

Nun war bei unseren Ansätzen stets verwandt worden eine Mischung von 1 Teil Stickstofftetroxyd und 3 Teilen Toluol. Infolge der einsetzenden Reaktionen wurde Wasser gebildet und dieses gab mit dem Stickstofftetroxyd Salpetersäure. Mit der Bildung wesentlicher Mengen von Salpetersäure blieb dann die Reaktion stehen, es wurde nur der anfangs gebildete Aldehydanteil zu Ende oxydiert und ziemlich viel Oxalsäure gebildet. Zu Anfang also, solange noch wesentliche Mengen von Stickstofftetroxyd vorhanden waren, wurde vorwiegend das Toluol selbst angegriffen, gegen Ende, nachdem Salpetersäure gebildet worden war, beschränkte sich die Einwirkung vorwiegend auf eine Weiterveränderung der primär gebildeten Einwirkungsprodukte. Nun ist ja in Zschornowitz und auch in Bodio immer das Stickstofftetroxyd in überwiegender Menge vorhanden gewesen. Es konnte also die primäre Reaktion mit voller Kraft solange arbeiten, bis man zur Trennung des Gemisches schritt. Bei den bedeutenden Mengen von Stickstofftetroxyd) man kondensierte in der Regel solange, bis ein Vorrat von etwa 5000 kg davon im Kühler angesammelt war) bildeten sich also schon in kurzer Zeit, in einem Tage, beträchtliche Mengen von Reaktionsprodukten, unter denen offenbar die Dinitrokresole und die Dinitrokresolnitrite oder -nitrate die gefährlichsten waren. Erstere bilden bekanntlich überaus explosive Metallsalze. Da nun bei all den Mischungen Oxydationsprodukte, wie Benzoesäure und Benzaldehyd, und infolgedessen auch Wasser gebildet wurde, so war die Möglichkeit zur Bildung von Salpetersäure und damit Eisensalzen gegeben, und diese konnten mit den Dinitrokresolen explosive Eisensalze bilden. Daß derartige Nitrophenol-Metallsalze schon häufig bei Explosionen Initialwirkung ausgelöst haben, ist bekannt. Ich erinnere hierbei an Selbstzersetzungen von Pikrinsäure, bei denen Metallsalzbildung als Ursache angenommen wird. Daß fernerhin Nitrite und Nitrate von Alkoholen explosive Eigenschaften besitzen, ist ebenfalls bekannt und bei den entsprechenden Verbindungen der Phenole ohne weiteres anzunehmen. Phenolnitrite und Phenolnitrate sind meines Wissens überhaupt noch nicht rein dargestellt worden. Die entsprechenden Derivate des Dinitrokresols werden eine noch viel geringere Beständigkeit zeigen. In der Tat spaltete unser „Restöl“, d. h. die Mischung, schon beim Erwärmen auf etwa 80° Stickoxyde ab, während nach Zerlegung des Esteranteils mit alkoholischem Kali keine Stickoxydentwicklung mehr zu beobachten war.

Man kann annehmen, daß dem Unfall in Rhina am 21. August 1917 ähnliche Vorgänge zugrunde gelegen haben. Dort war infolge plötzlicher starker Gasentwicklung aus einem Gemisch von Toluol und Stickstofftetroxyd ein Kessel zerstört worden.

Die Vorgänge an dem Unglücksstage in Zschornowitz beschreibt Raschig⁷⁾ wie folgt:

„An diesem Tage waren Störungen in der Fabrikation gewesen, so daß erst abends um 6 Uhr der regelmäßige Betrieb aufgenommen wurde. Bis gegen 9 Uhr abends arbeitete die Anlage normal, dann entstand in dem Kühlerhause ein Brand, man sah aus dem Raum eine helle Säule aufsteigen und hörte ein pfeifendes Geräusch, sah auch schon, daß Bruchstücke des Daches hochgeschleudert wurden. Ungefähr eine Minute später erfolgte eine heftige Detonation, die den ganzen Kühlerraum mitsamt der anstoßenden Maschinenhalle zerstörte. Nach kurzer Zeit traten noch einige aber weniger heftige Explosionen ein, die den Rest der Fabrik in Schutt legten.“

Über die Entstehungsursache des Brandes war Bestimmtes nicht zu ermitteln, da sämtliche in den Räumen beschäftigten Personen umgekommen sind. Festgestellt wurde nur, daß zur Unfallzeit ein mit etwa 6000 kg flüssigem Dioxyd gefülltes Sammelgefäß in einer Grube vor den Kühlern lag und daß gerade an dieser Stelle nachher ein gewaltiger Sprengtrichter sich vorfand.“

Man hat also zwei zeitlich getrennte Explosionen zu unterscheiden und es ist anzunehmen, daß die erstere, kleinere, die unmittelbare Veranlassung der zweiten, weit folgeschwereren, war.

Nach meinem Dafürhalten haben sich vor und während der Explosion in Zschornowitz folgende Vorgänge abgespielt:

Nach Vereinigung von Kühl-Toluol mit dem Stickstofftetroxyd wurde in sehr kurzer Zeit der gesamte Anteil des Toluols an höheren Homologen herauskondensiert. Die entstehenden Kondensationsprodukte schieden sich in Form von Schmieren an den Kühlerwandungen ab und mischten sich im weiteren Verlaufe der Einwirkung des Stickstofftetroxyds auf das Toluol wohl mit den entstehenden Nitrotoluolen, Nitrokresolen und Dinitrokresolnitriten oder -nitrat. Auch bildete sich eine gewisse Menge des mit Wasser unter einem knisternden Geräusch sich zersetzenden Körpers. Vorhandene Eisensalze setzten sich mit den Dinitrokresolen zu explosiblen Salzen um. Diese Produkte und die Harze schieden sich am Boden der Kühl-

kammer ab und drangen in feine Ritzen vorzugsweise wohl an den Schweißstellen ein. Beim Kühlprozeß wurden dann durch die großen Spannungen und Drucke im Kühlersystem die Dinitrophenoleisensalze und Dinitrophenolnitrate zur Explosion gebracht und diese leiteten die Explosion der Mischung von Nitrotoluolen und dem Stickstofftetroxyd-Toluol-Gemisch ein.

Solche gefährlichen Mischungen mußten sich immer da bilden, wo ein Toluol-Stickstofftetroxyd-Gemisch vorhanden war. Geringe, in den Kühlern nach dem Entleeren zurückbleibende Reste konnten also weitgehend reagieren, und die Reaktionsprodukte bedeckten dann die Kühlerwandungen mit einer Schicht der obengenannten Verbindungen. In der Tat waren ja einige Tage vor dem Unglück an einem der Kühler Ausbesserungen vorgenommen worden, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß gerade dieser Kühler nach der Wiederinbetriebnahme explodiert ist. Diese Explosion mag die eigentliche Hauptexplosion eingeleitet haben, bei der an der Stelle, wo vorher der Lagerbehälter mit 6000 kg Stickstofftetroxyd sich befand, ein riesiger Sprengtrichter entstand. Es ist möglich, daß durch die primäre Explosion der Lagerbehälter beschädigt wurde, so daß sich Stickstofftetroxyd und brennendes Toluol vereinigen konnten, welches aus dem zerstörten Kühler abfloß. Für diese Annahme dürfte auch die Tatsache sprechen, daß die zweite schwere Explosion erst etwa eine Minute später eintrat. Diese Zeit könnte wohl ausgereicht haben, um eine genügend große Menge von Toluol mit Stickstofftetroxyd zu mischen. [A. 146.]

Fortschritte auf dem Gebiete des Zuckers seit 1912.

Von G. BARTSCH.

Institut f. Zuckerindustrie, Berlin.

(Fortsetzung und Schluß von Seite 492.)

II. Zuckerrohr.

1. Landwirtschaftliches.

Der Krieg hat ein Aufblühen des Zuckerrohranbaues hervorgerufen, besonders auf Kuba, Java, den Philippinen, Hawaii, Portoriko, Formosa und in Brasilien. Im Jahre 1922 wurden auf der Welt insgesamt 5375500 t Rüben- und 12448500 t Rohrzucker erzeugt, während vor dem Kriege die Menge des Rübenzuckers überwog. In den meisten Rohrzuckerländern sind Versuchsstationen für Zuckerrohranbau entstanden, welche die für diese Länder geeigneten Anbaumethoden und Rohrsorten ausfindig machen. Die Zuckerernten vom Hektar sind dadurch größer geworden. Durch Züchtung, besonders zur Kreuzung geeigneter Rohrsorten sind Hunderte von neuen Rohrsorten entstanden. Zu dem Zwecke hat man die Blüten untereinander befruchtet. Nach Venkataraman beträgt die Lebensdauer des Blütenstaubes 14 Tage, sobald die Blütenstaubklümpchen feucht gehalten werden. Geschieht dies nicht, so erlischt die Lebensfähigkeit des Blütenstaubes nach dem Loslösen von der Blüte schon nach einer Stunde. Barber fand, daß Zuckerrohrsamens fünf Monate lang seine volle Keimfähigkeit behält. Aus dem in Saatbeete gesäten Rohrsamen entwickeln sich junge Pflänzchen, welche aus das Feld verpflanzt und nach der Reife der Stengel zum weiteren Anbau als Stecklingsrohr verwendet werden. Auf diese Weise sucht man für jedes Land die am besten geeignete Rohrsorte ausfindig zu machen. So ist nach Argentinien ein Javarohr eingeführt worden, welches den dortigen Frösten besser widersteht und größere Ernten als das vorher angepflanzte liefert. Aus Südafrika ist das widerstandsfähige Ubarohr nach anderen Ländern gebracht worden. Die Krankheiten und Feinde des Zuckerrohres hat man mit Erfolg weiter bekämpft. Gegen die besonders gefürchtete Serehrkrankheit ist als bestes Mittel ein halbstündiges Eintauchen der erkrankten Pflanzstücke in Wasser von 55° erkannt worden. Mosaikkrankheit, Wurzelfäule sind erforscht und werden mit allen Mitteln bekämpft.

Zur Feldbearbeitung haben Motorpflüge Eingang gefunden. Ein 40-PS-Motorpflug kann in zehn Stunden 1,8 ha Land umpflügen. Zahlreiche Düngungs- und Anbauversuche haben den Wert des schwefelsauren Ammoniaks und des Chilesalpeters gezeigt. Kali kann als Kalisulfat und Phosphorsäure in Form von Thomasphosphat mit Vorteil angewendet werden. Ammoniumsulfat, Harnstoff sind gute Stickstoffdünger, Erdnußkuchen haben sich auf leichtem Sandboden bewährt, Filterpreßkuchen wird in Mengen von 15–25 t pro Acker mit Erfolg angewendet. Der Wert der Bewässerung ist erkannt, große Bewässerungsanlagen sind in vielen Rohrzuckerländern angelegt worden.

Die verschiedenen Zuckerrohrsorten reifen ungleich schnell, je mehr Blätter die Pflanze besitzt, um so mehr Zucker erzeugt dieselbe.

⁷⁾ Ztschr. f. angew. Chem. 1922, 117.

Die von Eckart auf Hawaii angewandte Decke der Stecklingsreihen mit durch Asphalt getränktem Papierstreifen zur Verhütung der Unkrautentwicklung hat sich bewährt. Die aufschießenden Zuckerrohrstengel durchbohren das Papier, das Unkraut ist aber dazu nicht imstande und verkommt. Blühendes Zuckerrohr liefert nach Labarthe zuckerärmeren, glucosereicheren und weniger Saft sowie geringere Ernten. Sobald die Rohrpflanzen durch irgendeinen Umstand geschwächt werden, beginnen sie zur Blütenbildung zu neigen.

Zwei Tage nach dem Schneiden des Rohres beginnt der Zuckergehalt sich zu vermindern, nach neun Tagen ist er um 30% zurückgegangen. Auf Hawaii berechnet man den Verlust, der in zu später Verarbeitung des geschnittenen Rohres entsteht, auf 30000 t Zucker gleich 5% der Gesamtzuckerernte. Verbranntes Zuckerrohr kann nach Hazewinkel ungeschnitten nach sechswöchigem Verbleiben auf dem Felde schlecht verarbeitet werden. Der Saft besitzt dann nur noch 54,5 Reinheit, nach 4½ Monaten aber erholte sich das verbrannte Rohr, und der Saft besaß dann 83,4 Reinheit, das geschnittene Rohr konnte normal vermahlen werden. Wird verbranntes Rohr nach 5 Tagen geschnitten verarbeitet, so hat es 14,72%, nach 10 Tagen 29,74% und nach 15 Tagen 50,23% seines Zuckergehaltes verloren. Das verbrannte Rohr muß sofort geschnitten und vermahlen werden. Ist das Zuckerrohr, wie es in Louisiana und Argentinien (Tucuman) vorkommt, durch Frost beschädigt, so muß es schnell geschnitten und verarbeitet werden. Die am meisten angegriffenen Teile verbleiben auf dem Felde. Der Saft von solchem Rohr gärt leicht, verarbeitet sich schwer und verkocht drei- bis viermal so schlecht als Saft von gesundem Rohr. In der Scheidung wirkt bei solchem Rohr Phosphorsäurezusatz und zum Verkochen Sodazugabe gut.

Auf ebenen Feldern, wie in Louisiana, kann das Rohr mit einer Rohrschneidemaschine geschnitten werden (Lucc Cane Harvester). Diese Maschine schneidet, entblättert und köpft die Rohrstengel, in einer Stunde können damit 9–22 t Rohr abgeerntet werden. Eine größere Verbreitung hat die Erntemaschine nicht gefunden, überall wird das reife Rohr durch Menschen mit Haumessern abgeschnitten, auf Ochsen-, Maultier- oder Feldbahnwagen geladen und nach den Abnahmestationen oder nach der Fabrik selbst geschafft.

2. Fabrikbetrieb.

Auf Hawaii wird geschnittenes Rohr durch Wasser in Schwenkanälen nach der Fabrik befördert, dazu eignen sich auch tragbare eiserne Rinnen. Die Riesenfabriken Kubas brauchen ein ausgedehntes Bahnsystem, um die gewaltigen Rohrmengen nach den Mühlen heranzubringen. So benötigen die beiden Fabriken Cunagua und Janoru 9000 Mann zum Rohrschneiden für 150 Tage, 3000 Mann zum Heranschaffen des geschnittenen Rohres vom Felde nach den Bahnstationen, 1500 Ochsenwagen und 12000 Ochsen, um 371500 Wagenladungen zu bewältigen. Die Rohrernten in den einzelnen Ländern sind, je nach der Anzahl der Ernten von einer Anpflanzung, verschieden. Auf 1 Acker Land erntete man 1921 auf Java 5 t, Hawaii 5 t, Kuba 2 t, Portoriko 2 t, Formosa 1,5 t, Trinidad 1,4 t, Jamaika 1,5 t, Antigua 2,25 t, Fidji-Inseln 2,5 t, Mauritius 2 t, Philippinen 1,4 t, in Queensland 1,4 t, Natal 2,6 t, Ägypten 1,75 t Zucker. Neben den Tausenden von kleinen, durch Menschen-, Tier-, Wasser- oder Windkraft getriebenen Rohrmühlen gibt es ganz große, modern eingerichtete Fabriken mit einer täglichen Verarbeitung bis 8500 t Rohr. Große Zuckerfabriken trifft man besonders auf Kuba, Java, Formosa und den Philippinen an. So vermahlt die kubanische Fabrik Delicias täglich 8520 t Zuckerrohr durch drei Mühlenätze von je 15 Rollern. Der Saft wird in Verdampfapparaten von zusammen 74000 qm Heizfläche und in 9 Kochapparaten eingedickt und verkocht, die Füllmasse in 38 Maischen abgekühlt und durch 28 Zentrifugen abgeschleudert. Alle Maschinen werden elektrisch angetrieben. Die Fabrikgebäude sind meist aus Eisengerüsten, die mit Wellblechwänden und Dächern versehen, erbaut. Auf Java wird das Zuckerrohr vor dem Schneiden auf Zuckergehalt und Saftreinheit untersucht, damit nur das reifste Rohr zur Vermahlung gelangt. Dies Verfahren wird auch schon in anderen Ländern angewendet. Der obere Blatteil des Rohrstengels muß genügend lang abgehauen sein, damit so wenig als möglich Nichtzucker nach der Fabrik gelangt, denn in diesem Teil ist viel Gummi und Nichtzucker enthalten. Das herangefahrene Zuckerrohr wird durch Hebezeuge, Menschenkraft aus den Wagen oder diese selbst durch Kippvorrichtung in den Rumpf des Rohrzubringers entleert, nur in den kleinen Fabriken tragen es Arbeiter auf ihren Schultern nach dem Rohrzubringer. Aus dem Rumpf holt der Rohrzubringer das Rohr nach den Mühlen heraus, wo es durch schwere Walzen zermahlen wird. Die großen Mühlen haben eiserne Walzen von 36" Durchmesser und 78–84" Länge. Die doppelten Zahnradvorgelege zum Antreiben der Walzen, Roller genannt, sind aus Gußstahl oder wenigstens die Radkränze aus diesem Material hergestellt. Durch hydraulischen Druck auf die Lagerdeckel der Walzen wird der Preßdruck beim Mahlen

noch verstärkt. Je größer der Walzendruck, und je öfter das zerquetschte Rohr die Walzen passiert, um so mehr wird Saft oder Zucker aus dem Rohr gewonnen. Es gibt Mühlen mit 3 Walzen, und Mühlenätze bestehend aus Vorbrechmühlen und Nachpreßmühlen bis zu 21 Walzen.

Durch eine	9-Walzenmühle	werden	95,8 %.
"	"	12-	" 97,53 %,
"	"	15-	" 97,56 %,
"	"	18-	" 98,08 %,
"	"	21-	" 99,05 %

des im Rohr vorhandenen Saftes erhalten.

Am besten haben sich Mühlenätze, bestehend aus 2 Vorbrechmühlen zu je 2 Rollern und 4 Nachpreßmühlen von je 3 Rollern bewährt = 16 Walzen.

Auf Java ist eine besondere Mühlenkontrolle eingeführt, um die höchsten Saftausbeuten zu erhalten. Die Walzenentfernungen und der richtige Messersitz zwischen dem Vorder- und Hinterroller (untere Walzen) wird dabei festgestellt, um die höchste Vermahlung zu erhalten. Je nach Rohrsorte und Zellstoffgehalt desselben schwankt die Messer- und Rollerstellung. Als hydraulischer Druck wird 125–150 kg auf 1 qcm angesehen. Die Walzen sind mit den verschiedensten Rillungen versehen, die den Zweck haben, das Rohr gut zwischen die Walzen zu ziehen und dem ausgequetschten Saft leichtes Abfließen zu gewähren. Je gleichmäßiger die Rohrschicht in die Mühlen eintritt, um so besser. Dazu müssen krumme und herausragende Stangen auf dem Rohrzubringer durch schnell rotierende Messer, die auf einer Welle sitzen, welche 400–500 Umdrehungen in der Minute macht, zerhauen werden. Ein gut vorgebrochenes Zuckerrohr ist Bedingung zu einer guten Vermahlung. Dieses Vorbrehen besorgen die aus zwei Walzen bestehenden Vorbrechmühlen, deren Walzen mit scharf geformten Erhöhungen verschiedenster Art versehen sind, die den Zweck haben, die Rinde des Rohres völlig aufzubrechen, und das Innere zum Auspressen freizulegen. An Stelle der zwei Vorbrechmühlen tritt auch zuweilen ein Shredder, das ist ein Apparat, der das Rohr zerreißt, darauf folgt dann die Vorbrechmühle. Eine gute Shredderausführung ist die von Searby. Von den Vorbrechmühlen gelangt das Rohr nach den eigentlichen Rohrmühlen, um dort völlig vom Zuckersaft befreit zu werden.

Von einer Mühle zur andern wird das Rohr durch Zwischentransporteure befördert. Diese sind mit gutem Erfolg durch geschlossene Schurren nach Patent Meinel ersetzt worden, in denen die Bagasse von einer Mühle durch Nachschubdruck der Bagassemenge hoch und dann abwärts nach der anderen Mühle gedrückt wird. Um den Zucker aus dem zerquetschten Rohre soviel als möglich zu gewinnen, wird auf dieses, auf dem Wege von einer Mühle nach der nächsten Wasser, dünner Mühlenpreßsaft oder Schlammssaft, und zwar in Mengen von 8–35% vom Rohrgewicht gespritzt. Es hat sich gezeigt, daß heiße Mazerationsflüssigkeit besser als kalte wirkt, da bei heißer nur 2,6–2,9% Zucker in der Bagasse bleibt, bei Anwendung kalter aber 3,4–3,5%. Der Wassergehalt der Bagasse beträgt bei heißer Mazeration nach dem Abpressen 41,5%, bei kalter aber 43,4%. Die Gesamtrohssaftmenge schwankt je nach Mazerationsflüssigkeitsmenge zwischen 75,6 und 104% auf Rohrgewicht. Der Preßsaft der 3. und 4. Mühle wird als Mazerationsflüssigkeit auf die Bagasse der 1. oder 2. Mühle gespritzt.

Die Gewinnung des Zuckers aus dem Rohr durch das Diffusionsverfahren wird nur noch in Ägypten und Brasilien in einigen wenigen Fabriken benutzt. Die Saftgewinnung ist leicht, aber schwierig die Abpressung der Schnitzel, die zum Verfeuern noch zu naß sind. In Ägypten werden sie an der Sonne oder in einem Trockenapparat vorgetrocknet, ehe sie zur Verfeuerung gelangen. Eine Diffusion mit nachfolgender Abpressung der Schnitzel in einer 9-Rollermühle hat dieselbe Saftausbeute als eine 18-Rollermühle ergeben. Man hat auch das Brühverfahren auf Zuckerrohr angewendet und dabei das Rohr mit heißem Wasser von 90° eingebrüht und darauf vermahlen. Der aus der Mühle tretende Saft besaß dann 75°, er wurde gekalkt und weiter wie üblich verarbeitet. Eine Verbreitung hat diese Arbeitsweise nicht gefunden.

Als Mazerationsflüssigkeit benutzen in neuerer Zeit Thomas und Petree gekalkten Preßsaft der Mühlen und haben damit erreicht, daß die Filterpreßarbeit fortfällt. Der abgesiebte Rohsaft der 1. Mühle wird dabei gekalkt, erhitzt, geschieden. Der Klarsaft dieser Scheidung wird verdampft, der Schlammssaft in die Sammelkasten für den Mühlen-saft der 2. Mühle abgelassen. Danach wird der erhaltene Mischsaft gekalkt, erhitzt und geschieden, der Klarsaft dieser Scheidung kommt zum 1. Mühlen-saft zurück, der Schlammssaft zum Mühlen-saft der 3. Mühle. Dieser dritte Mischsaft wird auf die Bagasse gespritzt, welche von der 1. Mühle nach der 2. Mühle transportiert wird. Dabei bleibt der Schlamm in der Bagasse und wird mit dieser verfeuert. Der Mühlen-saft wird durch rotierende Sieb-

zylinder, Schüttelsiebe oder gewöhnliche durch Hand zu reinigende Metallsiebe abgesiebt. Die Siebe haben 0,5 mm Maschengröße, der rotierende Zylinder macht in 1 Minute 32 Umdrehungen. Das Abgesiebte ist feinste Bagasse, „cush-cush“ genannt.

Je mehr die Bagasse von Mühlen gepreßt wird, je größer die Menge des Mazerationwassers ist, um so mehr Nichtzucker und feinste Bagasseteilchen gelangen in den Rohsaft. Die feinen Bagasseteilchen werden, wie schon erwähnt, möglichst abgesiebt, der davon befreite Rohsaft entweder kalt geschwefelt, darauf mit Kalkmilch versetzt und erhitzt oder ohne Schwefelung gekalkt, erhitzt und geschieden. Das Erhitzen geschieht meist in der Pfanne selbst, in den größeren Fabriken durch Vorwärmer, von denen z. B. 3 Stück beim Deeming-Apparat vereinigt sind. In diesen Wärmern wird der gekalkte Saft kurze Zeit auf 125–135° gebracht, diese Wärme wird in einem der Gegenstromwärmer bis auf 100° an kalten Mühlensaft abgegeben. Es wird zur Scheidung des Saftes so viel Kalkmilch zum Saft zugeetzt, bis fast Neutralität erreicht ist. Saure Scheidung bringt eine Reinheitserhöhung des Saftes von 1,1°, neutrale von 1,7° und alkalische von 2,7° hervor. Enthält der Mühlensaft viel feine Bagasse, so scheidet sich derselbe schlecht, gut entfaserter Rohstoff scheidet sich besser. Gekalkter, erwärmter Saft aus dem Deeming-Apparat besitzt 82–88° Temperatur, andere wünschen eine solche von 100–110°. Über 100° können nur neutrale und alkalische Säfte ohne Schaden erwärmt werden. Ein Zusatz von Phosphaten und Kieselgur neben dem Kalk ist für die Weißzuckerherstellung vorteilhaft. Am besten eignet sich für Weißzuckerherzeugung auf Java die Kalkscheidung in Verbindung mit einfacher oder doppelter Kohlensäuresaturation, auch Kalkscheidung und Saturation mit schwefliger Säure wird dazu benutzt. Auf Hawaii hat sich eine Alkalität, zwischen Lackmus- und Phenolphthalein-Neutralität schwankend, am besten bewährt, eine höhere Alkalität war kein Fehler, aber wohl eine zu hohe. Eine hohe Scheidetemperatur bei möglichst neutraler Scheidung muß eingehalten werden. Es sind eine Menge von Verfahren vorhanden, mit mehr oder weniger Erfolg arbeitend, welche den geschiedenen Saft kontinuierlich vom gebildeten Niederschlag, Schlamm, befreien wollen. Diese Verfahren zum Absetzen und Abziehen des Schlammes beruhen auf den gleichen Grundsätzen wie bei den Kesselwasser-Reinigern. Einer der neusten davon ist der Dorr-Clairifier. Meist wird aber noch die periodische Scheidung angewendet. Der Scheideraum für dieselbe muß so groß sein, daß er für 2 Stunden Rohrvermahlung ausreicht, die Absatzzeit muß 90–105 Minuten betragen können. Als Saftmengen sind dabei 100% vom Rohrgewicht anzunehmen, als Scheidetemperatur 100°. Der Schlamm wird teils nach oben, teils nach unten abgeschieden, die letztere Arbeitsweise ist die vorwiegende. Aus den Scheidekästen wird der Klarsaft durch Abflußhähne abgezogen, der Schlamm saft nur durch den am Boden befindlichen Abflußhahn.

Man rechnet 10% Schlammabsatz, aber oft ist bei schlechtem Rohr die Menge desselben größer. Der Schlamm saft wird nochmals gekalkt, erhitzt und geschieden, dabei erhält man 40% Klarsaft, der zum Mühlensaft, weil zu alkalisch, zurückfließt. Die verbleibenden 60% Schlamm saft werden durch Filterpressen vom Niederschlag befreit, der abfließende Klarsaft gelangt zum sauren Mühlensaft zurück. Große Filterpressen eignen sich besser als kleine, das Verhältnis dieser beiden Filterpressenflächen auf 1 t Schlamm ist gleich 0,254 : 0,422. Wird Weißzucker in Fabriken hergestellt, die nicht mit Kohlensäure oder schwefliger Säure saturieren, so setzt man zum Schlamm saft vor der Filtration Kieselgur. Man hat vorgeschlagen, das im Schlamm enthaltene Rohrwachs durch Ausziehen mit Benzin zu gewinnen, Versuche haben ergeben, daß man dabei 60% des Waxes als hartes braunes Produkt gewinnen kann, die Gewinnung bezahlt sich aber nicht.

Die Gesamtfiltration des geschiedenen Saftes, mit Ausnahme der mit Kohlensäuresaturation arbeitenden Fabriken, ist schwierig; Sorensen rechnet für 1 cbm entpulpten, gekalkten und auf 108–110° erhitzten Rohsaft 110–120 Quadratfuß Filterfläche.

Es sind in letzter Zeit zahlreiche Entfärbungskohlen angeboten worden, diese können aber nur Erfolg in vorher filtrierten Säften haben, wie neuerdings festgestellt wurde. Eine allgemeine Benutzung haben dieselben noch nicht erreicht. Am besten werden die Säfte durch starke Kalkung und Saturation mit Kohlensäure, da man größere Kalkmengen, als bei der sonst üblichen Scheidung anwenden kann; aber auch nach dem Verfahren von Bach, zum Dicksaft Kalk zuzusetzen, und diesen durch schweflige Säure auszufällen, erhält man guten Weißzuckersaft. Die Verdampfung ist der in der Rübenzuckerfabrikation gebräuchlichen gleich, nur wendet man, der schädlichen hohen Temperaturen wegen, die Vorkocher nicht in demselben Maße an. Der Dicksaft wird meist ungefiltert verkocht; nur zur Weißzuckerherstellung wird er gefiltert.

Die Verkochungsapparate sind den in der Rübenzuckerherstellung gebräuchlichen ähnlich. Um sie widerstandsfähiger gegen die sauren Dicksäfte zu machen, bestehen die Kochzargen meist aus Gußeisen, die Heizkammerrohre oder Heizschlangen aus Messing oder Kupfer, die Heizkammerböden aus Bronze oder Messing, um widerstandsfähiger gegen saure Kondenswässer zu sein. Die Apparate sind breit gebaut und haben weitere Brüdenrohre als die in Deutschland üblichen.

Dicksäfte werden in 2–3 Kochungen entzuckert. Anstatt Kristalle für die Entzuckerung des Dicksaftes aus diesem selbst zu bilden, wird in vielen Fällen fertiger Nachproduktzucker mit Dicksaft zu einer Füllmasse gemischt, diese als Kristallfuß in den Kochapparat eingezogen und dann mit Dicksaft und Ablauf weiter und fertig gekocht. Die Füllmasse I besitzt dann z. B. eine Reinheit von 84,6, der von dieser Füllmasse abgeschleuderte Ablauf I zeigte 65,8 Reinheit, der Zucker I besaß 96,9 Polarisation. Aus Dicksaft und Nachproduktzucker wird für eine Füllmasse II ein Kristallfuß gebildet, dann mit Dicksaft und Ablauf fertig gekocht. Diese Füllmasse soll 80 Reinheit besitzen, der davon geschleuderte Zucker II zeigt 96 Polarisation, der Ablauf II eine Reinheit von 50. Aus Dicksaft und Nachproduktzucker bildet man einen Kristallfuß für Füllmasse III, kocht dann weiter mit Ablauf II und erhält eine Füllmassenreinheit von 77. Aus dieser Füllmasse III schleudert man einen Zucker III von 95,2 Polarisation, der Ablauf III von 55,5 Reinheit ist aber noch keine Melasse, denn die Melassenreinheit soll 32–40 betragen.

Auf Java wird Weißzucker auf verschiedene Weise erhalten. Der Dicksaft wird zu Kristallzuckerfüllmasse verkocht, heiß geschleudert, der geschleuderte Rohzucker mit Ablauf zu einer Füllmasse verrührt, diese wiederum abgeschleudert, der Zucker mit Wasser und Blauwasser gedeckt und darauf mit Dampf im Granulator zu Weißzucker I getrocknet. Aus Ablauf I und Nachproduktzucker wird ein Kristallfuß gebildet, dann mit Ablauf I eine Füllmasse II von 70 Reinheit gekocht und diese heiß geschleudert. Der geschleuderte Zucker II wird in der Weißzuckerfüllmasse I mit vermischt und zu Weißzucker I geschleudert. Der Ablauf II wird mit einem Nachproduktkristallfuß zu einer Füllmasse III von 60 Reinheit verkocht, diese Masse in Maischen abgekühlt und geschleudert. Der Nachproduktzucker wird als solcher verkauft oder als Kristallfuß einwurf für Füllmassen benutzt, der Ablauf III ist Melasse.

Nachproduktfüllmassen müssen nahe der Neutralität gehalten werden, um Inversion zu vermeiden. Sie werden mit Dampf von 0,3–0,4 Atm. und 65–67 cm Luftleere in 24–28 Stunden fertig gekocht, 5–14 Tage in Maischen gerührt und abgekühlt. Aus einer Füllmasse III von z. B. 96,6 Prix und 54,86 Reinheit gewann man bei 37° Schleudertemperatur dann eine Endmelasse von 32 Reinheit.

Maischen und Zentrifugen sind dieselben wie die in der Rübenzuckerherstellung üblichen, nur benutzt man fast nur noch hängende Zentrifugen.

Die geschleuderten Rohzucker haben die verschiedenartigste Zusammensetzung und Farbe, letztere von braun bis weißgelb in allen Schattierungen. Kubazucker besitzt im Mittel eine Polarisation von 95,5, Asche 0,6%, Glucose 1,3, Wasser 1,1 und organischen Nichtzucker 1,5%. Je mehr Gummi, Asche, Kalk, reduzierender Zucker in dem den Kristallen anhaftenden Sirup enthalten ist, um so mehr Wasser zieht der Zucker beim Lagern an, und um so mehr geht dann die Polarisation zurück. Owen fand als günstigstes Verhältnis des Wassergehaltes eines Rohzuckers von 96 Polarisation oder Weiß-

zuckers zum Lagern, wenn $100 - \frac{W}{Z} = 0,25$ und für Nachproduktzucker

$100 - \frac{W}{Z} = 0,333$ ist. Rohrzucker bäckt daher auch leicht zusammen. Als bestes Mittel gegen das Zusammenbacken ist gute Saffreinigung, Verkochung und Abkühlung des Zuckers vor dem Absacken zu nennen, ferner muß der Zucker in gut ventilierten Räumen lagern.

Melasse wird z. T. auf Java unter 71 cm Luftleere stark eingedickt, die Masse dann in Schichten von 6–7 cm auf dem Fußboden ausgefüllt und zu einer harten Masse erkalten lassen. Diese wird in Stücke zerschlagen und in Säcken nach Europa versandt. Die meiste Melasse wird zu Rum oder Motorspiritibus verarbeitet. Auch als Brennmaterial allein oder mit Bagasse im Verhältnis von 1:9 vermischt, findet Melasse in der Fabrik selbst Verwendung.

Zur Erzeugung des nötigen Dampfes wird das ausgepreßte Rohr, „Bagasse“ genannt, benützt. Um den Heizwert zu erhöhen, sollte Bagasse nur wenig Wasser enthalten und daher vorgetrocknet werden. 1 t Bagasse mit 50% Wassergehalt besitzt 593 000 WE und eine solche mit 30% Wasser 651 500 WE. Das Vortrocknen der Bagasse durch Schornsteingase hat sich vorteilhaft erwiesen. 1 kg Bagasse erzeugt bei der Verbrennung unter den Kesseln 2 kg Dampf, mit 40% Wassergehalt 2,5 kg, 1 kg trockene Rohrblätter verdampfen 2,5 kg, 1 kg trockenes Holz 4 kg Wasser. Bagasse besitzt 1842–2236 WE

je nach Wasser- und Zuckergehalt. Bei guter Fabrikeinrichtung genügt die erhaltene Bagasse zur Dampferzeugung, ja sie kann auch einen Überschuß ergeben. Bei dem herrschenden Zellstoffmangel hat man Versuche gemacht, Papier aus Bagasse herzustellen und Baumaterial in Form gepreßter Bretter. Auch Briketts hat man davon gemacht. Zur Brikettherstellung darf die Bagasse nur 6 mm lang sein, sie wird 2—7 Minuten lang mit Dampf von 3—14 Atm. durchblasen, dann 1—3 Minuten einem Druck von 1000—1500 Atm. in der Brikettpresse ausgesetzt. Auf Java werden aus Überschußbagasse Ballen gepreßt, welche vorteilhaft als Brennstoff für Lokomotiven Verwendung finden. Öfters genügt aber die Bagasse nicht, um allen Dampf zu erzeugen. Auf Kuba hilft man sich dann einfach dadurch, die Mühlen durch Überlastung viel Rohr vermahlen zu lassen, in der Bagasse bleibt dann etwas mehr Zucker zurück, der auch zur Erzeugung des Dampfes aushilft. Als Zusatzbrennstoff dient Holz, trockene Rohrblätter, Kohle, Heizöl, Häcksel und anderes Brennbares. Die Bagasseöfen sind verbessert worden, Ventilatoren sorgen für genügende Luftzuführung. Entweder besitzt jeder Dampfkessel eine eigene oder mehrere Kessel eine gemeinsame Feuerung. Die Zuführung der Bagasse geschieht öfters automatisch von oben in die Feuerung. Der Luftüberschuß zur Verbrennung der Bagasse soll nicht größer als 35—40% sein. Die verschiedensten Roste sind im Gebrauch; für 100 kg Bagasse rechnet man 0,2 qm Rostfläche. Als Schornsteine werden häufig solche aus Eisenblech verwendet. Es werden Rauchrohr- und Wasserrohrkessel verschiedenster Bauart mit und ohne Sieder benutzt. Für 10000 Pikols = 165 t tägliche Rohrverarbeitung werden bei Rohzuckererzeugung 1100 qm und bei Weißzucker 1200 qm Kesselfläche als genügend angesehen. 1 qm Heizfläche erzeugt, je nach Breite der Rostfläche, 13—19 kg Dampf. Elektrischer Antrieb für Mühlen, Pumpen und Zuckerhausbetrieb findet rasche Verbreitung. Die großen Fabriken sind maschinell auf das beste eingerichtet. Sie arbeiten mit getrennten Mühlsätzen, so daß sie imstande sind, je nach der herangebrachten Rohrmenge mit 1, 2 oder 3 Sätzen zu arbeiten. Die Zentrifugen sind auch meist in Serien von 6—8 Stück vereinigt. Fast alle Fabriken sind mit elektrischer Beleuchtung ausgerüstet, zum Teil haben sie auf Kuba Anschluß an elektrische Zentralen und können bei Versagen der eigenen Kraftquelle Kraft von diesen beziehen. Reparaturwerkstätten, Lagerhäuser sind zahlreich errichtet worden, die Handarbeit ist als möglich durch Maschinen ersetzt.

Mehr und mehr ist der Wert der Betriebskontrolle auf chemischem und maschinentechnischem Gebiet anerkannt worden, aber immer noch nicht in dem Maße, wie bei der Rübenzuckerherstellung. Besonders zeichnet sich Java aus, wo Prinsen Geerligs führend in dieser Richtung gewesen und eine musterhafte allgemeine Kontrolle eingeführt hat.

Was Ausbeutezahlen anlangt, so schwanken die Angaben natürlich je nach Land, Rohrart, Fabrikeinrichtung und Arbeiterverhältnissen. Gibt es doch noch Tausende von kleinen Unternehmen, die täglich 10—20 t Rohr vermahlen, und kubanische, japanische und Hawaii-Fabriken von 1000 bis 8520 t täglicher Leistung. Auf Java erhält man aus Rohr mit 13,5% Zuckergehalt, 13% Zellstoff und 86,5 Saftreinheit, 92% Saftausbeute durch die Mühlen und davon 11,7% Zucker vom Rohrgewicht. Die Bagasse enthält dann 4,30% Zucker und 47% Wasser, der Preßschlamm 4,30% Zucker, der Gesamtzuckerverlust ist 2,4%, der unbestimmbare 0,25%. Die Melasse-reinheit kommt auf 33 herunter. Auf Kuba werden aus Rohr mit 13,3% Zucker 11,41% Rohrzucker von 96 Polarisation gewonnen, der Gesamtzuckerverlust beträgt 2,36%.

Java erzielt die besten Ausbeuten, Kuba legt Wert auf die größte tägliche Verarbeitung. Die Ursache dieser Verschiedenheit ist darin zu suchen, daß Kuba Rohr verarbeitet, welches von einer Anpflanzung viele Ernten gibt und teure Arbeitslöhne zahlen muß, während Java billige Arbeiter besitzt und von einer Anpflanzung nur eine Ernte erzielt.

Die Herstellungskosten einer Tonne Zuckers schwanken stark, aber bei den jetzigen hohen Weltmarktpreisen wird der Verdienst in allen Rohrländern ein guter sein.

In der Ahornzuckerherstellung haben sich Verbesserungen nicht gezeigt, ebenso nicht in der Palmenzuckergewinnung. In Indien bemüht man sich, den rohen Palmzucker in kleineren Raffinerien in Weißzucker umzuverarbeiten.

Quellen: Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie, Berlin; Die Deutsche Zuckerindustrie, Berlin; Centralblatt für die Zuckerindustrie, Magdeburg; Zeitschrift für die Zuckerindustrie der Tschechoslowakischen Republik, Prag; The Louisiana Planter and Sugar Manufacturer, New Orleans; Sugar, New York; International Sugar Journal, London; Archief voor de Suikerindustrie in Nederlandsch-Indië; De Indische Mercur, J. H. de Bussy, Amsterdam. [A 127.]

Über die Bromzahl.

Von Dr. PAUL BECKER, Maximiliansau.

(Eingeg. 5./6. 1923.)

In Nr. 96 5. 679 des vorigen Jahrganges (1922) dieser Zeitschrift schlägt W. Vanbel vor, wegen der zunehmenden Verteuerung des Jods dasselbe bei der Bestimmung der Jodzahl durch Brom zu ersetzen und gibt eine Verbesserung dieser Kennzahl an. Ich hoffe, dieses Bestreben durch folgende Methode noch vereinfachen zu können. Da Fette und Öle, in dünner Schicht auf Glasplatten gestrichen, meistens langsam Sauerstoff aufnehmen, so war wohl anzunehmen, daß Chlor-, Brom- und Joddämpfe in ähnlicher Weise, vielleicht viel rascher wirken könnten. Dieser Gedanke hat sich bestätigt. Bestreicht man nämlich nach dem bekannten Glastafelverfahren von Max Weger eine Glasplatte mit einer dünnen Schicht Leinöl, so erstarrt das Öl durch Bromdämpfe zu einer rotbraunen Schicht, die stark nach Brom riecht. Natürlich könnte man eine solche Tafel nicht in einer chemischen Wage abwägen. Den ersten Versuch führte ich in der Art aus, daß ich in einer weiter liegenden Glasröhre von 4,6 cm innerem Durchmesser eine Tafel von 15 cm Länge und 4,5 cm Breite hineinschob und unter dieselbe ein Uhrgläschen brachte, auf welches ich einige Tropfen Brom goß. Die Röhre war anfänglich durch zwei Korkstopfen geschlossen. Dieselben waren durchbohrt und mit Zu- und Ableitungsröhrchen versehen und während der Einwirkung des Broms verschlossen. Später wurde durch diese Röhrchen ein Luftstrom geleitet. Leider war es nicht möglich, die rötliche Färbung völlig zu beseitigen. Legte man dann aber die Glasplatte in einen Trockenschrank, der auf etwa 50—60° erhitzt war, so entweicht das überschüssige Brom vollständig. Die Wägung kann dann ohne Gefahr für die Wage vorgenommen werden. Die Ölschicht ist nach dieser Behandlung trocken und ungefärbt, aber undurchsichtig geworden, sie sieht aus wie Ornamentglas; hat man recht gleichmäßig aufgestrichen, so kann man die Schicht mit dem sogenannten Granitglas, weniger mit der Eisblumenbildung vergleichen. Die ersten Platten hatten eine Größe von 4,5 × 15 cm = 67,5 qcm und waren mit 3 Tropfen Leinöl bestrichen, die spätere mit 4 Tropfen bestrichen, hatte eine Größe von 7 × 16 cm = 112 qcm und wurde stehend in einen weiten Zylinder gestellt, der mit einem großen Uhrglas bedeckt wurde. Bei diesem Verfahren wurde man von Bromdämpfen fast gar nicht belästigt. Am besten wird man sich eines kleinen Akkumulatorgefäßes bedienen, auf dessen Boden man einige dicke Glasstäbe legt, zwischen welchen man einige Tropfen Brom gießt. Zwei Platten kann man dann im rechten Winkel zu den Glasstäben an die Wandungen anlehnen.

Meine Versuche gaben folgende Resultate:

	Ein- wage	Zu- nahme	Brom- zahl	Durch- schnitt	Entspr. berechn. Jodzahl	Durch- schnitt	Jodzahl nach Wijs bestimmt
3 Tropfen:	0,0876	0,0990	113,01		178,55		
3 "	0,0796	0,0895	112,43	112,96	177,63	178,42	177,50
4 "	0,1138	0,1290	113,36		179,10		178,20
							177,85

Wichtig ist natürlich auch festzustellen, wie lange die Einwirkung der Bromdämpfe dauern muß:

nach	5 Minuten	war die Bromzahl	77,8
"	13 "	" "	98,3
"	1 Stunde	" "	113,36
"	2 Stunden	" "	113,36

Nach diesen Zahlen scheint wohl eine halbe Stunde reichlich genügend zu sein. Es wird auch davon abhängen, wie stark man die Luft mit Bromdämpfen sättigt. — Auch Joddämpfe wirken auf Leinöl langsam ein. Bei Zimmertemperatur habe ich nur 4,1‰, bei 40—50° nur 48,8‰ Zunahme feststellen können. Diese Versuche, ebenso mit Chlor, werde ich demnächst fortsetzen. [A. 134.]

Steinzeug und Chemische Industrie.

Von FRANZ FIKENTSCHER, Zwickau.

(Eingeg. 16./6. 1923.)

Unter dieser Überschrift hat Prof. Dr. A. Binz in Nr. 43/44 der Zeitschrift für angewandte Chemie gelegentlich des 50jährigen Jubiläums der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke einen Artikel veröffentlicht, der zwar dieser Firma und den mit ihr zusammenhängenden Werken gerecht wird, aber andere Firmen vollständig übergeht, die ebenfalls an der Entwicklung der deutschen Steinzeug-Industrie, soweit sie Apparate für die chemische Industrie herstellt, wesentlichen Anteil haben.

Selbst wenn der Anlaß zu dieser Arbeit lediglich das 50jährige Jubiläum eines unserer ersten Unternehmungen der Keramik gewesen ist, so erscheint es doch im Interesse der geschichtlichen Treue geboten, diese Angaben der Arbeit zu ergänzen hinsichtlich des Anteils,