V.

Neues Verfahren der Zuckergewinnung aus dem Zuckerrohr und der Runkelrübe.

Von

Prof. *Melsens*.

(*Ann. de chim. et de phis. XXVII, 273.*)

Es ist ausgemacht, dass in dem gesunden Zuckerrohr wie in der gesunden Runkelrübe keine andere Zuckerart, als die krystallisirbare vorkommt. Es ist bekannt, dass dieser Zucker durch schwachen Alkohol ausgezogen und durch Verdampfen der erhaltenen Lösung in Gestalt farbloser und reiner Krystalle erhalten werden kann.

In den bittern Mandeln kommt ebenfalls eine krystallisirbare Substanz, das Amygdalin vor, welche durch Alkohol ausgezogen werden kann und sich beim Abdampfen der Lösung unverändert und krystallisirt wiederfindet.

Etwas anderes findet aber statt, wenn man anstatt des Alkohols Wasser anwendet. Das Amygdalin der Mandeln verschwindet und macht neuen zahlreichen und durchaus verschiedenen Verbindungen, die durch neue Lagerungen der Elemente entstehen, Platz. Damit das Wasser auf diese Weise wirke, muss die atmosphärische Luft Zutreten können, und in dem Wasser muss ein gewisses Ferment gelöst sein, das sich in den bittern Mandeln neben dem Amygdalin vorfindet.

In dem Zuckerrohr und in der Runkelrübe kommen auch ähnliche Fermente vor, welche die Umwandlung des Zuckers in andere Produkte bewirken können. Damit dieselben wirksam werden, ist ebenfalls die Mitwirkung des Wassers und der Zutritt der atmosphärischen Luft erforderlich.

Bekanntlich verändert sich der ausgepresste Saft des Zuckerrohrs in den wärmern Regionen, in denen das Zuckerrohr cultivirt wird, ausserordentlich schnell, und obgleich diese Veränderung bei dem Runkelrübensaft minder schnell eintritt, ist sie doch die Quelle nicht unbedeutenden Verlustes, so dass man schon längst nach Mitteln gesucht hat, die Behandlung der

Runkelrübe möglichst zu beschleunigen, um eine Veränderung des Zuckers zu vermeiden.

Für den analytischen Chemiker beschränkt sich die Ausziehung des Zuckers auf die Anwendung des Alkohols, wodurch der Zucker von den Fermenten geschieden und von jeder verderblichen Einwirkung befreit wird.

Bei der Darstellung des Zuckers im Grossen muss man aber ein billigeres Lösungsmittel anwenden. Ausserdem erfordert die Anwendung des Alkohols seiner Entzündlichkeit wegen grosse Vorsicht.

In dem Zellgewebe einer Runkelrübe oder des Zuckerrohrs findet sich der Zucker in Wasser gelöst; dieser Zucker conservirt sich bekanntlich lange Zeit darin. Könnte man das Wasser als Lösungsmittel anwenden, ohne die von der Natur gegebenen Bedingungen zu zerstören, so könnte der Zucker unverändert gewonnen werden. Die Schwierigkeiten, auf welche man stösst, sind aber weder durch den Zucker, noch durch das Wasser bedingt, sondern rühren nur allein von der Luft und den sich durch dieselbe entwickelnden Fermenten her.

Könnte man das Zuckerrohr im Grossen im luftleeren Raume auspressen und die Runkelrübe im luftleeren Raume zerreiben, klären und abdampfen, so würde die Aufgabe vielleicht gelöst sein.

Wenn man aber bedenkt, welche unendlich kleine Menge von Luft Proteinsubstanzen in Ferment umzuwandeln vermag, so kommt man wohl zu der Ueberzeugung, dass ein solches Verfahren unausführbar ist.

Einfacher erscheint es, in einem unwirksamen Gase, wie in der Kohlensäure zu operiren, die Runkelrüben in einer Atmosphäre von Kohlensäure zu zerreiben, sie mit kohlensäurehaltigem Wasser zu waschen und sie auf der Presse mit Wasser zu übergiessen, das sauren kohlensauren Kalk oder saure kohlensaure Talkerde enthält. Meine Versuche hatten aber nicht den gewünschten Erfolg.

Da nur eine geringe Menge von Luft zur Entstehung der Fermente erforderlich ist, so ist die Wirksamkeit dieses Verfahrens eine sehr ungewisse.

Ich erwähne ferner eine Klasse von Körpern, die man zur Verhinderung der Gährung angewendet hat; es sind diess die

Metalloxyde, die sich mit den Proteïnsubstanzen oder den daraus entstehenden Fermenten zu unlöslichen Verbindungen vereinigen können, wie das Quecksilberoxyd und Bleioxyd. Bei einer Anwendung des Zuckers kann das basisch-essigsäure Bleioxyd angewendet werden, da dasselbe alle Fermente und alle Proteïnsubstanzen, welche Fermente bilden können, fällt und nur den Zucker gelöst lässt. Die unglücklichen Folgen, die aus der Anwendung des basisch-essigsäuren Bleioxydes in den Zuckerfabriken entstehen könnten, machen den Gebrauch dieser Substanz zur Extraktion des Zuckers unmöglich.

Anders verhält es sich mit dem Tannin und der Metaphosphorsäure. Beide Agentien coaguliren die Fermente, fällen die Proteïnsubstanzen und reinigen den Zuckerrohr- oder Runkelrübensaft in der Kälte so vollständig, dass die Anwendung dieser Substanzen möglich ist.

Noch vollständiger schien mir aber das Ziel erreicht zu werden, wenn man ein Mittel ausfindig machte:

1) Die Entstehung der Fermente während des Auspressens des Saftes zu verhindern und den Zutritt der Luft, so lange der Saft kalt ist, abzuschneiden;

2) die Coagulation der Proteïnsubstanzen durch die Wärme zu benutzen, um dieselben auszuschcheiden.

Ich bemühte mich deshalb, einen Körper ausfindig zu machen, der begierig Sauerstoff an sich zieht, den Zucker nicht verändert, unschädlich, billig und überall leicht zu erzeugen ist. Besonders drei solche Körper zogen meine Aufmerksamkeit auf sich, diese waren: das Stickstoffoxyd, die schweflige Säure und das Aldehyd. Diese merkwürdige Klasse von Körpern, welche begierig Sauerstoff an sich ziehen, schon zwei Äquivalente dieses Körpers enthalten und durch Sauerstoffaufnahme in starke Säuren übergehen, schien mir vor Allem geeignet, durch ihre Gegenwart den Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu absorbiren und die Bildung der Fermente zu verhindern.

Geschicktere Hände als die meinigen, werden gewiss eines Tages das Stickstoffoxyd in geeigneter Form Anwendung finden lassen, denn ich kann nicht glauben, dass eine Substanz, welche den Sauerstoff in dem Masse, als er sich darbietet, zerstört, und dadurch eine Verbindung bildet, welche die Fermente fällt, nicht

einst bei der Extraktion des Zuckers benutzt werden könne. In schwefelsaurem Eisenoxydul gelöst, würde das Stickstoffoxyd jede Veränderung bis zum Klären durch Kalk verhindern, und nach beendigtem Klären enthielte die Lösung fast nichts von den angewandten Reagentien.

Aldehyd und ähnliche organische Verbindungen sind zu kostspielig darzustellen, ich habe daher die Wirkung dieser Körper nicht versucht.

Während ich die oben angeführten Methoden versuchte, wurde ich veranlasst die schweflige Säure anzuwenden, deren Wirksamkeit jede Gährung zu verhindern, deren billiger Preis und leichte Darstellungsart die besten Resultate versprochen.

In der That war es Proust gelungen, durch die schweflige Säure die Gährung des Traubenzuckers zu verhindern, während derselbe Chemiker bei der Anwendung dieser Substanz bei der Runkelrübenzuckerfabrikation unübersteigbare Hindernisse fand. Es ist mir nicht unbekannt, dass die geschicktesten Leute unseres Faches die Anwendung der schwefligen Säure versucht haben, ohne dass nur der geringste Nutzen für die Praxis aus ihren Arbeiten hervorgegangen ist.

Wenn die schweflige Säure mit Vortheil bei dem Traubensaft angewendet werden kann, um die Gährung desselben zu verhindern, so liegt die Wirksamkeit darin, dass eines Theils die schweflige Säure die Bildung der Fermente verhindert, anderen Theils der Traubenzucker sowohl durch die schweflige Säure, als auch dann, wenn dieselbe durch die Einwirkung der Luft in Schwefelsäure übergeführt ist, unverändert bleibt.

Es ist aber allgemein bekannt, dass Rohrzucker im Gegentheil durch die Einwirkung der Säuren und namentlich der Schwefelsäure in Krümelzucker umgewandelt wird. So vorthailhaft, wie sich die schweflige Säure bei dem Moste anwenden lässt, so unpraktisch erweist sich ihr Anwendung bei dem Saft des Zuckerrohrs und dem Runkelrübensafte. Denn in dem Masse, als die aufgenommene Luft die schweflige Säure in Schwefelsäure verwandelt, führt die entstandene Schwefelsäure den Rohrzucker in Krümelzucker über. Im Angesicht dieser Schwierigkeit fragte ich mich, ob es nicht möglich sei, dass die schweflige Säure, wenn man dieselbe mit einer starken Base wie mit Kali, Natron oder Kalk verbinde, frei von den erwähnten unangenehmen Fol-

gen angewendet werden könne. Indem sich die Base, in dem Verhältniss als sich Schwefelsäure bildet, mit letzterer verbindet, muss natürlich der Rohrzucker unverändert bleiben. Durch diese Idee wurde ich zu einer grossen Anzahl von Versuchen veranlasst, deren Resultate ich in der Kürze gebe.

Wenn man eine Lösung von schwefliger Säure zu einer Lösung von Rohrzucker, zu Zuckerrohr- oder Runkelrübensaft setzt, so tritt keine Gährung ein, der Zucker wird aber langsam zerstört, wenn man die Mischung in der Kälte stehen lässt; in der Wärme wird der Zucker schnell in Traubenzucker übergeführt.

Neutrale schwefligsaure Salze des Kalis, Natrons und Kalks verhindern die Gährung nicht, wenn die Flüssigkeiten neutral sind; der Rohrzucker bleibt aber sowohl in der Kälte als auch in der Wärme unverändert.

Ich konnte daher weder das eine noch das andere dieser Verfahren anwenden.

Saure schwefligsaure Salze und namentlich der saure schwefligsaure Kalk schienen mir diesem Zwecke weit besser zu entsprechen.

Ueberschüssige schweflige Säure verhindert die Gährung vollständig. Die in dem sauren schwefligsauren Salze enthaltene Base neutralisirt die Schwefelsäure in dem Masse, als sich dieselbe bildet. Es blieb nun noch zu untersuchen übrig, ob durch die überschüssige schweflige Säure desselben sich Rohrzucker in Krümelzucker umwandle oder nicht.

Ich erhitzte kleine Mengen von Kandiszucker in Wasser gelöst einige Stunden lang mit einer grossen Menge von zweifach-schwefligsaurem Kalk. Der Zucker hatte sich verändert, er war in nicht krystallisirbaren und zerfliesslichen Zucker übergeführt worden. Der entstandene Syrup zeigte bisweilen eine Eigenschaft, welche den Fabrikanten nicht unbekannt ist; als derselbe nämlich abgedampft werden soll, blieb derselbe unkrySTALLISIRBAR (*il restait immobile*).

Da eine grosse Menge von zweifach-schwefligsaurem Kalk erforderlich ist, um den Rohrzucker in Krümelzucker umzuwandeln, eine kleine Menge aber hinreicht, um die Fermente zu

zerstören, so durfte ich nicht ohne Weiteres diese Substanz verlassen.

Wenn man Kandiszucker in der Kälte in Wasser löst, das zweifach-schwefligsauren Kalk selbst in grosser Menge enthält, so krystallisirt bei niedrigerer Temperatur der Zucker unverändert und gänzlich aus der Lösung durch freiwilliges Verdunsten heraus. Die Behandlung in der Kälte ist daher jedenfalls vorzuziehen; später wird man auch die Wichtigkeit dieser Bemerkung kennen lernen.

Vollkommen weisser Kandiszucker wurde in der zehnfachen Menge Wasser gelöst und die Hälfte des Gewichtes des Zuckers einer Lösung von zweifach-schwefligsaurem Kalk von 10° Baumé hinzugesetzt und die Lösung eine Stunde lang im Sieden erhalten. Die trübe Flüssigkeit wurde zur Abscheidung des neutralen schwefligsauren Kalkes filtrirt und darauf auf einen Teller gegossen, auf welchem die Lösung ohne merkliche Spur von zurückbleibender Melasse krystallisirte; die Lösung fällt jedoch in Kali gelöstes weinsaures Kupferoxyd ein wenig. Gelber Kandiszucker auf dieselbe Weise behandelt, verhielt sich ähnlich; nur waren die entstandenen Krystalle weniger gefärbt, als der Kandiszucker vorher.

Dieser Versuch gab mit anderen Zuckerarten ausgeführt, immer dieselben Resultate, sowohl bei Flüssigkeiten, die im sauren Zustande abgedampft, als auch bei solchen, deren Säure vorher vorsichtig neutralisirt worden war.

Ich veränderte diese Versuche, deren Ausgangspunkt das Sieden einer wässerigen Zuckerlösung mit überschüssigem zweifach-schwefligsaurem Kalk war, indem ich dieselben durch einfaches Verdampfen der trüben Flüssigkeit, oder durch vorheriges Abfiltriren beendigte. In allen Fällen krystallisirte der Zucker, ohne dass Melasse zu bemerken war.

Ich versuchte ferner die Zuckerarten, die von den verschiedenen Versuchen herrührten, mittelst des Polarisationsapparates und erhielt folgende Resultate:

1. Die krystallinischen Massen geben fast dieselben Resultate, die ich vor der Behandlung mit denselben erhielt; die Differenzen, die bald nach der einen Richtung hin, bald nach der anderen hin gingen, waren nicht grösser als die Beobachtungsfehler und zeigten niemals eine Umwandlung des Zuckers an.

2. Die flüssigen Theile, in denen der umgewandelte Zucker concentrirt enthalten sein musste, wurden bei mehreren Versuchen nach fast beendiger Krystallisation von den festen Theilen getrennt; sie zeigten alle optischen Eigenschaften des eigentlichen Rohrzuckers, der die Polarisationsebene nach rechts ablenkt.

Folglich verhält sich, sowohl in dem krystallisirten Theile, als auch in den Syrupen, der mit saurem schwefligsaurem Kalk behandelte Zucker, wenn derselbe nicht in zu grosser Dosis oder bei zu lange Zeit fortgesetzter Wärme angewendet wurde, genau wie in reinem Wasser gelöster.

Ich durfte demnach erwarten, dass der zweifach-schwefligsaure Kalk, als Körper, der begierig Sauerstoff an sich zieht und welcher ausserdem gährungswidrig wirkt, auf Zucker nicht schädlich einwirken würde, wenn man eine Lösung von zweifach-schwefligsaurem Kalk auf die Reibmaschine bei den Runkelrüben und die Mühle bei dem Zuckerrohre in dem Augenblicke gösse, in welchem die Zellen zerrissen werden. Ich durfte ferner erwarten, dass die zum Klären des Zuckers nothwendige Wärme angewendet werden könnte, ohne auf den Zucker einen nachtheiligen Einfluss auszuüben. Wenn man letztere Operation wie gewöhnlich vornähme, so müsste durch den angewendeten Kalk der zweifach-schwefligsaure Kalk durch Neutralisation ausgeschieden werden; der von den Fermenten gereinigte Saft würde dann ohne Zuckerverlust verkocht werden können.

Ich bemerkte aber bald, dass der zweifach-schwefligsaure Kalk noch besondere Eigenschaften zeigte, die meine Aufmerksamkeit im höchsten Grade erweckten.

Eiweiss, Blut, zerriebenes Eigelb, Milch coaguliren, mit Wasser verdünnt und mit zweifach-schwefligsaurem Kalk gemischt, bei 100° vollständig. Die filtrirten Flüssigkeiten geben nach dem Abdampfen Rückstände, in denen sich nur wenige stickstoffhaltige Substanzen mit Milchzucker oder mit den Substanzen eigenthümlichen Körpern gemengt finden.

Ausser seiner antiseptischen Kraft und der Eigenschaft, Sauerstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen, wirkt der zweifach-schwefligsaure Kalk auch noch als Klärungsmittel.

Um seine Wirksamkeit in dieser Beziehung untersuchen

zu können, mischte ich 50 Grm. Kandiszucker, 250 Kubikcentimeter Milch, 250 Kubikcentimeter Wasser mit einer Lösung von zweifach-schwefligsaurem Kalk von 10° Baumé. Ich liess die Flüssigkeit sieden und filtrirte dieselbe darauf zur Abscheidung der coagulirten Substanz. Die concentrirte Flüssigkeit gab bei dem Krystallisiren eine vollkommen krystallisirte Masse, die im rohen Zustande ohne vorheriges Trocknen und Reinigen 92 p. C. Zucker gab.

Das Klären war leicht und vollständig vor sich gegangen. Der Zucker war unversehrt geblieben; das den Krystallen anhängende Wasser, und die Salze der Milch erklären, warum man in dem Rückstand nur ungefähr 92 p. C. Zucker findet.

Bei einem anderen Versuche, wendete ich 50 Grm. Kandiszucker, ein halbes Ei, 25 Kubikcentimeter Milch, 74 Kubikcentimeter einer Lösung von saurem schwefligsaurem Kalk und 450 Kubikcentimeter Wasser an. Diese Mischung gab nach dem Sieden und Filtriren eine Flüssigkeit, die ohne merkliche Spuren von Melasse zu hinterlassen, krystallisirte. Der Polarisationsapparat zeigte 88,5 p. C. Zucker. Es war demnach nur Rohrzucker vorhanden.

Der zweifach schwefligsaure Kalk wirkt demnach bei 100° als Klärungsmittel.

Er scheidet Albumin, Casein und, wie wir später sehen werden, stickstoffhaltige Substanzen, die sich in dem Rohr und der Runkelrübe finden, vollständig ab. Diese Abscheidung geht ohne Verlust und ohne Umwandlung vor sich.

Es blieb nun noch zu untersuchen übrig, welche Rolle das schwefligsaure Salz spielt; wenn dasselbe die Färbung der zuckerhaltigen Flüssigkeit verhindert.

Die Färbung zuckerhaltiger Flüssigkeiten rührt von vier Ursachen her:

- 1) von gefärbten Substanzen, die sich in dem Saft lösen;
- 2) von dem Zutritt der Luft und dem Mark, aus welchem letzteren sich gefärbte Substanzen bilden;
- 3) von der beim Abdampfen angewendeten Wärme, wodurch ein Theil des Zuckers und der denselben begleitenden Substanzen unter Bildung gefärbter Substanzen verändert wird;
- 4) von der Mitwirkung der Luft, des Kalks und des Ammoniaks.

Zweifach-schwefligsaurer Kalk entfärbt fast augenblicklich und ziemlich vollständig die gefärbten Körper, die sich schon fertig gebildet in dem Zuckerrohr und den Runkelrüben vorfinden; er verhindert die Bildung gefärbter Substanzen, die sich unter dem Einflusse der Luft aus dem Marke bilden; er verhindert ferner die Bildung solcher Körper, die während des Abdampfens und namentlich unter Mitwirkung der Luft und eines freien Alkalis entstehen.

Was die in der Runkelrübe und dem Zuckerrohr fertig gebildeten gefärbten Substanzen betrifft, so ist das Entfärbungsvermögen des zweifach-schwefligsauren Kalkes nicht absolut. Es scheint daher zu kommen, dass sich eine farblose Verbindung zwischen dem vegetabilischen Farbstoffe und der schwefligen Säure bildet. Diese Wirkung der schwefligen Säure ist den Chemikern wohl bekannt, so wie auch, dass, wenn in Pflanzentheilen die grüne Substanz in beträchtlicher Menge vorhanden ist, der Saft anfänglich durch zweifach-schwefligsaures Salz entfärbt wird; beim Concentriren erscheint die Farbe etwas und bei beginnendem Sieden vollständig wieder.

Die durch zweifach-schwefligsauren Kalk erzeugte Wirkung ist im Gegentheil vollständig und ausserordentlich dauerhaft. Ich bewahrte sechs Monate lang in schlecht verschlossenen Gefässen zerriebene Runkelrüben auf, welche durch die Einwirkung von zweifach-schwefligsaurem Kalk ungefärbt geblieben waren, während bekanntlich zerriebene Rüben unter den gewöhnlichen Bedingungen schnell gebräunt werden.

In vielen Fällen kann der zweifach-schwefligsaure Kalk mit grossem Vortheile angewendet werden, um die Bildung gefärbter Verbindungen zu verhindern, die später nur sehr schwer zu zerstören sind; solche Verbindungen finden sich z. B. in den Fäden des Haufs und des Leins nach dem Rösten, in dem Indig nach dem Fällen, in der Lohe, in dem Extrakt gewisser Farbehölzer u. s. w.

Vor der Hand beschränkte ich mich auf die gefärbten Substanzen, die sich von selbst in der Kälte in dem zerriebenen Mark erzeugen, die sich aber niemals in den mit zweifach-schwefligsaurem Kalk behandelten bilden.

Ich füge hinzu, dass durch Abdampfen:

1) einer Lösung von Rohrzucker; 2) des Zuckerrohr- und

3) des Runkelrübensaftes in der Kälte niemals Färbung stattfindet. Beim Abdampfen in der Wärme unter denselben Umständen ist die Färbung kaum zu bemerken; bei der rothen Runkelrübe findet selbst vollständige Entfärbung statt und der erhaltene Zucker ist weiss. Nur in Ausnahmefällen konnte ich eine bemerkbare Färbung wahrnehmen, und selbst dann hatten sich nur Spuren von färbenden Körpern erzeugt.

Der zweifach-schwefligsaure Kalk kann daher bei der Operation der Zuckergewinnung aus dem Zuckerrohr und der Runkelrübe Anwendung finden:

1) als vorzüglich antiseptischer Körper, der die Erzeugung und Wirkung von jedem Ferment verhindert;

2) als Körper der begierig Sauerstoff an sich zieht und deshalb alle Veränderungen verhindert, welche die Gegenwart des Sauerstoffs nach sich ziehen konnten;

3) als Klärungsmittel, das bei 100° den Saft klärt und ihn von allen eiweissartigen, coagulirbaren Körpern befreit*);

4) als Entfärbungsmittel für die schon vorhandenen Farbstoffe;

5) als Substanz, welche im höchsten Grade die Bildung von Farbstoffen verhindert;

6) als Substanz, die alle schädlichen Säuren neutralisirt, die in dem Saft existiren oder darin sich bilden können, und an die Stelle derselben eine fast unwirksame Säure, die schweflige Säure, treten lässt.

Es war nun noch zu untersuchen, in welcher Quantität der zweifach-schwefligsaure Kalk bei der Zuckerfabrikation angewendet werden könne; welche Bedingungen von der Anwendung desselben im Grossen daraus entstehen und welche Unannehmlichkeiten die zu erwartenden Vortheile compensiren könnten. Ich stütze mich dabei auf meine Versuche.

Ich hoffte, dass durch meine Versuche mindestens in den am Aequator gelegenen Gegenden, die Zuckerextraction durch die Sonnenwärme allein vor sich gehen könne, denn es stand

*) Es bleibt jedoch in den auf diese Weise geklärten Säften eine eigenthümliche Substanz zurück, die sich unter dem Einflusse der Alkalien und der Luft zuerst violett und dann braun färbt. Es wäre möglich, dass diese Substanz eine stickstoffhaltige sei.

zu erwarten, dass wenn der Zuckerrohrsaft der freiwilligen Verdunstung an freier Luft überlassen wird, der Zucker ähnlich dem Salz in den Salzgärten ausgeschieden werden würde. In dieser Hoffnung unternahm ich folgende Versuche.

Bekanntlich existiren in Murcia Zuckersiedereien, in denen Zucker aus Zuckerrohr verarbeitet wird. Von da erhielt ich zu meinen Versuchen einige Hundert Pfund frisches Zuckerrohr.

Sie kamen gut erhalten in Paris an, wo ich dieselben im Laboratorium der Sorbonne verarbeitete. Nach dem Urtheil von Sachverständigen war das Zuckerrohr unvollkommen reif, viele Stengel waren angefressen. Die Bearbeitung des Zuckerrohrs versprach keine besondern Resultate.

Der erste Versuch aber, welchen ich anstellte, setzte alle diejenigen der Anwesenden in Erstaunen, die dem Gange in den Zuckersiedereien zu folgen gewöhnt waren.

Der Saft war auf der Reibmaschine mit Zusatz von zweifach-schwefligsauren Kalk dargestellt worden. Nach dem Klären durch Sieden wurde derselbe filtrirt. Der concentrirte Syrup wurde nach abermaligem Filtriren zum langsamen Krystallisiren hingestellt.

Die Krystallisation ging fast bis zur vollkommenen Trockniss vor sich. Was die Natur des Zuckers und seine Menge anbelangt, so hätte eine mit Alkohol ausgeführte Analyse kein besseres Resultat geben können. Der erhaltene Zucker war fast farblos.

Unter diesen Umständen nimmt die ganze Menge des in dem Saft enthaltenen Zuckers eine feste und krystallinische Gestalt an. Die Krystalle sind gross und fest. Sie sind nicht mehr gefärbt, als der gewöhnliche Kandiszucker und enthalten nur Spuren von umgewandeltem Zucker.

Zieht man die fast absolute Reinheit des Saftes in Betracht, der nach beendigten Klären nur reine Zuckerlösung ist, berücksichtigt man ferner das Vermögen des Rohrzuckers, grosse Krystalle zu erzeugen, welches bei dem Runkelrübenzucker nicht zu bemerken ist, so geht daraus hervor, dass mein Verfahren in den Colonien die beste Anwendung finden könnte.

Ich veränderte die Mengen von zweifach-schwefligsaurem Kalk, die Bedingungen des Abdampfens, ich wendete zuweilen nur reifes, zuweilen nur grünes und zuweilen auch schadhaftes

Zuckerrohr an; aber alle meine Versuche gaben mir nur kry-
stallisirten Zucker.

Ich habe bei meinen Versuchen niemals einen Löffel voll wirklich nicht krystallisirbare Melasse gefunden. Die Analyse des Zuckersaftes und die Behandlung desselben durch zweifach-schwefligsauren Kalk waren mit dem Ertrag übereinstimmend. Es ist aber allgemein bekannt, dass der aus dem gepressten Zuckerrohr erhaltene Saft nur die Hälfte oder höchstens zwei Drittheile von dem beträgt, die in dem Zuckerrohr enthalten ist; demnach geht in der Bagasse ein Drittheil von dem in Zuckerrohr enthaltenen Zucker verloren.

Es ist nicht daran zu denken, diesen Zucker in den heissen Ländern durch Auswaschen zu gewinnen, da Luft, Fermente, Zucker und Wärme sich vereinigen, um eine schnelle Gährung zu erzeugen und die Frucht eines solchen Versuchs zu vereiteln.

Mit Wasser aber, das etwas zweifach-schwefligsauren Kalk enthält, ist das Auswaschen leicht zu bewerkstelligen; man kann dasselbe nach Belieben auf einmal, oder in einigen Stunden oder in einigen Tagen vornehmen. Durch hinreichendes Waschen könnte den Bagassen aller Zucker bis auf die letzte Spur entzogen werden.

Die so erhaltenen zuckerhaltigen Waschwässer sind an Zucker fast eben so reich als der Zuckersaft selbst; auf dieselbe Weise bei 100° geklärt, filtrirt und an freier Luft bis zur Syrupsconsistenz abgedampft, liefert die Lösung ähnliche Produkte wie der Zuckerrohrsaft.

Ich befolgte diese Methode bei den mir zu Gebote stehenden Bagassen mit der grössten Aufmerksamkeit und fand nach Beendigung derselben allen Zucker unverändert in grossen Kry-
stallen und, was die Färbung anbelangt, weit schöner als den Zucker aus den Colonien.

Das Abgeschäumte, die zum Filtriren angewendeten Filter lieferten mir den darin enthaltenen Zucker unversehrt und krystallinisch, obgleich dieselben mehrere Tage an der Luft, unter den zur Gährung günstigsten Bedingungen, gelegen hatten. Es genügt, den Schaum und die Filter mit einer verdünnten Lösung von zweifach-schwefligsaurem Kalke zu waschen und die Lösung zu verdampfen.

Der zweifach-schwefligsaure Kalk hatte den Zucker in eine unveränderliche Substanz, ähnlich einem Mineralsalze, umgewandelt. Der Zucker aus dem Saft, den Bagassen, dem Schaume und den Filtern wurde in grossen Krystallen von farblosem oder hellgelbgefärbtem Kandiszucker erhalten.

Alle diese Operationen gehen ohne Mühe vor sich. So lange in der Flüssigkeit zweifach-schwefligsaurer Kalk in einiger Menge enthalten ist, so lange bleibt dieselbe unverändert.

Mir sind die Colonien nicht bekannt, ich kann daher nicht entscheiden, ob die Anwendung meines Verfahrens dort eine Theilung des Besitzes bewirken kann, indem den Negern die Möglichkeit gegeben ist, den Zucker in ihren Wohnungen auszu ziehen. Man mache mir nicht den Einwurf, dass kräftige Mühlen zum Zerquetschen des Zuckerrohrs erforderlich sind. Ein Wurzelmesser, ein Reibeisen selbst ist vollkommen genügend, da durch die Anwendung des sauren schwefligsauren Kalkes das Waschen nicht verhindert wird.

Nach einigen vorläufigen Versuchen behandelte ich das mir zu Gebote stehende Zuckerrohr auf folgende Weise:

1. Ich zerkleinerte das Zuckerrohr mittelst einer Reibmaschine, wie man dieselbe bei den Runkelrüben anwendet und benetzte den entstehenden Brei mit einer Lösung von zweifach schwefligsaurem Kalk. Ich presste den Saft aus, erhitzte denselben bis zum Sieden, filtrirte und dampfte über freiem Feuer die Flüssigkeit bis zu 1,3 spec. Gewicht ab. Nach einigen Tagen war eine Masse von Kandiszucker entstanden, von welcher keine Melasse abgeschieden werden konnte;

- 2) die Bagasse oder der zurückbleibende Brei wurde mit Wasser befeuchtet und von neuem ausgepresst, ich erhielt einen an Zucker ärmeren Saft, der bei ähnlicher Behandlung, gleiche Resultate wie der erste gab;

- 3) wenn es nöthig war, wurde dieselbe Operation nochmals wiederholt.

Im Ganzen hatte ich 1 p. C. vom Gewicht des Zuckers einer Lösung von zweifach-schwefligsaurem von 10° Brumé angewendet. Ich hatte den Zucker vollständig ausgezogen und ihn in fester Form wiedergefunden.

Meine Operationen, obgleich fabrikmässig ausgeführt, gaben doch durch ihre Resultate eine genaue Analyse des Zuckerrohrs.

Mögen geschickte Chemiker, wie Casaseca in Havana, Avequin in Louisiana und Dupuy auf Guadeloupe, denen Rohrzuckerfabriken zu Gebote stehen, meine Versuche im Grossen wiederholen.

Meinem Verfahren ist der Vorwurf zu machen, dass der so erhaltene Zucker einen Geschmack nach schwefliger Säure behält; er verliert denselben aber unter dreierlei Umständen:

1) wenn das Zuckerrohr nach dem Reiben einige Zeit an der Luft steht, so wandelt sich das schwefligsaure Salz in geschmackloses schwefelsaures um;

2) wenn der Zucker in eine ammoniakalische Atmosphäre gebracht wird, so verliert der Zucker seinen schwefligen Geruch und nimmt oft einen sehr angenehmen Geruch nach Vanille an; der Zucker färbt sich aber zuweilen dabei etwas;

3) wenn der Zucker mittelst Zuckersyrup gedeckt wird (*claircé*), so dass derselbe ungefähr 10 p. C. von seinem Gewichte verliert, so wird ein Zucker erhalten, der den weissesten feinsten Zuckerarten nicht nachsteht.

Für die Fabriken empfehle ich das dritte Verfahren.

Ich erwähne ferner einen Umstand, der in Betracht gezogen werden könnte. Schwefelsäure und schwefligsaure Salze werden bei Gegenwart von organischen Substanzen zu Sulfureten reducirt. Die Bildung von Schwefelmetallen und das daraus folgende Auftreten von freiem Schwefel zeigte sich bei keiner der vielen Proben, die zum Theil und namentlich bezüglich des Rübenzuckers schon sehr alt sind.

100 Kilogramme gutes Zuckerrohr enthalten ungefähr 18 Kilogramme Zucker. Man zieht bei guter Arbeit daraus 60 Kilogramme Saft aus, in welchen 12 Kilogramme Zucker enthalten ist.

Aus diesem Saft erhält man 6—7 Kilogramme rohen Zucker, 5—6 Kilogramme gingen also während der Bearbeitung des Saftes verloren, während 6 Kilogramme in der Bagasse zurückblieben.

Daraus folgt, dass bei Anwendung des neuen Verfahrens nur aus dem Saft, anstatt 6—7 Kilogramme rohen Zuckers, 12 Kilogrammen erhalten werden können; wendet man aber das Verfahren zu gleicher Zeit auf den Saft und auf die Bagasse an, so kann man aus 100 Kilogrammen Zuckerrohr 17—18 Kilogramme Zucker erhalten.

Meine Angaben, dass der Ertrag an Zucker aus dem Zucker-

rohr verdoppelt werden könne, waren daher keineswegs übertrieben, ich bin vielmehr weit hinter der Wahrheit zurückgeblieben.

Die Zukunft wird entscheiden und ich erwarte ihr Urtheil mit Vertrauen! Vermittelt des zweifach-schwefligsauren Kalkes kann der Fabrikant alles ausführen, was der Chemiker mit Alkohol vornimmt; wenn der Eine 18 Kilogramme Zucker aus dem Zuckerrohr gewinnt, so wird gewiss eines Tages der Andere nicht weniger erzielen.

Die Fragen, ob es besser sei, die Zuckerlösung bis zum Ende durch Sieden abzudampfen, oder den Syrup bis zum spec. Gew. von 1,3 zu concentriren und das Abdampfen im Trockenofen zu vollenden, oder die Abdampfung in grossen Kisten an der Sonne vorzunehmen, kann ich nicht entscheiden.

Ich bemerke nur, dass die Gegenwart von zweifach-schwefligsaurem Kalk, indem derselbe die Bildung und die Wirkung der Fermente verhindert, die Anwendung hölzerner, nicht tiefer, wohl aber breiterer Abdampfungskisten, und eben sowohl die von wirklichen Gradrhäusern möglich macht.

Es steht mir keine hinreichende Menge von Zuckersaft zu Gebote, um solche Versuche im Grossen vornehmen zu können, ich will aber durch folgenden Versuch zeigen, dass mein Verfahren im Grossen versucht zu werden verdient.

Runkelrübensaft, zu welchem ich 4 p. C. der Normallösung von zweifach-schwefligsaurem Kalk gesetzt hatte, wurde geklärt und dann in einen kleinen Kasten aus Tannenholz gegossen, der vorher mit gelöstem Bisulfit gewaschen worden war. Der Boden der Kiste war durchlöchert und durch die Löcher gingen Bindfäden. In dem Masse, als sich der Zuckersaft in eine unter den Löchern befindliche Schale ansammelte, wurde derselbe zurückgegossen. Nachdem der Saft auf diese Weise concentrirt worden war, wurde der Syrup in ein flaches Gefäss gebracht, in welchem er fast vollständig krystallisirte. Aus der geringen Menge Melasse, die von den Krystallen abgeschieden werden konnte, setzten sich noch deutliche Krystalle von Rohrzucker ab.

Wenn dieser Versuch in einem unvollkommenen Apparate mit Runkelrübensafte gelang, warum sollte es bei dem reineren und reicheren Zuckerrohrsafte in den warmen Ländern, bei zweckmässig construirten Apparaten nicht der Fall sein? Warum sollte man in der so intensiven und anhaltenden Sonnen-

wärme jener Länder nicht ein Mittel sehn, die Steinkohle und andere Brennmateriale zu ersetzen, die jenen Ländern mangeln?

Wenn auch über die Abdampfungsweise, welche in den Colonien vorgezogen werden muss, nur die Erfahrung im Grossen entscheiden kann, so ist doch das Resultat das ich bei Bearbeitung von einigen Hundert Pfunden Zuckerrohr erhielt, überzeugend, dass für die Extraction des Zuckers in den Colonien eine neue Aera begonnen hat, da deren Zuckersaft und der Bagasse aller Gährungsstoff entzogen werden wird.

Ich wurde nun veranlasst, sogleich alle möglichen Schritte zu thun, um meinem Systeme entweder in den französischen Colonien, oder in Algerien Eingang zu verschaffen; namentlich richtete sich meine Aufmerksamkeit auf das letztgenannte Land, in welchem nach dem Auspruche wohl unterrichteter Personen, das Zuckerrohr gut gedeihen würde. Während ich aber veranlasst war, alle meine Aufmerksamkeit vorzugsweise dem Zuckerrohr zuzuwenden, das den besten Erfolg versprach, sah ich wohl ein, dass ich meinem Heimathslande, das keine Colonien besitzt, aber die Runkelrübe in grossem Massstabe baut, schuldig sei, meine Versuche dem einheimischen Zucker zuzuwenden und ein Gleichgewicht zwischen dem Rübenzucker und dem Rohrzucker aufrecht zu erhalten, das meine Resultate zu zerstören drohten. In dieser Absicht unternahm ich wiederholte Versuche mit der Runkelrübe.

Da die Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohr in Auspressen, Klären, schnelles oder langsames Abdampfen und wiederholtes Filtriren zerfällt; so kann man sich von der Bearbeitung der Runkelrübe eine Vorstellung machen, die in der That von der des Zuckerrohrs wenig abweicht. Wenn mir aber das Zuckerrohr so ausgezeichnete Resultate gab, dass für den Vorzug meines Verfahrens nicht der geringste Zweifel übrig bleibt, so stellten sich mir bei gleicher Behandlung der Runkelrübe die grössten Schwierigkeiten entgegen.

Vor Allen ist die einheimische Zuckerfabrikation weiter vorgeschritten und nicht solcher durchgreifenden Verbesserungen fähig, als die Fabrikation in den Colonien. Da der Zucker vollständiger ausgezogen wird, so bleibt weniger Zucker in dem Marke zurück. Da das zurückbleibende Mark als Viehfutter benutzt wird, so ist der Zucker nicht eigentlich verloren. Der billigen Preise der Steinkohlen wegen ist die Abdampfungsme-

thode durch Feuer die vorzüglichere. Da endlich der Runkelrübensaft eine grosse Menge von Salzen enthält, welche die Krystallisation des Zuckers verhindern können, so entsteht dadurch ein Verlust, der durch das neue Verfahren nicht aufgehoben wird.

Die Rechnung in runden Zahlen kann auf folgende Weise geschehen: 100 Kilogramme Runkelrüben enthalten im Mittel 10 Kilogramme Zucker, von welchen 1 Kilogramm in dem Marke und 2 Kilogramm in der Melasse bleiben; sieben Kilogramme könnte also der Fabrikant in Form von rohem Zucker in den Handel bringen. Aber nur einige Fabrikanten erreichen diese Quantität, und ich glaube, dass selbst in Frankreich, wo dieser Zweig der Industrie geschickt gehandhabt wird, der mittlere Ertrag nicht 6 Kilogramme überschreitet; daraus folgt, dass ein absoluter Verlust von 1 p. C. Zucker stattfindet, welcher bei der Arbeit verloren geht.

Als Grenze der durch mein Verfahren zu erwartenden Verbesserungen betrachte ich vor der Hand eine Ausbeute von 8 p. C., oder einen Mehrertrag von 33 p. C.

Es war aber weniger meine Absicht, den grossen Runkelrübenzuckerfabriken vollkommene Darstellungsmethoden zu verschaffen, als vielmehr Mittel an die Hand zu geben, durch welche der Rübenzucker in kleinster Quantität auf jedem Bauerhofe dargestellt werden könne.

Während ich die Frage von diesem Standpunkte aus betrachtete, wendeten die Gebrüder Claes in Lembecy, ohne dass ich etwas davon wusste, ein ähnliches Verfahren im Grossen an. Es liegt folglich diesen Herren ob, die erhaltenen Resultate zu veröffentlichen. Ich für meinen Theil gebe nur die von mir im Laboratorium erhaltenen Resultate.

Zuerst war die Frage zu beantworten, ob man der Runkelrübe allen darin enthaltenen Zucker entziehen und in den Saft bringen könne. Dies ist ohne allen Zweifel der Fall. Denn, wenn man das Mark mit Lösung von saurem schwefligsaurem Kalk wäscht, so muss man eine Flüssigkeit erhalten, welche dem Saft, was den Gehalt an Zucker anbelangt, wenig nachsteht; eben so muss das zurückbleibende Mark beinahe erschöpft sein.

Wenn man diese Waschwässer auf die Reibmaschine gösse, so dienten dieselben als Präservativ für neue Mengen von Mark.

Was das erschöpfte Mark betrifft, so ist mir nicht unbekannt, dass man allgemein annimmt, das erschöpfte Mark könne

nicht mehr zum Viehfutter benutzt werden. Die Erfahrung muss hierüber entscheiden; es wäre aber wirklich sonderbar, dass ein Mark, das vor dem Waschen noch so reich an stickstoffhaltigen Substanzen und assimilirbaren Körpern war, alle nährende Eigenschaft verloren haben sollte; das Mark vollständig auszuziehen und es dann mit der Melasse zu stärken, wodurch das Mark den Zucker und die Salze wieder erhielt, wäre meiner Ansicht nach nicht unlogisch; doch ich wiederhole es, dass hierüber nur die Erfahrung entscheiden und bestimmen kann, bis zu welcher Quantität Melasse von dem Vieh vertragen wird.

Ich will durch das Vorstehende nur festzustellen suchen, dass das vollständige Erschöpfen des Markes anzuzufempfehlen ist, wenn man über eine Flüssigkeit verfügen kann, welche jede Veränderung, jede Gährung des Saftes verhindert.

Der absolute Verlust von 1 p. C. Runkelrübenzucker oder von 10 p. C. des in der Rübe enthaltenen Zuckers, hat durchaus nichts Ausserordentliches; ich glaube sogar, dass der Verlust bedeutender ist und dass in dieser Hinsicht noch erhebliche Verbesserungen zu machen sind.

Dieser Verlust entsteht durch das, was in dem Schaum, der Thierkohle und in den Filtern bleibt, und was durch Gährung während der Arbeit zerstört wird. Diese Verlustquellen würden indess mein Verfahren zum grössten Theile vernichten.

Was die Thierkohle anbelangt, so würde der Verbrauch derselben, wenn auch nicht auf nichts reducirt werden, doch nur bei der Bearbeitung des rohen Zuckers Anwendung finden.

Was das Abgeschäumte betrifft, so wirkt der zweifach-schwefligsaure Kalk auf doppelte Weise. Einmal bewirkt derselbe die Coagulation der eiweissartigen Substanzen, welche den Schaum bilden, leicht und vollständig. Das andere Mal erzeugt derselbe einen Schaum, der sich an der Luft nicht verändert und nicht in Gährung übergeht. Wenn die Bearbeitung im Grossen in dieser Hinsicht unerwartete Schwierigkeiten darböte, so würde jedenfalls ein Zusatz von einigen Tausendtheilen von zweifach-schwefligsaurem Kalk die Hebung derselben bewirken.

Um die Säcke, Filter und sonstige Geräthschaften vor der Einwirkung der Fermente zu schützen, braucht man dieselben nur vor der Anwendung und unmittelbar nach der Anwendung mit Wasser zu waschen, welche zweifach-schwefligsauren Kalk auf-

gelöst enthält, wie auch schon von Dubrunfaut und Kuhlmann angerathen worden ist.

Nach Allem glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass durch eine gehörig geleitete Anwendung von zweifach-schwefligsaurem Kalke aller Zucker aus dem Mark gezogen werden kann; sie giebt uns ferner ein Mittel an die Hand, den Verlust, den man durch Gährung des Schaumes, der Beutel, Filter u. s. w. erleidet, zu verhindern. Da diese beiden Verlustquellen sich auf 2—3 p. C. der 10 Procente, welche in den Runkelrüben enthalten sind, erstreckt, so wäre die Verminderung derselben nicht ohne Bedeutung.

Eine andere Verlustquelle liegt ferner in der Gegenwart der Salze, die man gewöhnlich als die hauptsächlichste Ursache zur Bildung der Melasse betrachtet. Ich hatte Gelegenheit, alle Unannehmlichkeiten kennen zu lernen, welche man der Einwirkung dieser verschiedenen in der Runkelrübe enthaltenen Salze zuschreibt. Bei dem Zuckerrohr ist ein wenig zweifach-schweflig-saurer Kalk hinreichend, damit das durch das Wasser erhaltene Resultat dem des durch Alkohol erhaltenen gleich sei; dies kommt daher, dass in dem Rohrzuckersafte nur sehr wenig Salze enthalten sind. Bei dem Runkelrübensafte verhält sich die Sache anders; wie man es auch anstellen möge, so ist doch die Behandlung mit zweifach-schwefligsaurem Kalke immer von der mit Alkohol verschieden, hauptsächlich dadurch, dass das Wasser des Saftes Salze auflöst, die beim Behandeln mit Alkohol ungelöst zurückbleiben. Deshalb ist es auch schwierig, den Runkelrübenzucker in deutlichen Krystallen zu erhalten. Ferner blieb mir nach dem Krystallisiren, wenn nicht Melasse, doch wenigstens ein weiches Produkt zurück.

Obgleich ich einen grossen Einfluss der Salze auf die Krystallisation des Zuckers nicht läugne, kann ich doch die Gegenwart derselben als alleinige Ursache der Bildung der Melasse oder der weichen Krystalle nicht zugeben. Denn, wenn die Salze das Krystallisiren des Zuckers verhinderten, so dürfte, wenn man 40 Liter Saft verdampfte, den Rückstand verbrennte und die erhaltenen Salze zu 10 Litern Saft setzte, der letztere keinen krystallisirten Zucker liefern. Man kann sich aber leicht überzeugen, dass bei dieser Menge die Salze der Runkelrübe nicht den erwähnten Einfluss ausüben.

Die Bildung von Melasse muss daher auch noch anderen Ursachen zugeschrieben werden. Es wäre nicht richtig, wenn man behauptete, dass jedes Verfahren, welches nicht die Salze ausscheidet, ohne Einfluss auf die Bildung der Melasse bleiben müsse. Alle meine Versuche überzeugten mich vom Gegentheil. Ich habe allerdings die Bildung der Melasse nicht ganz vermeiden können, ich habe dieselbe aber auf eine Quantität reducirt, die weit geringer, als die nach der bisher angewendeten Methode erhaltene ist.

Man versichert, dass in einigen französischen Zuckerfabriken, an deren Spitze erfahrene Leute stehen, die Ausbeute bis zu 8 p. C. vom Gewicht der angewendeten Runkelrüben betragen soll. Dieses Resultat stimmt mit den aus meinen Versuchen hervorgegangenen Ergebnissen völlig überein.

Ich will nun versuchen, einige für die Industrie wichtige Fragen zu beantworten. Ich werde dies mit der grössten Aufrichtigkeit thun und den Fabrikanten und Geschäftsleuten überlassen, den Werth meiner Ansicht zu beurtheilen.

Die Zuckerfabrikation hat in einigen Ländern des Continents einen solchen Aufschwung genommen, dass besondere Anstalten zur Construction der bei der Zuckerfabrikation angewendeten Maschinen, zur Fabrikation und Wiederbelebung der Thierkohle, zur Destillation und Benutzung der abfallenden Melasse auf Alkohol und die darin enthaltenen Salze entstanden sind. Alle diese Zweige der Industrie befinden sich in grosser Aufregung.

Wenn es gelingt, das zweifach-schweifige Salz bei der Rübenzuckerfabrikation einzuführen, so werden durch dieses Verfahren viele Wege zu neuen Erfindungen angebahnt, die ich aber natürlicherweise nicht voraussehen kann.

Ich glaube, dass die Reibemaschinen so lange in Gebrauch bleiben werden, so lange nicht die durch ein Wurzelmesser erhaltenen Rübenabschnitte, welche durch systematisches Waschen erschöpft werden, bessere Resultate liefern. Die durch Maceration erhaltenen zuckerhaltigen Flüssigkeiten verarbeiten sich aber weit leichter als die natürlichen von den Reibmaschinen und Pressen herrührenden Säfte.

Ich wage nicht zu entscheiden, ob die gegenwärtig allgemein angewendeten Pressen und Reibmaschinen in Gebrauch bleiben werden. Alles ist dabei auf schnelle Arbeit berechnet.

Wenn jedoch der Brei durch Zusatz von saurem schwefligsaurem Kalk nicht mehr verändert werden kam, sind langsam mit grossen Massen operirende Pressen jedenfalls vorzuziehen.

Das Klären geschieht mittelst des zweifach-schwefligsaurem Kalkes auf dieselbe Weise wie mittelst des Kalkes; die zum Klären dienenden Pfannen werden deshalb stets unentbehrlich sein.

Die Taylor'schen oder ähnlichen Filter spielen bei dem neuen Verfahren, abgesehen von den Fällen, in welchen man durch Absetzenlassen die Flüssigkeit klärt, dieselbe Rolle wie bei dem älteren.

Die Abdampfungsapparate über freiem Feuer können beim Beginn der Concentration des Saftes benutzt werden, später muss man aber zum Abdampfen mit Dampf geheizte Kessel oder den Trockenofen anwenden. Ich überzeugte mich, dass die Gefässe aus Blech, Gusseisen, verzinnem Kupfer und wahrscheinlich auch aus Holz oder feuerfesten Steinen construirt sein können.

Die Anwendung der Thierkohle kann abgeschafft, verringert oder beibehalten werden, je nachdem man rohen Zucker oder Raffinat fabricirt.

Die Melasse und die darin enthaltenen Salze können wie früher benutzt werden; die Anwendung eines Theils der Melasse zum Tränken des ausgezogenen Breies behufs des Viehfutters ist schon erwähnt worden.

Wenn in einem Lande, wie in dem *Département du Nord*, in welchem man alle Nebenprodukte sorgfältig benutzt, Kalisalze in so grosser Menge in der Melasse vorkommen, dass dieselben, wenn man die Melasse als Futter anwendete, in den Dünger übergehen und dem Boden zurückgegeben werden könnten, wenn man in diesem Lande die Melasse ausführt, so gehen dem Boden beträchtliche Mengen von Kalisalzen verloren und gewiss wird man die Ausfuhr der Melasse eines Tages bereuen.

Vom Standpunkte der allgemeinen Benutzung des Bodens eines Landes aus betrachtet, würde nach meiner Ansicht folgender Gang der Logik am besten angemessen sein: man zieht aus der Runkelrübe allen darin enthaltenen krystallisirbaren Zucker und giebt dem ausgezogenen Marke einen Theil der Melasse und der Salze zurück. Damit aber auch das Privatinteresse ver-

treten sei, muss es vortheilhafter sein, den Zucker vollständig auszuziehen, als die Melasse zu verkaufen.

Vorstehende Bemerkungen werden jedem bei der Runkelrübenzuckerfabrikation Betheiligten gestatten, die von mir hinsichtlich der Behandlung der Runkelrübe aufgestellten That-sachen zu beurtheilen.

Ich zerrieb Runkelrüben und befeuchtete den Brei mit 2,5 p. C. vom Gewichte der Rüben mit einer Lösung von zweifach-schwefligsaurem Kalk von 10° Baumé. Ich presste den Brei aus und erhitzte den Saft bis zum Sieden. Nach beendetem Klären wurde die Flüssigkeit vermittelst des Polarisationsapparates analysirt. Nach dem Abdampfen über freiem Feuer bis zur Syrupsconsistenz wurde der filtrirte Saft im Trockenofen verdampft, bis derselbe in eine strohgelbe krystallinische Masse verwandelt war; letztere wurde gleichfalls vermittelst des Polarisationsapparates geprüft.

Die Analyse dieser feuchten Masse gestattete die Menge des darin enthaltenen wirklichen Zuckers zu bestimmen; den Rest bildeten das Wasser, die Salze u. s. w.

4,356 Liter Saft, 521,4 Grm. Zucker enthaltend, gaben eine körnige Masse, die 528,2 Grm. Zucker enthielt.

0,984 Liter Saft, 105,3 Grm. Zucker enthaltend, gaben eine körnige Masse, die 104,9 Grm. Zucker enthielt.

1,045 Liter Saft, 112,4 Grm. Zucker enthaltend, gaben eine körnige Masse, die 113,1 Grm. Zucker enthielt.

Daraus folgt, dass während des Klärens, des anfänglichen Concentrirens über freiem Feuer, des nachherigen Abdampfens im Trockenofen und der darauf folgenden Krystallisation, der mit zweifach-schwefligsauren Kalk behandelte Zucker unversehrt geblieben ist.

Bei allen meinen Versuchen fand dieselbe Uebereinstimmung statt. Die geringen Differenzen, die bald nach der einen Richtung, bald nach der anderen wahrzunehmen waren, betrugen nie mehr als zwei bis drei Hundertheile, welche gewöhnlich in der Praxis nicht berücksichtigt werden.

Der Brei, aus welchem der bei vorstehenden drei Beispielen erwähnte Saft erhalten worden war, wurde mit Wasser getränkt, er lieferte beim Auspressen eine zuckerhaltige Flüssigkeit.

Dieselbe Operation wiederholt gab Flüssigkeiten, die fast nicht mehr süß waren; zu dem zuletzt angewendeten Wasser war etwas zweifach-schwefligsaure Kalk zugesetzt worden.

Nachdem diese Flüssigkeiten zusammengegossen, filtrirt, über freiem Feuer abgedampft und dann von Neuem filtrirt worden waren, erhielt ich beim Verdunsten im Trockenofen krystallinische Massen, welche den aus dem Saft direkt erhaltenen ähnlich waren. Der in den Massen enthaltene Zucker entsprach dem Gewicht nach genau derjenigen Menge, welche in der ursprünglichen Flüssigkeit enthalten war.

Zuletzt wurden der Schaum und die Filter mit Wasser gewaschen, das etwas zweifach-schwefligsaures Salz gelöst enthielt; ich erhielt dadurch eine Lösung, die ich zum Absetzen ruhig stehen liess; ungefähr nach zehn Tagen hatte die Flüssigkeit 4,5° Baumé, sie wurde aber so wie der Runkelrübensaft geklärt und behandelt; die erhaltenen krystallinischen Massen standen den direkt gewonnenen Produkten wenig nach.

Im Laufe meiner Untersuchung behandelte ich Runkelrüben von allen Grössen und Farben, von jedem Alter, reife, unreife, im Keller aufbewahrte, faule und angefressene. Die bei einer jedesmaligen Behandlung erhaltenen krystallinischen Massen enthielten stets diejenige Menge Zucker unverändert, welche durch die Analyse vor der Behandlung angegeben worden war; die beobachteten Differenzen rührten nur von physikalischen Ursachen her, und der erhaltene Zucker zeigte dann andere Eigenschaften. Nur äusserst selten gab mir die Runkelrübe so schöne Resultate als das Zuckerrohr; anstatt ein hartes und deutliches Korn zu erhalten, wurden die Massen allmählich fest.

Für Chemiker und Fabrikanten, denen Payen's vortreffliche Untersuchungsmethode bekannt ist, dürfte folgender einfacher Versuch nicht uninteressant sein.

Man behandelt ungefähr zehn Runkelrüben mit zweifach-schwefligsaurem Kalk und dampft darauf den Saft nach dem Klären bis auf 25° Baumé ab. Bei dieser Concentration klärt man den Saft und filtrirt, oder filtrirt selbst ohne Klärung. Darauf dampft man bis 37—38° Baumé ab und überlässt die concentrirte Flüssigkeit drei oder vier Tage lang in einem Trockenofen bei 40° sich selbst.

Die krystallisirte Masse erscheint nach starkem Auspressen als Rohzucker von schönem Aussehen, dessen Zuckergehalt auch praktisch zu erhalten ist.

Wenn man einige Runkelrüben mit zweifach-schwefligsaurem Salz behandelt, so wird man finden, dass dieselben 13—15 p. C. Saft liefern, welcher wiederum einen teigigen Rückstand hinterlässt, der nach dem Pressen 7—10 p. C. vom Gewicht des Saftes weissen Zucker liefert.

Das Sieden ist gewöhnlich ziemlich stürmisch, wenn man mit zweifach-schwefligsaurem Kalk arbeitet. Ich habe diese Eigenthümlichkeit nicht erklären können; man bezwingt sie aber sehr gut durch Anwendung von etwas Fett oder besser noch durch etwas Oelsäure. Durch dieses Aufschäumen könnte man veranlasst werden, zum Abdampfen des Runkelrübensaftes eine andere Form der Gefässe anzuempfehlen, besonders wenn der Saft von noch nicht ganz reifen Runkelrüben herrührt.

Vermittelst meines Verfahrens ist es möglich, selbst aus flockigen und faulen Runkelrüben allen darin enthaltenen Zucker eben so gut wie aus gesunden zu gewinnen. Dem Aussehen nach unterscheiden sich die Produkte wenig von einander; aber so findet sich die in den Rüben durch die Analyse angegebene Menge Zucker vollständig in den gewonnenen Krystallmassen wieder.

Wenn man den gegenwärtig in den Zuckerfabriken angewendeten Gang mit dem vergleicht, der bei Anwendung meines Verfahrens befolgt werden müsste, so sind folgende Umstände zu beobachten.

Allgemein nimmt man das Reiben der Rüben an freier Luft ohne besondere Vorsichtsmassregeln vor; die daraus folgenden Veränderungen machen ein schnelles Auspressen unerlässlich. So schnell als auch das Auspressen geschehen mag, so kann doch eine Veränderung des Saftes nicht vermieden werden.

Das Klären mit Kalk verstärkt die Färbung des Saftes und veranlasst die Anwendung von Thierkohle, als Mittel zur Entfärbung und zur Absorption des überschüssig angewendeten Kalkes.

Das Abdampfen bei grosser Hitze wandelt einen Theil des Zuckers in nicht krystallisirbaren um, daraus folgt die Nothwendigkeit, in verschiedenen Portionen zu kochen und den festen

Zucker in vier bis fünf immer weniger ergiebigen Krystallisationen zu gewinnen.

Durch mein Verfahren kann man Runkelrüben im Voraus reiben, die zerriebene Masse langsam und wiederholt auspressen, um dieselbe durch Befeuchten mit Wasser vollständig zu erschöpfen.

Nach dem Klären erscheint die Flüssigkeit klar und farblos, so dass eine Anwendung von Thierkohle nicht nothwendig ist.

Die bei ziemlich hoher Temperatur bis zu 1,3 spec. Gewichte abgedampfte Flüssigkeit krystallisirt, in dem Trockenofen concentrirt, ohne Färbung und wird fast vollständig fest.

Ich bin, meinen Versuchen zufolge, zu der Ueberzeugung gekommen, dass das langsame Krystallisationsverfahren bei Anwendung meiner Methode leicht und auf einfache Weise anzuwenden sein wird.

Es entstand aber nun die Frage, ob das mit zweifachschwefligsaurem Kalk behandelte Mark von dem Vieh ohne Nachtheil gefressen werden könne und ob der nach meiner Methode erhaltene rohe Zucker der Raffination keine Schwierigkeiten entgegen setzte.

Beide Fragen könnten jedoch nicht im Laboratorium, sondern nur in einer grossen Zuckerfabrik auf genügende Weise beantwortet werden.

Meine Arbeit war bis zu diesem Punkte gediehen, als der Zuckerfabrikant Paul Claes aus Lembecq, als ein von der belgischen Regierung mit der Begutachtung meiner Untersuchungen beauftragte Commisar nach Paris kam. Herr Claes theilte mir mit, dass er ein dem meinigen ähnliches Verfahren angewendet und bei seinen Untersuchungen folgende Resultate erhalten habe:

„Während der letzten Verarbeitung wurden in Lembecq gegen 2500000 Kilogramme Runkelrüben mit schwefliger Säure behandelt.

Die flüssige schweflige Säure zeigte 4,5° Brumé; sie wurde mit der 200fachen Menge Wasser verdünnt und über die Reibmaschine gegossen.

Der Runkelrübensaft wurde mit Kalk ungefähr bei 60° geklärt; es wurde Kreide zugesetzt, wodurch grosse Körner sich

absetzen. Der geklärte Saft war fast farblos. Während der ganzen Dauer der Extraktion war keine andere Färbung zu bemerken, als die durch Contact mit anderen Körpern entstanden war.

Die Quantität des erhaltenen Zuckers war weit beträchtlicher.

Der Zucker war, ohne dass derselbe gedeckt worden war, weit schöner und das Korn weit feiner. Im Handel wurde derselbe anderem weit vorgezogen.“

Herr Claes war auch meiner Meinung, dass die direkte Anwendung des zweifach-schwefligsauren Kalkes der Anwendung der schwefligen Säure vorzuziehen sei.

Bis hierher waren meine Untersuchungen in der Stille des Laboratoriums ausgeführt worden, aber nicht ungestraft lassen sich Fragen berühren, an die sich wichtige Interessen knüpfen. Das Resultat meiner Untersuchungen war bekannt geworden und auf Veranlassung der Fabrikanten des *Département du Nord* und der Abgesandten der Colonien ernannte die Regierung der französischen Republik eine Commission zur Prüfung meines Verfahrens.

Die Resultate der Prüfung waren, dass es zur Schätzung des Werthes des neuen Systemes unerlässlich sei, das neue Verfahren auf eine ganze Ernte anzuwenden.

Heute veröffentliche ich gegenwärtige Abhandlung und er suche alle Zuckerfabrikanten Belgiens und Frankreichs, die darin niedergelegten Thatsachen mit der Runkelrübe und dem Zuckerrohr zu prüfen. Ich werde für etwaige Mittheilungen sehr dankbar sein.

Was ich suche, ist nur die Wahrheit und da ich meine Versuche der öffentlichen Beurtheilung übergebe, kann jeder selbst unterscheiden.

Man erlaube mir, einen Punkt besonders hervorzuheben; das zweifach-schwefligsaure Salz nämlich bewirkt, dass der Brei und der Saft sich während der ersten Operationen der Zuckerfabrikation nicht verändert; vermittelt dieser Substanz kann man die Runkelrüben zum zweiten Male auspressen, und den schlechten Zustand der Runkelrüben gegen das Ende der Ernte verbessern; dadurch wird die Fabrikation gleichförmig und regelmässig während ihrer ganzen Dauer.

Wenn wider Erwarten die Fabrikation von einheimischem Zucker keinen Vorthail von der Anwendung meines Verfahrens haben sollte, so kann ich immer noch nicht zugeben, dass der Einfluss desselben auf die Extraktion des Zuckers in unserm Klima annullirt worden sei.

Wenn ein Wurzelmesser, einige Fässer, ein Kessel und einige Schalen zur Extraction des Zuckers von ungefähr tausend Kilogrammen Runkelrüben hinreichend sind, wenn man sogleich einen weissern Zucker, als die beste Sorte des käuflichen Rohzuckers erhält, so lässt sich erwarten dass die fortwährend steigende Consumption des Zuckers in der Zukunft die Fabrikation desselben in allen Ländern volksthümlich machen wird.

Wie auch das später endlich angenommene Verfahren sein möge, so kann ich doch nicht genug anempfehlen, dass man stets damit beginnen muss, den zweifach-schwefligsauren Kalk als Präservativ dem Saft in demselben Augenblicke zuzusetzen, als derselbe mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt.

Basirt man sich auf die oben angegebenen Thatsachen und Principien, so versteht es sich von selbst, dass das neue Verfahren unter verschiedener Gestalt im Grossen ins Werk gesetzt werden kann. Später hoffe ich die vergleichenden Versuche veröffentlichen zu können, die ich fortzusetzen beabsichtige.

Ich begnüge mich vor der Hand einige dieser Formen anzugeben:

1. Man klärt die zerriebenen Runkelrüben.

2. Man klärt den durch Auspressen erhaltenen Saft nun mittelst zweifach-schwefligsauren Kalkes. Nach dem Klären lässt man absetzen oder filtrirt durch das Taylor'sche Filter. Man kocht die so erhaltene Flüssigkeit ein, ungeachtet der Trübung, die sich während des Einkochens bemerklich macht.

3. Man klärt durch zweifach-schwefligsauren Kalk, filtrirt oder decantirt, dampft bis zu 25° Baumé ab, filtrirt zum zweiten Male und kocht dann den Saft ein.

4. Man klärt durch zweifach-schwefligsauren Kalk, filtrirt und decantirt, dampft bis zu 25° Baumé ab, filtrirt, kocht bis zu 38° Baumé ein und bringt dann den Syrup in den Trockenofen, in welchem derselbe langsam krystallisirt.

5. Man verhütet eine Veränderung des zerriebenen Markes durch eine geringe Menge von zweifach-schwefligsaurem Kalk, klärt wie gewöhnlich mit Kalk, filtrirt durch Thierkohle und setzt darauf Thierkohle hinzu, bis die Flüssigkeit neutral ist oder schwach sauer reagirt. Man dampft dann bis zu 25° Baumé ab, filtrirt und kocht den Syrup ein.

6. Man klärt durch zweifach-schwefligsauren Kalk, filtrirt oder decantirt, dampft den Saft bis 25° Baumé ein, neutralisirt denselben oder macht ihn schwach alkalisch, filtrirt durch Thierkohle und verfährt dann wie gewöhnlich.

7. Man giesst eine verdünnte Lösung von zweifach-schwefligsaurem Kalk über die Reibmaschine, klärt den Saft mit Kalk und verfährt dann wie früher angegeben worden ist.

Ehe ich meine Abhandlung beendige, sei es mir gestattet, in der Kürze die Arbeiten derjenigen Chemiker und Gewerbtreibenden anzuführen, welche auf dem von mir eingeschlagenen Wege vorausgegangen sind.

Dem Chemiker Pronst, dessen Namen eine so wichtige und ehrenwerthe Stelle in der Geschichte des Zuckers einnimmt verdanke ich die erste Idee zu meinen Versuchen. Unabhängig von der bekannten Anwendung des schwefligsauren Kalkes bei der Gewinnung des Traubenzuckers, empfiehlt der genannte Chemiker in dem Journal de Physique vom Jahre 1810 die Anwendung des schwefligsauren Kalkes bei dem Saft des Zuckerrohrs, des Ahornes u. s. w.

Drapiez empfahl 1811 die Anwendung der schwefligen Säure.

Perpère's Versuche mit dieser Substanz im Jahre 1812 führten zu keinem günstigen Resultate.

Jordan von Haber schlug die schweflige Säure vor; er wendete aber schweflige Säure, Schwefelsäure oder Kalk ohne Unterschied an.

Im Jahre 1846 nahm Boutin ein Patent auf die Anwendung der schwefligsauren Thonerde; dasselbe war schon von Stolle 1838 geschehen.

Im Jahre 1848 nahm Meige ein Patent auf die Anwendung der schwefligen Säure und des Schwefelcalciums, welche beiden Körper schon von Meiret in Rheims behufs des Traubenzuckers vorgeschlagen worden waren.

In diese Kategorie gehört auch ein Patent von Dubrunfaut über die Anwendung der schwefligen Säure im Allgemeinen.

Ich erkenne vollkommen an, dass alles Verdienst des neuen Verfahrens dem Chemiker Proust zukommt, und dass ich nur dessen Vorschlägen gefolgt bin.

VI.

Beiträge zur Kenntniss der Alkoholate und der salpetersauren Magnesia.

Von

A. Chodnew, Prof. zu Charkow.

(Aus d. *Bullet. de l'Acad. de St. Petersbourg* VIII, 137.)

Im Jahre 1827 machte Th. Graham die Chemiker mit einer merkwürdigen Gruppe von Verbindungen bekannt, die er, der Analogie nach mit den Hydraten, *Alkoholate* benannte*). Nach diesem Gelehrten, sollte nämlich absoluter Weingeist die Fähigkeit besitzen mit einigen wasserfreien Salzen Verbindungen zu bilden, in denen Alkohol die Rolle des Krystallwassers spiele.

Man konnte damals schon aus der erwähnten Abhandlung von Graham schliessen, dass die Zusammenstellung der Alkoholate von ihm nicht genau bestimmt worden ist. Niemand hatte aber bis zur letzten Zeit diesem nicht ganz genau untersuchten und sehr interessanten Gegenstande seine Aufmerksamkeit geschenkt, um die schöne Entdeckung von Graham zu vervollständigen. Und da man die Verbindungen, die Kuhlmann bei seiner Untersuchung „über die Einwirkung der sauren Chlormetalle auf den wasserfreien Weingeist“**) erhalten hatte, gewöhnlich nicht zur Klasse der Alkoholate rechnet, so blieben dieselben eben so gut, wie ganz vergessen.

Im vorigen Jahre hat Einbrodt von Neuem die Aufmerk-

*) Deutsche Uebersetzung von Schweiger-Seidel, in Schweiger's Jahrbuch der Chem. und Phys. LV, 180.

**) Ann. der Chem. und Pharm. XXXIII, 101.