

7. Die Frage, ob Bier-, Wein-, Spirit- etc. Essig vorliegt, kann nicht immer mit Sicherheit beantwortet werden.

8. Zu beachten ist, daß die Speiseessige durchweg durch Verdünnen mit Brunnenwasser hergestellt werden, daher mehr oder weniger Salz- und Schwefelsäure in Form von Salzen enthalten.

Die alkoholischen Genußmittel.

1. Bier.

Literatur: A. Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie. — J. König, Chemie der menschl. Nahrungsmittel. — Carl Lintner, Lehrb. d. Bierbrauerei 1877. — E. Leiser-Heiss, Die Malz- u. Bierbereitung 1900. — C. J. Lintner, Grundriß d. Bierbrauerei (Thaerbibliothek). — P. Lindner, Mikrosk. Betriebskontrolle in dem Gärungsgewerbe. — Moritz und Morris, Handb. der Brauwissenschaft, bearb. von W. Windisch 1893. — E. Prior, Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres 1896. — J. E. Thausing, Theorie und Praxis der Malzbereitung u. Bierfabrikation. — W. Windisch, Das chem. Laboratorium des Brauers.

Unter „Bier“ sind nur durch weinige Gärung ohne Destillation erzeugte und noch in einem gewissen Stadium der Nachgärung befindliche Getränke schlechthin aus Malz (Gerste), Hopfen, Hefe und Wasser zu verstehen. Alle übrigen aus sonstigen Materialien erzeugten Getränke dürfen nur unter anderen, sie bestimmt unterscheidenden Bezeichnungen, z. B. „Reisbier“ verkauft werden.¹

Von allen alkoholischen Getränken wird das Bier in den größten Quantitäten genossen. Der Bierkonsum belief sich 1899 pro Kopf der Bevölkerung in Deutschland auf 125.0 Liter, wogegen der Verzehr von Wein sich auf 6.44, der von Brantwein auf 8.8 Liter pro Kopf und Jahr stellt.

A. Rohmaterialien.

1. Das Brauwasser.

Jedes gute Trinkwasser hat auch als tauglich zum Brauen und Mälzen zu gelten (Lintner).²

Gutes Brauwasser soll nach Lintner³ in 100 000 T. nicht mehr enthalten als

50 Gew.-T. Gesamttrückstand,

5 Gew.-T. Chlor,

2—4 Gew.-T. Salpetersäure (wenn das Wasser nur Spuren von Chlor und organischen Substanzen enthält),

¹ Reichsgesetz, betr. den Verkehr mit Nahrungsmitteln etc. Mit Einleitung, Erläuterungen etc. v. A. Zinn (2. Aufl. von R. Haas) p. 121. — ² Nicht jedes gute Brauwasser besitzt die Eigenschaften eines guten Trinkwassers. — ³ Ztschr. f. d. gesamte Brauwesen 1879, 62; 1880, 2.

8 Gew.-T. Schwefelsäure (bei Abwesenheit von tierischen Stoffen und deren Umwandlungsprodukten).

Zur Oxydation der organischen Stoffe in 100 000 T. sollen nicht mehr als 0.2 T. Sauerstoff = 1.0 Kaliumpermanganat erforderlich sein.

Der Härtegrad des Wassers soll 16—18 nicht übersteigen; bei vorwiegendem Gehalt von doppeltkohlensaurem Kalk wird man noch 20—25° zugeben können; Magnesia soll nicht mehr als 4 Gew.-T. in 100 000 T. enthalten sein.

Wasser, welche viel Kalk- und Magnesiakarbonate enthalten, verlangsamen und beeinträchtigen das Quellen und Keimen der Gerste; nachteilig auf den Keimungsprozeß wirken Natrium, besonders aber Calcium- und Magnesiumchlorid.¹ Sehr weiches Wasser entzieht der Gerste viel Salze, deren Gegenwart in derselben auf den späteren Keimungsprozeß und in der gärenden Würze von Bedeutung ist; der Einfluß weichen Wassers wird jedoch überschätzt (Prior²).

Brauwasser sei frei oder fast frei von Eisenverbindungen.

Ist das Eisen als kohlensaures Eisenoxydul vorhanden, so scheidet es sich in Berührung mit der Luft als Oxydhydrat aus und läßt sich leicht durch Filtration entfernen. In Moorwässern kommt es öfter als schwefelsaures Eisenoxydul vor.

Vor allem muß das im Brauereibetriebe zu verwendende Wasser — besonders bei den Operationen, wo dasselbe nicht gekocht wird (Wässern des Hefe, Reinigen der Bottiche etc.) — möglichst frei sein von in Würze und Bier entwicklungsfähigen Keimen (Schimmel-, Sproß- und Spaltpilzen). Eine Untersuchung des Wassers auf solche Keime ist stets auszuführen. Sie geschieht nach Emil Chr. Hansens Methode.³

Es ist demnach jedes Wasser, welches klar, farb- und geruchlos ist, nicht übermäßig viel Chlornatrium, Chlorkalcium und Chlormagnesium enthält und frei von Eisen ist, als für Brauzwecke geeignet anzusehen. Die mäßig harten Wässer, namentlich wenn die Härte vorwiegend durch Calciumsulfat bedingt ist, verdienen den Vorzug, weil die Würze bei Verwendung härteren Wassers stärker mit Kalkverbindungen angereichert wird, mit Salzen, welche die Hefe zu ihrer Ernährung bedarf.

In Anerkennung der Bedeutung des Kalkgehaltes härtet man in England das weiche Wasser durch Zusatz von Gips. Dies Verfahren wird nach der Stadt Burton, in welcher es zuerst angewendet wurde, Burtonisieren genannt.

Über den Einfluß des Gipsgehaltes eines Brauwassers sagt Lintner⁴:

1. Die Extraktausbeute wird dadurch wesentlich vermindert; 2. der Gehalt der Würze an Protenoiden wird nicht beeinflusst; 3. der Phosphorsäuregehalt der Würze wird durch den Gipsgehalt des Wassers wesentlich vermindert; 4. der Aschengehalt wird nicht dem Gipsgehalt entsprechend vermehrt; 5. auch beim kalten Einmaischen (Satzverfahren) wird bereits der Gips des Wassers zerlegt und phosphorsaurer Kalk ausgeschieden.

Andererseits befördert ein mäßiger Gipsgehalt die Klärung der Würze und ist bei englischen Brauern beliebt.

¹ Ztschr. ges. Brauw. 1878, 33. 373; 1880, 7; 1881, 130. — ² Prior, Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres. Leipzig 1896, 96. 286. —

³ Ztschr. ges. Brauw. 1888, 1; Prior l. c. 15. — ⁴ Der Bierbrauer 1876, 241.

2. Die Gerste.

Von den verschiedenen Gerstensorten hat für die Bierbereitung die zweizeilige Gerste (*Hordeum distichum*) die größte Bedeutung.

Eine gute Braugerste soll ein glänzendes Aussehen und weiße Farbe besitzen, gleichmäßig reif, gleichwüchsig und völlig trocken sein; sie soll dünnhülsig sein und aus kurzen, bauchigen Körnern bestehen; sie soll frei sein von beschädigten und mißfarbenen Körnern, soll keinen dumpfen Geruch und keine Pilzbildungen zeigen; das Endosperm soll eine mehlig Beschaffenheit haben; vor allem aber muß ihr eine möglichst große Keimfähigkeit innewohnen. Die Gerste soll reich sein an Stärke, der Proteingehalt derselben soll aber nicht zu hoch sein.

Mangelhafte, schlechte Gerste erkennt man besonders am erdigen, modrigen Geruch, meist auch an den braunen Spitzen der Körner, die durch Pilzwucherungen hervorgerufen werden sollen. Auch ein zusammengeschrumpfter, dunkelgefärbter Keimling deutet auf nachteilige Veränderungen der Gerste (unreif geerntete, feucht geerntete Gerste, Lagerung in schlecht ventilierten, dumpfen Räumen).

Die Zusammensetzung der Gersten verschiedener Länder, selbst diejenige eines und desselben Landes ist eine wesentlich verschiedene. Deutsche Gerstensorten ergaben nach König¹: Wasser = 8.70—21.59 %; N-Substanz = 6.70—15.81 %; Fett = 0.80—3.08 %; N-freie Extraktstoffe = 59.35—72.14 %; Holzfaser = 3.31—9.63 %; Asche = 1.56 bis 6.50 % (305 Analysen).

C. J. Lintner² führt für die mittlere Zusammensetzung guter Braugerste folgende Zahlen an:

			Sonstige			
Wasser	Protein	Stärke	N-freie Stoffe	Fett	Rohfaser	Asche
14 %	9 %	62 %	3.5 %	2.5 %	6.5 %	2.5 %

Der Gehalt der Gerste an N-Substanz ist bei glasigen Körnern größer als bei mehligten. Stickstoff- (Chilisalpeter-) und Phosphorsäuredüngung erhöhen den N-Gehalt der Gerste; bei Braugersten ist aber ein niedriger N-Gehalt erwünscht. Fr. Farsky³ hat nachgewiesen, daß durch Beregnen der Gerste sowohl die Eiweißstoffe als auch die Kohlehydrate Zersetzungen unterliegen, und die Löslichkeit der organischen Stoffe zunimmt.

J. König⁴ teilt folgende von M. Märker ausgeführten Analysen von normaler und beregneter Gerste mit:

Gerste	Amide	Eiweiß		Maltose	Dextrin	Stärke	
		löslich	unlös.			löslich	unlös.
Normal	1.5 %	4.6	91.5	3.12	2.14	1.76	62.02
Ausgew.	22.2	1.8	72.8	14.70	2.44	1.17	52.34

¹ König l. c. I, 494—505; II, 467. — ² l. c. 3. — ³ Woch. f. Brauerei 1886. 3, 610. — ⁴ J. König l. c. II, 469.

In der ausgewachsenen Gerste fand also eine Zunahme an Amidon und Maltose, eine Abnahme von unlöslichem Eiweiß und Stärke statt.

Die Protein- oder Stickstoffsubstanzen der Gerste bestehen aus: Glutenskasein, Glutinfibrin, Mucedin und Albumin; die beiden letzteren sind in Wasser löslich (Mucedin schwerer), die beiden ersten in Wasser unlöslich, in Alkohol löslich. Der Gehalt der Gerste an löslichen Eiweißkörpern liegt zwischen 3 und 8%.

Unter den löslichen Stickstoffverbindungen findet sich ein von der Diastase verschiedenes Enzym, die Glykase; diese besitzt ein Umwandlungs-, aber kein Lösungsvermögen für Stärke, kann dieselbe also erst dann in Dextrose überführen, wenn sie durch Diastase in Maltose und Dextrin umgewandelt ist.

Die von Cuisinier¹ entdeckte Glykase wurde eingehend studiert von R. Géduld² und von M. W. Beyerink.³

Amide sind in ungekeimter Gerste nur in geringen Mengen vorhanden, werden aber beim Keimprozesse in reichem Maße gebildet. Siehe obige Tabelle.

Die N-freien organischen Stoffe des Gerstenkornes bestehen der Hauptsache nach (60—67%) aus Stärke, dann aus Dextrin und Zucker (Maltose). Nach König bestehen die im Mittel von 716 Proben gefundenen freien Extraktstoffe aus

In der lufttrockenen Substanz:			In der Trockensubstanz:		
Maltose	Dextrin	Stärke etc.	Maltose	Dextrin	Stärke etc.
1.51%	6.39%	59.09%	1.76%	7.43%	67.75%

Siehe auch G. Düll, Über die wasserlöslichen Kohlehydrate des Malzes u. der Gerste. Chem.-Ztg. 1893. 17, 67. 100 (hier weitere Literatur!).

Im Fett der Gerstenkörner hat Aug. Stellwaag⁴ 13.62% freie Fettsäuren, 77.78% Neutralfett, 4.24% Lecithin und 6.08% Cholesterin bzw. Phytosterin gefunden.

Die Acidität eines wäßrigen Gerstenauszuges, welche früher ihrem Gehalte an Milchsäure zugeschrieben wurde, fand E. Prior⁵ in der Hauptsache durch die Anwesenheit primärer Phosphate und zum kleineren Teile durch flüchtige und fixe organische Säuren bedingt.

Die prozentische Zusammensetzung der Gerstenasche siehe S. 231.

Prüfung der Gerste.

1. **Keimfähigkeit.** Von einer genau 6 Stdn. bei Zimmertemperatur in Brunnenwasser eingeweichten Gerste zählt man nach Abgießen des Wassers 500 Körner ab und breitet diese auf mehrfach zusammengelegtes Filtrierpapier, überdeckt wieder mit Filtrierpapier, feuchtet dies

¹ Ztschr. f. d. ges. Brauwesen. 1886. 8, 257; nach Rev. universelle de la Brasserie. — ² Wochenschr. f. Br. 1891. 12, 545; nach Destill. française. — ³ Ctrbl. f. Bakt. u. Paras. 1895. II. Abt. 221. — ⁴ Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1886. 8, 175. — ⁵ Bayr. Brauerjournal 1896. 5, 181; Prior l. c. 40.

mäßig an, bedeckt mit einer Glasglocke und läßt bei 15—20° C. drei Tage stehen. Nach dieser Zeit zählt man die gekeimten Körner.

Man kann auch eine Doppelglasschale (sog. feuchte Kammer) verwenden.

Von guter Gerste keimen mindestens 95%; je gleichmäßiger und rascher die Keimung erfolgt, desto besseres Malz steht zu erwarten. Unter Keimungsenergie versteht man die Anzahl Körner (auf 100 berechnet), welche in drei Tagen keimen, unter Keimfähigkeit die Anzahl der in fünf oder mehr Tagen gekeimten (der keimfähigen) Körner.

2. Das **Hektolitergewicht** wird mittels eigener Wagen bestimmt. Ein Hektoliter mittelschwerer Gerste wiegt 65—67 kg, schwere Gerste wiegt 68, 70, selten 75 kg.

3. **Wassergehalt.** Trocknen von 3—5 g in einer Mühle zerkleinerter Gerste bei 100—105° C. bis zur Gewichtskonstanz.

Der normale Wassergehalt liegt zwischen 12 und 16%; gleich nach der Ernte ist er natürlich höher.

4. **Asche, Phosphorsäure.** Verbrennen der zur Trockensubstanz (Wassergehalt) verwendeten Portion.

In der mehrere Male mit Salpetersäure eingedampften (um in der Hitze gebildete Pyrophosphate in dreibasische Phosphate überzuführen), dann 2 Stdn. bei 150° erhitzten (Unlöslichmachung der Kieselsäure) und mit verdünnter Salpetersäure aufgenommenen Asche kann man die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode bestimmen.

5. **Bestimmung des Stärkemehls.** 3 g der fein gemahlene Substanz werden in einem mindestens 150 ccm fassenden Fläschchen mit 100 ccm Wasser durch Einstellen in ein kochendes Wasserbad möglichst verkleistert, sodann wird das Fläschchen in den sog. Soxhletschen Dampftopf verbracht, in welchem durch drei- bis vierstündiges Erhitzen bei drei Atmosphären die Stärke gelöst wird. Nachdem der Überdruck beseitigt ist, wird die Flasche herausgenommen und der Inhalt sofort (noch heiß) durch einen mit Asbest gefüllten Trichter abfiltriert und mit heißem Wasser gewaschen (Prüfung des Rückstandes mit Jod). Das Filtrat wird auf 200 ccm aufgefüllt und mit 20 ccm Salzsäure (spez. Gew. = 1.125) 3 Stunden im kochenden Wasserbade erhitzt (Überführung der Stärke in Dextrose). Man läßt dann erkalten, neutralisiert mit Natronlauge — die Flüssigkeit muß noch schwach sauer reagieren — und füllt auf 500 ccm auf. Zur Bestimmung des Zuckers verfährt man nun wie bei der Dextrosebestimmung nach Allihn: 60 ccm Fehling'sche Lösung, 60 ccm Wasser, 25 ccm Zuckerlösung werden 2 Minuten lang gekocht etc. $\text{Dextrose} \times 0.9 = \text{Stärkemehl}$.

Folgende Methode von Märker soll genauer sein:

3 g fein gepulverter Substanz werden in einem kleinen zylindrischen, etwa 100 ccm fassenden Metallgefäß mit 50 ccm Wasser durch 20 Min. andauerndes Einstellen in kochendes Wasser verkleistert, sodann auf 70° C. abgekühlt, mit 5 g Malzextrakt (100 g Grünmalz auf 500 ccm

Wasser) versetzt und 20 Minuten zur Verflüssigung des Stärkemehls in einem Wasserbad bei 70° C. gehalten. Alsdann fügt man 5 ccm 1 proz. Weinsäure hinzu, bringt das mit einem Metallschälchen zugedeckte Gefäß in einen Soxhletschen Dampftopf und erhitzt $\frac{1}{2}$ Stunde auf drei Atmosphären. Nach dem Erkalten und Öffnen des Dampftopfes senkt man das Gefäß wieder in das 70° warme Wasserbad und versetzt den Inhalt mit 5 ccm Malzextrakt; nach 20 Minuten ist alles Stärkemehl sicher gelöst; man spült den Inhalt in einen 250 ccm-Kolben, filtriert nach $\frac{1}{4}$ Stunde ab und invertiert 200 ccm davon mit 15 ccm Salzsäure (spez. Gew. 1.125) wie oben. Bei der Zuckerbestimmung ist die in den zugesetzten 10 ccm Malzextrakt enthaltene Menge Kohlehydrate zu berücksichtigen.

Anstatt des Malzextraktes nimmt man, um sich eine Zuckerbestimmung zu ersparen, besser 0.05—0.1 g der nach Lintner jun. bereiteten Diastase. Siehe S. 98.

6. **Stickstoff.** Nach Kjeldahl in 1—2 g gepulverter Substanz. Vergl. S. 88. Beim Abdestillieren des Ammoniaks werden 15—20 ccm Normal-Schwefelsäure vorgelegt. Die nicht an NH_3 gebundene Säure titriert man mit $\frac{1}{2}$ - oder $\frac{1}{4}$ -Normallauge zurück.

Gute Braugerste soll nicht mehr als 10.5 % Stickstoffsubstanzen in der Trockensubstanz enthalten.

7. **Bestimmung des Eiweißstickstoffes.** Nach Stutzer.¹ 1—2 g Substanz übergießt man im Becherglase mit 100 ccm absolutem Alkohol und 1 ccm Essigsäure, läßt absitzen, filtriert mit der Vorsicht, daß von dem Ungelösten möglichst wenig auf das Filter kommt und wäscht das Filter mit Alkohol aus. Den im Becherglase befindlichen Rückstand erhitzt man mit 100 ccm Wasser zum Sieden (stärkemehlreiche Substanzen 10 Minuten lang im Wasserbad), setzt 10 ccm des unten näher beschriebenen Kupferoxydhydrates, das 0.3—0.4 g Kupferoxyd enthält, hinzu bringt nach dem Erkalten und Absetzen auf das bereits benutzte Filter, wäscht mit wenig Wasser aus, übergießt dann zweimal mit Alkohol, um schnelleres Trocknen bei 100° zu ermöglichen. Den getrockneten Niederschlag verbrennt man nach Kjeldahl. Gefundener $\text{N} \times 6.25 = \text{Eiweiß}$.

Kupferoxydhydrat zur Eiweißbestimmung nach Stutzer:

100 g CuSO_4 werden mit 5 Liter H_2O gelöst und 2.5 ccm Glycerin zugesetzt; dann füllt man das $\text{Cu}(\text{OH})_2$ mit so viel verdünnter NaOH , daß die Flüssigkeit eben alkalisch reagiert. Der Niederschlag wird abfiltriert, in einer Schale mit Wasser, das pro Liter 5 g Glycerin enthält, zerrieben und die letzten Spuren von Alkali durch wiederholtes Dekantieren und Filtrieren entfernt. Der zuletzt auf das Filter gebrachte Niederschlag wird endlich mit Wasser, dem 10 % Glycerin zugemischt ist, verrieben, so daß er eine gleichmäßige, mit einer Pipette aufsaugbare Masse bildet; in 10 ccm wird der Gehalt an $\text{Cu}(\text{OH})_2$ quantitativ bestimmt und das Ganze in gut verschließbare Flaschen gebracht. Die Masse soll in 10 ccm 0.3—0.4 g $\text{Cu}(\text{OH})_2$ enthalten.

¹ Journ. f. Landw. 1881, 473; Repert. anal. Chem. 1885. 5, 162.

8. **Bestimmung der löslichen Eiweißverbindungen.** Man bringt 20 g gepulverte Substanz in eine Kochflasche, digeriert mit 200 ccm Wasser bei 50° C. im Wasserbade, gießt ab, digeriert noch zweimal in derselben Weise und kocht dann fünfmal unter Erneuerung des verdunstenden Wassers mit 200 ccm Wasser aus. Die sämtlichen Filtrate werden vereinigt und auf 2000 ccm gebracht. 1000 ccm werden anfangs in einer Platinschale, später in Zersetzungskölbchen konzentriert und nach Kjeldahl verbrannt.

Die Gesamtmenge der wasserlöslichen Stoffe erfährt man durch Abdampfen eines aliquoten Teiles obiger Lösung und Trocknen bei 100° C., durch Glühen dieses Trockenrückstandes die löslichen Mineralbestandteile.

Delbrück maischt zur Bestimmung der löslichen Proteinsubstanzen 50 g des feingemahlten Kornes mit wenig Wasser zu einem dicken Brei, verdünnt auf 500 ccm, erwärmt 4 Stunden bei 50° C. im Wasserbad und füllt nach dem Erkalten zu 1 l auf. In 50 ccm des Filtrates wird der N nach Kjeldahl bestimmt.

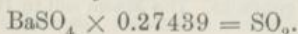
9. **Prüfung auf Schwefelung.** Um der Gerste, besonders mißfarbig gewordener, eine frischere, hellere Farbe zu geben, wird dieselbe hie und da geschwefelt; durch diese Manipulation wird die Keimfähigkeit der Gerste vermindert (nach Eckenroth um 10%).

Zum Nachweise stattgefundenener Schwefelung behandelt man 20 g feingemahlener Gerste in einem Kolben $\frac{1}{2}$ Stunde lang unter öfterem Umschütteln mit 200 ccm kaltem Wasser, filtriert, gibt 50 ccm des klaren Filtrates in ein 150 ccm Erlenmeyer-Kölbchen und setzt ca. 1.5 g chemisch reines, schwefelfreies Zink und 25 ccm reine, von schwefliger Säure freie Salzsäure vom spez. Gew. 1.125 hinzu. (Blinder Versuch! 50 ccm H₂O, 1.5 g Zn und 25 ccm HCl.)

Das Kölbchen wird mit einem Wattepfropf verschlossen, dessen Unterseite mit einer Lösung von basischem Bleiacetat befeuchtet ist. War die Gerste geschwefelt, so wird das Schwefeldioxyd durch Einwirkung des Wasserstoffs in Schwefelwasserstoff verwandelt, das sich durch die Bräunung oder Schwarzfärbung des Pfropfens zu erkennen gibt.

Vergl. L. Aubry, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1883. 5, 145; E. Prior, Bayr. Brauerjournal 1892. 1, 661 und dessen Chemie und Physiol. des Malzes und des Bieres S. 270.

Zur quantitativen Bestimmung werden 10 g Gerste in einem Kolben mit 250 ccm Wasser übergossen und nach Zusatz von etwas Phosphorsäure im Kohlensäurestrom destilliert. Auffangen des Destillates in Jodlösung; Oxydation der schwefligen Säure zu Schwefelsäure; Fällung mit Chlorbaryum.



10. **Beschaffenheit des Mehlkörpers.** Hierüber gibt das Farinatom Aufschluß. Vergl. E. Prior l. c. 55.

3. Der Hopfen.

Unter „Hopfen“ versteht man die unbefruchteten Fruchtzapfen (Hopfenkätzchen, Hopfendolden) der kultivierten weiblichen Hopfenpflanze, *Humulus Lupulus* L., einer Urticacee.

Der Hopfen gedeiht am besten in sonniger Lage auf warmem, mäßigfeuchtem, kalkhaltigem Lehm Boden.

Der feinste Hopfen wird in Böhmen (Saaz, Auscha) geerntet; berühmt sind auch die bayrischen Hopfen aus der Gegend von Spalt und der Hollertau (Wohnzach), ferner die von Hersbruck, Altdorf und Bamberg. Auch in Posen, Württemberg, Baden, im Elsaß und in Lothringen wird Hopfen gebaut.

Der Zusatz von Hopfen zum Bier geschieht aus folgenden Gründen:¹

1. Der Hopfen verleiht dem Biere einen ausgesprochenen bitteren Geschmack und ein bestimmtes Aroma.
2. Der Hopfen klärt die Würze, nicht nur durch Ausscheidung gewisser Eiweißkörper, sondern auch auf mechanischem Wege beim lebhaften Kochen der Hopfendolden in der Pfanne und durch Filtrieren der Würze über den Hopfen.
3. Das Bier wird infolge der antiseptischen Eigenschaften einiger Hopfenbestandteile konserviert.
4. Der Hopfen unterstützt die Sterilisation der Würze.

Unter den **chemischen Bestandteilen** des Hopfens sind zu unterscheiden die allgemeinen Pflanzenbestandteile (Stickstoffsubstanzen, Fett, stickstofffreie Extraktstoffe, Cellulose, Asche) und die spezifischen, für die Bierbereitung wirksamen Bestandteile des Hopfens, hauptsächlich das Hopfenmehl, welches sich in Form von gelblichen Kügelchen an der Unterseite der Brakteen befindet.

Das Hopfenmehl, auch Lupulin genannt, ist keine bestimmte chemische Verbindung, sondern ein Drüsensekret, der Träger verschiedener aromatischer und bitterer Hopfenbestandteile. Die Menge desselben schwankt zwischen 6 und 17 %.

Die Zusammensetzung desselben ist:²

	Flücht. Öl	Hopfen- harz	Hopfen- bitter	Wachs	Gerbsäure	Sonstige Stoffe
Nach Payer und Chevalier	2.0	55.0	10.3	—	5.0	32.7
Nach Joos	—	30.0	9.2	10.0	4.2	46.6

Von den spezifischen Bestandteilen des Hopfens sind zu erwähnen:

- a) Das Hopfenöl, ein bei der Destillation mit dem Wasserdampf übergehendes aromatisches Öl, das vorwiegend in dem Hopfenmehl seinen Sitz hat und nach Personne aus Valerol und einem Kohlenwasserstoff besteht. Beim Aufbewahren des Hopfens geht das erstere in Valerian-

¹ Moritz und Morris, Handb. d. Brauwissenschaft, 174. — ² J. König l. c. II, 831.

säure über, das dem alten Hopfen den eigenartigen käsigen Geruch verleiht. Der Gehalt des Hopfens an Hopfenöl wird zu 0.2—0.8% angegeben.

Vergl. A. C. Chapman, Journ. of the Fed. Ind. of Brewing 1898; Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1898. 21, 339.

b) Die Hopfenbittersäuren, ebenfalls vorwiegend im Hopfenmehle vorhanden. Im Hopfen sind mindestens zwei Bittersäuren zu unterscheiden, welche bezüglich ihres chemischen Verhaltens große Übereinstimmung zeigen, durch ihre physikalischen Eigenschaften, ihre Elementarzusammensetzung und ihre Spaltungsprodukte sich jedoch als wesentlich verschiedene Körper erweisen.

Vergl. G. Barth u. J. C. Lintner, Zur Kenntnis der Lupulinsäure. Berl. Ber. 1898. 32, 2022. — G. Barth, Chemische Studien über die Bitterstoffe des Hopfens. Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1900. 23, 504. 554. 572. 594. (Hier auch die frühere Literatur!)

c) Die Hopfenharze. Auch von diesen sind verschiedene zu unterscheiden. M. Hayduck¹ isolierte aus einem ätherischen Hopfenauszuge zwei in Petroläther leicht lösliche Weichharze, von denen das eine durch Bleiessig fällbar ist, ferner ein festes, sprödes Harz, das durch Bleiessig nicht fällbar und in Petroläther unlöslich ist. Die beiden Weichharze allein geben dem Biere den gewünschten bitteren Geschmack; sie besitzen auch die wichtige Eigenschaft, Spaltpilzgärungen zu unterdrücken. Das vollständig geschmacklose Hartharz ist für das Bier wertlos.

d) Die Hopfengerbsäure, welche aus der Bierwürze einen Teil der Eiweißstoffe fällt und auf das Bier konservierend einwirkt. Der Gerbstoffgehalt des Hopfens schwankt zwischen 1.38 und 5.13%.

Vergl. M. Hayduck, Über den Hopfengerbstoff. Wochenschr. f. Br. 1894. 11, 409; Hilgers Vierteljahrsschr. 1894. 9, 251.

e) Alkaloide. M. Greshoff ist der Ansicht, daß der Hopfen ein flüchtiges Alkaloid enthalte, wogegen die Anwesenheit fester Alkaloide nicht erwiesen sei. Bislang hat man keines in reinem Zustande herstellen und analysieren können.

Die Angaben über ein von W. Williamson als Hopein bezeichnetes Alkaloid waren nicht zutreffend. Vergl. E. Prior l. c. 256.

P. Gries und G. Harrow² wiesen in Hopfenauszügen Cholin nach. A. Bungener³ fand im Hopfen etwa 1% Asparagin.

Die Hopfen-Asche ist besonders reich an Kali (16.30 bis 51.60%) und Phosphorsäure (9.20—22.60%). J. Brand⁴ wies in der Asche der Hopfenzapfen (auch der Blätter, Stiele und Zweige) Borsäure nach, die auch in geringer Menge in das Bier übergehen kann.

Die Menge der in heißem Wasser löslichen Bestandteile des Hopfens, auf Trockensubstanz berechnet, beträgt nach C. Krauch 31.62%.

¹ Wochenschr. f. Br. 1888. 5, 937; Hilgers Vierteljahrsschr. 1888. 3, 421. — ² Berl. Ber. 1885. 18, 717. — ³ Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1885. 7, 267. — ⁴ Das. 1892. 14, 426.

Siehe noch: Lerner und Holzner, Beiträge zur Kenntnis des Hopfens. Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1893. 15, 259; 1894. 16, 179; 1895. 17, 83. 93. 105. — M. Greshoff, Chemische Studien des Hopfens. Inaug.-Diss. Jena 1885. — H. Zirngibl, Die Feinde des Hopfens aus d. Tier- u. Pflanzenreiche. Berlin bei P. Parey.

Über die Behandlung und Konservierung des Hopfens siehe E. Prior l. c. 267 u. f.

Chemische Untersuchung des Hopfens.

Dieselbe kann im allgemeinen wenig Auskunft über die Qualität desselben geben; sie erstreckt sich auf:

1. **Wasserbestimmung.** Trocknen von 4—5 g zerzupfter Hopfenzapfen auf Uhrgläsern im Vakuum über frischer konz. Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur, bis zwei an zwei aufeinander folgenden Tagen ausgeführte Wägungen Gewichtskonstanz ergeben.

2. **Bestimmung der Asche.** In bekannter Weise.

3. **Petroläther-Extrakt.** Man wiegt etwa 5 g getrockneter Hopfenzapfen in eine Extraktionshülse von Schleicher und Schüll und extrahiert im Soxhletschen Apparate 8—10 Stdn. mit niedrig siedendem Petroläther. Zurückwiegen der extrahierten Hopfenmenge.

Durch Alkohol würde dem Hopfen auch das für die Brauerei wertlose, in Petroläther unlösliche Hartharz entzogen.

4. **Gerbsäuregehalt.** Derselbe wird bestimmt nach der Methode von Neubauer-Löwenthal in der von B. Schröder verbesserten Form:¹ Titration eines wäßrigen Hopfenauszuges vor und nach seiner Behandlung mit Hautpulver mit einer auf reines Tannin eingestellten Chamäleonlösung unter Anwendung von Indigo als Indikator.

Erforderliche Lösungen:

a) Kaliumpermanganatlösung: 1.667 g KMnO_4 in 1 l H_2O .

b) Indigolösung: 10 g indigoschwefelsaures Natron wird in 1 l H_2SO_4 (1:5) gebracht, dazu 1 l destilliertes H_2O gegeben, stark geschüttelt, bis Lösung erfolgt ist, dann filtriert. Die Beziehung zwischen Indigolösung und KMnO_4 -Lösung wird ermittelt, indem man 20 ccm Indigolösung mit $\frac{3}{4}$ l Wasser versetzt und mit KMnO_4 -Lösung titriert, bis die anfangs tiefblaue Farbe in grün, gelbgrün und schließlich goldgelb umgeschlagen ist. Vergl. bei „Wein“. 20 ccm Indigolösung reduzieren ca. 10.7 ccm obiger KMnO_4 -Lösung.

c) Hautpulver; dies muß weiß und fein wollig sein und darf an kaltes Wasser keine Bestandteile abgeben, die Chamäleon reduzieren. (Blinde Bestimmung mit 3 g Hautpulver!)

d) Reinstes Tannin.

Titerstellung der Kaliumpermanganatlösung. Man löst 2 g lufttrocknes Tannin in 1 l Wasser und bestimmt den Gesamt- KMnO_4 -Verbrauch von 10 ccm dieser Lösung unter Zusatz von 20 ccm Indigolösung (und $\frac{3}{4}$ l H_2O), deren bekannter Reduktionswert (s. oben) abzuziehen ist.

Ferner bestimmt man den KMnO_4 -Verbrauch der Tanninlösung nach dem Behandeln mit Hautpulver, indem man 50 ccm Tanninlösung mit 3 g Hautpulver, das zuvor eingeweicht und dann wieder gut ausgepreßt war, unter öfterem Schütteln (in einem Stöpselglase) 18—20 Stdn. behandelt, dann filtriert und 10 ccm

¹ Ber. üb. die Verhandl. der Kommission zur Feststellung einer einheitlichen Methode d. Gerbstoffbestimmung. Berlin 1883; Ztschr. anal. Chem. 1886. 25, 121.

des Filtrates mit KMnO_4 und Indigo titriert. Beträgt der KMnO_4 -Verbrauch des Hautfiltrates nicht mehr als 10% des Gesamt- KMnO_4 -Verbrauches, so ist das Tannin zur Titerstellung brauchbar. Man bestimmt dann den Wassergehalt des Tannins (Trocknen bei 100° C. bis zum konstanten Gewichte) und berechnet aus dem obigen Versuche (Gesamt- KMnO_4 -Verbrauch) den Titer nach Trockensubstanz des Tannins; der so erhaltene Titer gibt, mit 1.05 multipliziert, den wahren Titer der KMnO_4 -Lösung für Gerbstoff.

Ausführung der Titration. Neubauer läßt das Chamäleon anfangs langsam (1 Tropfen in der Sekunde) zufließen unter fortwährendem heftigen Umrühren der Flüssigkeit (in einem Becherglase mit weißer Unterlage, oder in einer Porzellanschale), bis die Flüssigkeit hellgrün geworden ist (Tröpfelmethode); von da ab gibt man die KMnO_4 -Lösung langsamer zu, bis die Flüssigkeit rein gelb wird. — v. Schröder läßt anfangs immer 1 ccm KMnO_4 -Lösung einfließen und rührt nach jedem Zusatz 5—10 Sekunden um (Einkubikzentimeter-Verfahren).

Bei der Ausführung der Gerbstoffbestimmung müssen stets möglichst die gleichen Bedingungen eingehalten werden, wie bei der Titerstellung!

Die Gerbstofflösung muß einen derartigen Gehalt haben, daß 10 ccm derselben 4—10 ccm KMnO_4 -Lösung reduzieren.

Der auf Gerbstoff zu prüfende Hopfenauszug wird bereitet, indem man den zur Befreiung von wachs- und harzartigen Substanzen zuerst mit Äther extrahierten Hopfen in lufttrocknem Zustande in einer Schrotmühle grob zerkleinert und von dem Pulver 10 g sechsmal mit je 100 ccm Wasser im kochenden Wasserbade, das erste Mal 1 Stunde, die folgenden fünfmal je $\frac{1}{2}$ Stunde extrahiert, die Flüssigkeit auf 500 ccm auffüllt, wozu der sechste Auszug verwendet wird, und filtriert.

Man titriert nun 10 ccm des Auszuges vor und nach der Behandlung mit Hautpulver. Die Differenz beider Ergebnisse gibt den KMnO_4 -Verbrauch, welcher der vorhandenen Gerbstoffmenge entspricht.

Andere Verfahren der Gerbstoffbestimmung siehe: Ed. Kokosinsky, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1890. 12, 571; Moritz und Morris, Handb. d. Brauwissenschaft 453. — Ruoss, Ztschr. anal. Chem. 1902. 41, 717; Wochenschr. f. Br. 1903. 20, 47.

5. Prüfung auf Schwefelung.

Hopfen wird vielfach zur Vermeidung nachteiliger Veränderungen während des Trocknens gleichzeitig geschwefelt. Durch das Schwefeln wird aber auch die Farbe (nach welcher der Hopfen zum Teil beurteilt wird) günstig beeinflusst und die Beimischung geringwertiger oder im Verderben begriffener Hopfen zu guter Ware ermöglicht. Vergl. Prior l. c. 269. Siehe auch H. Kämmerer, Das Schwefeln des Hopfens. Ber. über d. 4. Vers. bayr. Vertr. der angew. Chemie. Nürnberg 1885, 12.

10 g Hopfen werden mit einer Schere zerschnitten, in einem Kolben mit 200 ccm Wasser übergossen und nach Zusatz von etwas Phosphorsäure im Kohlensäurestrom destilliert etc. Vergl. bei „Gerste“.

Der Hopfen kann zuweilen, bei nicht sorgfältiger Schwefelung, freien Schwefel in feiner Verteilung aufnehmen. Solcher Hopfen entwickelt bei der Gärung Schwefelwasserstoff.

Zur Prüfung auf freien Schwefel mischt man den Hopfen in einem Kolben mit frischer, dickbreiiger Hefe und läßt das sich entwickelnde Gas auf einen mit Bleiessig befeuchteten Wattepfropfen einwirken.

6. Hopfenmehl. (Mechanische Analyse nach Haberlandt.¹⁾ Eine gute Durchschnittsprobe, 10—20 g, wird nach dem Trocknen über einem

¹ Wiener landw. Ztg. 1875, Nr. 44.

Haarsiebe mit 0.5 mm weiten Löchern mittels Pinzetten zerpfückt; die Fruchtspindeln und Stiele werden in Glasschälchen einzeln gesammelt, die Deckblätter läßt man einzeln auf das Sieb fallen, das auf schwarzem Glanzpapier steht. Die abgezapften Deckblätter werden im Siebe mit einem weichen Haarpinsel 5—10 Minuten abgebürstet, wobei das Lupulin durch das Sieb fällt. Nun werden die einzelnen Teile gewogen.

Um den Lupulingehalt genauer zu erfahren, kann man nach F. Reinitzer¹ das nach der Haberlandtschen Methode gesammelte Lupulin inkl. Hülsen in einem Wägegläschen wiegen, mit Hilfe von Chloroform auf ein Filter bringen, das Filter zusammenfalten und im Soxhlet'schen Apparate mit Chloroform extrahieren. Dann nimmt man das Filter mit den Lupulinhüllen aus dem Apparate, läßt an der Luft trocknen, bringt die Hüllen mittels eines Pinsels in das Wägeglas zurück, trocknet bei 100° und wiegt.

Man erfährt so das Gewicht der Lupulinhülsen und aus der Differenz den Lupulingehalt.

Beurteilung des Hopfens.

Der Hopfen muß vor allem mehlreich sein, frei von Schimmel und Mehltau und muß einen aromatisch lieblichen Geruch besitzen. Der Gehalt an Hopfenmehl wie auch der Geruch werden am besten durch Zerreiben des Hopfens zwischen den Händen festgestellt. Die Farbe des Hopfens soll eine grünlichgelbe sein; hellgrüne Hopfen sind „unreif“ (im brautechnischen Sinne) und enthalten wenig Mehl; überreifer Hopfen ist leicht rot bis rotbraun gefärbt, er hat sein Mehl zum großen Teil schon verloren (Insekten, Wind). Der Geschmack des Hopfens sei angenehm bitter, nicht rau und kratzig, nicht sauer und fremdartig. Die Blätter des Hopfens sollen eng und fest aneinanderliegen; offene Zapfen sind unreif; beim Pressen in der Hand sollen sich die Zapfen zusammenballen (Harzreichtum).

Kennzeichen alten Hopfens: Die Farbe dunkelt nach und ist nach mehreren Jahren braun, das aromatische Öl verschwindet, daher alter Hopfen wenig und unangenehmen Geruch (Baldriansäure) besitzt. Die Blätter lösen sich leicht vom Stengel, das Lupulin wird dunkelrot bis rotbraun, die Zapfen haften nicht mehr aneinander, beim Zerreiben gibt er kein Harz an die Hand ab.

Die Lupulindrüsen von frischem Hopfen sind (unter dem Mikroskope gesehen) glänzend und glatt und geben beim Drücken eine grünlichgelbe Substanz ab, die Drüsen von altem Hopfen sind zusammengeschrumpft und runzlich, ihr Inhalt dicker und dunkler.

Bezüglich der Beurteilung des chemischen Befundes sei noch angeführt:

Der Wassergehalt betrage 10—17%, der Aschengehalt 6 bis 10%, der Gerbsäuregehalt liegt zwischen 2 und 6%.

¹ Allgem. Br.- u. Hopfenztg. 1889, 1335; E. Prior l. c. 265.

Nach Fr. Haberlandt schwankt der Gehalt an

Hopfenmehl	zwischen	7.92	und	15.70	‰
Dolden-(Deck-)blättern	„	69.79	„	78.36	„
Spindeln und Stengeln	„	8.50	„	17.54	„
reifen Früchten	„	0.02	„	7.80	„

Vergl. noch: C. Fruwirth, Hopfenbau u. Hopfenbehandlung, 1888. Thaer-Bibliothek. P. Parey. — Th. Remy, Wochenschr. f. Br. 1898. 15, 530. 556. 583. 605; 1899. 16, 281.

4. Die Hefe.

Die in der Brauerei in Betracht kommende Hefe ist die Bierhefe, *Saccharomyces cerevisiae*, von welcher es zwei Arten gibt, die Oberhefe und die Unterhefe.

Die Unterhefe bewirkt Gärung bei Temperaturen von 4—10° C., die Gärung dauert 8—10 Tage, die Temperatur steigt in dieser Zeit um 1.5—2.5°; die alte wie die neugebildete Hefe setzt sich auf dem Boden des Gärgefäßes als dichter Bodensatz ab.

Die Oberhefe bewirkt Gärung bei 12—25° C. und die Gärung nimmt einen raschen stürmischen Verlauf; sie ist in 2—3 Tagen zu Ende; die neugebildeten Hefezellen steigen an die Oberfläche und bilden dort eine schaumartige Decke. Die Oberhefe sproßt in größeren Verbänden, während die Unterhefe meist einzeln oder gepaart vorkommt.

Die Ansicht älterer Forscher (Cagnard de Latour, Turpin, Mitscherlich), daß die Oberhefe sich morphologisch von der Unterhefe unterscheide, wurde eine Zeitlang von Pasteur bekämpft; die Untersuchungen von M. Rees, sowie die neueren Forschungen von Pasteur (*Etudes sur la bière*) und E. Ch. Hansen haben jedoch die Richtigkeit jener Anschauung dargetan: die beiden Hefen sind zwei morphologisch verschiedene Varietäten, können nicht ineinander übergeführt werden und besitzen ganz verschiedene Eigenschaften.

Die **chemische Zusammensetzung** der Hefe schwankt sehr je nach dem Alter derselben, dem Ernährungszustande, der Nährflüssigkeit etc. Der Wassergehalt der Hefe beträgt 75—83‰.

C. Nägeli und O. Loew¹ fanden folgende Zusammensetzung für die Trockensubstanz einer untergärigen Hefe mit 8‰ N:

Stickstoffsubstanz:			Fett	Extraktivstoffe	Zellenmembr. u. Pflanzenschleim	Asche
gewöhnl. Albumin	Glutenkaseinhalt. Körper	Peptone, durch Bleiessig fällb.				
36.0 ‰	9.0 ‰	2.0 ‰	5.0 ‰	4.0 ‰	37.0 ‰	7.0 ‰

¹ Ann. de Chem. 1878. 193, 322.

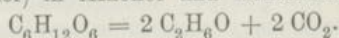
Die Kohlehydrate der Hefe bestehen hauptsächlich aus Cellulose, dann aus Pflanzen-(Pilz-)schleim, Glykogen und Hefengummi.

In den Extraktivstoffen fanden sich Leucin, Traubenzucker, Bernsteinsäure, Cholesterin, Guanin, Xanthin, Sarkin, Spuren von Alkohol.

Nach Hoppe-Seyler und A. Stutzer enthält die Hefe phosphorhaltiges Nuclein.¹

Die prozentische Zusammensetzung der Asche beider Hefen scheint dieselbe zu sein; der Gehalt an Reinasche beträgt 7.5—8.2%, der Kaligehalt der Asche 28.3—39.8%, der Phosphorsäuregehalt 50.9 bis 59.4% (nach König).

Durch das Wachstum der Hefe (Gärung), welches auf Kosten der in den Zuckerlösungen vorhandenen Hefennährstoffe (N-Substanzen, Zucker, Mineralstoffe, bes. Phosphate) stattfindet, wird der Zucker (Dextrose und Invertzucker) in Alkohol und Kohlensäure gespalten



Bei Sauerstoffabschluß und bei Gegenwart kräftiger Hefe sind Alkohol und Kohlensäure die einzigen Produkte der Gärung; beim Absterben der Hefe aber entstehen die Nebenprodukte Glyzerin, Bernsteinsäure etc. (Brefeld², L. v. Udránszky³); in der Praxis sehen wir unter den Gärungsprodukten stets auch die Nebenprodukte in größerer oder geringerer Menge auftreten.

Nach obiger Gleichung müßten aus 100 Gewichtsteilen Zucker 51.11 Gewichtsteile Alkohol und 48.89 Gewichtsteile CO₂ gebildet werden; C. J. N. Balling erhielt aber aus 100 Malzextrakt: 48.391 Alkohol, 46.285 CO₂, 5.324 Hefe. Auf 1 Gewichtsteil Alkohol berechnet, erhält man also folgende Verhältnisse:

$$1 \text{ Alkohol} = 2.0665 \text{ Malz} = 0.9565 \text{ CO}_2 = 0.1100 \text{ Hefe.}$$

Die Menge der Nebenprodukte beträgt nach Pasteur rund 5% des vergorenen Zuckers.

Neben der durch die Saccharomycesarten bewirkten Hauptgärung treten in gärenden Flüssigkeiten nach Umständen noch mehr oder weniger starke Nebengärungen auf, welche einerseits durch die sog. wilden Hefen, andererseits durch die die Hefe verunreinigenden Spaltpilze, besonders den Milchsäure-, Buttersäure- und Essigsäurepilz verursacht werden. Weil diese Nebengärungen im Brauereibetriebe große Unannehmlichkeiten und Störungen veranlassen können, so ist peinlichste Reinlichkeit im Gärgerbe, bezüglich der zur Verwendung kommenden Rohmaterialien sowohl, als bezüglich der Braugeräte etc. erstes Gesetz. Eine durch wilde Hefe verunreinigte, entartete Hefe muß durch neue ersetzt werden.

¹ Siehe L. Liebermann, Üb. d. Nuclein der Hefe. Ztschr. f. Spirit.-Ind. 1889. 12, 239; Hilgers Vierteljahrsschr. 1890. 5, 79. — ² Landw. Jahrb. 1874. 3, 95; 1875. 4, 151; vergl. Moritz u. Morris l. c. 265. — ³ Ztschr. physiol. Chem. 1889. 13, 539; Hilgers Vierteljahrsschr. 1889. 4, 330.

Früher führte man in solchen Fällen Hefe aus einer anderen Brauerei in den Betrieb ein, in neuerer Zeit aber verwendet man die nach E. Chr. Hansens Methode gezüchtete Reinhefe.

Daß zur Verhinderung bezw. zur Unterdrückung von schädlichen Nebengärungen gelegentlich auch Antiseptika (Flußsäure, Schwefelsäure etc.) Verwendung finden, können wir hier nur erwähnen.¹

Die Hefenreinzucht. Die gewöhnliche in der Brauerei benutzte Hefe besteht nicht aus einer bestimmten *Saccharomyces*-art, sondern aus einem Gemische verschiedener Arten, unter denen allerdings die gewöhnliche Bierhefe überwiegt. E. Chr. Hansen hat nun gezeigt, daß dies Gemisch von Hefen Varietäten enthält, von denen jede einzelne bestimmte Eigenschaften besitzt, bestimmte Veränderungen in der Würze und im Bier (in Bezug auf den Bruch der Würze, auf die Klärung, den Vergärungsgrad, Geschmack und Geruch des Bieres, auf die Widerstandsfähigkeit gegen Hefetrübungen etc.) hervorzurufen im stande ist. Es gelang ihm durch Abänderung der bis dahin benutzten Reinzuchtmethoden (Nägels Verdünnungsmethode, Kochs Gelatineplattenmethode etc.) eine Reihe von Hefenrassen aus je einer einzigen Hefenzelle rein zu züchten und in einem von ihm konstruierten neuen Hefereinzuchtapparate in größerer Menge rein herzustellen. Hierdurch wurde es möglich, statt der bisherigen aus einem Gemische verschiedener Arten bestehender Anstellhefe eine absolut reine Heferasse mit ganz bestimmten Eigenschaften in den Brauereibetrieb wie überhaupt in die Gärungsbetriebe einzuführen.

Die Bedeutung der Hansenschen Hefereinzucht liegt also darin, daß es nunmehr möglich ist, eine der betreffenden Brauerei passende, im Betriebe bewährte, dem in der Brauerei vorhandenen Nährboden am besten zusagende Hefe auszuwählen und aus dieser eine Reinzucht herzustellen. Nach Hansens Vorschlage wird zu diesem Zwecke am besten von der Oberfläche der gärenden Würze, nach dem Ankommen der Gärung, dem Bottich eine Probe entnommen, die dann event. durch Versuche im Kleinen noch einer engeren Auswahl unterworfen wird, ehe man die Reinzüchtung im großen vornimmt.

Näheres über die Ausführung der Hefereinzucht findet sich: Alfr. Jörgensen, *Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie*. Berlin, bei Paul Parey. — P. Lindner, *Mikrosk. Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben*. Berlin, bei P. Parey. — C. J. Lintner l. c.

Eine Besprechung der **Gärungstheorien** würde zu weit führen; ich verweise bezüglich der älteren Theorien besonders auf Moritz und Morris, *Handb. d. Brauwissenschaft*, E. Prior l. c., J. König l. c. etc.

Durch die neueren Untersuchungen von E. Buchner sind die älteren Theorien von Liebig, Pasteur, C. v. Nägeli etc., nach denen die Gärung von dem lebenden Plasma der Hefenzelle untrennbar war, umgestoßen. Die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure ist

¹ Vergl. Märker, *D. Flußsäureverfahren in d. Spiritusfabrikation*. Berlin 1891.

als ein enzymatischer Vorgang aufzufassen, ist als eine Spaltung zu betrachten, welche durch ein von der Hefe erzeugtes Enzym, die Zymase, bewirkt wird, und nicht an die Anwesenheit des lebenden Hefenprotoplasmas gebunden ist. Aus der Hefe, auch aus abgetöteter, kann durch Auspressen bei hohem Druck ein Saft (Hefepreßsaft) gewonnen werden, der auch nach dem Sterilisieren eine kräftige Gärwirkung besitzt. Durch Fällen des Preßsaftes mit Alkoholäther gewinnt man einen Niederschlag, der neben Eiweißstoffen und anderen Enzymen alle Zymase enthält, getrocknet werden kann und nach dem Lösen in Wasser oder 10 proz. Glycerin dem ursprünglichen Preßsaft gegenüber eine kaum geschwächte Gärkraft aufzuweisen hat.

Näheres über E. Buchners Arbeiten siehe referiert im Jahresberichte für Agrikulturchemie, sowie in der Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm.

Prüfung der Hefe.

1. Über die **mikroskopische Prüfung** der Hefe (Hefenreinzucht) siehe: A. Jörgensen, Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie; E. Prior l. c. 530; Moritz und Morris l. c. 290; J. König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel; J. König, Die Untersuchung landwirtschaftlicher und gewerblicher wichtiger Stoffe.

2. Prüfung der Hefe auf Gärkraft.

Nach Meißl¹ wägt man zunächst 400 g Rohrzuckerraffinade, 25 g saures phosphorsaures Ammon und 25 g saures phosphorsaures Kali ab und mischt sorgfältig. Sodann richtet man sich ein kleines Erlenmeyersches Kölbchen von 70—80 ccm Inhalt, das mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen versehen ist; durch die eine Öffnung des Stopfens geht ein rechtwinklig gebogenes Rohr, dessen längerer Schenkel bis nahe an den Boden des Kölbchens reicht, und dessen kürzerer Schenkel durch eine Kautschukkappe verschließbar ist; die zweite Bohrung dient zur Aufnahme eines kleinen Chlorcalciumrohres oder eines sog. Gärventils, das mit Schwefelsäure gefüllt ist. In dem Kölbchen werden 4.5 g der obigen Mischung in 50 ccm gipshaltigem Wasser (70 T. destilliertes Wasser und 30 T. gesättigte Gipslösung) gelöst, in die Lösung bringt man 1 g der zu prüfenden Hefe und schüttelt zur Verteilung der Klümpchen. Das Kölbchen mit Inhalt wird nun gewogen, dann in Wasser oder einen Thermostaten von 30° gestellt und 6 Stunden auf dieser Temperatur gehalten. Nun wird das Kölbchen rasch abgekühlt, die Kautschukkappe weggenommen, die CO₂ ausgesogen und der Apparat gewogen. Der Gewichtsverlust ist die durch die Gärung entwickelte Kohlensäure. Diese mit 100 multipliziert und durch 1.75 dividiert, ergibt die Prozente Gärkraft, bezogen auf eine Normalhefe, d. h. eine solche, die unter gleichen Umständen 1 l CO₂ = 1.75 g liefert.

¹ Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1884. 6, 312; cf. Will, Die Prüfung der Hefe auf Gärkraft. Ber. üb. d. 8. Vers. d. fr. Vereinig. bayr. Chemie in Würzburg, 72.

B. Der Brauprozeß.

Die Bierbereitung zerfällt in 1. die Malzbereitung (Einweichen, Keimenlassen, Darren der Gerste), 2. die Herstellung der Würze (Maischen, Kochen und Hopfen, Köhlen), 3. Vergärenlassen der gegohften Würze, Lagern des Bieres.

1. Die Malzbereitung.

Unter Malz (ganz allgemein) versteht man Getreide, das bis zum Höhepunkt der Diastaseentwicklung dem Keimprozesse unterworfen wurde, in der Brauerei speziell gekeimte und nach Erreichung des gewünschten Vegetationsstadiums zur Unterbrechung des Keimprozesses getrocknete, gedarrte Gerste.

Die geputzte, sortierte Gerste wird in das im sog. Quellstock (Weichstock), einem Bottich aus Holz oder Zement, jetzt meist aus Eisen (innen lackiert, unten konisch verjüngt) befindliche Wasser von 10—12° C. geschüttet und umgerührt, damit taube und schlechte Körner (Schwemmlinge) an die Oberfläche steigen und abgehoben werden können. Das Wasser, das möglichst frei von organischen Stoffen und Organismen sein soll, wird alle 12—24 Stunden erneuert. Die Gerste nimmt beim Quellen ca. 50% ihres Gewichtes oder 25% ihres Volumens an Wasser auf; der Verlust an Zucker, Dextrin, N-haltigen Stoffen und Mineralbestandteilen beträgt ca. 1% (Einfluß des Quellwassers; weiches Wasser löst mehr Stoffe auf als hartes). Die Quelldauer schwankt je nach der Temperatur und der Beschaffenheit (Alter, Größe etc.) der Körner zwischen 2—4 Tagen. Wenn sich die Körner zwischen den Fingern leicht zerdrücken lassen, wird das Wasser aus dem Quellstock abgelassen.

Die „quellreife“ Gerste kommt nun auf die Malztenne, einen luftigen, sauberen, meist betonierten Raum, dessen Temperatur 8—12° C. sein soll. Hier wird sie in 30—50 cm hohen Haufen (Naßhaufen) zum Keimen aufgeworfen, um die für die Verzuckerung nötige Diastase zu bilden. Die Haufen werden alle 10—12 Stdn. umgeschaufelt und nach etwa 36 Stdn., wenn mit dem Spitzen, dem Hervorbereichen der Würzelchen, der Haufen sich erwärmt, in immer niedrigere Schichten geworfen. Es bildet sich zunächst der Wurzelkeim (radicula), dann das Federchen (plumula), die erste Anlage des Blattkeims. Der Keimprozeß ist beendet, wenn der Blattkeim $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ der Länge des Kornes erreicht hat (nach 7—9 Tagen). Je kürzer der Wurzelkeim geblieben ist (er hat meist die 1—1½ fache Länge des Kornes), um so reichlicher ist der Diastasegehalt.

Nur durch richtiges und rechtzeitiges Wenden, d. h. richtige Regulierung der Temperatur, Feuchtigkeit und Luftzufuhr in den Haufen, wird ein gleichmäßig gewachsenes Malz mit angenehmem frischen Geruche erzielt. Das Malz nach beendeter Keimung noch länger auf der Tenne liegen zu lassen, ist unzweckmäßig, da es dadurch nur an Qualität verliert.

Bezüglich der beim Mälzen sich abspielenden Vorgänge sei erwähnt, daß das ruhende Korn bereits ein Enzym vorgebildet enthält, die Glukase, welche aber die Stärke des Mehlkörpers unverändert läßt und erst die durch Einwirkung von Diastase auf Stärke entstandenen Produkte (lösliche Stärke) zu Glykose hydrolisiert. Während der Keimung entsteht nun ein weiteres Enzym, die Diastase, welche die Stärke des Mehlkörpers zu lösen und zu Dextrinen und Maltose abzubauen vermag. Von Brown und H. Morris ist in keimender Gerste noch ein celluloselösendes Ferment nachgewiesen, das von ihnen Cytase benannt wurde. Speziell durch die Wirkung des letzteren wird das erzielt, was der Mälzer eine gute „Auflösung“ des Mehlkörpers nennt, welche durch die Lösung der Zellwände der Endospermzellen zu stande kommt und sich dadurch zu erkennen gibt, daß sich der Mehlkörper zwischen den Fingern leicht zerreiben läßt.

Das ebenfalls beim Keimen entstehende Enzym „Peptase“ verwandelt unlösliche Eiweißstoffe in lösliche Peptone und Amidokörper.

Das Grünmalz enthält 40—50% Wasser. Wird dasselbe nun auf dem Schwelkboden, einem mäßig warmen, luftigen Raume, in dünnen Schichten getrocknet, so erhält man das Luftmalz, dessen Wassergehalt ca. 12% beträgt; wird zum Trocknen eine höhere, künstlich erzeugte Temperatur (in Darren mit allmählich steigender Temperatur bis 100° C.)¹ angewendet, so erhält man das Darrmalz.

Durch das Darren des Grün- oder Schwelkmalzes wird diesem der rohe, bohnenartige Geschmack genommen; an seine Stelle tritt das Malzaroma, das den Charakter des Malzes und des Bieres bestimmt und das entsteht durch die Bildung von Röstprodukten der löslichen Kohlehydrate des Malzes, insbesondere der Lävulose. Der Gehalt an reduzierendem Zucker (Invertzucker) wird vermehrt, die Diastasewirkung wird vermindert, die löslichen Proteinstoffe werden teils unlöslich, teils peptonisiert; der Wassergehalt sinkt auf 1.5—3.0%; die Wurzelkeime werden spröde und lassen sich beim späteren Putzen des Malzes leicht entfernen.

Siehe noch: A. Hilger und van der Becke, Arch. f. Hyg. 1890. 10, 477. — A. Schulte im Hofe, Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1898. 21, 231. 246. — B. Tollens, Wochenschr. f. Br. 1898. 15, 679. — Über das Vorkommen von Furfurol im Malze siehe J. Brand, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1898. 21, 255; C. Heim, das. 155. 258.

Die Vorrichtungen zum Trocknen des Malzes, die Darren bestehen im wesentlichen aus zwei Teilen, der Darrfläche (siebähnlich durchlöcherter Metallplatten oder Drahtgeflecht), auf der das zu darrende Malz lagert, und einer Heizvorrichtung, durch welche das Malz erwärmt wird. Bei der Rauchdarre werden die heißen Feuerungsgase durch einen Heizkanal in einen oberhalb befindlichen, trichterförmig sich erweiternden Raum (Sau) geführt, auf dem sich die Darrplatte befindet. Das Malz nimmt einen Rauchgeschmack an, der sich dem Biere mitteilt. Bei den Luftdarren kommen die Verbrennungsgase nicht in unmittelbare Berührung mit dem Malze, sondern es wird durch diese ein Strom erwärmter Luft erzeugt, welche die Darrfläche durchdringt.

¹ Bei zu rasch gesteigerter Temperatur (in noch zu feuchtem Zustande des Malzes) tritt Verkleisterung der Stärke, Bildung von Glasmalz ein, außerdem ein zu großer Verlust an Diastase. — Steinmalz besteht aus Körnern, die auf der Tenne nicht keimten, keine „Auflösung“ des Mehlkörpers erreichten.

Farbmalz wird bereitet durch Rösten des Malzes in Rösttrommeln bei 170—200° C. (Bildung von Karamel, Assamar etc.).

Da mit dem Eintritt der heißen Jahreszeit die Tennen zu warm werden, kann die Tennenmälzerei nicht das ganze Jahr hindurch betrieben werden. Diesem Mangel ist durch Einführung der pneumatischen Mälzerei abgeholfen, welche zugleich eine Ersparnis an Raum und Arbeitskraft bedingt und das Verletzen der Körner und die Schimmelbildung mehr oder weniger ausschließt. Das Prinzip der pneumatischen Mälzerei beruht auf der Anwendung eines mit Feuchtigkeit gesättigten Luftstromes von konstanter Temperatur, den man durch das in hoher Schicht ausgebreitete Keimgut führt. Je nachdem der zur Aufnahme

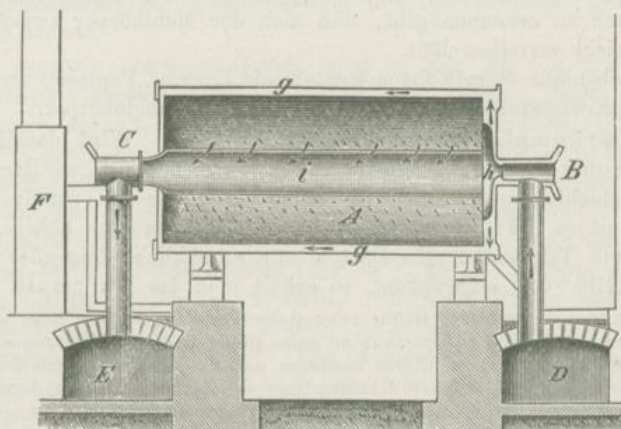


Fig. 14.

des Keimgutes bestimmte Raum die Form eines viereckigen, offenen Kastens oder die einer Trommel besitzt, unterscheidet man die Kastemälzerei (Saladinsche Mälzerei) oder die Trommelmälzerei (Gallandsche Mälzerei).

Bei der Saladinschen Mälzerei befindet sich die eingeweichte Gerste in 10—15 m langen, 3 m breiten und 1.5 m hohen eisernen oder zementierten, oben offenen Kästen, deren Böden durchlocht sind. In den unter jedem Kasten befindlichen Luftraum wird mittels eines Ventilators durch mit Wasser berieselte Kokstürme geleitete, feuchte, auf ca. 15° C. temperierte Luft gedrückt, welche dann das Keimgut durchstreicht; die kohlensäurereiche schlechte Luft des Mälzungsraumes wird durch einen Exhaustor abgesaugt. Die Auflockerung geschieht durch eine Anzahl korkzieherförmiger Schnecken, die an einem über dem Keimkasten hinlaufenden, langsam sich vorwärts bewegenden Wagen befestigt sind und durch horizontale Schneckenräder und eine endlose Schraube bewegt werden.

Bei der Gallandschen Mälzerei befindet sich das Keimgut in einer Trommel A, welche aus zwei aus Eisenblech gearbeiteten Zylindern besteht, von denen der äußere massiv, der innere, zur Aufnahme des Keimgutes bestimmte, fein gelocht ist. In der Achse des Zylinders liegt ein ebenfalls gelochtes Mittelrohr *i*. Der

Raum zwischen den Zylindern bildet die Luftkammer *h*, welche mit der Luftzuleitung *D* in Verbindung steht, wogegen das Mittelrohr mit der Luftabsaugeleitung *E* verbunden ist. Das Wenden der keimenden Gerste geschieht durch eine langsame Drehung der Trommel, zu welchem Zwecke dieselbe auf zwei Paar Rollenböcken gelagert und mittels Schneckenradgetriebe in etwa 40 Minuten einmal herumdrehbar ist. (Siehe Fig. 14.)

Zum Zwecke der Reinigung, Anfeuchtung und Temperierung der von einem Ventilator *F* durch den Apparat gesaugten Außenluft passiert diese vor ihrem Eintritt in die Luftzuleitung einen gemauerten oder eisernen Koksturm. In diesem sind zwei Roste, auf dem mit einem kleinen Zwischenraume Koksschichten von verschiedener Höhe lagern, über welche in feiner Verteilung Wasser (event. erwärmtes) von ca. 12° C. niederrieselt. So wird die durchstreifende Luft mit Feuchtigkeit gesättigt und auf eine Temperatur von 13–14° gebracht.

Vergl. Wochenschr. f. Br. 1902. 19, 491. 506. 534. 546. 565.

Nach dem Abdarren wird das Malz durch Entkeimungs- und Putzmaschinen von den Keimen befreit und dann in luftigen und trocknen Lagern aufbewahrt.

Untersuchung von Malz.

Vereinbarungen zur Malzuntersuchung nach den Beschlüssen des Wiener Kongresses im Jahre 1898.¹

A. Probenahme.

Die zur Untersuchung dienende Malzprobe soll einer wirklichen Durchschnittsprobe entsprechen. Unter Berücksichtigung, daß aufgeschüttetes Malz in den verschiedenen Teilen des Haufens ungleiche Zusammensetzung hat, ist die ganze Malzpartie vorher gründlich um- und überzuschaukeln. Alsdann werden von verschiedenen Stellen möglichst viele gleiche Proben entnommen, gut gemischt und aus dieser Mischung die Untersuchungsprobe gezogen.

Ein Probestecher ist für die Probenahme sehr dienlich, weil er gestattet, aus verschiedenen Tiefen Proben zu holen. Bei in Silos lagerndem Malze ist es besonders wichtig, aus allen Tiefen die zur Herstellung der Durchschnittsprobe dienenden Anteile zu erhalten.

Von in Säcken lagerndem Malze sind Stichproben aus mehreren Säcken und aus verschiedenen Tiefen des Sackinhaltes zur Probemischung zu entnehmen.

B. Größe und Verpackung der Probe.

Die Menge des zur Analyse einzusendenden Malzes soll mindestens 500 g betragen.

Die Verpackung muß eine weitere Veränderung des Malzes, insbesondere hinsichtlich des Wassergehaltes, ausschließen. Glasflaschen (Bierflaschen) mit Korkstöpsel oder Patentverschluß, Pulvergläser mit eingeriebenem Stöpsel, Konservengläser oder auch gut verschraubte oder mit Pfropfen verschlossene Blechgefäße sind dazu geeignet. Kartons oder

¹ Ztschr. f. d. ges. Brauwesen 1898. 21.

Papiersäcke oder Holzschachteln sind ausgeschlossen.¹ Für längere Aufbewahrung sind die Proben vor Licht zu schützen.

C. Bezeichnung der Proben.

Jede Malzprobe ist mit einer Etikette zu versehen und in einer jede Verwechslung ausschließenden Weise zu bezeichnen.

D. Nähere Angaben.

Es sollen zu einer jeden Malzprobe möglichst nähere Angaben gemacht werden über den Zweck der Einsendung; ferner: a) über Gerstenprovenienz, b) Art des Mälzens, c) Darrung, d) Alter des Malzes vom Abdarren gerechnet, e) Lagerung (Silo, Kasten, Säcke, Haufen).

E. Untersuchung.

I. Mechanische Analyse.

a) Hektolitergewicht. Dasselbe ist mit der Reichswage (der von der deutschen Normal-Aichungskommission eingeführten Getreidewage) festzustellen. Auch die Brauersche Getreidewage ist zulässig.

b) Gewicht von 1000 Körnern. Das erhaltene Gewicht ist auf Malztrockensubstanz zu berechnen.

c) Größe der Körner. Dieselbe ist mittels einer Sortiersiebvorrichtung festzustellen, welche zweckmäßig mit einem Schüttelapparat betrieben wird und aus drei Sieben von 2,8, 2,5 und 2,2 mm Schlitzweite besteht. Es sind 100 g Malz (lufttrocken) auf das Sieb zu bringen und durch 10 Minuten in Schüttelbewegung zu erhalten.

d) Beschaffenheit des Mehlkörpers durch die Schnittprobe mittels Farinatom (von Printz, Heinsdorf, Grohbecker). Es wird in Prozenten angegeben der Gehalt an glasigen, halbglasigen, mehligem, leicht gebräunten und stark gebräunten Mehlkörpern; neben der Schnittprobe ist auch die Prüfung mit dem Diaphanoskop zulässig.

e) Die Blattkeimentwicklung ist mindestens an 200 Körnern festzustellen. Es werden in Prozenten angegeben: 1. nicht gekeimte Körner, 2. Blattkeime unter $\frac{1}{2}$ Kornlänge, 3. Blattkeime von $\frac{1}{2}$ Kornlänge, 4. Blattkeime von $\frac{2}{3}$ Kornlänge, 5. Blattkeime von $\frac{3}{4}$ Kornlänge, 6. Blattkeime von $\frac{1}{1}$ Kornlänge und darüber.

f) Reinheit des Malzes: verletzte Körner, Schimmel, Unkraut, sonstige Verunreinigungen; desgleichen wird der Geruch im Attest angegeben.

II. Chemische Untersuchung.

a) Wassergehalt. Zur Bestimmung des Wassergehaltes im lufttrocknen Malze werden ca. 5 g Malz zerkleinert und in einem Wäge-

¹ Im Falle der ausnahmsweisen Untersuchung einer in solcher Verpackung eingegangenen Probe ist dies im Untersuchungsberichte besonders zu vermerken.

gläsern im gut ventilierten Trockenschranke bei einer Maximaltemperatur von 105°C . getrocknet. Es empfiehlt sich, in der ersten Stunde die Temperatur des Trockenschranke nicht über 80°C . zu steigern; bei sichtlich feuchtem Malze ist dies unerlässlich. Die Trocknung soll in vier Stunden beendet sein. Das Trocknen kann auch im Soxhletschen Trockenapparate oder im Trommelwasserbade vorgenommen werden. Die Wägegäsern mit eingeriebenem Stöpsel sollen bei ca. 5—6 ccm Höhe eine lichte Bodenfläche von 3.5 cm besitzen.

Für den Wassergehalt ist eine Differenz von 0.25 % zulässig.

Zum Maischversuch, sowie überhaupt zur Analyse werden 120 bis 150 g Malz auf einer Mühle fein gemahlen, so daß Hülsenteile nicht mehr sichtbar sind und Gries nicht mehr vorhanden ist.¹ Dieses Mehl ist in einem Pulverglase mit eingeriebenem Stöpsel für die Analyse aufzubewahren; jedoch ist eine über 8 Tage sich erstreckende Aufbewahrung von Malzmehl nicht angezeigt.

Da beim Mahlen der Wassergehalt der ursprünglichen Substanz sich oft ganz wesentlich ändert, ist vor der Analyse der Wassergehalt des Mehles zu bestimmen.

b) Extraktbereitung. 50 g Malzmehl werden in einem tarierten Kupfer-, Nickel-, Aluminium- oder Glasbecher mit 200 ccm Wasser von 45°C . eingemaischt und im Wasserbade bei dieser Temperatur genau eine halbe Stunde gehalten. Sodann wird die Temperatur in weiteren 25 Minuten auf 70°C . gebracht und zwar derart, daß die Temperatursteigerung gleichmäßig in 1 Minute um 1 Grad erfolgt. Bei 70°C . wird bis zur Verzuckerung, mindestens aber 1 Stunde, verweilt.

Während des ganzen Maischprozesses muß langsam und gleichmäßig gerührt werden, wozu man sich einer langsam arbeitenden mechanischen Rührvorrichtung bedienen soll. Starkes Rühren ist unzweckmäßig. Die Zeit, wann die Maische 70°C . erreicht hat, wird notiert und von da an bis zur vollständigen Auflösung der Maische die Verzuckerungszeit gerechnet.

Zehn Minuten nach Erreichung der Maischtemperatur von 70°C . wird die erste Prüfung mit Jod vorgenommen und dann weiter von fünf zu fünf Minuten, oder bei notorisch schlecht verzuckernden Malzen von zehn zu zehn Minuten, je eine Probe. Man bringt zu diesem Zweck mittels Glasstabes einen Tropfen Maische auf eine Gipslamelle oder weiße Porzellanplatte und setzt einen Tropfen Jodlösung zu.

Die Jodlösung wird bereitet durch Auflösen von 2.5 g Jod und 5 g Jodkalium in einem Liter Wasser.

Die Verzuckerung ist als beendet anzusehen, wenn die Jodreaktion nur mehr schwach rötlich oder rein gelb bis bräunlich erscheint. Dunkle Malze geben immer noch eine schwach rötliche Reaktion.

¹ Es wird die Märkersche Mühle vom Mechaniker Dreefs in Halle empfohlen; doch kann auch jede andere genügenden Feinheitsgrad erzielende Mühle Verwendung finden.

Die Zeitdauer von dem Momente an, in welchem die Maische 70°C . erreicht hat, bis zum Eintritt der vollständigen Verzuckerung wird als Verzuckerungszeit in Minuten angegeben.

Der Geruch der Maische ist zu beachten.

Nach Beendigung des Maischens wird der Becher aus dem Wasserbade genommen, die Maische mit 200 ccm kaltem Wasser vermischt und durch Einstellen in Eiswasser rasch auf ca. 15°C . heruntergekühlt. Die gekühlte Maische wird alsdann auf der Wage durch Zusatz von Wasser auf das Gewicht von 450 g gebracht.

Die gewogene und gründlich durchgerührte Maische wird nunmehr auf ein zur Aufnahme der ganzen Maische genügend großes, nicht befeuchtetes Faltenfilter gegossen und in eine trockne Flasche bei bedecktem Trichter filtriert. Sobald 100 ccm Würze abgelaufen sind, werden diese zurückgegossen; dann läßt man die Würze ganz ablaufen.

Zur Filtration sind Doppeltrichter zu empfehlen.

Die Ablaufzeit allgemein, ob rasch oder langsam ablaufend, wird angegeben. Die Würze kann glänzend, klar, opalisierend, schwach oder stark getrübt ablaufen. Die gewonnene Würze dient zur Ermittlung des Extraktes und der näheren Extraktbestandteile.

c) Extraktbestimmung. Die Dichte der Würze wird bei 15°C . mit dem langhalsigen, mit Marke oder Skala versehenen (Reischauer-Aubrysch) Pyknometer bestimmt und aus der Tabelle der Extraktgehalt entnommen.

Als Extrakttablette dient die nach der amtlichen Tafel der Kaiserlichen Normal-Aichungskommission von Dr. C. Windisch berechnete „Tafel zur Ermittlung des Zuckergehaltes wäßriger Zuckerlösungen aus der Dichte bei 15°C ., zugleich Extrakttafel für die Untersuchung von Bier, Süßweinen, Likören, Fruchtsäften etc.“¹ — Das Spindeln der Würze ist unzulässig.

Die Westphalsche Wage kann gleichfalls zur Feststellung der Dichte der Würze benutzt werden, ist aber durch das Pyknometer genau zu kontrollieren. Desgleichen ist der Wasserwert der Pyknometer von Zeit zu Zeit festzustellen. Der Extraktgehalt ist sowohl auf das lufttrockne Malz unter Zugrundelegung des ad IIa gefundenen Wassergehaltes, als auch auf Malztrockensubstanz zu berechnen. Im Atteste werden beide Werte auf $\frac{1}{10}\%$ abgerundet angegeben.

Den Extraktgehalt des lufttrocknen Malzes berechnet man wie folgt: Der Wassergehalt des Malzes habe z. B. 8% betragen. Die angewandten 50 g Malz bestehen also aus 46 g Trockensubstanz und 4 g H_2O . Das Gesamtgewicht der Maische beträgt 450 g, bestehend aus 404 g H_2O und 46 g Malztrockensubstanz.

Der Extraktgehalt der Würze wurde gefunden zu 8%; ihr Wassergehalt ist also 92%. Die Extraktmenge von 50 g Malz erfährt man nun aus folgender Gleichung: $92:404 = 8:x$; $x = 35.13$; in Prozenten $35.13 \times 2 = 70.26\%$

¹ Berlin — Verlag von Julius Springer, 1896; siehe Tab. VII a. E. d. B.

Extraktausbeute; in der Malztrockensubstanz $\frac{70.26 \times 100}{92} = 76.37\%$ Extraktausbeute.

Gutes Malz gibt 74–82% Extraktausbeute in der Trockensubstanz.

Für den Extraktgehalt ist eine Differenz von 0.5% zulässig.

An Stelle der Verwendung des Feinmehles und der Extraktprocente nach der Tabelle von Windisch bei 15° C. wird auch noch das früher übliche Grobschrot verwendet und die Extraktprocente werden der Ballingschen Tabelle (bei 14° R. = 17.5° C.) entnommen. Vergl. Wochenschr. f. Br. 1901. 18, 353; hier auch die Begründung; ferner W. Windisch, das. 1902. 19, 123 u. f.

d) Farbe der Würze. Dieselbe kann durch Vergleich mit geeigneten Farbgläsern oder einem Flüssigkeitskolorimeter (nicht aber mit Stammers Farbenmaß) festgestellt werden.

Als Ausgangspunkt für die Farbebestimmung dient $\frac{n}{100}$ Jodlösung (1.27 g Jod, 4 g Jodkali i. L.), und wird dieselbe ausgedrückt in Kubikzentimetern dieser Lösung für 100 ccm Wasser, entsprechend der Farbe einer 10 proz. Würze. Ein zweckmäßiger Ersatz für Jodlösung ist eine auf die Jodlösung gestellte künstliche Farbstofflösung.

Es ist zu beachten, daß die Jodlösung sich mit der Zeit verändert. Dieselbe soll daher nicht zu lange und jedenfalls vor Licht geschützt aufbewahrt werden.

e) Bestimmung des Zuckergehaltes. Die Zuckerbestimmung in der Würze ist gewichtsanalytisch auszuführen mit der im Verhältnis von 30 ccm auf 200 ccm verdünnten und gut gemischten Würze. 50 ccm Fehlingsche Lösung werden, in eine Porzellankasserolle mit Deckel von 13 cm lichter Weite und ca. 350 ccm Fassungsraum gebracht, zum wallenden Kochen erhitzt. In diesem Momente werden 25 ccm Würze zuzießen gelassen und genau 4 Minuten lang gekocht. Das ausgeschiedene Kupferoxydul wird rasch in einem ausgeglühten tarierten Glasröhrchen mit Asbestpfropfen abgesaugt, mit heißem Wasser, dann mit wenig Alkohol und Äther ausgewaschen und getrocknet. Der getrocknete Niederschlag wird unter Durchstreichen von Luft, zur Zerstörung der im Niederschlag vorhandenen organischen Teilchen, vorerst schwach geglüht und erst dann im Wasserstoffstrom reduziert. Das gewonnene, durch Wägen festgestellte Kupfer wird unter Zugrundelegung von Weins Tabelle (Tab. VI a. Schl. d. B.) auf Maltose berechnet und als Rohmaltose angegeben ($x\%$ Maltose in der Malztrockensubstanz).

Das Verhältnis von Zucker zu Nichtzucker ergibt sich durch Rechnung aus dem Gesamtextrakt, wenn die gefundene Rohmaltose gleich 1 gesetzt wird ($M : NM^1 = 1 : x$).

Dies Verhältnis ist für Münchener Malz 1 : 0.6, für liches Malz 1 : 0.45–0.50.

Die Bestimmung anderer Zuckerarten in der Würze ist zur Zeit nicht angezeigt. Sollte eine Trennung der Zuckerarten und Angaben

¹ NM = Extrakt minus Maltose.

der Mengenverhältnisse in besonderen Fällen gewünscht werden, so ist die Methode, nach welcher die Trennung und Bestimmung erfolgte, im Berichte anzugeben.

f) Das Fermentativvermögen wird nur auf spezielles Verlangen ausgeführt und dabei die von C. J. Lintner modifizierte Kjeldahlsche Methode verwendet.

Hierzu benötigt man einer Normalstärkelösung: Man mischt eine bestimmte Menge Prima-Kartoffelstärke mit 7.5 proz. Salzsäure, so daß die Säure über der Stärke steht. Nach siebentägigem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur (oder drei Tage bei 40° C.) hat die Stärke die Fähigkeit, Kleister zu bilden, verloren. Man wäscht dieselbe durch Dekantieren mit kaltem Wasser aus, bis empfindliches

Lackmuspapier keine saure Reaktion mehr zeigt, saugt das Wasser möglichst ab und trocknet die Stärke an der Luft. Das Präparat ist in heißem Wasser leicht und klar löslich.



Fig. 15.

Man löst nun 2 g dieser Stärke in 100 ccm Wasser (Normalstärkelösung); ferner extrahiert man 25 g Malz (Darmmalz fein gemahlen, Grünmalz sorgfältig zerquetscht) 6 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur mit 500 ccm Wasser und filtriert. Bei Grünmalz verdünnt man (zur Erreichung größerer Genauigkeit) zweckmäßig auf das doppelte, bei sehr diastasereichen Malzen auf das dreifache Volum.

Dann gibt man je 10 ccm der Normalstärkelösung in 10 Reagierröhrchen (Reischauerscher Stern, Fig. 15), läßt der Reihe nach 0.1, 0.2, 0.3 ... bis zu 1.0 ccm Malzlösung zufließen, schüttelt gut durch und läßt bei Zimmertemperatur 1 Stunde lang die Diastase einwirken. Darauf werden in jedes Röhrchen 5 ccm Fehlingsche Lösung gegeben, wieder gut geschüttelt und der Stern 10 Min. in kochendes Wasser gestellt. Man sieht leicht, in welchem Röhrchen eben alles Kupferoxyd reduziert ist (Filtrieren, Prüfung mit Essigsäure und Ferrocyankali).

Das Fermentativvermögen eines Malzauszuges wird = 100 gesetzt, wenn 0.1 ccm eines Extraktes aus 25 g Malz mit 500 ccm H₂O unter den obigen Bedingungen 5 ccm Fehlingscher Lösung reduzieren; bei 0.2 ist

das Fermentativvermögen dann = 50, bei 0.4 = 25, bei 0.6 = 16.6 etc. Dasselbe wird auf Malztrockensubstanz berechnet.

Gutes Grünmalz	hat ein Fermentativvermögen	= bis zu 80,
bayerisches Darmmalz	„ „ „	= 15—20,
lichtes Malz	„ „ „	= 25—30.

g) Die Würze kann eventuell auch noch zur Stickstoff-, Asche- und Phosphorsäurebestimmung benutzt werden. (Wie bei Gerste.)

h) Bestimmung des Säuregehaltes. 50 g fein zerquetschtes Malz werden nach E. Prior (l. c. 79) mit 250 ccm Chloroformwasser (erhalten durch Schütteln von destilliertem Wasser mit einem Überschuß von Chloroform und Abgießen von dem letzteren) während 14 Stdn. bei Zimmertemperatur digeriert; dann wird filtriert und in 50 ccm des wäßrigen Auszuges durch Titration mit $\frac{1}{10}$ Normallauge unter Verwendung von rotem Phenolphthalein als Tüpfelindikator die Gesamtacidität bestimmt.

Über die Bereitung des Indikators siehe bei „Bier“.

Der Gesamtsäuregehalt in der Trockensubstanz soll nicht über 1%, als Milchsäure berechnet, betragen. 1 ccm $\frac{1}{10}$ N.-Alkali = 0.009 Milchsäure.

F. Ausdruck der Analysenresultate.

Es wurde vereinbart, die analytischen Zahlenergebnisse in Gewichtsprozenten des Malzes auszudrücken (mit Ausnahme der unter E II d angeführten Farbebestimmung) und ein einheitliches Formular für den Untersuchungsbericht zu verwenden.

Zur Untersuchung von Farbmalz bedient man sich der gleichen Methode.

Die Bereitung der Farbmalzwürze geschieht in der Weise, daß man 25 g Farbmalmehl mit 25 g Mehl eines Malzes von bekannter Zusammensetzung und guter Auflösungsfähigkeit zusammen einmaischet.

Beurteilung.

Gutes Malz soll nur aus ganzen Körnern bestehen und eine gleichmäßige Farbe besitzen; es soll leicht zerreiblich sein und keine glasigen Körner enthalten; es soll süß schmecken und den eigentümlichen angenehmen Malzgeruch besitzen. Daß Schimmelpilze nicht vorhanden sein dürfen, ist wohl selbstverständlich.

Siehe noch: J. L. Ransar, Österr. Br.- u. Hopfenztg.; Ztschr. f. Nahr.-Hyg. 1895, 203 (Über schimmeliges Malz); desgl. F. E. Lott, Journ. Feder. Inst. Brew. 1899, 5, 1; Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1899, 22, 276.

2. Herstellung der Würze.

Durch Behandeln des geschroteten Malzes mit warmem Wasser (Maischen) wird die vergärbare Würze hergestellt. Man unterscheidet hierbei das in Bayern, Böhmen, Wien, meist auch in Norddeutschland gebräuchliche Koch- oder Dekoktionsverfahren und das in England gebräuchliche Aufguß- oder Infusionsverfahren.

Bei dem Kochverfahren wird das Malz in dem Maischbottich mit wenig kaltem — um Zusammenballen und Zerstörung der Diastase durch heißes Wasser zu verhüten — Wasser eingeteigt (nach dem Münchener Verfahren 100 kg Malzschrot mit etwa 280 Liter Wasser). Dann wird so viel kochendes Wasser zugegeben, daß die Temperatur von ca. 35° erreicht ist und 2—4 Stunden stehen gelassen. Nun zieht man $\frac{1}{3}$ des Sudes, die erste Dickmaische, welche möglichst viel feste Bestandteile der Maische enthalten soll, in die Würzepfanne ab, erhitzt hier zum Sieden und gibt sie nach $\frac{1}{2}$ stündigem Kochen wieder in den Maischbottich, wodurch die Temperatur seines Inhaltes auf 50—54° C. steigt. Nach innigem Mischen wird sogleich wieder $\frac{1}{3}$ der Maische, die zweite Dickmaische, in die Pfanne abgezogen, gekocht wie bei der ersten Dickmaische und zurückgeführt, wodurch die Temperatur der Maische auf 65° steigt; nach einigem Absitzen wird ein dünnflüssiger Teil der Maische, die Lautermatische, nochmals gekocht und zurück-

geführt, wobei die Abmaischtemperatur von 75°C . erreicht wird, bei welcher die Maische $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde ruhig stehen bleibt. Nun wird die ganze Würze, durch einen Seiher oder den Seihboden des Läuterbottichs von den Trebern befreit (das Abläutern), nach der Pfanne abgezogen und nach Zusatz von Hopfen gekocht.

Die Größe des Hopfenzusatzes schwankt nach dem Geschmacke des Publikums und beträgt pro 100 kg Malz bei Winterbier etwa 1.0—1.4 kg, bei Sommer- und stärkerem Bier 1.5—2.25 kg.

Auch die Art des Hopfenzusatzes ist eine verschiedene; entweder wird die ganze Hopfenmenge sogleich mit der Würze in die Pfanne gegeben (Bayern), oder man setzt in diesem Stadium die eine Hälfte und, sobald die Würze anfängt, sich zu brechen (Abscheidung der Eiweißkörper), die andere Hälfte zu; für Biere mit stark ausgeprägtem Hopfenaroma nimmt man den Zusatz auf dreimal vor, wobei das letzte Drittel kurz vor Beendigung des Kochens zugegeben wird.

Das Kochen mit Hopfen dauert bei Winterbier $1\frac{1}{2}$ Stdn., bei Sommerbier 2 Stdn., bei stärkeren Bieren 3—4 Stdn.

Nach beendetem Kochen soll die Würze einen schönen Bruch zeigen, d. h. im Schaugläschen sollen sich die in Flocken abgeschiedenen Eiweißkörper rasch absetzen, die überstehende Würze soll klar und glänzend erscheinen.

Um die in den Trebern festgehaltene Würze noch zu gewinnen, derselben noch möglichst viel lösliche Stoffe zu entziehen (Salze als Nährstoffe für die Hefe, N-haltige Bestandteile, durch zurückgebliebene Diastase noch zu verzuckernde Stärke) werden die Treber noch zwei- bis dreimal ausgesüßt (Anschwänzen), d. h. mit Wasser von 75°C . behandelt. Die durch das Anschwänzen gewonnene Nachwürze wird entweder mit der Haupt- oder Vorderwürze vereinigt, oder sie wird für sich weiter verarbeitet und liefert das sog. Dünnbier, den Heinzeln, Scheps.

Die zurückbleibenden Treber (Hülsen, unlösliche oder koagulierte Eiweißstoffe, etwas Stärke und Dextrine, Fett und Mineralbestandteile) werden frisch oder getrocknet als Viehfutter verwendet.

Die Zusammensetzung von Trebern aus dunklem bayrischem Malze (zugleich mit der Zusammensetzung des Malzes selbst) ist nach Behrend (Der dtische. Bierbr.):

	Wasser	In der Trockensubstanz:						
		Rohprotein	Rohfett	N-freie Extr.-St.	Rohfaser	Asche	P ₂ O ₅	Kali
Malz	5.3	10.25	2.07	79.69	5.52	2.46	0.97	0.48
Treber	80.37	23.24	5.06	49.2	17.51	4.92	1.71	0.14

Nach beendetem Kochen passiert die Würze den sog. Hopfen-seiher (Ausschlagen), eine meist aus Kupfer konstruierte Siebvorrichtung, welche den ausgekochten Hopfen mit den ausgeschiedenen Eiweißsubstanzen zurückhält¹, und gelangt dann sofort auf Kühl-

¹ Der Hopfen wird mit heißem Wasser ausgewaschen und schließlich ausgepreßt. Der Rückstand dient als Dünger, selten als Futtermittel.

apparate, Kühlschiffe (große flache Gefäße aus verzinnem Kupfer oder Eisenblechplatten) oder Flächenberieselungskühler, um möglichst schnell (zur Vermeidung zu starker Milchsäurebildung) auf 5—6° für Untergärung, auf 12—20° für Obergärung abgekühlt zu werden. Zugleich wird die Würze möglichst viel mit Luft in Berührung gebracht; der Sauerstoff der Luft scheidet noch Bestandteile der Würze aus, welche die Haltbarkeit des Bieres beeinträchtigen; außerdem begünstigt das Lüften der Würze das Hefenwachstum.

Die durch den Hopfenseiher nicht zurückgehaltenen Eiweißstoffe setzen sich mit den beim Abkühlen erst sich ausscheidenden als „Kühlgeläger“ auf dem Kühlschiffe ab; sie werden nach dem Ablassen der Würze in sog. Trubsäcke (Filtrierbeutel) gegeben und von der noch anhängenden Würze befreit.

Sog. Bierstein ist ein den Wandungen der Kühlschiffe und Kühlschlangen fest anhaftender, farnisartiger, brauner, aus anorganischen (30 %) und organischen Stoffen bestehender Überzug, der sich beim Reinigen der letzteren nicht entfernen läßt, bei eisernen Kühlschiffen sogar erwünscht ist.

Über die Gefahr einer Infektion der Würze durch offene Kühlschiffe siehe C. J. Lintner l. c. 78.

Bei der Infusionsmethode erhält das Malzschrot sogleich eine genügende Menge Wasser, mit welcher es langsam bis auf 75° erwärmt wird, ohne daß irgend eine Portion davon zum Sieden erhitzt wird (aufwärts maischende Infusion). Auch trägt man das Malz unter Rühren direkt in 75—85° warmes Wasser ein (abwärts maischende Infusion).

Bei dem Dekoktions- oder Dickmaisverfahren werden durch das Kochen der beiden Dickmaischen erhebliche Mengen Diastase zerstört, bevor der Verzuckerungsprozeß zu Ende geführt ist. Das ist bei dem Infusionsverfahren nicht der Fall, und es ist daher begreiflich, daß Infusionswürzen zuckerreicher und dextrinärmer sein müssen als Dekoktionswürzen. Aus dem gleichen Grunde vergären erstere in der Regel auch höher als letztere und zeigen einen mehr weinartigen Charakter. Dekoktionswürzen liefern dagegen ein vollmundigeres Bier, weil bei dem Kochen der Dickmaische mehr gummiartige Extraktivstoffe aus dem Schrot gewonnen werden.

Der Zweck des Maischens ist, zunächst aus dem geschroteten Malze die in Wasser löslichen Bestandteile zu extrahieren, weiter einen Teil der unlöslichen Bestandteile durch die Wirkung der Diastase und Peptase möglichst vollständig in lösliche überzuführen und endlich einen Teil der gelösten Stoffe durch Enzyme (Glukase, Peptase) und Mikroorganismen (Säurebakterien) weiter umzuwandeln.

Durch die Vermittelung der Diastase wird das Stärkemolekül abgebaut¹, in lösliche Modifikationen übergeführt. Nach Beendigung des Maischprozesses sind als Endprodukte mindestens zwei Achroodextrine, ferner Maltose und vielleicht auch Metamaltose vorhanden.

¹ Vergl. E. Prior l. c. 129.

Durch Einwirkung von Glukase auf die Maltose wird der Glykosegehalt erhöht.

Durch Wirkung der Peptase wird ein Teil der Eiweißkörper in Peptone und Amide verwandelt.

Aus den Arbeiten von H. Seyffert¹ geht hervor, daß der komplizierte Vorgang des Stärkeabbaues durch die vereinte Tätigkeit mehrerer (mindestens 3) Enzyme zu stande kommt.

Die Mikroorganismen bewirken durch Bildung flüchtiger und fixer organischer Säuren die Umwandlung unlöslicher Phosphate in primäre, für die Hefe leicht assimilierbare, ferner die Entstehung von Salzen der gebildeten Säuren.

Die Menge der aus dem Malz gewonnenen löslichen Stoffe kann 65—82% der Maltrockensubstanz betragen. Ein Kochsalzgehalt des Wassers (20—35 g pro 100 000 T.) erhöht die Extraktausbeute um etwa 9%, Sodazusatz vermindert die Ausbeute (Moritz²).

Durch das Kochen der Würze unter Hopfenzusatz wird vor allem die Fermentwirkung der Diastase und der übrigen Fermente vernichtet, die Würze konzentriert und zugleich die gerinnbaren Eiweißstoffe zur Abscheidung gebracht, zum Teil in Verbindung mit der Gerbsäure des Hopfens; gleichzeitig aber werden dem Hopfen das Hopfenbitter, das Hopfenöl und Harz entzogen, Bestandteile, welche die Konservierung des Bieres wesentlich fördern, indem sie Spaltpilzgärungen zurückhalten und ihm den beliebten aromatischen, bitteren Geschmack verleihen.

Nach J. Hanamann³ besteht in der ungekochten, ungehopften Würze fast die Hälfte der stickstoffhaltigen Bestandteile aus Proteinstoffen und Peptonen, während diese Substanzen in der gekochten und gehopften Würze kaum mehr ein Drittel ausmachen.

Zusammensetzung und chemische Untersuchung der Würze. Der Extrakt der gehopften Bierwürze enthält 2—6% Rohrzucker, 6—9% Dextrose und Lävulose, 52—63% Maltose, 18—26% Dextrine, etwa 0.18% Gummi, 3.13—5.6% Stickstoffsubstanzen, 2% Mineralbestandteile, 0.6—0.9% Säure (als Milchsäure berechnet).

Unter Umständen sind in der Würze zu bestimmen: der Extrakt-, Maltose- und Dextrin-, Stickstoff-, Säure- und Aschegehalt, sowie die Farbentiefe.

a) Den Extraktgehalt, die Konzentration der Bierwürze, ermittelt man im Betriebe auf aräometrischem Wege mittels des Ballingschen Saccharometers, welches die Gewichtsprocente Rohrzucker in einer Rohrzuckerlösung von 14° R. angibt.

Im Laboratorium ermittelt man das spezifische Gewicht der Würze mittels des Pyknometers und liest die zugehörigen Extraktprocente aus Tabellen (Balling, Schulze, Windisch) ab. Vergl. bei „Malz“.

¹ Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1898. 21, 195. 611. 633. — ² Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1886. 8, 496. — ³ Allgem. Br.- u. Hopfenzgt. 1889, 4.

Über die Bestimmung der Maltose, Dextrine etc. siehe bei „Malz“ bzw. „Bier“.

3. Die Gärung der Würze.

Die auf die Gärtemperatur abgekühlte Würze kommt in den Gärkeller, wird in Bottiche gefüllt und auf je 1000 l Würze mit 2—6 l dickbreiiger Hefe, Zeug, versetzt. Die Temperatur des Gärkellers soll eine möglichst konstante sein. Durch die Gärung wird der Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt, welche sich durch Auftreten von Gasblasen in der Flüssigkeit bemerkbar macht; der Alkohol, die weiteren Nebenprodukte der Gärung (Glyzerin, Bernsteinsäure, Milchsäure etc.) und ein Teil der Kohlensäure bleiben in der Flüssigkeit gelöst, wogegen ein Teil des Hopfenharzes ausgeschieden wird; auch ein Teil der Stickstoffsubstanzen wird noch ausgeschieden, ein anderer Teil als Hefenährstoff verwendet.

Etwa 12—20 Stunden nach dem Hefenzusatz kommen Bläschen von Kohlensäure, nach 14 Stunden ein schwacher Schaum; das Bier ist angekommen. In den nächsten 24 Stunden bildet sich ein Schaumkranz, nach weiteren 12 Stunden ein konsistenter Schaum, der ein gekräuseltes Aussehen hat; das Bier steht in den Kräusen. Die Kräusen bleiben 2—4 Tage, dann färben sie sich braun, fallen zusammen und bilden eine bräunliche Decke, welche aus Eiweißstoffen, harzigen Hopfenbestandteilen, Hefezellen etc. besteht. Da während der Hauptgärung die Temperatur der Würze steigt, letztere aber 10° C. nicht übersteigen soll, wird durch „Eisschwimmer“ gekühlt. Nach 10—12 Tagen ist die Hauptgärung beendet, was daran erkennbar ist, daß die Saccharometeranzeige innerhalb 24 Stunden bei Schenkbiere höchstens um 0.2%, bei Lagerbieren um 0.05—0.1% zurückgeht; außerdem erscheint die vergorene Würze im Schaugläschen glänzend, die Hefe hebt sich deutlich ab und setzt sich rasch zu Boden.

Den Verlauf der Gärung prüft man mit dem Ballingschen Saccharometer; die Verminderung der Saccharometeranzeige heißt die Attenuation, und zwar erhält man die scheinbare Attenuation durch Subtraktion der Saccharometeranzeige der vergorenen Flüssigkeit von derjenigen der ursprünglichen Würze; die wirkliche Attenuation ergibt die Saccharometeranzeige der vom Alkohol befreiten und wieder aufgefüllten Flüssigkeit. Das Verhältnis des verschwundenen Extraktes (scheinbare Attenuation) zum ursprünglichen gibt den Vergärungsgrad an.

Von abnormen Erscheinungen, die bei der Hauptgärung des Bieres auftreten können, ist vor allem zu erwähnen die Blasengärung (Auftreten großer Blasen zwischen den Kräusen), deren Ursache wahrscheinlich in Reinlichkeitsfehlern, schlechten Bottichen mit faulen Stellen etc. zu suchen ist.

Wenn die Hauptgärung vorüber ist, wird das Jung- oder grüne, das zum Fassen reife Bier vom Gärbottich auf Lagerfässer ge-

schlaucht. Zuvor wird noch die auf der Oberfläche schwimmende braune Decke (Hopfenharz etc.) mittels einer Art Schaumlöffels entfernt. Die Lagerfässer, in Kellern mit 0—2° gelagert, werden wenn möglich nicht auf einmal, sondern nach und nach mit vergorener Würze verschiedener Sude aufgefüllt; in ihnen vollzieht sich nun eine Nachgärung, bei welcher der Extraktgehalt mehr und mehr ab-, der Alkoholgehalt zunimmt.

Je nachdem die Biere für den rascheren (Schenkbiere) oder den späteren Konsum (Lager- oder Sommerbiere) bestimmt ist, muß beim Abschlauchen mehr oder weniger Hefe in dem Biere bleiben. Bei Schenkbiere muß die Gärung rasch verlaufen, es muß grün, mit mehr suspendierter Hefe gefaßt werden, während das Lagerbiere lauter, mit weniger Hefe gefaßt wird.

Nach dem Abschlauchen des Jungbieres bleibt in dem Gärbottich noch die Hefe und zwar in drei Schichten. Die obere und die untere Schicht sind unreinigt; die mittlere Schicht allein ist als Samenhefe oder Zeug verwendbar, sie wird mit eiskaltem Wasser gewaschen und kalt aufgehoben.

Während der Nachgärung wird noch Isomaltose vergoren und Hopfenharz abgeschieden. Nach Beendigung derselben ist das Biere klar und trinkbar; es wird nun in kleinere Fässer abgezogen und gespundet, d. h. die Spundöffnung der Fässer wird fest verschlossen, damit die sich noch entwickelnde Kohlensäure vom Biere aufgenommen wird, das Biere den nötigen Trieb, den Stempel der Vollendung erhalte.

Ausbeute. Aus einem Hektoliter guten Malzes, hergestellt aus sortierter, gereinigter Gerste, erhält man

2.10 hl Schenkbiere	mit 12.5 % Würze,
2.05 „ Sommerbiere	„ 13.0 „ „
1.98 „ „	„ 14.0 „ „

Schwankungen dieser Werte sind durch die Qualität und Schrotung des Malzes bedingt.

Biersorten. Man unterscheidet:

helle und dunkle Biere, je nach der Art des bei höherer oder niedriger Temperatur abgedarrten Malzes. Auch durch Zusatz von Farbmalz, Zuckercouleur oder durch Überhitzung der Würze werden dunkle Biere gewonnen;

obergärige und untergärige Biere; vergl. S. 390. Durch Obergärung werden die Weißbiere (aus Weizen- und Gerstenmalz 1:1) hergestellt, ebenso die englischen aus sehr starken Würzen hergestellten Biere. Porter (mit bis 28% Stammwürze) wird aus stark gedarrtem Malz unter Zusatz von Rohrzucker, Ale (bis 18% Stammwürze) aus blassem Malz unter Zusatz von Stärkezucker hergestellt. Vergl. F. Schönfeld, Das Bierbrauen in England. Wochenschr. f. Br. 1901. 18, 457 u. f.

Die untergärigen bayrischen, böhmischen und Wiener Biere unterscheiden sich durch die Braumethode. Vergl. S. 403.

Doppelbiere, Bockbiere sind stärker eingebraute Biere, aus gehaltreicherer Würze hergestellt.

Die belgischen Biere werden aus gleichen Teilen Gersten- und Weizenmalz nach der Infusionsmethode gebraut. Die ersten Würzen dienen zur Herstellung des Lambic, die späteren, schwächeren zur Bereitung des Mars. Ersteres wird mit 15—16°, letzteres mit etwa 8° in Fässer gebracht und der freiwilligen Gärung (wie beim Weine) überlassen. Letztere dauert daher 10 bis 20 Monate und das Biere, das sehr milchsäurereich wird, kommt oft erst nach 2—3 Jahren zum Ausschank.

Konservierung von Bier. Dieselbe geschieht am besten durch Pasteurisieren, d. i. Erhitzen des Bieres in gut verschlossenen Flaschen auf 50—70° C. Zusätze von chemischen Konservierungsmitteln (Salizylsäure, Borsäure, saurer schwefligsaurer Kalk etc.) verstoßen in Bayern gegen § 7 des Malzaufschlaggesetzes, im Deutschen Reiche gegen das Nahrungsmittelgesetz.

Fehler und Krankheiten des Bieres. Fehler des Bieres machen dasselbe für den Genuß noch nicht untauglich, sondern beeinträchtigen nur den Geschmack und das Aussehen desselben; Krankheiten, nicht rechtzeitig erkannt und bekämpft, führen es dem völligen Verderben entgegen; diese sind stets durch Mikroorganismen bewirkt und durch Fehler im Betriebe, Unreinlichkeit etc. veranlaßt. Hier sind zu nennen:

widerlich bitterer Geschmack, nach Hansen durch unreine Gärung (Sacch. Pastorianus I) verursacht. Gegenmittel: Einführung reiner Hefe;
intensiv bitterer Geschmack, durch mangelhafte Abscheidung der Hopfenharze verursacht (Durchfallen der Decke am Ende der Hauptgärung);
rauer Geschmack von der Verwendung geringwertigen Hopfens, zu starker Hopfengabe;

Pechgeschmack von schlechtem Pech oder schlechtem Pichen der Fässer;

Hefengeschmack; junges, ungenügend abgelagertes Bier;

Mangel an Kohlensäure, schales Bier; Gegenmittel (rechtzeitig angewandt): Aufkräusen, d. i. Zusatz von jungem, aber in der Hauptgärung befindlichem Bier zum Zwecke der Wiederbelebung mit frischer Kohlensäure. Aufgekräust wird auch der Vorlauf der Lagerfässer, der in den Lagerfässern verbleibende, nicht abfüllbare Rest, endlich Bier, das in unverdorbenem Zustande, z. B. wegen Schweißen des Fasses vom Wirt zurückkommt. All dieses Bier kommt in das sog. Restfaß und wird aufgekräust, nicht aber Tropfbier und Reste aus Trinkgefäßen, welche (durch Bakterien, Hefe, Brot etc. verunreinigt) das Bier verderben würden. — Schale Biere werden leicht sauer.

Der sog. Faßgeschmack, dumpfer Geruch und Geschmack sind auf Mangel an Reinlichkeit im Gär- oder Lagerkeller zurückzuführen.

Biertrübungen, in geringem Grade als Schleier bezeichnet, können veranlaßt sein durch Erythrodextrin (Kleistertrübung), durch Eiweißstoffe (Glutintrübung) oder durch Harz. Diese durch chemische Körper bewirkten Trübungen lassen sich durch Schönen des Bieres mit Hausenblase (der getrockneten Schwimmblase verschiedener Störe und des Hausen; 1 g pro 1 hl) oder durch Filtration beseitigen. Häufiger ist die Hefetrübung; gegen diese kann man, wenn sie durch Kulturhefe und Fehler bei der Gärung veranlaßt ist (nicht durch die Anwesenheit wilder Hefen mit anderweitigen unangenehmen Begleiterscheinungen), durch Spänen und Aufkräusen einschreiten.

Trübungen durch Bakterien der Essigsäure-, Milchsäure- und Schleimgärung, durch Sarcinaorganismen, gewöhnlich in Anwesenheit von wilden Hefen, machen das Bier zu einem verdorbenen Getränke.

Das Sauerwerden des Bieres (bei mangelnder Reinlichkeit im Betriebe, schlechten, warmen Lagerkellern), die Bildung von Essigsäure, wird vielfach durch Zusatz von doppeltkohlensaurem Natron zu verdecken gesucht. Dies Salz neutralisiert die Säure unter Bildung von essigsaurem Salz; das Getränk bekommt einen schlechten Geschmack und gewisse medizinische Wirkungen; der Genuß solchen Bieres ist geeignet, die Gesundheit des Konsumenten zu stören.

Nährwert des Bieres. Das Bier ist sowohl als ein Nahrungsmittel wie als ein Genußmittel zu betrachten, als ein Nahrungsmittel wegen seines nicht unbeträchtlichen Gehaltes an Eiweiß, Zucker, Dextrin und an Nährsalzen (phosphorsaures Kali), als Genußmittel wegen seines Gehaltes an Alkohol, Kohlensäure und aromatisch bitteren Substanzen des Hopfens.

In zwei Litern guten Bieres werden dem Körper täglich ca. 10 g Eiweiß und 100 g Kohlehydrate zugeführt, womit $\frac{1}{10}$ des Bedarfs an Eiweiß und $\frac{1}{5}$ des Bedarfs an Kohlehydraten — allerdings um teuren Preis — gedeckt wird. Auf die Verdauung soll das Bier verlangsamen einwirken (Uffelman¹).

Ersatzstoffe für Malz und Hopfen. Zusätze und Verfälschungen des Bieres.²

In Bayern, Württemberg und Baden ist jedes Bier als gefälscht zu betrachten, das aus anderen Stoffen als Gersten- oder Weizenmalz, Hopfen und Wasser hergestellt wurde, oder zu welchem andere Rohstoffe als teilweiser Ersatz verwendet wurden. In solchen Ländern, deren Brausteuergesetzgebung auch andere Rohstoffe zuläßt, können die steueramtlich zulässigen Ersatzmittel für Malz oder Malzextrakt nicht als Fälschungsmittel angesehen werden; hier sind sie erlaubte Ersatzmittel, es sei denn, daß sie durch ein besonderes Gesetz ausgeschlossen sind; ihre Benutzung ist jedoch, wenn nicht die Herkunft oder die Bezeichnung des Bieres ohne weiteres die Verwendung bestimmter Ersatzstoffe erkennen läßt, beim Verkaufe ausdrücklich anzugeben (zu deklarieren).

Als Ersatzstoffe des Malzes dienen Reis, Mais, Hirse, Hafer und andere stärkemehlhaltige Früchte, z. T. in Form von Malz; ferner Zucker, Rüben-, Stärkezucker, Maltose und ihre Sirupe. Nicht als Ersatzstoffe des Malzes oder der durch Vergärung der Malzwürze entstandenen Erzeugnisse gelten nachträglich zum fertigen Bier gemachte Zusätze von Zuckercouleur (außer der zum Färben des Bieres zugesetzten), ferner von Süßstoff und Süßholzextrakt (Süßstoffe, die nicht zur Gruppe der Kohlehydrate gehören), von künstlichen Süßstoffen, von Alkohol und Glycerin. Zusätze von Färbemitteln, außer Farbmalt oder Zuckercouleur, namentlich von Teerfarbstoffen sind unzulässig.

Ersatzstoffe für Hopfen (Gerbsäure, fremde Bitterstoffe etc.) sind ebenfalls unzulässig. Da die in dem Brauwasser gelösten Stoffe, besonders die Mineralstoffe als regelrechte Bestandteile des Bieres gelten und ein gewisser Gehalt an einzelnen Stoffen (schwefelsaurer und kohlensaurer Kalk) wesentlich für die Bierbereitung ist, so ist der Zusatz dieser Salze, aber nur vor oder während des Brauprozesses, gestattet und gelegentlich als Verbesserung anzusehen. Zusätze von Säuren (Schwefelsäure etc.) zum Wasser sind unzulässig. Zusätze von Salzen zum fertigen Biere, insbesondere von freien oder kohlensauen Alkalien zur Neutralisation saurer Biere oder zur Erhöhung des Kohlensäuregehaltes sind nicht zulässig.

Endlich sind als Zusätze bzw. Verfälschungen noch anzuführen: die Zugabe von konservierenden Mitteln (Salizylsäure, saurer schweflig-

¹ Handb. d. Hygiene, 247. — ² Nach d. Vereinb. f. d. Deutsche Reich III, 3.

saurer Kalk, saures schwefligsaures Natrium oder Kalium, Fluoride, Borsäure und Borate, Wasserstoffsperoxyd, Benzoesäure, Formaldehyd und Äthylalkohol etc.). Zusätze von Wasser zum fertigen Biere, von minderwertigem Tropf- und Neigenbier; das Vermischen verschiedener Biersorten (extraktreicheren Bieres mit extraktärmerem, von Bieren mit verschiedenem Charakter).

Untersuchung des Bieres.

Probeentnahme und allgemeine Bemerkungen zur Bieruntersuchung.¹

1. Man beachte bei der Entnahme von Bierproben aus den Lagerfässern, daß das Bier in verschiedenen Schichten des Fasses von unterschiedlicher Beschaffenheit ist. Die Proben aus Lagerfässern sollen deshalb entweder mit einem zuvor mit siedendem Wasser sterilisierten, bis in die Mitte des Faßbauches reichenden Gummischlauch ausgehebert oder mit einem sogenannten Zwickel aus der Mitte an der Stirnseite des Fasses, unter Vermeidung jeder Verunreinigung von außen, entnommen werden. Gleichgültig, ob die Bierprobe mit Hilfe eines Schlauchs oder eines Zwickels entnommen wird, immer wird es sich empfehlen, und das soll ausdrücklich im Protokolle konstatiert werden, daß man etwa 1 Liter Bier vorschießen läßt, ehe man die Flaschen füllt. Bierproben aus Transport-, Abzugs- oder Schenkfässern können auch direkt am Hahn, nachdem dieser äußerlich gereinigt und etwa 1 Liter Bier zur Reinigung des Hahnauslaufes abgelassen wurde, in die Probeflaschen abgefüllt werden. Die Verwendung von Zwischengefäßen (Krügen, Gläsern etc.) ist zu vermeiden.

2. Zur Aufnahme der Bierproben dürfen nur wohlgereinigte, entweder durch trockne Hitze oder mit Dampf sterilisierte oder mit siedendem Wasser ausgebrühte, in letzterem Falle mit dem zu untersuchenden Biere einige Male nachgespülte, dunkle Glasflaschen (Bier- oder Champagnerflaschen, niemals Weinflaschen oder Krüge aus Steingut u. dergl.), die mit neuen, ebenfalls sterilisierten, ausgekochten und ausgepreßten Korken (Patentverschlüsse sind unsicher und daher unstatthaft) verschlossen sind, dienen.

3. Von jedem zu prüfenden Biere sind mindestens zwei Flaschen von je $\frac{3}{4}$ Liter Inhalt anzufüllen und die Korken zur Sicherung des Inhaltes mit Schnur zu verbinden oder besser noch zu verdrahten und alsdann zu versiegeln.

4. Die die Bierproben enthaltenden Flaschen (vollkommen gefüllt) sind unverzüglich, jedenfalls aber noch an dem Tage der Probenentnahme, wenn irgend tunlich zwischen Eis und Sägespänen verpackt, an die Untersuchungsanstalt weiter zu befördern. Auch sind dem Brauer oder Wirte einige dieser Flaschen zur Verfügung zu stellen.

5. Der Verschuß der Flaschen darf ohne Ausnahme nur von dem die Untersuchung ausführenden Beamten der Untersuchungsanstalt gelöst werden, nachdem der Beamte sich vorher von dessen Unverletztheit überzeugt hatte.

Das Öffnen der Flaschen behufs Verprobung des Bieres durch Polizeibeamte und deren Wiederverschließen, ehe das Bier an die Anstalt abgesandt wird, ist, weil zwecklos und mit Verunreinigungen des Bieres verbunden, unstatthaft.

6. Kann die Prüfung nicht sofort nach dem Eintreffen der Proben an der Untersuchungsanstalt vorgenommen werden, so sind die Flaschen in Eis, jedoch nicht länger als 8 Tage, aufzubewahren.

7. Die Proben sind entweder von Beamten der Untersuchungsanstalt selbst oder von wohlunterrichteten Polizeiorganen, denen die Bedingungen der Probenentnahme wohlbekannt sind, zu entnehmen und mit einem Vermerk über die Beschaffenheit, ob trüb, sauer etc. zu versehen.

¹ Bayrische Vereinbarungen.

Das zur Untersuchung gelangende Bier ist vorher von Kohlensäure möglichst zu befreien. Zu dem Zwecke schüttelt man das Bier in halbgefüllten Kolben bei annähernd 15° C. und filtriert es sodann dreimal. Die Bestandteile werden in Gewichtsprozenten angegeben.

1. **Bestimmung des spezifischen Gewichtes.** Diese geschieht im enghalsigen Pyknometer von 50 ccm Inhalt nach Reischauer (Fig. 16) bei 15° C., oder mittels der Westphalschen Wage unter Berücksichtigung der 4. Dezimale.

2. **Bestimmung des Extraktes (Extraktrestes).** 75 ccm Bier werden in einem Kölbchen genau gewogen, dann unter Vermeidung des Kochens in einer Schale oder einem Becherglase bis auf etwa 25 ccm eingedampft. Den Rückstand spült man mit destilliertem Wasser wieder in das Kölbchen und bringt ihn nach dem Erkalten auf das ursprüngliche Gewicht. Man mischt sorgfältig, bestimmt das spezifische Gewicht bei 15° und entnimmt den entsprechenden Extraktgehalt den Extrakttabellen von K. Windisch (Tab. VII). Etwa beim Eindampfen ausgeschiedene Eiweißflocken dürfen aus der Flüssigkeit nicht beseitigt werden.



Fig. 16.

Kontrolle: Das spez. Gewicht des entgeisteten Bieres = 1 + spez. Gew. des ursprünglichen Bieres minus dem spez. Gew. des alkoholischen Destillates.

3. **Alkohol.** Derselbe wird durch Destillation bestimmt. Von 75 ccm Bier, deren genaues Gewicht auf der Wage festgestellt wurde, wird (nach Zusatz von etwas Tannin, um Schäumen zu vermeiden) so viel in ein Pyknometer von 50 ccm Inhalt überdestilliert, daß das Destillat nahezu bis zur Marke des Pyknometers reicht. Dann wird dasselbe auf 15° C. temperiert, mit Wasser aufgefüllt und gewogen.

Der Alkoholgehalt des Destillates (δ) in Gewichtsprozenten wird aus der Alkoholtabelle von K. Windisch entnommen; der prozentige Alkoholgehalt (A) des Bieres ergibt sich unter Berücksichtigung der verwendeten Biermenge (g = Gramme Bier oder 75 ccm $\times$ spez. Gew. = s) und des Gewichtes des Destillates (D) nach der Gleichung $A = \frac{D\delta}{g}$ oder $\frac{D\delta}{75 \cdot s}$.

Der Alkoholgehalt läßt sich auch aus dem spez. Gewichte des Bieres im ursprünglichen und im entgeisteten Zustande berechnen. Das spez. Gewicht des alkoholischen Destillates = spez. Gewicht des Bieres + 1 minus spez. Gewicht des entgeisteten Bieres. Die so gefundene Alkoholzahl kann nur zur Kontrolle der durch Destillation ermittelten Zahl dienen.

Stark saure Biere sind vor der Destillation zu neutralisieren.

Über H. Tornøes spektrometrisch-aräometrische Methode zur Bestimmung des Alkohol- und Extraktgehaltes im Bier mit Hilfe des Differentialprismas von W. Hallwachs siehe Hercules Tornøe, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1897. 20, 373; E. Prior, Forschungsber. 1897. 4, 304.

4. Ursprünglicher Extraktgehalt der Würze (Stammwürze).

Derselbe wird annähernd erhalten durch Verdoppelung der gefundenen Gewichtsprocente Alkohol und Addierung zum gefundenen Extraktgehalte des Bieres.

Genauer wird derselbe aus dem Alkohol- und Extraktgehalte nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Extraktgehalt der Stammwürze (St)} = \frac{100(E + 2.0665 \cdot A)}{100 + 1.0665 \cdot A}$$

(E = Extraktgehalt des Bieres, A = Alkoholgehalt des Bieres).¹ Zieht man von dem Werte $E + 2A$ nach Holzner bei 13 proz. Würzen 0.3%, bei 12 proz. Würzen 0.2% ab, so erhält man für den Extraktgehalt der Stammwürze fast die gleichen Zahlen, wie bei der Berechnung nach obiger Formel.

5. **Vergärungsgrad**, d. i. die von 100 Gewichtsteilen des ursprünglichen Würzeextraktes durch Hefe vergorene Extraktmenge.

Der Vergärungsgrad (V) ergibt sich aus dem ursprünglichen Extraktgehalte der Würze (St) und dem nach 2) ermittelten Extraktgehalte des Bieres (E):

$$V = 100 \left(1 - \frac{E}{St} \right) \text{ oder } 100 \cdot \frac{St - E}{St}.$$

6. **Säurebestimmung. Acidität.** Dieselbe rührt von primären Phosphaten, fixen und flüchtigen organischen Säuren her und trifft etwas über die Hälfte auf Phosphate.

a) Bestimmung der Gesamtacidität (exkl. Kohlensäure). 25 oder 50 ccm von Kohlensäure befreites Bier werden nach event. Verdünnung mit dem doppelten Volumen ausgekochten destillierten Wassers zur Entfernung noch vorhandener geringer Kohlensäuremengen in bedeckten Bechergläse oder einem Erlenmeyerschen Kölbchen auf etwa 40° C. erwärmt und bei dieser Temperatur $\frac{1}{2}$ Stunde erhalten; dann wird mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Alkali unter Anwendung von roter Phenolphthaleinlösung nach E. Prior titriert.

Die Säuremenge wird in Kubikzentimeter Normal-Alkali für 100 g Bier ausgedrückt.

Bereitung der Phenolphthaleinlösung: Man löst 1 T. Phenolphthalein in 30 T. Alkohol von 90 Vol.-Proz. 12 Tropfen dieser Lösung werden in 20 ccm ausgekochtes Wasser gebracht und mit 0.2 ccm $\frac{1}{10}$ Norm.-Alkali rot gefärbt. Von dieser Flüssigkeit, die stets frisch zu bereiten ist, wird je ein Tropfen in Porzellannäpfe gebracht und das mit dem Normalalkali titrierte Bier tropfenweise zugegeben, bis ein Tropfen dieser Flüssigkeit die Phenolphthaleinlösung nicht mehr völlig entfärbt.

In den Deutschen Vereinbarungen ist auch die Titration unter Anwendung der Tüpfelprobe auf sog. neutralem Lackmuspapier gestattet. Diese Methode gibt wesentlich niedere Zahlen. Vergl. F. Glaser, Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1899. 2, 67.

¹ Über die Ableitung dieser Formel siehe E. Prior l. c. 549.

b) Flüchtige Säuren. Wie bei Wein. Vergl. unter c.

c) Trennung und Bestimmung der Säuregruppen. Dieselbe ist nach E. Prior l. c. 80 auszuführen.

Die flüchtigen Säuren werden in dem von E. Prior beschriebenen Apparate (Fig. 17) bestimmt.

Der etwa 500 ccm fassende Destillationskolben A^1 wird mit einem doppelt durchbohrten, gutschließenden Gummistopfen verschlossen, dessen eine Bohrung das rechtwinklig gebogene Rohr a aufnimmt, das durch Gummischlauch und Quetschhahn q mit dem ebenfalls rechtwinklig gebogenen, in das Kölbchen W führenden Rohre b verbunden ist. Die zweite Bohrung trägt einen mit zwei Kugeln versehenen Destillationsaufsatz, der luftdicht mit einem Liebig'schen Kühler k und dieser wieder gleichfalls luftdicht mit der etwa 500 ccm fassenden

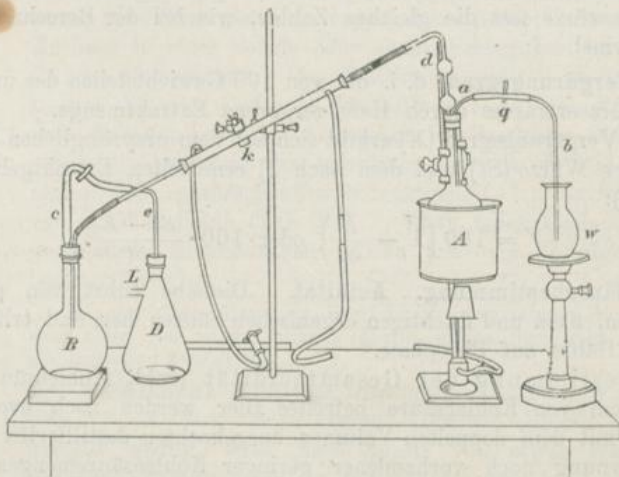


Fig. 17.

Vorlage B verbunden ist. Der Stopfen des Kolbens B hat noch eine zweite Bohrung, welche eine unten verjüngte, oben 1,5 ccm weite Glasröhre c trägt, die zu $\frac{3}{4}$ mit Glasperlen gefüllt ist; diese steht durch das Rohr e mit der Saugflasche D in luftdichter Verbindung; letztere wird bei L mit einer Wasserluftpumpe verbunden.

Die Saugflasche D soll bei event. Nachlassen der Pumpe den Übertritt von Wasser in B verhüten.

In den Kolben B bringt man 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normallauge, die man über die Perlen zu deren Benetzung (um jede Verflüchtigung von Säuren durch Bindung zu verhüten) durch c einfließen läßt.

Nachdem der Kolben A mit 100 ccm entkohlensäuertem Bier beschickt ist und alle Teile des Apparates luftdicht verbunden sind, senkt man den Kolben in das auf 50° C. (nicht höher) erwärmte Wasserbad, setzt die Wasserluftpumpe in Tätigkeit (Vorsicht!!) und beginnt mit der Destillation. Inzwischen gibt man in das Kölbchen W^2 150 ccm Wasser.

¹ Wegen der späteren Herstellung eines Vakuums sind nur starke Kolben zu verwenden. — ² An Stelle dieser Vorrichtung kann man auch einen kleinen Scheidetrichter durch die eine Öffnung des Kolbens A führen.

Wenn etwa 75 ccm Destillat übergegangen ist, läßt man durch geringes Öffnen des Quetschhahnes *q* so viel Wasser aus *W* nach *A* treten, als Flüssigkeit überdestilliert. Die Destillation ist beendet, wenn die 150 ccm Wasser verbraucht sind und der Inhalt des Kolbens *A* eine sirupöse, nicht weniger als 20 ccm betragende Masse bildet.¹

Im Kolben *B* befinden sich die flüchtigen Säuren, an Alkali gebunden. Bestimmung derselben durch Zurücktitrieren mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Schwefelsäure (Phenolphthalein als Indikator).

War das Bier nicht ganz kohlensäurefrei, so ist die vorgelegte Lauge CO_2 -haltig. Um den hierdurch beim Titrieren bewirkten Fehler zu vermeiden, setzt man einige Tropfen Phenolphthalein zu und so viel $\frac{1}{10}$ N.- H_2SO_4 , bis die Flüssigkeit fast neutral ist, erwärmt einige Zeit unter Umrühren auf dem Wasserbade, versetzt mit $\frac{1}{10}$ N.-Säure im Überschuß und titriert warm mit $\frac{1}{10}$ N.-Lauge zurück.

Der Rückstand in Kolben *A* enthält neben sonstigen Extraktstoffen die fixen organischen Säuren und die primären Phosphate. Zu ihrer Trennung gibt man zu dem Rückstand nach und nach unter lebhaftem Umschütteln 75 ccm säurefreien absoluten Alkohol und darauf, ebenfalls unter Umschütteln nach und nach 425 ccm säurefreien Äther.

Der nun mit einem Korke verschlossene Kolben wird 12 Stunden beiseite gestellt, bis sich die ausgeschiedenen Stoffe abgesetzt haben. Sodann wird die alkoholisch-ätherische Flüssigkeit in einen geräumigen Destillierkolben abgegossen, der Rückstand dreimal mit wenig Äther nachgewaschen und die Waschflüssigkeit mit der Hauptflüssigkeit vereinigt. Äther-Alkohol werden aus dem Wasserbade bei niedriger Temperatur abdestilliert, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, in ein Becherglas gespült und mit $\frac{1}{10}$ Norm.-NaOH (und Phenolphthalein) titriert (fixe organische Säuren).

Den Rückstand im Kolben *A*, der noch die primären Phosphate enthält, wird ebenfalls mit Wasser aufgenommen und mit $\frac{1}{10}$ Norm.-NaOH titriert. Die Summe der Säurekomponenten muß mit der gefundenen Gesamtacidität bis auf 0.5 ccm $\frac{1}{10}$ Norm.-NaOH übereinstimmen.

d) Bestimmung der Kohlensäure. Diese erfolgt nach der Methode von Th. Langer und W. Schultze, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1879. 34, 369; E. Prior l. c. 555. Vergl. d. Vereinb. f. d. Deutsche Reich III, 10.

In einen evakuierten, gewogenen Kolben von etwa 1 Liter Inhalt werden ca. 300 ccm Bier gegeben und gewogen. Der Kolben wird mit einem als Rückflußkühler aufgestellten Destillierapparate verbunden, an dessen Ausgang zunächst ein Chlorcalciumrohr, dann ein Liebig'scher Kugelapparat mit konz. Schwefelsäure, ein gewogener Kugelapparat mit Kalilauge und ein tariertes Röhrchen mit Kalistückchen, schließlich noch ein Chlorcalciumrohr als Schutzrohr angebracht ist. Man erwärmt das Bier mäßig, bis alle Kohlensäure ausgetrieben ist, dann wird noch etwas Luft durch den ganzen Apparat gesaugt, die alle Kohlensäure in den Kalipparat bringt, welcher schließlich gewogen wird. Die Gewichtszunahme entspricht der vorhandenen Kohlensäure.

7. Bestimmung der Kohlehydrate. a) Rohmaltose.

In normalem Bier sind neben unvergoren gebliebenen Maltoseresten auch Achroodextrine, welche ebenfalls Fehlingsche Lösung reduzieren, daher man den Maltosegehalt um den Reduktionswert der Dextrine zu hoch findet. Die erhaltene

¹ Bei weiterer Konzentration geht Milchsäure in das Destillat.

Zahl ist deshalb der Reduktionswert für Zucker (Maltose) + Achroodextrin, ausgedrückt in Maltoseprozenten.

Zur Maltosebestimmung werden 50 ccm entkohlensäurtes Bier entgeistet und auf 200 ccm mit Wasser verdünnt. — Eventuell verwende man das zur Extraktbestimmung entgeistete und auf das ursprüngliche Gewicht gebrachte Bier. — Von diesem werden 25 ccm mit 50 ccm Fehlingscher Lösung zum Sieden erhitzt und 4 Minuten lang im Sieden erhalten; das abgeschiedene Kupferoxydul wird abfiltriert etc. (Tab. VI am Schlusse dieses Buches.)

Die für 100 ccm Bier erhaltene Maltose wird durch Division durch das spez. Gewicht des Bieres auf Gewichtsprocente umgerechnet, wenn nicht das zur Extraktbestimmung abgewogene Bier verwendet wurde.

b) Dextrin. 100 ccm des wie oben verdünnten Bieres werden mit 10 ccm 25 proz. Salzsäure (spez. Gew. = 1.125) versetzt und 3 Stdn. im siedenden Wasserbade am Rückflußkühler erhitzt (invertiert). Nach dem Erkalten wird die Flüssigkeit mit Natronlauge fast neutralisiert. Auffüllen auf 200 ccm und Bestimmung der gebildeten Dextrose in 25 ccm (60 ccm Fehlingsche Lösung + 60 ccm H_2O + 25 ccm Zuckerlösung; Tab. III am Schlusse). Umrechnung in Gewichtsprocente.

Von der gefundenen Dextrosemenge (in Gew.-Proz.) ist noch die der oben gefundenen Maltose entsprechende Menge Dextrose ($Maltose \times \frac{20}{19}$ oder $1.052 = Dextrose$) in Abzug zu bringen. Der Rest mit 0.925 multipliziert (nach H. Ost) gibt die Menge des Dextrins an.

Über das Vorkommen von Pentosen im Biere siehe P. Mohr, *Wochenschrift f. Br.* 1895. 12, 769.

Verhältnis von Maltose zu Nichtmaltose in der Stammwürze. Durch Abzug der Gewichtsprocente Maltose von den Gewichtsprozenten Extrakt des Bieres erhält man die Menge Nichtmaltose (NM) der Stammwürze. Diese vom Extrakte der Stammwürze abgezogen, gibt die ursprünglich vorhandene Menge Maltose (M). Nach der Gleichung $M:NM = NM1:x$ berechnet sich nun das Verhältnis dieser Bestandteile in der ursprünglichen Würze, aus welchem Rückschlüsse auf das verwendete Malz gemacht werden können. Das Verhältnis liegt bei richtig gedarrten Malzen zwischen 1:0.46 bis 1:0.54.

Vergl. H. Vogel, *Ber. üb. d. 10. Vers. bayr. Vertr. d. angew. Chem.* in Regensburg 1892, 61.

Zur Ermittlung der wirklich vergärungsfähigen Substanz des Bieres, welche für dasselbe kennzeichnend ist, überläßt man das Bier mit einem Überschusse von Hefe (vom Typus Froberg) in einem Thermostaten bei $25^{\circ}C$. der Gärung und stellt nach Beendigung derselben (8—10 Tage) den Extraktverlust fest.

Vergl. *Vereinb. f. das Deutsche Reich* III, 15.

8. Bestimmung der Stickstoffsubstanzen. Den Gesamtstickstoff bestimmt man nach Kjeldahl in 20—30 ccm Bier. Vergl. S. 88. (Vorlage von 20 ccm $\frac{1}{10}$ N.- H_2SO_4 , 1 ccm $\frac{1}{10}$ N.- $H_2SO_4 = 0.0014 N$).

Den erhaltenen Wert für Stickstoff rechnet man durch Multiplikation mit 6.25 auf Stickstoffsubstanz um.

Über die Trennung und Bestimmung der einzelnen Stickstoffsubstanzen (Amide, Peptone etc.) siehe: A. Hilger u. F. van der Becke, Arch. f. Hyg. 1890. 10, 477. — H. Schjerner, Ztschr. anal. Chem. 1895. 34, 135; 1896. 35, 285; 1898. 37, 73. 413; 1900. 39, 545. — Laszczynski, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1899. 22, 71 u. f.

9. Mineralbestandteile (Asche). Eindampfen von 50 ccm Bier und langsames Verbrennen.

Bei extraktreichen Bieren versetzt man die abgemessene Menge Bier mit einer Spur Hefe (mittels Platinöse) und läßt im Brutschrank vergären; bei der Einäscherung unterbleibt dann das lästige Aufblähen des Extraktes.

Die **Alkalinität** der Asche wird bestimmt, indem man zu der Asche von 50 ccm Bier 10 ccm $\frac{1}{10}$ Norm.-Schwefelsäure gibt, in ein Becherglas spült, 20 Min. schwach erhitzt und mit $\frac{1}{10}$ Norm.-Alkali den Säureüberschuß zurücktitriert.

10. Phosphorsäure. 50 ccm Bier werden unter Zusatz von etwas Barytwasser eingedampft und verascht; Lösen der Asche in Salpetersäure; in der filtrierten (BaSO_4) Lösung bestimmt man die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode. Vergl. S. 86.

11. Schwefelsäure. 100 ccm Bier werden unter Zusatz von Soda und Salpeter eingedampft und verascht; Lösen der Asche in Salzsäure, Fällung mit Chlorbaryum.

12. Chlor wird ebenfalls in der mit Soda und Salpeter hergestellten Asche als Chlorsilber bestimmt.

13. Alkalien werden in der Asche von 100 ccm bestimmt.

Die Asche wird mit Salzsäure ausgekocht, die salzsaure Lösung mit Barytwasser versetzt, von den ausgefallenen Phosphaten und Sulfaten des Baryums und Calciums abfiltriert und durch Zusatz von kohlensaurem und etwas oxalsaurem Ammon die noch etwa vorhandenen Kalk- und Barytsalze ausgeschieden. Nach dem Kochen, Filtrieren und Auswaschen wird das Filtrat eingedampft, der Rückstand schwach geglüht, in wenig heißem Wasser aufgenommen, nochmals mit kohlensaurem und etwas oxalsaurem Ammon gefällt, filtriert und zur Trockne verdampft, der Rückstand schwach geglüht, in wenig Wasser gelöst, filtriert, die Lösung in gewogener Platinschale zur Trockne gebracht und die Chloralkalien gewogen. Das Kali bestimmt man dann als Kaliumplatinchlorid, das Natrium aus der Differenz. Vergl. bei „Wasser“.

14. Schweflige Säure. Destillation von 200 bis 500 ccm Bier mit Phosphorsäure im Kohlensäurestrom unter Vorlage von Jodlösung. Siehe bei „Wein“.

Nebenher ist ein sog. leerer Versuch anzustellen.

15. Borsäure. Der qualitative Nachweis erfolgt nach J. Brand¹ in dem wäßrigen Auszuge des zuvor mit verdünnter Kalilauge alkalisch gemachten, eingedampften und verkohlten Bieres. Die aus mindestens 100 ccm Bier durch Auslaugen der Kohle gewonnene alkalische Flüssigkeit wird in einer Platinschale auf ca. 1 ccm eingeengt, mit verdünnter

¹ Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1892. 15, 426.

Salzsäure übersättigt, ein Streifen frisch bereitetes Curcumapapier hineinlegt und auf dem Wasserbade verdampft.

Da nach J. Brand in dem Hopfen Borsäure enthalten ist, kann man Zusätze von Borsäure nur dann annehmen, wenn mehr als Spuren davon vorhanden sind.

Zur quantitativen Bestimmung benutzt man die Asche von 200 bis 300 ccm Bier und verfährt nach dem von Th. Rosenblatt¹ abgeänderten F. A. Gooch'schen² Verfahren, das auf der Bildung von Borsäuremethylester beruht. Im Destillate ist die Borsäure nach C. Thaddeef³ in Borfluorkalium überzuführen und als solches zu wägen.

Siehe noch A. Hebebrand (Kolorim. Best.), Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1902. 5, 55.

16. Fluorverbindungen. Nach W. Windisch⁴ werden zum qualitativen Nachweise etwa 500 ccm entkohlensäuerter Bier zum Sieden erhitzt und mit Kalkwasser bis zur stark alkalischen Reaktion versetzt. Der entstehende, rasch sich absetzende Niederschlag, welcher die größte Menge des Fluors (in Form von Fluorcalcium bzw. Kieselfluorcalcium) enthält⁵, wird, nachdem die überstehende klare Flüssigkeit abgehebert ist, zum Kochen erhitzt, durch Leinwand abfiltriert und in derselben zwischen Fließpapier abgepreßt. Der Rückstand wird mit einem Messer abgekratzt und in einen Platintiegel gebracht, getrocknet, geglüht, gepulvert, mit drei Tropfen Wasser durchfeuchtet und mit 1 ccm konz. Schwefelsäure versetzt. Sofort nach Zusatz der Schwefelsäure wird der Tiegel behufs Erhitzens auf eine Asbestplatte gestellt und mit einem Uhrglase bedeckt, das an der Unterseite mit Wachs überzogen und beschrieben ist. Um das Schmelzen des Wachses zu verhüten, wird in das Uhrglas ein Stückchen Eis gelegt.

Über die quantitative Bestimmung des Fluors durch Ätzverlust vergl. H. Ost u. A. Schumacher, Berl. Ber. 1893. 26, 151.

17. Salizylsäure. 100 ccm Bier werden mit etwas Schwefelsäure angesäuert und mit dem gleichen Volumen Äther-Petroläther in einem Scheidetrichter ausgeschüttelt. Eine etwa entstehende Emulsion wird durch Zusatz von etwas Alkohol beseitigt. Die abgeschiedene Ätherschicht wird abgetrennt, verdunstet und der Rückstand mit wenig Wasser aufgenommen. Ein Teil dieser Lösung wird mit Eisenchlorid geprüft. Tritt Violettfärbung auf, dann ist der andere Teil mit Millon's Reagens (S. 6) zu versetzen. Tritt nun eine schön rote Färbung ein, so ist Salizylsäure vorhanden. Bleibt diese Reaktion aus, so ist die Abwesenheit von Salizylsäure sowie Salizylaten festgestellt und die obige Eisenchloridreaktion war durch Maltol veranlaßt, das aus zur Bierfabrikation verwendetem Caramelfarbmaltz stammte.

¹ Ztschr. anal. Chem. 1887. 26, 18. — ² Anal. 1887. 12, 92, 132; Ztschr. anal. Chem. 1887. 26, 364. — ³ Ztschr. anal. Chem. 1897. 36, 568. — ⁴ Wochenschrift f. Br. 1896. 13, 449. — ⁵ Vergl. G. Nivière u. A. Hubert, Monit. scient. 1895. 4, 324; R. Hefelmann u. P. Mann, Pharm. Ctrh. 1895. 36, 249; J. Brand, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1895. 18, 317; 1896. 19, 396.

Quantitativ wird die Salizylsäure nach dem kolorimetrischen Verfahren bestimmt. Als Vergleichslösung dient eine Lösung von 1 g Salizylsäure in 1 Liter 50 proz. Alkohol.

Vergl. J. Brand, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1893. **16**, 303; ferner W. Fresenius u. L. Grünhut, Ztschr. anal. Chem. 1899. **38**, 292.

18. **Benzoessäure.** Dieselbe wird unter Verwendung von 500 ccm Bier, wie bei „Milch“ S. 154 beschrieben, nachgewiesen. Da der ätherische Auszug bei sorgfältiger Arbeit fast reine Benzoessäure enthält, eignet sich das Verfahren auch zur quantitativen Bestimmung.

19. **Formaldehyd (Formalin).** Von 200 ccm Bier destilliert man 25–30 ccm ab und prüft das Destillat nach den bei „Fleisch“ S. 95 angeführten Methoden.

20. **Glyzerin.** Man versetzt 50 ccm Bier mit 2–3 g Ätzkalk, dampft zum Sirup ein, setzt dann 10 g Seesand zu und bringt unter Umrühren zur Trockne. Den Trockenrückstand zerreibt man, bringt ihn in eine Extraktionshülse und extrahiert etwa 8 Stdn. mit starkem Alkohol im Extraktionsapparate (Fig. 1, S. 87). Der alkoholische Auszug wird mit dem $1\frac{1}{2}$ fachen Volumen wasserfreien Äthers gemischt und nach dem Absetzen durch ein kleines Filter in ein gewogenes Kölbchen filtriert; der Bodensatz wird mit etwas Alkohol-Äther nachgewaschen. Nach Abdunstung des Alkohol-Äthers wird der Rückstand 1 Stunde im Dampftrockenschranke getrocknet und gewogen.

In dem erhaltenen Rohglyzerin ist (bei extraktreichen Bieren) noch der Zucker- (nach Wein) und der Aschengehalt zu bestimmen und in Abzug zu bringen.

Das Glyzerin kann auch nach der Methode für Süßweine oder in der Abänderung dieser Methode von E. Prior (Bayr. Vereinb. 1898. Prior l. c. 560) bestimmt werden.

21. **Künstliche Süßstoffe.** Vergl. S. 317, sowie das Verfahren von F. Wirthle bei „Wein“. 200 ccm Bier werden unter Erwärmen mit etwa 1 ccm Kupferacetatlösung und dann mit ebensoviel Natriumphosphatlösung versetzt; der entstandene Niederschlag wird abfiltriert, das Filtrat auf ca. 20 ccm eingedampft und wie bei „Wein“ weiter behandelt.

22. **Süßholz.** Siehe R. Kayser, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1885. **7**, 166.

23. **Hopfensurrogate** (Bitterstoffe, Alkaloide). Auf solche ist nötigenfalls nach dem Verfahren von G. Dragendorff (Die gerichtl. chem. Ermittlung von Giften, Göttingen) und stets unter Vergleich mit reinem Bier zu prüfen.

Prüfung auf Pikrinsäure nach H. Fleck (S. 264. 324) oder nach Vitali (10 ccm Bier mit 5 ccm Amylalkohol ausschütteln und den Abdampfrückstand mit KCN oder Schwefelammonium in der Wärme behandeln: blutrote Färbung).

24. Neutralisationsmittel. Neutralisierte Biere zeigen oft eine unter der normalen (unter 1.2 ccm Norm.-Alkali) bleibende Acidität; aus der Höhe des Aschengehaltes wird man nur selten auf einen Zusatz von Neutralisationsmitteln schließen können. Dagegen deutet eine höhere Alkalinität der Asche, ein Verbrauch von mehr als 0.2—0.3 ccm Norm.-Säure für die Asche von 100 ccm Bier auf stattgefundene Neutralisation.¹

Der quantitative Nachweis einer Neutralisation wird nach E. Späth² wie folgt geführt. 500 ccm entkohlensäurtes Bier werden mit 100 ccm Ammoniak (10 proz.) versetzt und 4—5 Std. stehen gelassen, worauf man den entstandenen Niederschlag, die Phosphate des Kalkes und der Magnesia, abfiltriert.

a) Zweimal je 60 ccm des Filtrates (= 50 ccm Bier) werden eingedampft, verascht und in der Asche die an Alkali gebundene Phosphorsäure nach der Molybdänmethode bestimmt.

b) 250 ccm des ammoniakalischen Filtrates werden, ohne das Ammoniak zu verjagen, zur Ausfällung der an Kali gebundenen Phosphorsäure mit 25 ccm Bleiessig versetzt, tüchtig geschüttelt und nach 5- bis 6 stündiger Ruhe filtriert. Vom Filtrate dampft man zur Entfernung des Ammoniaks 200 ccm auf etwa 30—40 ccm ein, verdünnt mit Wasser, kocht einmal auf und ergänzt nach dem Erkalten wieder auf 200 ccm. Von diesem Filtrate werden 175 ccm abpipettiert, mit einigen Tropfen Essigsäure versetzt und dann wird Schwefelwasserstoff eingeleitet. Der überschüssige Schwefelwasserstoff wird durch einen Luft- oder Kohlensäurestrom entfernt und das Schwefelblei abfiltriert. 150 ccm des Filtrates (= 113 ccm Bier) werden nun in einer Platinschale eingedampft und verascht. Die völlig weiße Asche (event. Auslaugen; vergl. S. 86) wird in Wasser aufgenommen, 15—20 Min. Kohlensäure durchgeleitet, kurz zum Kochen erhitzt und nach Hinzugabe einer bestimmten Menge (30—35 ccm) $\frac{1}{10}$ Norm.- H_2SO_4 und Einlegen einer Platinspirale in das Becherglas $\frac{1}{2}$ Stunde lang gekocht. Sodann wird der Alkaligehalt der Asche durch Zurücktitrieren mit $\frac{1}{10}$ Norm.-KOH ermittelt.³

Da nach E. Prior sämtliche an Kali gebundene Phosphorsäure als primäres Phosphat im Biere enthalten ist, läßt sich aus der nach a) gefundenen Phosphorsäure und dem Alkaligehalte der Bierasche (nach b) der Zusatz des Neutralisationsmittels berechnen. Ein größerer Verbrauch von $\frac{1}{10}$ Norm.-Säure für die Bierasche als dem aus der gefundenen Phosphorsäure berechneten entspricht, weist auf zugesetzte Neutralisationsmittel hin. 0.01 der gefundenen Phosphorsäure (P_2O_5) entsprechen

¹ Ed. Späth, Ztschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußm. 1898, 2, 719. —

² Forschungsber. 1895, 2, 303; Ztschr. f. angew. Chem. 1898, 4. — ³ Durch den Zusatz von Bleiessig wird aus einem Teile desselben durch das noch vorhandene NH_3 Bleihydroxyd gebildet, das mit dem noch vorhandenen Bleiessig die Umsetzung der Phosphate der Alkalien bewirkt; es entsteht eine dem vorhandenen Alkaliphosphate entsprechende Menge essigsaurer Alkalien, die, in der Asche zu Karbonaten umgewandelt, titriert wird.

$= 0.0191 \text{ KH}_2\text{PO}_4 = 1.4 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ Säure}$; man hat also nur die gefundene Menge Phosphorsäure mit 1.4 zu multiplizieren, um die für die normale Bierasche erforderliche Menge $\frac{1}{10}$ N-Säure zu erhalten.

Der Mehrverbrauch entspricht dem zugesetzten Neutralisationsmittel und wird, da fast ausschließlich Natriumbikarbonat in Betracht kommt, auf dieses berechnet: $1 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ Säure} = 0.00837 \text{ g NaHCO}_3$.

Beispiel.

1. Normales Bier gab nach a) $= 0.053\% \text{ P}_2\text{O}_5 = 5.3 \times 1.4 = 7.42 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ N.-Säure}$,
Die Bierasche gab nach b) einen Säureverbrauch von 6.90 „ „
Differenz zwischen dem aus d. P_2O_5 berechneten u. der
durch Titration d. Asche gefundenen Säureverbrauch $= 0.52 \text{ ccm}$
2. Das gleiche Bier mit so viel NaHCO_3 versetzt,
als 6 ccm $\frac{1}{10}$ Norm.-KOH entspricht, gab nach a)
 $= 0.053\% \text{ P}_2\text{O}_5 = 7.42 \text{ ccm } \frac{1}{10} \text{ N.-Säure}$,

Die Bierasche ergab nach b) einen Säureverbrauch von 12.8 „ „
also einen Mehrverbrauch von 5.38 ccm im Vergleich mit der aus der gefundenen P_2O_5 berechneten, von 5.9 ccm im Vergleich mit der für die reine Bierasche verbrauchten Säuremenge, an Stelle des bei 2 zugesetzten, 6 ccm $\frac{1}{10}$ KOH entsprechenden Natriumbikarbonates.

Nach diesem Verfahren wird in der Regel etwas Natriumbikarbonat zu wenig gefunden, da bei der Ausfällung der Kalk- und Magnesiumphosphate durch Ammoniak geringe Mengen löslicher Ammoniumphosphate gebildet werden. Der Fehler ist aber bei den geringen Mengen von ursprünglich vorhandenen Kalk- und Magnesiaphosphaten sehr gering und kommt außerdem dem Bierpantacher zu gute. Die gefundene Menge Neutralisationsmittel entspricht daher stets der geringsten zugesetzten Quantität.

Bestimmt man nach E. Prior¹ in einem neutralisierten Biere die flüchtigen und fixen organischen Säuren, sowie die primären Phosphate, so läßt sich aus der geringen Menge der vorhandenen primären Phosphate und dem veränderten Mengenverhältnisse der drei Säuregruppen zueinander auf Neutralisation schließen.

Durch Zusatz eines Neutralisationsmittels wird auch das Verhältnis der Alkalien zueinander in der Bierasche verschoben. Die normale Bierasche enthält auf 1 T. Na_2O mindestens 3, meist mehr Teile K_2O .

25. Nachweis von Farbstoffen. Teerfarbstoffe werden in bekannter Weise auf Wolle fixiert.

Zum Nachweise von Zuckercouleur schüttelt V. Griessmeyer das Bier (20 ccm) mit dem doppelten Volumen festen Ammonsulfates und dem dreifachen Volumen 90—95 proz. Alkohols in einem Glaszylinder. Bier, dessen Farbstoff nur von Malz herrührt, wird mehr oder weniger entfärbt; mit Zuckercouleur gefärbtes Bier wird nicht entfärbt.

26. Nachweis stattgefundener Pasteurisierung des Bieres. Siehe Arm. Bau, Wochenschr. f. Brauerei 1902. 19, 44.

27. Mikroskopische Prüfung.²

Zu der mikroskopischen Untersuchung des Bieres ist eine bis dahin ungeöffnete Flasche zu verwenden.

¹ E. Prior l. c. 569 u. 570. — ² Vergl. die Vereinb. für das Deutsche Reich III, 14.

Schleieriges oder trübes Bier läßt man zunächst in der Flasche ruhig stehen, nachdem diese unter dem Strahle einer Wasserleitung gründlich gereinigt und mit einem reinen Tuche wohl abgetrocknet wurde, um zu sehen, ob es sich bei gewöhnlicher Temperatur aufhellt oder absetzt. Nach etwa eintägigem Stehen — unmittelbares Sonnenlicht darf die Flasche nicht treffen — öffnet man die Flasche, nachdem der Hals derselben sowie der Stopfen — ein Aufrühren des Bodensatzes ist zu vermeiden — zuvor durch Abwaschen mit starkem Alkohol, sodann durch Flambieren mit einem Bunsenbrenner sterilisiert wurden.

Der Bodensatz oder das trüb gebliebene Bier sind zunächst mikroskopisch zu prüfen auf das Vorhandensein von Hefe, Bakterien, Stärke (Kleister), Eiweiß- (Glutin-) und Harzausscheidungen. Den Bodensatz sammelt man am besten, nachdem das überstehende klare Bier abgegossen ist, in einem Spitzglase. Bier, das keinen Bodensatz bildete und dessen Trübung nur gering ist, wird am besten zentrifugiert, um die in der Schwebel befindlichen Körperchen zu sammeln und in konzentrierter Form auf den Objektträger zu bekommen.

Hefe wird mikroskopisch leicht erkannt; schwierig ist die Unterscheidung von Kulturhefe und von wilden Hefearten. Hierzu ist das Hansensche Verfahren der Sporenkultur dienlich, wozu aber große Übung und Erfahrung erfordert werden.

Um über den Keimgehalt des Bieres, qualitativ wie quantitativ, sich rasch ein Urteil zu bilden, wird die sog. Tröpfchenkultur angewendet.

Näheres siehe bei P. Lindner, Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben. Berlin bei P. Parey 1898; ferner P. Lindner, Wochenschr. f. Br. 1898. 15, 536.

Bakterientrübe Biere (*Sarcina*, Milchsäure-, Essigsäure-Bakterien) werden im allgemeinen selten beobachtet; dieselben werden durch Filtrieren nicht klar, sind meist von abnormalem Geruch, Geschmack und Säuregehalt und als verdorben zu betrachten.

Stärke- oder Kleistertrübungen deuten auf eine fehlerhafte Führung des Maischprozesses und sind von Hefe- und Bakterientrübung begleitet. Stärkekörner werden mikroskopisch, gelöste Stärke, Amylo- und Erythrodextrin werden mit Jodlösung (0.1 g J + 0.2 g JK in 100 ccm H₂O) im Biere nachgewiesen.

Man versetzt in einem Reagenzglase 5 ccm Bier mit 25 ccm absol. Alkohol und schüttelt kräftig durch. Die flockig ausgeschiedenen Dextrine läßt man sich absetzen, löst dieselben nach Abgießen des Alkohols in 2—3 ccm Wasser und gibt Jodlösung hinzu. Blaufärbung zeigt Stärke und Amylodextrin, Rotfärbung zeigt Erythrodextrin an.

Eiweiß- bzw. Glutin-trübe Biere (oft nur infolge rascher starker, Abkühlung des Bieres) werden beim Erwärmen klar; die flockigen Ausscheidungen zeigen sich unter dem Mikroskope als häutige, gelblich gefärbte Massen, welche die Eiweißreaktionen geben.

Harztrübung ist durch das Auftreten gelber bis brauner Körnchen oder krümeliger Massen charakterisiert, zwischen denen hellgelbe Tropfen oder Körner liegen, die alter, wilder Hefe ähnlich sehen. Zur Unterscheidung von letzterer und um event. von Harz eingeschlossene Hefe und Bakterien zu erkennen, sind Präparate unter Zusatz von Kalilauge (1:10) anzufertigen. Das Alkali löst die Harzkörper; auch Eiweiß- und Glutinausscheidungen werden durch das Alkali gelöst. Harzkörperchen färben sich mit Alkannatinktur rot.

Vergl. H. Will, Über die Untersuchung von Bierabsätzen. Ber. üb. d. 5. Vers. d. fr. Vereinig. bayr. Vertr. d. angew. Chem. in Würzburg 1886, 12; Ders., Zur Untersuchung hefetrüber Biere. Forschungsber. über Lebensmittel 1894, 1, 389. — Über Gummitrübung siehe H. Will, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1891, 14, 81.

Beurteilung des Bieres.¹

1. Das in den Verkehr gelangende Bier soll in der Regel klar oder höchstens schwach opalisierend sein. Die Kohlensäure soll beim Ausschänken des Bieres in ein Glas unter Bildung einer Schaumdecke von rahmartigem, nicht großblasigem Aussehen und unter längere Zeit andauerndem Aufsteigen von Gasbläschen aus der Flüssigkeit entweichen; jedoch ist auch die Eigenart des Bieres (ungespundetes Bier etc.) zu berücksichtigen. Der Geschmack des Bieres soll rein prickelnd (Kohlensäure) und der Biersorte entsprechend (süß, malzig, bitter nach Hopfen) sein. Bei untergärigen Bieren soll ein Säuregeschmack nicht hervortreten, wogegen gewissen obergärigen Bieren (Weißbier etc.) ein entsprechender säuerlicher Geschmack anhaftet. Fauler, schimmeliger, ekelregender Geschmack und Geruch sind zu beanstanden.

2. Untergäriges trübes Bier ist zu beanstanden, wenn die Trübung von Bakterien oder wilder Hefen herrührt; in beiden Fällen ist auch der Geschmack des Bieres verändert.

Sofern die Trübung ausschließlich durch Kulturhefe in zunehmender Vermehrung bedingt ist und sich bei ruhigem Stehen unter Klärung des Bieres bald ein Absatz bildet, ist anzunehmen, daß nicht genügende Reife vorliegt; solche Biere sind zu beanstanden.

Gewisse Biere (Lichtenhainer, Berliner Weißbier etc.) sind mit Hefetrübung zulässig.

Biere mit einem leichten Hefeschleier und mit einem Vergärungsgrade von 48% und mehr sind nicht zu beanstanden; bei diesen Bieren darf sich bei 24 stündigem Stehen bei Zimmertemperatur Hefe nicht merklich absetzen.

Schwache Eiweiß- (Glutin-), Harz-, Dextrin- oder Gummitrübungen sind nicht zu beanstanden, da es nicht immer in der Hand des Brauers liegt, sie völlig zu vermeiden. Auch bei sehr extraktreichen Bieren ist eine geringe Trübung zulässig.

¹ Vergl. auch „Ersatzstoffe f. Malz und Hopfen etc.“, S. 410.

Starke Trübungen und Absätze, gleichgültig, von welcher Ursache die Trübung herrührt, sind zu beanstanden. Zu beachten ist, daß auf Flaschen reifende Biere einen ihnen eigentümlichen Bodensatz enthalten.

3. Der Alkoholgehalt beträgt bei leichten Bieren 2.5—3.0, bei Lagerbier 3.5—4.5 Gewichtsprocente.

Ein Alkoholzusatz kann vermutet werden, wenn der Gehalt der Stammwürze und der Vergärungsgrad ausnehmend hoch sind.

Wasserzusatz gibt sich durch einen geringen Gehalt der Stammwürze zu erkennen; dieser soll nicht unter 12% betragen.

Der Extraktgehalt der Biere ist nach dem Grade der Vergärung und der Konzentration der Stammwürze verschieden; derselbe beträgt bei untergäurigem Lagerbier 5—7, bei Bockbier, Salvator etc. 8—10%; er übersteigt gewöhnlich nicht die doppelte Zahl für den Alkohol (d. h. der Vergärungsgrad der Biere liegt gewöhnlich nicht unter 50%¹). Die Luxusbiere (Bock, Salvator, Biere aus starken Würzen) sind manchmal geringer vergoren.

Biere mit höheren Vergärungsgraden sind haltbarer als niedervergorene. Ein unter 44% liegender Vergärungsgrad bei Bieren, die im übrigen nicht zu beanstanden sind, läßt darauf schließen, daß die Gärung entweder durch ein Übermaß von Kälte unterdrückt wurde oder daß es sich um Bier handelt, welches gewaltsam, künstlich mit Filtrierapparaten geklärt wurde.

Ein gesundes Bier sollte nicht filtriert werden; die Filtration bewirkt bloß ein besseres Aussehen, biologisch wird das Bier verschlechtert. Vergl. H. Will, Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1896. 19, 616; F. Lafar, das. 1897. 20, 679.

Der Stickstoffgehalt reiner Malzbiers in Prozenten des Extraktes beträgt mindestens 1%, nur ausnahmsweise 0.9; liegt derselbe unter 0.9%, so deutet dies auf eine stattgefundene Verwendung stickstofffreier oder stickstoffarmer Surrogate (Zucker, Reis etc.).

Auch ein geringer Gehalt an Phosphorsäure — Malzbier enthält 0.06—0.1% P_2O_5 — läßt auf die Verwendung von Surrogaten schließen.

Es empfiehlt sich, den N- und P_2O_5 -Gehalt des Bieres auf die Trockensubstanz der Stammwürze zu berechnen; diese enthält meist 0.4—0.5% N und ebensoviel P_2O_5 . Nach dem Schweizer Lebensmittelbuch soll der Gehalt der Stammwürze an N wie an P_2O_5 mindestens 0.3% betragen.

Der Glyzeringehalt normaler Biere geht nicht über 0.25%; auf 100 g Alkohol kommen nach E. Borgmann und E. Egger 3.8—5.5 g Glyzerin. Ein Glyzeringehalt von 0.3% und mehr deutet auf Glyzerinzusatz.

¹ Die Angabe der deutschen Vereinbarungen (III, 17): „Bayrische Schenk- und Lagerbiere haben meistens einen Vergärungsgrad zwischen 44 und 50%; der durchschnittliche Vergärungsgrad der bayrischen Biere ist gewöhnlich wenig unter 50%“, kann nicht als zutreffend angesehen werden. Vergl. d. Ber. üb. d. 14. Vers. bayr. Vertr. d. angew. Chemie in Bayreuth 1895, 56.

Der Aschengehalt reiner Biere geht, selbst bei stark eingebrauten, nicht über 0.3% hinaus; ein höherer Aschengehalt kann Anhaltspunkte für Zusatz von Neutralisationsmitteln oder von Kochsalz bieten und zu weiterer Untersuchung veranlassen. Die Asche normaler Biere reagiert alkalisch. Die Alkalinität der Asche von 100 g Bier entspricht einem Säureverbrauch von höchstens 0.4 ccm Normalschwefelsäure.

Der Chlorgehalt der deutschen Biere beträgt etwa 0.009%.

In England wird zum Klären Kochsalz verwendet.

Der Schwefelsäuregehalt (SO_3) des Bieres liegt zwischen 0.009 und 0.018%.

Es ist zu beachten, daß der Gehalt der Rohstoffe, auch des Wassers an Mineralbestandteilen (P_2O_5 , SO_3 , Cl) größeren Schwankungen unterworfen ist, größere Mengen von SO_3 und Cl daher unter Berücksichtigung der Herkunft des Bieres zu beurteilen sind.

Der Kohlensäuregehalt des im Konsum befindlichen Bieres schwankt zwischen 0.2 und 0.3%, während dem Lagerfasse direkt entnommene Biere bis zu 0.4% CO_2 enthalten. Biere mit weniger als 0.2% CO_2 sind „schal“.

Stark moussierende Weißbiere enthalten bis 0.6% CO_2 .

Der Gesamtsäuregehalt des Bieres (exklusive Kohlensäure) überschreitet in normalen untergärigen Bieren selten eine 3 ccm Normal-Alkali für 100 g Bier entsprechende Menge. Ein Alkaliverbrauch unter 1.2 ccm läßt auf stattgefundene Neutralisation des Bieres schließen. Ein höherer Säuregehalt ist bei obergärigem Weißbier (bis zu 7 ccm Norm.-Alkali) zu beobachten, sehr selten bei untergärigen Bieren, wo derselbe dann durch einen erhöhten Gehalt an fixen organischen Säuren, besonders Milchsäure oder durch primäre Phosphate bedingt ist. In diesen Fällen schmeckt das Bier nicht unangenehm sauer, sondern angenehm säuerlich.

4. Als sauer ist ein Bier zu bezeichnen, das einen schlechten, auffallend sauren Geschmack besitzt und dessen Gesamtacidität 3 ccm Norm.-Alkali überschreitet; die Säuerung ist stets durch Bestimmung des Gehaltes an flüchtiger Säure zu bestätigen. Saure Biere enthalten gewöhnlich in ihrem Sedimente oder suspendiert neben Hefe viel Säurebakterien, besonders *Bact. aceti* und *Bact. Pasteurianum*; ersteres Bakterium bildet unregelmäßig geschwollene Formen und lange Ketten; *Bact. aceti* wird durch Jodlösung gelb, *Bact. Pasteurianum* blau gefärbt.¹ Saure und zugleich hefe- und bakterientrübe Biere sind als verdorbene zu bezeichnen.

Die Menge der flüchtigen Säuren des normalen Bieres schwankt zwischen 2.7—7.5 ccm $\frac{1}{10}$ N.-Alkaliverbrauch für 100 g Bier; saure Biere liefern erheblich höhere Werte. In sauren Bieren ist das Verhältnis zwischen den sauren Phosphaten einerseits und der Summe der fixen und flüchtigen Säuren andererseits gerade umgekehrt, wie im nor-

¹ Gelegentlich können auch einmal künstlich geklärte saure Biere in den Verkehr gelangen.

malen Biere. Im normalen Biere überwiegt die Acidität der primären Phosphate, in stichigen und sauren Bieren ist der Gehalt an fixen und flüchtigen Säuren höher als derjenige der Phosphate. Vergl. E. Prior l. c. 570.

5. Konservierungsmittel. Zum Konservieren von Flaschenbier ist das Pasteurisieren ausreichend. In Bayern darf die Konservierung des Bieres nur durch Pasteurisieren geschehen; flüssige Kohlensäure darf nur beim Ausschanke des Bieres an der Schankstelle verwendet werden¹, sofern es nicht von der zuständigen Polizeibehörde verboten ist.

Zusätze von chemischen Substanzen, wie Salizylsäure, Borsäure und Boraten, saurem schwefligsaurem Kalk, Kalium oder Natrium, Fluoriden, Benzoessäure, Formaldehyd etc. (die übrigens nur in verhältnismäßig großen Dosen wirken), sind unstatthaft (Nahrungsm.-Ges. bezw. bayr. Malzaufschlages).

Spuren von Borsäure (aus dem Hopfen stammend, s. S. 386), sowie von schwefliger Säure (vom Schwefeln des Hopfens herrührend) können im Biere vorkommen. Aus dem Destillate von 200 g Bier darf nicht mehr schweflige Säure erhalten werden, als 10 mg BaSO₄ entspricht.

Vergl. d. Beschlüsse d. f. Ver. bayr. Vertr. d. angew. Chem. in Nürnberg 1885, 36 u. f.

6. Surrogate und anderweitige Zusätze. Zusätze von Hopfenersatzstoffen, von künstlichen Süßstoffen, von Farbstoffen (außer Farbmalz) sowie von Neutralisationsmitteln sind verboten. In Bayern, Württemberg und Baden sind auch Malz- (Gersten- oder Weizen-) Ersatzstoffe verboten. Die Verwendung von Weizenmalz für sich allein oder mit Gerstenmalz gemischt ist nur für obergärige Biere gestattet. Auch die Verwendung von außerhalb der Brauerei bereiteten Hopfenauszügen und Hopfenextrakten ist nach der Entschliebung des Königl. bayr. Staatsministeriums des Innern, dann des Handels und der öffentlichen Arbeiten vom Jahre 1857 verboten.

Zusätze von Wasser zum fertigen Biere, von minderwertigem Tropfbier und Neigenbier (letzteres ist verdorben und gesundheitsgefährlich; Sputum) sind als Fälschungen zu beanstanden.

Das Vermischen verschiedener Biersorten (extraktreicheren Bieres mit extraktärmerem, von Bieren mit verschiedenem Charakter) ist als „Nachmachen“ von Bier zu beurteilen.

7. Klärmittel.² Zum Klären der Würze und des Bieres dürfen in Anwendung kommen: 1. Filtrierapparate, 2. gut ausgesottene Haselnuß- und Buchenspäne, 3. Hausenblase, *Raja clavata* und gute Gelatine, 4. Aufkräusen sowohl zur Klärung als zur Wiederbelebung alter aber unverdorbener Biere. Es empfiehlt sich, die Klärmittel selbst zu lösen. Salizylierte Klärmittel sind unzulässig.

¹ Jedoch ohne Zuhilfenahme von Pressionen; der gewöhnliche bekannte Abzapfhahn muß immer beibehalten werden. — ² Vergl. d. Ber. üb. d. 4. Vers. bayr. Vertr. d. angew. Chem. in Nürnberg 1885, 36 u. f.

Zusatz.

Die bayrischen Vereinbarungen betreffend die Beurteilung des Bieres (München 1898) lauten:

I. Bier ist ein aus Gersten- (Weizen-) Malz durch Vermaischung mit Wasser bereitetes, mit Hopfen gekochtes und durch Hefe in Gärung versetztes Getränk, dessen Extraktbestandteile teilweise vergoren sind.

Bayrische Biere besitzen in der Regel einen wirklichen Vergärungsgrad von 48% und darüber, mindestens aber einen solchen von 45%.

II. Im Verkehre nicht zulässig sind:

- a) saure Biere;
- b) Biere, welche einen ekelerregenden Geschmack und Geruch besitzen;
- c) trübe Biere, gleichgültig von welcher Ursache die Trübung herrührt;
- d) durch suspendierte Hefe nicht vollkommen klare, d. h. schleierig oder staubig erscheinende Biere, deren wirklicher Vergärungsgrad unter 48% liegt;
- e) Biere, welche durch Bakterien schleimig erscheinen und Anzeichen von Verderbnis haben.

III. Im Verkehre noch zulässig sind: nicht vollkommen klare, d. h. staubig oder schleierig erscheinende Biere, wenn die staubige Beschaffenheit

- a) durch Eiweiß-(Glutin-)Körperchen,
- b) durch Dextrine (Amylo- und Erythrodextrin),
- c) durch Hopfenharz-Ausscheidungen,
- d) durch Hefe veranlaßt ist und das hefenschleierige Bier einen wirklichen Vergärungsgrad von 48% und darüber besitzt.

IV. Die sogenannten Luxusbiere (Bock, Salvator) unterliegen bezüglich ihres Vergärungsgrades keiner Beurteilung.

Nach dem Schweizer Lebensmittelbuch soll der wirkliche Vergärungsgrad des Bieres mindestens 46% betragen.

2. Wein.

Literatur: A. von Babo und E. Mach, Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft. — M. Barth, Die Kellerbehandlung der Traubenweine. 2. Aufl. von R. Meißner, Stuttgart bei E. Ulmer. — M. Barth, Die Obstweinbereitung. 5. Aufl. von H. Becker, Stuttgart b. E. Ulmer. — Bersch, Die Praxis der Weinbereitung. — E. Borgmann, Anleitung zur chemischen Analyse des Weines. 2. Aufl. von W. Fresenius, Wiesbaden bei C. W. Kreidel. — Ad. Cluss, Die Apfelweinbereitung, Stuttgart b. E. Ulmer. — H. W. Dahlen, Die Weinbereitung, Braunschweig bei Vieweg. — L. Diefenbach, Die Rebenkrankheiten etc., Berlin bei P. Parey. — L. Grünhut, Die Chemie des Weines, Stuttgart bei F. Enke. — O. Kirchner u. H. Boltshausen, Atlas der Krankheiten und Beschädigungen des Beerenobstes, Stuttgart bei E. Ulmer. — J. Nessler, Die Bereitung, Pflege und Untersuchung des Weines, Stuttgart bei E. Ulmer. — K. Windisch, Die chemische Untersuchung und Beurteilung des Weines, Berlin bei J. Springer. — J. Wortmann, Vorkommen und Wirkung lebender Organismen in fertigen Weinen etc., Berlin bei P. Parey.

Als Wein bezeichnet man das durch alkoholische Gärung aus dem Saft der Weintraube hergestellte Getränk.¹

¹ Gesetz betr. den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken vom 24. Mai 1901, § 1.