampfen und gleichzeitig Dampf von 80°C aussenden.

Diesen Dampf kann man ebenfalls in den Heizkörper eines zweiten Verdampfapparates leiten, worin der Saft durch weitere Druckverminderung schon bei 60 Grad siedet; das Temperaturgefälle von 20 Grad ist groß genug, um auch hier lebhaftes Verdampfen zu bewirken.

Dies sind die Grundlagen, auf denen das Verdampfen der ansehnlichen Flüssigkeitsmengen in der Zuckersfabrikation, also die Umwandlung des Dünnsaftes in Dicksaft und dieses in Füllmaße beruht und die eine sehr weitgehende Wärmeökonomie ermöglichen, weil die gebundene (latente) Wärme des Saftdampfes nicht verloren geht, sondern weiter verwendet wird. Überhaupt findet dieser Grundsatz die weitgehendste Anwendung in der Zuckersfabrikation und nur ihm ist es zu verdanken, daß die gewaltige Leistung — man denke nur, abgesehen von der Verdampfung selbst, an das Anwärmen der Säfte, den Wärmeverbrauch bei der Diffusion, den Dampfverbrauch zu mechanischen Zwecken usw. — unter verhältnismäßig geringem Brennstoffaufwande möglich ist.

1. Die Verdampfapparate.

Die zum Einengen des Dünnsaftes verwendeten Verdampfapparate bestehen aus zwei, drei oder mehreren nahezu gleichartigen Vorrichtungen, den „Körpern“, die untereinander derart verbunden sind, daß der sich im ersten, durch direkten Kesseldampf, häufiger Retourdampf, geheizten Körper entwickelnde Saftdampf in das Heizrohrsystem des zweiten Körpers geleitet wird. Der Saftdampf aus dem zweiten Körper

tritt in die Heizschlange des dritten Körpers ein. Der dritte Körper, und zwar sein Sastraum, steht mit der die Luftverdünnung bewirkenden Luftpumpe und dem Kondensator, dessen Einrichtung und Zweck wir noch besprechen werden, in Verbindung. Ebenso steht auch der Heizraum des dritten Körpers mit dem Kondensator in Verbindung, wodurch der Dampf, nachdem er den größten Teil der latenten Wärme abgab, kondensiert und hierdurch auch der Luftdruck im zweiten Körper erniedrigt wird.

In den Zweikörperapparaten wird der Dünnsaft im ersten Körper bis zu einer gewissen Saccharometeranzeige eingengt und im zweiten Körper auf die Konzentration des Dickstoffes gebracht, bei Drei- oder Mehrkörperapparaten verteilt sich die Konzentrierung des Dickstoffes auf alle Körper. Weil die Mehrkörperapparate zuerst in Frankreich angewendet wurden, ist an Stelle der deutschen Bezeichnung als Zwei-, Drei-, Vierkörperapparat häufig noch die französische Benennung „Double effet“, „Triple effet“, „Quadruple effet“ usw. im Gebrauche. Über die Einrichtung der Verdampfapparate wird die folgende Beschreibung einiger Systeme am besten Auskunft geben.

Einen stehenden Verdampfapparat, System Robert, zeigt Abb. 30, gebaut von der A.-G. Skoda, Ruston, Brown & Co. und Ringhoffer. Er besteht aus einem vernieteten und verstemmten Eisenblechzylinder mit bombiertem Blechboden und Deckel. Auf dem letzteren befindet sich ein Dom. An den Boden schließt sich ein Stutzen 17, welcher zum Befahren des Unterteiles dient und mittels eines Gußdeckels abgeschlossen wird. Im Unterteile des Zylinders befindet sich die Heizeinrichtung. Diese besteht aus zwei Rohrböden, in und zwischen welche eine große Anzahl messingener oder stählerner, beiderseits offener Rohre R eingewalzt ist. Außer diesen Rohren verbinden mehrere weite, blecherne Zirkulationsrohre C die Räume über und unter dem Heizsysteme und Schrauben s dienen zur gegenseitigen Versteifung der beiden Rohrböden. Der Saft tritt durch das Ventil 16 in den Apparat und steigt beim Kochen bis über den oberen Rohrboden. Der Dampf tritt bei 4,4 ein und umspült die Rohre R

und C an ihren Außenseiten. Die Erhitzung des Saftes besteht denselben in lebhafte Zirkulation, so daß er durch die Röhren R nach oben strömt und durch die Röhren C wieder nach abwärts fließt. Das aus dem Heizdampf resultierende

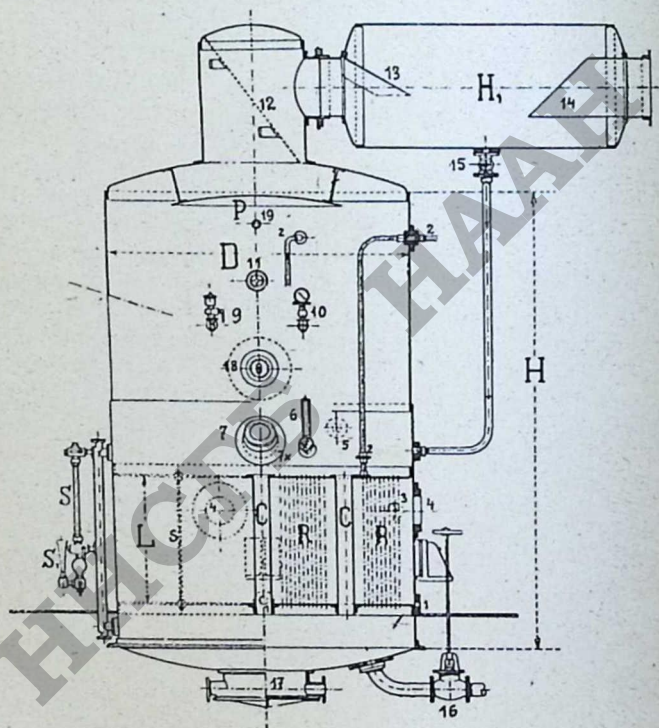


Abb. 30. Stehender Verdampfapparat.

Kondenswasser verläßt den Heizraum unten durch die Öffnungen 1, respektive die an dieselben anschließenden Ventile, die aus dem Dampfe austretende Luft und die Gase (Ammoniak) entströmen dem Heizraume oben durch die Rohre 2,2, welche

den Gefäßmantel durchsetzen. Der Koch- oder Steigraum oberhalb des Saftes ist hoch gehalten, um das Entweichen des schäumenden Saftes zu verhindern. Zu gleichem Zwecke ist das Pressblech (Dephlegmator) P und das Sieb 12 im Dome bestimmt. Um den etwa von den Brügendämpfen dennoch mitgerissenen Saft aufzufangen, beziehungsweise zurückzuführen, wird (statt des ehemals gebräuchlichen vertikalen Übersteigers) vielfach der Saftfänger H, „System H o d e t“, angewendet. In demselben, einem zylindrischen Blechgefäße, werden die Brüendämpfe mittelst 13 gezwungen, vorerst nach abwärts zu streichen, um dann wieder gegen oben zu ziehen und bei 14 auszutreten. Die von der Querschnittserweiterung im Saftfänger herrührende Verminderung der Geschwindigkeit und die erzwungene Änderung der Bewegungsrichtung der Brüendämpfe haben die Abscheidung etwa mitgerissenen Saftes zur Folge; dieser fließt dann durch 15 in den Saft Raum zurück. An Armatur besitzt der Apparat außer den schon aufgezählten Stücken noch folgende: Einen Saftstandsanzeiger S mit Vorrichtung zur Probeentnahme und mit dem oben offenen Becher S; für die Dichtemessung ein schräg gestelltes Schauglas 7 auf der Vorderseite und ein gerades Schauglas 7x auf der Rückseite, ein ebenes Schauglas 8 und ein Thermometer (Hydra) 6, ein Mannloch 18 mit Deckel und ebenem Schauglas auf demselben, auf der Rückseite gegenüber dem Glas 8; weiters einen Fetthahn 9, ein Lufteinsaugventil 11 und einen Druckmesser 10. Der letztere ist nach der Stellung des betreffenden Verdampfkörpers in der Reihe der zu einer Batterie kombinierten Apparate ein Manometer oder Vacuum-Manometer oder ein Vacuummeter. Endlich sind für die Zwecke der Erprobung und Reinigung noch die Wasserventile 3 für den Dampfraum und 5 für den Saft Raum vorgesehen. Am Stutzen 17 befindet sich ein Seitenstutzen für den Abzug des Saftes gegen den nächsten Verdampfkörper (oder gegen die nächste Station) und ein zweiter Stutzen mit Ventil zur Entleerung des Apparates. Für den speziellen Fall, in welchem der Verdampfapparat als Dampfgenerator nach „System P a u l y“ benützt und mit direktem Dampfe beheizt wird,

werden die Wandstärken der erhöhten Innenspannung wegen entsprechend stärker ausgeführt. Bei diesem Apparate, dann bei dem jeweilig ersten Körper jeder Verdampfungsanlage kommt zu der oben aufgezählten Armatur noch ein Sicherheitsventil 19 als Vorstufe gegen allzu hohe Innenspannung.

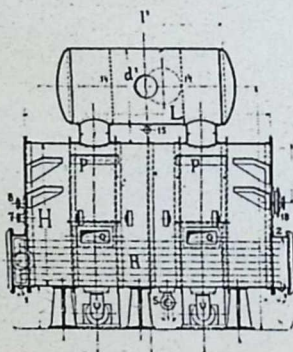


Abb. 31.
Liegender Verdampfapparat.

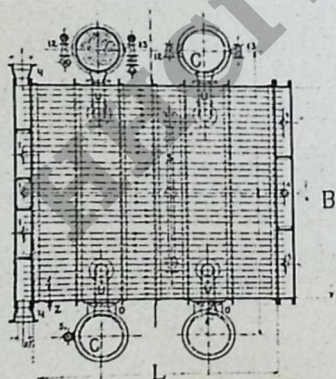


Abb. 31 a.

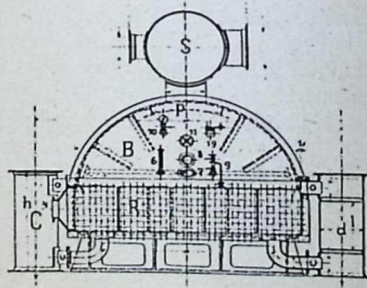


Abb. 31 b.

Den Typus der liegenden Verdampfapparate, und zwar einen Apparat des Systems Wellner-Felinek, gebaut von der A.-G. Skoda, Ruston, Prosovsky und Ringhoffer, zeigen die Abb. 31, 31 a und 31 b. Der Apparat ist aus Eisenblech hergestellt und besitzt kofferartigen Querschnitt. Der Mantel ist äußerlich mit Winkel-eisenringen versteift und mittels ebensolcher mit den Stirnwänden vernietet. Im Innern befinden sich schmiedeeiserne Anker- und Winkelversteifungen. Vor die Rohrböden — die unteren verstärkten Partien

der Stirnwände — sind aus Walzeisen hergestellte Dampfkammern genietet, welche mittels schmiedeeiserner, vertikaler Querwände in Einzelkammern geteilt sind. Das Heizsystem besteht aus messingenen oder stählernen Rohren R, welche durch die Löcher der beiden Rohrböden hindurchragen und in dieselben eingewalzt sind oder gegen diese mittels doppelkonischer Gummiringe und mittels (über mehrere Rohrenden schobener, von einer Schraube gefaßter) Gußbrillen dicht angezogen werden. Die Rohre sind im Innern des Apparates durch Tragwände gestützt. Die Querwände in den Heizkammern vorn und rückwärts sind so gegeneinander verstellt, daß je zwei Rohrgruppen, welche vorne in eine gemeinschaftliche Kammer münden, rückwärts in zwei verschiedene Kammern treten und umgekehrt. Hierdurch wird der Heizdampf gezwungen, die Rohren in mehreren Gängen zu durchziehen. In der vorgeführten Skizze wird der (Retour-)Heizdampf an zwei Stellen 4 eingeführt und macht — wie durch Pfeile angedeutet — je vier Gänge. Die zu jeder Gruppe vereinigte Rohrzahl und deren Heizfläche nimmt in den Gängen in dem Maße ab, als der Dampf durch Abgabe seiner Wärme an den Saft kondensiert und an Volumen abnimmt. An die gewölbte Decke des Apparates schließt sich mittels zweier Stützen der H o d e k'sche Saftfänger S, welcher einerseits den von den Brühdämpfen etwa mitgerissenen Saft an zwei Presssieben 14 abfängt und durch Ablassventil 15 gegen den Saft Raum zurückleitet, andererseits zur Verteilung der Brühdämpfe gegen deren Verwendungsstellen dient. Vor die Verbindungsstutzen des Apparates mit dem Saftfänger sind als Schutz gegen den Saftübertritt die Dephlegmatoren P gesetzt. An Armatur besitzen diese Apparate als I. Körper: Ventile bei 4,4 für den Retourdampf (eventuell direkten Dampf, worüber weiter unten) und bei den übrigen Körpern Stützen auf den rückwärtigen Heizkammern mit oder ohne Ventilen für den Eintritt des Brühdampfes, ferner Saft= und Austrittsventile s, Kondens=, respektive Brühdampf=Ventile bei 1, Luft=, respektive Gas= und Ammoniak=Ventile bei 2, Hydrathermometer 6, Schaugläser 7 und 8,

Butterhahn 9 (beim I. und II. Körper in Kommunikation mit dem Dampftraume), Lufteinsaugventil 11 und Druckmesser 10 (beim I. und II. Körper Vacuum-Manometer, bei den folgenden Körpern Vacuummeter), ferner an der Rückwand ein Mannloch 18, auf dessen Deckel ein Leuchtglas angebracht ist, weiters Wasserein- und Auslaß- und Ausdampfventile, an den Sastraum angeschlossen, endlich beim I. und II. Körper ein Sicherheitsventil 19 und an allen Körpern ein Saftstands-anzeiger Z. In den Körpern wird der Saft zur Erzielung einer mäßigen Zirkulation örtlich höher erhitzt, indem man einen Teil der Heizrohre mit direktem Dampfe heizt und diesen die Rohre in einigen Gängen durchziehen läßt, selbstredend sind in diesem Falle gesonderte Kammern für beiderlei Heizmedien vorgesehen. Die Zirkulation wird in erhöhtem Maße durch Anwendung der Zirkulatoren C herbeigeführt. Diese bestehen aus genieteten Blechzylindern mit ebenen Böden und Deckeln und mit je zwei eingienieteten Rohrböden, in und zwischen welche beiderseits offene Messingrohre eingewalzt sind. Jeder Zirkulator besitzt einen Dampfraum (zwischen den Rohrböden, die Röhren umgebend) und einen oberen und unteren Sastraum, welche durch die Rohre untereinander und durch O und U mit dem Sastraume des Apparates kommunizieren. Die Beheizung geschieht durch 12 mittels direktem oder Retourdampf und das Kondenswasser entströmt aus dem Unterteile des Dampftraumes bei 13 (Retourklappe oder Auslaßventil). Zur Entlüftung des Dampftraumes dient ein Lufthahn. Der Saftszug erfolgt in die Zirkulatoren bei s und die Entleerung derselben durch einen am Boden angebrachten Auslaßhahn.

Die Einrichtung eines aus vier stehenden Verdampfapparaten zusammengesetzten Vierkörperapparates (Quadruple effect) wird durch die Abb. 32 dargestellt. Der Apparat ist von der Firma F. Hallström (Nienburg, Saale) gebaut. Wie erwähnt, gestattet die Vereinigung mehrerer Körper eine weit bessere Ausnützung des Heizdampfes, da dessen latente Wärme nicht verloren geht. Je nachdem eine Verdampfstation nur diesem Zwecke dient oder Dampf, und

zwar Saft- oder Brühdampf, auch zur Heizung anderer Apparate, z. B. von Vorwärmern, Sirupvacuen usw. abgibt, unterscheidet man reine oder kombinierte Verdampfstationen. Im ersten Falle werden die Vorwärmer usw. mit Retour- oder direktem Dampf geheizt. Den vom letzten Körper zum Kondensator abgehenden Brühdampf, der eine Temperatur von etwa 60°C besitzt, verwendet man bei den kombinierten Verdampfstationen häufig noch zur Vorwärmung des Rohsaftes, ehe er nach der Malaxeur gelangt.

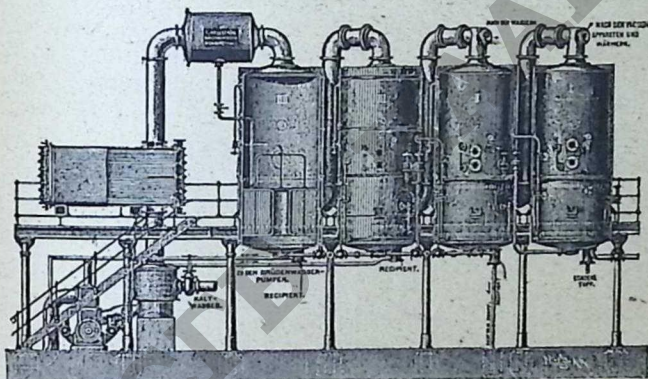


Abb. 32. Vierkörperapparat.

Als letztes Beispiel eines Verdampfapparates führen wir in Abb. 33 noch den von der A.-G. vorm. Breitfeld, Danek & Co. in Prag gebauten Verdampfapparat „System Restner“ vor, in dem die Verdampfung in dünnen Schichten geschieht.

Der Restner'sche Verdampfapparat besitzt ein vertikales, zylindrisches Heizsystem mit 7 m langen Röhren. Der Saft tritt von unten in die Rohre (Abb. 33 a) ein und verläßt, nachdem er die Rohre passierte, oben den Apparat. Der Saftstand in dem Apparat ist derart niedrig, daß nur die untere Partie der Rohre ausgefüllt erscheint. Der sich in den

Röhren bildende Dampf entlastet diese Saftsäule und reißt, emporsteigend, den Saft den Rohrwänden entlang mit sich in die Höhe. Dieser mitgerissene Saft entwickelt auf dem Wege durch die Rohre in deren oberen Partien weiteren Dampf, so daß schließlich ein ununterbrochener Dampfstrahl durch jedes Rohr hinaufströmt und den Saft in dünnen Schichten an den Wänden der Rohre nach oben treibt. Die Schnelligkeit des an den Wänden

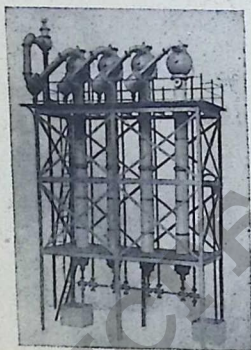


Abb. 33. Verdampfapparat.



Abb. 33 a. Längsschnitt.

steigenden Saftes ist nicht so groß, wie die des aus den Röhren emporströmenden Dampfes, aber doch so bedeutend, daß der Saft schon innerhalb zwei Minuten die Rohre und den Apparat oben verläßt.

Das Trennen des Saftes von dem Dampfe in der oberen Partie des Verdampfkörpers geschieht mittelst eines festen Schaufelrades, welches den emporsteigenden Saft auf die Peripherie der oberen verbreiteten Zarge leitet und dadurch jedwedes Mitreißen des Saftes durch den Bräudendampf verhindert. Diese Einrichtung ist derart bewährt, daß man damit

sogar bei sehr schäumenden Flüssigkeiten, wie sie in der chemischen Industrie häufig vorkommen, die besten Resultate erzielte.

Der R e s t n e r s c h e Verdampfapparat findet die vorteilhafteste Anwendung:

- a) Für neue komplette, mehrgliedrige Verdampfstationen;
- b) als Ergänzung einzelner Körper bei bestehenden Verdampfstationen, namentlich dort, wo Platzmangel herrscht;
- c) zur Umänderung bestehender Triple- oder Quadruple-Effets in Quadruple-, respektive Quintuple-Effets;
- d) zur Vergrößerung bestehender Verdampfstationen durch Vorstellen des R e s t n e r -Apparates vor den I. Körper. In solchen Fällen wird der R e s t n e r -Apparat durch direkten Dampf, welcher bisher im I. Körper zur Verstärkung des Retourdampfes diente, geheizt. Die Brüendämpfe aus dem R e s t n e r -Apparat von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Atm. Spannung werden in das Heizsystem des I. Körpers der Verdampfstation geleitet. Daraus ergibt sich nicht nur eine Vergrößerung der Station, sondern auch eine bedeutende Dampfökonomie. Bemerkt sei, daß es in diesem Fall nötig ist, vor den R e s t n e r -Apparat einen Saftvorbwärmer anzuordnen, um den Saft in den R e s t n e r -Apparat möglichst warm zu bringen; dadurch wird die Leistungsfähigkeit des Apparates gehoben.

Der die Verdampfung sehr stark herabsetzenden Ablagerungen an den Heizkörpern haben wir schon gedacht. Sie setzen sich besonders im III. und IV. Körper an, im I. nur dann, wenn bei der dritten Saturation übersaturiert ist, dadurch viel doppeltkohlensaurer Kalk gelöst und schließlich nur mangelhaft aufgekocht wurde. Diese Ablagerungen bestehen zumeist aus kohlensaurem Kalk, organischer Substanz, Fett usw. und werden durch Auskochen mit Salzsäure und mit Sodalösung entfernt. Auch Lösungen von Natriumbisulfat im Gemenge mit Salzsäure werden mit bestem Erfolge zu diesem Zwecke verwendet.

2. Die Luftverdünnung.

Ungemein wichtig ist die Herstellung der die Ausnützung der Brüendämpfe zu Heizzwecken ermöglichenden Luftver-

dünnung. Sie wird durch zwei gleichzeitig nebeneinander wirkende Verfahren erzeugt: Durch Kondensation des Dampfes und durch die Saugwirkung einer Luftpumpe; der erste Vorgang wird mittels des Kondensators bewirkt.

Der im letzten Körper eines Mehrkörperapparates, dem Dicksaftkörper, entstehende Saftdampf drückt auf den verdampfenden Saft und muß zum Zwecke der Temperaturreinigung entfernt werden. Dies wird durch Kondensation oder Verdichtung des Dampfes erreicht, wodurch ein luftverdünnter Raum entsteht. Man verbindet zu diesem Zwecke den Saft Raum des Dicksaftkörpers mit dem Kondensator, der mithin auch von dem Saftdampfe erfüllt sein wird. Indem man nun hier kaltes Wasser einspritzt, wird der Dampf tropfbar flüssig niedergeschlagen. Theoretisch wäre es auf diesem Wege mithin möglich, eine sehr starke, ja vollständige Luftverdünnung zu erzielen, wenn in den Kondensator nur reiner Wasserdampf und reines Wasser eintreten würden. Praktisch gelingt dies jedoch nicht, weil der Saftdampf stets etwas Luft beigemengt enthält und besonders weil im Einspritzwasser stets Gase, Luft und Kohlensäure gelöst sind. Wasser vermag um so weniger Gase zu lösen, je wärmer es ist und weil das Einspritzwasser im Kondensator die latente Wärme des Saftdampfes aufnimmt, werden diese Gase in Freiheit gesetzt. Sie würden nach und nach den ganzen Raum und den Saft Raum des Dicksaftkörpers erfüllen und die Kondensation außer Wirkung setzen, wenn nicht gleichzeitig auch eine Luftpumpe wirksam wäre, deren Aufgabe es ist, diese nicht kondensierbaren Gase abzusaugen und unschädlich zu machen.

Die Kondensation arbeitet also gemeinsam mit der Luftpumpe und je nach der Einrichtung und Wirkungsweise unterscheidet man Kondensatoren mit „nassen“ Luftpumpen und Brometrische Kondensatoren oder Kondensatoren mit „trockener“ Luftpumpe. Im ersten Falle hat die Luftpumpe nicht nur die durch Kondensation bewirkte Luftverdünnung zu vervollständigen, son-

bern auch das Einspritzwasser für den Kondensator zu heben und dann dieses und das durch Kondensation des Saftdampfes entstandene Kondenswasser abzusaugen.

Die barometrischen Kondensatoren sind mit einem langen, mindestens 10 m messenden Fallrohr ausgestattet, das unter den Wasserspiegel eines entsprechend tief stehenden Behälters reicht. Durch dieses Fallrohr fließt das Einspritzwasser und das Kondenswasser aus dem Kondensator ab. Luft kann durch das Fallrohr bei der erwähnten Länge nicht eindringen, weil der Gegendruck der Atmosphäre geringer ist als der einer Wassersäule von 10 m Höhe. Das Einspritzwasser wird hier durch eine Wasserpumpe geliefert, die „trockene“ Luftpumpe hat mithin nur die nichtkondensierbaren Gase abzusaugen. Bei den barometrischen Kondensatoren findet eine bessere Ausnützung des eingespritzten Wassers statt, es verläßt den Kondensator mit höherer Temperatur und kann daher zur Ausnützung der Wärme als Druckwasser in der Diffusionsbatterie verwendet werden. Als Kesselspeisewasser sind dagegen die Fallwässer der Kondensatoren nicht verwendbar, weil sie stets etwas Zucker enthalten, der zu starkem Schäumen im Kessel Anlaß geben würde. Ihrer hohen Temperatur wegen kann man diese Wässer auch nicht unmittelbar wegfließen lassen, um so weniger, als ihre Menge etwa 500 bis 600 Liter auf je 100 kg verarbeitete Rübe beträgt; solche Mengen warmen Wassers würden in kurzer Zeit jeden Wasserlauf auf weite Strecken verpesten. Außer in der schon angedeuteten Weise durch Verwendung als Druckwasser bei der Diffusion hilft man sich daher häufig derart, daß man das Fallwasser zunächst in die Rübenschwemme bringt oder in Klärteiche laufen läßt, um es dann erst fortzuleiten, oder es, besonders dort, wo Wassermangel herrscht, abkühlt und dann neuerdings im Kondensator verwendet. Die Abkühlung geschieht durch Überrieselung hoher, den Gradierwerken ähnlicher Gerüste, indem man also das Wasser in dünner Schichte der Luft aussetzt oder durch Zersprühen mittels der R ö r t i n g s c h e n Düsen, worauf sich das durch innige Berührung mit der Luft gekühlte Wasser wieder in einem Behälter sammelt.

Die Abb. 34 und 34 a zeigen einen barometrischen Gleichstrom-Kondensator (rechts) in Verbindung mit einem barometrischen Gegenstrom-Kondensator (Mitte) und einem Wasserfänger (links), Konstruktion von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Brownovsky und Ringhoffer, woraus die Einrichtung dieser Apparate deutlich hervorgeht.

Der erstere (auch Parallelstrom-Kondensator genannt) besteht aus einem oberen Blechzylinder, welcher unten offen und oben mit einem bombierten Deckel abgeschlossen ist. Auf letzterem befindet sich ein Gußgehäuse für den Wassereintritt und für die Einhängung des Injektionsrohres, welches vertikal in den Blechzylinder hineinragt und an seiner unteren Partie mit mehreren, ringsum laufenden, nur von den Verbindungen unterbrochenen Schlitzen versehen ist, aus denen das kalte Wasser in Form von Schirmen austritt. Der Mantel des Zylinders trägt oben die Stützen für den Eintritt der Brüden- dämpfe, welche in der Richtung nach abwärts, also gleichgerichtet wie das Wasser, durch den Apparat strömen.

Unterhalb des Injektionsrohres befindet sich ein mehrteiliger, gußeiserner, mit Wasserrinnen versehener Krost, an dessen Spalten das Wasser in vertikalen Schleiern herabfließt. Der eben beschriebene Zylinder ragt in einen zweiten, etwas weiteren, welcher — oben und unten geschlossen — das Kondens- und das Injektionswasser gegen das unten angeschlossene barometrische Abfallrohr leitet. Dieser zweite Zylinder ist mit Gußprägen für die Aufstellung des Apparates versehen und trägt einen Austrittsstutzen, welcher (zusammen mit einem gleichen Eintrittsstutzen) zur Überleitung der nichtkondensierten Brüden in den Gegenstrom-Kondensator dient. Dieser von den Dämpfen von unten nach oben durchströmte Apparat besteht aus zwei ineinander gebauten Blechzylindern, deren innerer oben bis auf einen ringförmigen Rand offen ist und unten in einen kurzen, ebenfalls offenen Blechkonus übergeht. In seinem Innern befinden sich drei an den Mantel anschließende, schräg abwärts geneigte Ringe, ferner drei auf eine Mittelsäule aufgeschobene und mittels zwischengeschobener

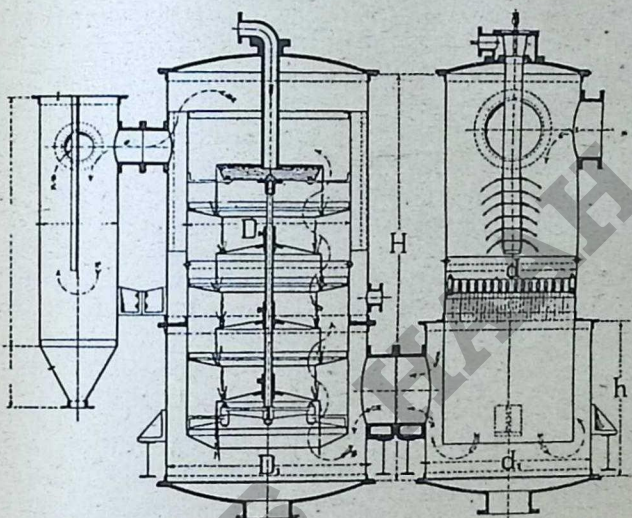


Abb. 34. Gleichstrom-Kondensator mit Gegenstrom-Kondensator und Wasserfänger.

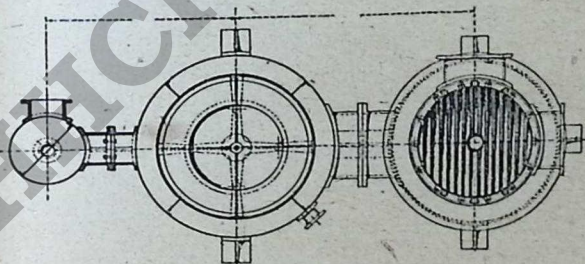


Abb. 34 a.

Röhren in dichten Abständen gehaltene konische Blechschirme und zu oberst eine Wasserschale, in welche das den oberen Deckel des Außenzylinders durchsetzende Wasser-Injektionsrohr hineinragt. Das kalte Wasser überfließt am Rande der Schüssel

auf den nächst unteren Blechring und von dessen glattem oder gewelltem Rande auf den nächsten konischen Blechschirm usw. Auf diese Weise bilden sich sieben zylindrische Wassers Schleier (Kaskaden), durch welche die Brügendämpfe, Luft und Gase hindurchziehen müssen, wobei alles Kondensierbare niedergeschlagen wird. Der Außenzylinder ist oben und unten mit bombierten Böden abgeschlossen, trägt am Oberboden das erwähnte Injektionsrohr, ferner oben (links) am Mantel den Absaugstutzen (für den indirekten Anschluß der trockenen Luftpumpe) und am Unterboden den Stutzen für das barometrische Abfallrohr. Der ringförmige Raum zwischen den beiden Zylindern ist der Höhe nach mittels eines ringförmigen Bodens in zwei Teile geteilt, deren oberer als Wasserfänger für das von den nichtkondensierbaren Gasen (und Luft) etwa über den Innenzylinder emporgerissene Wasser dient und einen an das barometrische Rohr anzuschließenden Abfluß besitzt. Gußpraken am Außenzylinder dienen zu dessen Aufstellung auf das Trägergerüst. Der Gegenstrom-Kondensator kann auch ohne vorgeschilderten Gleichstrom-Apparat benützt werden.

An Armatur erhält jeder Kondensator ein Kaltwasserventil und eventuell ein Schauglasgehäuse.

Zur völligen Zurückhaltung des Wassers vor dem nicht ungefährlichen Übertritte in den Luftpumpenzylinder benützt man einen besonderen Wasserfänger (links), welcher an den Absaugstutzen des Kondensators mit einem gleichen Stutzen angeschlossen ist, und einen zweiten Absaugstutzen zum Anschlusse an die Luftpumpensaugleitung besitzt. Der Apparat besteht aus einem oben abgeschlossenen Blechzylinder mit eingienieteter Zwischenwand, welche den Strom der Luft und Gase ablenkt und dadurch das Wasser zur Abscheidung bringt. Letzteres fließt vom konischen Unterende des Apparates in das barometrische Rohr des Kondensators.

In den Heizkörpern der Verdampfapparate sammelt sich stets kondensiertes Wasser an, das ebenso wie die Brüdenwässer entfernt werden muß, natürlich ohne der Außenluft Zutritt zu gewähren, wodurch die herrschende Luftverdünnung beeinträchtigt würde. Um dies zu verhüten, benützt man die

Schwimmerkästen, die nur dem Wasser, doch nicht dem Dampfe den Eintritt gestatten. Von hier gelangt das Wasser nach einem Sammler und wird nun mittels der Brüdenpumpen entfernt. Indem man mehrere solcher Einrichtungen verwendet, gelingt es, die Kondenswässer je nach ihrer Temperatur zu trennen und verschiedenen anderen Zwecken, z. B. zum Absüßen der Schlammpressen, zur Tücherwäsche, in der Diffusionsbatterie usw., zu verwenden.

In den erwähnten Sammlern herrscht stets eine gewisse Luftverdünnung und dem muß die Konstruktion der Brüdenpumpen Rechnung tragen. Als beste Type gelten die von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Bromovskij und Ringhoffer gebauten, keine Saugventile besitzenden Pumpen „System Frikart“.

3. Mittelsaft und Dicksaft.

Als Mittelsaft pflegt man den Saft aus dem vorletzten Körper mit etwa 30 bis 35 Grad Balling zu bezeichnen. Dicksaft ist der den letzten Körper mit etwa 60 bis 65 Grad Balling verlassende Saft. Während des Verdampfens findet einerseits, entsprechend der fortschreitenden Konzentration, ein Ansteigen der Alkalität statt, andererseits werden aber auch Stoffe unlöslich und abgeschieden. Es ist daher unerlässlich, einerseits die Alkalität des Dicksaftes durch neuerliche Saturation — bei starkem Rückgang der Alkalität, wie sie bei Verarbeitung schlechter Rübe vorkommt, allerdings auch durch Zusatz von Alkali (Soda) — zu regeln, andererseits die trübenden Bestandteile durch Filtration zu entfernen. Der zum Verkochen gelangende Dicksaft muß selbständig klar und blank, „feurig“ sein. Die erwähnte Behandlung wird entweder mit dem Mittelsaft oder mit dem Dicksaft unterworfen.

Die Alkalität des Mittelsaftes beträgt bei guter Arbeit etwa 0.06 bis 0.08% Ca O, durch Saturation mit Kohlensäure oder schwefliger Säure allein oder im Gemenge wird sie auf 0.02 bis 0.04% erniedrigt. Dann folgt die Filtration über ein Wellblech oder ein Sandfilter, das in manchen Fabriken auch unmittelbar zwischen dem vorletzten und letzten Körper ein-

geschaltet wird, wobei das zwischen beiden Körpern herrschende Luftdruckgefälle die Filtration besorgt.

Wird der Mittelsaft wie besprochen behandelt, so hat dies den Vorteil, daß man es mit einem noch dünnflüssigeren und daher leichter zu behandelnden Saft zu tun hat. Unterwirft man erst den Dicksaft der Saturation und Filtration, muß er für den letztgenannten Zweck auf etwa 90 bis 95° C erwärmt werden, um die Zähflüssigkeit herabzusetzen. Bei Verarbeitung schlechter Rüben und mangelnder Alkalität wird, wie erwähnt, schon dem Dünnsafte Soda zugesetzt, um die Alkalität zu regeln.

V. Das Verkochen.

Durch das Verdampfen wird der Dünnsaft auf eine Konzentration von etwa 60° Balling gebracht, in welchem Zustande es noch nicht zur Abscheidung von Zuckerkrystallen kommt. Engt man aber den Dicksaft weiter ein, wird ihm abermals durch Verdampfen Wasser entzogen, so erreicht man bald jenen Zustand, in dem die Zuckerlösung übersättigt ist und nun Zucker abscheidet. Dies wird durch das „Verkochen“ erreicht. Nach dem Erkalten des genügend eingedickten, mit Zuckerkrystallen durchsetzten Saftes erstarrt er dann zu einem zähen, aus durch Melasse vermitteten Zuckerkrystallen bestehendem Brei, der „Füllmasse“.

Das Verkochen des Dicksaftes wird in ähnlicher Weise ausgeführt wie das Verdampfen des Dünnsaftes; auch hier wird durch angemessene Luftverdünnung der Siedepunkt des Saftes herabgesetzt und die Verdunstung beschleunigt. Doch dienen dazu Apparate mit anderer Einrichtung, es sind dies die sogenannten Vakuumapparate.

1. Die Vakuumapparate.

Ursprünglich bediente man sich zum Verkochen ausschließlich kugelförmiger Vakuumpfannen, die mit dem Soxhlet'schen Saftfänger und durch diesen mit der Kondensation in Verbindung standen. Die Heizung geschah durch mehrere, am Boden des Vakuumkessels liegende Heizschlangen, die jedoch nicht unter-

einander in Verbindung standen, sondern je nach Bedarf mit Heizdampf gespeist wurden. Die Entleerung erfolgte durch ein am Boden angebrachtes Ventil.

Diese Bauart der Vakuen wurde inzwischen ganz verlassen, wenn auch der Grundgedanke bei den neuen Vakuumapparaten der gleiche blieb. Wir wollen nun zwei typische Beispiele moderner Vakuumapparate besprechen.

Abb. 35 zeigt den von den Vereinigten Maschinenfabriken A. G. vorm. S k o d a, R u s t o n, B r o m o v s k y und R i n g s h o f f e r gebauten T h r a - V a k u u m a p p a r a t, er wird hauptsächlich zum Ver- k o c h e n des Dicksaftes auf Roh- z u c k e r oder Sandzucker benützt. Der Apparat besteht aus einem Blechzylinder, der oben durch einen kombinierten Blechboden und unten durch einen vor- g e s c h r a u b t e n B l e c h k o n u s a b- g e s c h l o s s e n ist, welcher letzterer den gußeisernen Füllmasse- A b l a u f s t u c k e n A trägt.

Die Heizfläche wird im zylindrischen Teile aus eisernen T h r a r o h r e n L und im Konus aus Kupferrohrschlangen C gebildet. Die Dampfkammern k k der T h r a r o h r e sind von Gußeisen durch je eine Horizontale mit der Zwischenwand in 2 Etagen geteilt und mit Deckeln nach außen abgeschlossen. Der Füllmasse-Absatzstutzen wird mittels eines gußeisernen Deckels verschlossen, welcher vom Kocherstand aus durch Handrad, Räderübersetzungen und Schraube s betätigt wird. Die Abdichtung erfolgt durch einen eingelegten Gummiring, welcher sich — wegen der etwas ansteigenden Führung des Deckels — beim Abschluß kräftig gegen den Ablassstutzen A anpreßt. Im Oberboden ist eine zentrale Öffnung für den Brüdenabzug und vor

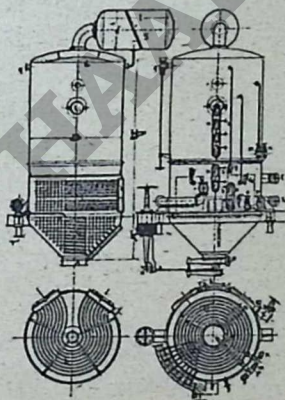


Abb. 35.
Thyra-Vakuumapparat.

dieser der schirmförmige Dephlegmator d_1 . An den Brüdenabzug wird ein Hodek'scher Saftfänger S angeschlossen, welcher den vom Brüden dampf etwa mitgerissenen Saft auf fängt und in den Apparat zurückleitet. An Armatur besitzt der Thyra-Vakuumapparat: die Schaugläser a mit der Heißwasser-Absprißleitung b und den zugehörigen Ventilen, Lichtglas c, Butterhahn d_1 , Probhahn e, Thermometer f, Vakuummeter g, Mannloch h mit Verschlußdeckel, Ventile i für direkten und i_1 für Retourdampf zur Beheizung der Dampfschlangen, Brüden- resp. Retourdampfventile ll_1 für die Thyrarohre, Ausdämpfventil m, Wasser-Ausspülventil n, Saft- und Sirupeinziehvventile o und p, Lufteinlaßventil q, Kondenswasserablässe und Gasabfuhrventile r und t und Ablaßventil u am Stutzen A. Der Apparat wird mittels der an seinem Mantel angenieteten Gußpraxen in das Traggerüst eingehängt.

Eine ganz andere Gestalt, Bauart und Einrichtung besitzen die liegenden Vakuumapparate, die auch ein weit größeres Fassungsvermögen besitzen, als der eben besprochene Thyra-Vakuumapparat. Während dieser je nach der Type etwa 170 bis 300 q zu fassen vermag und eine Heizfläche von 160 bis 100 m² besitzt, beträgt die Füllung der liegenden Vakuen 300 bis 350 oder 450 bis 500 q und die Heizfläche mißt 115 bzw. 142 m². Ein solches liegende Vakuum, gebaut von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Probovsky und Ringhoffer, veranschaulicht die Abb. 36. Es besteht aus einem kofferförmigen Eisenblechkörper mit innerer und äußerer, den Druckverhältnissen entsprechender T-Eisen-Versteifung. Über dem Apparat, und mit diesem durch zwei Stutzen verbunden, befindet sich der Hodek'sche Saftfänger S mit dem Brüden dampf-Abzugsstutzen und Saft-Rückleitung.

Die Heizfläche wird aus Messing- oder Spezialstahlröhren gebildet, welche in entsprechend starke Rohrböden — den unteren Partien der beiden ebenen Stirnwände — eingewalzt sind. Die Röhre sind im Innern des Apparates durch Tragbänder unterstützt. An die erwähnten Rohrböden sind die gußeisernen Dampfkammern angenietet, welche durch horizontale Wandungen vorne in 3, rückwärts in 2 Etagen geteilt

sind, dergestalt, daß der in die unterste Vorderkammer bei d und d_1 eintretende Dampf durch die untersten Röhren nach rückwärts zieht, durch die dort mündende höher gelegene Rohrgruppe nach vorne (in die mittlere Etage) streicht und von hier durch die höchstgelegene Rohrgruppe wieder nach rückwärts strömt. In der Trennungswand zwischen dem 2. und dem 3. Zuge der Vorderkammer befinden sich zwei von außen stellbare Ventile V , welche es gestatten, die Heizung des 3. Zuges so lange abzustellen, als die Röhren desselben nicht von Saft und

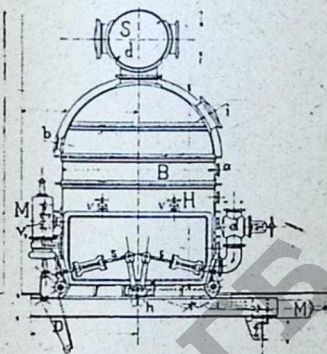


Abb. 36.

Liegendes Vakuum.

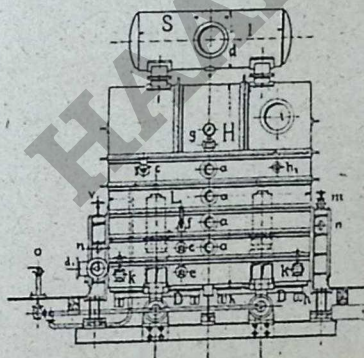


Abb. 36 a.

Füllmasse bedeckt sind. Die sämtlichen Kammern sind überdies durch je eine vertikale Mittelwand geteilt, so daß der ganze Heizapparat in 2 dreietagige Hälften getrennt erscheint, die jede für sich mit Dampf anderer Herkunft beheizt werden können oder nach Öffnung eines in der Trennungswand beider ersten Züge befindlichen Ventiles gemeinschaftlich beheizbar sind. Die Kammern sind mittels starker Blechbedel verschlossen. Der vierseitige Boden des Apparates besteht aus einem Gussrahmen mit mittlerer Quer- und Längsrippe, er besitzt also 4 große rechteckige Öffnungen, durch welche die Füllmasse abgelassen wird. In den Umrandungen der Ablassöffnungen sind Ruten ausgespart und in diese Daugenbergschläuche

eingelegt, gegen welche die 4 in Scharnieren hängenden, kräftig versteiften Deckel D mittels hydraulischer Motoren M angepreßt werden. Das Sichern des Verschlusses erfolgt mittels schmiedeeisernen Haken h, welche mit Schraube s und Handrad t angezogen werden. Das Wiederöffnen der Deckel erfolgt — nach der Lösung der Haken h — durch das Eigengewicht der ersteren, durch die nur allmähliche Entlassung des Druckwassers aus den Motoren wird ein langsames, stoßfreies Niergehen bewirkt. Der Apparat steht mittels der an den Dampfkammern und an der Boden-Mittelrippe angegossenen Füße auf einem Trägergerüste. Die hydraulischen Motoren sind an besondere liegende Träger oder bei mangelndem Raume vertikal an der Seitenwand des Apparates befestigt. Zur Betätigung der Motoren dient eine Wanddampfpumpe.

Die Armatur des beschriebenen Apparates besteht aus: den Schaugläsern a und einem diesen gegenüber befindlichen Lichtglase b nebst Wasserleitung und Ventilen zum Abspritzen derselben, Dlahn c, Probehähnen e, Thermometer f, Vakuummeter g, Luftventil h, Mannloch i mit Deckel, Dampfventilen dd; für Brügendampf aus dem I. und II. Körper der Verdampfungsstation und ein Ventil für Retourdampf-Zuleitung, 4 bis 6 Saftzugventilen k, Ausdampfventil v₁, Ammoniak-Regulierventile m, und Kondenswasser-Ablassventile n, endlich für die hydraulischen Motoren ein Steuerständler mit Dreiveghahn o und ein ebensolcher nebst Sicherheitsventil für die D a u z e n b e r g = Schläuche.

2. Der Kochprozeß.

Wie erwähnt, wird im Vakuum der Dicksaft soweit eingedickt, daß sich Zuckerkristalle ausscheiden, daß also die „Füllmasse“ entsteht. Früher, als nur unreinere Säfte zur Verfügung standen, wurde meist nur „b l a n k g e k o c h t“, d. h. die Einengung im Vakuum soweit getrieben, daß eine im kochenden Zustande gesättigte Zuckertlösung entstand, aus der sich erst während des Erhaltens der Zucker in Kristallen abschied. Diese Arbeitsweise ist jetzt jedoch ganz verlassen, denn die weit bessere Rübe, die sorgfältigere Saftreinigung und daher die

höhere Reinheit des Dicksaftes ermöglicht es, „a u f K o r n z u k o c h e n“, d. h. das Einengen bis zur Bildung von Zuckerkristallen im Vakuum selbst zu treiben, wodurch die Ausbeute an Rohzucker 1. Produkt wesentlich erhöht wird und womit auch sonst verschiedene Vorteile verknüpft sind.

Der K o c h p r o z e ß zerfällt in fünf Phasen, u. zw. in das
 Verkochen des Dicksaftes,
 das Kornkochen,
 das Auskochen,
 das Austrocknen oder Fertigkochen des Sudes und
 das Ablassen des Sudes.

Über die Durchführung dieser Arbeiten entnehmen wir den Ausführungen Ing. Gredinger^{*)} folgendes.

Der, wie im vorhergehenden Abschnitte besprochen, saturierte und filtrierte Dicksaft wird zunächst in der Dicksaftreserbe auf etwa 75° C erwärmt und dann in solcher Menge in das Vakuum eingezogen, daß die untersten Rohre mit Saft bedeckt sind. Dann wird Dampf in die Rohre der untersten Etage eingeleitet, die Verbindung mit dem Kondensator hergestellt und nun beginnt unter lebhaftem Aufwallen des Saftes die erste Phase, das V e r k o c h e n, wobei der Saft noch dünnflüssig ist und hohe, scharfe, leicht bewegliche Wellen wirft. In dem Maße jedoch, als die Konzentration steigt, werden die Wellen schwerer, runder und träger; bilden sich endlich Dampfblasen von länglicher Form, so ist dies ein Zeichen, daß nun der Beginn der Kornbildung schon nahe ist. Doch beginnt nun noch nicht die Ausscheidung von Kristallen, weil die Zuckerkonzentration zunächst überfättigt wird, d. h. sie enthält dann mehr Zucker gelöst, als der Temperatur entspricht. Der Saft zeigt nun auch schon deutlich die Fadenprobe, d. h. er läßt sich, ohne sofort abzureißen, zu längeren Fäden ausziehen.

Ist dieser Zustand erreicht, so beginnt das Nachziehen weiteren Dicksaftes. Die Stärke der Fadenprobe, bis zu der verkocht wird, dann die Anzahl der Züge und die zugezogene

^{*)} Der Zuckerrübenbau und die Fabrikation des Rübenzuckers, Von Konsulent A. Stift und Ing. W. Gredinger, Wien. A. Hartleben.

Saftmenge richtet sich nach der zu erzeugenden Ware. Sollen große, scharfkantige Kristalle erzielt werden, so müssen die Zuzüge an Dicksaft seltener und größer sein und die Fadenprobe muß leichter gehalten werden. Wünscht man dagegen kleine Kristalle zu erzeugen, so wird die Fadenprobe stärker gehalten und es erfolgen einige kurze, rasche Zuzüge von Dicksaft in kleinen Zwischenräumen.

Diese Phase der Kornbildung ist die wichtigste im ganzen Prozeß, denn von ihr hängt das Aussehen der zu erzeugenden Ware ab. Für das gute Gelingen des Verkochens muß die Luftverdünnung konstant bleiben, damit sich der Siedepunkt der Zuckerlösung nicht ändert, bzw. immer proportional der stets zunehmenden Konzentration ansteigt. Dies ist natürlich nur bei gleichbleibender Luftverdünnung der Fall; ein konzentrierterer Dicksaft wird unter stärkerer Luftverdünnung bei einer niederen Temperatur kochen als ein verdünnterer unter stärkerem Luftdrucke.

Ist die Konzentration der Zuckerlösung im Vakuum endlich so hoch geworden, daß die Ausscheidung von Zuckerkrystallen beginnt, so ist die Phase des Kornkochens erreicht. Nun zeigen sich schon die kleinen, glänzenden Kristalle in der an das Schauglas spritzenden Flüssigkeit, und die Flüssigkeit wird jetzt, in dem Maße, als sich Zucker ausscheidet, wieder dünnflüssiger und beweglicher. Durch die Ausscheidung des Zuckers sinkt selbstverständlich die Saccharometeranzeige der Lösung und man kann diese wieder weiter einengen, damit es neuerdings zur Ausscheidung von Zuckerkrystallen kommt.

Besondere Wichtigkeit besitzt nun das Nachziehen von Dicksaft, es regelt die Beschaffenheit des Kornes und fördert seine Ausscheidung. Man wartet mit dem Nachziehen nicht, bis Korn entstanden ist, sondern man zieht rasch nach, sobald die Fadenprobe einen stärkeren oder schwächeren Faden gibt. Während des Nachziehens wallt die siedende Lösung stark auf, weil der Siedepunkt des Dickstoffes unter dem der im Vakuum enthaltenen, weit konzentrierteren Lösung liegt. Diese Bewegung und die Abkühlung der Masse an der Eintrittsstelle des Dickstoffes befördern die Ausscheidung von Kristallen und zwar

um so mehr, je größer die Erschütterung ist, je rascher die Züge erfolgen. Dadurch hat man es auch in der Hand, größere oder kleinere Kristalle entstehen zu lassen.

Zur Erläuterung dieses Vorganges sei bemerkt, daß übersättigte Lösungen — einerlei ob es Zucker oder irgend eine andere, kristallisierbare Verbindung ist — durch zwei Momente zur Ausscheidung von Kristallen veranlaßt werden können: durch Bewegung, z. B. durch Umrühren und durch das Eintragen eines Kristalles, der dann den Anstoß zur weiteren Kristallabsonderung gibt. Beim Verfochen wird also eigentlich von beiden Hilfsmitteln Gebrauch gemacht, weil — neben der Bewegung — auch die einmal entstandenen Kristallkeime die weitere Zuckerabscheidung begünstigen.

Allerdings besteht hier auch ein Unterschied. Große, wohl ausgebildete Kristalle entstehen vor allem in ruhigen, nicht oder nur mäßig bewegten Flüssigkeiten, in stärker bewegten bildet sich dagegen feines Korn, d. h. sehr zahlreiche, aber kleine Kristalle.

Bei dem nun folgenden **Ausfochen** der Füllmasse handelt es sich darum, alle kleinen, leicht löslichen Kristalle zu entfernen und die zurückbleibenden so abzuschleifen, daß sie nach Möglichkeit gleichartig werden, wodurch später die Trennung von der nicht kristallisierten Zuckerlösung, dem Sirup, leicht und glatt gelingt. Man nimmt wiederholt Proben auf eine Glasplatte und beobachtet die Beschaffenheit. Zwischen den harten Kristallen muß sich ein vollkommen blanker Sirup, anfangs in größerer, später in geringerer Menge zeigen und die Kristalle müssen so fest sein, daß sie, unter Wasser zwischen den Fingern zerrieben, nicht zergehen.

Ist endlich das Vakuum genügend hoch mit Füllmasse gefüllt, so wird Dicksaft nicht mehr nachgezogen und es beginnt das **Fertigfochen** des Sudes, indem man den zwischen den Kristallen vorhandenen Sirup weiter eindickt. Die Durchführung dieser Maßnahme ist verschieden, je nachdem die Füllmasse in Kühlschiffen oder in Kristallisatoren erkalten soll. Im ersten Falle wird soweit eingekocht, daß der Wassergehalt der Masse nur mehr 3½ bis 4% beträgt. Dies hat den Zweck,

nach Möglichkeit viel Zucker zur Kristallisation zu bringen, selbst auf die Gefahr hin, viele kleine Kristalle zu erhalten, die beim Abschleudern das Zentrifugensieb passieren.

Kühlt man die Füllmasse dagegen in Kristallisatoren ab, so wird weniger stramm eingekocht, etwa nur bis zu einem Wassergehalte von 6 bis 7% und man richtet die Arbeit so ein, daß die Bildung von Feinkorn nach Möglichkeit vermieden wird. In manchen Fabriken wird gegen Ende des Fertiggkochens noch 25—30% Grünsirup von den vorhergehenden Suden in das Vakuum eingezogen und dann noch etwa 2 Stunden fortgekocht. Das Zuziehen von Grünsirup hat den Zweck, die Füllmasse vorübergehend etwas zu verdünnen und die Auflösung des Feinkornes zu ermöglichen.

Ist endlich der Sud fertig, so wird das Vakuum abgestellt, der Luftzahn geöffnet und die Füllmasse durch die Ablassöffnung in das Kühlschiff oder die Kristallisatoren fließen gelassen. Dann wird durch Ausdampfen gründlich gereinigt, worauf der nächste Sud beginnen kann.

Die wichtigste, beim Verkochen eintretende Störung ist das sogenannte *Schwerkochen*, das sich ähnlich, wie bei der Verdampfung, durch Zähflüssigkeit des Saftes oder durch lebhaftes Schäumen und Steigen äußert. Die Ursache liegt zu meist entweder in der Verarbeitung unreifer oder verdorbener Rüben, wobei sich größere Mengen organischer Kalzsalze im Saft anhäufen, oder in schlechter Scheidung und Saturation. Das beste Abhilfsmittel besteht im Zuzage von Soda oder Natriumbisulfat zur dritten Saturation und im gründlichen Aufkochen und Filtrieren der Säfte. Bei der Verarbeitung schlechter Rübe muß überdies die Arbeit am Diffuseur entsprechend angepasst werden, indem man bei niederer Temperatur arbeitet, konzentriertere Säfte erzeugt und bei der Scheidung etwas mehr Kalk verwendet.

3. Die „unbestimmbaren“ Zuckerverluste.

Selbst bei der sorgfältigsten Arbeitsweise ist es unvermeidlich, daß gewisse Zuckermengen verloren gehen. Diese sogenannten „unbestimmbaren“ Verluste, die sich aus der Differenz

zwischen dem in die Fabrik in der Rübe eingeführten und dem tatsächlich gewonnenen Zucker ergeben, aber ganz besonders während des Verdampfens und Verkochens auftreten, werden durch verschiedene Ursachen veranlaßt, die ebensowohl mechanischer wie chemischer Natur sein können.

Mechanische Verluste werden vor allem durch das Überreißen von Saft in feinsten Verteilung während des Verdampfens und Verkochens bedingt, wodurch die Saftteilchen schließlich in das Fallwasser der Kondensatoren gelangen. Durch zweckmäßige Konstruktion der Verdampfapparate kann man diesen Verlusten bis zu einem gewissen Grade begegnen. Dem gleichen Zwecke dient auch der schon wiederholt beschriebene H o d e f'sche Saftfänger, in dem der eintretende Saft gezwungen wird, Brellsiebe zu passieren, wodurch seine Strömungsgeschwindigkeit wiederholt verändert wird und sich die mitgerissenen Saftteilchen zum größten Teile abscheiden. Auch Undichtigkeiten der Apparate können mechanische Verluste verursachen.

Neben diesen mechanischen Verlusten spielen jedoch auch solche chemischer Natur eine gewisse Rolle. Durch die Einwirkung höherer Temperaturen wird nämlich Zucker zerstört und die Verluste sind im allgemeinen um so größer, je länger die Einwirkung höherer Temperaturen währt. Die alkalische Reaktion der Säfte gewährt allerdings einen gewissen Schutz gegen diese Zuckerzerstörungen, doch neutrale oder nur mehr schwach alkalische sind ihnen in höherem Grade unterworfen. Absolut genommen sind diese Verluste allerdings nur gering, sie betragen nach C l a a s s e n, auf Rübe bezogen, etwa nur 0'0063 bis 0'0092%, doch summieren sie sich im Laufe einer Kampagne und ergeben schließlich einen merkbaren Betrag, der umso größer sein wird, je weniger sorgsam gearbeitet wurde, oder je schlechter die zu verarbeitende Rübe war.

VI. Die Füllmasse.

Die weitere Behandlung der den Vakuumapparat mit einem Wassergehalte von etwa 3·5 bis 7 % verlassenden Füllmasse

ist verhältnismäßig einfach. Unmittelbar nach dem Ablassen besitzt sie eine Temperatur von 75 bis 80° C, sie muß nun auf etwa 50° C erkalten und dann werden durch Abschleudern in Zentrifugen die Zuckerkrystalle von dem anhaftenden Sirup getrennt. Um dies zu ermöglichen, wird die Füllmasse vorher mit verdünntem Ablasssirup eingemaischt.

1. Die Kühlung der Füllmasse.

Zum Zwecke der Abkühlung wird die Füllmasse entweder in geräumige eiserne Behälter gefüllt, die so groß gewählt werden, daß sie einen Sud zu fassen vermögen, und hier erkalten gelassen oder man füllt sie in Waggonetts mit etwa 15 Meterzentner Fassungsvermögen, in denen die Abkühlung dann rascher vonstatten geht.

In welcher Weise auch die Abkühlung erfolgt, stets erstarrt dabei die Füllmasse zu einer zusammenhängenden Masse, die sich nur sehr schwierig nach den Zentrifugen befördern und dort nicht mit der erwünschten Gleichmäßigkeit in die Trommeln einfüllen ließe. Man maischt daher die Füllmasse in eigenen Rührvorrichtungen mit dem „Grünsirup“, d. i. der Ablauf von den Zentrifugen, ein; dazu dienen besondere *Maischmaschinen*, deren Bauart Abb. 37 (Konstruktion der *A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Bromovsky und Ringhoffer*) veranschaulicht.

Diese Apparate bestehen aus muldenförmigen, oben erweiterten, verengten oder gleich breit bleibenden Gefäßen. Die Stirnwände sind aus Gußeisen oder aus Eisenblech mit entsprechender Versteifung hergestellt und die Blechmulden an deren nach einwärts gerichteten Flanschen oder Winkelseisenrändern befestigt. In der Muldenmitte befindet sich eine Rührwelle, welche in Büchsen der Stirnwände gelagert ist und Flach-eisenarme, die in einfacher oder zweigängiger Spirale gegeneinander verstellbar sind, trägt. Für das Einmaischen zur Knollenbildung geneigter Füllmassen werden Maschinen, System *Fesca*, verwendet, bei denen beiderseits am Muldenmantel feststehende Gegenmesser in je einer Reihe angebracht sind, welche in die Lücken zwischen den rotierenden Armen ragen

und ein Zerbrechen der Knollen bewirken. Bei der dargestellten Affinationsmaschine sind solche Gegenmesser unnötig.

Die Rührwelle ragt durch die eine Stopfbüchse nach außen und trägt hier ein Stirnzahnrad oder ein Schneckenrad, welches von einem kleineren Zahnrad, resp. einer Schnecke, die auf der mit Los- und Festscheibe versehenen Vorgelegswelle sitzen, angetrieben wird. Auf der Unterseite der Maischmulde befindet sich eine Ablassöffnung, welche von einem mittels eines Hebels zu bewegenden Schieber abgeschlossen ist. Die Maischmaschine steht auf angegossenen oder angenieteten Füßen oder sie ruht auf gußeisernen oder zusammenengenieteten Schemeln, oder endlich sind für ihre Einhängung in das Trägergerüste Tragpraken vorgesehen. Wenn die

Maischmaschine örtlicher Verhältnisse wegen tiefer steht als die Zentrifugen, so wird sie mit einer Füllmassepumpe kombiniert, welche das durchgemaischte Produkt in die Verteilungsvorrichtungen (Rinnen, Füllkutschen) oberhalb der Zentrifugen drückt.

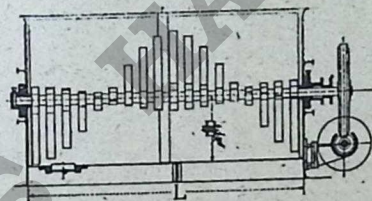


Abb. 37. Maischmaschine.

In den Maischmaschinen sinkt die Temperatur der Füllmasse verhältnismäßig rasch und dies hat zwar die Erscheinung im Gefolge, daß sich nun noch weiter Zucker aus dem Sirupe abscheidet, doch entstehen zumeist kleine Kristalle, während gerade große Kristalle erwünscht sind. Erfolgt dagegen die Abkühlung langsamer, so geschieht der Hauptsache nach die Abscheidung des Zuckers aus dem Sirup derart, daß er sich an die schon vorhandenen Zuckerkristalle anlagert, d. h. sie vergrößern ihr Volumen, sie wachsen.

Um dies durch langsame Abkühlung der Füllmasse zu ermöglichen, wendet man die *S u d m a i s c h e n* oder *R e f r i g e r a n t e n* an, die doppelwandig sind und durch Einleiten von warmem oder kaltem Wasser zwischen die Doppelwandungen die Regelung der Temperatur der Füllmasse und mithin deren

langsameres Erkalten ermöglichen. Damit ist eine höhere Ausbeute an Rohzucker 1. Produkt verbunden und dem entsprechend sind auch die Abläufe weniger zuckerhaltig und minder rein.

Diese Refrigeranten, Abb. 38, gebaut von derselben Firma, in welche die fertiggekochten Sude aus dem Batiumapparate zum Zwecke der Abkühlung und Durchmischung abgelassen werden, bestehen aus einer versteiften Eisenblechmulde mit vertikalen Seitenwänden oberhalb des halbzylindrischen Teiles und gußeisernen oder entsprechend versteiften schmiedeeisernen Stirnwänden. An die letzteren sind Konsolen angegossen oder angeschraubt und auf diese Stehlager befestigt,

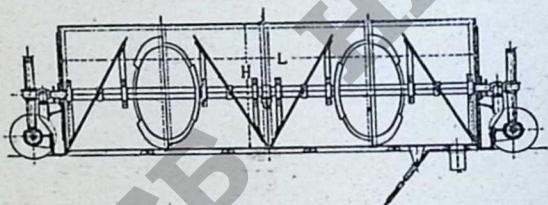


Abb. 38. Refrigerant.

welche zusammen mit einem dritten, in der Mitte des Refrigeranten angebrachten Lagers zur Lagerung zweier vierkantiger, mit den entsprechenden Zapfen versehener schmiedeeiserner Wellen dienen. Diese Wellen, welche an ihrem Durchgange durch die Stirnwände von Stopfbüchsen umgeben sind, tragen ellipsenförmige, aus Flanschen hergestellte Mischringe, deren Flächen schräg zu den Wellen gestellt und auf diesen mit schmiedeeisernen Armen befestigt sind. Die Ellipsen sind mit je drei, Ellipsensegmente bildenden Schabblechen versehen, welche bis knapp an die Muldenwandung reichen. An den Außenenden der Rührwellen sitzen Schneckenräder, welche von Schnecken in langsame und für beide Wellen gleichgerichtete Umdrehung versetzt werden. Der Antrieb der Schnecken erfolgt über Riemenscheiben. Die Wirkung des Mischwerkes auf die mit Sirup verdünnte Füllmasse ist eine solche, daß sie in all ihren Partien

durcheinander geknetet, gehoben und hin- und herbewegt wird, wobei alle Knollen zerdrückt werden und eine Abkühlung der homogenen Masse erfolgt.

An der Unterseite des Refrigeranten befindet sich eine mit einem Schieber verschließbare Ablassöffnung. Der Apparat ruht auf gußeisernen Schemeln oder wird auf seitlich angeordnete Gusspraken gestellt.

Kurze Refrigeranten haben nur eine Rührwelle und demzufolge nur einseitigen Antriebsmechanismus.

Die Beförderung der Füllmasse von den Kühlschiffen zu den Rührmaisichen, bzw. Sudmaisichen und von diesen zu den Zentrifugen geschieht durch verschiedene Vorrichtungen, wie Schnefentransporteur oder auch durch Füllmassenpumpen. Von den Sudmaisichen wird die eingemaischte Füllmasse meist in den an Schienen hängenden „Füllkutscheln“ nach den Zentrifugen gebracht, eine Einrichtung, die auch das rasche Abwiegen der Füllmasse gestattet.

2. Das Zentrifugieren der Füllmasse.

In der eingemaischten Füllmasse sind die aus reinem Zucker bestehenden Kristalle in den nicht kristallisierenden Anteil, in den „Grünsirup“, eingebettet, und es handelt sich nun darum, die Zuckerkrystalle und den Sirup zu trennen. Dies geschieht durch das Abschleudern in rasch rotierenden, mit durchlochtem Wandungen versehenen Trommeln (Zentrifugen), wobei unter dem Einflusse der Fliehkraft der Grünsirup durch die Löcher der Zentrifugentrommel dringt, während die Zuckerkrystalle darin zurückbleiben. Durch längeres oder kürzeres Ausschleudern hat man es in der Hand, die Trennung der Zuckerkrystalle vom Sirup vollständiger oder weniger vollständig durchzuführen und dementsprechend einen reineren Rohrzucker mit höherem „Rendement“ und mehr, doch weniger reinen Grünsirup zu erhalten oder umgekehrt. In bestimmten Fällen wird das Abschleudern der Füllmasse auch durch das „Decken“ befördert, indem man Dampf zwischen die Zentrifugentrommel und den Mantel leitet und dadurch den Grünsirup verflüssigt, auch kleine, die Austrittsöffnungen in der Trommel ver-

stopfende Zuckerkristalle schmilzt, oder indem man Wasserdampf in die Zentrifugentrommel einführt, welcher die abzuschleudernde Masse durchdringt und hier die gleiche Wirkung ausübt.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Zentrifugentrommeln ist im allgemeinen um so größer, je kleiner sie sind. Sie beträgt bei einem Trommeldurchmesser von 800 mm etwa 1200, dagegen bei 1100 mm Durchmesser nur 850 bis 900 Touren in der Minute. Diese große Geschwindigkeit in Verbindung mit dem bedeutenden Gewichte der Füllung bedingen die besonders sorgfältige Bauart der Zentrifugen und gewisse Vorsichtsmaßregeln bei ihrer Verwendung, damit die Zentrifugentrommel nicht durch zu großen einseitigen Druck zerreißt. Auch ist die Lagerung der Zentrifugentrommel höchst wichtig, weil davon der ruhige und gleichmäßige Gang der Trommel und der Kraftverbrauch abhängen.

Die älteren Zentrifugen bestanden außer dem Mantel aus der auf der Achse sitzenden eigentlichen Zentrifugentrommel, wobei die Achse in einem Spurlager und einem Halslager lief. Nach dem Abschleudern mußte, sobald die Trommel stillstand, der Inhalt der Trommel durch Ausschaufeln entleert werden. Alle diese Übelstände, die sich daraus und durch etwaige ungleichmäßige Verteilung der Füllmasse in der Trommel, was ungleichmäßigen Gang verursachte und die Gefahr des Zerreißen der Trommel erhöhte, ergaben, sind bei den neuzeitlichen Konstruktionen vermieden. Ihre Einrichtung wird durch Beschreibung der am meisten angewendeten Typen am besten erläutert werden.

Eine stehende Zentrifuge, gebaut von der A.-G. vorm. Skoda, Ruston, Prosofsky und Ringhofer, zeigt Abb. 39.

Der wesentlichste Bestandteil einer Zentrifuge ist die zylindrische, aus bestem Stahlblech hergestellte Lauftrommel, deren Mantel perforiert und mittels außen umgelegtem Ringe gepanzert ist. Innerhalb der Trommel befindet sich ein Entlastungssieb aus Eisendrahtgeflecht und gegen diesen lehnt sich das eigentliche Zentrifugensieb aus perforiertem Kupfer- oder Messingblech. Die Trommel ist oben bis auf einen ringförmig-

gen Rand offen, ihr gußeiserner Boden besitzt eine Flansche für den Anschluß des Mantels, auf der Bodenfläche selbst mehrere mit Decken verschließbare Entleerungsöffnungen und in der Mitte eine hohe, konisch gebohrte Narbe. Letztere ist auf dem konischen Oberende der stählernen Spindel aufgeschliffen und mittels Schrauben befestigt. Die Spindel selbst ruht unten in einem auf einer Kugelfläche balancierenden Spurlager und ist unterhalb der Trommel in einem Halslager geführt, welches mit 6 diametral auslaufenden Spannschrauben an Bufferfedern gehängt ist und hierdurch eine gewisse Beweglichkeit und Nachgiebigkeit erhält. Für die ausgiebige Schmierung der bei-

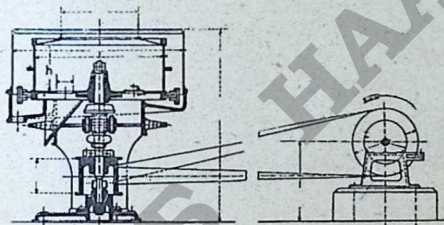


Abb. 39. Stehende Zentrifuge.

den Lager sind entsprechende Schmiorbvorrichtungen vorgesehen. Zwischen den Lagern sitzt die mit Borden versehene Antriebs-scheibe. Das Fußlager ist auf einer gußeisernen Sohlplatte befestigt, welche auch den gußeisernen, zylindrischen, von 2 torförmigen Öffnungen durchbrochenen Fuß der Zentrifuge trägt. Letzterer, an dessen Außenfläche die Federn des Halslagers aufsitzen, ist oben zu einer ringsumlaufenden Rinne ausgebildet, deren Boden sich stetig senkt, und an seiner tiefstgelegenen Stelle in einen Sirup-Ablassstutzen übergeht. Überdies ist innerhalb der Siruprinne eine schräge Abfallgasse für den ausgeschleuderten Zucker eingegossen. Auf die zu einer horizontalen Flansche ausgebildete Außenwand der Siruprinne ist der äußere Zentrifugenmantel mittels eines Winkelleisenringes befestigt. Zum Anhalten der Trommel nach beendigter Schleuderarbeit dient

ein Bremsband mit Holzverkleidung, welches direkt auf den unteren Panzerring des Trommelmantels wirkt und mittels eines am Drehholzen der Band-Spannstücke sitzenden Hebels angezogen wird. Zum Antriebe der Zentrifuge dient ein besonderes Vorgelege, welches auf 2 Gußböcken mit Stehlagern, horizontaler Welle, Antriebs-, Los- und Festscheibe und kombinierter Übertragungsscheibe besteht. Von der letzteren wird die Zentrifugenscheibe mittels eines halbgeschränkten Riemens angetrieben. Zum Anlassen und Abstellen des Vorgeleges dient eine vom Arbeitsstande aus zu bedienende Ausrückvorrichtung.

Diese Zentrifuge eignet sich zum Ausschleudern von Rohzucker und zum Affinieren desselben (mit Wasserdecke), eventuell auch für Nachprodukte. Soll die Zentrifuge zur Herstellung von Sandzucker oder von Pilzucker verwendet werden, so ist eine besondere Einrichtung für die Dampfdecke vorzusehen.

Abb. 40 zeigt die Einrichtung einer e i n g e h ä n g t e n Z e n t r i f u g e derselben Firma, mit der Einrichtung für die Dampfdecke versehen. Die Lauftrommel dieser Zentrifuge besteht aus perforiertem Stahlblech und enthält ein Entlastungssieb aus Eisendrahtgeflecht und das eigentliche Zentrifugensieb aus perforiertem Kupfer- oder Messingblech; äußerlich ist sie mittels umgelegter Eisenringe versteift und unten nietfest mit der Flansche des aus Stahlblech bestehenden Trommelbodens verbunden. Im Boden sind 3 trapezförmige Öffnungen zum Ablassen des ausgeschleuderten Zuckers angeordnet. Oben ist die Trommel bis auf einen ringförmigen Rand offen. Die Trommelnabe ist konisch ausgebohrt, auf das konische Ende der Zentrifugenspindel aufgeschliffen und mit Schrauben an derselben befestigt. Die Spindel ruht unten auf einer Stahlrinne in dem auf einer Kugelfläche balancierenden Spurlager und ist unterhalb der Trommel in einem Halslager geführt, welches mit 6 radial ausgehenden Spannschrauben elastisch an Bufferfedern gehängt ist. Die Federn lehnen sich gegen die Außenseite des gußeisernen, zylindrischen Zentrifugenfußes, welcher mit seiner rechteckigen Grundplatte auf dem Trägergerüste befestigt ist. Dieser Zylinder hat 6 nach innen gerichtete hohle Arme, welche einen das Halslager umschließenden Gußkörper

tragen. An dieser und an eine Quertraverse ist unten ein einseitig offener Gußkörper geschraubt, welcher das Spurlager trägt. Zwischen beiden Lagern sitzt die bombierte, mit Borden versehene Antriebscheibe und die Osenbrück'sche Zentrifugal-Schmiervorrichtung. Der Zentrifugenfuß trägt oben eine ringsumlaufende Siruprinne, deren Boden sich stetig gegen einen Sirupablauffutzen senkt. Der Außenrand der Rinne ist zu einer Flansche ausgebildet, welche die mit Winkleisenringen versteifte Außentrommel, den Mantel, trägt. Die Zentrifugenspindel ist über die Trommelnabe verlängert und trägt hier den Regulator, welcher aus mehreren in gleichen Abständen

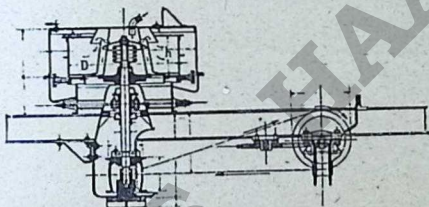


Abb. 40. Eingehängte Zentrifuge.

stehenden Bronzescheiben besteht, zwischen denen sich schmiedeeiserne, abgedrehte Ringe leicht bewegen. Verät die Trommel infolge ungleichmäßiger Verteilung des Schleudergutes ins Schwanken, so stellen diese Ringe durch ihre entsprechende Verschiebung das Gleichgewicht und den ruhigen Gang der Trommel wieder her. Der Regulator ist in eine Haube eingeschlossen, diese ist im vorliegenden Falle drehbar, hat oben ein scheibenförmiges Handrad aus Messing und unten einen dreiteiligen, über den Bodenöffnungen gleitenden und aus starkem Stahlblech hergestellten Drehschuber. Diese Einrichtung dient zur unteren Entleerung der Zentrifuge, welche sehr rasch vor sich geht und die Leistungsfähigkeit sehr erhöht. Ein Bremsband mit Holzauskleidung wirkt direkt auf den unteren Flacheisenring der Lauftrommel und wird durch einen schmiedeeisernen, am Drehbolzen der Bremsband-Zugstangen sitzenden Hebel betätigt.

Das Antriebsvorgelege besteht aus einer gußeisernen, an dem Trägergerüste angehängten Treiberse mit 2 verschiebbaren Lagern für die Vorgelegswelle. Diese trägt eine Los- und Festscheibe und die bombierte Hauptantriebscheibe. Die Riemen-gabel kann vom Arbeitsstande aus bedient werden.

Diese Zentrifuge eignet sich zum Ausschleudern von Rohzucker, zum Affinieren desselben (nasse Decke) und für Nachprodukte. Soll Sandzucker (mit Dampfdecke) erzeugt werden, so wird eine Dampfzuleitung und ein aufklappbarer Deckel auf der Außentrommel vorgesehen. Für die Erzeugung von Pilé sind außer den neben genannten noch die nachfolgenden Teile nötig: das sogen. Bankett — ein Blechkonus (die Regulatorhaube umschließend), mit Scheibe an seinem unteren breiten Ende — welches den Zweck hat, den Zucker vor dem Hinzutritte des Kondensationswassers zu schützen, dieses vielmehr nach unten zu leiten, wo es aus der untersten Perforation der Trommel austreten kann; ferner eine Einrichtung, welche es gestattet, den oberen Deckelring der Laufstrommel mittels Schubriegeln an seinem Platze festzuhalten oder nach deren Lösung abzuheben und nach Eröffnung des Manteldeckels gänzlich zu entfernen, endlich eine Anzahl von Einlagelöcher, welche die Pilémasse in Segmente teilt. Die in der Zeichnung unterhalb des oberen Deckels sichtbaren 2 konischen Blechringe leiten den Dampf in der Richtung der Pfeile und veranlassen hiedurch die Abscheidung des Kondenswassers.

Eine von den bisher besprochenen etwas abweichende Bauart besitzt die ebenfalls von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G. gebaute Zentrifuge Patent Sampl, Abb. 41. Die mit den Zentrifugensieben ausgekleidete, perforierte Trommel ist nach unten konisch erweitert und mittels dreier radialer Arme x mit der auf der Spindel feststehenden Nabe verbunden. Der Trommelboden ist auf der Zentrifugenspindel verschiebbar, nimmt jedoch in jeder Höhenstellung an der Rotation teil.

Die Füllung der Trommel geschieht in der üblichen Weise, dagegen erfolgt die Entleerung nach beendigter Ausschleudering, Abstellung des Riemenantriebes und teilweiser Ein-

bremsung selbsttätig und fast momentan. Es wird zu diesem Zwecke einfach der Schlägel *a* umgeworfen, so daß er kräftig auf den Puffer *b* schlägt: hiedurch werden die drei Sperrklinken *c* niedergedrückt und dadurch der bisher von den unteren Haken der Klinken gehaltene Boden freigelassen, so daß er bis auf den Ring *d* (wie auf der linken Seite gezeichnet) herabsinkt. Während des Herabsinkens erreicht der Boden auf halbem Wege den hakenförmigen Anschlag *e* und reißt diesen und den damit durch die Arme *f* verbundenen oberen Ring *g* mit sich, so daß er den ganzen Trommelinhalt herabstreift. Der herabfallende Zucker wird infolge der Zentrifugalkraft noch innerhalb des Zentrifugengestelles vollends zerstäubt und dann durch den unteren Blechtrichter in eine Transportvorrichtung geleitet. Sofort nach erfolgter Entleerung wird mittels des Handrades *h* die Mutter *i* nach unten gerückt, wodurch mittels des Gabelhebels *kk*₁ und zweier (nicht gezeichneten) an *k*₁ anschließenden und an den Ring *d* befestigten Stangen der Trommelboden wieder bis zum Einsinken der Sperrklinken *c* angehoben wird, so daß die Zentrifuge wieder zur nächsten Füllung vorbereitet ist. Die Schleudertrommel ist von einem Blechmantel umgeben, welcher auf der Außenwand der Siruprinne aufgesetzt und oben bis auf eine zentrale Öffnung abgeschlossen ist. Der Antrieb der Zentrifuge erfolgt mittels eines halbgeschränkten Riemens von einem Vorgelege, welches aus einer horizontal gelagerten Welle mit den erforderlichen Antriebsrädern und einer kompletten, vom Arbeitsstande zu betätigenden Riemen-ausrückvorrichtung besteht. Die Zentrifugenspindel ruht in

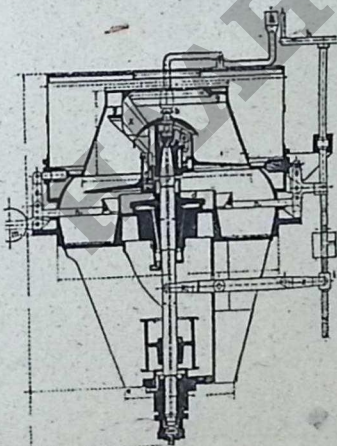


Abb. 41. Zentrifuge Patent Hampf.

einem Fußlager und wird unterhalb der Trommel von einem Halslager geführt. (Neuerdings erhalten beide Lager Wasserkühlung.)

Eine Öldruckpumpe drückt kontinuierlich Öl in das Fußlager und von da an auch durch die Bohrung der Spindel zum Halslager. Eine von oben stellbare (hier nicht gezeichnete) Vorrichtung dient zur Regulierung des Ölübertrittes vom unteren Lager zum oberen. Das letztere erhält bei der neuesten Konstruktion eigene direkte und regulierbare Ölzufuhr. Der Ölüberschuß fließt von beiden Schmierstellen wieder zur Pumpe zurück. Das Abbremsen erfolgt durch Hochschrauben der Mutter i , wodurch das Gewicht m gehoben und von diesem mittels des Gestänges n der Winkelhebel o zum Einwärtschwingen gebracht wird. Von o wird mittels des Gestänges n_1 , n_1 auch der Winkelhebel o_1 in gleichem Sinne betätigt. Die beiden Hebel drücken horizontal geführte Bremsklöße gegen eine auf dem Unterrande sitzende Bremscheibe und ziehen dieselben beim Niedergehen der Mutter i unter dem Einflusse der Gewichte m und m_1 wieder zurück. Beim Hochgehen der Mutter i knickt der Hebel k nach oben ein, so daß beim Bremsen keinerlei Übertragung auf den Ring d stattfindet.

Eine Zentrifugentype, die sich in der letzten Zeit weitgehender Verbreitung zu erfreuen hat, ist die Weston-Zentrifuge, Abb. 42. Sie besitzt den erheblichen Vorteil, daß sie weit leistungsfähiger ist als die alten Formen und viel weniger Leute zur Bedienung braucht. Ihr Antrieb erfolgt entweder durch Transmission mittels einer Turbine, also durch Wasserkraft, oder mittels elektrischem Antrieb. Bei allen diesen Typen ist die Trommel frei balancierend oben aufgehangen, so daß die Zentrifuge unten vollkommen frei und der Bedienung leicht zugänglich ist. Durch Einführung von Kugellagern wurden die Reibungswiderstände fast eliminiert und dadurch nicht nur der Kraft-, sondern auch der Schmiermaterial-Verbrauch ganz wesentlich reduziert; die Möglichkeit, anstatt Öl mit Konsistenzfett zu schmieren, ist ein großer Vorteil. Eine Füllung der Stauffer-Schmiervase für ein Kugellager reicht während der ganzen Kampagne aus.

Besonders praktisch ist die Entleerung bei den Westonschen Zentrifugen; durch ein einfaches Heben einer Klappe wird die Zentrifuge leicht und rasch entleert.

Der Trommeldurchmesser beträgt gewöhnlich 1220 mm, die Siebhöhe zwischen 510 bis 580 mm, bei 450 bis 550 kg Füllmasse-Füllung.

Zur Beförderung des ausgeschleuderten Zuckers wird gewöhnlich unterhalb der Zentrifuge entweder eine Schüttelrinne oder eine Transportschnecke disponiert, welche Anordnung überall leicht durchführbar ist, um so mehr, als die Zentrifuge, wie bereits erwähnt, unten ganz frei ist.

Die Art der Aufhängung ist bei allen Zentrifugen die gleiche; die Zentrifugentrommel ist auf einer vertikalen Spindel aufgekittet und oben in einem Kugellager derart gelagert, daß sie bei einer eventuellen ungleichmäßigen Füllmasseverteilung um die vertikale Lage pendeln kann. Die Trommelabweichungen werden teils durch die am Trommelboden angebrachten Holzeinlagen begrenzt, teils durch Kautschukpuffer, welche beim Lager angebracht sind, aufgefangen, ohne daß eine Beschädigung des übrigen Mechanismus möglich wäre.

Dies ist ein Hauptvorteil dieser Zentrifugenkonstruktion, daß sich die Trommel bei ungleicher Belastung um eine andere als geometrische Achse drehen kann, ohne die entstehenden Seitendrücke und Schläge durch eine stärkere Konstruktion paralysieren zu müssen; bei den alten Zentrifugen mit fester Spindel, wo eine ungleichmäßige Trommelbelastung große Reaktionen in den Führungslagern hervorrief, war eine solide Fundamentierung und besonders gute Schmierung erforderlich.

Bei den neuen Westonzentrifugen entfällt das Führungslager ganz, da eventuelle Schläge während des Ganges durch

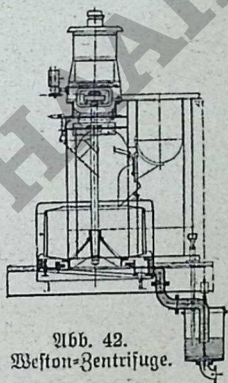


Abb. 42.
Weston-Zentrifuge.

die elastische Lagerung der Hängevorrichtung annulliert werden, demzufolge die Westonzentrifugen auch in höheren Etagen, je nachdem es die Disposition erheischt, Aufstellung finden können.

Die Abbildung veranschaulicht eine Westonzentrifuge mit elektrischem Antriebe. Sie ist im Prinzipie gerade so ausgeführt, wie die Type mit Wasserantrieb, nur ist sie statt der Turbine mit einem Elektromotor ausgerüstet.

Bei dieser Konstruktion muß speziell darauf geachtet werden, daß der Strom während der Bremsperiode nicht eingeschaltet werden kann, da sonst der Elektromotor verbrennen könnte.

Die Aufgabe, dieser Gefahr am sichersten auszuweichen, löste die Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Brei t f e l d, D a n e k & C o. bei ihren Zentrifugen durch eine spezielle Schaltvorrichtung, wo die Zentrifuge nur mit einem einzigen Hebel betätigt wird. Durch eine Bewegung des in normaler Lage stehenden Hebels nach links wird die Zentrifuge in Gang gesetzt, durch eine Bewegung nach rechts wird zuerst der Strom ausgeschaltet und dann erst gebremst, wodurch eine Einschaltung des Stromes während der Bremsperiode ganz ausgeschlossen ist.

Wie aus dieser Beschreibung ersichtlich, übertreffen alle diese Zentrifugentypen die alte Konstruktion sowohl in konstruktiver Hinsicht, als auch hinsichtlich Leistungsfähigkeit und Einfachheit der Bedienung. Es genügen z. B. 2 Westonzentrifugen für eine tägliche Rübenverarbeitung von 5000 Meterzentner vollkommen und eine dritte Zentrifuge wird gewöhnlich nur in Reserve aufgestellt. Die Bedienung besteht aus zwei Leuten.

Die Leistungsfähigkeit der Westonzentrifugen hängt teils von der Füllmasssegattung, welche geschleudert wird (bei verschiedenen Massen ist auch die Füllmenge und die Chargendauer verschieden), teils von der Manipulation selbst (ob trocken oder naß geschleudert wird, ob die Zentrifuge während des Ganges oder während des Stillstandes gefüllt wird), ab.

Die für eine bestimmte Zuckfabrik am besten passende Zentrifugen-Type ist gewöhnlich durch die örtlichen Verhältnisse zu bestimmen; dort, wo z. B. die bestehende Betriebs-

maschine genug stark ist, wählt man Zentrifugen mit Transmissionsantrieb; ist jedoch die Betriebsmaschine überlastet, dann kommen Zentrifugen mit Wasserantrieb zu allererst in Betracht. In jenen Zuckerfabriken, welche einen einheitlichen elektrischen Antrieb besitzen, sind die mit Elektromotoren gekuppelten Zentrifugen am Platze.

Wie an allen anderen Stationen einer Zuckerfabrik können sich auch bei den Zentrifugen Betriebshemmungen ergeben; wenn die Füllmasse z. B. von schlechter Rübe stammt oder Fehler während des Verkochens unterlaufen sind, so vollzieht sich die Trennung des Rohzuckers vom Sirup nicht rasch und glatt. Dies ist besonders dann der Fall, wenn viel feines Korn, also kleine Zuckerkristalle vorhanden sind, die sich an die Trommelwand legen und das Abfließen des Sirups verhindern. Wie man dieser sehr unerwünschten Erscheinung begegnen kann, wurde schon oben erwähnt.

Auch die Frage, bis zu welchem Grade die Trennung von Rohzucker und Sirup erfolgt, wurde schon gestreift. Wie wir später sehen werden, läßt sich durch fortgesetztes Abschleudern und Anwendung der „Dede“ in der Zentrifuge sofort „weiße Ware“, also konsumfähiger Zucker darstellen; man hat es also in der Hand, mehr oder minder reinen Zucker durch vollständiges oder minder vollständiges Abschleudern des Sirups zu erzeugen. Wie weit man geht, ist Rechnungssache und kann hier nicht des näheren erörtert werden. Nur sei bemerkt, daß, wie wir im folgenden Abschnitte auseinandersetzen werden, der Rohzucker nach dem Aschengehalte bewertet und bezahlt wird, je höher die Asche, desto geringer der Wert. Wenn auch durch weniger vollständiges Abschleudern des Grünsirups mehr Rohzucker 1. Produkt erhalten wird, so ist dann doch sein Aschengehalt größer. Bei Darstellung eines sehr reinen Erstproduktes wieder erhält man mehr Grünsirup, dessen weitere Verarbeitung daher zeitraubender und kostspieliger ist.

Die Verarbeitung des von den Zentrifugen ablaufenden Grünsirups wird im IX. Abschnitte besprochen werden.

VII. Der Rohzucker.

Die durch Ausschleudern der Füllmasse gewonnenen, noch durch anhaftenden Sirup verunreinigten Zuckerkrystalle, die infolge des Sirupgehaltes meist leicht aneinander kleben und eine licht-gelbe bis braune Farbe besitzen, bilden den Rohzucker, u. zw. wird der wie beschrieben unmittelbar aus Rübe dargestellte als „Erstprodukt“ bezeichnet, während man die durch weiteres Verkothen der Zentrifugenabläufe dargestellten als zweites, drittes Produkt usw. oder kurz als „Nachprodukte“ bezeichnet. Der die Zentrifuge verlassende Rohzucker wird entweder an eine Raffinerie abgegeben oder in der Erzeugungstätte selbst zu einer etwas minder reinen Zuckergattung, als es die „Raffinade“ ist, zu „Konsumzucker“ oder „weißer Ware“ verarbeitet.

In jedem Falle wird jedoch der Rohzucker kürzere oder längere Zeit eingelagert, er muß nach dem Zuckerboden befördert werden, er wird gekühlt, gesiebt usw., wozu verschiedene Vorrichtungen nötig sind. Zum Transporte benützt man häufig die in den Abb. 43 und 43 a dargestellte Schüttelrinne der Vereinigten Maschinenfabriken A.-G., welche diese Arbeit in rascher, billiger und reinlicher Weise ermöglicht.

Das wesentlichste an dieser Maschine ist die aus dünnem Bleche hergestellte, innen glatt genietete Rinne, welche, auf Stützen ruhend, von einem Kurbelmechanismus in rasch wechselnde, kurze Schwingungen versetzt wird. Die schräge Stellung der Rinnenstützen oder Schwingen hat zur Folge, daß die Rinne bei der Bewegung nach der einen Richtung sich etwas senkt und bei der entgegengesetzten Schwingung wieder um das gleiche Maß hebt. Dieses in seiner Gesamtwirkung schräg gegen den Horizont gerichtete Schütteln der Rinne überträgt sich derart auf das Fördergut, daß dessen Partikel bei ihrer Bewegung aus der tiefsten Lage in die höchstegelegene, in der von ihnen hiebei durchlaufenen Richtung weiter geschleunigt werden und bei ihrem Niederfallen auf eine vom Anfangspunkte weiter abgelegene Stelle der mittlertweile zurückgegangenen Rinne gelangen. Die stoßweise Fortbewegung wiederholt sich bei jedem Kurbelhube

(200 bis 240 p. M.) und wohnt dem ganzen Rinneninhalte inne, so daß dieser allmählich von einem Ende der Rinne gegen das andere fortschreitet. Die Förderrichtung ist der Neigung der Stützen entgegengesetzt. Die wiederholt genannten Stützen bestehen aus mehreren Lamellen (von Stahl-, Eschen- oder Akazienholz), welche einerseits mittels Gußschuhen am Funda-

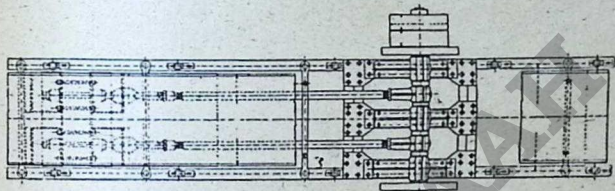


Abb. 43. Schüttelrinne.

mentrahmen, anderseits an den Versteifungswinkelisen der Rinne befestigt sind. Für die Aufstellung der Schüttelrinne in höher gelegenen Stockwerken empfiehlt sich die dargestellte Ausführung der Rinnenstützen. Diese bestehen aus je 2 durch Kreuzbänder vereinigten Rundeisenstäben, deren mit Scheiben armierte Enden sich unten und oben gegen Gummipuffer stützen,

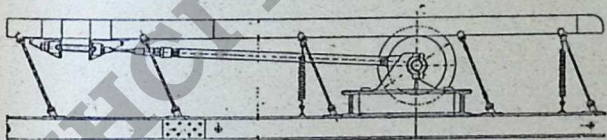


Abb. 43 a.

welche in zylindrische Hülßen eingeschoben sind. Die Rinne wird mittels an mehreren Stellen aufgehängten Zugfedern nach abwärts gezogen, wodurch die Stützen in den Hülßen und in Kontakt mit den Puffern erhalten werden. Durch diese elastische Rinnenunterstützung wird die Übertragung der Vibrationen auf den Unterbau verhütet. Der eingangs erwähnte Kurbelmechanismus besteht aus einer horizontalen in 2 oder 3

Lagern laufenden Kurbelwelle (von 25 mm Hub), auf welcher die Los- und Festscheibe sowie 1 oder 2 Schwungräder sitzen. Von dieser einfach oder zweifach gekröpften Welle wird die Bewegung mittelst Zugstangen auf die Rinne übertragen. Der Angriff der Zugstange an die Rinne ist so durchgeführt, daß die Zugstangen (es sind deren hier wegen der größeren Rinnenbreite 2 vorhanden) sowohl beim Hin- als beim Rückgange auf Gummipuffer drücken und dadurch eine stoßfreie Übertragung herbeiführen.

Das Vorgelege kann beliebig an einem der beiden Rinnenenden oder zwischen diesen Positionen angeordnet werden.

Die Fortbewegung des Fördergutes in dünner Schichte durch die die Wärme leicht abgebende Blechrinne, sowie der zeitweise wenn auch kurze Durchtritt des Gutes durch die Luft haben eine Abkühlung des warmen oder die Trocknung feuchten Materiales zur Folge.

Um die in manchen Rohzuckern vorkommenden zusammengeballten Stücke, die „Knoten“, zu entfernen, wird der Rohzucker in Schüttel- oder in Trommelsieben gesiebt. Die Knoten entstehen häufig dadurch, daß Füllmasse oder Dicksaft auf die noch nicht vom Saft bedeckten Heizrohre einer oberen Etage des Vakuumapparates spritzt und hier eintrocknet, oder daß die Arbeit in den Sudmaischen nicht mit genügender Gründlichkeit erfolgt und kleine, unzerteilte Klumpen in die Zentrifuge gelangen, wo sie nicht oder nur unvollständig abgeschleudert werden.

Wird der Rohrzucker in Magazinen in Haufen oder im gesackten Zustande eingelagert, so ist die Temperatur und der sonstige Zustand dieser Lagerräume ungemein wichtig. Sie müssen vor allem luftig, kühl und trocken sein, denn in zu warmen Lagerräumen trocknet der Rohzucker ein und verliert, allerdings unter gleichzeitiger Erhöhung der Polarisation, an Gewicht. Doch wird durch die Wärme der den Kristallen anhaftende Sirup dünnflüssig und beweglich und sinkt in den Haufen nach abwärts oder bildet bei gesacktem Zucker feuchte, flebrige Stellen an der Außenseite der Säcke. Dies kann jedoch, besonders wenn der Rohzucker nicht genügend alkalisch ist, zu

nachteiligen Veränderungen führen, wobei die Reaktion des Zuckers deutlich sauer wird, Invertzucker in größeren Mengen entsteht und schließlich auch Bakterien nachteilig einwirken können.

Um solche unliebsamen Veränderungen des Zuckers zu verhüten, müssen jedoch nicht bloß die Lagerräume den aufgezählten Anforderungen entsprechen, sondern es muß auch der Zucker selbst abgekühlt werden, ehe man ihn lagert oder in Säcken aufstapelt. Damit ist gleichzeitig auch die Sortierung und die

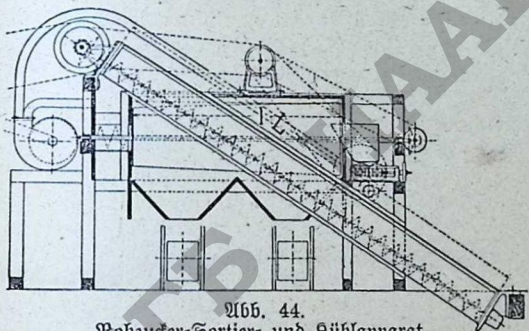


Abb. 44.
Rohzucker-Sortier- und Kühlapparat.

Entfernung der Knoten verbunden. Der zu diesem Zweck von den Vereinigten Maschinenfabriken A. = G. gebaute Rohzucker-Sortier- und Kühlapparat System Stoll = Rá b a (Abb. 44, 44 a und 44 b) besitzt die folgende Einrichtung.

Der Rohzucker wird in das Unterende einer an der Seite des Apparates disponierten, schräg stehenden, im Blechtroge langsam umlaufenden Transportschnecke gebracht und von dieser energisch durchgemischt und gehoben. Vom Oberende dieser Schnecke fällt der Zucker auf eine kurze, horizontale Schnecke, die ihn an die sechskantige gegen das andere Ende etwas erweiterte, mit Messingdrahtsieben überzogene Sichttrommel übergibt. Bei der Rotation der letzteren (zirka 20 U.

p. M.) fallen die feineren Körner durch die Siebmaschinen in Holzrümpfe und aus diesen in Säcke oder auf Transportvorrichtungen (Waggonetz, Gurtentransporteur, Schüttelriemen usw.), während die größeren Stücke und Knollen von einer in

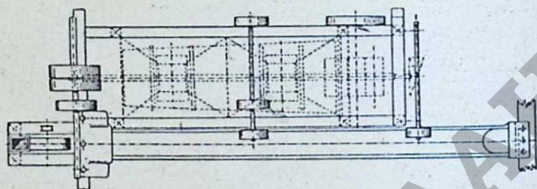


Abb. 44 a.

die Trommel eingefügten steilen Spirale gegen das weitere Trommelende befördert werden. Hier sind am Umfange sechs Blechtaschen angebracht, welche die Knollen usw. heben und in einen in die Trommel hineinragenden Rumpf fallen lassen, aus welchem sie zwischen horizontale, gegen einander rotierende Quetschwalzen (deren eine gleichzeitig eine axiale Hin- und Herbewegung ausführt) gelangen und hier zerkleinert werden. Das Zerkleinerungsprodukt fällt in eine Querschnecke, welche dasselbe der schrägen Schnecke zu weiterem Kreislaufe zuführt.

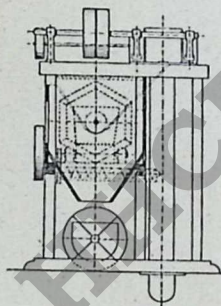


Abb. 44 b.

Um die Abkühlung des Zuckers wird von einem blasenden Ventilator ein Luftstrom auf den in der schrägen Schnecke emporsteigenden, und ein zweiter Strom auf den vom Oberende der Schnecke herabfallenden Zucker geleitet.

Ein solcher Apparat verarbeitet in 24 Stunden bei nur minimaler Bedienung zirka 1200 Meterzentner Rohzucker in gut gekühlte, direkt verkäufliche oder ohne Nachteil in große Haufen ablagerbare Ware von durchwegs gleichem Korne und gleicher Farbe.

Wie aus den Darlegungen hervorgeht, hängt der Wert eines Rohzuckers einerseits von seinem durch Polarisation zu ermittelnden Zuckergehalte, andererseits aber auch von dem Gehalte an unverbrennlichen Bestandteilen, an „Asche“ ab. Die Polarisation erhöht, der Aschengehalt erniedrigt im allgemeinen den Wert. Um nun einen rasch zu ermittelnden allgemeinen Ausdruck für den Handelswert des Rohzuckers zu erhalten, wurde das sogenannte „Aschenrendement“ eingeführt. Unter dem „Rendement“ versteht man jene Zahl, die man erhält, wenn man von dem Zuckergehalte, der durch Polarisation ermittelt wird, die fünffache Menge der Asche abzieht. Unter Asche wird hier die Sulfatasche verstanden; man erhält sie durch vollständige Verbrennung einer gewogenen, mit konzentrierter Schwefelsäure durchfeuchteten Zuckermenge. Vom gefundenen Gewichte wird $\frac{1}{10}$ abgezogen (weil die Alkalien nicht als Karbonate, sondern als Sulfate gewogen werden) und dann mit ihrer Hilfe das Rendement berechnet. Polarisiert beispielsweise ein Rohzucker 1. Produkt mit 95.1 % Zucker und enthält er 1.02 % Sulfatasche, so ist sein Rendement 95.1 bis (1.02×5) 90.0 %. Das Aschenrendement kam durch die Annahme zustande, daß die Salze die eigentlichen Ursachen der Melassebildung seien und je 1 Teil Asche die Kristallisation von 5 Teilen Zucker verhindere, was allerdings nicht oder höchstens teilweise zutrifft. Das Rendement wird auf „Basis 88“ berechnet, d. h. ein höheres Rendement wird (bis 92 %) vergütet, ein niederes bis 86 % abgezogen. Auch dürfen Erstprodukte nicht mehr als 0.05 % Invertzucker, ermittelt nach dem Herzfeldschen Verfahren, enthalten.

VIII. Der Konsumzucker.

Der unter der Bezeichnung „Raffinade“ in den Verkehr gelangende, zum Genuße geeignete Rübenzucker wird in den Raffinerien, deren Arbeitsweise im elften Abschnitte erörtert werden wird, durch weitere Reinigung des Rohzuckers gewonnen. Doch ist jede Rohzuckerfabrik, soferne sie über die nötigen Einrichtungen verfügt, ebenfalls schon in der Lage, für den

Genuß geeigneten Zucker in bestimmten Formen, sogenannten „Konsumzucker“ oder „weiße Ware“ herzustellen. Dieser Zucker ist zwar etwas weniger rein, als die Raffinade, doch für viele Zwecke ebenso geeignet, wie diese. In den Rohzuckerfabriken werden, soferne sie überhaupt „weiße Ware“ herstellen, zwei Zuckerarten gewonnen: der Kristallzucker und der Pilézucker. Der erstere besteht aus gut ausgebildeten, großen oder kleineren, doch stets annähernd gleich großen Kristallen, aus kleineren Kristallen bestehende Ware wird auch als „Sandzucker“ bezeichnet. Pilézucker besteht aus unregelmäßigen Stücken eines meist grobkristallinen Zuckers, der weniger für den Konsum, als vielmehr für gewisse technische Zwecke, so z. B. zum Einkochen von Früchten und zur Verbesserung zuckerarmer Moste benützt wird. Auch Kristallzucker gelangte in Oesterreich vor einiger Zeit nur ausnahmsweise in den Verkehr, dagegen bildete er einen wichtigen Ausfuhrartikel.

1. Der Kristallzucker. (Granulated.)

Die Darstellung von Konsumzucker in den Rohzuckerfabriken beruht auf der Tatsache, daß sich beim Verkochen des Dicksaftes stets aus vollständig reinem Zucker bestehende Kristalle abscheiden, die jedoch durch den nicht kristallisierten Anteil der Füllmasse vertittet und von ihr überzogen sind. Gelingt es also, diesen Grünsirup der Hauptsache nach zu entfernen, so bleiben reine, aus Zucker bestehende Kristalle über, die nach dem Trocknen und Sortieren gebrauchtsfähig sind.

Allerdings läßt sich nicht jeder Dicksaft ohneweiters zu Kristallzucker verarbeiten. Voraussetzung ist ein sehr gut gereinigter, heller Saft von hoher Reinheit, der eine aus großen, nach Möglichkeit gleichmäßigen Kristallen bestehende Füllmasse liefert, wobei man häufig den Quotienten der Säfte durch Einwerfen von Nachprodukten verbessert. Auch fügt man, um den gelblichen Stich des Kristallzuckers zu verdecken, dem Dicksaft etwas Ultramarinblau, etwa 3 kg auf 250 q Füllmasse zu.

Die Füllmasse wird dann in bekannter Weise geschleudert und der Rohzucker nun mit Sirup von solcher Konzentration

eingemaischt, daß zwar kein Zucker gelöst wird, doch eine nicht zu zähe, leicht zu schleudernde Masse entsteht. Die weitere Reinigung beruht dann darauf, daß die Maische in Zentrifugen abgeschleudert und der letzte Rest von Sirup durch Decken mit reinen Zuckerlösungen, Dampf oder Wasser verdrängt bzw. ausgewaschen wird.

Von der Verwendung verhältnismäßig reiner, nahezu gesättigter Zuckerlösungen zum Decken ist man fast ganz abgegangen, weil dieses Verfahren doch verschiedene Nachteile besitzt. Der wichtigste ist wohl der, daß die Zuckerkrystalle schließlich noch immer mit dem Decksirup überzogen und feucht sind.

Weit häufiger, ja fast allgeniein, wird an Stelle dieses Verfahrens das Decken mit ungemein fein verteiltem Wasser ausgeführt, indem man in Form eines zarten Nebels zerstäubtes Wasser in die Zentrifugentrommel eintreten läßt, worauf die Wassertropfchen den zu reinigenden Rohzucker durchdringen, den Sirup lösen und verdrängen, wobei er gleichzeitig durch die Zentrifugalkraft abgeschleudert wird. Zur Herstellung des Nebels dienen eigens geformte Düsen mit sehr feinen Öffnungen, in denen das unter Druck eintretende Wasser zerprüht wird. Weil die Wassertropfchen die aus Zuckerkrystallen bestehende Masse sehr rasch durchdringen, der Sirup weit leichter löslich ist, als der krystallisierte Zucker und sich dieser Vorgang sehr rasch abspielt, wird dabei nur sehr wenig Zucker gelöst, dagegen eine sehr vollständige Trennung der Krystalle von dem Sirup erzielt.

An Stelle des Wassernebels wird vielfach auch Dampf aus dem Dampfessel benützt. Man läßt ihn in die Mitte der Zentrifuge einströmen, worauf er durch die Fliehkraft gegen den Rohzucker geschleudert wird, sich in Berührung mit diesem abkühlt und tropfbar-flüssig wird und nun ebenso wirkt, wie die Nebeldecke. Doch, kann nur trockener Dampf, der vorher genügend entwässert wurde, verwendet werden. Man benützt daher meist überhitzten Dampf.

Eine Kombination der Sirup- oder der Wassernebeldecke mit der Verwendung von Dampf ist die r u s s i s c h e D a m p f-

deckt. Doch wird hier der Dampf nicht in die Zentrifugentrommel, sondern zwischen diese und den Mantel geleitet und er hat nur die Aufgabe, die Trommel zu erwärmen, wodurch der Sirup dünnflüssiger wird und sich leichter abschleudern läßt, was die Wirkung der meist gleichzeitig angewendeten Sirup- oder Nebeldecke unterstützt.

Nach Beendigung des Deckens wird die Zentrifuge rasch entleert und der Zucker gekühlt und sortiert. Die großen Kristalle bilden den eigentlichen Kristallzucker, die kleinen gehen als „Sandzucker“ oder werden zu Mehl (Staub- oder Puderzucker) vermahlen. Die Behandlung des fertig gedeckten Zuckers ist verschieden, je nach der Art der angewendeten Decke. Geschieht das Decken mit einer Zuckerlösung oder mit Wasser, so muß der Zucker, um das Verfließen der Kristalle zu verhüten, auch getrocknet werden.

Einen Zucker-Sortier- u. Trockenapparat, System Falzmann, gebaut von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G.

vorm. Skoda, Ruston, Bromovskij u. Ringhoffer, zeigen Abb. 45 und 45a. Der Apparat besteht aus einer schwach konischen Blechtrommel, an deren Innenwand zahl-

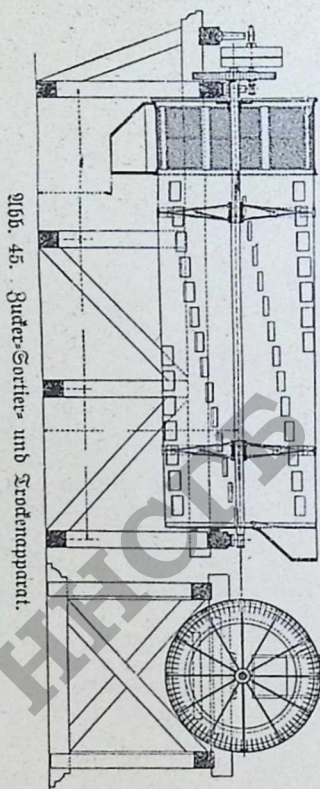


Abb. 45. Zucker-Sortier- und Trockenapparat.

reiche, in mehreren steilen Spiralen angeordnete Blechschaufeln angelenket sind, welche den aus einer Gasse in das engere Ende der Trommel fallenden Zucker bei der Rotation derselben stetig hoch heben und in dünnen Strahlen herabrieseln lassen. Hierbei wird der herabfallende Zucker durch den sich in der Trommel einstellenden leichten Luftzug gekühlt und getrocknet. Die Spiralstellung der Schaufeln bewirkt ein allmähliches Vorrücken des Gutes gegen das weitere Trommelende. Hier übertritt der Zucker in den, die Fortsetzung der Trommel bildenden, mit Sieben bespannten Sortierzylinder, welcher das kleinere Korn in eine Abfuhrgasse hindurchfallen läßt, während der gröbere Zucker am Ende des Sortierzylinders in eine zweite Gasse fällt.

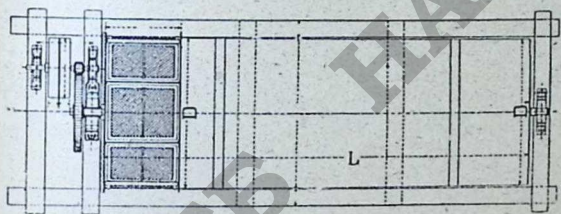


Abb. 45 a.

Das engere Trommelende ist durch einen feststehenden, die Einführgasse hindurchlassenden Deckel abgeschlossen.

Die Trommel sitzt mit 2 Gußnaben und leichten Schmiedeisenarmen auf einer zweimal gelagerten Welle, welche von einer mit den Antriebscheiben versehenen Vorgelegewelle mittels eines Zahnräderpaares in langsame Umdrehung (3—5 Touren per Minute) versetzt wird. Das Ganze ruht in einem soliden Holz- oder Eisengestelle, welches die Lager und die verschiedenen Gassen trägt.

Diente Wasser oder eine Zuckerlösung („Deckfläre“) zum Decken des Zuckers, so werden zum Trocknen die Granulatoren benützt, in denen er durch Heißluft- oder Dampfsheizung getrocknet wird.

Einen von der Maschinenfabrik Grevenbroich gebauten Granulator zeigt Abb. 46. Er besteht aus einem äußeren Blechmantel mit darin befestigten Blechschaufeln und einer im äußeren Blechmantel zentrisch gelagerten Trommel mit Dampfheizung. Der äußere Mantel bewegt sich auf zwei Laufsträngen, von denen einer einen Zahnkranz trägt und von einem Räderborgelege bewegt wird. Der in den Granulator

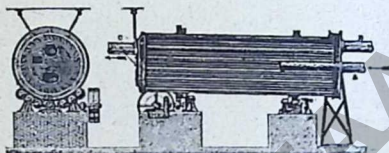


Abb. 46. Granulator.

gebrachte Kristallzucker wird getrocknet und durch die Umdrehung vorwärts bewegt, während gleichzeitig der Zuckerstaub durch einen Exhaustor abgesaugt wird.

2. Der Pilezucker.

Auch die Darstellung von Pile setzt sehr sorgfältig gereinigte, besonders gut filtrierte und geschwefelte Säfte voraus, häufig werden sie auch durch Einwurf von Nachprodukten verbessert. Die Säfte werden sofort zu Pilefüllmasse verkocht, indem man mittels Mehleinzug Korn bildet. Nach Gredinger werden auf einen Sud von etwa 170 q Füllmasse rund 2 kg Mehl und 750 bis 850 g Ultramarinblau eingezogen.

Die scharf gekochte Füllmasse wird mit einem Wassergehalt von etwa 8% in die Pilesudmaschinen abgelassen, mit Piledecksirup eingemaischt, heiß in den Zentrifugen geschleudert und mit Dampf solange gedeckt, bis der unten ablaufende Decksirup hellgelb und klar ist.

Das Decken der Pilefüllmasse geschieht entweder mit einer reinen Zuckerlösung oder mit Wasser- bzw. Dampfnebel. Wird mittels einer Deckfläre gedeckt, so geschieht dies meist in Ver-

bindung mit der russischen Dampfsacke. Meist wird jedoch die Dampfsacke benutzt. Durch das Decken erhält man zwei Sirupe von verschiedener Reinheit, den Pilégrünssirup und den Pilédecksirup, die sich wesentlich durch Reinheit und Färbung unterscheiden. Die Unterschiede in der Beschaffenheit und Zusammensetzung bedingen eine getrennte weitere Verarbeitung und daher müssen beide Sirupe getrennt voneinander aufgefangen werden. Dies kann auf einfache Art geschehen. Entweder bringt man unter den Ablauf jeder Zentrifuge einen drehbaren Teller mit einem Auslauffutzen an, den man nach Bedarf zu der betreffenden Sammelrinne führt, so daß die Sirupe nach verschiedenen Reserven gelangen, oder man verwendet Zentrifugen mit Vorrichtungen zum Trennen der Abläufe innerhalb derselben.

Eine solche Siruptrennvorrichtung, Patent *S a m p l*, gebaut von der Vereinigten Maschinenfabrik A.-G., zeigt Abb. 47.

Bei dieser Vorrichtung zur scharfen Trennung der Abläufe innerhalb der Zentrifuge, nach Patent *S a m p l*, welche ebenso wohl bei neuen als auch bei vorhandenen alten Zentrifugen jeder Art angebracht werden kann, werden in den ringförmigen Raum zwischen Trommel und Mantel einer Zentrifuge dicht aneinander anschließende vertikale Rohre drehbar angeordnet, welche in der Schleuderzone der Maschine zu Rinnen ausgebildet sind, die der Zentrifugentrommel entweder ihre konkave oder nach entsprechender gemeinsamer Verdrehung um 180° ihrer konvexen Seite zuzufahren, wodurch zwei voneinander vollkommen unabhängige, geschlossene Mantelflächen gebildet werden, welche abwechselnd der Trommel gegenüber gestellt werden und zum Auffangen der voneinander zu trennenden Abläufe bestimmt sind. In der Zeichnung zeigt *a* einen Vertikalschnitt durch die Zentrifuge, bei welcher die Auffangrinnen *R* der Trommel ihre konkave Seite entgegenstellen. *b* ist ein Horizontalschnitt nach *a—b*. In *c* ist die Zentrifuge im Vertikalschnitt veranschaulicht, bei welchem die Auffangrinnen *R* der Trommel ihre konvexe Oberfläche entgegenstellen und *d* ist ein Horizontalschnitt nach *a₁—b₁* von *c*.

Wird die Füllmasse Z in die Zentrifugentrommel eingefüllt und geschleudert, wobei die Auffangrinnen R nach a und b eingestellt sind, so wird die aus der gelochten Trommel in horizontalen Strahlen tretende Flüssigkeit von den ihre konkave Seite der Trommel zuwendenden Auffangrinnen R gesammelt und durch die in dieselben unten eingesetzten trichterförmigen Übergangsstücke r in die Ablaufrinne A abgeführt. Werden sodann nach bewirktem Abschleudern der Mutterlauge die Auffangrinnen R um 180° verdreht (c und d) so stellen sie der Trommel ihre konvexe Seite entgegen, welche die auf sie aufschlagende Flüssigkeit in die Rinne B ableitet, während die auf der inneren Oberfläche der Rinnen R noch fließende Mutterlauge unbehindert weiter in die Rinne A ablaufen kann, ohne in Gefahr zu geraten, mit der nunmehr geschleuderten Waschlüssigkeit vermengt zu werden. Dasselbe geschieht auch bei neuerlicher Füllung der Trommel, bei welcher die Auffangrinnen R wieder in die Anfangslage umgestellt wurden und ihre frühere, von der Mutterlauge benetzte Fläche wieder der neu abgeschleuderten Mutterlauge entgegenstellen, während die von der Waschlüssigkeit benetzten Flächen abgewendet sind und dieselbe in die zugehörige Ablaufrinne B ohne jede Störung ihre weitere Ableitung findet. Durch diese Einrichtung wird somit der Mischung der verschiedenen Abläufe gründlichst vorgebeugt und die getrennte Abführung derselben ermöglicht.

Die Auffangrinnen R sind, wie aus der Zeichnung ersichtlich, drehbar aufgehängt und werden durch einen Zahnkranz und Verzahnung (oder Stiften) an den Rinnenobertheilen gleichzeitig und in gleicher Richtung in Umdrehung gebracht. Um die jeweilig erforderliche halbe Wendung der Auffangrinnen durchzuführen, bedarf es bloß eines Zuges am Handhebel H (welcher mittelst der zwei Zahnsegmente die Drehung des Zahnkranzes bewirkt) in der einen oder anderen Richtung. Die Umstellung der sämtlichen Auffangrinnen erfolgt leicht und rasch, weil keine Reibungsflächen vorhanden sind, also auch kein Verkleben durch Flüssigkeiten eintreten kann.

Die Pilzentrifugen sind mit hölzernen, mit Blech beschlagenen Einsatzkeilen versehen, wodurch man den Zucker in

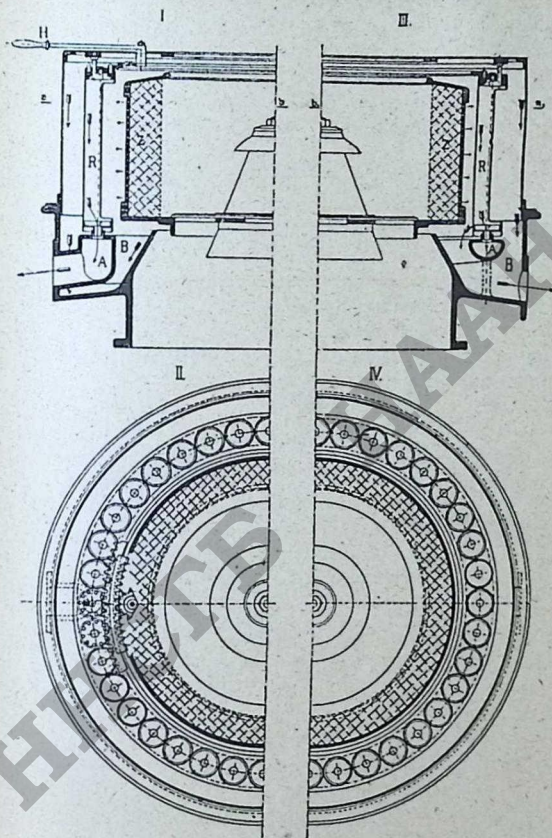


Abb. 47. Siruptrennvorrichtung.

Segmenten erhält, die sich nach dem Abschleudern nach Entfernung der Reile herausheben lassen. Nach der Beendigung des Deckens läßt man die Zentrifuge bei geöffneter Deckel

noch einige Zeit laufen, damit der Zucker „bindet“, d. h. fest, trocken und gut zusammenhaftend wird. Dann werden die Segmente herausgehoben, nach Kühlkammern gebracht und dann entweder sofort verpackt oder in Pilsbrechern mittels gezahnter Walzen zu Stücken zerbrochen.

Die Abläufe von den Pilszentrifugen werden, ihrer verschiedenen Reinheit entsprechend, verschieden weiter verarbeitet. Der Pilsdecksirup dient zum Einmaischen der Pilsfüllmasse, teils wird er in den Dicksaft zurückgeleitet, der Pilsgrünsirup wird zusammen mit den Abläufen vom Kristallzucker und Rohzucker zu Nachproduktfüllmasse verkocht.

IX. Die Verarbeitung der Ablassirupe.

Die Abläufe von den Rohzuckerzentrifugen, der Grünsirup, enthalten immer noch namhafte Zuckermengen, die durch weiteres Verkochen gewonnen, d. h. zum Kristallisieren gebracht werden können. Allerdings sind diese Abläufe minder rein als die Füllmasse, von der sie stammen und dementsprechend sinkt auch die Ausbeute an kristallisiertem Zucker, der als „Zweites Produkt“ bezeichnet wird. Das gleiche gilt von dem Ablasssirup des Zweitproduktes, auch dieser kann neuerdings verkocht und geschleudert werden, wobei „Drittes Produkt“ erhalten wird usw.

1. Die Nachprodukt-Vakuen.

Das Verkochen der Abläufe geschieht in besonderen Vakuumapparaten, die entweder stehend oder liegend gebaut sind. Einen stehenden Vakuumapparat, der sich besonders zum Verkochen von Zweitproduktfüllmassen auf Korn eignet, ausgestattet mit der Zirkulationsturbine Patent Müller, gebaut von der Vereinigten Maschinenfabrik A.-G., veranschaulicht Abb. 48.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einem Eisenblechzylinder, welcher oben durch einen bombierten Blechboden abgeschlossen ist. Letzterer trägt einen Dom mit Presssieb und Brüden-Absführstutzen und auf seiner Unterseite einen Dephlegmator.

Im Innern des Zylinders ist das Heizsystem eingebaut, welches aus nahtlos gezogenen Messing- oder Spezialstahlröhren gebildet ist, die in entsprechend starke Rohrböden eingewalzt sind. Im Zentrum des Heizsystems ist ein weites Zirkulationsrohr angeordnet und unterhalb desselben die aus Gußeisen hergestellte Zirkulationsturbine. Diese saugt die Füllmasse aus dem Zirkulationsrohre an und drückt dieselbe ringsum durch die Heizrohre nach oben, wodurch eine sehr kräftige Zirkulation der Füllmasse erzielt wird. Der Antrieb der Turbine erfolgt mittels eines Regelrädervorgeleges über eine Fest- und Losscheibe.

Ist der Apparat für die Verfochung von I. und II. Produkt-Füllmassen bestimmt, so ist er unten durch einen gußeisernen Konus abgeschlossen, welcher den zylindrischen Abflusstrichter trägt. Die Öffnung des letzteren wird mit einem gußeisernen Deckel, welcher mittels Rollen auf Flacheisenschienen läuft, verschlossen. In diesem Falle erfolgt der Antrieb der Zirkulationsturbine von oben her.

Ist der Apparat nur für die Verfochung von II. Produkt-Füllmasse bestimmt, dann besteht sein unterer Abschluß — wie die Abbildung zeigt, — aus einem bombierten Blechboden, an dessen zentrale Öffnung sich ein gußeisernes Abflusknie schließt, welches mittels eines Absperrschiebers verschlossen wird. Entsprechende Abgüsse an diesem Knie dienen zur Lagerung des Turbinen-Antriebes. Der Apparat besitzt an Armatur mehrere Schaugläser und ein Lichtglas, dann Ohahn, Probehähne, Thermometer, Vakuummeter, Mannlöcher mit Deckeln, Ventile für Dampf, Saft und Sirupeinzug und Wasser und für Ammoniak und Kondenswasser-Abfluß. Vier gußeiserne Pragen dienen zur Einhängung des Apparates in das Trägergerüste.

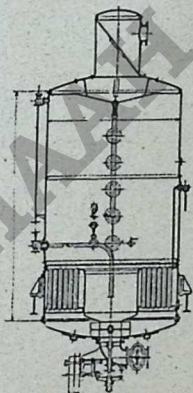


Abb. 48. Stehender Vakuumapparat.

Ein liegendes, kofferförmiges Nachprodukt = Vakuum, Patent Berounskh-Swarzewski, von der gleichen Firma gebaut, zeigt Abb 49. Es besitzt die folgende Einrichtung.

Das liegende Vakuum, welches sich zum Verkochen der Nachprodukte vorzüglich eignet, besteht aus einem kofferförmigen Blechkörper, welcher den Druckverhältnissen entsprechend versteift ist.

In das Innere des Körpers ist das Heizsystem eingebaut, welches aus Messing- oder Spezialstahlrohren gebildet ist. Diese Rohre sind derart angeordnet, daß zwischen je zwei vertikalen Reihen größere leere Räume verbleiben. Die Enden der Rohre sind in Rohrböden — die unteren Partien der Stirnwände — eingewalzt und an letztere sind äußerlich Heizkammern angeschlossen, welche durch 3 vertikale Zwischenwände in der vorderen und eine mittlere in der rückwärtigen Kammer, ferner durch je 2 horizontale Zwischenwände in 3 Etagen von je 4 (vorne) respektive 2 Abteilungen (rückwärts) zerteilt sind. Die Verteilung der Heizröhren auf die Kammern ist so getroffen, daß in jeder Etage der in die beiden vorderen Seitenkammern eintretende Dampf den Apparat in 2×2 Gängen durchströmt. Die unterste Etage wird beiderseits mit Brüden- Dampf vom 1. Verdampfkörper, die Mitteletage mit solchem vom 2. Körper beheizt. Sobald der Apparatinhalt bis über die Rohre der 3. Etage gestiegen ist, werden auch diese beheizt, indem man die von außen stellbaren Verbindungsventile zwischen den beiderseitigen 1. Gängen der zweiten und dritten Etage öffnet. In den oben erwähnten leeren Räumen, zwischen je 2 vertikalen Rohrreihen, bewegen sich die Arme dreier, in der Längsrichtung des Apparates hintereinander angeordneten Rührwerke. Sie bestehen aus Horizontalwellen, welche mit kreuzweise verstellten, windschiefen Rührarmen versehen sind und welche die Längswand des Apparates durch je eine Stopfbüchse durchsetzen. Auf den äußeren Wellenenden sind Schneckenräder aufgekittet, die von Schnecken, welche auf gemeinschaftlicher Antriebswelle sitzen, in Umdrehung versetzt werden. Der Apparat ist mit dem bekannten S o d e f'schen

Saftfänger ausgestattet. Das Ablassen der Füllmasse erfolgt durch ein in der Mitte des Apparatbodens angebrachtes Klotzventil.

Die Armatur des Apparates besteht aus: Schau- und Lichtgläsern, Othahn, Probehähnen, Thermometer, Vakuummeter, Mannloch, Ventilen für den Heizdampf, für Sirup, Wasser, Ammoniak und Kondenswasser. Der ganze Apparat sitzt auf drei Gußschemeln, an welche die Lager der Schneckenwelle, zugleich Oinulden der Schnecken angeschraubt sind.

Früher wurden die Abläufe, nachdem man sie vorher meist noch geschwefelt und filtriert hatte, ausschließlich blank gekocht, d. h. man dichte sie im Vakuum nur soweit ein, daß sie während der Abkühlung kristallisierten, ohne es im Vakuumapparate selbst zur Stornbildung kommen zu lassen. Dann wurde die bis zur Fadenprobe, d. i. auf etwa 88 bis 90° Balling eingekochte Füllmasse in große Kasten von 100 bis 150 q Fassungsraum abgelassen, die in geheizten Räumen standen.

Die Temperatur dieser Räume betrug etwa 38 bis 41° C. Hier erkaltete nun die Füllmasse langsam, wobei sich Zucker in Form von Kristallen ausschied. Die Größe der Kristalle hängt von der Konzentration der Füllmasse ab, je leichter, d. h. dünner sie eingekocht ist, desto größer und schöner werden die Kristalle, doch vermag dann naturgemäß nur weniger Zucker auszukristallisieren. Bei strammem Verkochen erhält man dagegen mehr, aber kleinere Kristalle.

Die Kristallisation der Nachproduktfüllmassen währt mindestens 12 bis 14 Tage und ist eine ebenso umständliche, wie zeitraubende Arbeit, die man deshalb in den meisten Fabriken ganz verlassen hat, als bessere Verfahren bekannt wurden. Sie beruhen im wesentlichen darauf, daß man im Vakuum auf Korn verkocht, die weitere Kristallisation der Füllmasse sich aber nicht in vollkommener Ruhe, sondern im Gegenteile unter Rühren vollziehen läßt, wodurch eine weit bessere Ausbeute erzielt wird. Übrigens sollte dieses Ver-

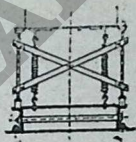


Abb. 49.
Liegendes
kofferförmiges
Vakuum.

fahren die Erstproduktfüllmasse sofort in Rohzucker 1. Produkt und in nicht mehr kristallisierbare Sirupe, also in Masse, zerlegen, doch hat sich diese Erwartung nicht erfüllt. Dagegen lieferte die „Kristallisation in Bewegung“ ein treffliches Mittel zur Aufarbeitung der Abläufe und damit zur Vereinfachung der ganzen Nachproduktarbeit.

2. Die Kristallisation in Bewegung.

Dieses besonders von Bock ausgebildete Verfahren beruht auf der folgenden Erwägung: In einer reinen Zuckerslösung vollzieht sich die Ausscheidung von Zucker in Kristallen einfach und leicht, weil die Flüssigkeit selbst dem Wachstume der Kristalle kein Hindernis in den Weg setzt. Es wird sich also stets durch Strömungen in der Flüssigkeit deren Mischung vollziehen und jeder Kristallkeim liegt in einer Zuckerslösung von gleicher Konzentration, aus der er weiter Zucker aufnehmen und dadurch wachsen kann. Dies wird sich so lange vollziehen, als die Lösung überhaupt nach Sättigung und Temperatur noch Zucker auszuschcheiden in der Lage ist.

Anders vollzieht sich dagegen die Kristallisation in den unreinen und zähen Nachproduktfüllmassen. Hier kann der Ausgleich in der Konzentration, wenn einmal der Kristallisationsvorgang begonnen hat, nicht mehr mit erforderlicher Raschheit erfolgen. Jeder Kristallkeim liegt also in einer minder konzentrierten Flüssigkeitsschichte und wird daher nur mehr wenig Gelegenheit haben, durch weitere Zuckeranlagerung zu wachsen, weil eben vermöge der Zähflüssigkeit der Lösung sich der Austausch zwischen konzentrierterer und minder konzentrierter Lösung nicht mit der erforderlichen Raschheit zu vollziehen vermag. Sorgt man dagegen durch Rührvorrichtungen — unter gleichzeitiger Einhaltung bestimmter, die Kristallisation und den Verlauf der Kristallbildung begünstigender Temperaturen — für angemessenes Mischen der kristallisierenden Füllmasse, so wird dadurch nicht nur der Kristallisationsvorgang selbst wesentlich beschleunigt, sondern auch die Ausbeute an Zucker bedeutend erhöht.

Zur Durchführung dieser Arbeitsweise wurden verschiedene Vorrichtungen gebaut. Abb. 50 zeigt einen Kristallfator nach Dr. Voß der Maschinenfabrik Grevenbroich. Wesentlich ist darauf zu achten, daß der Sud im Kristallfator, worin er 48 bis 72 Stunden verbleibt und mit einer Temperatur von 72 bis 78° C eingefüllt wird, nicht zu rasch erkaltet. Die Temperatur darf nicht unter 45 bis 50° C sinken. Man schützt den Kristallfator vor Abkühlung und erwärmt, wenn nötig, die Füllmasse künstlich mit Dampf. Gleichzeitig wird das Rührwerk bewegt, um die Durchmischung der Füllmasse zu erzielen.



Abb. 50. Kristallfator.

Die Kochmaische, Patent Fuchs, gebaut von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G., zeigt Abb. 51. Sie dient zum Einkochen und Kristallisieren von Nachprodukt-Suden und besteht aus einem liegend angeordneten Blechzylinder, welcher beiderseits mit kombinierten Blechböden abgeschlossen ist. Im Innern des Zylinders ist ein Rührwerk eingebaut, welches aus einer zentralen Welle mit auf dieser schräg befestigten ellipsenförmigen Ringen besteht. Die Rühr-

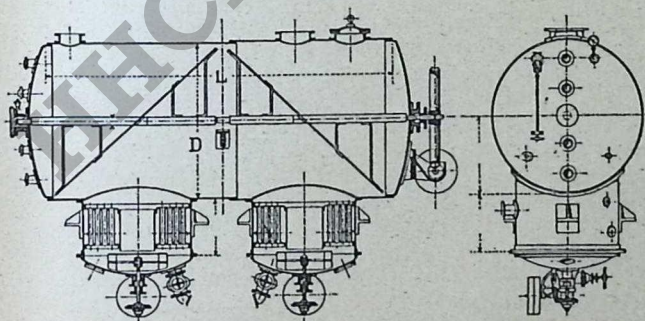


Abb. 51. Kochmaische-Apparat.

welle ragt an einem ihrer Enden durch eine Stopfbüchse nach außen und trägt hier ein Schneckenrad, welches mittels Schnecke und Antriebscheiben in Umdrehung versetzt wird.

Am unteren Teile des Blechzylinders sind 2 mit bombierten Böden abgeschlossene Zylinder angenietet, deren jeder ein aus nahtlos gezogenen Messing- oder Eisenrohren bestehendes Heizsystem enthält. Diese Rohre sind in je zwei entsprechend starke Rohrböden eingewalzt, während die in deren Mitte angeordneten Zirkulationsrohre in die Bodenborde eingienietet sind. Unterhalb jedes Zirkulationsrohres ist eine Turbine, Patent Müller eingebaut, welche den Zweck hat, die Füllmasse aus dem Zirkulationsrohre anzusaugen und ringsum durch die Rohre nach oben zu drücken und dadurch die lebhafteste Zirkulation derselben zu bewirken. Für den Antrieb der Zirkulationsturbinen sind 2 Kegelhäder-Vorgelege nebst den nötigen Wellen und Riemenscheiben vorgesehen. Der Abfluß der Füllmasse erfolgt durch zwei an den unteren Böden der Heizkörper angebrachte Schieberventile.

Der Apparat erhält einen (in der Zeichnung weggelassenen) Dom mit angenieteten Brüden-Abzugstugen. Die Armatur der Kochmaische besteht aus: Schau- und Lichtgläsern, Probegläschen, Thermometer, Vakuummeter, Mannlöchern, Ventilen für Dampf, Sirup, Wasser, Ammoniak und Kondenswasser.

Zur Einhängung des Apparates in das für denselben bestimmte Trägergerüste dient eine Anzahl an die Heizkörper angenieteter Gupfpragen.

Die Arbeitsweise vollzieht sich nach W r e d i n g e r folgendermaßen:

Der Grünsirup wird auf 60 bis 65° Balling verdünnt, mit Kalkmilch versetzt, mit schwefeliger Säure auf eine Alkalität von 0'02% Kalk ausfaturiert, auf 95° C erwärmt, über ein Sand- oder sonstiges mechanisches Filter filtriert und in die Vakuumeinziehreferven gepumpt. Aus diesen Reserven wird der Grünsirup in die Sirupvakuen eingezogen, auf feines und gleichmäßiges Korn verkocht und dann die Füllmasse in die Kochmaischen abgelassen, worin sie bei guter Luftleere und unter langsamen Rühren, wobei man alle zwei Stunden etwa

20 hl Osmosejirup von 70 oder osmosierten Sirup von 63 Reinheit zuzieht, so lange weiter gekocht, bis der Kristallisationsprozeß beendet ist, was nach etwa 18 Stunden der Fall zu sein pflegt. Dann wird noch etwa 24 Stunden weiter gerührt und dann mit rund 7% Wasser und 71 bis 73 Reinheit geschleudert. Nach Fuchs erhält man bei diesen Verfahren einen Rohzucker mit 88'5 Rendement und 97'5 Reinheit, der nach der Affination einen Zucker mit 97'5 Rendement und 99'5 Reinheit liefert.

Von den zahlreichen anderen Verfahren nach Claassen, Maranz-Müller, Marcs, Följche, Freitag usw. sei noch das Verfahren von Karlik-Czapikowski etwas ausführlicher besprochen.

Der zu verkochende Grünsirup wird verdünnt, geschwefelt und über Sandfilter filtriert, worauf das Einkochen auf Korn in den Kristallisatoren erfolgt, nachdem man ihn auf 80 bis 90° C erwärmt hat.

In den Kristallisator wird zu Beginn des Sudes soviel Sirup eingezogen, daß die Welle des Heizkörpers, welche gleich vom Beginne des Sudes bis zum Ablassen in Bewegung erhalten wird und etwa eine Umdrehung in der Minute machen soll, bedeckt ist. Dann wird in den Heizkörper der Dampf eingelassen, worauf der Sirup zu kochen beginnt. Er wird soweit eingedickt, bis sich ein ganz gleichförmiges, feines Korn — ein kaum erkennliches feines Pulver — bildet. Hierbei muß die Temperatur des Sudes 80—83° C betragen und wird deren Höhe mit dem großen Ventil reguliert, welches zwischen dem Saftfänger und der Luftpumpe angeordnet ist. Dabei muß sehr vorsichtig vorgegangen werden, damit die Temperatur nicht über die genannte Grenze von 83° C steigt, weil sonst eine gefährliche Überhitzung des Sudes entstehen könnte, deren üble Folgen sich bei dem Sude nicht mehr vermeiden ließen. Wenn der Sirup infolge der Eindickung selbst Korn gebildet hat (derselbe hat zirka 89—90° Balling), so zieht man in demselben neues Filtrat in solcher Menge ein, daß sich der Sud zwar genügend verdünnt, das gebildete Korn jedoch nicht

aufgelöst wird; beim ersten Einziehen hat der Sud eine Dichte von 86—87° Sach.

Nach Einziehen des neuen Sirups trachtet man die Temperatur durch schwaches Öffnen des Hauptventiles etwas zu erniedrigen und beginnt von neuem einzubilden. Vor dem neuerlichen Einziehen erhöht man wieder die Temperatur des Sudes auf den ursprünglichen Stand. Gewöhnlich erheischt der Sud ein 9- bis 10maliges Einziehen von neuem Sirup, bevor er beendet ist, hierbei ist das Vakuum bis zu den obersten Schaugläsern gefüllt.

Am Schlusse wird der Sud bis auf 93° Sach. ausgetrocknet.

Zur weiteren Durchführung des Verfahrens ist es notwendig, so viel Maischer aufzustellen, daß in denselben die Füllmasse mindestens 3 Tage lang gemaischt werden kann, bevor sie geschleudert wird.

Das Abkühlen soll bis zum Grade der in dem betreffenden Lokale herrschenden Temperatur vorgenommen werden, wobei natürlich die Möglichkeit geboten sein muß, die Temperatur der Füllmasse knapp vor dem Ausschleudern auf den Zentrifugen wieder so zu erhöhen, daß sie sich leicht verarbeiten läßt.

Diesem Zwecke entsprechen am besten „Perfekt-Refrigeranten“, deren rotierende Heiz- und Mischvorrichtung die Abkühlung und Anwärmung der Füllmasse ermöglicht, je nach dem man durch die Rohre derselben kaltes oder heißes Wasser strömen läßt.

Vor dem Ausschleudern wird die Temperatur der Füllmasse wieder auf zirka 40° C erhöht, und wenn sie nötig, durch eine Injektion von kaltem Wasser derart verdünnt, daß ein Auflösen der Zuckerkrystalle nicht erfolgen kann.

Zu diesem Zwecke sind die Refrigeranten an passender Stelle mit drei ganz kleinen Ventilen versehen, durch welche kaltes Wasser in die Füllmasse eindringt, von der rotierenden Heizvorrichtung mitgenommen und mit der Füllmasse sofort vermengt wird.

Die Nachproduktfüllmassen zeigten früher manchmal eine höchst unliebsame Erscheinung, die man als „Schau m =

gärung“ bezeichnete. Sie ist zwar kein Gärungsvorgang im eigentlichen Sinne des Wortes, also eine durch die Tätigkeit von Mikroorganismen hervorgerufene Zersetzung, hat aber äußerlich mit einem solchen viel Ähnlichkeit. Die Füllmasse beginnt nämlich in den Nachproduktreserven, in die sie heiß abgelassen wurde, unter Gasentwicklung zu steigen und zu schäumen, wobei sich an der Oberfläche reichlich Schaum bildet. Mit sinkender Temperatur der Masse werden die Gasblasen kleiner, bis die Erscheinung endlich, sobald die Temperatur auf etwa 60° sank, ganz aufhört und sich der Schaum in eine harte Kruste verwandelt.

Nach v. Lippmann und Claassen ist dieses Verhalten auf eine nachträgliche Reaktion in der heißen Masse zurückzuführen, wobei unter Wärmeentwicklung, die zum Teile von der Kristallisationswärme des Zuckers herrührt, Zucker und andere organische Stoffe unter Gasbildung zerlegt werden. Als Gegenmittel gegen diese heute kaum mehr vorkommende Erscheinung wendete man energisches Aufkochen des Rohsaftes mit Kalk, ferner Zusatz solcher Mengen von Soda an, daß die Füllmasse bestimmt alkalisch reagierte. Auch trachtete man die Füllmasse mit nach Möglichkeit niedriger Temperatur abzulassen, um sie sobald als möglich unter die gefährliche Temperatur von 60° C zu bringen.

X. Die Melasse-Entzuckerung.

Die letzten Abläufe der Zuckerfabrikation, die weder durch nochmaliges Verkochen, noch durch andere Mittel dahin zu bringen sind, daß der in ihnen in noch reichlicher Menge enthaltene Zucker auskristallisiert, werden Melasse genannt. Die Melasse ist eine zähflüssige, grünschwarz gefärbte, unangenehm riechende und schmeckende Flüssigkeit, in der alle in ihrer Gesamtheit als „Nichtzucker“ bezeichneten Stoffe weitgehend angereichert sind. Neben Zucker, dessen Menge rund 50% beträgt und etwa 10% Wasser, enthält sie etwa 7 bis 12% Salze (Asche), der Rest sind organische, teils stickstoffhaltige, teils stickstofffreie Stoffe. Weil ihre Menge, auf Rübe bezogen, etwa

1½ bis 3% vom Gewichte der verarbeiteten Rübe ausmacht, sind die sich in der Melasse der unmittelbaren Gewinnung entziehenden Zuckermengen sehr bedeutend. Wohl gelingt es, den Zucker auf andere Weise nutzbar zu machen, z. B. durch Vergärung für Zwecke der Spiritusfabrikation oder durch Verfütterung, wovon im letzten Abschnitte noch ausführlicher die Rede sein wird, doch gibt es auch Wege, wenigstens einen Teil des Zuckers der Melasse als solchen zu gewinnen.

Die Ursache der Melassebildung erblickt man zumeist in der Anhäufung des Nichtzuckers, der das Kristallisieren des Zuckers verhindert, also gewissermaßen die Löslichkeit des Zuckers erhöht. Doch spielt auch die Zähflüssigkeit, überhaupt der kolloidale Charakter der Melasse eine gewisse Rolle. Wenn auch die eigentlichen Ursachen der Melassebildung noch nicht gänzlich aufgeklärt und erkannt sind, so sind daran doch die beiden genannten Faktoren weitgehend beteiligt, was wohl schon daraus hervorgeht, daß durch Entfernung eines Teiles des Nichtzuckers ein Teil des Zuckers kristallisierbar wird.

Durch neuerliches Verkothen läßt sich, wie schon erwähnt, der Zucker aus der Melasse nicht mehr abscheiden. Doch gelingt dies auf anderen Wegen, deren einer eben genannt wurde: durch Verminderung des Nichtzuckers, was man durch einen „Osmose“ genannten Diffusionsvorgang bewirkt. Ein anderer Weg beruht auf der Eigenschaft des Zuckers, unter gewissen Bedingungen mit Erdkalkalien (Kalk, Strontian, Barit) unlösliche Verbindungen einzugehen, die getrennt, gereinigt und in Zucker und die Base zerlegt werden können.

Durch diese Entzuckerungsverfahren ist es möglich, etwa 35% des Zuckers der Melasse zu gewinnen. Die Wirtschaftlichkeit der Anwendung der Entzuckerungsverfahren ist nicht unter allen Umständen gegeben und sie hängt, außer von der Besteuerung, vor allem von dem Preise ab, der für die Melasse als solche zu erzielen ist. Seit man den hohen Wert der Melasse als Futtermittel erkannte, steht ein Weg mehr zur Verwertung der Melasse offen, wodurch die Entzuckerung an Bedeutung verlor.

1. Das Osmoseverfahren.

Nicht nur Zucker, auch andere organische und Nichtzuckerstoffe sind diffundierbar, d. h. sie vermögen in wässriger Lösung Membranen zu durchdringen. Doch ist die Diffusionsgeschwindigkeit dieser Stoffe nicht gleich; die in der Melasse enthaltenen Salze durchwandern eine Membran z. B. viel rascher, als der Zucker. Auf dieser Tatsache gründen sich die Osmoseverfahren. Es findet hier keine „Entzuckerung“ im eigentlichen Sinne des Wortes statt, sondern es werden durch die Osmose der Melasse vor allem Salze neben anderem diffundierbaren Nichtzucker entzogen, wodurch, nach neuerlichem Verkochen, wieder ein Teil des Zuckers kristallisierbar wird.

Die Nichtzuckerstoffe der Melasse verhalten sich mithin ganz ähnlich wie der Zucker in den Rübenzellen bei der Diffusion. Nur wird bei der Osmose an Stelle der natürlichen Membran der Rübenzellen eine künstliche Membran angewendet, ein besonders präpariertes, pergamentartiges Papier, das Osmosepapier. Dieses durchwandern, wenn auf eine Seite des Papiers Melasse, auf die andere reines Wasser gebracht wird, die diffundierbaren Stoffe, während gleichzeitig Wasser zur Melasse übertritt. Dadurch wird der Gehalt der Melasse an Salzen usw. vermindert, gleichzeitig wird sie durch das aufgenommene Wasser verdünnt.

Auch Zucker diffundiert durch das Osmosepapier, doch ist seine Diffusionsgeschwindigkeit viel geringer als die der Salze, weshalb viel weniger Zucker als Salze in das Osmosewasser übertreten. Die osmosierte Melasse wird verkocht, der auskristallisierte Zucker durch Ausschleudern in bekannter Weise gewonnen usw., die nun erhaltene Melasse kann neuerdings der Osmose unterworfen werden. Schließlich erhält man jedoch eine „Restmelasse“, in der die Menge des nicht diffundierbaren Nichtzuckers schon so groß ist, daß die Wiederholung des Vorganges zwecklos wäre.

Die Osmoseapparate besitzen eine den Schlammpressen ähnliche Bauart. Hier wie dort zerfällt der Apparat in eine Anzahl Kammern, sie werden in den Osmoseapparaten

abwechselnd mit Melasse und Wasser gefüllt. An Stelle der Filtertücher werden die die Kammern bildenden Rahmen mit dem Osmosepapier überzogen, das gleichmäßig dick und nicht durchlöchert sein darf.

Das Osmosepapier wird in den Osmoseapparaten nicht gleichmäßig abgenützt. Die von Wasser bespülte Seite unterliegt nur einer sehr geringen Abnützung, stärker ist sie dagegen auf der Melasseseite und an der oberen Hälfte der Rahmen wieder stärker, als an der unteren. Um die gleichmäßige Ausnützung des teuren Osmosepapiers zu ermöglichen, hat man die Osmoseapparate drehbar eingerichtet, derart, daß sie um 180° gekippt werden können, worauf an Stelle des Wassers Melasse eintritt und umgekehrt. Dadurch werden auch die früher mit Melasse gefüllten Kammern nun von Wasser erfüllt, während Melasse an Stelle des Wassers tritt. Es besteht gegenwärtig eine große Zahl sehr sinnreicher und ausgezeichnet arbeitender Osmoseapparate — wir nennen den Osmoserapidapparat von Fuchs, den Osmoseapparat von Rohd — verweisen aber hinsichtlich der näheren Beschreibung auf das schon wiederholt erwähnte Werk von Stiff und Gredinger.

Das zur Osmose dienende Wasser muß rein und nach Möglichkeit weich sein, weil sich sonst Kalk- und Magnesiumsalze an der Oberfläche des Osmosepapiers niederschlagen und dessen Wirksamkeit vermindern. Wasser und Melasse werden vor dem Eintritte in den Apparat erwärmt, weil die Diffusionsvorgänge durch höhere Temperaturen eine Beschleunigung erfahren. Der Gang des Apparates wird so geregelt, daß die auslaufende, osmosierte Melasse einen Reinheitsquotienten von etwa 70 aufweist, anderseits soll das ablaufende Osmosewasser nicht mehr als 1% Zucker enthalten. Ob man nur einmal oder mehrmals osmosiert, d. h. die von der Füllmasse abgeschleuderte Melasse nochmals der Osmose unterwirft, hängt von den Zucker- und Melassepreisen ab, ganz besonders aber vom Brennstoffpreise, weil nach Gredinger etwa 60% der gesamten Regie auf das Brennstoffkonto entfallen.

Das ausfließende „Osmosewasser“ ist sehr reich an Salzen, vor allem an Kaliumsalzen und enthält außerdem Zucker. Es

wird eingedickt und zumeist an Spiritusfabriken abgegeben. Als Futtermittel ist es seines Reichtums an Kaliumsalzen wegen, die Gifte sind, nicht brauchbar.

2. Das Strontianverfahren.

Die Fähigkeit des Zuckers, mit Erdkalken, besonders mit Kalk, Strontian und Barit unter bestimmten Bedingungen schwer oder unlösliche Verbindungen, sogenannte „Saccarate“ zu bilden, wurde schon im ersten Abschnitte besprochen. Trägt man in erhitzte Melasse soviel kristallisiertes Strontiumhydrat ein, daß auf 1 Teil Zucker in der Melasse 2½ Teile Strontiumhydrat kommen, so scheidet sich Bistrontiumsaccharat aus. Man trennt es nun von der Mutterlauge durch Filtration über Nutschfilter, worauf man den Niederschlag mit einer 12 bis 14% Strontiumhydroxyd enthaltenden, siedenden Lösung wäscht.

Das Strontiumbisaccharat ist nur in der Siedehitze beständig. Bei niederen Temperaturen zerfällt es in seine Bestandteile, bzw. in Zucker und Strontiumhydroxyd. Dies wird erreicht, indem man das Bisaccharat in einen Kühlraum bringt, dessen Temperatur unter 10° liegt. Es entsteht eine Strontiumhydroxyd enthaltende Zuckerlösung, gleichzeitig kristallisiert auch Strontiumhydroxyd aus. Diese Kristallmasse wird auf Sieben und in Zentrifugen von der zuckerhaltigen Lösung getrennt und mit etwas Wasser gedeckt, die Strontiumhydroxydkristalle werden dann wieder zur Abscheidung des Bisaccharats aus Melasse verwendet.

Die zuckerhaltige Lösung wird in Saturateuren mit Kohlensäure geschieden, wobei sich kohlensaures Strontium abscheidet. Die Kohlensäure stammt aus den Strontianöfen, in denen — genau wie im Kalkofen der Kalk — das Strontian aus kohlensaurem Strontium durch Brennen dargestellt wird. Saft und Niederschlag werden dann in Schlammpressen gesondert, der Schlamm mit Wasser ausgefüßt und die Zuckerlösung nach abermaliger Saturation verdampft und verfocht.

Auch das in der Mutterlauge und den Waschlösungen enthaltene Strontium wird wieder gewonnen, in kohlensaures

Strontium übergeführt und gebrannt, so daß ebenso wie der Saturationschlamm das Strontium in einem steten Kreislaufe begriffen ist.

3. Das Ausscheideverfahren nach Steffen.

Das Steffen'sche Melasseentzuckerungsverfahren beruht auf der Bildung von Trifalziumsaccharat. Trägt man fein gepulverten Abkalk in eine verdünnte Melasselösung unter Umrühren und Abkühlen ein, so scheidet sich Trifalziumsaccharat ab. Zumeist wird es nicht gesondert weiter verarbeitet, sondern mit Dünnsaft gemischt, wodurch es in Monofalziumsaccharat und Kalkhydrat zerfällt, die man dem Rohsaft bei der Scheidung zusetzt.

Weil die Temperatur bei der Fällung der Melasse mit Kalk 20° nicht übersteigen darf, wird zu diesem Verfahren viel Kühlwasser verbraucht, auch ist die Menge der Abfallaugen sehr bedeutend, sie beträgt das acht- bis zehnfache der verarbeiteten Melasse. Die Abfallaugen enthalten den gesamten Stickstoff der Melasse und außerdem reichliche Mengen von Kali und sind daher im eingedickten Zustande als Düngemittel zu gebrauchen, wozu allerdings bemerkt sei, daß der Stickstoff in organischer Form vorliegt und erst im Boden nitrifiziert werden muß.

XI. Die Raffination.

Die Erörterung der Darstellung von Raffinade gehört strenge genommen nicht in ein die Rübenzuckerfabrikation handelndes Buch, da diese mit der Darstellung von Rohzucker oder „weißer Ware“ abschließt. Der Vollständigkeit wegen sei jedoch auch der weiteren Reinigung des Rohzuckers ein kurzer Abschnitt gewidmet, der freilich nur Andeutungen über das Wesen der Arbeit in den Raffinerien enthalten kann. Ausführliches hierüber ist in dem Werke von Ing. Wilhelm Grebinger: „Die Raffination des Zuckers“, Wien, A. Hartlebens Verlag, zu finden.

Dem in den Rohzuckerfabriken erzeugten Konsumzucker haftet stets, wenn auch in sehr geringem Maße, ein eigentümlicher.

seinen Ursprung verratender Geruch und Geschmack an, der zwar nicht immer sogleich hervortritt, aber den rein süßen Geschmack des vollkommen gereinigten Zuckers, wenn auch nur wenig, so doch merkbar beeinträchtigt. Dieser dem Rübenzucker eigentümliche Geschmack kann allerdings durch sehr sorgsame Arbeit ferngehalten werden, so daß man auch sehr brauchbare Konsumirare auf diese Weise erzeugen kann, doch bleibt die Umwandlung des Rohzuckers in sehr feine und reinschmeckende Verbrauchsware meist einer zweiten Reinigungs- oder Raffinierarbeit überlassen.

In den Raffinerien wird der Rohzucker (erstes und Nachprodukt) einer gründlichen Reinigung durch Affination, Auflösung und Filtration unterworfen und daraus dann durch Verkothen raffinierter Zucker gewonnen. Die Reinigungsmittel, deren man sich in den Raffinerien bedient, sind im wesentlichen die gleichen wie in den Rohzuckerfabriken, nur kommt hier die — früher in den Rohzuckerfabriken benützte, doch heute aus ihnen ganz verschwundene — Filtration über Knochenkohle hinzu, ein Verfahren, daß allerdings auch, zum Teile wenigstens, nicht mehr jene Bedeutung besitzt wie früher.

1. Das Affinieren.

Das Affinieren oder die Affination besteht im Waschen des Rohzuckers mit Zuckerlösungen oder durch Decken mit zersprühtem Wasser oder mit Dampf in den Zentrifugen, es beruht also auf den gleichen Voraussetzungen, die bei Besprechung der Darstellung des Kristallzuckers erörtert wurden. Die Ausführung der Affinierung geschieht auch in der gleichen Weise wie dort besprochen.

Anderes wird bei dem Steffenschen Wannenverfahren vorgegangen. Es besteht darin, daß die zu veredelnden Rohzucker mit mehreren gesättigten Zuckerlösungen von steigender Reinheit gewaschen werden. Dies geschieht in wannenartigen, unten abgerundeten, mit einem Abflusstrufen für die ablaufenden Decksirupe versehenen Gefäßen. Die Wannen besitzen Siebböden, auf denen der Zucker aufgeschichtet wird, sind drehbar, auf Geleisen verschiebbar und werden durch Rippen entleert.

2. Das Schmelzen oder Klären.

Nach der Affination wird aus dem affinierten Zucker durch Auflösen oder „Schmelzen“ die Kochkläre dargestellt, eine Zuckerlösung, die bei 80°C etwa 30°Bé besitzt. Gleichzeitig wird etwas Kalk zugegeben und zwar in solcher Menge, daß die Alkalität nach der Filtration über Spodium, wobei Kalk absorbiert wird, noch $0,001\%$ Kalk beträgt. Diese alkalische Reaktion muß dauernd beibehalten werden, weil sie den besten Schutz gegen Veränderungen, besonders gegen die Bildung von Invert-

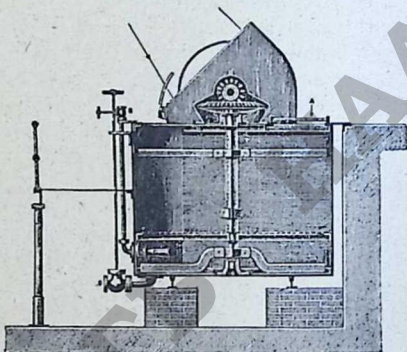


Abb. 52. Schmelzpfanne."

zucker in den Klären bildet, was bei den hohen Temperaturen, denen die Kläre ausgesetzt ist, sonst verhältnismäßig leicht eintreten kann. Allerdings ist eine höhere Alkalität nicht am Platze, weil ein Kalküberschuß dem Zucker einen rauhen Geschmack verleiht und auch zur Bräunung beim Verkochen Anlaß geben könnte. Manchmal wird an Stelle des Kalkes den Klären etwas Soda zugesetzt, um ihnen dauernde alkalische Reaktion zu verleihen, denn Natronsalze werden von der Knochenkohle nicht absorbiert.

Das Auflösen des affinierten Zuckers geschieht in den Auflöse- oder „Schmelzpfannen“, deren Einrichtung Abb.

52, gebaut von der Maschinenfabrik *Grebenroich*, veranschaulicht. Zum Auflösen der Affinade wird reines Wasser oder das Absüßwasser von den Spodiumfiltern benützt.

3. Das Filtrieren der Klären.

Um die Klären vollkommen blank zu erhalten und alle trübenden, mechanischen Verunreinigungen zu entfernen, werden sie filtriert. Dazu dienen die schon in einem früheren Abschnitte besprochenen mechanischen Filter verschiedener Einrichtung, wie Wellblechfilter, Sandfilter usw.

Neben dieser „mechanischen Filtration“ findet jedoch auch die Filtration über Knochenkohle statt, die man füglich — im Gegensatz zu dem allerdings nicht glücklichen Ausdrucke „mechanische Filtration“, — als „chemische Filtration“ bezeichnen könnte. Denn die Knochenkohle hält nicht nur mechanische Verunreinigungen zurück, sondern sie bewirkt auch eine Veränderung der Zusammensetzung der Klären, weil sie Bestandteile, besonders Salze, zurückhält und auch entfärbend wirkt.

Die Knochenkohle wird durch Mähen entfetteter Knochen unter Luftabschluß dargestellt, wobei die organische Substanz unter Kohlenstoffabscheidung zerfällt und sich der Kohlenstoff in ungemein feiner Verteilung auf dem anorganischen Knochengerüste niederschlägt. Er wird dadurch über einer sehr großen Oberfläche verteilt und darauf ist auch die Wirkung der Knochenkohle zurückzuführen. Sie bewirkt zwar chemische Veränderungen der Zusammensetzung der Säfte, doch nicht durch chemische, sondern nur durch physikalische Kräfte, durch die sogenannte Oberflächenwirkung, die hier, des Gefüges der Knochenkohle wegen, ganz besonders zur Geltung kommt. Besonders wichtig für die Raffination ist die sehr große Fähigkeit der Knochenkohle, gelöste Farbstoffe zurückzuhalten und dadurch entfärbend auf die Säfte zu wirken.

Die Filtration über Knochenkohle geschieht in mit etwa haselnußgroßen Knochenkohlestückchen gefüllten Spodiumfiltern, die bei einem Durchmesser von 0'5 bis 1 m eine Höhe von 4 bis 8 m besitzen. Abb. 53 veranschaulicht ein Spodiumfilter, gebaut von den Vereinigten Maschinenfabriken A. & B.

Es besteht aus einem hohen, vernieteten Blechzylinder, welcher auf einem gußeisernen, den Gefäßboden bildenden Fuße steht. Auf dem Boden sind Rippen angegossen, welche zur Unterstützung und Befestigung eines mehrteiligen Blechsiebes dienen, in der Bodenmitte ist eine Öffnung, an welche sich ein nach rückwärts gerichteter Ablassstutzen schließt. An den Zylinder ist unten auf der Vorderseite ein viereckiger Mannlochrahmen so angenietet, daß die Unterkante seiner Öffnung mit der Oberfläche des Siebes in gleichem Horizonte steht. Dieses Mannloch dient zur Einbringung des Siebes und eines auf dasselbe auszubreitenden Filtertextures und zur Entleerung des Filters. Oben ist der Zylinder mit einem Gußboden abgeschlossen,

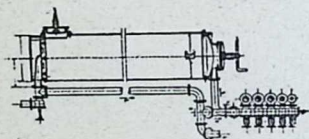


Abb. 53. Spodiumfilter.

welcher ein rundes, zum Einfüllen des Spodiums dienendes Mannloch, einen nach rückwärts gerichteten Rohrstutzen 5 für den Eintritt der Flüssigkeit und einen Abguß zur Anbringung eines Entlüftungs-

ventils besitzt. Die beiden Mannlöcher sind mit Gußdeckeln, Bügeln und zentralen Andruckschrauben unter Zuhilfenahme von Gummidichtungs-Ringen flüssigkeitsdicht abschließbar.

Das Spodiumfilter wird stets in mehreren Exemplaren zu einer Batterie kombiniert und mehrere solcher Batterien, für die Filtration verschiedener Flüssigkeiten, zu einer Filteranlage zusammengestellt. Wegen dieser Gesamtanlage sind Rohrleitungen für Dampf, Wasser und die verschiedenen Zuckerlösungen geführt und der Anschluß dieser Leitungen gegen jedes Filter mittels einer Kombination von Ventilen — dem sogenannten Filterständer — bewirkt.

Die Ventilsäule besitzt zu oberst ein Entlüftungsventil, darunter das Dampfventil mit Metallkegel, weiter das Wasser- und die Klärentile mit Kautschuk-Regeln, dann ein Ventil (bei 4) für den Eintritt der vorfiltrierten Flüssigkeit aus 3 und eine Anschlußflansche für den Übertritt der Flüssigkeiten (sowohl

der aus den Hauptleitungen, als der aus dem Übersteigrohr 1, 3 kommenden) gegen den Eintrittsstutzen 5 am Filter selbst.

Die zu filtrierende Flüssigkeit fließt aus dem betreffenden Hauptrohre, nach Öffnung des zugehörigen Ventiles im Filterständer, durch diesen und auf dem Wege 4, 5 in das erste Filter (rechts) — das Druckfilter — durchdringt das in diesem befindliche Spodium und steigt auf dem durch die Pfeile 1, 2, 3 angedeuteten Wege in den Filterständer des (links) nächsten Filters und aus diesem nach 4, 5 in dieses Filter selbst, um abermals nach abwärts durch das Spodium zu dringen usw.

Hat die Flüssigkeit durch diesen wiederholten Durchgang durch das Spodium die weitestgehende Entfärbung und vollkommene Klärung erfahren, so verläßt sie die Batterie durch das Übersetzungsrohr des zuletzt durchflossenen Filters in der Richtung der Pfeile 1, 2, 6 und tritt in einen über einer mehrfachen Rinne situirten Schwentkahn, welcher den Zweck hat, die gewöhnlich trüben Vorläufe von dem klaren Filtrate und von den, diesem folgenden Absüßwässern getrennt, in die verschiedenen Rinnen abzuführen. Die fortgesetzte Benützung der Filterbatterie hat zur Folge, daß das Spodium allmählich seine Wirksamkeit verliert. Dies tritt am frühesten beim ersten Filter ein, so daß man es ausschalten und die unfitrierte Flüssigkeit auf das zweite Filter (als 1 Glied der Reihe) leiten muß; gleichzeitig muß statt des letzten (dritten) Filters ein mit frischem Spodium gefülltes Reservefilter als neues, letztes eingeschaltet werden. Nach einer gewissen Zeit ist durch entsprechende Ventilstellung das ursprünglich dritte Filter zum ersten in der Reihe zu machen und gleichzeitig (bei einer nur 4gliedrigen Batterie) das mittlerweile entleerte und mit frischem Spodium beschickte, vormal's erste Filter als letztes einzuschalten usw. Dieser fortgesetzte Turnus der Filter (bezüglich Füllung, Filtration an erster bis dritter Seite, Absüßung, Entleerung und Reinigung) macht es nötig, bei den zu einer Batterie vereinigten Filtern stets das Übersteigrohr 1 des letzten Filters (links) mit dem Rohre 3 des ersten Filters (rechts) durch eine Rohrleitung zu verbinden. Außer den bisher erwähnten Armaturteilen besitzt jedes Filter am Unterende

des Übersteigrohres ein Ablassventil zur Entlassung des Kondenswassers (beim Ausdämpfen) bzw. des Waschwassers (beim Auswaschen des Filters).

Bevor man mit einem Filter zu arbeiten beginnt, wird es ausgedämpft, um die Knochenkohle zu erwärmen und die in den Poren sitzenden Gase auszutreiben.

Ist die absorbierende Kraft der Knochenkohle soweit gesunken, daß sie nicht mehr genügend wirksam ist, so wird das betreffende Filter ausgeschaltet und abgefüßt, um die darin enthaltene Kläre zu gewinnen. Das Abfüßwasser nimmt jedoch auch einen Teil der absorbierten Bestandteile wieder auf, und zwar um so mehr, je gründlicher abgefüßt wird. Man pflegt daher die Abfüßwässer zu trennen und bringt nur den durch das Abfüßwasser verdrängten ersten Ablauf wieder in die Auflösepfannen, das weitere Abfüßwasser dagegen in die Abfüßreserven und verwendet es am besten zum Auflösen von Nachprodukten. Weil diese Abfüßwässer sehr leicht in Gärung und Fäulnis übergehen, schützt man sie am besten dadurch, daß man ihre Temperatur dauernd etwas über 50° C erhält.

Während der Benützung in den Spodiumfiltern nimmt die Knochenkohle aus den Klären Kalk, Gips, organischen Nichtzucker und Farbstoffe auf, wodurch schließlich ihr Absorptionsvermögen soweit zurückgeht, daß es nicht mehr genügt. Zur Wiedererlangung des Absorptionsvermögens wird die Knochenkohle der Wiederbelebung unterzogen.

Die **Wiederbelebung** beruht auf der Entziehung und Zerstörung der in der Knochenkohle aufgespeicherten Stoffe und sie erfolgt teils durch trockene oder nasse Gärung, also durch Einleitung von Fäulnisvorgängen, wodurch die organischen Stoffe zerstört werden, teils durch Waschen und Kochen mit Sodaauflösung und mit Salzsäure. Die Sodaauflösung entfernt den Gips, bzw. sie wandelt ihn in kohlensauren Kalk um, die Salzsäure löst den Kalk auf. An Stelle der Gärung, die ebenso zeitraubend, wie lästig ist, wird gegenwärtig sehr häufig das Auskochen mit Ähnatronlauge benützt, wodurch die organischen Stoffe ebenfalls entfernt werden.

Nach jeder dieser Behandlungen wird das Spodium gründlich gewaschen, dann gedämpft, getrocknet und schließlich unter Luftabschluß geglüht. Die Einrichtung eines Glühofens zur Wiederbelebung der Knochenkohle veranschaulicht die Abb. 54; diese Ofenthpe wird von der Maschinenfabrik Grevenbroich gebaut.

Die Anordnung dieser Ofen ist derart, daß gewaschene Knochenkohle in Faloufiedarren vorgetrocknet und in Glührohren, die von Heizgasen umgeben sind, geglüht wird. Von hier gelangt die geglühte Kohle unmittelbar in die Kühlrohre und wird dann durch Abzugsschieber in darunter hängende Sammeltrichter abgezogen. Bei den Knochenkohlen-Glühöfen ist es sehr wesentlich, daß die Knochenkohle möglichst gleichmäßig abgezogen wird. Dies wird bei den Langenschen Ofen durch einen Schieber bewirkt, welcher mittels Hin- und Herbewegung die Knochenkohle durch Schlitzlöcher hindurchfallen läßt. Die Geschwindigkeit und die Hublänge des Schiebers ergibt die gewünschte Menge Kohle und die entsprechende Leistung des Ofens. Die größtmögliche Gleichmäßigkeit für die hier

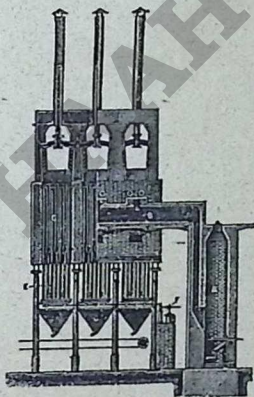


Abb. 54.

Knochenkohle-Glühofen.

erforderliche Bewegung ergibt sich in der Praxis nur durch eine unveränderliche Wassersäule, was sehr leicht durch einen Druckbehälter zu erreichen ist, weshalb ein Wassermotor der geeignetste für eine solche Anlage ist. Die häufig angewandte Generatorfeuerung hat gegenüber der direkten Feuerung eines jeden Ofens den großen Vorteil der einfacheren Bedienung und der Kohlenersparnis, wobei Flugasche zwischen den Retorten vollständig ausgeschlossen ist. Ebenfalls zeichnet ein gleichmäßigeres Erhitzen der Glührohre diese Generatorfeuerung der unmittelbaren Feuerung gegenüber aus. Die

durch den Schlot abziehenden Feuergase bestreichen vorher die Wände der Falousiedarren und trocknen die an diesen herabrieselnde nasse Kohle vor. Das gut verankerte Mauerwerk besteht, soweit es mit Heizgasen in Berührung kommt, aus Schamottsteinen.

In der Abbildung bedeutet A den Generator, B den Gaskanal, C die Glührohre, D die Falousiedarre, E die Stühlrohre, F den Wassermotor und G den Sammeltrichter.

4. Die Bodenarbeit.

Unter dem Ausdrucke „Bodenarbeit“ versteht man alle jene Maßnahmen, die zur Überführung der filtrierten Kläre in „Brote“ (die bekannten „Zuckerhüte“) nötig sind. Sie umfaßt daher ebenso das Verkochen der Klären, wie die Herstellung und Vollendung der Brote selbst. Bei der alten Bodenarbeit wurde die Füllmasse in die Brotformen gefüllt, darin kristallisieren gelassen und nun wurde jedes einzelne Brot auf der „Rutsche“ wiederholt gedeckt, bis es genügend rein und geschlossen war und schließlich adjustiert. Seit Einführung der Brotzentrifugen ist diese Arbeit wesentlich beschleunigt und vereinfacht worden. Zur Bodenarbeit gehört schließlich auch die Herstellung von Raffinade in anderen Formen, besonders als Würfelzucker, dann als Pilezucker, Kristallzucker, Kandiszucker und Mehlzucker (Farin).

Das Verkochen der Klären zu Füllmasse geschieht in ähnlicher Weise und unter Benützung ähnlicher Vakuen, die bei der Darstellung der Rohzuckerfüllmassen besprochen wurden. Doch besitzen die Raffinadevakuen eine abweichende Einrichtung, wie Abb. 55 zeigt. Sie veranschaulicht den von den Vereinigten Maschinenfabriken A.-G. gebauten Raffinade-Vakuu m a p p a r a t.

Der Raffinade-Vakuu m a p p a r a t dient zum Verkochen des filtrierten Zuckerklärsels auf Füllmasse für die Erzeugung von Broten, Würfeln, Pile oder Raffinerie-Kristallzucker und besteht aus einem vernieteten Eisenblech-Zylinder mit oberen und unteren kombinierten Blechböden. Der Oberboden hat eine Brüdenabzugöffnung, an welche sich der zylindrische Saftfänger

anschließt. Letzterer enthält ein Presssieb und einen Brüden-
austrittsstutzen. Unterhalb des Abzuges aus dem Vakuum-
raum befindet sich ein Dephlegmator. Der untere Apparat-
boden ist doppelwandig und bildet — von Heizdampf erfüllt —
einen Teil der Heizeinrichtung. Im Zentrum des Bodens
befindet sich die Ablassöffnung, welche von einem, auf schwenk-
barem Hebel sitzenden Ventiltiegel unter Zuhilfenahme einer
Anpreßvorrichtung verschlossen wird. Im Unterteile des Appa-
rates befindet sich das Heizsystem, welches aus nahtlosen
Messing- oder Stahlröhren be-
steht, die in zwei starke Rohr-
böden eingewalzt sind. Im
Zentrum dieser Rohre befindet
sich ein weiteres Zirkulations-
rohr, welches mit einem Borde
an den Oberboden und mit-
tels eines Winkelleisenringes an
den unteren Rohrboden genietet
ist. Am Mantel des Apparates
sind Gußprazen angenietet,
mittels welcher der Vakuum-
apparat in das Trägergerüste
eingehängt ist.

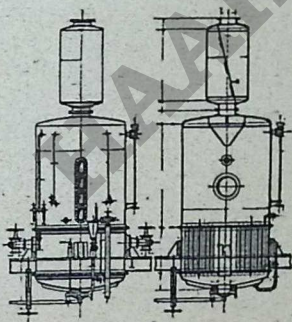


Abb. 55.

Raffinade-Vakuumapparat.

An Armatur besitzt der Appa-
rat 1 Mannloch mit Deckel,
1 Leuchtglas, 1 vierfaches, ovales Schauglas nebst Röhren und
Ventilen zum Abwaschen der Innenseiten dieser Gläser, 1 Luft-
einsaugventil mit verlängerter Spindel und Handrad, 1 Dampf-
ventil und 1 Wasserventil mit gemeinschaftlichem Steigrohre
zum Ausdampfen, beziehungsweise Auswaschen des Appa-
rates, 1 Butterhahn, 1 Vakuummeter, Hydrathermometer,
Probegahn, Kläre-Einzugsventil mit einem Blau-einzughahn,
1 Zuckermehl-Einsaugvorrichtung samt Trichter, 2 Ventile für
Retourndampf, 2 für direkten Heizdampf, 2 Retourklappen für
das Röhren-Heizsystem, 2 ebensolche für den Doppelboden und
je 1 Luft- bzw. Gasaustrittsventil für das Heizsystem und für
den geheizten Doppelboden.

Weil, wie erwähnt, die alte Bodenarbeit mit der Rutschbatterie und dem Decken der Brote, der darauffolgenden Trocknung ufm. heute fast allgemein durch die Herstellung der Zentrifugenbrote verdrängt wurde, übergehen wir deren Beschreibung, verweisen jedoch auf die ausführliche Darstellung in dem Werke *Gredingers* „Die Raffination des Zuckers“. Der Übergang zur Erzeugung der Zentrifugenbrote wird erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Fertigstellung eines Brotes bei der alten Bodenarbeit 5 bis 7 Tage währte, während in der Zentrifuge die Arbeit des Deckens, Rutschens und Stürzens in einer einzigen Operation durchgeführt wird und bei Großbrot 62 bis 65 Minuten, bei Kleinbrot nur 45 bis 48 Minuten erfordert, ganz abgesehen von anderen wesentlichen Vorteilen, vor allem von der Ersparnis an Platz. Endlich sei erwähnt, daß die Zentrifugenbrote auch dichter und fester sind, daß sich weit weniger Ausschuß und Abfall ergibt.

Das wesentliche der Herstellung der Zentrifugenbrote besteht darin, daß die mit Füllmasse gefüllten Formen, nachdem sie im warmen Füllhause langsam erkalteten und dann im kalten Füllhause ganz auskühlten, in Zentrifugen ausgeschleudert und gedeckt werden. Diese Zentrifugen besitzen eine besondere Bauart und fassen meist 16 Großbrote oder 30 Kleinbrote. Durch eine Verteilvorrichtung werden den vorher ausgedrehten Böden der mit den Spizen nach außen gelagerten Broten die Deckflären zugeführt, worauf schließlich die Brote trocken geschleudert werden. Dann werden die Formen gestürzt, die Brote herausgeschlagen, „gelöscht“ und den Broten durch Abbrechen der Spizen ein gefälliges Äußere erteilt. Nun gelangen die Brote nach den Trockenstuben, worauf, nach dem Trocknen, wenn die Brote klingend hart wurden, nochmals der Boden abgefräst und geebnet wird. Schließlich folgt das Verpacken.

Würfelzucker wird nach verschiedenen Verfahren dargestellt. Man unterscheidet „Preßwürfel“ und „gegossene“ oder „gewachsene“ Würfel. Die Preßwürfel wurden durch Pressung des in Zentrifugen geschleuderten Mehles mit einem Wassergehalte von 1 bis 3 % in besonderen Pressen hergestellt.

die gewachsenen Würfel aus der erstarrten Füllmasse erzeugt. Früher wurden die Brote in Platten und Streifen zerfägt und diese in Würfel zerknipst. Doch ergab sich dabei sehr viel Abfall und es traten verbesserte Verfahren an Stelle dieser Herstellungsweise, wie die Erzeugung von Preßwürfeln nach Pzilas und die Herstellung gegossener Würfel nach Schröder, Schreiber und Adant.

Wir müssen es uns auch hier versagen, die ebenso sinnreichen wie verwickelten Konstruktionen der Vorrichtungen zur Herstellung von Würfelzucker zu besprechen und verweisen neuerdings auf das Werk von Gredinger, wo alle diese Maschinen ausführlich beschrieben und abgebildet sind. Als ein Beispiel der Herstellung von Zuckerplatten in der Zentrifuge diene die Abb. 56, welche die Hübner-Schröder'sche Zentrifuge mit zwei aushebbaaren Einsatzstücken veranschaulicht.

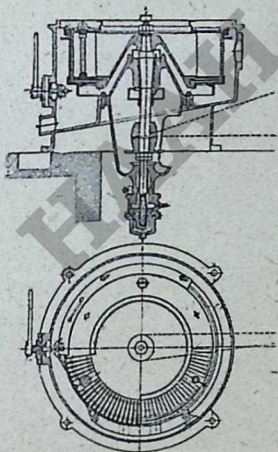


Abb. 56. Würfel-Zentrifuge.

Die Einlagen, in einer Einsatztrommel montiert, werden auf einmal mittelst eines Hebezeuges in die Zentrifuge eingelegt. Die Erzeugung der Zuckerplatten geschieht in der Weise, daß die langsam rotierende Zentrifugentrommel mit Füllmasse vermittlest eines Fahrtrichters gefüllt, Grünsirup abgeschleudert und zuerst mit heißer erster Kläre und darauf mit zweiter Kläre gedeckt wird. Die Zentrifuge wird sodann in schnelleren Gang gesetzt und trocken abgeschleudert.

Nach beendeter Arbeit wird die Einsatztrommel samt den Einlagen mittelst des Hebezeuges gehoben, auf den zugestellten Wagen gelegt und auf Geleisen zu der Ausladestelle geführt.

Die Platten werden herausgenommen, in den Trockenstuben nachgetrocknet, abgekühlt, gesägt und in Würfel geschlagen.

Die entleerten Einlagen werden auf dem Tische wieder zusammengefügt, in einem Waschreservoir gereinigt und zur weiteren Arbeit vorbereitet.

Weil zu jeder Zentrifuge 2 Garnituren Einlagen gehören, kann die zweite Garnitur, sobald die erste aus der Zentrifuge herausgehoben wird, sofort in die Trommel eingelegt werden, so daß die Zentrifuge fast kontinuierlich arbeitet und die Leistungsfähigkeit hierbei im höchsten Grade ausgenützt wird.

Die nach den verschiedenen Verfahren gewonnenen Platten werden dann in Streifen zerschnitten und zerknipst. Abb. 57 zeigt eine von der Maschinenfabrik in Grevenbroich gebaute Rangierknippsmaschine in Verbindung mit einer Streifensäge und einer Besäumsäge.

Pilézucker ist ein scharf gekochter, grob kristallinischer Zucker, der in Form von Segmenten oder in unregelmäßigen Stücken in den Handel kommt. Er wird häufig aus der zweiten oder dritten Kläre gekocht, wobei man auf einen Sud von 100 Meterzentner Füllmasse 120 g Ultramarinblau einzieht. Die scharf gekochte Füllmasse wird in Pilérefrigeranten abgelaßen und in den Pilézentrifugen heiß mit Dampf gedeckt.

Wird Kristallzucker in den Raffinerien erzeugt — seine Darstellung in Rohzuckerfabriken wurde schon besprochen — so wird er ebenfalls aus der zweiten oder dritten Kläre bereitet oder aus einem Gemenge beider dargestellt.

Kandiszucker besteht aus großen, gut ausgebildeten Kristallen von hoher Reinheit und Schönheit, die entweder farblos oder gelb bis braun gefärbt sind. Diese Färbung ist eine Erinnerung an die Zeit, wo Kandis nur aus Kolonialzucker dargestellt ward und durch die Beimengung von etwas Kolonialsirup einen besonderen Wohlgeschmack erhielt. Jetzt geschieht, weil die Raffineriemelasse ebenso unangenehm schmeckt wie die der Rohzuckerfabriken, die Färbung mit Zuckercouleur.

Zur Darstellung von Kandis verkocht man das sehr reine Klärfel bis zur schwachen Fadenprobe, erhitzt es auf 112 bis 115° C und läßt es dann in die aus Kupfer- oder Eisenblech ver-

fertigten Kandispotten ab. In diesen sind dünne Bindfaden gespannt, an denen sich während der sehr langsamen Abkühlung der Potten große, gut ausgebildete Kristalle ansetzen. Nach dem Abgießen des Sirups läßt man die Kristalle abtropfen und wäscht sie schließlich noch mit verdünntem Kaltwasser. Aus 100 kg Zucker werden 50 bis 60 kg Kandis erhalten; den Ab-
laufsirup verarbeitet man auf Melis, Würfel oder minderwertigen Kandis.

Meliszucker wird in kleinen Mengen aus den Abfällen der Brot- und Würfelzuckererzeugung, dann auch durch Vermahlung von Pile und von Sandzucker mit darauffolgendem Sieben (Sichten) des Zuckermehles hergestellt.

Alle Abläufe der Raffinerie, deren Quotient zwischen 72 bis 79% liegt und daher weder auf weiße Ware, noch zu Siruproh Zucker verarbeitet werden können, dienen zur Gewinnung von Nachprodukten. Ihre Darstellung, ebenso die Verarbeitung der Melasse erfolgt im wesentlichen nach den gleichen Verfahren, die wir im IX. und X. Abschnitte besprochen haben.

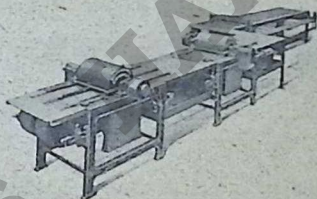


Abb. 57. Rangierknipsmaschine mit Streifensäge und Besäumsäge.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß man in neuerer Zeit mit vollem Erfolge bestrebt ist, auch aus den Raffinerien das teure Spodium durch andere Arbeitsweisen zu verdrängen, wie es schon in den Rohzuckerfabriken der Fall ist. Gänzlich ist dies allerdings noch nicht gelungen, doch konnte der Spodiumverbrauch wesentlich eingeschränkt werden. Das sehr schwierige der Arbeit ohne oder mit wenig Knochenkohle liegt in tadelloser Affination, außerdem bestehen verschiedene Verfahren, von denen wir das auch in der Praxis erprobte Raffinerieverfahren

von Soxhlet erwähnen. Er bedient sich zur Filtration und Reinigung der Klären einer aus Kieselgur und Holzschliffmehl bestehenden Filterschichte, die so engporig ist, daß nicht nur die Trübungen, sondern auch Mikroorganismen zurückgehalten werden.

XII. Die Abfälle der Rübenzuckerfabrikation.

Im Verlaufe der Rübenzuckerfabrikation ergeben sich verschiedene Abfälle, die hohen Wert als Futter oder als Düngemittel besitzen. Zu den ersteren gehören die Rübenblätter und -Köpfe und die ausgelaugten Diffusionschnitte; ferner auch die Melasse, soferne sie nicht entzuckert oder zur Erzeugung von Spiritus verwendet wird. Als Düngemittel wird der Scheidenschlamm herangezogen. Die Verwertung dieser Stoffe liegt nicht nur im Interesse des Zuckerfabrikanten selbst, sondern sie besitzt hohe volkswirtschaftliche Bedeutung, weil dadurch einerseits die Landwirtschaft mit hochwertigen Futtermitteln versorgt wird, andererseits der Boden zum Teile wenigstens jene Stoffe wieder ersetzt erhält, die ihm durch die Rübe entzogen wurden und in die Fabrik wanderten.

Neben diesen verwertbaren Abfällen verlassen jede Zuckerfabrik aber auch Abwässer, die so verunreinigt sind, daß sie nicht ohne Vorbehandlung in einen öffentlichen Wasserlauf eintreten können. Sie müssen daher zunächst einer Reinigung und Abkühlung unterzogen werden, ehe sie ohne sanitäre Bedenken wegfließen dürfen.

1. Rübenblätter und -Köpfe.

Die durch das Köpfen der Rüben gewonnenen Rübenköpfe mit den daran sitzenden Blättern bilden ein zwar wässriges, doch des immerhin ansehnlichen Gehaltes an Eiweißstoffen wegen wertvolles Futtermittel. Doch ist die Menge der abfallenden Masse so bedeutend — sie beträgt mindestens 200 Meterzentner vom Hektar — daß an die augenblickliche Verwertung nicht gedacht werden kann, um so weniger, als fast zur gleichen Zeit auch die Arbeit der Zuckerfabrik beginnt und von

dort ansehnliche Mengen ausgelaugter Schnitte abgestoßen werden.

Immerhin wird man in Rübenwirtschaften wenigstens einen Teil verfüttern, wobei jedoch wegen des Gehaltes der Blätter und Köpfe an Oxalsäure gewisse Vorsichtsmaßregeln am Platze sind. Die Oxalsäure wirkt, in zu großen Mengen in den Organismus der Tiere eingeführt, als Gift und bedingt die Auflösung der Kalksalze aus dem Knochengerüst, wodurch die Erscheinungen der Knochenweichheit auftreten. Man verfüttert daher die frischen Rübenblätter und -Köpfe nur in nicht zu großen Mengen und gibt außerdem noch etwa 100 g Schlammkreide auf je 100 kg frische Blätter, die der Hauptsache der Oxalsäure sind. Ihre Menge beträgt in der Trockensubstanz etwa 3 %.

Weil man aber, wie erwähnt, die Gesamtmenge der Blätter und Köpfe nicht verfüttern kann, muß man auf die Konservierung bedacht sein. Sie geschieht durch das *Einsäuern*, wobei man die auf einer Futterschneidemaschine zerkleinerte Masse in Gruben einstampft und der Säuerung überläßt. Mit diesem Vorgange sind jedoch, besonders wenn das Einsäuern in durchlässigen Gruben ausgeführt wird, erhebliche Verluste an Nährstoffen verbunden, die 30, selbst 40 % und darüber erreichen können. Oft wird das Einsäuern zusammen mit den ausgelaugten Schnitten durchgeführt. Auch die Trocknung der Köpfe und Blätter wurde empfohlen.

2. Ausgelaugte Rübenschnitte.

Die den Diffuseur verlassenden, ausgelaugten Rübenschnitte schießen in die Schnittegasse aus, werden nach der Baggergrube geschwenkt und von dort von einer *Hebevorrichtung* (Abb. 58, Konstruktion der Maschinenfabrik *Griebenbroich*) nach den Schnitkelpressen befördert. Die ausgelaugten Schnitte, denen durch den Diffusionsvorgang die Hauptmenge des Zuckers entzogen ward, wofür Wasser in die Zellen eindrang, enthalten nämlich im Mittel etwa 94 % Wasser und nur 6 % Trockensubstanz, also eine Wassermenge, die nicht nur den Transport sehr erschweren, sondern auch die Verfütterung

der großen, gleichzeitig von den Tieren aufgenommenen Flüssigkeitsmengen wegen schwierig gestalten würde.

Die **Klusemannsche Schnitzelpresse** veranschaulicht die Abb. 59.

Bei dieser Presse dreht sich eine konische, gußeiserne Preßspindel im Innern eines Zylinders aus perforiertem Bleche. Diese Preßspindel ist hohl und auf ihrem Umfange mit Schaufeln besetzt, welche infolge ihrer geneigten Stellung die von oben eintretenden Schnitte nach unten schieben. Die Schnitzel gelangen bei ihrer Abwärts-

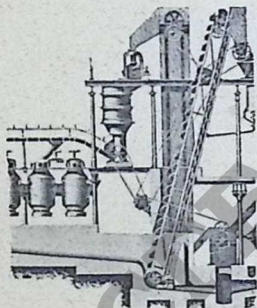


Abb. 58. Hebevorrichtung für ausgelaugte Schnitte.

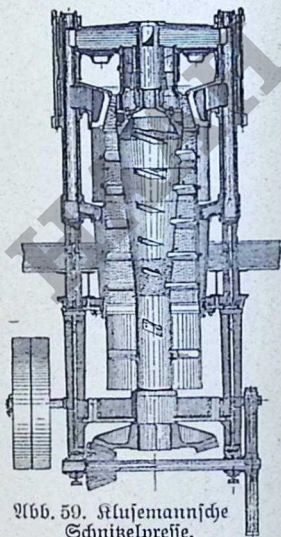


Abb. 59. Klusemannsche Schnitzelpresse.

bewegung infolge der konischen Form der Preßspindel in einen immer enger werdenden Raum und werden so zusammengepreßt. Das hiedurch freiwerdende Wasser läuft teils durch den Siebzylinder, teils durch die Löcher im Mantel der Preßspindel ab. Die gepreßten Schnitzel fallen aus der unteren Öffnung des Siebzylinders.

Der Antrieb der Presse geschieht durch ein Regelräder- und Stirnräderpaar, sowie durch Fest- und Losriemenscheibe.

Um den Grad der Abpressung regeln zu können, ist am unteren Ende der Pressspindel eine verschiebbare Platte angeordnet, welche mittels Schrauben höher oder tiefer gestellt werden kann.

Diese Klusemannsche Schnitzelpresse bedarf zu ihrer Aufstellung wenig Platz, und es kann durch sie mit Leichtigkeit der Trockensubstanzgehalt der ausgelaugten Schnitte auf 12 % erhöht werden.

Durch das Abpressen der Schnitte wird nicht nur Wasser entfernt, sondern im Presswasser gehen auch Nährstoffe verloren. Daher darf der Grad der Erwärmung nicht zu weit getrieben werden, er richtet sich im allgemeinen nach der späteren Verwendung der Schnitte, also danach, ob sie verfüttert, eingefäuert oder getrocknet werden sollen. In den ersten beiden Fällen wird man auf ungefähr 10 % Trockensubstanz abpressen, im dritten dagegen, besonders bei hohen Brennstoffpreisen, auf etwa 15 %.

Das von den Pressen ablaufende Wasser ist nichts weniger als rein. Außer den erwähnten gelösten Stoffen enthält es auch zerrissene Schnitte, Pülpe, Fasern usw. beigemengt, die als Substanzverluste eine Rolle spielen. Man hat daher vorgeschlagen, die Presswässer wieder auf die Diffusionsbatterie zurückzunehmen und zum Auschießenlassen zu verwenden oder man läßt sie über einen Schnitte- und Pülpefänger gehen, wobei die Beimengungen durch Siebe zurückgehalten werden.

Der Menge nach betragen die ausgelaugten Schnitte etwa 35 bis 50 % vom Gewichte der verarbeiteten Rübe. Die Zusammensetzung schwankt je nach Rübenmaterial, Arbeitsweise und dem Grade der Abpressung. Nach St i f t*) bewegt sie sich etwa innerhalb der folgenden Grenzen:

Wasser	83.38 bis 91.71 %
Eitweiß	0.69 „ 1.44 %
Anderer stickstoffhaltige Stoffe	0.06 „ 0.10 %

*) Der Zuckerriibebau und die Fabrikation des Rübenzuckers. Von Konsulent A. St i f t und Ing. W. Gredinger. A. Hartlebens Verlag.

Rohfett	0.03 bis	0.11 %
Stickstofffreie Extraktstoffe	5.68 „	10.74 %
Rohfaser	1.50 „	3.82 %
Reinasche	0.30 „	0.62 %
Sand	0.01 „	0.06 %

Das E i n s ä u e r n der Schnitte geschieht so, wie wir es für das Einsäuern der Blätter und Köpfe skizzierten. Wenn das Einsäuern nicht etwa durch fehlerhafte Manipulation mißlingt, erhält man ein haltbares, sehr gutes und bekömmliches Futtermittel, doch sind mit dem Einsäuern stets namhafte Verluste verbunden, selbst dann, wenn man es in zementierten, undurchlässigen Gruben durchführt.

Die T r o c k n u n g der S c h n i t t e besitzt daher die größte Bedeutung, weil hier nicht nur alle Verluste vermieden sind, sondern auch ein unbegrenzt haltbares Dauerfutter erzeugt wird, bei dessen Verfütterung der Nachteil der Schnittefütterung, sehr große Wassermengen mit verabreichen zu müssen, weitgehend eingeschränkt ist.

Das Trocknen der auch nach dem Auspressen sehr wasserreichen Schnitte kann, soll es wirtschaftlich sein, nur mit Hilfe besonderer Apparate geschehen, die sich in zwei Typen unterscheiden lassen: Trocknung mit Feuerungsgasen und Trocknung mit Dampf. Nach dem ersten Verfahren arbeiten die bekannten Trockenapparate von B ü t t n e r & M e h e r, nach dem zweiten die S p e r b e r s c h e n Dampftrockenapparate.

In dem B ü t t n e r s c h e n T r o c k e n a p p a r a t e (Abb. 60) werden die nassen Schnitte im Gleichstrom mit den mit einer Temperatur von 800 bis 1000 Grad in den Apparat eintretenden Feuerungsgasen durch Rührvorrichtungen weiter geführt. Die lebhafte Wasserverdampfung an der Oberfläche und im Inneren der Schnitte verhindert, daß sie höher als auf 100 Grad erhitzt werden, daher werden sie weder verbrannt, noch verkohlt.

Es kam nun aber auch darauf an, ein g l e i c h m ä ß i g e s Produkt zu erzielen, d. h. zu verhindern, daß auch mangelhaft getrocknete Schnitzel den Apparat verließen. Dies ist dadurch

erreicht, daß im Apparat selbst eine Sichtung der bereits getrockneten von den nassen Schnitzeln vorgenommen wird und zwar durch das Gegeneinanderwirken einerseits des Luftstromes und anderseits von Transportschaukeln. Der Luftstrom trägt die Schnitzel stetig dem Ausgange zu; er wirkt aber naturgemäß auf die getrockneten und deshalb leichteren Schnitzel stärker, als auf die feuchten, schweren. Die letzteren werden durch die Transportschaukeln stetig zurückbewegt und können dem Luftstrom erst folgen, sobald auch sie getrocknet sind.

Die Apparate werden in verschiedener Ausführung hergestellt und lassen sich ganz den örtlichen Verhältnissen anpassen; bei beschränkter Grundfläche wird am besten ein Stagenapparat, und wo man Gewicht auf ein niedriges Gebäude legt, wird ein Horizontalapparat gewählt.

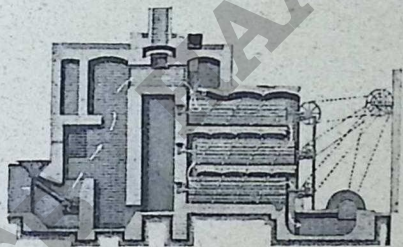


Abb. 60. Büttner'scher Trockenapparat.

Die Einrichtung des Stagenapparates ist folgende:

In drei übereinander liegenden Etagen sind Reihen von Wendern angeordnet, die am Umfange mit den erwähnten Transportschaukeln besetzt sind. Die nassen Schnitzel werden der obersten Etage an derselben Stelle zugeführt, wo der heiße Luftstrom eintritt. Sie durchwandern den Apparat von oben nach unten parallel mit dem Luftstrom und werden unten in trockenem Zustande durch eine Schnecke herausgezogen und durch den Trockenschnitzelelevator gehoben.

Der Horizontalapparat hat folgende Einrichtung:

In hintereinander liegenden Kammern sind Reihen von Wendern angeordnet, die am Umfange in oben beschriebener Weise mit Transportschaukeln besetzt sind. Die nassen Schnitzel

werden den Wendern der vordersten Kammer an derselben Stelle zugeführt, wo der heiße Luftstrom eintritt. Sie durchwandern den Apparat von vorn nach hinten parallel mit dem Luftstrom und werden hinten in trockenem Zustande durch eine Schnecke herausgezogen und durch den Trockenschnekelevator gehoben.

Das Feuer ist bei beiden Apparaten in besonders kräftig armierten Umfassungswänden vor oder über dem Trockenapparat angebracht. Die Anordnung der Feuerung über dem Trockenapparat hat sich vorzüglich bewährt und kommt bei allen Neuanlagen ausschließlich zur Anwendung. Zur rauchfreien Verbrennung und zur Absonderung von Flugasche sind besondere, gut bewährte Einrichtungen getroffen. Ein starker Ventilator sorgt für ein helles Feuer und einen kräftigen, den Apparat durchziehenden Luftstrom.

Die Bedienung des Apparates ist sehr einfach. Sie beschränkt sich auf die Beheizung und Beobachtung des richtigen Feuchtigkeitsgehaltes und hierfür sind selbst bei Apparaten, welche die Produktion von 600 Meterzentnern Rüben verarbeiten, nur zwei Arbeiter erforderlich.

Hinsichtlich der Einrichtung der Dampftrockenanlagen sei auf das eingangs angeführte Werk von St i f t = G r e d i n g e r verwiesen. Die Zusammensetzung der nach beiden Verfahren getrockneten Schnitte schwankt nach St i f t etwa innerhalb der folgenden Grenzen:

	Mit Feuerungsgasen getrocknet		Mit Dampf	
Wasser	4.19 bis	15.80 %	8.36 bis	11.76 %
Einweiß	4.50 "	8.81 %	6.69 "	10.25 %
Amido	0.06 "	1.31 %	0.12 "	0.25 %
Rohfett	0.22 "	1.80 %	0.51 "	1.15 %
Stickstofffreie Extrakt-				
stoffe	47.70 "	62.73 %	55.14 "	60.64 %
Rohfaser	13.60 "	22.84 %	18.45 "	21.60 %
Reinasche	2.63 "	5.96 %	3.18 "	4.97 %
Sand	0.02 "	2.94 %	0.04 "	1.13 %

Jrgend welche belangreiche Unterschiede sind aus diesen Zahlen nicht zu entnehmen.

3. Der Saturationschlamm.

Der in den Schlammpressen entsaftete und abgeföhte Schlamm besteht der Hauptsache nach aus kohlenurem Kalk und enthält außerdem wechselnde Mengen unveränderten Kalks, dann organische Stoffe, die zum Teil stickstoffhaltig sind, endlich Kalk und Phosphorsäure. Seine Zusammensetzung schwankt nach S t i f t etwa innerhalb der folgenden Werte:

Wasser	30.08 bis 59.31	%
Kohlenurem Kalk . .	23.60 "	50.00 %
Kalk	0.10 "	1.51 %
Kali	0.04 "	0.40 %
Stickstoff	0.12 "	0.41 %
Phosphorsäure . . .	0.50 "	2.22 %
Organische Stoffe . .	7.11 "	12.10 %

Der Saturationschlamm dient als Düngemittel, doch kommt angesichts des verhältnismäßig geringen Gehalts an Pflanzennährstoffen diese Wirkung weniger in Betracht, als auf gewissen Bodenarten die die Bodenbeschaffenheit verbessernde Wirkung einer Kalddngung überhaupt.

4. Die Abwer.

Die Menge der Abwer einer Zuckerrabrik ist stets sehr bedeutend. Sie betragen nach einer älteren Zusammenstellung von L i c h o w i t z e r für je 100 kg verarbeitete Rübe etwa:

Rübenschwemme und Rbentwsche	525	kg
Abkühlung der Pumpen und Kondensation	325	"
Diffusions- und Druckwasser	145	"
Schnitzeltransporteur	5	"
Kohlenuremwsche	10	"
Generatorwasser	2	"
Schnitzelwasser	25	"
Zur Kalkmilchbereitung	29	"
Waschen der Filttertcher und Reinigung	5	"

Feststehende Zahlen lassen sich nicht angeben, weil die Wassermenge sehr von der Arbeitsweise abhängt und bei sparsamer Verwendung durch Rückführung gewisser Wässer in den Betrieb wesentlich eingeschränkt werden kann. Immerhin ergeben sich in jeder Fabrik schließlich ansehnliche, aus der Fabrik zu entfernende Wassermengen, von denen viele der Verunreinigung wegen nicht sofort ohne Vorreinigung weggfließen dürfen.

Die Reinigung besteht zum Zwecke der Absonderung des Schlammes und Schmutzes in Einleiten in Absetzgruben oder in Klärteiche, die für 1000 Meterzentner verarbeitete Rübe eine Oberfläche von 1000 m² benötigen. Wo die Anlage so großer Teiche nicht möglich ist, muß häufig zur chemischen Reinigung gegriffen werden. Sie besteht zumeist im Zusage von Kalk und Eisenchlorid. Es wird voluminöses Eisenoxydhydrat ausgefällt, wodurch die Verunreinigungen zu Boden gerissen werden, außerdem bildet die alkalische, durch den Kalkzusatz verursachte Reaktion einen Schutz gegen die zerstörende Tätigkeit von Mikroorganismen.

5. Die Melasse.

Die Entzuckerung der Melasse wurde schon besprochen und auch auf ihre Verwendung zur Spiritusfabrikation hingewiesen. Es sei daher nur noch erwähnt, daß die Melasse auch ein ebenso vortreffliches, wie wertvolles Futtermittel ist, das allerdings nur in nicht zu großen Mengen und unter Einhaltung gewisser Vorsichtsmaßregeln verfüttert werden kann. Ihr Futterwert beruht ausschließlich auf dem ansehnlichen Gehalte an Zucker. Die stickstoffhaltigen Bestandteile spielen, weil der Stickstoff nicht in Form von Eiweiß vorliegt, so gut wie keine Rolle.

Die bei der Verarbeitung der Melasse zu Spiritus erübrigende Melasseschlempe wird getrocknet, verkohlt und aus der Schlemmkohle kohlensaures Kalium dargestellt, wobei man nach neueren Verfahren auch den Stickstoffgehalt der Schlempe nutzbar zu machen bestrebt ist.

Sachverzeichnis.

- Abfälle der Zuckerfabri-
 kation 198.
 Abflussirup 170.
 Abfüßen 79.
 Abwässer 205.
 Affinieren 185.
 Aschenrendement 161.
 Astfalk 102.
 Ausdämpfen des Sandes
 95.
 Ausgelaugte Rüben-
 schnitte 199.
 — Hebevorrichtung 199.
 Auskochen der Füllmasse
 139.
 Ausscheideverfahren 184.
 Ausfüßen 94.
 Auskochen des Saftes 87.
 Balling'sche Spin del 19.
 Bodenarbeit 192.
 Brienpumpen 131.
 Brühdiffusion 52.
 Dachfilter 69.
 Dampf trodenapparate
 für Schnitte 204.
 Danzenbergs Schläuche
 135.
 Deciläre 165.
 Didjast 131.
 Diffuseure 42.
 Diffusion 37.
 Diffusionsverfahren 39,
 49.
 Diffusionsbatterie 41.
 Eingehängte Zentrifuge
 149.
 Einsäuern der Schnitte
 202.
 Erstprodukt 156.
 Fehling'sche Lösung 25.
 Fertigkochen des Saftes
 139.
 Filtration 76.
 Filtrieren der Klären
 187.
 Füllmasse 141.
 Gegenstrom-Konden-
 sator 129.
 Gleichstrom-Konden-
 sator 129.
 Gollermesser 34, 36.
 Granulatoren 165.
 Grünirup 145.
 Hampl-Zentrifuge 150.
 Indilatverfahren 101.
 Invertzucker 22.
 Kalklösch-Apparate 108.
 Kalkmilch 61.
 Kalkmilchgefäß 66.
 Kalkmilchsecheidung 62,
 64.
 Kalkmilchzusatz 63.
 Kalkofen 103.
 Kammernpressen 77.
 Kandiszucker 196.
 Kasterfilter 90.
 Kestner-Apparat 123.
 Knochenohle 187.
 Knochenohle-Ofenhofen
 191.
 Knoten 158.
 Kochmaische-Apparate
 175.
 Kochprozeß 136.
 Kohlensäure 102.
 Kohlensäure-Laveur
 105.
 Kohlensäurepumpe 106.
 Kolonialzucker 5.
 Kondensatoren 126.
 Konsumzucker 161.
 Kornbildung 138.
 Kornkochen 138.
 Körting'sche Düsen 127.
 Kristallisation 174.
 Kristallifator 175.
 Kristallzucker 162.
 Kühlung der Füllmasse
 142.
 Liegender Vakuum 134.
 Luftpumpen 126.
 Luftverdünnung 115,
 125.
 Ohr-Vakuumapparat
 133.
 Maischmaschinen 142.
 Mammutpumpe 29.
 Malagense 64.
 Magerationsverfahren
 38.
 Mechanische Filter 89.
 Mehlszucker 197.
 Melasse 179, 206.
 Melasse-Entzuckerung
 180.
 Melasse-Verarbeitung
 auf Spiritus 206.
 Milchsucker 22.
 Mittelsaft 131.
 Nachprodukte 156.
 Nachprodukt-Vakuum
 170.
 Niederdruckfilter 82.
 Osmoseapparate 182.
 Osmoseverfahren 181.
 Parallels trom-Konden-
 sator 128.
 Perfekt-Refrigeranten
 178.

Bilezucker 162, 166.
 Preßdiffusion 53.
 Pülpefänger 57.
 Raffinade 161.
 Raffinade-Vakuum-
 apparat 193.
 Raffination 184.
 Raffinose 26.
 Rahmenfilterpressen
 78.
 RangierInipßmaschine
 196.
 Refrigeranten 144.
 Rendement 145, 161.
 Rohsaft-Analysen 56.
 Rohsaftantwärmer 59.
 Rohsaftvorwärmer 60.
 Rohsaftmeßgefäße 46.
 Rohzucker-Sortier- und
 Kühlaparat 159.
 Rohzucker 3.
 Rottermann'scher Ver-
 teiler 73.
 Rohzucker 156.
 Rübenblätter und -köpfe
 198.
 Rübenscheidemaschinen
 35.
 Rübenschnitte 33.
 Rübenschwemmen 27.
 Rübenwaschmaschinen
 31.
 Rübenzucker, Geschichte
 des 5.
 Russische Dampfdecke
 163.
 Saccharale 25.
 Saccharose 22.
 Saftfänger 119.
 Saftgewinnung 26.
 Saftreinigung 55, 98.

Saftreinigung durch
 Elektrizität 102.
 Sandfilter 92.
 Sandinjektor 97.
 Sandzucker 162.
 Saturation 71, 87.
 Saturateure 72.
 Saturationspfannen 72.
 Saturationszschlamm
 205.
 Saturateur für schwefe-
 lige Säure 86.
 Scheidepfannen 64.
 Scheidung 62.
 Schlammpressen 77.
 Schlammumpfen 77.
 Schleudertrommeln
 145.
 Schmelzen der Klären
 186.
 Schmelzpfanne 187.
 Schneedentransporteure
 29.
 Schneide- oder Schnißel-
 maschinen 33.
 Schnelldiffusion 51.
 Schnellstrom- Vor-
 wärmer 99.
 Schnißelpresse 200.
 Schüttelrinne 156.
 Schüttelsiebe 158.
 Schwefelige Säure 85.
 Schwefelofen 110.
 Schwerlöcher 140.
 Schwimmerkästen 131.
 Sirup 170.
 Siruptrennvorrichtung
 167.
 Spodium 187.
 Spodiumfilter 185.
 Stehende Zentrifuge
 147.

Steinfänger 32.
 Strontianverfahren 183.
 Traubenzucker 22.
 Trockenapparat für
 Schnitte 203.
 Trockenscheidung 70.
 Trocknung der Schnitte
 202.
 Trommelsiebe 158.
 Vakuumapparate 132.
 Verdampfapparate 116.
 Verdampfen 112.
 Verlöcher 137.
 Verlöcher des Dickstoffes
 132.
 Vierkörperapparat 122.
 Waschen des Sandes 96.
 Waschmaschinen 30, 80.
 Weston-Zentrifuge, 152.
 Wiederbelebung der
 Knochenöhle 190.
 Würfel-Zentrifuge 195.
 Würfelzucker 194.
 Zentrifugen 146.
 Zentrifugenbrote 194.
 Zentrifugentypen 154.
 Zentrifugieren der Füll-
 masse 145.
 Zucker-Sortier- und
 Trockenapparat 164.
 Zuckerarten 21.
 Zuckerbrote (-hüte) 192
 Zuckerröhre 3.
 Zuckerrübe 9.
 — Bestandteile 18.
 — Ernte und Einmieten
 17.
 —, Krankheiten und
 Schädlinge 16.
 —, Kultur der, 12.
 Zuckerverluste 140.