

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Chemisch-technische Untersuchungsmethoden

Lunge, Georg

Berlin, 1900

Spiritus

Spiritus¹⁾.

Von

Dr. A. Ebertz in Hohenheim.

I. Untersuchung des Wassers.

Geprüft wird auf Aussehen, Geruch, Geschmack und Reaktion.

Qualitativ wird nachgewiesen: Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Chlor und Schwefelwasserstoff.

Die quantitative Bestimmung erstreckt sich auf: Trockensubstanz, Glührückstand, Kalk, Magnesia, Härte, Oxydirbarkeit.

Chloride und Sulfate werden auch nicht selten quantitativ bestimmt, die übrigen Stoffe nur in besonderen Fällen.

Im Uebrigen verweisen wir auf die Untersuchung des Wassers in Band I (S. 704 u. 759).

Die mikroskopische Untersuchung²⁾ erstreckt sich auf die Prüfung eines etwa vorhandenen Bodensatzes. Sie hat die für verunreinigtes Wasser charakteristische niedere Fauna und Flora und ferner das Vorhandensein organischer Reste zu berücksichtigen.

In der Brennerei kann jedes Wasser Verwendung finden, sofern es keine gährungsschädlichen Stoffe anorganischer oder organischer Natur enthält und frei von solchen Organismen ist, welche Gährung und Fäulniss erregen können. Das Wasser, welches in der Rektifikation zum Verdünnen des Weingeistes benutzt wird, soll von besonderer Reinheit sein.

¹⁾ Bei Bearbeitung dieses Kapitels wurde folgende Litteratur benutzt: Bauer, Gährungstechnische Untersuchungsmethoden; Bücheler, Branntweinindustrie und Leitfaden für den landwirthsch. Brennereibetrieb; Durst, Presshefefabrikation; Märcker, Handbuch der Spiritusindustrie; Post, Chem.-techn. Analyse; Zeitschrift für Spiritusindustrie.

²⁾ Als Leitfaden ist zu empfehlen: C. Mez, Mikroskopische Wasseranalyse. Verl. Springer.

II. Untersuchung der Rohmaterialien.

A. Stärkemehlhaltige Stoffe.

a) Bestimmung des Stärkemehls¹⁾.

1. Durch Inversion mit Salzsäure. Da eine einwandfreie Methode zur directen Bestimmung des Stärkemehls bis jetzt nicht besteht, ist man genöthigt, dasselbe durch Säuren in Dextrose überzuführen. Die zur Inversion geeignetste Säure ist die Salzsäure, deren Anwendung Märcker und Morgen wie folgt empfehlen:

3 g Stärkemehl werden mit 200 ccm Wasser verkleistert und mit 15 ccm Salzsäure von 1,125 spec. Gew. 2 Stunden im kochenden Wasserbade erhitzt. Zur Verhinderung der Wasserverdunstung genügt es, auf die Kochflaschen ein 0,5—1,0 m langes Glasrohr zu setzen. Nach dem Erkalten neutralisirt man die Salzsäure mit Kalilauge so weit, dass noch schwach saure Reaktion vorhanden, und füllt auf 500 ccm auf. In 25 ccm dieser Lösung bestimmt man die Dextrose nach S. 429.

9 Theile Stärke entsprechen theoretisch 10 Theilen Dextrose, und wäre zur Umrechnung der gefundenen Dextrose in Stärke demnach der Faktor 0,9 zu benutzen. Da die aus stärkemehlhaltigen Materialien gewonnene Stärke kein chemisch reiner Körper ist, wird der Dextrowerth derselben zu niedrig gefunden und ist zur Umrechnung der Dextrose auf Stärkesubstanz nicht der Faktor 0,9, sondern ein etwas höherer zu verwenden. Märcker schlägt den Faktor 0,932 vor, als Mittel der von Sachse, Soxhlet, Ost, Lintner und Anderen ermittelten Zahlen. Dieser Faktor findet nur dann Anwendung, wenn es sich um Bestimmung der wirklichen Stärkesubstanz handelt; kommen dagegen bei der Untersuchung die für die Brennerei ausnutzbaren gährungsfähigen Stoffe in Betracht, so ist der theoretische Faktor 0,9 zu verwenden.

Die Bestimmung der Stärke durch direkte Inversion ist nur möglich, wenn es sich um spelzenfreies Stärkemehl handelt. Bei Körnerfrüchten und Kartoffeln kann diese Methode keine Anwendung finden, da durch die Einwirkung der Säure nicht allein die Stärke, sondern auch Cellulose und andere Kohlehydrate in reducirende Substanzen umgewandelt werden. Die Resultate würden deshalb viel zu hoch ausfallen und für die Praxis gänzlich unbrauchbar sein. Es kommen hier nachfolgend beschriebene Bestimmungsmethoden in Betracht, welche den Verhältnissen der Praxis möglichst Rechnung zu tragen suchen. Bei

¹⁾ Vgl. auch das Kapitel „Stärke“ in diesem Bande S. 367 ff. Bezügl. der weiter vorgeschlagenen Bestimmungsmethoden verweisen wir auf Märckers Handbuch und Bauers Untersuchungsmethoden.

diesen Methoden werden neben der Stärke auch in den Materialien eventuell vorhandene Dextrine und Zuckerarten mit bestimmt; indessen sind die damit erhaltenen Resultate auch nicht einwandfrei, da durch das nöthige Kochen und mehr noch durch Anwendung von Hochdruck Pentosane in Lösung gehen, welche durch die nachfolgende Inversion in reducirende aber nicht gährungsfähige Pentosen umgewandelt werden.

2. Bestimmung unter Anwendung der Diastase. Für Verhältnisse, bei welchen die Materialien nicht unter Hochdruck gedämpft werden, für Presshefefabriken, Kornbranntweimbrennereien und Brennerien, welche nach dem alten Verfahren arbeiten, ist folgende von Märcker angegebene Methode anzuwenden:

3 g des fein zermahlenen Materials werden mit 100 ccm Wasser $\frac{1}{2}$ Stunde gekocht, auf 65° C. abgekühlt und mit 10 ccm Normalmalzextrakt (100 g Malz auf 1 l Wasser) versetzt, etwa 2 Stunden bei 65° C. gehalten, dann nochmals $\frac{1}{2}$ Stunde gekocht, wieder auf 65° C. abgekühlt und nochmals etwa $\frac{1}{2}$ Stunde mit 10 ccm Malzextrakt bei 65° C. gehalten, dann aufgekocht, abgekühlt und auf 250 ccm aufgefüllt. 200 ccm des Filtrats werden mit 15 ccm Salzsäure vom spec. Gew. 1,125 invertirt, fast neutralisirt, auf 500 ccm gebracht und davon 25 ccm zur Zuckerbestimmung verwendet. Das Reduktionsvermögen des benutzten Malzextrakts ist festzustellen und in Rechnung zu bringen.

3. Bestimmung unter Mitwirkung des Hochdrucks (Reinke). Das neue Brenneiverfahren benutzt zur Aufschliessung der stärkehaltigen Materialien den Hochdruck, welcher Substanzen, die bei dem alten Verfahren nicht in Betracht kamen, in gährungsfähige Stoffe umwandelt. Diesen Verhältnissen sucht das Reinke'sche Verfahren Rechnung zu tragen, doch giebt es aus den bereits erwähnten Gründen etwas zu hohe Resultate¹⁾.

Die Ausführung der Untersuchung gestaltet sich folgendermaassen:

3 g der fein gepulverten Substanz werden im Metallbecher des Soxhlet'schen Dampftopfes mit 25 ccm 1 0/0-iger Milchsäure und 30 ccm Wasser angerührt und zugedeckt im Dampftopf $2\frac{1}{2}$ Stunden auf $3\frac{1}{2}$ Atm. erhitzt (in Ermangelung eines Dampftopfes bedient man sich der Lintner'schen Druckflasche), dann mit 50 ccm heissen Wassers versetzt, nach dem Erkalten auf 250 ccm aufgefüllt und nach etwa $\frac{1}{2}$ stündigem Stehen und öfterem Umschütteln filtrirt. 200 ccm des Filtrats werden mit 15 ccm Salzsäure (spec. Gew. 1,125) 3 Stunden lang im kochenden Wasserbad invertirt, fast neutralisirt, auf 500 ccm aufgefüllt und 25 ccm davon zur Zuckerbestimmung benutzt.

Märcker schlägt zur Bestimmung der nutzbaren Kohlehydrate

¹⁾ Märcker zieht auch hier die Diastasemethode vor.

in stärkehaltigen Materialien eine Diastase-Gährungsmethode vor, nach welcher die Materialien entsprechend den Verhältnissen der Praxis behandelt und die erhaltenen Maischen mit Reinzuchthefer vergohren werden sollen. Die Methode ist aber noch nicht genügend ausgearbeitet, um für die Untersuchung von Rohmaterialien sichere Resultate zu geben.

4. Vorbereitung der Materialien. Die **Kartoffeln** werden zur Stärkebestimmung nach einem der oben beschriebenen Verfahren in folgender Weise vorbereitet: 1 kg einer guten Durchschnittsprobe wird in Scheiben zerschnitten, an der Luft getrocknet und auf einer Mühle grob zerkleinert. Eine Durchschnittsprobe dieser Substanz, in welcher eine Wasserbestimmung vorzunehmen ist, wird staubfein gemahlen. Zur staubfreien Zerkleinerung, welche zur Erlangung richtiger Resultate durchaus nöthig ist, wird die nach Märckers Angaben vom Mechaniker Dreefs in Halle konstruirte Mühle benutzt (die Mahlung auf gewöhnlichen Laboratoriumsmühlen genügt nicht). 3 g der Feinsubstanz, deren Wassergehalt nochmals festzustellen ist, dienen zur Stärkebestimmung. Die gewonnenen Analysenergebnisse sind auf die ursprüngliche Substanz umzurechnen.

Für technische Zwecke hinreichend genau lässt sich der Stärkegehalt der Kartoffeln aus ihrem specifischen Gewicht bestimmen. Die Ausführung dieser Bestimmung findet sich im Kapitel „Stärke“ beschrieben (S. 370).

Für **Getreidearten** (Mais, Dari, Gerste, Roggen etc.) gestaltet sich die Ausführung der Stärkebestimmung auf chemischem Wege im Allgemeinen in derselben Weise wie bei Kartoffeln. Eine genügend vorgetrocknete Durchschnittsprobe wird auf der Dreefs'schen Mühle staubfein zerkleinert und nach einer der angegebenen Methoden weiterbehandelt. Eine vorherige Entfettung des Feinmehls im Soxhlet'schen Extraktionsapparat ist bei Mais empfehlenswerth.

Bei **Abfällen der Stärkefabrikation** orientirt man sich durch die mikroskopische Prüfung über den Grad der Verunreinigung durch andere Stoffe. Ist dieselbe sehr gering, so genügt eine Wasserbestimmung. Die Substanz wird zu diesem Zweck bei 50° C. eine Stunde lang vorgetrocknet, dann allmählich auf 120° C. erhitzt, bei welcher Temperatur noch 4 Stunden getrocknet wird.

Ist die Verunreinigung stärker, so ist eine Stärkebestimmung nöthig, welche nach der Diastasemethode auszuführen ist. Verwendet werden 5 g Substanz.

β) Bestimmung sonstiger Bestandtheile.

Die sonstigen Bestandtheile der Kartoffeln haben für die Spiritusfabrikation nur einen untergeordneten Werth und unterliegen nicht der Bestimmung.

Eine Bestimmung der Stickstoffsubstanzen im Getreide, besonders im Malzgetreide, ist dagegen oft wünschenswerth. Es genügt hier in weitaus den meisten Fällen eine Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach Kjeldahl. Betreffs Trennung der Stickstoffverbindungen verweisen wir auf das Kapitel „Futtermittel“ (Bd. II, S. 440).

B. Zuckerhaltige Rohmaterialien.

1. Zuckerrüben.

Die Bestimmung des Zuckers geschieht nach der Stammer'schen Methode durch Polarisation (vergl. Kapitel „Zucker“ S. 275).

2. Melasse.

a) Bestimmung des Zuckers.

Durch die allgemein gebräuchliche Spindelung mit dem Baumé'schen Aräometer lässt sich der Zuckergehalt der Melassen nur höchst ungenau bestimmen, da die letzteren ausserdem organische Nichtzuckerstoffe und Salze in sehr wechselnder Menge enthalten. 1 Grad Baumé entspricht 1,76 Graden des Balling'schen Saccharometers.

Auch die Polarisation (vergl. „Zucker“ S. 270, 275, 335), sowie die Bestimmung des Gesamtzuckers mit Fehling'scher Lösung nach vorhergegangener Inversion (S. 288 u. f.) geben keine zuverlässigen Zahlen. Für die Zwecke der Spiritusfabrikation eignet sich am besten die Bestimmung des Zuckers durch die alkoholische Gährung. Gestattet diese Methode auch keinen Rückschluss auf die Art und die Mengenverhältnisse der in den Melassen enthaltenen Zucker, so giebt sie doch Aufschluss über die zu erwartende Alkoholausbeute und ermöglicht zugleich ein Urtheil über die Gährfähigkeit der Melassen.

Zu dieser Bestimmung wiegt man nach Bauer 50 g Melasse ab, löst im 200 ccm - Kolben, setzt zur Neutralisation die vorher bestimmte Menge Normalschwefelsäure im Ueberschuss von 4 ccm zu und füllt bis zur Marke auf. In einem 500 ccm fassenden, mit Gährverschluss versehenen Kolben wird hierauf die Melasse mit 2 g guter Presshefe, oder besser mit Reinzuchthefer, bei Zimmertemperatur der Gährung überlassen. Bauer benutzt anstatt des Hayduck'schen Gährverschlusses einen von ihm angegebenen Apparat (Z. f. angew. Chem. 1888, I). Den Verlauf der Gährung kontrollirt man durch tägliche Wägung des Kolbens. Findet eine Gewichtsabnahme nicht mehr statt, so wird zur Entfernung der Kohlensäure Luft durch den Apparat gesogen und sodann nochmals gewogen. Die Differenz von Anfangs- und Endgewicht des Apparats entspricht der entwickelten Kohlensäure. 49,05 Gewichtstheile Kohlensäure entsprechen 100 g Rohrzucker.

Zur Bestimmung der Ausbeute wird sodann die vergorene Flüssigkeit in einen Destillirkolben gebracht, mit 100 ccm Wasser nachgespült und unter Benutzung eines 200 ccm Kolbens als Vorlage der Destillation unterworfen. Das Destillat wird nach gründlichem Mischen bei 15° C. auf die Marke eingestellt und sein spezifisches Gewicht bestimmt. Zur Ermittlung des entsprechenden Alkoholgehalts dient die Tabelle von K. Windisch¹⁾.

Durch die mikroskopische Prüfung der Hefe vor der Destillation lässt sich erkennen, ob gährungsschädliche Stoffe vorhanden waren; die Hefezellen sollen vollständig intakt (vergl. Abschnitt „Hefe“) aus der Gährung hervorgegangen sein.

β) Prüfung auf Gährfähigkeit.

Die Schwergährigkeit, eine bei Melassen häufig zu beobachtende Erscheinung, ist nach den Untersuchungen von Märcker und Neale auf das Vorhandensein flüchtiger Fettsäuren, seltener salpetriger Säure, zurückzuführen. In freiem Zustand sind diese Säuren starke Hefengifte und wirken schon in sehr geringer Menge schädigend auf Vermehrungsfähigkeit und Gähkraft der Hefe ein.

Hat man durch die Gährprobe die Schwergährigkeit einer Melasse konstatiert, so verfährt man zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren nach Bauer folgendermaassen:

50 g Melasse werden mit 200 ccm Wasser verdünnt und nach Zusatz von 10 ccm konzentrierter Schwefelsäure der Destillation unterworfen, bis 100 ccm übergegangen sind. (Die Destillation darf nicht weiter getrieben werden, da sich später durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Lävulose Ameisensäure bildet.)

Das Destillat wird mit Barytwasser im geringen Ueberschuss versetzt und der Ueberschuss von Baryt durch Einleiten von Kohlensäure in der Wärme gefällt. Nachdem noch aufgeköcht wurde, wird abfiltrirt. Das Filtrat wird eingedampft und der Rückstand zuletzt im Platintiegel bei 130° C. getrocknet und gewogen. Hierauf wird der Rückstand zur Zerstörung der organischen Substanz geglüht, bis er völlig weiss geworden ist. Nach Anfeuchten mit kohlensaurem Ammon und nochmaligem gelinden Glühen wird er als Bariumkarbonat gewogen. Die gefundene Menge Ba CO_3 wird auf Ba umgerechnet und von der ersten Wägung abgezogen. Die Differenz entspricht der Menge der organischen Säuren.

Im Destillat lässt sich die Buttersäure durch den Geruch, die Ameisensäure durch alkalische Silberlösung und die salpetrige Säure durch Jodkaliumstärkelösung nachweisen.

¹⁾ K. Windisch, Tafel zur Ermittlung des Alkoholgehaltes von Alkohol-Wassermischungen etc. Verl. Springer. Vgl. im Kapitel „Wein“.

Um den schädigenden Einfluss eines zu grossen Säureüberschusses bei der Destillation zu vermeiden, neutralisirt Märcker die Melasse genau und fügt dann noch pro Liter 5 ccm 20 %-iger Schwefelsäure zu. Nach entsprechender Verdünnung der Melasse wird $\frac{3}{4}$ des Volumens unter kräftigem Kochen abdestillirt und das Destillat weiter behandelt, wie oben angegeben¹⁾.

Der Gehalt der Melassen an flüchtigen Säuren soll nach Neale 0,5 % nicht übersteigen.

In Melassen, welche grössere Mengen Salpeter enthalten, kann durch eine von Bakterien hervorgerufene Reduktionsgährung salpetrige Säure gebildet werden, wodurch die Gährung unterdrückt oder doch wesentlich geschädigt wird. Die Bestimmung der Salpetersäure in den Melassen erfolgt nach den Verfahren von Ulsch oder Schlösing (Bd. I, S. 275 u. 281). Durch Ausfällen der Bakterien mittels Eiweiss oder Tannin konnte Effront die Schwergährigkeit solcher Melassen heben.

C. Seltener Rohstoffe.

In seltener zur Verwendung gelangenden stärkehaltigen Materialien wird die Stärkebestimmung in gleicher Weise ausgeführt, wie für Kartoffeln und Körnerfrüchte angegeben. Bei zuckerhaltigen Stoffen (Sorghumstengel, Zuckerrohrreste, Rosinen) kann man entweder den Extraktgehalt angeben, oder auch die Zuckerarten nach den bekannten Methoden (Rohrzucker nach erfolgter Inversion) bestimmen. Führen die Materialien Stärke und Zucker (Bataten), so erfolgt die Vorbereitung des Materials zur Untersuchung wie bei der Kartoffel. Die feingepulverte Substanz wird mit heissem Wasser extrahirt. In dem unlöslichen Theil bestimmt man die Stärke wie in den stärkehaltigen Stoffen; die mit Salzsäure invertirte Lösung dient zur Bestimmung des Dextrosewerths des Zuckers.

Die Topinamburknolle enthält ausser Lävulose noch ein in heissem Wasser leicht lösliches Kohlehydrat, das Inulin, welches durch Inversion mit verdünnter Salzsäure in Lävulose übergeführt und als solche bestimmt wird.

Am zweckmässigsten ist es, seltenere Stoffe auf ihre Verwendbarkeit zur Spiritusfabrikation in der Weise zu prüfen, dass man durch einen Gährversuch direkt die Alkoholausbeute bestimmt, welche sich aus ihnen gewinnen lässt. 50 g des fein zerriebenen Materials werden

¹⁾ Nach Ansicht des Ref. lassen beide Methoden kaum eine einigermaassen genaue Bestimmung der flüchtigen Säuren zu; indessen dürften die damit erhaltenen Resultate für technische Zwecke ausreichen.

mit ca. 300 ccm Wasser gekocht und dann bei 60° C. mit 50 ccm eines kalt bereiteten Grünmalzauszugs (1:5) verzuckert. Eine Wiederholung der Operationen des Kochens und Verzuckerns ist zweckmässig (vergl. „Diastasemethode“ S. 392). Nach der Verzuckerung wird auf 65° C. erwärmt, dann abgekühlt und auf 500 ccm aufgefüllt. Unter Zusatz von 5 g Presshefe wird bei 30° C. vergoren, bis Gewichtsabnahme des Gährgefässes nicht mehr stattfindet und zur Bestimmung des Alkohols destillirt. Der aus dem verwendeten Malzauszug sich bildende Alkohol wird durch einen Gährversuch bestimmt und in Abrechnung gebracht.

III. Untersuchung der zur Malzbereitung dienenden Materialien (speciell der Gerste) und des Malzes.

a) Getreide.

Ausschlaggebend für den Werth der Gerste als Mälzungsmaterial für Brennereizwecke ist die Diastasemenge, welche sie beim Keimungsvorgange bildet. Die Ermittlung der Keimfähigkeit ist demnach eine der wichtigsten Prüfungen für die Beurtheilung der Mälzereigerste. Nicht gekeimte Körner bedingen nicht nur einen Verlust an Diastase, sondern werden auch Veranlassung zur Entwicklung keimungs- und gährungsschädlicher Organismen.

Die Ausführung der Keimfähigkeitsbestimmung findet sich im Kapitel „Bier“ beschrieben. Die Keimfähigkeit ist gut, wenn sie 95 % und darüber, mittelmässig, wenn sie 90—95 %, gering, wenn sie 80—90 % und schlecht, wenn sie weniger als 80 % beträgt.

Des Weiteren sind folgende Prüfungen des Malzgetreides vorzunehmen:

1. Beurtheilung des Geruchs und des Aussehens. Der Geruch soll frisch, strohartig, nicht dumpf oder moderig sein. Schlecht geerntete Gerste, welche an den braunspitzigen, oft mit Schimmelanflug bedeckten und ausgewachsenen Körnern zu erkennen ist, besitzt eine mangelhafte Keimfähigkeit, welche sich durch längeres Lagern noch verschlechtert.

2. Ermittlung der Korngrösse durch Sortiren mittels Sieben von entsprechender Maschenweite. Ungleichkörnige Gerste besitzt verschiedene Quellreife und zeigt ungleichmässiges Wachsthum.

3. Bestimmung der Reinheit durch Aussuchen der Unkrautsamen, sowie der zerschlagenen Körner, welche Veranlassung zur Schimmelbildung geben.

4. Mikroskopische Prüfung auf Schimmelpilze und andere keimungs- und gährungsschädliche Organismen. Solche Organismen

kommen auf jeder normalen Gerste vor; nur ihr übermässiges Vorhandensein ist zu beanstanden.

5. Bestimmung des Volumgewichts (Hektolitergewicht). In Benutzung sind: die sogenannte Reichswaage (allein aichfähig), die Getreidewaage von Greiner und der Getreideprüfer von Brauer. Leichte Gersten von 62 — 65 kg hl-Gewicht sind für Brennereizwecke am geeignetsten, weil dieselben infolge ihres höheren Stickstoffgehalts im Allgemeinen diastasereichere Malze geben als die schwereren.

6. Bestimmung der Feuchtigkeit. Frisch geerntete, feuchte Gerste keimt schlecht. Die zum Mälzen verwendete Gerste soll einen Feuchtigkeitsgehalt von 12 bis höchstens 14 % besitzen.

7. Bestimmung des Stickstoffs nach der Kjeldahl'schen Methode (vgl. die Angaben unter 5).

8. Säurebestimmung, auszuführen wie bei Grünmalz.

Andere Merkmale einer guten Gerste, die Feinschaligkeit, die mehlig Beschaffenheit des Korns, die helle Farbe u. s. w., auf welche der Brauer ein grosses Gewicht legt, sind für die Beurtheilung der Brennereigerste von untergeordneter Bedeutung.

Durch die Ausführung einer Probemälzung erlangt man den sichersten Aufschluss über die Brauchbarkeit einer Gerste für Mälzereizwecke.

b) Grünmalz.

Um die Verwendbarkeit und Güte des Grünmalzes festzustellen, wird man sich bei einiger Uebung in den meisten Fällen mit einer Beurtheilung desselben nach äusseren Merkmalen begnügen können.

Gutes Grünmalz muss frei von Schmutz und Schimmel sein und soll einen angenehmen, gurkenartigen, nicht moderigen oder säuerlichen Geruch besitzen.

Die Blattkeime sollen bei gleichmässiger, kräftiger Entwicklung die anderthalb- bis zweifache Kornlänge erreichen. Die Wurzelkeime sollen die doppelte bis $2\frac{1}{2}$ fache Kornlänge haben und frisch und glänzend, nicht welk erscheinen.

Abhängig von der genügenden Entwicklung der Blatt- und Wurzelkeime ist die gute Auflösung des Malzes, welche daran erkenntlich ist, dass das Endosperm eine mehlig, leicht zerreibliche Masse bildet, die speckige Stellen nicht mehr aufweist.

Fremde Samen und ungekeimte Körner sollen wenig vorkommen; zertretene und in den Wurzeln verfilzte Körner, welche die Schimmelbildung begünstigen, sollen fehlen.

1. Bestimmung der verflüssigenden und verzuckernden Kraft des Malzes. Von allen Untersuchungen des Grün- und Darmalzes ist diese die wichtigste. Von Effront ist zur Bestimmung des Ferment-

tativvermögens nachfolgend beschriebenes Verfahren ausgearbeitet worden, welches Bücheler¹⁾ zur bequemerer Ausführung in einigen Punkten modificirte.

Bestimmung der verzuckernden Kraft. Bereitung des Malz-extrakts. 6 g Malz (Grünmalz zerquetscht, Darmmalz geschroten) werden mit 100 ccm Wasser eine Stunde lang bei 60° C. im Wasserbad digerirt, dann abgekühlt und filtrirt. Das Filtrat dient zur Bestimmung der verzuckernden und verflüssigenden Kraft.

Ausführung der Bestimmung. 2 g Effront'scher löslicher Stärke²⁾ werden durch Aufkochen zu 100 ccm Wasser gelöst (die Lösung ist immer frisch zu bereiten), davon 50 ccm mit 107,5 ccm Wasser verdünnt und hierzu 2,5 ccm des Malzauszugs gesetzt. Hierauf wird eine Stunde lang im Wasserbad bei 60° C. verzuckert, sodann rasch zum Kochen erhitzt und wieder abgekühlt.

Man giebt nun in die Reagensgläser des Reischauer'schen Sterns je 2 ccm Fehling'sche Lösung und hierzu verschiedene Mengen der verzuckerten Lösung (3, 4, 5, 6 ccm u. s. f.), worauf der Stern 10 Minuten lang in ein kochendes Wasserbad gestellt wird. Man sucht-alsdann das Gläschen aus, in welchem die Kupferlösung eben entfärbt ist und setzt einen neuen Versuch mit engeren Intervallen von 0,25 zu 0,25 ccm an. Die zur Reduktion von 2 ccm Fehling'scher Lösung erforderliche Anzahl Kubikcentimeter der mit Malzextrakt behandelten Stärkelösung bezeichnet Effront als Verzuckerungszahl des betreffenden Malzes.

Bücheler giebt für Gerstengrünmalze folgende Verzuckerungszahlen an:

4— 5 ccm	vorzügliches Malz,
6— 7 ccm	gutes Malz,
7— 9 ccm	mangelhaftes Malz,
9—12 ccm	schlechtes Malz.

Brennereidarmmalze liefern, entsprechend ihrem sehr niederen Wassergehalt, noch etwas bessere Verzuckerungszahlen. Solche von 3,5 — 3,8 sind häufig, 4 — 5 ccm bezeichnet noch ein gutes Darmmalz, während Verzuckerungswerthe von 6 und 7 ccm schon ungenügend sind.

Bestimmung der verflüssigenden Kraft. Zu dieser Bestimmung wird Hoffmann'sche Reisstärke verwendet, welche mit dem

¹⁾ Leitfaden für den Landwirtsch. Brennereibetrieb, S. 252.

²⁾ Die Effront'sche lösliche Kartoffelstärke (1 kg kostet 14 Mark!) sowie der Reisstärketypus Effronts sind zu beziehen von Dr. H. König & Co., Chemische Fabrik, Leipzig. Es kann auch die Lintner'sche lösliche Stärke verwendet werden.

Effront'schen Reisstärketypus einzustellen ist. Die Stärke reagiert mehr oder weniger alkalisch und muss durch Zusatz einer festzustellenden Menge $\frac{1}{10}$ N.-Schwefelsäure in der Weise mit dem Stärketypus in Uebereinstimmung gebracht werden, dass die Resultate gleich ausfallen. Der Effront'sche Stärketypus erfordert den Zusatz von 3,8 ccm $\frac{1}{10}$ N.-Schwefelsäure auf 40 g Stärke.

40 g der eingestellten Stärke werden mit etwas Wasser verrieben und quantitativ in einen 100 ccm-Kolben gespült, welcher bis zur Marke aufgefüllt wird. Von der durch Schütteln gut gemischten Stärkemilch misst man je 5 ccm in 6 nummerierte Reagensgläser ab und giebt in jedes eine bestimmte Menge des obigen Malzinfuses (1 ccm, 1,5 ccm, 2 ccm etc.).

In einem Wasserbad werden inzwischen 6 gleichnummerierte Reagensgläser mit je 14 ccm destillierten Wassers auf 80° C. erwärmt. Als dann bringt man der Reihe nach ein Glas nach dem anderen auf offener Flamme zum Kochen, giesst in das kochende Wasser das in der Nummer korrespondirende Glas, welches den Malzauszug mit der Stärke enthält, spült mit 1 ccm Wasser nach und rührt mit einem Glasstab gut um. Die so beschickten Gläser werden sofort in das 80° C. warme Wasserbad zurückgebracht und 10 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Nach Ablauf dieser Zeit nimmt man wieder ein Reagensglas nach dem anderen heraus, rührt mit dem Glasstab nochmals gut durch, stellt sie 5 — 10 Minuten lang in kochendes Wasser, kühlt rasch auf 15° C. ab und konstatiert durch langsames Ausgießen der einzelnen Gläser den Verflüssigungsgrad. Wenn der Inhalt eines Glases leicht ausfließt, ohne Knollen zu enthalten, so geben die in diesem Glas enthaltenen Kubikcentimeter Malzextraktlösung die dem Malze zukommende Verflüssigungszahl an.

Normal entwickelte Grün- und Darmmalze haben meist ein Verflüssigungsvermögen von 2 — 2,5 ccm, ganz lang gewachsene Schwelkmalze und vorsichtig gedarrte Malze bisweilen ein solches von 1 — 1,5 ccm. Werden bei Grünmalz 3,5 — 4 ccm verbraucht, so liegt schon ein Malz von zweifelhafter Beschaffenheit vor.

Die Fermentativkraft des Malzes setzt sich zusammen aus der verflüssigenden und verzuckernden Kraft. Grünmalze, welche gut verflüssigen und verzuckern, werden daher immer eine gute Vergärung der Maische gewährleisten; Malze mit zweifelhafter Verflüssigungskraft werden nur dann eine befriedigende Gärung geben, wenn sie ein hohes Verzuckerungsvermögen besitzen.

Beim Darmmalz wird durch das Darren das Verflüssigungsvermögen sehr wenig, dagegen das Verzuckerungsvermögen sehr stark geschädigt, so dass ein Darmmalz von 1,5 ccm Verflüssigung nur dann als gutes zu

bezeichnen ist, wenn es gleichzeitig ein Verzuckerungsvermögen von 4—5 ccm besitzt.

2. Bestimmung der Säure. Die Höhe des Säuregehaltes eines Malzes ist nicht nur abhängig von der Qualität der Gerste, sondern sie wird nicht zum wenigsten durch die Art und Weise der Verarbeitung der letzteren beeinflusst. So besitzen wir in der Kenntnis des Säuregehaltes einen nicht zu unterschätzenden Faktor für die Beurtheilung der Mälzereiarbeit. Ein anormaler Säuregehalt kann zurückzuführen sein auf zu langes Weichen und nicht genügendes Wechseln des Weichwassers, auf Unreinlichkeit der Tenne, auf nachlässiges Wenden und Führen des Malzhaufens bei zu hoher Temperatur.

Da in den angezogenen Fällen der Säurezuwachs hauptsächlich auf die Thätigkeit von Mikroorganismen zurückzuführen ist, kann die mikroskopische Prüfung (auch der Geruch) des Malzes schon einen deutlichen Hinweis auf eine anormale Säuerung bieten.

Zur Bestimmung des Säuregehaltes werden nach Prior 50 g fein zerquetschtes Grünmalz mit 250 ccm Chloroformwasser (erhalten durch Schütteln von destilliertem Wasser mit einem Ueberschuss von Chloroform und Abgiessen von dem letzteren) während 14 Stunden bei Zimmertemperatur digerirt. Alsdann wird filtrirt und in 50 ccm des wässrigen Auszugs durch Titration mit $\frac{1}{10}$ Normallauge unter Verwendung von rothem Phenolphthalein als Tüpfelindikator die Gesamttacidität bestimmt.

Dieses Reagens wird durch eine Spur Säure und primäre Phosphate sofort entfärbt, während es gegen sekundäre Phosphate sehr unempfindlich ist. Das rothe Phenolphthalein, das jedesmal frisch zu bereiten ist, wird durch Zusatz von 10—12 Tropfen der Luck'schen alkoholischen Phenolphthaleinlösung (1 Th. Phenolphthalein in 30 Th. Weingeist von 90 Vol.-% gelöst) und 0,2 ccm $\frac{1}{10}$ Normallauge zu 20 ccm kohlenstoffreiem Wasser erhalten. Zur Prüfung der Flüssigkeit wird auf eine mit napfförmigen Vertiefungen versehene Porzellanplatte mit einem Glasstab ein Tropfen des Indikators gebracht und ein gleich grosser Tropfen der Flüssigkeit zugesetzt. Tritt Entfärbung ein, so ist die Neutralisation der Säuren noch nicht beendet, man muss also noch mehr Lauge zur Flüssigkeit geben. Die Neutralisation ist als beendet zu betrachten, wenn ein Tropfen des Indikators mit 2 Tropfen der neutralisirten Flüssigkeit versetzt, noch eine deutliche Rothfärbung aufweist. Die Acidität ist auf Trockensubstanz zu berechnen und kann in Gewichtsprocenten Milchsäure oder in ccm Normalalkali angegeben werden.

Prior fand für normale Grünmalze folgende Säurezahlen, berechnet auf 100 g Trockensubstanz und ausgedrückt in $\frac{1}{10}$ ccm Normalalkali:

Grünmalz aus

Taubergerste:	Böhm. Gerste:
66,48 cem	62,35 cem

Nach dem Abschwelken:

82,31 cem	70,91 cem
-----------	-----------

3. Wasserbestimmung. Eine gut gemischte Durchschnittsprobe des Malzes wird mittels eines Wiegemessers, wie es in der Küche Verwendung findet, ganz fein zerschnitten. Hierauf wird die zur Analyse bestimmte Menge zwischen 2 grossen Uhrgläsern genau abgewogen und in einem evakuirten Exsikkator über Schwefelsäure vorgetrocknet. Nach 1—2tägigem Verweilen im Exsikkator wird das Malz in einem Trockenschranke, dessen Temperatur jedoch während der ersten Stunden 50° C. nicht überschreiten darf, bei 100—105° C. von dem Reste seiner Feuchtigkeit befreit, im Exsikkator erkalten gelassen und gewogen.

Die Bestimmung des Extraktgehaltes wird nach der für Darrmalz angegebenen Methode vorgenommen, doch ist dieselbe für die Beurtheilung des Malzes ohne Belang.

Die stickstoffhaltigen Substanzen werden, wenn nöthig, nach den bekannten Methoden bestimmt.

c) Darrmalz.

Die Untersuchung des Darrmalzes, welches in der Presshefefabrikation Verwendung findet, erfolgt nach den im Kapitel „Bier“ und im Abschnitt „Grünmalz“ angegebenen Methoden. Zur Bestimmung gelangen: Fermentativvermögen, Extrakt, Wasser, Säure, Proteïn.

Für Brennereizwecke sollen die Malze sehr licht abgedarrt sein (Pilsener Typus) und einen hohen Proteïn- und Diastasegehalt besitzen. Der Extraktgehalt ist durchschnittlich niedriger als bei Brauereimalzen und beträgt etwa nur 68—74 % in der Trockensubstanz. Der Wassergehalt soll 6 % nicht übersteigen.

Im Uebrigen soll das Malz gute Auflösung besitzen, frei von Schimmel und anderen Verunreinigungen sein und möglichst wenig nicht gekeimte und beschädigte Körner aufweisen.

IV. Untersuchung der Maischen.**A. Untersuchung der verzuckerten (süssen) Maische.**

Zu allen Untersuchungen dient eine gute Durchschnittsprobe der Maische, welche vor dem Zusatz der Hefe zu entnehmen ist.

a) Qualitative Prüfung.

1. Prüfung mittels Jodlösung. Die Maischeprobe wird durch ein Faltenfilter oder einen trockenen Filtrirbeutel vollkommen klar filtrirt, indem man die noch trüben ersten Filtrate wiederholt in den Beutel zurückgiesst. Das klare Filtrat dient zur Prüfung des Verlaufs des Zuckerbildungsvorganges mit Jodlösung.

Die Jodprobe gründet sich auf die Eigenschaft der einzelnen beim Abbau des Stärkemoleküls durch die Diastase entstehenden Verzuckerungsprodukte, mit Jod Verbindungen einzugehen, welche charakteristische Farbenunterschiede aufweisen.

Die Abbauprodukte der Stärke geben mit Jod folgende Farbenreaktionen:

Stärke: blau,
Amylodextrin: violett,
Erythrodextrin: roth bis braunroth,
Achroodextrin: farblos,
Maltose: farblos.

Nach Kruis wird die Jodprobe zweckmässig in folgender Weise ausgeführt: Die Jodlösung wird hergestellt, indem man 1 Theil Jod und 2 Theile Jodkalium in destillirtem Wasser zu einer braunrothen Flüssigkeit auflöst. Zur Prüfung verdünnt man dann die concentrirte Jodlösung noch soweit mit destillirtem Wasser, bis sie eine sattgelbe Farbe angenommen hat. In ein Probiergläschen, welches etwa zu $\frac{1}{4}$ mit destillirtem Wasser gefüllt ist, bringt man nun mehrere Tropfen der klar filtrirten Maische, mischt gut durch und setzt dann tropfenweise die verdünnte Jodlösung hinzu, indem man nach jedem Tropfen mischt und die Farbenänderung der Flüssigkeit im Probiergläschen beobachtet. Die ersten Tropfen der Jodlösung werden in der verdünnten Maische entfärbt, und man setzt den tropfenweisen Zusatz der Jodlösung so lange fort, bis die Flüssigkeit entweder deutlich gelb erscheint (normale Verzuckerung) oder bis eine durch einen oder zwei Tropfen Jodlösung entstandene Rothfärbung eine mangelhafte Verzuckerung anzeigt; in diesem Falle wird noch weiter Jodlösung zugesetzt und beobachtet, ob die rothe Färbung nicht in eine violette übergeht, was eine sehr schlechte Verzuckerung bedeuten würde.

Durch vorsichtigen Zusatz der Jodlösung ist es also möglich, sämmtliche Verzuckerungsprodukte nebeneinander nachzuweisen, da dieselben eine verschiedene Bindungsenergie für Jod zeigen, und zwar eine um so grössere, je näher sie der Maltose stehen.

Bei der Ausführung der Jodprobe ist noch darauf zu achten, dass

die Maische vollständig abgekühlt ist und der Jodzusatz so lange zu erfolgen hat, bis die Farbe der Jodlösung in der Probe auftritt.

2. Prüfung auf unaufgeschlossene Stärke und Zerkleinerung des Materials. Die beim Filtriren der Maische im Filtrirbeutel zurückbleibende Masse wird in ein genügend grosses Gefäss gebracht, mit Wasser angerührt und einige Zeit stehen gelassen, bis sich die schwereren Bestandtheile zu Boden gesetzt haben; hierauf wird das Wasser mit den darin suspendirten leichteren Bestandtheilen abgegossen. Das Aufschlännen und Dekantiren wird mehrmals wiederholt, bis ein aus unzerkleinerten Kartoffelstücken oder unaufgeschlossenen Maiskörnern, Malzkörnern und Schalen bestehender Rückstand resultirt, welcher ein Urtheil über die stattgehabte Aufschliessung und Zerkleinerung des Materials gestattet.

Die unaufgeschlossene Stärke, welche sich mit den gröberen Bestandtheilen zu Boden gesetzt hat, ist mit Jodlösung nachzuweisen. Ein Theil dieser Stärke wird immer vom Malze herrühren; denn dieselbe kann, da sie nicht gedämpft, sondern nur der zu einer vollständigen Verkleisterung unzureichenden Maischtemperatur ausgesetzt wird, während des Maischprocesses von der Diastase nicht genügend angegriffen werden. Durch die mikroskopische Prüfung lässt sich leicht Aufschluss über die Natur der nicht gelösten Stärke erhalten.

Die Prüfung auf unaufgeschlossene Stärke kann auch in der Weise erfolgen, dass man den mit Maische halbgefüllten Beutel durch Zusammendrehen kräftig auspresst und die abgepresste Flüssigkeit mit Wasser in einen hohen Cylinder giebt. Die nach einiger Zeit sich zu Boden setzende Stärke wird durch Dekantiren mehrmals ausgewaschen und durch Jodlösung nachgewiesen.

b) Quantitative Prüfung.

1. Bestimmung der unaufgeschlossenen Stärke. Nach Märcker werden 1000 g Maische in eine 8–10 l fassende Flasche gespült; alsdann wird soviel Wasser zugegeben, dass noch ein kräftiges Schütteln möglich ist. Nach mehrmaligem kräftigem Durchschütteln lässt man 24 Stunden stehen, — später geht das Absitzen besser von statten — zieht die über dem Rückstande stehende klare Flüssigkeit mittels eines Hebers ab, giesst auf ersteren frisches Wasser und dekantirt in dieser Weise etwa 10-mal, bis die löslichen Stoffe, darunter Maltose und Dextrin, fast vollständig aus dem unlöslichen Rückstande extrahirt sind. Der Rückstand wird alsdann auf ein Filter gebracht, hier weiter mit Wasser und zuletzt mit Alkohol und Aether ausgewaschen, in noch feuchtem Zustande von dem Filter sorgfältig abgelöst, bei 105° getrocknet und gewogen. 3 g des fein zerkleinerten Rückstandes dienen zur Be-

stimmung der Stärke nach der Diastasemethode (S. 392). Die Anwendung von Hochdruck oder die direkte Inversion mit Salzsäure würde zu hohe Resultate ergeben, also die Aufschliessung schlechter erscheinen lassen, als sie thatsächlich wäre.

Bauer giebt eine einfachere Methode der Trennung durch Diffusion an:

Ein Trichter, dessen Hals so weit abgeschliffen ist, dass die Spitze des Papierfilters frei herausragt, wird in ein mit reinem Wasser gefülltes Becherglas gesetzt, so dass die Filterspitze eben in die Flüssigkeit taucht. Das vorher bei 110° getrocknete und gewogene Filter wird nun mit der gut gemischten Maische gefüllt. Die konzentrierte Flüssigkeit sinkt herab, während die Maische durch Aufnahme von Wasser verdünnter wird. Durch oftmaliges Wechseln des Wassers und Decken des Niederschlages kann man schliesslich die letzten Reste der löslichen Stoffe aus demselben entfernen. Der Rückstand wird mit dem Filter bei 105° getrocknet und gewogen; das Gewicht des Filters ist in Abzug zu bringen.

3 g des fein gepulverten Rückstandes dienen zur Stärkebestimmung nach der Diastasemethode.

2. Saccharometrische Prüfung. Zur Ermittlung der Gesamtmenge der in der Maische gelösten Stoffe dient das Balling'sche Saccharometer (S. 294). Die Skala dieses Instrumentes giebt an, wieviel Gewichtstheile Rohrzucker bei einer Temperatur von 17,5° C. in 100 Gewichtstheilen Flüssigkeit enthalten sind. Da nun die aus stärkeemehlhaltigen Rohmaterialien hergestellten Maischen nicht reinen Zucker, sondern ein Gemenge von Maltose, Dextrin und anderen, nicht gährungsfähigen Stoffen enthalten, so ist die Saccharometeranzeige keineswegs ein absolut genauer Ausdruck für den Gehalt der Maische an löslichen Stoffen; Maischen aus stärkeemehlhaltigen Stoffen besitzen in der Regel einen etwas höheren, solche aus Melasse einen niedrigeren Trockensubstanzgehalt, als ihn das Saccharometer angiebt. Für die Praxis liefert das Saccharometer jedoch genügend brauchbare Resultate, und ist es infolge seiner vielseitigen Verwendbarkeit als Kontrollinstrument im Brennereibetrieb unentbehrlich geworden.

Das Verhältnis zwischen Saccharometeranzeige und dem wirklichen Gehalt der Maische an gährungsfähigen Stoffen nennt man den Reinheitsquotienten der Maische. Die nöthigen Angaben hierüber findet man weiter unten.

Bei der Handhabung des Saccharometers sind folgende Vorsichtsmassregeln zu beobachten:

a) Die vorher abzukühlende Maische ist, um eine Verdunstung zu vermeiden, im bedeckten Gefäss zu filtriren. Zum Filtriren benutzt man

am besten den von Delbrück angegebenen Apparat. Derselbe besteht aus einem mit Deckel und Ablasshahn versehenen Blechcylinder, in welchem ein gestrickter Beutel als Filter aufgehängt ist¹⁾. Der Beutel darf natürlich nur in reinem und trockenem Zustande benutzt werden.

b) Zur Prüfung wurde früher das nach mehrmaligem Zurückgiessen der ersten trüben Antheile erhaltene, vollständig klare Filtrat verwendet. Für die Zwecke der Ausbeuteberechnung ist es jedoch richtiger, die Prüfung im trüben Filtrate auszuführen, da durch die Mehranzeige des Saccharometers in der trüben Würze die während der Gährung noch stattfindende Nachaufschliessung des Stärkemehls mit Berücksichtigung findet.

c) Das Saccharometer muss rein und trocken sein und ist langsam in die Flüssigkeit einzusenken.

d) Das Ablesen geschieht in der Höhe des Flüssigkeitsspiegels. Da Oberflächenspannung das Resultat irritirt, ist der Cylinder nicht vollständig zu füllen.

e) Die Spindelung ist bei der auf dem Instrumente angegebenen Normaltemperatur vorzunehmen. Kann diese Temperatur nicht eingehalten werden, so ist eine Korrektion nach folgender Tabelle anzubringen:

Tabelle für die Korrektion des specifischen Gewichtes und Extraktgehaltes der Maischen bei verschiedenen Temperaturen, nach Steinheil's Messungen gerechnet von Pohl (aus Holzner's Attenuationslehre).

Specifisches Gewicht bei 15,5° C.	Korrektion des spec. Gew. für 1° C.	Saccharometer ‰	Korrektion d. Saccharometer-Proc. für 1° C.	Specifisches Gewicht bei 15,5° C.	Korrektion des spec. Gew. für 1° C.	Saccharometer ‰	Korrektion d. Saccharometer-Proc. für 1° C.
1·00406	0·000066	1	0·0163	1·04712	0·000091	11	0·0224
1·00818	0·000067	2	0·0166	1·05161	0·000095	12	0·0235
1·01234	0·000069	3	0·0170	1·05613	0·000100	13	0·0247
1·01655	0·000071	4	0·0175	1·06066	0·000106	14	0·0261
1·02080	0·000073	5	0·0180	1·06521	0·000112	15	0·0277
1·02510	0·000075	6	0·0185	1·06977	0·000120	16	0·0296
1·02943	0·000078	7	0·0192	1·07434	0·000130	17	0·0321
1·03380	0·000081	8	0·0199	1·07891	0·000145	18	0·0357
1·03821	0·000084	9	0·0207	1·08348	0·000165	19	0·0397
1·04265	0·000087	10	0·0215	1·08805	0·000188	20	0·0446

¹⁾ Der Apparat ist zu beziehen von der Geschäftsstelle des Vereins der Spiritus-Fabrikanten in Berlin N., Seestrasse.

Für niedrigere Wärmegrade als die Normaltemperatur sind die aus der Tabelle ermittelten Korrekturen von der Saccharometeranzeige, resp. von dem spec. Gewicht in Abzug zu bringen, für höhere aber müssen sie zugezählt werden.

f) Es ist empfehlenswerth, das Saccharometer vor dem Gebrauch mittels einer Zuckerlösung von bekanntem Gehalt zu prüfen, da im Handel Instrumente vorkommen, welche nicht richtig konstruirt sind.

Für genauere Untersuchungen sind feine Normalinstrumente mit weiter Eintheilung im Gebrauch, welche noch ein genaues Ablesen bis auf $\frac{1}{20}\%$ gestatten. Besser noch wird in diesem Fall das spec. Gewicht der Maische mit der Westphal'schen Wage oder dem Pyknometer bestimmt und die entsprechende Saccharometeranzeige in der Tabelle von K. Windisch¹⁾ ermittelt. Zu dieser Bestimmung können nur klare Filtrate verwendet werden.

3. Bestimmung von Maltose und Dextrin. Durch die Ausführung dieser Bestimmungen gewinnt man einerseits einen Ueberblick über den Verlauf des Zuckerbildungsvorgangs, anderseits ist sie nöthig, um die Gesamtmenge der gährungsfähigen Stoffe in der Maische festzustellen. Nach Märcker enthalten die Maischen bei normaler Verzuckerung auf 80,9 Theile Maltose 19,1 Theile Dextrin, d. h. ein Verhältnis von 4,2 Maltose zu 1 Dextrin; dieses Verhältnis soll in der Praxis jedoch nicht immer erreicht werden. Bauer und Bücheler nehmen jedoch für gut verzuckerte Maischen, auch für concentrirte, höhere Verhältniszahlen an. Nach diesen Autoren kann das Verhältnis von Maltose:Dextrin bis auf 8:1 und mehr steigen.

Zur Bestimmung der Maltose verdünnt man 10 g klares Maischfiltrat auf 250 ccm und benutzt 25 ccm der Verdünnung zur Bestimmung des Reduktionswerthes nach S. 431.

Zur Bestimmung der gesamt vorhandenen Kohlehydrate werden 10 g Maischfiltrat mit 200 ccm Wasser verdünnt und mit 15 ccm Salzsäure vom spec. Gewicht 1,125 drei Stunden lang im kochenden Wasserbade invertirt. Hierauf wird mit Natronlauge fast neutralisirt, zu 500 ccm aufgefüllt und durch ein trockenes Filter filtrirt. 25 ccm des Filtrats dienen zur Bestimmung der gebildeten Dextrose nach S. 429 ff.

Die für die Zuckerbestimmungen einzuhaltende Verdünnung der Maischen richtet sich lediglich nach der Konzentration der letzteren und ist vielleicht für sehr dünne oder extrem dicke Maischen etwas anders zu wählen.

¹⁾ K. Windisch, Tafel zur Ermittlung des Zuckergehaltes wässriger Zuckerlösungen. Verl. Springer. Einen Auszug der Tabelle bringt das Kapitel „Wein“.

Durch die Anwesenheit von Phosphaten, welche mit der alkalischen Kupferlösung Niederschläge geben, wird eine kleine Ungenauigkeit der Reduktionsbestimmungen entstehen. Man vermeidet dieselbe, indem man der verdünnten Maische einige Tropfen Bleiessig zusetzt und den Bleiüberschuss durch Schwefelsäure wieder entfernt.

Die gefundene Menge Dextrose, auf Procente umgerechnet, giebt man als Dextrosewerth der Gesamtmenge der vergärbaren Stoffe an. Das Dextrin wird aus den gefundenen Werthen für Dextrose und Maltose ermittelt, indem man mittels des Faktors 1,053 die gefundene Menge Maltose in Dextrose umrechnet (also den Dextrosewerth der Maltose bestimmt) und diese Zahl von der Gesamtdextrose in Abzug bringt. Als Differenz erhält man dann den Dextrosewerth für das Dextrin und aus diesem durch Multiplikation mit dem Faktor 0,9 die Menge des in der Maische vorhandenen Dextrins. Die Berechnung ergibt sich aus folgendem Beispiel:

Saccharometeranzeige	22,50	Proc.
Gesamtdextrose	21,27	-
Maltose	16,40	-
Dextrin = $(21,27 - [16,4 \cdot 1,053]) \cdot 0,9 =$	3,60	-
Gehalt an vergärbaren Stoffen = $16,4 + 3,6 =$	20,00	-
- - nicht vergärbaren Stoffen = $22,5 - 20,0 =$	2,50	-
Maltose : Dextrin =	4,6 : 1.	

Den Reinheitsquotienten der Maische — die Zahl, welche angiebt, wieviel wirklich vergärbare Stoffe, auf 100⁰ Saccharometer bezogen, vorhanden sind — findet man nach der Gleichung:

$$Q = \frac{D \cdot 100}{S}, \text{ worin}$$

Q = Quotient,

D = vergärbare Stoffe,

S = Saccharometeranzeige ist.

Für D kann man zwei verschiedene Werthe einsetzen, entweder den wirklichen Gehalt an Maltose + Dextrin — dann erhält man den wirklichen Quotienten der Maische — oder aber man setzt den Dextrosewerth für Maltose + Dextrin ein, dann erhält man den Dextrosequotienten. Der Dextrosequotient gestattet eine einfachere Berechnung der Alkoholausbeute. Zur Berechnung der nicht vergärbaren Stoffe kann nur der wirkliche Quotient verwendet werden.

Nach dem oben gewählten Beispiel ist der wirkliche Quotient:

$$Q = \frac{(16,4 + 3,6) \cdot 100}{22,5} = 88,9,$$

der Dextrosequotient:

$$Q' = \frac{21,27 \cdot 100}{22,5} = 94,5.$$

Märcker giebt folgende Dextrosequotienten für Kartoffel- und Maismaischen an:

	Mittel	Minim.	Maxim.
Maischen aus sehr stärkereichen Kartoffeln . . .	90	86	92
- - stärkereichen Kartoffeln	85	83	86
- - mittleren Kartoffeln	82	80	85
Maismaischen	97—99	—	—

4. Bestimmung der Säure. Bekanntlich wird schon durch sehr geringe Mengen flüchtiger Säuren der diastatische Process gestört. Glaubt man annehmen zu dürfen, dass die Maischen infolge der Verwendung zweifelhaften Materials oder durch einen zu lange andauernden Kühlprocess einen abnorm hohen Säuregehalt besitzen, so bestimmt man die Säure in der Maische vor dem Hefezusatz. Die Bestimmung hat dagegen nach dem Zusatz der Hefe zu erfolgen, wenn es sich darum handelt, ein Bild über die Säurezunahme während der Gährung zu gewinnen. Je geringer der Anfangsgehalt der Maische an Säure und je geringer die Säurezunahme während der Gährung war, um so reiner verlief die Gährung und um so höher wird die Ausbeute sein.

Die Säure wird, unter Verwendung von violettem Lackmuspapier als Indikator, nach der Tüpfelmethode mit Normallauge titriert. Man verwendet zur Titration 20 ccm Maischfiltrat und bezeichnet die für dieses Volumen verbrauchten Kubikcentimeter Normallauge mit Graden Säure. Bei normalen Verhältnissen wird die Acidität der süßen Maische ohne Hefe 0,2—0,4⁰ betragen, keinesfalls aber 0,6⁰ übersteigen.

B. Untersuchung der vergohrenen (reifen) Maische.

Bei der Probenahme ist auf vorheriges längeres, gründliches Durchmischen des Bottichinhaltes zu achten. Zum Filtriren der Probe benutzt man am besten den bereits erwähnten Apparat von Delbrück, bei welchem jede Verdunstung ausgeschlossen ist. Man giesst das Filtrat so lange zurück, bis es vollständig klar ist.

a) Qualitative Prüfung.

1. Prüfung auf Diastase. Bekanntlich wird bei dem Hauptverzuckerungsprocess nicht sämtliches Dextrin in Maltose übergeführt. Diese Umwandlung erfolgt erst durch die Nachwirkung der Diastase während der Gährung. Es ist also unbedingt nöthig, dass bis zur Beendigung der Gährung noch genügend wirksame Diastase in der Maische

vorhanden ist. Lässt sich mangelhafte Vergärung nicht auf andere Ursachen zurückführen, so muss stets auf das Vorhandensein von Diastase geprüft werden. Zum Nachweis derselben bedient man sich der von Lintner modificirten Schönbein'schen Methode zum Nachweis der Enzyme, welche wie folgt ausgeführt wird: Einige Körnchen Guajakharz werden in einem Reagensglas in absolutem Alkohol gelöst. Zu 1—2 ccm dieser stets frisch zu bereitenden Lösung setzt man einige Tropfen käuflichen Wasserstoffsuperoxyds und hebt eine etwa entstehende Trübung durch Zusatz von Alkohol wieder auf. Bei tropfenweiser Zugabe einer diastasehaltigen Flüssigkeit entsteht eine intensive Blaufärbung. Die Reaktion muss sofort oder doch innerhalb weniger Minuten eintreten. Andere Fermente wie Lab, Pepsin, Invertin etc. geben diese Reaktion nicht. Bücheler fand die Guajakreaktion nicht ganz zuverlässig.

Die Lintner-Kjeldahl'sche Methode kann ebenfalls zum Nachweis der Diastase benutzt werden; doch werden zur Bestimmung des Reduktionswerthes des Maischfiltrats nur 2 ccm Fehling'scher Lösung verwendet (Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen 1885, S. 281 und 1886, S. 474).

Einfacher in der Ausführung ist folgende, von Effront für diesen Zweck angegebene Methode: In 6 Proberöhrchen bringt man je 20 ccm einer 2%-igen Lösung der Lintner'schen löslichen Stärke, fügt 0,25, 0,50, 0,75, 1,0, 1,25 und 1,50 ccm des Maischfiltrats hinzu, stellt die Röhrchen eine Stunde lang in ein Wasserbad von 60° C., kühlt ab und giebt hierauf in jedes Röhrchen $\frac{1}{2}$ ccm Jodlösung. Wird bei süsser Maische schon mit 0,25 ccm des Maischfiltrats keine Färbung mehr beobachtet, so ist Diastase in reichlichen Mengen vorhanden; tritt bei Verwendung von 0,50 ccm des Filtrats keine Reaktion mehr ein, so sind noch genügende Diastasemengen vorhanden; ist aber mehr Filtrat nöthig, um die Jodreaktion zum Verschwinden zu bringen, so sind nur noch ungenügende Mengen von wirkungsfähiger Diastase vorhanden. Geben 0,75 — 1,25 ccm Filtrat der reifen Maische keine Jodfärbung mehr, so ist die Verzuckerungskraft noch genügend; werden jedoch 1,5 ccm Maischfiltrat verbraucht, so herrscht Diastasemangel.

Ursachen der Zerstörung der Diastase sind zu hohe Maischtemperatur und übermässige Säurebildung während der Gärung. Anormale Säuerung ist wieder auf Verwendung schlechter Rohstoffe und schlechten Malzes oder auf fehlerhafte Hefebereitung zurückzuführen.

2. Zur mikroskopischen Untersuchung verwendet man die unfiltrirte Maische, welche für diesen Zweck je nach Bedürfniss verdünnt wird. Die Prüfung erstreckt sich auf das Aussehen der Hefezellen und auf das Vorhandensein fremder gährungsschädlicher Organismen. Hier allgemeine Anhaltspunkte zu geben, ist unmöglich, da die richtige Auslegung des mikroskopischen Bildes nicht nur das Vertrautsein mit mikro-

skopischen Untersuchungen überhaupt, sondern ausserdem noch specielle Kenntnisse der Hefenkunde und Bakteriologie erfordert¹⁾).

Einige allgemeine Angaben über das Aussehen von gesunder und kranker Hefe etc. findet man im Abschnitt „Hefengut und Hefe“.

b) Quantitative Prüfung.

1. Saccharometrische Prüfung zur Bestimmung des Vergährungsgrades. Die Bestimmung erfolgt im klaren Maischfiltrat, aus dem die Kohlensäure durch Schütteln entfernt ist, unter Anwendung der auf S. 405 ff. angegebenen Vorsichtsmaassregeln. Die Saccharometeranzeige giebt keineswegs den wirklichen Gehalt der reifen Maische an unvergohrenen Stoffen an, da das specifische Gewicht der Maische einerseits durch den entstandenen Alkohol, anderseits durch die während der Gährung gebildeten Nebenprodukte (Glycerin, Bernsteinsäure etc.) beeinflusst wird; die Saccharometeranzeige ist also nur ein Ausdruck für die scheinbare Vergährung. Ist der Alkoholgehalt der Maische bekannt, so lässt sich der wirkliche Gehalt der Maische an löslichen Stoffen (die wirkliche Vergährung) durch folgende Rechnung leicht ermitteln: Bezeichnet S = specifisches Gewicht der alkoholfrei gedachten Maische, S_1 = specifisches Gewicht der alkoholhaltigen Maische und s = specifisches Gewicht einer Mischung von Alkohol und Wasser von demselben Alkoholgehalt, wie ihn die Maische besitzt, so ist:

$$S = S_1 + (1 - s).$$

Nachstehende Tabelle erspart diese Rechnung.

Tabelle zur Berechnung der wirklichen Vergährung aus der beobachteten scheinbaren Vergährung bei verschiedenem Alkoholgehalt des Filtrats der vergohrenen Maische.

Scheinbare Vergährung	Wirkliche Vergährung bei einem Alkoholgehalt der Maische von:							
	7 Volum- Proc.	8 Volum- Proc.	9 Volum- Proc.	10 Volum- Proc.	11 Volum- Proc.	12 Volum- Proc.	13 Volum- Proc.	14 Volum- Proc.
0.4	2.85	3.15	3.45	3.75	4.05	4.33	4.60	4.88
6	3.05	3.35	3.65	3.95	4.25	4.53	4.80	5.08
8	3.25	3.55	3.85	4.15	4.45	4.73	5.00	5.28
1.0	3.45	3.75	4.05	4.35	4.65	4.93	5.20	5.48
2	3.65	3.95	4.25	4.55	4.85	5.13	5.40	5.68

¹⁾ Wir machen auf das sehr empfehlenswerthe Werk von P. Lindner, Die mikroskopische Betriebskontrolle in den Gährungsgewerben, Verl. Parey, aufmerksam.

Scheinbare Vergärung	Wirkliche Vergärung bei einem Alkoholgehalt der Maische von:							
	7 Volum- Proc.	8 Volum- Proc.	9 Volum- Proc.	10 Volum- Proc.	11 Volum- Proc.	12 Volum- Proc.	13 Volum- Proc.	14 Volum- Proc.
4	3·85	4·15	4·45	4·75	5·05	5·33	5·60	5·88
6	4·05	4·35	4·65	4·95	5·25	5·53	5·80	6·07
8	4·25	4·55	4·85	5·15	5·45	5·73	6·00	6·27
2·0	4·45	4·75	5·05	5·35	5·65	5·93	6·20	6·46
2	4·65	4·95	5·25	5·55	5·85	6·12	6·39	6·66
4	4·85	5·15	5·45	5·75	6·05	6·32	6·58	6·85
6	5·05	5·35	5·65	5·95	6·24	6·51	6·78	7·05
8	5·25	5·55	5·85	6·15	6·44	6·71	6·98	7·24
3·0	5·45	5·75	6·05	6·34	6·63	6·90	7·17	7·44
2	5·65	5·95	6·24	6·54	6·83	7·10	7·37	7·63
4	5·85	6·15	6·44	6·73	7·02	7·30	7·56	7·83
6	6·05	6·34	6·63	6·93	7·22	7·49	7·76	8·02
8	6·24	6·54	6·83	7·12	7·41	7·68	7·95	8·22
4·0	6·44	6·73	7·02	7·32	7·61	7·88	8·15	8·41
2	6·63	6·93	7·22	7·51	7·80	8·07	8·34	8·61
4	6·83	7·12	7·41	7·71	8·00	8·27	8·54	8·80
6	7·02	7·32	7·61	7·90	8·20	8·46	8·73	9·00
8	7·22	7·51	7·80	8·10	8·40	8·66	8·93	9·20
5·0	7·41	7·70	8·00	8·30	8·58	8·85	9·12	9·39

Da ja schon die verzuckerte Maische nicht vergärbare Stoffe enthält und auch während der Gärung noch verschiedene Nebenprodukte entstehen, kann der wirkliche Gehalt der Maische an löslichen Stoffen nicht zugleich auch der Ausdruck für den Gehalt an gärbaren Substanzen sein.

Bei Kartoffelmaisichen mittlerer Konzentration kann man annehmen, dass die scheinbare Saccharometeranzeige der vergohrenen Maische ihrem Gehalt an Kohlehydraten ziemlich entspricht, weil das spezifische Gewicht der Maische durch den Gehalt an nicht vergohrenen Stoffen um eben so viel erhöht, wie es durch den gebildeten Alkohol erniedrigt wird. Bei sehr dicken Kartoffelmaisichen ist jedoch die scheinbare Vergärung wesentlich niedriger als ihr Gehalt an unvergohrenen Kohlehydraten. Bei Maismaisichen, welche einen verhältnissmässig geringen Gehalt an nicht vergärbaren Stoffen besitzen, stimmen scheinbare Vergärung und Gehalt an unvergohrenen Kohlehydraten ebenfalls nicht überein. Die Prüfung mit dem Saccharometer liefert also nur vergleichbare Werthe, doch ist sie ein unentbehrliches Hülfsmittel für die Kontrolle der Arbeit.

2. Bestimmung von Maltose und Dextrin. 200 ccm Maischfiltrat werden mit 2 — 3 ccm gesättigter Bleiacetatlösung versetzt, auf 250 ccm aufgefüllt, durchgeschüttelt und filtrirt. Um bei Kartoffelmaischen eine bessere Klärung und Filtrirbarkeit der Flüssigkeit zu erreichen, kann man ihr 1 ccm verdünnter Phosphorsäurelösung zusetzen, wodurch ein voluminöser Niederschlag erzeugt wird. 200 ccm des Filtrats werden zur Ausfällung des überschüssigen Bleis mit verdünnter Schwefelsäure in geringem Ueberschuss versetzt, auf 250 ccm aufgefüllt und filtrirt.

Zur Bestimmung der Maltose verdünnt man 100 ccm des bleifreien Filtrats zu 200 ccm und verwendet 25 ccm (8 ccm der ursprünglichen Lösung) zur Reduktion. Zur Bestimmung der Gesamtmenge der Kohlehydrate verdünnt man 100 ccm des bleifreien Filtrats zu 200 ccm und invertirt mit 10 ccm Salzsäure vom specifischen Gewicht 1,125 3 Stunden im kochenden Wasserbad. Hierauf wird mit Natronlauge fast neutralisirt, auf 400 ccm aufgefüllt und filtrirt. 25 ccm des Filtrats (4 ccm der ursprünglichen Lösung) dienen zur Reduktion. Bez. der Berechnung des Dextrins vergleiche man die Angaben auf Seite 408.

Bei normalen Verhältnissen beträgt der Maltosegehalt der reifen Maische 0,5—0,6 %, der Dextringehalt 0,6—0,9 %. Ist der Maltosegehalt bedeutend höher, so können Fehler in der Hefenbereitung oder in der Gährführung (zu lange Angährung, zu hohe Gährtemperaturen mit starker Säurebildung) vorliegen. Die mikroskopische Prüfung giebt in solchen Fällen werthvolle Aufschlüsse.

Das Verhältniss von Maltose: Dextrin in der vergohrenen Maische lässt mit Sicherheit erkennen, ob eine schlechte Vergährung auf mangelhafte Nachwirkung der Diastase zurückzuführen ist. Verhält sich Maltose: Dextrin wie 1:2 oder ist das Verhältniss ein noch höheres, so war die Diastasewirkung eine ungenügende; ein Verhältniss von 1:1,25 bis 1:1,5 wird bei guter Vergährung gefunden.

3. Bestimmung der Säure. Diese wird in gleicher Weise ausgeführt wie bei der süßen Maische. Einen Werth hat die Bestimmung nur dann, wenn auch der Säuregehalt der süßen Maische mit Hefe festgestellt wurde. Die Differenz beider Bestimmungen entspricht dann dem Säurezuwachs während der Gährung. Derselbe ist ein wichtiges Kriterium für die Reinheit der Gährung und beträgt bei normalen Verhältnissen nicht mehr als 0,2°, bei Anwendung des Effront'schen Flusssäureverfahrens noch weniger. Ein 1,0° übersteigender Säuregehalt ist nur bei schlechten Betriebsverhältnissen zu finden.

4. Alkoholbestimmung. Diese wird gewöhnlich im Maischfiltrat ausgeführt. 100 ccm des Filtrats werden bei 15° C. abgemessen, mit 50 ccm Wasser verdünnt und in einem ca. 500 ccm fassenden, mit

Kugelaufsatz versehenen Kolben der Destillation unterworfen. Ist das als Vorlage dienende 100 ccm Kölbchen fast gefüllt, so wird das Destillat gut durchgemischt und bei 15° C. bis zur Marke aufgefüllt. Der Alkoholgehalt des Destillats kann mit sehr genauen, kleinen Alkoholometern, sogenannten Lutterprobern, direkt bestimmt werden. Die Länge der Skala dieser Instrumente muss für 1% mindestens 10 mm betragen. Auf einer Spindel befinden sich etwa 3%. Besser wird das spezifische Gewicht mit dem Pyknometer oder der Westphal'schen Waage bestimmt und der entsprechende Alkoholgehalt in der Tabelle von K. Windisch¹⁾ ermittelt. Durch Verwendung einer grösseren Quantität Maische und Neutralisiren der letzteren vor der Destillation wird die Bestimmung genauer ausfallen.

Um der Wirklichkeit entsprechende Resultate zu erlangen, muss man natürlich für den Trebergehalt der Maische eine Korrektion anbringen. Da diese jedoch höchst unsicher ist, ist es empfehlenswerther, die Alkoholbestimmung nicht im Filtrat, sondern in der Maische selbst vorzunehmen. Ein grösseres Maischequantum (500 — 1000 ccm) wird in einem Messcylinder genau abgemessen, in einen hinreichend grossen Destillirkolben²⁾, welcher am besten aus Kupfer besteht, übergespült und nach genügender Verdünnung destillirt. Ein Ueberschäumen verhindert man durch Zusatz eines Stückchens Paraffin.

Man kann den Alkoholgehalt des Destillats auf Gewichtsprocente der Maische umrechnen nach der Formel $x = \frac{PS}{S_1}$, worin P den Gewichtsprocentgehalt des Destillats an Alkohol, S das spezifische Gewicht des Destillats und S_1 das spezifische Gewicht der Maische vor der Destillation bedeutet.

Da in der Praxis, selbst bei Verwendung der besten kontinuierlichen Apparate, Alkoholverluste sich nicht ganz vermeiden lassen, und da bei der Destillation im Kleinen ein grosser Theil der fuselölartigen Bestandtheile, welche in der Praxis in den Lutter übergehen, sich im Destillate vorfindet, fallen die Resultate im Laboratorium im Allgemeinen etwas höher aus als die in praxi erreichten.

5. Der Trebergehalt der Maische wird durch Abfiltriren eines abgewogenen Quantums Maische, Auswaschen, Trocknen und Wägen des Rückstandes bestimmt. Es existiren Angaben von Fischern über den Trebergehalt der Maischen, in Volumen ausgedrückt, welche nach Märcker jedoch nicht zuverlässig sind. Der Gehalt an unaufgeschossener Stärke wird bestimmt, wie unter „Süsse Maische“ angegeben.

¹⁾ Vgl. im Kapitel „Wein“.

²⁾ Ein einfacher, zweckentsprechender Dampfdestillirapparat ist von Hesse (Z. f. Spiritusind. 1888, S. 280) angegeben.

6. Stickstoffgehalt und Stickstoffumsatz. Im gewöhnlichen Brennereibetrieb findet eine Kontrolle des Stickstoffumsatzes selten statt, wichtiger ist sie für den Betrieb der Presshefefabrikation. Durch Bestimmung des Gesamtstickstoffs nach Kjeldahls Methode in den Filtraten von süßer und reifer Maische erhält man einen Ueberblick über die Stickstoffverwerthung; die Differenz beider Bestimmungen ergibt die Stickstoffmenge, welche zur Hefenbildung verwendet wurde. Nach Balling entspricht 1 kg entschwundener Stickstoff 51,2 kg Presshefe.

Zur Verfolgung des Gährungsprocesses ist es oft von Werth, die Maische während der Gährung zu untersuchen. Um zu verhindern, dass die Maische nach der Probenahme noch weiter gährt, setzt man nach Märcker auf 1 l Maische 10 ccm einer 1 %-igen Sublimatlösung zu. Bei der Berechnung ist die hierdurch hervorgerufene Volumenvermehrung zu berücksichtigen.

C. Untersuchung der vergohrenen Melassemaischen.

Die Untersuchung gestaltet sich in folgenden Punkten abweichend von jener der stärkehaltigen Maischen.

Bei anormaler, schlechter Vergährung prüft man qualitativ auf Anwesenheit freier salpetriger Säure und flüchtiger Fettsäuren (vgl. die diesbez. Angaben unter „Melasse“). Fehlerhafte Gärungen können ausserdem verursacht werden durch zu hohen Salzgehalt der Maischen oder durch einen bedeutenden ursprünglichen Säureüberschuss. Die Hefe zeigt sich in solchen Fällen krankhaft verändert oder abgestorben; ausserdem tritt ein starkes Ueberhandnehmen der Bakterien ein.

Von quantitativen Bestimmungen kommen noch in Betracht: die Bestimmung des Salzgehalts und der Lävulose.

Wenn neben Melasse bedeutende Mengen Osmosewasser verarbeitet werden, kann der Salzgehalt der Maischen eine beträchtliche, die Gährung schädigende Höhe erreichen. Nach Bauer beträgt die ungefähre Grenze, welche nicht viel überschritten werden darf, 3 % an löslichen Salzen im Volumen. Zur Bestimmung des Salzgehalts dampft man nach Bauer 10 ccm der klar filtrirten Maische in einer Platinschaale auf dem Wasserbad ab, trocknet bei 120° C., verascht, nimmt mit einigen Tropfen Wasser auf, trocknet und verascht abermals. Der Rückstand wird wieder mit Wasser aufgenommen, filtrirt und bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion ausgewaschen. Das Filtrat wird in einer Platinschaale eingedampft, der Rückstand wieder bei 120° C. getrocknet, über freier Flamme schwach erhitzt und nach dem Erkalten gewogen.

Bestimmung des unvergohrenen Zuckers. Die vergohrene Maische enthält nur Lävulose, da das andere Inversionsprodukt, die Dextrose, leichter der Gährung unterliegt. Die Lävulosebestimmung erfolgt nach Lehmann in dem 1:4 verdünnten, mit Bleiessig gereinigten und durch verdünnte Schwefelsäure entbleiten Maischfiltrat (S. 433). Bei normaler Gährung bleibt 0,05—0,1 % Lävulose unvergohren.

V. Untersuchung des Hefenguts und der reifen Hefe.

Die regelmässige *Betriebsuntersuchung des Hefenguts* erstreckt sich nur auf Bestimmung der Konzentration, des Säuregehalts und der Verzuckerung. Die Ausführung dieser Bestimmungen erfolgt genau nach der unter „Süsse Maische“ gegebenen Anleitung. Das Hefengut soll möglichst konzentriert eingemaischt sein (20—24° Bllng) und einen Säuregehalt von wenigstens 2° aufweisen. Presshefabriken arbeiten mit höheren Säuremengen (3°).

Beabsichtigt man die flüchtigen Säuren zu bestimmen, so benutzt man hierzu zweckmässig den von Prior angegebenen Apparat (Prior, Physiologie und Chemie des Malzes und des Bieres, S. 81) und destilliert im luftverdünnten Raum 100 ccm Filtrat unter successivem Zufluss von 200 ccm Wasser mit Vorsicht ab, dass die Temperatur 50° nicht überschreitet und bis der Inhalt des Kolbens eine syrupartige Masse bildet. Im Destillat titirt man die Säure mit $\frac{1}{10}$ -Normallauge.

Ein werthvolles Hilfsmittel zur Beurtheilung der Reinheit der Säuerung bietet die mikroskopische Prüfung. Normal gesäuertes Hefengut wird Milchsäurebakterien (schlanke Stäbchen, meist in Ketten zusammenhängend) fast ausschliesslich und dicht gesät enthalten. Treten andere Bakterien (Kokken, Stäbchen-, Spindel- und Keulenformen mit Sporenbildung) in den Vordergrund, so ist entweder die Säuerung bei zu niedriger Temperatur verlaufen, oder die Abmaischtemperatur wurde bei Verwendung schlechten Materials nicht hoch genug genommen.

Die *Untersuchung der reifen Hefe* erfolgt genau nach den für die Untersuchung der vergohrenen Maische gegebenen Vorschriften; sie beschränkt sich gewöhnlich nur auf die Bestimmung des Vergährungsgrads und der Säure. Die Vergährung der möglichst konzentriert einzumaischenden Hefe soll eine hohe sein, da der gebildete Alkohol der Hefe einen wirksamen Schutz gegenüber den gährungsschädlichen Organismen bietet.

Die Säurezunahme während der Gährung soll 0,2° nicht übersteigen.

Für die Presshefefabrikation kann noch die Kontrollirung des Stickstoffumsatzes von Wichtigkeit sein (vgl. „Vergohrene Maische“).

Durch die *mikroskopische Untersuchung* stellt man das Aussehen der Hefezellen fest — zu achten ist auf Form und Grösse der Zellen, Dicke der Zellwandungen, Beschaffenheit des Zellinhalts — und prüft zugleich auf Vorhandensein von Fremdorganismen.

Im Anfang der Gährung findet man die Hefe meistens zu grösseren Sprossverbänden vereinigt; das Protoplasma füllt in diesem Stadium gleichmässig die Zelle aus, ohne Vakuolen aufzuweisen. Bei vorgeschrittener Gährung findet nur noch eine mässige Vermehrung der Zellen statt, welche jetzt zumeist isolirt erscheinen und eine oder mehrere Vakuolen besitzen. In reifer Hefe sollen die Zellen isolirt sein, gleichmässige Grösse und volle Form besitzen. Sprossende, deformirte, abnorm vakuolisirte (mit vielen kleinen Vakuolen), stark körnige und abgestorbene Zellen sollen wenig vorkommen. Dasselbe gilt bezüglich der Hefe in reifen Maischen.

Kranke und abgestorbene Hefe lässt sich von gesunder noch dadurch unterscheiden, dass sie leicht wässrige Anilinblaulösung aufnimmt. Bei reiner Säuerung und Gährung der Hefe wird man Fremdorganismen nur in sehr geringer Zahl in derselben antreffen. Im anderen Fall wird man immer fremde Spross- und Spaltpilze in grösserer Menge neben der Kulturhefe und den Milchsäurebakterien nachweisen können.

Die Hefezählung ist besonders für die Presshefefabrikation von Wichtigkeit. Zur Zählung dient eine Messkammer mit Netztheilung (zu beziehen von Zeiss in Jena). Jedes Quadrat der Netztheilung hat eine Grundfläche von 0,0025 qmm, eine Höhe (bis zum Deckglas) von 0,1 mm und einen Inhalt von 0,00025 ccm, welcher die Volumeinheit darstellt. Die Zählung geschieht wie folgt: 50 ccm einer guten Durchschnittsprobe der Maische werden abgemessen, in einen 500 ccm-Kolben gespült und mit Wasser aufgefüllt; die Verdünnung ist so zu wählen, dass in die Volumeinheit 3 — 5 Zellen fallen, und muss man daher bei sehr hefe-reichen Maischen anstatt auf 500 auf 1000 ccm auffüllen. Nachdem die Mischung gut durchgeschüttelt ist, wird mittels Glasstabs schnell ein Tropfen herausgenommen, in die Messkammer gebracht und diese mit dem Deckglas geschlossen. Man zählt nun bei 150 facher Vergrösserung an 4 — 5 verschiedenen Stellen des Objekts 12 Quadrate nach einer Richtung durch, wiederholt dies bei 3—4 verschiedenen Präparaten und nimmt aus diesen Zählungen das Mittel.

Nach Märcker benutzt man die Zählmethode, um zu konstatiren:

1. in welche Periode der Gährung die Vermehrung der Hefezellen fällt,

2. wann die Vermehrung zu Ende ist,

3. ob eine genügende Anzahl von Hefezellen ausgesät ist,
4. ob eine genügende Anzahl von Hefezellen während der Gärung gebildet wird,
5. ob herbeigeführte Betriebs- und Rohmaterialänderungen eine Vermehrung oder eine Verminderung an Hefezellen hervorbringen,
6. wie weit die Hefe durch Abnahme des Schaumes aus der Maische bei der Presshefefabrikation entfernt ist.

VI. Presshefe.

Die Untersuchung erstreckt sich auf folgende Punkte:

Farbe. Gute Hefe besitzt eine rein weisse, weisslich gelbe bis gelbe Farbe. Fehlerhaft ist eine schmutzig graue oder blaue Farbe. Letztere kann auf die Gegenwart von Eisen oder auf die Thätigkeit von Mikroorganismen zurückzuführen sein.

Geruch. Der Geruch soll frisch, säuerlich-weinig sein.

Haltbarkeit. Dieselbe hängt ab von der Reinheit (Abwesenheit zersetzender Organismen) und dem Vorrath an aufgespeicherten Nährstoffen (Stickstoff).

Reinheit. Die mikroskopische Prüfung giebt Aufschluss über das Aussehen der Hefezellen (vgl. „Reife Hefe“), die Anwesenheit von Fremdorganismen (Oidium, Mycoderma, Bakterien — Milchsäurebakterien sind in kleinen Mengen immer vorhanden), sowie über das Vorhandensein von Stärke, welche, wenn sie nur in geringer Menge vorkommt, aus der Maische stammt, im anderen Fall aber absichtlich zugesetzt ist.

Zur Bestimmung der **Stärke** werden 10 g Hefe nach der Diastase-methode verzuckert. Hierauf wird filtrirt, invertirt und das Reduktionsvermögen festgestellt. Zugesetzt wird immer Kartoffelstärke, welche sich durch die mikroskopische Prüfung auch leicht nachweisen lässt.

Zum Nachweis einer **Beimischung von Bierhefe** wird nach Bau folgendermaassen verfahren:

3 Reagensgläschen werden mit je 10 ccm einer 1 %-igen Melitriose-lösung und 0,4 g der zu untersuchenden Hefe beschickt und hierauf mit Watte verschlossen. Die Reagensgläser werden bei 30° C. gehalten. Nach 1, 2, 3 mal 24 Stunden nimmt man je ein Gläschen, filtrirt und versetzt 3 ccm des Filtrats mit 1 ccm Fehling'scher Lösung, welche kurz vor dem Gebrauch gemischt war. Hierauf wird im Reischauer'schen Stern 5 Minuten lang erhitzt. Ist die Flüssigkeit über dem Niederschlag des ersten Röhrchens, welches 24 Stunden bei 30° C. gestanden hatte, blau, so war die Hefe sicher mit 10 % Unterhefe verfälscht. Ist das Gleiche nach 48 Stunden der Fall, dann ist auf eine Beimischung

von 5 %, nach 72 Stunden von 1 % und darüber zu schliessen. Zeigt dagegen die Lösung nach 72 Stunden eine gelbe oder braungelbe Farbe, so ist damit bewiesen, dass die Presshefe vollständig frei von Unterhefe ist.

Wasser. Der Wassergehalt ist durch Trocknen der Hefe bei 105° C. festzustellen.

Stickstoff. Der Stickstoff wird in 2 g Trockensubstanz nach der Methode von Kjeldahl bestimmt.

Asche. Die getrocknete Hefe wird vorsichtig verascht. Die Kohle ist mehrfach auszulaugen, da durch die sonst eintretende Reduktion der Phosphorsäure das Platin angegriffen wird. In der Asche wird, wenn nöthig, Phosphorsäure und Kali bestimmt.

Säure. 20 g Hefe werden mit Wasser verrieben, auf 100 ccm aufgefüllt, filtrirt. 50 ccm des Filtrats werden mit $\frac{1}{10}$ -Normallauge titrirt. Die Säure wird auf Milchsäure berechnet.

Bestimmung der Gähr- und Triebkraft. Die zur Anwendung kommenden Methoden von Meissl und Hayduck gründen sich auf die Voraussetzung, dass eine Hefe um so gähr- und triebkräftiger ist, je mehr Kohlensäure sie unter gleichen Verhältnissen entwickelt.

1. Meissl'sche Methode¹⁾. Zur Ausführung dieser Methode bereitet man sich durch Zusammenreiben ein inniges Gemenge von:

400 g	Rohrzucker-Raffinade,
25 g	saur. phosphorsaur. Ammon,
25 g	- - Kali,

welches in einem gut verschlossenen Gefässe aufzubewahren ist. Ferner stellt man sich gesättigtes Gipswasser her, indem man gepulverten Gips längere Zeit unter häufigem Umschütteln mit destillirtem Wasser stehen lässt. Die ersten 2 bis 3 Extrakte, welche durch die dem Gips beigemengten Salze verunreinigt sind, werden weggegossen. Der Gährversuch wird in einem kleinen, leichten, 70—80 ccm fassenden Kölbchen vorgenommen, welches mit einem doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel verschlossen ist. Durch die eine Bohrung geht ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr, dessen längerer Schenkel bis nahe an den Boden des Kölbchens reicht und dessen kürzerer während der Gährung durch eine Kappe oder kleinen Stöpsel verschlossen ist. Die zweite Bohrung enthält eine mit Chlorcalcium gefüllte U-Röhre.

Zur Prüfung löst man in dem Kölbchen 4,5 g obigen Zucker- gemisches in 35 ccm destillirten Wassers auf und fügt 15 ccm Gipslösung zu. Nachdem die Lösung durch Einleitung von Luft mit solcher ge-

¹⁾ Z. f. Spiritusind. 1883, S. 933; 1884, S. 129.

sättigt ist, bringt man in das Fläschchen genau 1 g der zu prüfenden Hefe und zertheilt diese sorgfältig mit einem Glasstab, bis keine Klümpchen mehr wahrzunehmen sind. Das Kölbchen wird sodann gewogen, in Wasser von 30° C. eingestellt und auf dieser Temperatur durch 6 Stunden erhalten. Nach Ablauf dieser Zeit wird das Kölbchen durch Eintauchen in kaltes Wasser rasch abgekühlt, der Stöpsel abgenommen, und um die Kohlensäure zu verdrängen, während einiger Minuten Luft durchgesogen. Das abgetrocknete Kölbchen wird wieder gewogen; der Gewichtsverlust entspricht der entwickelten Kohlensäure. Das Resultat wird auf eine Normalhefe bezogen, welche unter den gleichen Bedingungen in 6 Stunden 1,75 g Kohlensäure bildet. Die Procente Triebkraft ergeben sich demnach aus folgender Gleichung:

$$\text{Gefundene CO}_2 \times \frac{100}{1,75} = \% \text{ Triebkraft.}$$

Die Methode giebt auf mindestens 0,5 % übereinstimmende Resultate.

2. Hayduck's Methode¹⁾. Man bringt 400 ccm 10%-ige Rohrzuckerlösung und 10 g mittels derselben aufgeschlämmter Hefe in eine Flasche, welche mit doppelt durchbohrtem Kautschukstopfen verschlossen ist. In jeder Durchbohrung befindet sich ein Glasrohr; das eine ist mit einem Kautschukschlauch, welcher mit einem Quetschhahn verschlossen werden kann, das andere mittels Schlauchs mit dem zum Messen der entwickelten Kohlensäure dienenden Apparat²⁾ verbunden. Die Messvorrichtung besteht aus einem in Kubikcentimeter getheilten Rohr, welches mit einem Wassersammelgefäß durch einen Gummischlauch verbunden ist. Zu Beginn des Versuchs stellt man das Wassersammelgefäß so hoch, dass hierdurch das Wasser in dem Messrohr gerade auf 0 eingestellt wird. Nachdem die Flasche eine Stunde im Wasserbad bei 30° C. gestanden hat, schliesst man den Quetschhahn und öffnet den zu dem Messrohr führenden Gashahn; die entwickelte Kohlensäure treibt nun das Wasser nach dem Sammelbehälter und würde durch das Steigen in demselben einen Druck erzeugen, welcher vermieden wird, wenn man das Sammelgefäß so tief stellt, dass nach Beendigung des Versuchs der Wasserspiegel in dem Gefäß und in dem Messrohr gleich hoch steht. Nach genau 1/2 Stunde unterbricht man den Versuch, indem man den zu dem Messrohr führenden Hahn schliesst, stellt nun den Wasserspiegel durch Verschieben des Sammelgefäßes in diesem und dem Messrohr genau gleich und liest die entwickelten Kubikcentimeter Kohlensäure ab.

¹⁾ Z. f. Spiritusind. 1882, S. 226; 1883, S. 965; 1884, S. 135; 1885, S. 533.

²⁾ Der Apparat kann von jeder Handlung chem. Apparate bezogen werden.

Gute Presshefe soll mindestens eine Triebkraft von 250 haben.

Dieses Verfahren gestattet die Ausführung mehrerer Bestimmungen in verhältnismässig kurzer Zeit und liefert Zahlen, welche für die Praxis ausreichend sind.

VII. Untersuchung des Lutters und der Schlempe.

Diese Untersuchung dient zur Kontrolle der Destillirapparate. Der auf Normaltemperatur (15° C.) gebrachte Lutter wird direkt mittels eines sogenannten Lutterprobers gespindelt (vergl. Alkoholbestimmung in reifer Maische). Ist der zu untersuchende Lutter stark trübe oder sonstwie verunreinigt, so muss er destillirt werden. In diesem Fall ist vorherige Neutralisation zu empfehlen.

In der Schlempe erfolgt ebenfalls Alkoholbestimmung durch Destillation. Man destillirt ein grösseres Quantum, 1 bis 2 Liter, sehr langsam, unter Verwendung eines 200 ccm-Kölbchens als Vorlage. Die Anzeige des Lutterprobers ist dann durch 5 resp. 10 zu dividiren. Bei der Probenahme von Lutter und Schlempe ist darauf zu achten, dass sofortige Abkühlung vorgenommen wird. Die Schlempe soll nicht dem Reservoir, sondern direkt dem Apparat entnommen werden.

VIII. Alkoholometrie.

Die Bestimmung des Alkohols im Spiritus geschieht durch Ermittlung des specifischen Gewichts. Zu letzterem Zwecke bedient man sich im Laboratorium des Aräometers, der Westphal'schen Waage oder des Pyknometers. Da reiner absoluter Alkohol bei 15° C. ein specifisches Gewicht von 0,79425 besitzt, so muss der Gehalt eines Spiritus an Alkohol ein um so grösserer sein, je niedriger das specifische Gewicht des Spiritus ist. Der dem gefundenen specifischen Gewicht entsprechende Alkoholgehalt, ausgedrückt in Volum- oder Gewichtsprocenten, wird in der Tafel zur Ermittlung des Alkoholgehaltes von Alkohol-Wassermischungen aus dem specifischen Gewicht von K. Windisch¹⁾ abgelesen.

In der Praxis bedient man sich zur Feststellung des Alkoholgehalts von Alkohol-Wassermischungen des Alkoholometers. Das in Deutschland zulässige Alkoholometer giebt Gewichtsprocente an. Da das specifische Gewicht einer Flüssigkeit um so geringer ist, je höher

¹⁾ Verlag von J. Springer in Berlin. In etwas abgekürzter Form im Kapitel „Wein“ d. B. wiedergegeben.

die Temperatur und umgekehrt, so muss die Spindelung entweder bei derjenigen Temperatur, für welche das Instrument eingerichtet ist — Normaltemperatur = 15° C. — ausgeführt werden, oder wenn bei einer anderen Temperatur die Spindelung geschieht, so muss eine Korrektion auf die Normaltemperatur stattfinden. Zu dieser Korrektion dient die von der Kaiserl. Normal-Aichungskommission herausgegebene Tafel zur Ermittlung des Alkoholgehaltes von Spiritusmischungen¹⁾.

Diese Tafel dient ferner bei der steueramtlichen Abfertigung zur Ermittlung des Gehalts an reinem Alkohol (in Liter ausgedrückt) aus dem Nettogewicht und der wahren Stärke²⁾.

Die in Deutschland für den Spiritushandel übliche Einheit ist das Literprocent. Ein Literprocent = 10 cem absoluten Alkohols. Die grössere Einheit stellen 10000 Literprocent = 1 Hektoliter absoluten Alkohols dar.

Da der zur Verfügung stehende beschränkte Raum es nicht gestattet, näher auf die Alkoholometrie einzugehen, verweisen wir im Uebrigen auf die bereits citirten Specialwerke der Spiritusfabrikation sowie auf nachfolgende Anleitungen und Tafeln, welche sämmtlich im Verlag von J. Springer in Berlin erschienen sind:

H. Homann, Das Gewichtsalkoholometer und seine Anwendung;

F. Plato, Tafel zur Umrechnung der Volumenprocente in Gewichtsprocente und der Gewichtsprocente in Volumenprocente bei Branntweinen;

F. Plato, Anleitung zum Mischen von Branntweinen nach Maass und Gewicht mit dem Volumen- und dem Gewichtsalkoholometer.

Ferner auf den Abdruck „Wein“ in diesem Bande.

IX. Untersuchung des Rohspiritus und des rektificirten Spiritus auf Reinheit.

Die hier in Betracht kommenden Methoden zur Bestimmung des Fuselöls sowie zum Nachweis anderer Verunreinigungen (Aldehyd, Furfurol etc.) sind im Kapitel „Branntwein und Liköre“, S. 442 u. f. beschrieben.

X. Untersuchung der Denaturierungsmittel.

In Deutschland bestehen über die Untersuchung der Denaturierungsmittel folgende amtliche Vorschriften:

¹⁾ Verlag von J. Springer in Berlin.

²⁾ Diese beiden Tafeln sind nebst anderen auch enthalten in der Anleitung zur steueramtlichen Ermittlung des Alkoholgehaltes im Branntwein. Verlag von J. Springer in Berlin.

Die Beschaffenheit der Bestandtheile des allgemeinen Denaturierungsmittels.

1. Der Holzgeist. Der Holzgeist soll farblos oder schwach gelblich gefärbt sein. Bei der Destillation von 100 Raumtheilen des Holzgeistes sollen bei dem normalen Barometerstand von 760 mm Quecksilberdruck bis zu einer Temperatur von 75° des hunderttheiligen Thermometers mindestens 90 Raumtheile übergegangen sein. Der Holzgeist soll mit Wasser ohne wesentliche Trübung in jedem Verhältniss mischbar sein. Der Gehalt des Holzgeistes an Aceton soll 30 % übersteigen. Der Holzgeist soll wenigstens 1 %, aber nicht mehr als 1,5 % an Brom entfärbenden Bestandtheilen enthalten.

2. Die Pyridinbasen. Das Pyridinbasengemisch soll farblos oder schwach gelblich gefärbt sein. Sein Wassergehalt soll 10 % nicht übersteigen. Bei der Destillation von 100 Raumtheilen des Gemisches sollen bei dem normalen Barometerstand von 760 mm bis zu einer Temperatur von 140° des hunderttheiligen Thermometers mindestens 90 Raumtheile übergegangen sein. Das Gemisch soll mit Wasser ohne wesentliche Trübung in jedem Verhältniss mischbar und frei von Ammoniak sein.

Anleitung zur Prüfung des Holzgeistes und der Pyridinbasen.

I. Holzgeist.

1. Farbe. Die Farbe des Holzgeistes soll nicht dunkler sein als die einer Auflösung von 2 ccm Zehntelnormaljodlösung in 1 l destillirten Wassers.

2. Siedetemperatur. 100 ccm Holzgeist werden in einen Metallkolben gebracht; auf den Kolben ist ein mit Kugel versehenes Siederohr aufgesetzt, welches durch einen seitlichen Stutzen mit einem Liebig'schen Kühler verbunden ist; durch die obere Oeffnung wird ein amtlich beglaubigtes Thermometer mit hunderttheiliger Skala eingeführt, dessen Quecksilbergefäss bis unterhalb des Stutzens hinabreicht. Der Kolben wird so mässig erhitzt, dass das übergegangene Destillat aus dem Kühler tropfenweise abläuft. Das Destillat wird in einem graduirten Glaszylinder aufgefangen und es sollen, wenn das Thermometer 75° zeigt, bei normalem Barometerstand mindestens 90 ccm übergegangen sein.

Weicht der Barometerstand vom normalen ab, so soll für je 30 mm 1° in Anrechnung gebracht werden, also z. B. sollen bei 770 mm 90 ccm bei 75,30, bei 750 mm 90 ccm bei 74,70° C. übergegangen sein.

3. Mischbarkeit mit Wasser. 20 ccm Holzgeist sollen mit 40 ccm Wasser eine klare oder doch nur schwach opalisirende Masse geben.

4. Abscheidung mit Natronlauge. Beim Durchschütteln von 20 ccm Holzgeist mit 40 ccm Natronlauge von 1,3 spec. Gew. sollen nach 1/2 Stunde mindestens 5 ccm des Holzgeistes abgeschieden werden.

5. Gehalt an Aceton. 1 ccm einer Mischung von 10 ccm Holzgeist mit 90 ccm Wasser wird in einem engen Mischcylinder mit 10 ccm Doppelnormalnatronlauge (80 g Natriumhydroxyd in 1 l) durchgeschüttelt. Darauf werden 5 ccm Doppelnormaljodlösung (254 g Jod in 1 l) unter erneutem Schütteln hinzugefügt. Das sich ausscheidende Jodoform wird mit 10 ccm Aether vom spec. Gew. 0,722 unter kräftigem Schütteln aufgenommen. Von der nach kurzer Ruhe sich abscheidenden Aetherschicht werden 5 ccm mittels einer Pipette auf ein gewogenes Uhrglas gebracht und auf diesem langsam verdunstet. Dann wird das Uhrglas 2 Stunden über Schwefelsäure gestellt und gewogen. Die Gewichtszunahme soll nicht weniger als 0,07 g betragen.

6. Aufnahmefähigkeit für Brom. 100 ccm einer Lösung von Kaliumbromat und Kaliumbromid, welche nach der unten folgenden Anweisung hergestellt ist, werden mit 20 ccm einer in der gleichfalls unten angegebenen Weise verdünnten Schwefelsäure versetzt. Zu diesem Gemisch, das eine Bromlösung von 0,703 g Brom darstellt, wird aus einer in 0,1 ccm getheilten Bürette unter fortwährendem Umrühren so lange Holzgeist hinzugesetzt, bis dauernde Entfärbung eintritt. Zur Entfärbung sollen nicht mehr als 30 ccm und nicht weniger als 20 ccm Holzgeist erforderlich sein.

Die Prüfungen der Aufnahmefähigkeit für Brom sind stets bei vollem Tageslichte auszuführen.

Anweisung zur Herstellung der Bestandtheile der Bromlösung.

a) Bromsalze. Nach wenigstens zweistündigem Trocknen bei 100° und Abkühlenlassen im Exsikkator werden 2,447 g Kaliumbromat und 8,719 g Kaliumbromid, welche vorher auf ihre Reinheit geprüft sind, abgewogen und in Wasser gelöst. Die Lösung wird zu 1 l aufgefüllt.

b) Verdünnte Schwefelsäure. 1 Volum concentrirter Schwefelsäure wird mit 3 Volumen Wasser gemischt. Das Gemisch lässt man erkalten.

II. Pyridinbasen.

1. Farbe: wie bei Holzgeist.

2. Verhalten gegen Kadmiumchlorid. 10 ccm einer Lösung von 1 ccm Pyridinbasen in 100 ccm Wasser werden mit 5 ccm einer 5%-igen wässerigen Lösung von wasserfreiem, geschmolzenem Kadmiumchlorid versetzt und kräftig geschüttelt; es soll alsbald eine deutliche krystallinische Ausscheidung eintreten. Mit 5 ccm Nessler'schem Reagens sollen 10 ccm derselben Pyridinbasenlösung einen weissen Niederschlag geben.

3. Siedetemperatur. Man verfährt wie beim Holzgeist, doch

soll das Destillat, erst wenn das Thermometer auf 140° gestiegen ist, mindestens 90 ccm betragen.

4. Mischbarkeit mit Wasser. Wie beim Holzgeist.

5. Wassergehalt. Beim Durchschütteln von 20 ccm Basen und 20 ccm Natronlauge von 1,4 spec. Gewicht sollen nach einigem Stehenlassen mindestens 18,5 ccm der Basen abgeschieden werden.

6. Titration der Basen. 1 ccm Pyridinbasen, in 10 ccm Wasser gelöst, werden mit Normalschwefelsäure versetzt, bis ein Tropfen der Mischung auf Kongopapier einen deutlich blauen Rand hervorruft, der alsbald wieder verschwindet. Es sollen nicht weniger als 10 ccm der Säurelösung bis zum Eintritt dieser Reaktion verbraucht werden.

Zur Herstellung des Kongopapiers wird Filtrirpapier durch eine Lösung von 1 g Kongoroth in 1 Liter Wasser gezogen und getrocknet.

Anleitung zur Untersuchung anderweitiger Denaturierungsmittel.

I. Thieröl.

1. Farbe. Die Farbe des Thieröls soll schwarzbraun sein.

2. Siedetemperatur. Werden 100 ccm in der für den Holzgeist angegebenen Weise destillirt, so sollen unter 90° nicht mehr als 5 ccm, bis 180° aber wenigstens 50 ccm übergehen.

3. Pyrrolreaktion. 2,5 ccm einer 1%-igen alkoholischen Lösung des Thieröls werden mit Alkohol auf 100 ccm verdünnt. Bringt man in 10 ccm dieser Lösung, die 0,025 % Thieröl enthält, einen mit concentrirter Salzsäure befeuchteten Fichtenholzspahn, so soll derselbe nach wenigen Minuten deutliche Rothfärbung zeigen.

4. Verhalten gegen Quecksilberchlorid. 5 ccm der 1%-igen alkoholischen Lösung des Thieröls sollen beim Versetzen mit 5 ccm einer 2%-igen alkoholischen Lösung von Quecksilberchlorid alsbald eine voluminöse flockige Fällung geben. 5 ccm der 0,025%-igen alkoholischen Lösung von Thieröl mit 5 ccm der Quecksilberchloridlösung versetzt, soll alsbald noch eine deutliche Trübung zeigen.

II. Terpentinöl.

1. Specifisches Gewicht. Das specifische Gewicht des Terpentinöls soll zwischen 0,855 und 0,865 bei 15° liegen.

2. Siedetemperatur. Werden 100 ccm in der für den Holzgeist angegebenen Weise destillirt, so sollen unter 150° nicht mehr als 5 ccm, bis 160° aber mindestens 90 ccm übergehen.

3. Mischbarkeit mit Wasser. 20 ccm Terpentinöl werden mit 20 ccm Wasser kräftig geschüttelt. Wenn nach einigem Stehen beide Schichten sich getrennt haben und klar geworden sind, so soll die obere wenigstens 19 ccm betragen.

III. Aether.

1. Specifisches Gewicht. Das specifische Gewicht des Aethers soll nicht mehr als 0,730 betragen.

2. Mischbarkeit mit Wasser. 20 ccm Aether werden mit 20 ccm Wasser kräftig geschüttelt. Nach dem Absetzen soll die Aetherschicht wenigstens 18 ccm betragen.

IV. Schellacklösung.

10 g der Lösung sollen beim Verdunsten auf dem Wasserbade und nach darauf folgendem Erhitzen des eingedampften Rückstandes im Trockenschränke während einer halben Stunde auf eine Temperatur von 100—105° mindestens 3,3 g Schellack hinterlassen.

*Anleitung zur Untersuchung von Lavendelöl und Rosmarinöl
für steueramtliche Zwecke.*

Durch Bundesrathsbeschluss vom 21. Juni 1888 darf dem allgemeinen Denaturierungsmittel von den zur Zusammensetzung desselben ermächtigten Fabriken als Geruchskorrigens ein Zusatz von 40 g Lavendelöl oder 60 g Rosmarinöl, auf je 1 Liter, beigemischt werden. Die Untersuchung dieser Oele hat nach folgender Anleitung zu geschehen:

I. Lavendelöl.

1. Farbe und Geruch. Die Farbe des Lavendelöles soll die des Denaturierungsholzgeistes sein. Das Oel soll den charakteristischen Geruch der Lavendelblüthen zeigen.

2. Specifisches Gewicht. Das specifische Gewicht des Lavendelöles soll bei 15° des hunderttheiligen Thermometers zwischen 0,875 und 0,900 liegen.

3. Siedetemperatur. Bei der Destillation des Oeles in der beim Holzgeist beschriebenen Weise sollen unter 160° nicht mehr als 5 ccm, bis 230° nicht weniger als 90 ccm übergegangen sein.

4. Löslichkeit in Alkohol. 10 ccm Lavendelöl sollen sich bei einer Temperatur von 20° in 70 ccm Spiritus mit dem Alkoholgehalt von 80 % nach Tralles oder 73,5 Gewichtsprocenten klar lösen.

II. Rosmarinöl.

1. Farbe und Geruch. Die Farbe des Rosmarinöles soll die des Denaturierungsholzgeistes, der Geruch kampherartig sein.

2. Specifisches Gewicht. Das specifische Gewicht des Rosmarinöles soll bei 15° des hunderttheiligen Thermometers zwischen 0,880 und 0,900 liegen.

3. Siedetemperatur. Bei der Destillation des Oeles in der beim Holzgeist beschriebenen Weise sollen unter 160° nicht mehr als 5 ccm, bis 200° nicht weniger als 90 ccm übergegangen sein.

4. Löslichkeit in Alkohol. 10 ccm Rosmarinöl sollen sich bei einer Temperatur von 20° in 120 ccm Spiritus mit dem Alkoholgehalt von 80% nach Tralles oder 73,5 Gewichtsprocenten klar lösen.

XI. Anleitung zur Prüfung des Fuselöles.

Nach einer Bestimmung des Bundesraths müssen alle Nebenerzeugnisse der Spiritusreinigungsanstalten, welche steuerfrei in den Verkehr übergehen sollen, mindestens 75% an eigentlichen Oelen enthalten. Die Prüfung geschieht nach folgender Anleitung:

In ein reines und trockenes Probirglas wird bis zu einem dem Volumen von 30 ccm entsprechenden Striche Chlorcalciumlösung vom spec. Gew. 1,225 gebracht; sodann wird bis zu einem dem Volumen von 40 ccm entsprechenden Striche das zu untersuchende Fuselöl aufgefüllt. Hierauf wird das Glas mit einem gut passenden Kork verschlossen und eine Minute lang kräftig durchgeschüttelt. Man stellt alsdann das Gefäß senkrecht auf und lässt die beiden Schichten sich sondern. Etwa an den Wänden sitzende Oeltröpfchen entfernt man durch sanftes, senkrechtes Klopfen auf die Handfläche oder durch Drehen der Röhre zwischen den Fingern. Haben sich nunmehr die beiden Schichten gesondert, so soll die obere Schicht nach unten hin wenigstens bis zu dem mit 32,5 ccm bezeichneten Striche reichen, also wenigstens dem Volumen von 7,5 ccm entsprechen. Demnächst werden in ein zweites trockenes Glas 100 ccm des zu untersuchenden Fuselöles gefüllt und demselben 5 ccm reines Wasser (destillirtes oder allenfalls Regenwasser) hinzugefügt. Wiederum wird das Glas mit einem gut passenden Kork verschlossen und eine Minute lang kräftig geschüttelt. Hierauf soll das Gemisch trübe erscheinen. Die bei diesem Verfahren zu verwendende Chlorcalciumlösung wird hergestellt, indem man 25 g wasserfreies Chlorcalcium in 100 ccm Wasser löst und die Lösung, falls sie nicht klar sein sollte, filtrirt.

XII. Methoden zur Bestimmung der Zuckerarten¹⁾.

Für die Spiritusindustrie kommen in Betracht:

1. Dextrose (als Umwandlungsprodukt der Stärke, des Dextrins und der Maltose durch Säuren),
2. Maltose (als Umwandlungsprodukt der Stärke durch Diastase),
3. Invertzucker, Gemenge von Dextrose und Lävulose (als Umwandlungsprodukt des Rohrzuckers durch Säuren oder Invertin),
4. Lävulose.

Sämmtliche genannten Zuckerarten reduciren alkalische Kupferlösung unter Ausscheidung von Kupferoxydul. Auf dieses Verhalten gründen sich die Bestimmungsmethoden der Zuckerarten. Die Menge des ausgeschiedenen Kupferoxyduls steht in bestimmtem Verhältniss zu der Menge des Zuckers, jedoch ist dieses Verhältniss nicht nur bei den verschiedenen Zuckerarten ein verschiedenes, sondern selbst bei ein und demselben Zucker ein variables, abhängig von der Konzentration der aufeinander einwirkenden Lösungen und von der Menge des in Lösung befindlichen Kupfers.

Zur Erreichung richtiger Zahlen ist daher eine genaue Einhaltung nachfolgender Vorschriften unerlässlich.

Bereitung der Lösungen.

69,278 g Kupfervitriol, welcher durch mehrmaliges Umkrystallisiren (1 mal aus verd. HNO_3) gereinigt ist, werden zu 1 l aufgelöst.

173 g Seignettesalz werden in 400 ccm Wasser gelöst und mit 100 ccm einer Natronlauge versetzt, die 516 g Natriumhydroxyd im Liter enthält²⁾.

Diese nach Fehling's Vorschrift hergestellten Lösungen dienen zur Bestimmung von Maltose und Invertzucker. Für die Bestimmung der Dextrose schreibt Allihn eine andere Zusammensetzung der Seignettesalzlösung vor: 173 g Seignettesalz und 125 g Kaliumhydroxyd werden in Wasser gelöst und zu 500 ccm aufgefüllt.

Die nach Fehling's Vorschrift bereitete Lösung giebt jedoch bei Benutzung der Allihn'schen Tabelle ebenfalls brauchbare Resultate.

¹⁾ Wir verweisen ferner auf folgende Methoden: Maassanalytische Bestimmung der Zuckerarten nach Soxhlet (Journ. f. prakt. Chemie 1880, Bd. 21, S. 227); Gewichtsanalytische Bestimmung nach Kjeldahl (Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet 4, 1; Ref. in Z. f. analyt. Chemie 1896, S. 344).

²⁾ Die amtliche Anweisung zur Untersuchung des Weines enthält die Vorschrift: 346 g Seignettesalz und 103,2 g Natriumhydrat werden zu 1 l gelöst.

Zur Bestimmung der Lävulose nach Lehmann löst man 173 g Seignettesalz und 125 g Natriumhydroxyd zu 500 ccm auf.

Die Seignettesalz-Natronlauge muss stets frisch bereitet werden. Die Lösungen werden getrennt aufbewahrt und immer erst kurz vor Ausführung der Bestimmung zusammengemischt.

1. Bestimmung der Dextrose.

In einer Porzellanhenkelschale von etwa 250 ccm Inhalt werden 30 ccm Kupferlösung mit 30 ccm Seignettesalzlösung und 60 ccm Wasser gemischt und zum Sieden erhitzt. Zu der lebhaft siedenden Flüssigkeit werden 25 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit gegeben, welche nicht mehr als 1 % Dextrose enthalten darf, worauf noch 2 Minuten lang gekocht wird. Nachdem sich das Kupferoxydul etwas abgesetzt hat, filtrirt man schnell durch ein Soxhlet'sches Filtrirröhrchen oder den Gooch'schen Tiegel unter Anwendung der Wasserluftpumpe, wäscht mit heissem Wasser, Alkohol und Aether aus und wiegt entweder nach der Reduktion im Wasserstoff als metallisches Kupfer oder nach erfolgter Oxydation als Kupferoxyd. (Eine ausführliche Beschreibung der Bestimmung bringt das Kapitel „Zucker“, S. 283).

Die Benutzung von Papierfiltern ist wegen der oft sehr schlechten Filtrirbarkeit der Lösungen nicht zu empfehlen; geschieht sie dennoch, so ist zu berücksichtigen, dass das Papier geringe Mengen Kupfer zurückbehält, welche man für die betreffende Papiersorte und für verschiedene Konzentrationen der Kupferlösung festzustellen hat. Das Kupferoxydul wird nach dem Verbrennen des Filters im Rose'schen Tiegel reducirt.

Die dem gefundenen Kupfer entsprechende Menge Dextrose liest man in nachstehender Tabelle ab.

Tabelle zur Bestimmung der Dextrose nach Allihn.

mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose
10	6.1	21	11.5	32	17.0	43	22.4	54	27.9
11	6.6	22	12.0	33	17.5	44	22.9	55	28.4
12	7.1	23	12.5	34	18.0	45	23.4	56	28.8
13	7.6	24	13.0	35	18.5	46	23.9	57	29.3
14	8.1	25	13.5	36	18.9	47	24.4	58	29.8
15	8.6	26	14.0	37	19.4	48	24.9	59	30.3
16	9.0	27	14.5	38	19.9	49	25.4	60	30.8
17	9.5	28	15.0	39	20.4	50	25.9	61	31.3
18	10.0	29	15.5	40	20.9	51	26.4	62	31.8
19	10.5	30	16.0	41	21.4	52	26.9	63	32.3
20	11.0	31	16.5	42	21.9	53	27.4	64	32.8

mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose
65	33·3	118	60·1	171	87·4	224	115·3	277	143·9
66	33·8	119	60·6	172	87·9	225	115·9	278	144·4
67	34·3	120	61·1	173	88·5	226	116·4	279	145·0
68	34·8	121	61·6	174	89·0	227	116·9	280	145·5
69	35·3	122	62·1	175	89·5	228	117·4	281	146·1
70	35·8	123	62·6	176	90·0	229	118·0	282	146·6
71	36·3	124	63·1	177	90·5	230	118·5	283	147·2
72	36·8	125	63·7	178	91·1	231	119·0	284	147·7
73	37·3	126	64·2	179	91·6	232	119·6	285	148·3
74	37·8	127	64·7	180	92·1	233	120·1	286	148·8
75	38·3	128	65·2	181	92·6	234	120·7	287	149·4
76	38·8	129	65·7	182	93·1	235	121·2	288	149·9
77	39·3	130	66·2	183	93·7	236	121·7	289	150·5
78	39·8	131	66·7	184	94·2	237	122·3	290	151·0
79	40·3	132	67·2	185	94·7	238	122·8	291	151·6
80	40·8	133	67·7	186	95·2	239	123·4	292	152·1
81	41·3	134	68·2	187	95·7	240	123·9	293	152·7
82	41·8	135	68·8	188	96·3	241	124·4	294	153·2
83	42·3	136	69·3	189	96·8	242	125·0	295	153·8
84	42·8	137	69·8	190	97·3	243	125·5	296	154·3
85	43·4	138	70·3	191	97·8	244	126·0	297	154·9
86	43·9	139	70·8	192	98·4	245	126·6	298	155·4
87	44·4	140	71·3	193	98·9	246	127·1	299	156·0
88	44·9	141	71·8	194	99·4	247	127·6	300	156·5
89	45·4	142	72·3	195	100·0	248	128·1	301	157·1
90	45·9	143	72·9	196	100·5	249	128·7	302	157·6
91	46·4	144	73·4	197	101·0	250	129·2	303	158·2
92	46·9	145	73·9	198	101·5	251	129·7	304	158·7
93	47·4	146	74·4	199	102·0	252	130·3	305	159·3
94	47·9	147	74·9	200	102·6	253	130·8	306	159·8
95	48·4	148	75·5	201	103·2	254	131·4	307	160·4
96	48·9	149	76·0	202	103·7	255	131·9	308	160·9
97	49·4	150	76·5	203	104·2	256	132·4	309	161·5
98	49·9	151	77·0	204	104·7	257	133·0	310	162·0
99	50·4	152	77·5	205	105·3	258	133·5	311	162·6
100	50·9	153	78·1	206	105·8	259	134·1	312	163·1
101	51·4	154	78·6	207	106·3	260	134·6	313	163·7
102	51·9	155	79·1	208	106·8	261	135·1	314	164·2
103	52·4	156	79·6	209	107·4	262	135·7	315	164·8
104	52·9	157	80·1	210	107·9	263	136·2	316	165·3
105	53·5	158	80·7	211	108·4	264	136·8	317	165·9
106	54·0	159	81·2	212	109·0	265	137·3	318	166·4
107	54·5	160	81·7	213	109·5	266	137·8	319	167·0
108	55·0	161	82·2	214	110·0	267	138·4	320	167·5
109	55·5	162	82·7	215	110·6	268	138·9	321	168·1
110	56·0	163	83·3	216	111·1	269	139·5	322	168·6
111	56·5	164	83·8	217	111·6	270	140·0	323	169·2
112	57·0	165	84·3	218	112·1	271	140·6	324	169·7
113	57·5	166	84·8	219	112·7	272	141·1	325	170·3
114	58·0	167	85·3	220	113·2	273	141·7	326	170·9
115	58·6	168	85·9	221	113·7	274	142·2	327	171·4
116	59·1	169	86·4	222	114·3	275	142·8	328	172·0
117	59·6	170	86·9	223	114·8	276	143·3	329	172·5

mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose	mg Kupfer	mg Dex- trose
330	173.1	357	188.3	384	203.7	411	219.3	438	235.1
331	173.7	358	188.9	385	204.3	412	219.9	439	235.7
332	174.2	359	189.4	386	204.8	413	220.4	440	236.3
333	174.8	360	190.0	387	205.4	414	221.0	441	236.9
334	175.3	361	190.6	388	206.0	415	221.6	442	237.5
335	175.9	362	191.1	389	206.5	416	222.2	443	238.1
336	176.5	363	191.7	390	207.1	417	222.8	444	238.7
337	177.0	364	192.3	391	207.7	418	223.3	445	239.3
338	177.6	365	192.9	392	208.3	419	223.9	446	239.8
339	178.1	366	193.4	393	208.8	420	224.5	447	240.4
340	178.7	367	194.0	394	209.4	421	225.1	448	241.0
341	179.3	368	194.6	395	210.0	422	225.7	449	241.6
342	179.8	369	195.1	396	210.6	423	226.3	450	242.2
343	180.4	370	195.7	397	211.2	424	226.9	451	242.8
344	180.9	371	196.3	398	211.7	425	227.5	452	243.4
345	181.5	372	196.8	399	212.3	426	228.0	453	244.0
346	182.1	373	197.4	400	212.9	427	228.6	454	244.6
347	182.6	374	198.0	401	213.5	428	229.2	455	245.2
348	183.2	375	198.6	402	214.1	429	229.8	456	245.7
349	183.7	376	199.1	403	214.6	430	230.4	457	246.3
350	184.3	377	199.7	404	215.2	431	231.0	458	246.9
351	184.9	378	200.3	405	215.8	432	231.6	459	247.5
352	185.4	379	200.8	406	216.4	433	232.2	460	248.1
353	186.0	380	201.4	407	217.0	434	232.8	461	248.7
354	186.6	381	202.0	408	217.5	435	233.4	462	249.3
355	187.2	382	202.5	409	218.1	436	233.9	463	249.9
356	187.7	383	203.1	410	218.7	437	234.5		

2. Bestimmung der Maltose.

25 ccm Kupferlösung, 25 ccm Seignettesalzlösung und 25 ccm der nicht mehr als 1% Maltose enthaltenden Lösung werden in einer Porzellanschale zum Sieden erhitzt und 4 Minuten darin erhalten. Der weitere Gang der Analyse gestaltet sich wie bei Dextrose.

Wein hat nachstehende Tabelle für die Reduktionswerthe der Maltose ausgearbeitet.

Tabelle zur Bestimmung der Maltose nach E. Wein.

mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose
30	25.3	38	32.2	46	39.1	54	46.1	62	53.1
31	26.1	39	33.1	47	40.0	55	47.0	63	53.9
32	27.0	40	33.9	48	40.9	56	47.8	64	54.8
33	27.9	41	34.8	49	41.8	57	48.7	65	55.7
34	28.7	42	35.7	50	42.6	58	49.6	66	56.6
35	29.6	43	36.5	51	43.5	59	50.4	67	57.4
36	30.5	44	37.4	52	44.4	60	51.3	68	58.3
37	31.3	45	38.3	53	45.2	61	52.2	69	59.2

mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose	mg Kupfer	mg Maltose
70	60.1	117	101.7	164	144.0	211	185.9	258	228.0
71	61.0	118	102.6	165	144.9	212	186.8	259	228.9
72	61.8	119	103.5	166	145.8	213	187.7	260	229.8
73	62.7	120	104.4	167	146.7	214	188.6	261	230.7
74	63.6	121	105.3	168	147.6	215	189.5	262	231.6
75	64.5	122	106.2	169	148.5	216	190.4	263	232.5
76	65.4	123	107.1	170	149.4	217	191.2	264	233.4
77	66.2	124	108.0	171	150.3	218	192.1	265	234.3
78	67.1	125	108.9	172	151.2	219	193.0	266	235.2
79	68.0	126	109.8	173	152.0	220	193.9	267	236.1
80	68.9	127	110.7	174	152.9	221	194.8	268	237.0
81	69.7	128	111.6	175	153.8	222	195.7	269	237.9
82	70.6	129	112.5	176	154.7	223	196.6	270	238.8
83	71.5	130	113.4	177	155.6	224	197.5	271	239.7
84	72.4	131	114.3	178	156.5	225	198.4	272	240.6
85	73.2	132	115.2	179	157.4	226	199.3	273	241.5
86	74.1	133	116.1	180	158.3	227	200.2	274	242.4
87	75.0	134	117.0	181	159.2	228	201.1	275	243.3
88	75.9	135	117.9	182	160.1	229	202.0	276	244.2
89	76.8	136	118.8	183	160.9	230	202.9	277	245.1
90	77.7	137	119.7	184	161.8	231	203.8	278	246.0
91	78.6	138	120.6	185	162.7	232	204.7	279	246.9
92	79.5	139	121.5	186	163.6	233	205.6	280	247.8
93	80.3	140	122.4	187	164.5	234	206.5	281	248.7
94	81.2	141	123.3	188	165.4	235	207.4	282	249.6
95	82.1	142	124.2	189	166.3	236	208.3	283	250.4
96	83.0	143	125.1	190	167.2	237	209.1	284	251.3
97	83.9	144	126.0	191	168.1	238	210.0	285	252.2
98	84.8	145	126.9	192	169.0	239	210.9	286	253.1
99	85.7	146	127.8	193	169.8	240	211.8	287	254.0
100	86.6	147	128.7	194	170.7	241	212.7	288	254.9
101	87.5	148	129.6	195	171.6	242	213.6	289	255.8
102	88.4	149	130.5	196	172.5	243	214.5	290	256.6
103	89.2	150	131.4	197	173.4	244	215.4	291	257.5
104	90.1	151	132.3	198	174.3	245	216.3	292	258.4
105	91.0	152	133.2	199	175.2	246	217.2	293	259.3
106	91.9	153	134.1	200	176.1	247	218.1	294	260.2
107	92.8	154	135.0	201	177.0	248	219.0	295	261.1
108	93.7	155	135.9	202	177.9	249	219.9	296	262.0
109	94.6	156	136.8	203	178.7	250	220.8	297	262.8
110	95.5	157	137.7	204	179.6	251	221.7	298	263.7
111	96.4	158	138.6	205	180.5	252	222.6	299	264.6
112	97.3	159	139.5	206	181.4	253	223.5	300	265.5
113	98.1	160	140.4	207	182.3	254	224.4		
114	99.0	161	141.3	208	183.2	255	225.3		
115	99.9	162	142.2	209	184.1	256	226.2		
116	100.8	163	143.1	210	185.0	257	227.1		

3. Bestimmung des Invertzuckers.

Die Ausführung dieser Bestimmung ist im Kapitel „Zucker“, S. 281 u. f., beschrieben.

4. Bestimmung der Lävulose.

25 ccm Kupferlösung, 25 ccm Seignettesalzlösung (Bereitung siehe S. 429) und 50 ccm Wasser werden zum Sieden erhitzt. Nachdem 25 ccm der Lävuloselösung, welche nicht mehr als 1%-ig sein darf, zugesetzt sind, wird noch 15 Minuten im Sieden unterhalten.

Tabelle zur Bestimmung der Lävulose nach Lehmann.

mg Kupfer	mg Lävu- lose	mg Kupfer	mg Lävu- lose	mg Kupfer	mg Lävu- lose	mg Kupfer	mg Lävu- lose	mg Kupfer	mg Lävu- lose
20	7·15	100	54·39	180	104·39	260	157·88	340	214·73
30	12·87	110	60·52	190	110·86	270	164·51	350	222·21
40	18·74	120	66·72	200	117·36	280	171·44	360	229·76
50	24·59	130	72·81	210	123·92	290	178·53	370	237·39
60	30·48	140	79·01	220	130·36	300	185·63	380	244·43
70	36·40	150	85·31	230	137·23	310	192·81		
80	42·37	160	91·63	240	143·97	320	199·97		
90	48·38	170	97·99	250	150·76	330	207·36		