die Condensation sich in dem Maasse vermehrt, als die Beständigkeit und Verwandtschaft abnimmt. Dagegen steigt in dem Maasse, als die Condensation zunimmt, der Siedepunct sowohl in diesen Körpern, als auch denen, die aus ihnen gebildet sind, wie man diess leicht aus folgendem Beispiele sehen wird:

Holzgeist	siedet bei	66°
Alkohol	- -	79°
Aethyl	- -	ungefähr 400°,

welche dieselben allgemeinen Verhältnisse zeigen, wie:

chlorwasserstoffsäures Methylen gasförmig

Chlorwasserstoffäther siedet bei 11°

chlorwasserstoffsäures Ceten siedet bei 300° ungefähr.

Je mehr wir diese isomerischen (polymerischen) Kohlenwasserstoffe untersuchen, desto mehr werden wir überzeugt, dass sie im höchsten Grade der Aufmerksamkeit des Physikers würdig sind; der die Verhältnisse zu entschiern sucht, welche die Körper nach ihren Moleculäreigenschaften verbinden.

V.

Beiträge zur Kenntniss der weinigen Gährung amylohaltiger Substanzen,

von

H. CH. CREUZBURG.

Mit Zeichnungen auf Tab. I.

Die Ausbeute an Weingeist aus amylohaltigen Substanzen wird vergrößert, wenn während des Gährungsprocesses derselben Gerbstoff in Mitwirkung kommt.

Die ersten Fingerzeige zu der Wahrnehmung, dass der Gerbstoff nicht ohne vortheilhaften Einfluss auf gährende Branntweinmaische sein müsse, gaben *Gährbottiche aus Eichenholz*, bei deren zufälliger Anwendung man anfangs, so lange sie noch neu waren, resp. noch Gerbstoff enthielten, eine aussergewöhnlich grosse Ausbeute an Branntwein bemerkt haben wollte; dergleichen auch, wenn man der Branntweinmaische gerbstoffhaltige Substanzen direct zusetzte.

Das Problem, ob, und in wie weit diese angeblichen Er-

300 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

fahrungen begründet seien, und im Bestätigungsfall, welches die vortheilhafteste Methode sei, die gerbstoffhaltigen Vegetabilien in der Branntweinbrennerei zu benutzen; diess war bekanntlich vor einigen Jahren der Gegenstand einer, von dem Verein zur Beförderung des Gewerbswesens in Preussen gestellten Preisaufgabe. Ich bekenne, dass diese Preisaufgabe es war, welcher vorliegende Abhandlung ihre Existenz verdankt, doch muss ich hinzusetzen, dass meine Abhandlung als Preisschrift nicht in Concurrenz kam.

Zur Lösung der resp. Aufgabe waren praktische Versuche im Grossen nöthig, allein die Apparate dazu fehlten mir. Ich bemühte mich daher in Prag, meinem damaligen Aufenthaltsort, einen Destillateur ausfindig zu machen, welcher sich bereit finden würde, die projectirten Versuche in seinem Geschäft unter meiner Leitung gelegentlich zu veranstalten. Meine diessfalsigen Anträge aber wurden von den Brennereibesitzern mit Misstrauen aufgenommen, und einige derselben glaubten sogar, ich habe bei meinem Vorhaben mit ihnen etwas Arges im Sinne, indem sie von Giftmischerei oder etwas dergleichen träumten. Genug, meine Bemühungen, die nöthigen Versuche im Grossen auszuführen, waren bis jetzt vergeblich.

Ich entschloss mich daher vorläufig zu Versuchen im Kleinen, obgleich ich mir bekennen musste, dass in dieser Sache nur Resultate von Versuchen im *Grossen* schlagend entscheiden würden.

Meine Versuche im Kleinen waren jedoch nicht ohne lohnenden Erfolg, wie wir unten sehen werden. Die Glasgefässe worin die Versuche angestellt wurden, boten den Vortheil, die Gährung Schritt vor Schritt mit dem Auge verfolgen zu können.

Erster Versuch. Zwei in Absicht auf Rauminhalt, Höhe und Weite gleichförmige, mit A und B bezeichnete, grosse Zuckergläser dienten als Gährgefässe bei den Doppelversuchen. In jedes der beiden Gefässe wurden 4 Pfund durch Dampf gargekochte geriebene Kartoffeln zuerst mit 5 Pfund heissem, dann mit 5 Pfund kaltem Wasser zur Maische angemacht. Doch erhielt die Maische in B noch besonders ein Decoct aus $1\frac{1}{2}$ Loth Eichenrinde beigemischt. Das Gewicht des Decocts wurde von dem des (für B) bestimmten Wassers abgezogen.

Nachdem der Inhalt beider Gläser bis zu 130 R. abge-

kühlt war, wurde den beiden Maischen je $3\frac{1}{2}$ Loth dünne Oberbierhefe beigemischt, und nun beide Gläser bei einer äusseren Temperatur von 17° R. neben einander hingestellt.

Nach Verlauf einiger Stunden zeigten sich in A kleine Bläschengruppen, welche das Beginnen der Fermentation anzeigten. Erst ungefähr $1\frac{1}{2}$ Stunden nachher zeigten sich dieselben Phänomene auch in B.

Der Rand beider Gährgefässe wurde jetzt mit etwas Stärkekleister bestrichen, und dieselben mit starkem Schreibpapier verbunden. Diese Tecturen wurden mit zwei Nadelstichen verletzt.

Schon in der achten Stunde kam die Maische in A in allgemeine Gährung, indem sich daraus eine Menge Gasblasen entwickelten, welche den grössten Theil der Kartoffelmasse mit sich in die Höhe hoben. Der Inhalt von B kam erst in der zehnten Stunde nach dem Hefengeben bis zu diesem Gährungsgrade; doch war die Bewegung und Gasentwicklung der Masse nicht so stark, als bei A, aber mehr schleimige und hefenartige Theile schienen bei B mit auf die Oberfläche getrieben zu werden.

Dieser höchste Gährungsgrad hatte eine Dauer von ungefähr fünf Stunden, dann wurde die Gährung in A und B ruhiger. Während der nun eingetretenen Nacht blieben beide Gährungsflüssigkeiten sich selbst überlassen.

Bis zum andern Morgen war die Temperatur des Zimmers bis zu 14° R. herabgesunken; die Maische in A war ausgegohren, denn die festen Theile derselben waren zu Boden gesunken, und eine halbklare, opalisirende Flüssigkeit stand obenauf.

Der Inhalt von B war aber noch nicht ganz ausgegohren, die festen Theile waren noch nicht alle zu Boden gefallen.

Deshalb wurde die weingabre Flüssigkeit in A einstweilen aus einer sehr kleinen Destillirblase, welche gut lutirt war, abdestillirt. Das Destillat wurde in einer kleinen Vorlage, unter beständigem Abkühlen mit kaltem Wasser aufgefangen, und dann sogleich aus einer kleinen Glasretorte über der Weingeistlampe rectificirt. Vier Stunden nach Beendigung der Gährung in A zeigten sich auch in B die Phänomene der vollendeten Gährung, und die Flüssigkeit wurde nun aus derselben Blase, mit gleicher Accuratesse abdestillirt, und in derselben Vorlage,

302 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

unter beständiger Abkühlung das Destillat aufgefangen, hierauf wie bei A aus einer Glasretorte über der Lampe rectificirt.

Ausbeute-Resultat:

Bei A absolut. Gewicht des rectific. Destillats $6\frac{1}{2}$ Loth
spec. Gewicht desselben bei 14° R. 0,976.

Bei B absolut. Gewicht des rectific. Destillats 10 Loth
spec. Gewicht desselben 0,985.

Differenz: 8 Gran absoluten Alkohols zu Gunsten des Versuches B (insofern ein Alkohol von 0,976 spec. Gew. 18 p. C., und einer desgleichen von 0,985 spec. Gew., 12 p. C. an absolutem Alkohol enthält).

Zweiter Versuch. Es war diess zwar nur eine Wiederholung des vorhergehenden Doppelversuchs, aber das Resultat desselben bringt einige neue Erscheinungen mit sich, welche von besonderem Interesse sind, so dass dieser Wiederholungsversuch als ein besonderer aufgeführt werden muss.

Unerhebliche Verschiedenheiten abgerechnet, waren die Erscheinungen der Gährungsmetamorphose bei diesem wiederholten Versuch bis gegen das Ende ganz dieselben, wie bei dem vorigen. A begann die Gährung früher als B und gährte lebhafter. Bei B dauerte die Gährung 5 Stunden länger als bei A. Der Zufall führte mich aber jetzt auf eine neue Erscheinung. In A waren alle Zeichen vollendeter Gährung vorhanden. Gehindert, die Destillation damit sogleich vorzunehmen, und befürchtend, die Flüssigkeit möchte, bis diess geschehen konnte, einen Schritt in die Essiggährung thun, hatte ich es für rathsam gehalten, dieselbe in eine Glasflasche mit enger Mündung umzufüllen, worin sie mit schwach aufgedrücktem Stöpsel einstweilen bei einer Temperatur von 11° R. stehen blieb.

Durch dieses Umfüllen kamen die heftigen und andern festen Theile der Maische wieder in allgemeine Berührung mit der weingahren hellen Flüssigkeit. In Folge dessen fand ich dieselbe nach etwa 3 Stunden in voller Bewegung; eine Menge Gasblasen durchdrängten von unten nach oben die Masse, und hoben die meisten festen Theile mit sich in die Höhe. Eine neue Gährung begann, und die Maische gährte wieder unter der Decke. Es dauerte diese Nachgährung etwa 6 Stunden, dann liess die Gasentwicklung nach, und die festen Theile fielen allmählig wieder zu Boden.

Unterdessen war der Inhalt von B auch ausgegohren. Um damit die, bei A bewirkte, Nachgährung zu versuchen, füllte ich die Flüssigkeit ebenfalls in eine Flasche mit enger Mündung. Es trat zwar auch hier eine Nachgährung ein, allein dieselbe war nicht so lebhaft als bei A, und die Gasentwicklung war namentlich hier nicht so frequent, als dass dadurch alle festen Theile der Maische mit in die Höhe gerissen wurden. Die Gasentwicklung verminderte sich bald. A hatte ungefähr neun Stunden nachgegohren; B kaum 3 Stunden. Beide Flüssigkeiten wurden mit der nämlichen Behutsamkeit und in denselben Apparaten, wie beim ersten Versuch, abdestillirt und rectificirt.

Ausbeute-Resultat:

Bei A absolut. Gewicht des rectific. Destillats	6¾ Loth
spec. Gewicht desselben	0,971;
bei B absolut. Gewicht des rectific. Destillats	7½ Loth
spec. Gewicht desselben	0,974.

Wenn nun der Weingeist oder Branntwein von 0,971 spec. Gew. 21 p. C., und jeuer von 0,974 spec. Gew. 19 p. C. an absolutem Alkohol enthält, so ergiebt sich aus dem absoluten Gewicht beider, dass die Ausbeute an absolutem Alkohol in diesem Versuch bis auf 2 Gran zu Gunsten des Versuchs B, ganz gleich ist. Im Vergleich mit dem vorhergehenden Versuch findet man aber bei diesem Wiederholungsversuch eine auffallende Mehrausbeute an absolutem Alkohol, nämlich:

bei A ein plus von	60 Gran und
- B - - -	54 Gran.

Wer wird es leugnen wollen, dass das Resultat dieser Versuche im Kleinen, da man mit einem flüchtigen Körper zu thun hat, und deshalb Verluste unvermeidlich sind, ein *sehr relatives* ist. Der relative Verlust trifft aber doch verhältnissmässig mehr oder weniger den einen wie den andern Versuch, wenn aufmerksam operirt wird. Wenn aber die relativen Verluste bei den Combinationsversuchen nicht sehr stark differiren, so werden auch die Combinationsverhältnisse in ihrem Resultat nicht sehr stark abweichen. Im Allgemeinen kann gleichwohl das Resultat solcher Versuche im Kleinen, auch wenn sie mit der grössten Genauigkeit ausgeführt werden, keineswegs eher als gültig angenom-

304 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

men werden, als bis dieselben durch den Versuch als richtig bestätigt werden.

Aber eine so grosse Differenz in der Mehrausbeute, wie sie in vorliegendem Fall, bei dem zweiten Versuch im Vergleich mit dem ersten Versuch, sich ergeben hat, diess kann unmöglich ein Zufall sein; wir können zuversichtlich annehmen, dass die bei dem letzten Versuch Statt gehabte *Nachgährung* der Maische eine vollständigere Aufschliessung der Gährungssubstanz, und somit eine vollkommnere Gährung bewirkt hat, welcher die grössere Alkoholausbeute zu verdanken sein wird, und es lässt sich mit ziemlicher Zuversicht erwarten, dass diese relative Mehrausbeute beim Versuch im Grossen sich bestätigen wird. (Siehe unten.)

Dritter Versuch. Um auszumitteln, in welchem Gewichtsverhältniss die gerbstoffhaltige Eichenrinde der Branntweinmaische am vorthellhaftesten zuzusetzen sei.

Zu diesem Behufe wurden die Gläser A und B wieder, wie vorher, mit einer Maische aus je 4 Pfund Kartoffeln und $3\frac{1}{2}$ Loth Hefe beschickt. A erhielt aber ein aus einem Loth und B ein aus zwei Lothen bereitetes Eichenrindendecoct beigemischt; im Uebrigen wurde genau so verfahren, wie bei den ersten Versuchen. Ich will daher nur das Resultat dieser Versuche angeben. Dasselbe stimmte für den Versuch A; in B schien zu viel gerbstoffhaltige Substanz gegeben zu sein, welches gleichsam einen gewissen Grad von Hemmung des Gährungsactes zur Folge hatte. Die Nachgährung war bei A und B von geringem Belang, doch bei A lebhafter.

Aber der günstigere Versuch A, bei welchem ein Loth Eichenrinde angewendet wurde, gab doch eine etwas geringere Ausbeute als Versuch B bei den beiden vorhergehenden Versuchen, wo $1\frac{1}{2}$ Loth Eichenrinde angewendet wurden.

Vierter Versuch. Das aus 2 Pfund Roggen (Secale) erhaltene Malz, welches nach dem Trocknen nur noch 1 Pfund 26 Loth betrug, wurde gröblich gestossen, mit 2 Pfund Roggenmehl vermischt, und die Mischung in zwei gleiche Theile getheilt, wovon jeder Theil wieder für sich in ein etwas kleineres Zuckerglas als bei den vorigen Versuchen, gegeben wurde. Nachdem jede Portion mit 4 Maassen (à 32 Unzen) kalten Wassers zu einem gleichförmigen Brei angerührt, und beide Glä-

Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst. 305

ser, das eine mit A, das andere mit B bezeichnet waren, wurde in B $\frac{1}{4}$ Maass Eichenrindendecoct, aus 2 Lothen Eichenrinde durch $\frac{1}{4}$ stündiges Kochen bereitet, eingerührt, hierauf A mit 4 Maass kochendem Wasser, und B mit $3\frac{3}{4}$ Maass desgleichen angebrüht.

Als die Flüssigkeiten bis zu 17° R. abgekühlt waren, wurde jedem Ansatz 2 Loth Oberbierhefe beigemischt. Die äussere Temperatur war 18° R.

Die Gährung begann in A nach $2\frac{1}{2}$ Stunden; in B nach etwa $3\frac{1}{2}$ Stunden. Wie bei den ersten Versuchen, so war auch hier der Gährungsprocess in B langsamer und ruhiger. Die höchste Gährungskrisis trat bei A in der 14ten Stunde, bei B in der 17ten Stunde ein. Die Gährung endigte bei A in der 26sten, bei B in der 30sten Stunde nach dem Hefengeben.

Um auch hier die Nachgährung zu versuchen, wurden beide weingähre Flüssigkeiten in Flaschen mit enger Mündung gefüllt, und die Stöpsel schwach aufgesetzt.

Die Nachgährung in A war aber unbedeutend, und in B noch geringer.

Destillation und Rectification beider Maischen mit der bisherigen Behutsamkeit ausgeführt, gaben folgendes Ausbeuteresultat:

Bei A, absolut. Gew. des rectific. Destill.	19 Loth
specif. Gew. desselben	. 0,977;
Bei B, absolut. Gew. des Destillats.	16 $\frac{7}{8}$ Loth
specif. Gew. desselben	. 0,974.

Wenn ein Branntwein von 0,977 spec. Gewicht 17 Procent, und einer desgleichen von 0,974 spec. Gew. 19 Procent an absolutem Alkohol enthält, so wird sich, nach dem absoluten Gewicht der Ausbeute von A und B eine Differenz von 20 Gran, zu Gunsten des Versuches B, berechnen.

Leider konnten noch anderweitige Versuche zur Verfolgung der in Frage stehenden Aufgabe vorläufig nicht vorgenommen werden. Gerade vielleicht die interessantesten Versuche, nämlich anstatt Eichenrinde, *Eicheln*, so wie auch wilde *Kastanien* mit Schale der Maische beizusetzen, habe ich bis jetzt unterlassen; ich hatte anfangs daran nicht gleich gedacht, Bekanntlich geben die Eicheln und Kastanien, bei sonst gleichen Umständen, eine beiläufig vier Mal so grosse Ausbeute

306 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

an Alkohol als die Kartoffeln. Vermöge ihres Gerbstoffgehaltes würden dieselben ganz vorzugsweise geeignet sein als Zusatz zu der Kartoffel- oder Getreide-Brauntweinmaische.

Einige, wegen zu bedeutenden Verlustes, misslungene Versuche abgerechnet, habe ich wegen Mangel an den nöthigen Einrichtungen keine weiteren Versuche im Kleinen angestellt.

Aus dem Resultat dieser Versuche, — wenn sie anders durch's Experiment im Grossen bestätigt werden (diess ist theilweise bereits geschehen, siehe unten) können aber, in Absicht auf die Wirkung des Gerbstoffs auf gährende Amylonsubstanzen folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Die weinige Gährung amylohaltiger Substanzen wird in einem gewissen Grade vervollkommenet, wenn sie mit gerbstoffhaltigen Substanzen vergesellschaftet ist.

Der Gerbstoff wirkt auf die durch Gährung zu zersetzenden Stärkmehlkügelchen gewissermaassen auflösend; — eine vollständigere Zersetzung des Stärkmehls, eine vollkommenere Gährung, ist die Folge hiervon.

Der Gerbstoff wirkt in Gesellschaft gährender Amylonsubstanz etwas gährungswidrig, ohne jedoch die Gährung selbst aufzuheben, wenn der Beisatz desselben in der Menge nicht zu gross ist.

Diese letzte Bewandniss erlaubt für die technische Praxis eine Nutzenanwendung, nämlich diese: dass man bei Zusatz gerbstoffhaltiger Substanzen zur Brauntweinmaische, abgesehen von den übrigen Vortheilen, *bei höheren Temperaturen, z. B. zur Sommerszeit, arbeiten kann, ohne eine zu rasche, wilde Gährung, und einen zu schnellen Uebergang der Maische in saure Gährung befürchten zu dürfen.* — Jemehr aber beim Gährungsprocess, ohne Gefahr, die Anwendung einer höheren Temperatur zulässig ist, eine desto vollständigere Gährung muss erzielt werden, weil der chemische Process eine um so intensivere Einwirkung auf die zu zersetzenden Substanzen auszuüben vermag, jemehr derselbe durch Wärme begünstigt wird; die Theilchen werden dabei mehr ausgedehnt, und dadurch für die chemische Reaction empfänglicher gemacht.

Beweise von der intensiven Einwirkung des Gerbstoffs auf gährende Stärkmehlsubstanz.

Die chemische Reaction des Gerbestoffs (und der damit vergesellschafteten Gallussäure) auf gährende Stärkmehlsubstanzen ist in einem solchen Grade intensiv, dass dadurch nicht allein eine vollkommene Aufschliessung der Stärkmehlkörnchen bewirkt wird, sondern dass, während der Gährungsmetamorphose, eisenbläuer Gerbstoff sammt Gallussäure eine chemische Zersetzung erleiden. Einige Prüfungen mit Reagentien, welche ich mit der weingahren Flüssigkeit B von dem ersten Versuch vornahm, geben, wie ich glaube, Belege hierfür.

Diese, vor der Gährung mit Eichenrindenabsud versehene, weingahre Flüssigkeit gab auf Zusatz von Eisenchlorid nicht eine schwarzblaue, sondern eine smaragdgrüne Farbenreaction. Um gewiss zu sein, dass nicht ein Hinterhalt von Weinsäure oder Essigsäure das Hervortreten des schwarzblauen Niederschlags verhindere, setzte ich etwas Kali hinzu, aber die zu erwartende Reaction erfolgte auch hierauf nicht. Gerbstoff sowohl als Gallussäure scheinen also, während der Gährung, vorliegenden Falles, in *eisengrünenden* Gerbstoff umgewandelt worden zu sein.

Nicht weniger interessant war die Reaction des Jods auf die gerbstoffhaltige weingahre Maische. Einige Tropfen Jodlösung bläuten zwar diese (nicht filtrirte) Flüssigkeit, aber schon nach wenigen Secunden verschwand die blaue Farbe wieder. Tröpfelte ich wieder von Neuem etwas Jodlösung hinzu, so kam die blaue Farbe wieder zum Vorschein, allein sie verschwand abermals, unter meinen Augen, binnen einer halben Minute. Zum dritten Mal tröpfelte ich Jodlösung hinzu: die blaue Farbe producirte sich wieder, und sie verschwand zum dritten Male wieder, — doch erst nach etwa 4 Stunden, während dem das Glas offen blieb.

Ich muss es zu meiner Beschämung gestehen, dass ich diese interessanten Untersuchungen mit dieser weingahren Maische nicht weiter verfolgt habe, aber es waren ausserordentliche Veranlassungen, welche es nothwendig machten, diese Arbeiten vorläufig liegen zu lassen; anderweitige dringende Arbeiten verhinderten mich immer, diesen Gegenstand wieder vorzunehmen, und so erscheint denn endlich diese Abhandlung

308 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

nach $1\frac{1}{2}$ Jahren so unvollkommen, als sie es anfangs war, weil ich nicht weiss, wenn es mir möglich sein wird, die nöthigen Versuche fortzusetzen, um das zu Completirende zu completiren.

Die merkwürdige Reaction des Jods auf die weingähre gerbstoffhaltige Maische betreffend, — und namentlich, was bei dieser Erscheinung mit dem Jod vorgegangen sein möge, so muss ich gestehen, dass ich mich zu schwach fühle, darüber Erklärung zu geben. Dergleichen Gährungsflüssigkeiten, welche ausser Amylon, Gummi und vielleicht auch Zucker in ihrer Mischung haben, sind a priori unfähig, auf andere Körper eine Oxydation auszuüben; wohl aber sind sie sehr geschickt, *Desoxydationen* an oxydirten Körpern bisweilen zu bewirken, um sich selbst zu oxydiren. Da nun beim Jod, — insofern dasselbe bis jetzt nur als einfache Substanz bekannt ist, — keine Desoxydation in den Fall gesetzt werden kann, so bleibt vielleicht für das in Frage stehende Phänomen keine andere Erklärungsart, als die: dass mit dem Jod eine *Hydrogenation* vorgegangen sein müsse.

Mikroskopische Untersuchungen der Stärkmehlkügelchen vor und nach der weinigen Gährung.

Es war mir von grossem Interesse, zu erforschen, was denn eigentlich nach der wein. Gährung der stärkchaltigen Substanzen mit den Stärkmehlkügelchen, bezüglich ihrer mechanischen Veränderung, vorgegangen sein möge. Nichts Anderes als ein gutes Mikroskop konnte mir darüber Auskunft geben. Den rechten Mann, der mir diese Auskunft ertheilen konnte, sammt Mikroskop, hatte ich nahe an der Quelle, und zwar in der Person des Herrn A. J. C. Corda in Prag. Diesem, als Physiolog und durch eine Menge interessanter naturwissenschaftl. Zeichnungen rühmlichst bekannten Gelehrten danke ich, im Namen meiner und der Wissenschaft, auf das Wärmste für seine freundschaftliche Bereitwilligkeit, mit welcher er mir die beigefügten Zeichnungen ausführte.

Das vortreffliche Mikroskop des Herrn Corda (von 12 pariser Zoll Sehweite, aus der Pistor- und Schick'schen Werkstätte in Berlin) hat bekanntlich durch

Corda schon viele, der Naturwissenschaft interessante Entdeckungen geliefert.

Die Zeichnungen auf Tab. I., welche ich der Güte des Herrn Corda verdanke, sind nach zweierlei Vergrößerungen. Die mit a bezeichneten nach einer schwächeren, und zwar bei 405 Diameter, und jene mit A bezeichneten bei einer Vergrößerung von 615 bis 700 Diameter.

Tab. I Fig. 1 a veranschaulicht die Stärkmehlkügelchen, wie sie in der rohen Kartoffel in Parenchymzellen eingeschlossen liegen. Bei A sind die *einzelnen* Stärkmehlkörnchen, wie sie sich bei stärkerer Vergrößerung darstellen, anschaulich gemacht.

Die zwei bei Fig. 1 mit b bezeichneten Quadrate sind Würfelkrystalle, welche wir zufällig entdeckten, als wir die rohe Kartoffelsubstanz unter dem Mikroskop beobachteten; — diese Salzkristalle schwimmen in dem Kartoffelsaft. Einer derselben ist, der Natur zum Widerspruch, regelmässig, aber nur an 2 Ecken, abgestumpft.

Fig. 2 a Stärkmehlkügelchen, innerhalb der Parenchymzellen liegend, aber aufgequollen durch die Hitze des Wasserdampfs. A zeigt diese gequollenen Stärkmehlkörner einzeln, ausserhalb der Parenchymzelle, in einer stärkeren Vergrößerung.

Fig. 3 Zustand der Kartoffelstärkmehlsubstanz nach der weinigen Gährung. (Siehe die Bemerkungen bei Fig. 4.)

Fig. 4 Kartoffelstärkmehl, welches in Gesellschaft des Eichenrinden-Absudes die weinige Gährung vollendet hat. Bei näherer Vergleichung mit Fig. 3, besonders der stärkeren Vergrößerungen A, wird man finden, dass die einzelnen Kügelchen bei Fig. 4 A grösstentheils formlos, fast ganz zerstört, und in eine Art Gallerte verwandelt sind, während bei Fig. 3 A doch noch Figuren mit deutlichen Umrissen bemerkt werden. Ein Beweis, dass die (bei Fig. 4) mit Gerbstoff in Contact gewesene Kartoffelsubstanz eine ausserordentliche Zerstörung erlitten haben muss.

Fig. 5 Zustand des Roggenstärkmehls nach der weinigen Gährung. Fig. 7 Zustand des mit Eichenrindencocot versetzten Roggenstärkmehls. Vergleicht man Fig. 5 mit Fig. 7,

310 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

so ist nicht zu verkennen, dass an den Stärkmehlkörnchen bei Fig. 7 eine stärkere Auflösung Statt gefunden hat, als bei Fig. 5.

Fig. 6 giebt eine Ansicht von der Form des Roggenstärkmehls, wie dasselbe in unverändertem, natürlichem Zustande vorkommt.

Fig. 8 Zustand des Kastanienstärkmehls nach der weinigen Gährung. Ich habe diese Zeichnung hier als Nebensache ausführen lassen, um den leeren Platz der Tafel nützlich auszufüllen. Das Gährungsproduct von einem kleinen Versuch mit den wilden Kastanien, welche ich sammt ihren braunen Schalen gähren liess, hatte ich zufällig bei der Hand.

Die Form der *unveränderten* Kastanienstärkmehlkügelchen ist ungefähr eine ähnliche, wie die auf der Zeichnung am wenigsten verletzt dargestellten.

Noch ein Wort über die Nachgährung.

Dass eine Nachgährung bei der Branntweinmaische Statt finden kann, und Statt findet, habe ich oben, in der Beschreibung des Gährungsverlaufes bei Versuch 2 B hinlänglich erörtert und bewiesen.

Ich will mit dieser Nachgährung der Branntweinmaische nicht eben etwas Neues sagen, denn schon aus der beim Bier und Wein gegebenen Nachgährung kann schon mit mehr als Wahrscheinlichkeit auf eine mögliche Nachgährung der Branntweinmaische geschlossen werden. Auch bin ich nicht der Erste, welcher diese Nachgährung des Branntweingutes beobachtet hat. Einer mündlichen Mittheilung des Herrn Balling, Professors der techn. Chemie an der polytechn. Schule in Prag, zufolge, hat derselbe eine solche Nachgährung der Branntweinmaische ebenfalls zu beobachten Gelegenheit gehabt. Auch Herr Dr. Pleischl, Professor der Chemie an der Universität zu Prag, hat mir einen Fall erzählt, welcher zwar nicht die Nachgährung des Branntweingutes, aber doch beweisen soll, dass in dem Gährungsgut, nachdem dasselbe alle Gährungsercheinungen durchgemacht hat, noch unzersetzter Zuckerstoff vorhanden sein könne. Derselbe liess nämlich eine Quantität Bunkelrübensyrup abgähren; als die bekannten, die vollendete

Gährung anzeigenden Phänomene eingetreten waren, wurde die Gährungsflüssigkeit abdestillirt. Den Destillationsrückstand stellte man aber vorläufig in einem besonderen Gefäss bei Seite. Als man aber diesen Rückstand nach einigen Monaten vorge-sucht und ihn habe ausleeren wollen, habe man an den Boden-flächen des Gefässes Krystalle von Candiszucker gefunden. — In vorliegendem Fall ist es freilich ungewiss, ob der Gährungs-flüssigkeit nicht zu wenig Ferment gegeben wird; — vielleicht war aber auch die weinige Gährung doch noch nicht ganz vol-lendet, als man zur Destillation schritt; — denn bei der Gäh-rung des Rübenzuckersyrups täuscht man sich in dem Bezug zuweilen um so leichter, weil die Gährung des Rübensyrups ungewöhnlich lange dauert, und man dabei nicht so sichere Anzeichen der vollendeten Gährung zu Gebote hat, als bei an-deren Gährungen.

Aber die Nachgährung amylohaltiger Gährungssubstanzen verdient hier noch eine umfassendere Auseinandersetzung. Durch die Nachgährung scheinen noch beträchtliche Mengen an Weingeist aus der Maischmasse erzeugt zu werden.

Dass die Ausbeute an Weingeist, beim Stattfinden der Nachgährung, wenigstens relativ grösser ist, als wenn man die Nachgährung des Gutes übergeht, das beweisen vielleicht meine oben erörterten Versuche.

Dass aber bei der weinigen Gährung stärkehaltiger Ve-getabilien, — nachdem jene Erscheinungen eingetreten sind, welche man bisher als Wahrzeichen vollendeter Gährung be-trachtete, (nämlich Abhellen und Ruhigwerden der Flüs-sigkeit) — dass, wenn dieses Gährungsstadium eingetreten ist, — die weinige Gährung noch nicht vollständig in der Gäh-rungsmasse durchgewirkt hat, — darüber giebt die Untersu-chung der festen Theilchen einer solchen abgegohrenen Maische Auskunft. Man findet darinnen, ausser unzersetztem Stärkmehl, auch oft noch Gummi und zuweilen Stärke-zucker. Rührt man sine solche, scheinbar weingähre, Maische wieder durch einan-der, und verwahrt das Gährungsgefäss gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft, so fangen die noch unzersetzten gäh-rungsfähigen Theilchen noch einmal an zu gähren, und erst in Folge dieser Nachgährung wird dann das Maximum des, aus

312 Creuzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

der gegebenen Menge Maische, producirbaren Weingeistes erhalten.

Dem Oekonomen, welcher eine wahrhafte Branntweinschlempe als Viehfutter haben will, und die Brennerei lediglich des letzteren wegen betreibt, den abfallenden Branntwein aber als Nebensache betrachtet, diesem wird die Nachgährung der Maische nicht interessiren. Aber dem nicht Oekonomie treibenden Branntweinbrenner wird die Kenntniß und Benutzung dieser Nachgährung von nicht geringem Interesse sein.

Man hätte diese Nachgährung der Branntweirmaische vielleicht schon lange benutzt, wenn man nicht geglaubt hätte, man müsse dabei verfahren, wie beim Bier. Aber diess ist hier nicht nöthig. Branntweirmaische kann anders behandelt werden, als Biermaische oder Bier. Bei der Branntweirmaische kann die Gährung rascher betrieben werden, weil man allen Gährungsstoff in Weingeist verwandeln will; — bei der Bierwürze hingegen will man einen Theil des Zuckerstoffes unzersetzt behalten.

Will man Branntweirmaische im Grossen nachgähren lassen, so braucht man die Maische weder an einen kühleren Ort zu bringen, noch dieselbe in Fässer auszuleeren, wie es beim Bier geschieht. Man lässt das Gährungsgut in der Gährkufe, rührt die Masse, wenn die Hauptgährung vorüber ist, durch einander, damit alle gährungsfähigen und heßigen Theilchen mit der Flüssigkeit wieder in allgemeine Berührung kommen. Man legt dann ohne Verzug einen gut passenden Deckel auf die Oeffnung des Gährbottichs, und verschmiert nun alle Fugen mit Lehm, damit keine atmosphärische Luft eindringen kann. Würde man die letzterwähnte Vorsicht nicht gebrauchen, so würde man riskiren, dass die Gährungsflüssigkeit, — anstatt in der weinigen Gährung weiter zu kommen, — leicht in die *saure* Gährung überginge.

Ich will nicht direct behaupten, — aber es hat wenigstens für unsere Sinne den Schein: dass bei dem Bier und Wein, wenn die erste, die Hauptgährung vorüber ist, der Weingeist in ihnen noch nicht ganz fertig ausgebildet sei. Ganz neues Bier schmeckt fade, wenig geistig und berauscht auch nicht so leicht, als wenn es schon einige Monate gelegen hat. Alles Bier, welches die Nachgährung bestanden hat,

schmeckt kräftiger und geistiger, so wie es auch auf den Organismus kräftiger einwirkt. Beim Wein hat es dieselbe Bewandniß. Was für ein Unterschied ist zwischen einem frisch- ausgegohrenen Wein, und einem alten abgelagerten!

Betreffend die Gährung stärkehaltiger Substanzen, wenn sie mit gerbstoffhaltigen Körpern vergesellschaftet ist, so geht aus den Resultaten obiger Versuche hervor, dass dieselbe weniger geschickt ist zur Nachgährung, aber deswegen: weil in ihr die Zersetzung der Stärkemehlsubstanz durch die Einwirkung des Gerbstoffes schon so weit zu Stande gebracht ist, dass der Nachgährung nicht mehr viel gährungsfähige Substanz dargeboten bleibt.

Zum Schluss dieser Betrachtungen erwähne ich noch Folgendes:

Wollte man, nach dem neuesten Standpunct unserer wissenschaftlichen Erkenntnisse, aus stärkehaltigen Vegetabilien das Maximum an Weingeist produciren, und hiernach eine rationelle Branntweimbrennerei begründen, — so würde man vielleicht weder des Gerbstoffes als Zusatz zur Maische, noch einer Nachgährung der letzteren bedürfen. Ich darf in dem Bezug nur aufmerksam machen auf die Bereitung des Stärkezuckers mittelst Diastase, oder, was gleichviel ist, mittelst Getreidemalzes.

Versuche im Grossen.

Nachdem meine Versuche im Kleinen, in so weit sie oben aufgezeichnet sind, beendet waren, war ich noch so glücklich, in Prag einen Mann aufzufinden, welcher hinlänglich Sinn für wissenschaftliche Erkenntniß hatte, um das Interesse meiner ihm proponirten Versuche einzusehen, und der sich bereit fand, mich meine Versuche in seinem Brennereigeschäft im Grossen ausführen zu lassen.

Ich fand hier noch die ganz alte Brennereimethode. Die Versuche konnten vorläufig nicht mit Kartoffeln, sondern blos mit Getreide angestellt werden.

Das Verfahren beim Einmaischen bestand in diesem Geschäfte in folgenden Operationen: Gleiche Volumina Gersten- rälzschrotes und (ungemalzten) Roggenschrotes wurden in grossem Vorrath gemischt, und davon auf ein Mal 6 böhm.

314 Crenzburg, üb. wein. Gährung amylohalt. Subst.

Strich (1 Strich = $1\frac{1}{2}$ oesterreich. Metzen) in 4 Bottichen, für jeden Bottich also $1\frac{1}{2}$ Strich, eingemaischt.

Das Anmaischen geschah auf folgende, — dem jetzigen Standpunct der Wissenschaft nicht mehr entsprechende — Weise: Das Getreideschrot wurde mit einer Quantität kochenden Wassers zu einem Brei verarbeitet, und dann kaltes und warmes Wasser so viel zugesetzt, bis die Flüssigkeit bis zu dem, innerhalb des Bottichs angebrachten Zeichen, eilf böhm. Eimer anzeigend, gefüllt war. Wenn die, als Thermometer dienende, eingehaltene Hand eine Temperatur von 16—19° R. anzeigte, wurde für jeden Bottich 2 oesterreich. Maas (à 40 Unzen) dünne Oberhefe gegeben.

Destillirblase und Gärbottiche waren in einem etwas beschränkten Local beisammen, und es stieg deshalb die äussere Temperatur bisweilen bis auf 21 Grad R. Diess hatte zur Folge, und ich habe mich mehrere Male davon überzeugt, dass die in Gährung begriffene Maische oft in eine zu heftige, sogenannte wilde Gährung kam. — Die Gährung begann übrigens in der 4ten Stunde, erreichte das Maximum ihrer Thätigkeit in der 8ten bis 10ten Stunde, und endete in der 32—35ten Stunde nach dem Stellen.

Von den angewandten 3 Strichen Roggen (à 120=360 Pft.) und 3 Strichen Gerstenmalz (à 100=300 Pft.) erhielt man gewöhnlich Ausbeute an Branntwein von 20° Beaumé zwischen 98 und 101 Pinten, böhm. Branntweinmaas, die Pinte = 53 Unzen. Dieses, durch tausendfache Erfahrung erhaltene Ausbeute-Resultat machte in meinen Vergleichungsversuchen den Normalversuch überflüssig. Als Durchschnittsausbeute an Branntwein werde ich aber 100 Pinten als Norm annehmen.

Erster Versuch. Die erwähnten 4 Bottiche wurden genau auf die seit langer Zeit gewohnte Weise mit Maische beschickt, und in meiner Gegenwart bei einer Temperatur von 17° R. die Hefe gegeben.

Der Inhalt eines jeden Bottichs erhielt aber dann ein Decoct aus $1\frac{1}{2}$ Pfund Eichenrinde beigemengt.

Die Fermentation begann, nach Aussage des darüber verwunderten Werkführers erst in der achten Stunde. Die höchste Gährungskrisis kam in der elften Stunde. In diesem Momente fand ich die Temperatur der Gährungsflüssigkeit bis auf

25^o R. gestiegen. Die Gährung war übrigens weit ruhiger, als es bei dem gewöhnlichen Verfahren bisher der Fall war, und hatte den gewünschten normalen Gang, obgleich die äussere Temperatur eine Zeit lang 20^o R. war. Die Zeichen des Endes der Gährung traten in der 41sten Stunde ein.

Der weingahre Inhalt der 4 Bottiche wurde abdestillirt, und der daraus erhaltene Lutter rectificirt. Die Ausbeute war 102 Pinten Branntwein von 21^o Beaumé Stärke. Diese 21^o Beaumé auf 20 Grad reducirt, giebt für 102 Pinten noch $3\frac{3}{8}$ Pinten; also war die wahre Ausbeute an Branntwein von der Normalstärke 105 $\frac{3}{8}$ Pinten. Folglich ein Mehrgewin von $5\frac{3}{8}$ Pinten, gegen das bisherige Verfahren.

Zweiter Versuch. Dieselben 4 Bottiche wurden genau wie das vorige Mal eingemaischt; jedem derselben aber ein Absud von 2 Pfund Eichenrinde beigemischt.

Obgleich bei diesem Versuch für den Bottich nur $\frac{1}{2}$ Pfd. Eichenrinde mehr genommen wurde, als bei dem vorigen, so war hier doch der Gang der Gährung merklich langsamer und endigte erst in der 43sten Stunde nach dem Hefengeben.

Ausbeute war 102 $\frac{1}{8}$ Pinten Branntwein von 20^o B.; folglich gegen den vorigen Versuch um $2\frac{7}{8}$ Pinten geringer, aber nach der Durchschnittsausbeute des bisherigen Verfahrens um $2\frac{1}{8}$ Pinten grösser.

Es ist diesemnach anzunehmen, dass für die zur Gährung angewandte Menge von 660 Pfund Getreide, 8 Pfund Eichenrinde zu viel waren; beiläufig ein Pfund auf 100 Pfd. Getreide, wie im vorigen Versuch, wäre die rathsamste Menge der zuzusetzenden Eichenrinde.

Ich bemerke noch, dass das Abkochen der vielen Eichenrinde mit viel Beschwerlichkeiten verbunden war. Sollte man daher die Eichenrinde zur Gährung im Grossen anwenden und nicht dafür Eichenfrüchte oder Eicheln oder wilde Kastanien sammt Schale substituiren wollen oder können, so wäre zu rathen, die Eichenrinde gröblich gepulvert in Substanz der Maische beizumischen, sie ist dem Vieh nichts weniger als schädlich. Die gepulverte Eichenrinde (Lohe) verschafft man sich aus einer Lohmühle.

Leider ist der dritte Versuch, welcher im Grossen Aufschluss geben sollte über die Mehrausbeute an Branntwein, wenn

316 Creuzburg, üb. wein. Gährung, amylohalt. Subst.

die Maische einer Nachgährung unterworfen wird, verunglückt.

Die 4 Bottiche waren wie gewöhnlich (ohne Eicheurindenabsud) eingemaischt worden, und hatten die Gährung durchlaufen. Anstatt aber, nach meiner Angabe, zur Zeit der Nachgährung, als die Masse durch einander gerührt war, die Deckel aufzulegen und deren Fugen mit Kittmasse zu verkleben, glaubten die Arbeiter, in meiner Abwesenheit, es eben so gut zu machen, über die Bottiche dicke Tücher zu breiten und die Deckel oben auf zu legen. Die Folge war, dass die Maische, — anstatt nachzugähren, — einen Schritt in die Essiggährung that. Dessen ungeachtet war die Ausbeute an Branntwein nicht geringer als gewöhnlich, — aber auch nicht grösser, nämlich nicht ganz 100 Pinten.

Ich bemerke noch, dass sich die gerbstoffhaltigen Vegetabilien mehr noch zur *Kartoffelmaische* als Zusatz eignen dürften, weil die Kartoffelstärkmehlkügelchen sich durch die Gährung schwerer aufschliessen, und in den gekochten Kartoffeln keine Diastase mitwirken kann, um diese Aufschliessung zu bewirken; bei dem theilweise gemalzten Getreide ist diess aber der Fall, wenn beim Einmaischen nicht gleich kochendes Wasser angewendet wird.

Fig. 1. Stärfmehl aus rohen Kartoffeln.

Fig. 3. Zustand der reinen Kartoffelsubstanz nach der wein. Gährung.

Fig. 5. Zustand des reinen Roggenstärkmehls nach der wein. Gährung.

Fig. 2. Stärfmehl aus in Dampf gekochten Kartoffeln.

Fig. 4. Zustand der mit Eichenrindendeckot versetzten Kartoffelsubstanz nach der wein. Gährung.

Fig. 6. Reines Roggenstärkmehl in natürlichen Zustande.

Fig. 7. Zustand des mit Eichenrindendeckot versetzten Roggenstärkmehls nach der wein. Gährung.

Fig. 8. Kastanienstärkmehl nach der wein. Gährung aus wilden Kastanien sammt ihren braunen Schalen.