

Bekanntmachung betreffs Oktoberbeitrages siehe Seite 496.

Fortschritte auf dem Gebiete des Zuckers seit 1912.

Von G. BARTSCH.

Institut f. Zuckerindustrie, Berlin.

(Eingeg. 27./5. 1923.)

I. Rübenzucker.

1. Landwirtschaftliches.

Der Zucker wird auf dem Felde erzeugt und in der Fabrik hergestellt, daher sind die meisten Fortschritte zur Erhaltung höherer Zuckerausbauten vom Hektar Land nur von einem verbesserten Rübenanbau zu erwarten. In dieser Richtung sind gute Fortschritte zu verzeichnen. In 1871—1880 wurden zu 1 kg Rohzucker 11,61 kg Rüben benötigt, 1918 aber brauchte man nur noch 6,44 kg. Zum guten Anbau gehört ein guter Rübensamen, dieser ist durch sorgfältige Familienzüchtung einzelner zuckerreicher Rüben erhalten worden. Um die Rübenkerne widerstandsfähiger gegen Krankheiten zu machen, werden dieselben vor dem Aussetzen gebeizt. Stranák empfahl als Beize Perocid, ein Nebenprodukt des Monazitsandes, Jensen Vorkulturen mit Wasser, Hiltner konzentrierte Schwefelsäure, Bayer & Co., Leverkusen, Uspulun. Gegen Wurzelbrand hilft nach Krüger und Wimmer $\frac{1}{2}\%$ ige Karbolsäurelösung als Beize.

Die Hochzuchtfrühe ist gegen Frost widerstandsfähiger geworden als die in früheren Jahren gebauten. Nach Bartos widerstehen zuckerreichere Rüben Frost besser als zuckerärmere, auch besitzt der Frost eine gute Einwirkung auf das Schossen der Samenstengel. Eine halbstündige Abkühlung der Rübensamen auf -180° hatte nach Urban und Witek keinen schädlichen Einfluß, Trocknung der Rübensamen wirkt günstig auf das Gedeihen der daraus entwickelten Pflanzen ein. Rath empfiehlt den Anbau von Winterstecklingen zur Rübensamengewinnung, wodurch die Samenernte um 14 Tagen früher eintritt.

Die Bekämpfung der zahlreichen Feinde der Rübenpflanze hat Erfolge gezeitigt. Der Hauptfeind, die Nematoden, werden seit 1913 mehr als eine Begleiterscheinung denn als Ursache der Rübenmüdigkeit angesehen. Krüger empfiehlt als vorläufiges Mittel eine Überschußdüngung. Formaldehyd und Allylalkohol hatten für die Bekämpfung der Nematoden bessere Erfolge aufzuweisen als Schwefelkohlenstoff. Abfallerde mit Ätzkalk zu desinfizieren zeitigte mehr Erfolg als Schwefelkohlenstoff. Herzfeld veranlaßte Versuche zur Abtötung von Nematoden in Schlammteichen der Zuckerfabriken durch ununterbrochene Zuführung von Ätzkalklösung im Verhältnis von 6:1 während der Campagnedauer in diese Teiche. Dabei muß man die Einlaufstelle jeden Tag ändern, um eine gute Vermischung des Kalkes mit dem Schlamm zu erzielen. Kohlensaures Kalium als Düngung vermehrt die Nematoden, längere Chilesalpeterdüngung trägt nach Müller und Molz zur Rübenmüdigkeit bei. Zur Bekämpfung der Rotfäule empfiehlt Uzel Herausziehen der kranken Wurzeln, Kalkung der betreffenden umgegrabenen Erdstellen, Bodenentwässerung, Anbau von Pflanzen auf diesen Stellen, die der Rotfäule unzugänglich sind. Rotfaule Rüben sollten weder eingemietet noch auf Zucker verarbeitet oder verfüttert werden. Gegen die übrigen pflanzlichen und tierischen Feinde sind zahlreiche Mittel mit mehr oder weniger Erfolg erprobt worden.

Düngungsversuche haben in großer Zahl stattgefunden. Schulze fand, daß Mangandüngung zu erhöhter Wurzel- und Zuckerbildung anregt, Strohmer und Fallada wiesen auf die günstige Wirkung der Magnesia hin. Schneidewindt sieht im Chlorammonium und Natriumammoniumsulfat einen Ersatz für Ammoniumsulfat. Kalkstickstoff kann bei Trockenheit versagen, Kalk-, Norge- und Schlössingsalpeter sind dem Chilesalpeter gleichwertig, da sie aber hygroskopisch, sind sie weniger wert als dieser. Nach Markwort wirkt Kochsalz fördernd auf Menge und Güte der Rüben, wenn nicht zu große Kalimengen in der Düngung vorhanden, Natron kommt fast ausschließlich dem Blattwuchs zugute. Krüger warnt vor der Absicht Aereboes, Phosphorsäuredüngung unter den jetzigen Verhältnissen auszuschalten, und schlägt vor, Leguminosen zum Aufschließen des im Boden vorhandenen Phosphatvorrates anzubauen in Verbindung mit Viehhaltung, ausgedehnter Untersaat und Stoppelfruchtbau, Hebung der Bodenkultur und Verwertung deutscher Phosphatquellen. Die Verbesserung der Moor- und Sandkultur hat auch dem Rübenanbau Nutzen gebracht.

Angew. Chemie 1923. Nr. 66.

Die zur Bodenbearbeitung benutzten Ackergeräte sind fortdauernd verbessert worden, Motorpflüge sind zu den Dampfpflügen getreten. Den vom Verein der deutschen Zuckerindustrie 1912 ausgesetzten Preis für einen Rübenheber und -köpfer errang die Firma W. Siedersleben & Co., Bernburg. Versuche haben gezeigt, daß eine Standweite von 38—45 cm Reihentfernung und 16—30 cm in der Reihe den besten Ernterfolg ergibt.

Durch Anwendung von Feldbahnen, Motorwagen ist der Rüben-transport vom Felde nach den Abnahmestationen oder dem Fabrikhof in vielen Fällen erleichtert worden. Die Verwertung der abgeschnittenen Blätter und der Rübenköpfe hat weitere Fortschritte gemacht. 1913/14 betrug der Rübenanbau von 1 ha 31800 kg mit 16% Zuckergehalt. An Blättern und Köpfen verblieben dem Landwirt 15000 kg. Nach Kellner sind in 100 kg dieser Menge 7,8 kg Stärkewerte enthalten, und da 1 kg Stärkewert 0,235 kg Fett bei der Fütterung erwachsener Tiere erzeugt, so ist die Blätter- und Rübenköpfe fütterung von großer Bedeutung. Die Blätter und Köpfe werden nicht nur im grünen sondern auch getrockneten Zustande verfüttert, die Anzahl der Blättertrocknungen steigt ständig. Nach Kellner werden erst 25—35% dieser Mengen verwertet, während 80% angestrebt werden muß. Zaitscheck weist auf die Bedeutung des abgewelkten Rübenkrautes als Milchfutter hin, saure Rübenschnitzel erwiesen sich als das beste Kuhfutter, dann folgte abgewelktes Rübenkraut. Saures Rübenkraut an Stelle von Rübenschnitzeln kann als Kuhfutter nicht empfohlen werden.

Durch die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Fabriken ist die Verarbeitungs- und Erntezeit abgekürzt worden. Die Rüben-ernte beginnt meist Anfang Oktober und ist Ende November bis Mitte Dezember beendet. Dadurch gelangen die Rüben zuckerreich nach der Fabrik, brauchen nicht so viel eingemietet zu werden, erfrieren und verderben weniger. Die geernteten Rüben werden in vielen Fällen in größeren Mengen auf Annahmestationen oder auf dem Fabrikhof selbst gelagert, um immer Rüben für einen gleichmäßigen Betrieb zur Hand zu haben.

2. Fabrikbetrieb.

Infolge des Versailler Friedens und aus anderen Gründen ist die Anzahl der Zuckerfabriken von 341 (1918) auf 270 (1923) gesunken, die Zahl der Zuckerraffinerien beträgt 37. Während 1913/14 eine Fabrik durchschnittlich 3552 dz Rüben täglich verarbeitete, betrug diese Menge 1920/21 2493 dz.

Die durch die Bahn herankommenden Rüben werden jetzt meist von der „Elfa“ (Fälsche) durch Herauspritzen der Rüben aus den Wagen mittels starker Wasserstrahlen in die Schwemmen entladen, in einigen Fällen wendet man hierzu Waggonkipper an. Auch durch Greifer werden sie aus den Wagen herausgehoben und in anderen Fabriken schaufelt man dieselben noch, wie gewöhnlich, aus den Wagen durch Menschenkraft heraus. Das Herauspritzen mit Wasser besitzt den Vorteil, daß die Rüben dabei schon zum größten Teil von der anhängenden Erde befreit werden. Sollen die Rüben gelagert werden, so wirft man sie in größeren Haufen zusammen, in einigen Fabriken benutzt man dazu Schiebebühnen mit Elevatoren. Aus Kähnen werden die Rüben entweder mit Greifern herausgehoben, diese entleeren ihre Ladung in Silos, von denen die Rüben mittels Drahtseilbahn nach der Fabrik gebracht werden. In die Schwemmen sind zum Teil „Elfa“-Wasserspritzapparate derart eingebaut, daß ein Mann die Rüben in die Rinnen hineinspritzen kann. Das Spritzwasser dient zugleich als Schwemmwasser. Stellenweise werden auch die mit Fuhrwerken herankommenden Rüben durch Wasserspritzung entladen. Aus den Schwemmen werden die Rüben gewöhnlich durch Hubräder in die Rübenwäschen gehoben, in 66 Fabriken aber durch Preßluft (Mammutpumpe von Borsig, Beduwé-Apparat). Diese Apparate können auch zum Heben von Schmutzwasser und Schlamm benutzt werden. Die durch Preßluft gehobenen Rüben gelangen schon sehr gereinigt in die Wäsche, da sie in den Druckrohren sich aneinander reiben. Zum Abfangen von Steinen hat man mit Vorteil Steinfänger in die Schwemmenleitungen eingebaut.

Die Rübenwäschen sind verbessert worden, die am Boden befindlichen Steinfänger werden in einigen Fällen automatisch entleert. Kraut-, Stroh- und Rübenschwanzfänger haben sich bewährt, durch abgefangenes Kraut und Rübenschwänze ist das Futter vermehrt, und die Schnitzelmaschine entlastet worden. Die Reinigung des Abwassers

hat durch weitere Verfahren, wie das von Stenzel (Hefegärung), Fortschritte gemacht. Der Schlamm der Schlammteiche ist durch Preßluft und maschinell getriebene Bagger in einigen Fabriken aus den Teichen entfernt worden.

Automatische Wagen für reine Rüben sind in allen Fabriken im Gebrauch. 252 Fabriken entzuckern in Deutschland die Rüben durch das Diffusionsverfahren, 18 durch andere Verfahren. Vorbedingung einer guten Arbeit ist die Erzeugung tadelloser Schnitzel. Als gute Schnitzelmaschinen sind die von Perner und Paschen zu nennen. Die neueren Diffusionsgefäße haben geeignetere Formen und bessere Bodenverschlüsse erhalten, es sind nur noch solche mit unterer Entleerung vorhanden, denn nur mit diesen kann man heiß arbeiten. Über die beste Temperatur in der Diffusionsbatterie herrschen noch Meinungsverschiedenheiten. Das Diffusionsdruckwasser sollte 60–70° gehalten werden, um Gärungen zu vermeiden, in der Batterie soll man heiß besonders dann arbeiten, wenn das Preßwasser zurückgenommen wird (Herzfeld). Warmes Fallwasser der Kondensatoren wird stellenweise als Druckwasser benutzt. Die Ansichten über die Zweckmäßigkeit der Wasserrücknahme in die Diffusionsbatterie sind geteilt, vom wirtschaftlichen Standpunkt aber ist die Rücknahme zu empfehlen. 17 Fabriken arbeiten mit Rücknahme des Schnitzelpreßwassers. Dafür sind zum Abfangen der Pulpe gute Pulpefänger nötig. Die Rücknahme nach Claassen und Zscheye ist von Erfolg, sobald gute frische Schnitzel hergestellt, und die Pulpe mit den ausgelaugten Schnitzeln getrocknet wird (Herzfeld). Zum Einmischen der frischen Schnitzel im letzten Gefäß der Diffusionsrunde wird häufig heißer Rohsaft verwendet, der in einem Maischvorwärmer vorher erhitzt wurde. Ein guter Rohsaft soll pulpefrei sein, um Bildung von linksdrehenden Metapektinsäuren zu vermeiden. Gute Pulpefänger sind dafür von Babrowski, Joerning & Sauter gebaut worden.

In 12 Fabriken entzuckert man die Schnitzel durch das Brühverfahren von Steffen, in 3 durch das von Hyros-Rák. Herzfeld befand das Hyros-Rák-Verfahren, eine Preßdiffusion, die noch verbessert worden ist, als annähernden Erfolg für die Diffusion, während das Steffen-Verfahren eine absolute Zuckerauslaugung noch nicht ergeben hat. Das Steffen-Brühverfahren besteht darin, daß die zerkleinerten Zuckerrüben mit heißem Rübenrohsaft eingebrüht und darauf durch Abpressung in Preßsaft und Preßrückstände zerlegt werden. Der auf 60–100° erwärmte Preßsaft wird z. T. als Brühsaft wieder verwendet, er besitzt einen hohen Reinheitsquotienten. Die Preßrückstände, die mehr Zucker als ausgelaugte Diffusionsschnitzel enthalten, werden getrocknet und haben als Trockenschnitzel hohen Futterwert. Das Steffen-Verfahren wurde in der Zuckerfabrik Elsdorf in der Weise abgeändert, daß nach Anwärmung der Schnitzel im Brühtrog diese gebrühten Schnitzel in einer Schnitzelpresse leicht abgepreßt wurden, dann erst erfolgte die völlige Auslaugung in der Diffusionsbatterie. Die Diffusionsdauer wird dadurch auf ein Minimum eingeschränkt, das Steffen-Verfahren erscheint somit als eine gute Vorbereitung für die Diffusion.

Das Rapidverfahren von Raabe-Paschen ist eine kontinuierliche Diffusion, bei welcher frische Rübenschnitzel in der Schneidemaschine durch Dampf auf 85° erwärmt werden (Bosse-Verfahren); dadurch koaguliert das Eiweiß. Die so behandelten Schnitzel gelangen in die 23. Kammer des Auslaugeapparates, aus welcher, im Gegenstrom von Kammer 1 kommend, der Rohsaft mit 85° abgezogen wird. Dieser Rohsaft wird durch einen Pulpefänger entfasert. In die 1. Kammer fließt Wasser von 40°, in die 7. Preßwasser.

Die ausgelaugten Schnitzel aus der 1. Kammer werden abgepreßt und enthalten danach 0,7–0,8% Zucker, das erhaltene Preßwasser wird nach der 7. Kammer zum Auslaugen der Schnitzel gepumpt. Während zum Transport der Schnitzel in diesem Auslaugeapparat Rühr- und Überwerfarme benutzt werden, nimmt Philipp für seine kontinuierliche Diffusion (Obernjesa) Rührarme zur Fortbewegung der Schnitzel, welche dieselben von einer Mulde des Auslaugers zur andern werfen, während Wasser im Gegenstrom fließend den Zucker auslaugt. Dieser genannte Apparat hat die gleichen Erfolge wie das Rapidverfahren gehabt, die frischen Schnitzel werden auch hierbei durch 82–85° heißen Rohsaft eingemaischt, Abwässer gibt es nicht, da die Preßwasser zurückgenommen werden. Die Schnitzelpressen sind weiter verbessert, der Wassergehalt der abgepreßten Schnitzel erniedrigt worden. Dadurch ist der Kohlenverbrauch in der Schnitzeltrocknung heruntergegangen.

Die Schnitzeltrocknung hat große Fortschritte zu verzeichnen, 193 Fabriken besitzen solche Einrichtungen. Von diesen arbeiten 160 mit Apparaten von Büttner und Meyer, 18 Imperial, 15 Sperber, 12 Petry und Heckmann, 5 Mackensen und 13 mit solchen anderer Firmen. Claassen empfahl, auch Zuckerrüben in Büttner und Meyer-Apparaten zu trocknen. Dabei werden die Rüben

in Scheiben zerschnitten, die Eintrittstemperatur im Ofen soll 700 bis 800°, die Austrittstemperatur 100–120° betragen. Der Polarisationsverlust beträgt 1–1,5%, die Löslichkeit des Markes steigert sich beim Trocknen (Herzfeld). In normalen Zeiten ist ein Trocknen der Rüben unwirtschaftlich, aber verdorbene, angefaulte oder erkrankene Rüben sollten immer getrocknet werden. Während die meisten Trocknungsapparate Vorfeuerungen besitzen, benutzt die Imperial und Houillard-Trocknung Schornsteingase zum Trocknen, und Sperber Dampf. Claassen findet das Trocknen mit Abgasen unrationell, die Ventilatoren zum Absaugen brauchen viel Kraft, besser sei es, erst die Kesselanlage zu bessern, wenn die Abgastemperatur eine zu hohe ist.

Block schlägt die Verwendung von Brüden zum Trocknen vor. Die Vorfeuerungen sind durch Einbau von Wanderrosten (Fränkelfeuerung) verbessert worden, aber diese Verbesserungen werden durch die Verhältnisse, geeignete Kohlen dafür zu erhalten, oft unwirksam gemacht. Mit den Schnitzeln wird öfters Melasse zusammen angetrocknet.

Zum Anwärmen des Rohsaftes haben sich stehende Wärmer bewährt. In 140 Fabriken wird der Rohsaft durch Zusatz von Trockenkalk und in 130 Fabriken mit Kalkmilch geschieden. Drei Fabriken der letzteren setzen Saccharatmilch zum Rohsaft. Je nach Löslichkeitsfähigkeit des Kalkes beträgt die Scheide-Rührzeit 10 bis 20 Minuten. Die meisten Fabriken besitzen Rührgefäße zum Scheiden, nur in wenigen Fällen wird Kalk in der Saturation selbst zugesetzt. Die automatische Beschickung der Kalköfen mit Kalksteinen und Koks hat sich bewährt.

In der ersten Saturation wird Einzelsaturation immer noch einer stetigen vorgezogen, aber in der zweiten Saturation wird in 126 Fabriken schon stetig gearbeitet. Nach Claassen genügen 2 Kohlensäuresaturationen, falls eine gute Dicksaftsaturation vorhanden ist. Oft besitzen die Fabriken eine dritte Dünnsaftsaturation, in welcher der Saft mit Kohlensäure oder schwefliger Säure oder mit beiden Säuren saturiert wird. Eine Saturation mit schwefliger Säure verringert den Aschengehalt des Zuckers. 80 deutsche Fabriken arbeiten in dieser dritten Saturation mit schwefliger Säure, 9 mit Kohlensäure, 15 Fabriken saturieren den Mittelsaft der Verdampfstation, 114 den Dicksaft mit schwefliger Säure. In der dritten und Dicksaftsaturation wird meist stetig saturiert. Das Aufkochen der saturierten Säfte I auf 95°, II und III auf 100° hat sich als nötig erwiesen, um die Filtration besser zu gestalten, zur Anwärmung haben sich stehende Schnellstromwärmer gut bewährt.

Der I. und II. Schlammsaft wird immer noch durch Filterpressen geschickt. Die in Amerika eingeführten Genter- und Dorr-Schlamm-eindicker, d. s. Apparate, welche durch Absetzen des Schlammes diesen als Dickschlamm in den Oliver-Trommelfilter abpressen, haben bis jetzt in Deutschland nicht Eingang gefunden. Das Abstoßen der Filterpressen mittels Preßluft, wobei der Dünnsaft aus der vollen Presse dadurch herausgedrängt wird, gewinnt an Boden, da Wasser und Tücher gespart werden. Durch Anbringung einer zweiten Ablaufrinne und Neigung des Tropfbleches der Presse nach derselben, kann ablaufender Schmutzsaft abgefangen und in die Saturation zurückgeführt werden. Dadurch wird die folgende Saturation und Filtration entlastet. Die in Amerika viel verwandte Sweetland-Presse hat in Deutschland noch keine Anwendung gefunden, die derselben ähnliche Kelly-Presse haben einzelne Fabriken erprobt, ein Vorteil hat sich gegenüber einer guten Filterpresse nicht ergeben. Das in Amerika verwendete Oliver-Trommelfilter gleicht dem von Polysius hergestellten Trommelfilter und wird dort zum Abpressen von Dickschlamm und Saccharat verwendet. In Deutschland ist es noch nicht aufgestellt worden. Der Schlammsaft der dritten Saturation wird teils durch Filterpressen, teils durch Beutelfilter verschiedener Bauart und auch über Kies filtriert. Der Dicksaft wird in 11 Fabriken über Kies, in 53 über Holzwohle, in 49 über Sand, in 4 über Koks und in 4 Fabriken über Knochenkohle filtriert. Der Rest der Fabriken filtriert den Dicksaft leider nicht, trotzdem eine Filterung dringend erwünscht ist. Entfärbungsmittel haben in deutschen Fabriken mit Ausnahme der Knochenkohle, des Blankits und der schwefligen Säure wenig Eingang gefunden. Es werden allein 23 Entfärbungskohlen zur Entfärbung angepriesen, von denen Norit, Carboraffin, Darco, Carbrox, Eponit in größerem Maßstabe in ausländischen Weißzuckerfabriken und Raffinerien benutzt worden sind, ein Erfolg gegenüber Knochenkohle ist aber wohl noch nicht einwandfrei festgestellt, in deutschen Rübenzuckerfabriken sind Entfärbungskohlen noch nicht gebraucht worden.

Die von Riedl empfohlenen Zeolithe und die von Lotz vorgeschlagene Braunkohle (schon altbekannt) zur Saftreinigung haben keine Anwendung gefunden.

Die Fabriken mit mehrstufigen Verdampfanlagen nehmen an Zahl zu, 22 Fabriken besitzen 3 stufige, 33 3 stufige mit 1 Saftkocher,

8 3 stufige mit 2 Saftkochern, 59 4 stufige, 103 4 stufige mit 1 Saftkocher, 20 4 stufige mit 2 Saftkochern, 9 4 stufige mit 3 Saftkochern, 4 5 stufige mit 1 Saftkocher, 7 6 stufige Verdampfanlagen mit 2 Saftkochern. Eine Fabrik wird in diesem Jahre mit Druckverdampfung arbeiten. Verdampfapparate mit senkrechten Heizrohren von etwa 1,5 m Länge und niedrigem Saftstand haben sich bewährt, als Vorkocher finden häufig Kestner-Apparate mit 5—7 m langen Heizrohren vorteilhaft Verwendung. Claassen führte Temperaturmessungen von Kondenswässern der einzelnen Körper eines Vierkörper-Apparates aus und fand, daß die Temperaturen vom 1. Körper sich der Siedetemperatur des Saftes im Körper näherte, bei den übrigen Körpern lagen die Temperaturen zwischen denen des Heizdampfes und des kochenden Saftes. Grill bestätigte durch Versuche, daß 1 kg Dampf im 1. Körper praktisch 1 kg Wasser verdampft. Ob Rückleiter oder Pumpen für Kondenswasserableitung besser sind, streitet man sich noch, aber bei Wasser über 100° sind Rückleiter wirtschaftlich, bei solchem unter 100° aber unwirtschaftlich (Ulrich, Block). v. Lippmann warnt vor Anwendung bis zu 130° hoher Verdampfungstemperaturen besonders bei zu langer Dauer, da die dabei hergestellten Zucker gelb gefärbt und nicht raffinierbar würden. Diesem widerspricht Claassen, da seiner Meinung nach die Säfte zu kurze Zeit in dieser hohen Temperatur bleiben, und die Zuckerzerstörung bei richtig alkalisch gehaltenem Saft nicht groß sein kann. Bei der jetzt oft befürworteten Druckverdampfung, deren Auftreten aber schon in der Zuckerfabrik Novo Jankowa (Rußland) 1912 stattfand, arbeitet der Dreikörper-Verdampfapparat unter Druck, die Temperatur im Saftraum des 1. Körpers beträgt z. B. 122°, im 2. 112—114°, im 3. 102°. Der Dicksaft wird mit über 100° aus dem 3. Körper gezogen, saturiert und filtriert; er besitzt dann nach der Filtration die zum Verkochen geeignete Temperatur. Die Dampfkammer des 1. Körpers wird mit Rückdampf und reduziertem Kesseldampf von je 2 at gespeist, die Dampfmaschinen müssen also mit Dampf von 12—15 at getrieben werden, um Rückdampf von 2 at zu erhalten. Der Saftdampf vom 1. Körper heizt einen Saftvorwärmer und die Dampfkammer des 2. Körpers, der Saftdampf vom 2. Körper die Vakuumkochapparate und die Heizkammer des 3. Körpers, der Saftdampf vom 3. Körper alle Saftwärmer und einen Pufferkochapparat, worin der Restsaftdampf ausgenutzt wird. Eine Luftpumpe bedient den Vakuumkochapparat und den Pufferkörper, letzterer kocht bei 85°, die Kochtemperatur der Vakuumkocher wird so niedrig als möglich gehalten, um ein möglichst großes Wärmegefälle zu erhalten. In der Tschechoslowakei sind 7 solcher Anlagen vorhanden, beim Bau einer neuen Fabrik wird eine Druckverdampfanlage in erster Linie in Frage kommen wegen des niedrigen Dampfverbrauches von 40—45 kg gegen 60—50 kg für je 100 kg Rübenverarbeitung bei Verdampfanlagen, die mit Luftleere arbeiten.

Die Druckverdampfung erfordert also nur für den Pufferkörper und die Vakuumkocher Kondensator und eine Luftpumpe.

Immer mehr haben sich die verbesserten Hoch- und Niederdruck-Zentrifugalpumpen Geltung verschafft, auch die rotierenden Kapselluftpumpen. Entweder werden dieselben durch Motoren oder Riemen angetrieben. Eine Zentralluftpumpe hat sich in Rohrzuckerfabriken vorteilhafter bewährt als in Weißzuckerfabriken, wo eine Trennung der Verdampfstation von der Kochstation besser ist.

Die Vakuumkochapparate sind verbessert worden, solche mit Heizkammern mit stehenden kurzen Heizrohren von 90—100 mm Durchmesser, die durch Saftdämpfe beheizt werden, haben sich bewährt. Apparate mit Heizschlangen verschwinden in Deutschland immer mehr. Die Heizkammern werden in den meisten Fällen eingehängt gebaut, seltener sind dieselben durchgehend eingerichtet.

Es gibt auch Apparate mit zwei ineinanderliegenden Heizkammern, von denen die innengelegene stärker als die Außenkammer beheizt wird, ferner Apparate mit ringförmig ausgebildeten Heizelementen.

Liegende Apparate mit horizontal gelagerten Heizrohren arbeiten günstig, sobald die Rohre nicht zu lang sind. Die Kochapparate haben größere Durchmesser und höhere Steigräume als bestes Mittel gegen Überreißern erhalten. Nach Verkochen des Dicksaftes wird zum Schluß Ablauf zur besseren Entzuckerung des Dicksaftes und zum Verdünnen der Füllmasse zugezogen. Die Rücknahme des Ablaufes in die Scheidung hat fast ganz aufgehört.

Die Zahl der Weißzuckerfabriken (40) ist im Zunehmen begriffen. In diesen Fabriken wird auf die Herstellung guten Dicksaftes Wert gelegt. Neben Kristall-, Granulatzucker wird auch in diesen Fabriken Brotraffinade, gemahlene Raffinade, Melis und Würfelzucker hergestellt. 22 Weißzuckerfabriken machen noch Speisesirup und vier davon Kunsthonig. Gute Filtration aller Sirupe und Abläufe ist Vorbedingung für die Weißzuckerherstellung. Für diese Filtration haben sich Sand-

filter, Beutelfilter und Novakfilter ohne Tuchbezug bewährt. Um Weißzucker aus der Füllmasse zu erhalten, wird dieselbe in der Zentrifuge mit Wasser oder Dampf gedeckt. Im ersteren Falle wird der feuchte Weißzucker mittels Heißluft getrocknet, im letzteren der heiße Zucker abgekühlt. Für diese Zwecke sind eine Anzahl gut wirkender Deckapparate hergestellt worden; gut bewährt haben sich der Gleichstromgranulator von Büttner & Meyer und der Zuckerkühlturm von Holl.

Auf die bessere Kristallbildung ist mehr Sorgfalt verwendet worden, um die Raffination und Affination des Zuckers zu erleichtern. Ebenso ist auf die Behandlung der Füllmassen in den Maischen ein größerer Wert gelegt worden. Claassen fand, daß die Löslichkeit des Zuckers in Säften und Sirupen von der Temperatur, Menge und Art des Nichtzuckers abhängig ist. Die Kristallisationsfähigkeit aus unreinen Lösungen ist von der Temperatur und der Art der Nichtzuckerstoffe abhängig, aber unabhängig von der Sättigungszahl. Auf Grund von aufgestellten Tabellen gründete Claassen ein Kochverfahren für Erst- und Nachprodukte. Sein Verkochungs-Kontrollapparat läßt mit Sicherheit eine Zerlegung der Sirupe in Zucker, Ablauf oder Melasse zu. Bedingung für den Erfolg ist die von Claassen verlangte Einrichtung des Kochapparates und genaue Einhaltung der Wasserezusätze zu den Füllmassen in den Maischen. Zum Verkochen der Nachprodukte gehört ein Kochapparat, der mit Heizkörper, Schnatterschlange, Wasseranschluß am Sirupeinzug versehen ist und eine genügend starke Luftpumpe.

Nach Schecker werden Abläufe der Rohrzuckerfüllmassen von 75—80 Reinheit nicht so weit eingedickt, als wie es Claassen verlangt, die Kochtemperaturen bewegen sich bei 60 cm Luftleere beim Abkochen zwischen 85° und 87°. Der Wassergehalt des Muttersirups wird so gehalten, daß zu den Maischen möglichst wenig Wasser zugesetzt werden muß. Nach einer Tabelle der kritischen Temperaturen kann aber leicht der Wasserezusatz bei jeder Schleudertemperatur berechnet werden. Die Tabelle der kritischen Temperaturen ist nach dem Verhältnis Nichtzucker Wasser einer vollkommenen auskristallisierten gesättigten Melasse berechnet. Neben den Verkochungskontrollapparaten von Claassen, Brendel, Grillschen Tabellen hat sich noch der Apparat von Roellig als brauchbar erwiesen, welcher Luftleere und Temperatur fortlaufend aufschreibt.

Das Luftrührverfahren ist zum Entzuckern der Ablauffüllmassen fast verschwunden. Etwa ein Fünftel der deutschen Fabriken verkochen die Abläufe ohne vorherige Kornbildung auf Kasten, aber auch diese Arbeitsart schwindet immer mehr. Die Melasse wird meist zur Herstellung von Futtermitteln verwendet, zum Teil aber in Raffinerien entzuckert. Noch drei Rübenzuckerfabriken verarbeiten in Deutschland die Melasse nach dem Steffen-Verfahren auf Zucker, von den 37 Raffinerien entzuckern drei die Melasse mit Strontium, der Rest stellt aus Melasse Futter dar oder verkauft dieselbe zu anderen Zwecken.

In Amerika wird die Melasse in den meisten Rübenzuckerfabriken nach dem Steffen-Verfahren entzuckert.

Die Zuckerhäuser sind in Deutschland sehr verbessert worden. Für die Füllmassenabkühlung werden offene, Lyra- und geschlossene Maischen verwendet, die Kochmaischen verschwinden immer mehr.

Die vorhandenen stehenden Zentrifugen sind meist mit Kugellagern versehen worden, aber diese Zentrifugen werden jetzt durch die hängenden verdrängt.

Zum Zuckertransport werden mit Vorteil Stahlbänder, System Sandwiken, und andere Vorrichtungen für losen Zucker benutzt, Sackelevatoren, Rollentransporteure für Säcke, Fässer und Spiralschurren haben die Transportkosten verbilligt. Große Betonlagerhäuser für losen und gesackten Zucker sind entstanden, das Absacken ist durch Absackvorrichtungen, automatischen Wagen, Sacknähmaschinen vereinfacht. Die neuen Fabrikräume werden geräumig, hell und feuersicher gebaut.

In den Raffinerien werden neben Weißzucker und Kandis aller Art in sieben Fabriken noch Kunsthonig, in mehreren anderen flüssige Raffinade, Konfitüren und Schokolade hergestellt.

In der Verwendung des Dampfverbrauches durch Anlage geeigneter Feuerungen, Dampfkessel, besserer Dampfmaschinen und Apparate sind Fortschritte zu melden. Es wird weiter dahin gestrebt, den Knochenkohleverbrauch zu vermindern oder durch andere Filtrationsverfahren zu ersetzen. Zentrifugen, Kochstationen und Transportvorrichtungen sind verbessert, die Handarbeit durch Maschinen mehr ersetzt worden.

Nach einer Zusammenstellung von Claassen benutzen 130 Rübenzuckerfabriken Deutschlands als Brennmaterial Steinkohle, 116 Braunkohle und 11 Fabriken beide Kohlsorten gemischt. 100 kg Rüben benötigten zur Verarbeitung 12% Steinkohlen oder 28,8% Braunkohlen während der Kriegszeit. Bei normaler Verarbeitung braucht man nach Claassen in einer

Rohrzuckerfabrik	8,6 % Steinkohle auf RübenGewicht
„ mit verringerter	
Leistung	10,75 % „ „
Rohrzuckerfabrik mit geringer	
Leistung	11,65 % „ „
Weißzuckerfabrik	10,05 % „ „
Für 1000 Zentner Rübenverarbeitung braucht man etwa	
72 qm Heizfläche, wenn mit Steinkohle gefeuert wird,	
68 qm „ „ „ Braunkohle „ „	
96 qm „ „ „ gemischter Kohle gefeuert wird.	

1 qm Heizfläche verdampfte bei Steinkohlenfeuerung 21,9 kg Wasser und bei Braunkohlenfeuerung 21,8 kg. Neben Flammrohrkesseln von 3–6 at Überdruck sind noch Wasserrohr- und Steilrohrkessel verschiedenster Bauart von 10–15 at im Betriebe.

Evaporator-, Unterwind-, Halbgas-, Wurffeuern, Wanderroste haben bei geeigneter Kohle gut gearbeitet, oft aber ist geeignete Kohle nicht erhaltbar. Reguliereinrichtungen zur Zuführung von Sekundärluft zur Erzielung höheren Kohlensäuregehaltes und besserer Verdampfung sind zum Teil vorteilhaft gewesen. Kohlenentlade- und Beschickungsanlagen haben sich bewährt.

Alle Fabriken sind elektrisch beleuchtet, und in 182 derselben wird Kraft elektrisch übertragen zum Betriebe verwendet.

Nach Claassen ist eine Zentralisation des Maschinenbetriebes durch Aufstellung von zeitgemäß ausgebildeten Dampfmaschinen oder Dampfturbinen und von Dampfkesseln mit höherem Druck nötig. Durch Schornsteingase gehen 30 % der Wärme verloren, 15–20 % durch Abkühlung, so daß 50 % für die eigentliche Wärmeverwendung übrigbleibt. Wärmeschutz durch Isolieren hilft hauptsächlich zur Verminderung der Abkühlungsverluste.

Nicht jede gut erscheinende Einrichtung besitzt einen guten Wirkungsgrad. So haben Kolbenpumpen einen Wirkungsgrad von 80 %, während rotierende Pumpen einen solchen von 60–70 % besitzen, aber sie können doch vorteilhaft sein. Während eine Preßluftanlage zum Rübenheben nach der Wäsche 100–130 PS benötigt, erfordert ein Hubrad nur 20 PS, ebenso erfordert die „Elfa“ mehr Kraft als der Kipper, aber trotzdem sind Elfa und Preßluftheber vorteilhaft, weil sie zugleich reinere Rüben nach der Wäsche bringen. Dampfturbinen unter 1000 PS haben einen schlechteren Wirkungsgrad als Kolbenmaschinen (Ulrich), besonders wenn der Gegendruck steigt. Die Turbine hat aber eine größere mechanische Wirtschaftlichkeit. Der Dampfverbrauch einer Turbine über 500 PS ist größer als der einer gleichgroßen Kolbenmaschine, bei geringerer Belastung steigert sich auch bei der Dampfturbine der Kraftverbrauch gegenüber der Kolbenmaschine. Getriebeturbinen haben einen besseren Wirkungsgrad als gewöhnliche, aber immer noch einen schlechteren als Kolbenmaschinen (Langen). Der geringere Wirkungsgrad der Brühtröge, der Rückleiter ist schon vorher erwähnt worden.

Für die Betriebsüberwachung sind einheitliche Untersuchungsvorschriften herausgegeben worden. Das Refraktometer hat sich als nützlich zur schnellen Bestimmung der Trockensubstanz erwiesen. Kontrollapparate für den Dampfkesselbetrieb, für Verdampfung, Verkokung sind von Nutzen gewesen.

Während des Krieges haben Zuckerrüben und Zucker zur menschlichen Ernährung in Form von kristallisiertem Zucker, Speisesirup, Kunsthonig, Marmelade, als Zusatz in Form von Zuckerrübenmehl zum Brot gedient. Zuckerschnitzel dienten zur Bierbereitung, zur Ernährung des Viehes, Zucker ist als Rohstoff für die Herstellung des Glycerins und anderer Produkte, die für den Krieg nötig waren, benutzt worden.

(Schluß folgt.)

Die Messung des Wasserdampfes durch Blenden.

Von Dipl.-Ing. Dr. R. GEIPERT.

(Eingeg. 5. 5. 1923.)

Die Kenntnis strömender Dampfmen gen, sei es an Dampfmaschinen zur Erwärmung oder zu chemischen Umsetzungen, ist stets wertvoll und zur Dampfersparnis unerlässlich. Die Aufgabe, strömende Dampfmen gen zu messen, ist also so alt wie die dampfverbrauchende Industrie. Ihre Befolgung ist nicht allein Sache des Ingenieurs. Wo der Chemiker für die Betriebsergebnisse und für den Verlauf der Reaktionen, die sich unter dem Einfluß von Dampf abspielen, verantwortlich ist, hat er allen Grund, sich selbst über die Dampfmes sung und ihre Genauigkeit klar zu werden. Beispielsweise überwache ich die Wassergasanlage meines Betriebes durch Dampfmessungen. Die bekannten Dampfmen gen gestatten, wie ich gezeigt habe, unter bestimmten Bedingungen die Menge des erzeugten Wassergases zu berechnen und hierdurch ein in die Gasleitung eingebautes Drossel-

organ auf seinen Gasdurchgang zu prüfen. Auf diese Weise kann jede einzelne Phase des sich im Generator abspielenden Wassergasprozesses mit geringer Mühe quantitativ verfolgt werden¹⁾.

Die Dampfmenge wird bekanntlich aus dem Querschnitte einer in eine Dampfleitung eingebauten Drosselung und dem an ihr herrschenden Druckunterschiede abgeleitet. Diese Größen sind leicht bestimmbar. Bei dieser einfachen Sachlage fällt die Unsicherheit um so mehr auf, die der Dampfmes sung anhaftet. Einige Zahlen, die ich vor mehreren Jahren über den Dampfdurchlaß von Blenden veröffentlichte, brachten mir Zuschriften, nach denen für die gleichen Blendenweiten bis zu 100 % mehr Dampf als von mir gefunden wurden. Ohne

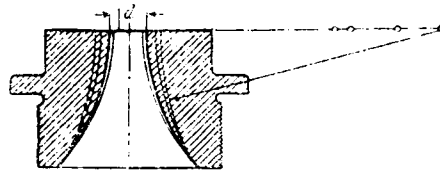


Fig. 1. Mündung zur Dampfmesung. (Nach Bendemann.)

Zweifel war aus jenen Dampfmen gen das Kondenswasser nicht ganz ausgeschieden worden. Aber unabhängig von solchen leicht vermeidlichen Fehlern schreibt man oft mit Recht der Dampfmes sung eine geringe Genauigkeit zu. Ihre Ergebnisse werden nämlich auch von der verschiedenen Form der Drosselung beeinflusst. Wenn ein Dampfstrahl durch eine runde Öffnung strömt, so schnürt er sich darin oder hinter ihr ein, da die Fäden des Strahles, die sich in der Öffnung zusammendrängen, nicht plötzlich ihre Richtung ändern können. Der Einschnürungsquerschnitt aber hängt nicht nur vom Querschnitt der Öffnung, sondern auch von ihrer Form ab, deren Verschiedenheit somit den Wert der Messung illusorisch machen kann.

Wichtige Versuche „über den Ausfluß des Wasserdampfes und über Dampfmen gemessungen“ wurden 1907 in dem Prof. Josse unterstellten Maschinen-Laboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin von F. Bendemann ausgeführt und sind in Heft 37 der „Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“ veröffentlicht. Bendemann benutzte die in der Fig. 1 dargestellte Mündung von 7,61–17,81 mm kleinsten Durchmesser und stellte für den Ausdruck

$$G = F \cdot z \cdot \sqrt{\frac{p_1}{v_1}}$$

den Ausflußfaktor z zu 20,31 fest. In der Gleichung bedeutet

- G die sekundliche Dampfmenge in g
- F den lichten Mündungsquerschnitt in cm^2
- p_1 den absoluten Druck vor der Mündung, kg/cm^2
- v_1 das spezifische Volumen des Dampfes, m^3/kg .

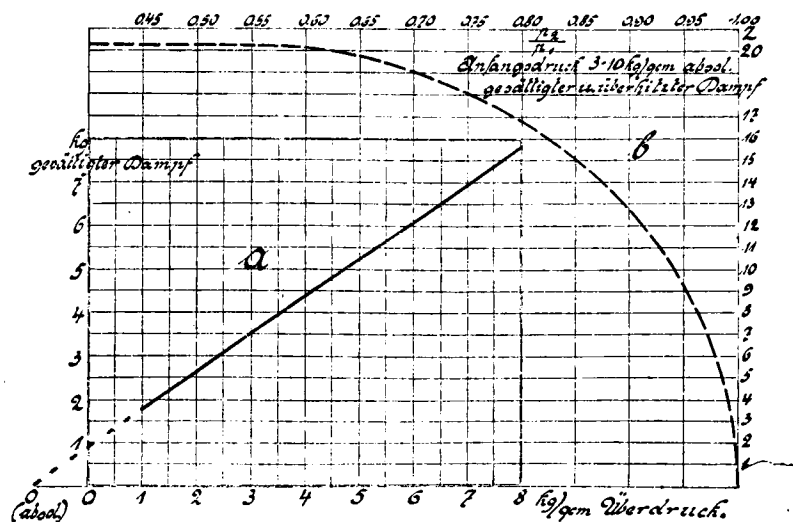


Fig. 2. (Nach Bendemann.)

- a — Minutliche Dampfmenge auf jeden cm^2 Mündungsquerschnitt
- b - - - - - Ausflußfaktor z für $p_2 : p_1$.

Die strömenden Dampfmen gen sind proportional dem Querschnitte der Mündungen sowie oberhalb 2 at abs. 1 at = 1 metrische Atmosphäre = 1 kg/cm^2 (Hütte, 23. Aufl. I, S. 312) auch nahezu dem absoluten Druck des Dampfes. Sie lassen sich aus der Kurve a der Fig. 2 be-

¹⁾ Der Betrieb von Wassergasanlagen, Ztschr. „Das Gas- u. Wasserfach“ 1922, S. 458.