

Oldenbourg

Technische Handbibliothek

Band X:

H. Will, Anleitung zur biologischen Untersuchung
und Begutachtung von Bierwürze, Bierhefe, Bier
und Brauwasser, zur Betriebskontrolle sowie zur
Hefenreinzucht



München und **Berlin**

Druck und Verlag von R. Oldenbourg

1909

ANLEITUNG

zur

Biologischen Untersuchung und Begutachtung
von Bierwürze, Bierhefe, Bier und Brauwasser,
zur Betriebskontrolle sowie zur Hefenreinzucht

Für

Brauerei-Betriebschemiker, Betriebskontrolleure,
Brauer und Nahrungsmittelchemiker

von

Prof. Dr. H. Will

Vorsteher des physiologischen Laboratoriums der Wissenschaftlichen
Station für Brauerei in München.

Mit 84 Abbildungen im Text und 3 Tafeln.



München und **Berlin.**

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1909

Vorwort.

Als ich im Jahre 1884 meine Tätigkeit an der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München begann, wünschte ich mir einen Leitfaden, mit dessen Hilfe ich mich über die Grundlagen der biologischen Analyse und über diese selbst unterrichten konnte. Damals war jenes Gebiet noch klein. Die biologische Analyse, welche sich auf der neuen Lehre von Emil Chr. Hansen über die durch wilde Hefen verursachten Bierkrankheiten aufbaute, war eben erst erschlossen worden. Trotzdem kostete es viel Mühe und Zeit, sich ohne irgendwelche Anleitung in diese Gebiete einzuarbeiten. Die Literatur war zerstreut, Erfahrungen hinsichtlich der biologischen Analyse und Betriebskontrolle lagen noch nicht vor.

Die jüngere Generation hat es leichter. Allerdings nahm infolge der neuen Wege, welche durch die Reinzucht gebahnt worden waren, die Literatur über Hefe und die für die Brauerei bedeutungsvollen Kleinlebewesen so an Umfang zu, daß es oft schwer wurde, ihr zu folgen. Durch diese Forschungen und die sich häufenden Erfahrungen wurde aber die biologische Analyse weiter ausgebaut und auf eine viel sicherere Grundlage gestellt. Sie hat den Höhepunkt zwar noch nicht erreicht, gleichwohl ist ein gewisser Abschluß unverkennbar. Die biologische Analyse ist schon aus dem Grund nicht unveränderlich, weil sie sich dem jeweiligen Stand unserer Kenntnis anpassen muß.

Die inzwischen erschienenen Bücher von P. Lindner, Alb. Klöcker und das unter Mitwirkung von Fachgenossen von Franz La far herausgegebene Handbuch der technischen

Mykologie sind ganz vorzüglich zur Einführung in die Kenntnis der für die Brauerei, für die Gärungsgewerbe überhaupt wichtigen Kleinlebewesen geeignet. Bei der umfassenden Aufgabe, welche diese Werke verfolgen, mußte jedoch naturgemäß die biologische Analyse und die Betriebskontrolle verhältnismäßig kurz behandelt werden. Ferner kommt hinzu, daß P. Lindner und Alb. Klöcker als Vertreter verschiedener Schulen die von ihnen selbst gehandhabten Arbeitsverfahren in den Vordergrund stellen.

Durch eine engere Begrenzung der Aufgabe konnte diese gründlicher behandelt werden. Bei der Zusammenfassung der im Laufe der Zeit bekannt gewordenen Arbeitsverfahren habe ich diese nicht bloß nebeneinander gestellt, sondern ich habe vor allem versucht, soweit ich jene durch Vergleichung abzuschätzen gelernt habe, kritisch zu sichten, und ich habe außerdem die Bedenken, welche gegen jene erhoben werden können, geltend gemacht; auch suchte ich zum weiteren Ausbau der Arbeitsverfahren anzuregen. Gegen meine Ausführungen wird sich mancher Widerspruch erheben. Es ist jedoch viele Arbeit, deren Ergebnisse bis jetzt nicht in die Öffentlichkeit gekommen sind, aufgewendet worden, um zu einem möglichst klaren und objektiven Urteil zu gelangen. Mein Bestreben war aber auch, zur Klärung von Fragen beizutragen, welche bis jetzt kaum erörtert worden sind.

Ein Hauptgewicht wurde auf die Begründung und die eingehende Darlegung der Technik der Untersuchungsverfahren gelegt. Außerdem sind Fingerzeige gegeben, wie einzelne sich darbietende Schwierigkeiten überwunden werden können, kleine erprobte Kunstgriffe verzeichnet, welche das Arbeiten erleichtern, kurz, es sind im Laufe der Zeit gesammelte Erfahrungen mitgeteilt. Ferner wurde besondere Aufmerksamkeit den aus den Ergebnissen der Untersuchung zu ziehenden Schlußfolgerungen, der Begutachtung des Untersuchungsobjektes zugewendet.

Der im Brauereibetrieb tätige Biologe soll nicht bloß auf bestimmte Verfahren eingearbeitet sein, die es ihm ermöglichen, nach einem gegebenen Schema die Untersuchungen auszuführen, sondern er soll das ganze Gebiet soweit als möglich

kritisch durchdrungen und dabei seine Beobachtung geschärft haben. Wenn dies aber der Fall ist, dann werden auch nicht mehr so oft schiefe, auf Unkenntnis gewöhnlicher biologischer Erscheinungen beruhende Urteile abgegeben werden. Mein Bestreben ging daher auch dahin, die Beobachtung anzuregen.

Die Fälle, welche in der Praxis vorkommen, sind sehr verschieden gelagert; sie können nicht alle vorhergesehen und berücksichtigt werden. Der Biologe wird öfters in die Lage versetzt, Abänderungen der ihm bekannten und geläufigen Untersuchungsverfahren vorzunehmen, verschiedene Verfahren miteinander zu verbinden, gegebenenfalls selbst neue ausfindig zu machen, die sich den örtlichen Verhältnissen anpassen. Für jedes neue Arbeitsverfahren muß jedoch erst die Grenze seiner Anwendbarkeit bestimmt werden. So selbstverständlich diese Forderung erscheint, so ist sie doch nicht immer erfüllt worden. Es können also nur im allgemeinen die Mittel und Wege gezeigt werden, wie eine Untersuchung zweckmäßig auszuführen ist und wie die gestellten Fragen nach Möglichkeit gelöst werden.

Eine wesentliche Vereinfachung und damit eine Abkürzung ist dann ermöglicht, wenn der Biologe den ihm anvertrauten Betrieb gründlich kennen gelernt hat und so tüchtig geschult ist, daß er schon aus dem mikroskopischen Bild zu lesen versteht.

Im I. Abschnitt, welcher die allgemeinen Grundlagen für die biologische Analyse und die Betriebskontrolle behandelt, geht, wie bei den Riesenkolonien, der Sporenkeimung und anderen, die Darstellung wiederholt über den für jenen Zweck allein enger gesteckten Rahmen hinaus. Ich suchte damit den Anforderungen derjenigen gerecht zu werden, welche sich aus rein wissenschaftlichem Interesse in die Hefenkunde einarbeiten wollen. Deshalb wurden auch die für die botanische Untersuchung der Hefe und der übrigen Sproßpilze wichtigsten Gesichtspunkte berücksichtigt. Das gleiche gilt teilweise auch für die Hefenreinzuucht, soweit es sich um die verschiedenen Verfahren zur Herstellung von Reinzuchten handelt. Ich erachte es übrigens durchaus nicht für überflüssig, wenn der angehende Biologe sich auch mit der Sporenkultur beschäftigt

und die Sporenbildung von Kultur- und wilder Hefe genau kennen lernt, obgleich Sporenkulturen im Betriebslaboratorium meist nicht mehr ausgeführt werden.

Die allgemeinen Grundsätze für mikrobiologische Untersuchungen sind als bekannt vorausgesetzt.

Die ersten Anfänge der vorliegenden Zusammenfassung, durch welche ich den früher von mir gehegten Wunsch für meine Schüler der Erfüllung nahe bringen wollte, reichen bis auf das Jahr 1886 zurück, als ich Kurse für gut vorgebildete Brauer und Chemiker, darunter Nahrungsmittelchemiker, einrichtete, welche diese in die mikroskopische Untersuchung von Hefe und Bier, vor allem aber in die Hefenreinzucht einführen sollten. Zuerst waren es Bemerkungen, welche ich zu schematischen Zeichnungen machte, und auf lose Blätter geschriebene Übersichten. Diese Aufzeichnungen sind später von einem meiner Mitarbeiter gesammelt worden und bildeten neben den eigenen Aufschreibungen der Schüler, welche sie während des Unterrichtes gemacht hatten, die Grundlage zu ihren Ausarbeitungen.

Der Unterricht regte mich zu eigenen Untersuchungen, wie diejenigen über die Glutinkörperchen, die »braunen Klümpchen« und andere, an. In erweitertem Umfang sind jene schon zum Teil veröffentlicht. Sie führten dazu, den im Kursus behandelten Stoff immer weiter auszudehnen und abzurunden. Dem Unterricht am Mikroskop reihten sich Vorträge und Diktate von zusammenfassenden Übersichten an, welche ebenfalls teilweise schon veröffentlicht und in der vorliegenden Schrift wieder benutzt wurden.

Dem mir in meiner Berufstätigkeit zugewiesenen Arbeitskreis entsprechend, berücksichtigte ich nur die untergärige Brauerei, mit deren Bedürfnissen und Schmerzen ich im Laufe der Zeit mehr und mehr vertraut wurde.

Die tierischen Schädlinge in die Betriebskontrolle einzu beziehen, beabsichtigte ich nicht.

Obwohl ich der Anschauung bin, daß es unter Umständen wohl möglich ist sich an der Hand eines Leitfadens in unser Gebiet ohne weitere Hilfe einzuarbeiten, so möchte ich doch für alle Fälle einen Kursus in einem biologischen Laboratorium

nicht als überflüssig erachten. Gelegenheit zu solchen Kursen ist jetzt genügend gegeben. Es wäre durchaus unrichtig, anzunehmen, daß die Kenntnis der Untersuchungsverfahren, welche bei der biologischen Analyse und der Betriebskontrolle zur Anwendung kommen, allein schon zur Vornahme jener befähigen. Neben Beobachtungsgabe ist eine tüchtige Schulung und eine umfassende Erfahrung notwendig, um die wechselvollen Erscheinungen, welche sich im Brauereibetrieb darbieten, deuten und nach den Untersuchungsergebnissen die für die Praxis notwendigen Maßnahmen treffen zu können. Jedenfalls wird das erstrebte Ziel unter sachkundiger und erfahrener Leitung rascher erreicht. Der Leitfaden mag dann neben den eigenen während des Unterrichtes gemachten Aufzeichnungen ein Berater sein.

Bei der Darlegung der Hefenreinzucht stütze ich mich in erster Linie auf die erprobten Mitteilungen von Emil Chr. Hansen.

Herzlichsten Dank schulde ich den Kollegen, welche, seit langen Jahren inmitten der Praxis stehend, mir ihre Erfahrungen jederzeit zur Verfügung gestellt haben. Ich verdanke ihnen wertvolle Anregungen und bereitwilligste tätige Unterstützung. Die Analyse und Begutachtung von Betriebshefe ist in ihrer jetzigen Gestaltung teilweise durch eine gemeinsame Besprechung mit Kollegen zustande gekommen.

Ein Teil der Originalzeichnungen wurde von meinem Mitarbeiter Herrn O. Schimon angefertigt. Er sei auch hier meines wärmsten Dankes versichert.

München, Ostern 1909.

H. Will.

Inhalt.

	Seite
Aufgabe der biologischen Untersuchung im Brauereibetrieb und ihr Umfang	1
I. Abschnitt.	
Gemengteile der Bierwürze	4
Trub: Eiweißausscheidungen, Überreste des Malzkornes (Treber), Bestandteile des Hopfenzapfens oder der Hopfen- dolde	5
Gemengteile der untergärigen Bierhefe	7
geordnet nach der Form und Abstammung	9
geordnet wesentlich nach chemischen Gesichtspunkten	9
Überreste des Malzkornes	10
Bestandteile des Hopfenzapfens	11
Kristalle	14
Die hautartigen Eiweißausscheidungen	17
Die Glutinkörperchen	20
Die »braunen Klümpchen«	25
Ungeformte Eiweißkörper und das sog. gelatinöse Netz- werk	29
Die Hefenzelle	36
Morphologie der ruhenden und toten Zelle	36
Veränderung des Aussehens und der Beschaffenheit der Hefenzellen im Hungerzustand und während des Zerfalles	42
Morphologie der sprossenden Zelle	46
Sporenbildung	50
Die Sporenkultur	59
Sporenkeimung	62

	Seite
Die verschiedenen Gruppen von Hefen und anderen Sproßpilzen	65
Saccharomyceten, Mykoderma, Torulaceen, Monilia . . .	65
Kulturhefen und wilde Hefen	70
Obergärige und untergärige Hefen	73
Verhalten gegenüber den verschiedenen Zuckerarten und Dextrinen	75
Verlauf der Gärung, Gärungsenergie und Gärkraft . . .	78
Hoch und niedrig vergärende Hefen	78
Bruchhefen und Staubhefen	78
Klärung	78
Kalt- und Warmhefen	79
Verhalten gegenüber Giften	79
Die morphologischen und physiologischen Merkmale für die Unterscheidung der Gruppe der Kulturhefen und der wilden Hefen, der Hefenarten und der übrigen Sproßpilze überhaupt	80
1. Die Form und Größe der Zellen	80
2. Die Wachstumsform der Kolonien auf festen Nährböden in Einzellkulturen	83
Die drei Grundformen des Wachstums	83
3. Die Wachstumserscheinungen der Kolonien in kleinen Tröpfchen Nährflüssigkeit (»Tröpfchenkultur« oder »Federstrichkultur« nach P. L i n d n e r) und die Beschaffenheit des Zellinhaltes	86
Die Tröpfchenkultur	92
4. Die Hautbildung	99
Die Grundformen der Hautbildung	100
Die Hautkultur	107
5. Die Riesenkolonien	108
Die Grundformen der Riesenkolonien	112
Anlegung der Riesenkolonien	117
6. Die Sporenkurve	119
Unterschied im Aussehen der Sporen von Kultur- und wilder Hefe	124
Gemengteile des „Jungbieres“ oder „fässigen Bieres“ . .	125
Gemengteile des normalen Fäsgelägers	128
Die Absätze aus gelagertem und konsumreifem Bier . .	130
a. Absätze aus nicht pasteurisiertem Bier	130
b. Absätze aus pasteurisiertem Bier	131

	Seite
Die verschiedenen Arten der Trübung des Bieres	133
Trübungen durch organische Körper	133
1. Harz- oder Pechtrübung, Harzöltrübung	133
2. Stärke- oder Dextrintrübung	135
3. Eiweißtrübung	135
4. Trübung durch oxalsauren Kalk	138
Trübungen durch Organismen	138
1. Bakterientrübung	138
2. Hefentrübung	139

II. Abschnitt.

Gang der Untersuchung von Bierhefe, Jungbier, Haltbarkeitsproben, kranken Bieren, Fälschgeläger und Würze	141
Mikroskopische Untersuchung	148
ohne Anwendung von Reagenzien	150
mit Anwendung von Reagenzien	156
10proz. Kalilauge	156
Wässrige Lösung von Methylenblau 1 : 10000	158
Jodjodkaliumlösung	159
Nachprüfung der mikroskopischen Untersuchung durch Kulturen. Nachweis von wilder Hefe mittels Sporenkultur und Tröpfchenkultur. Nachweis von Bakterien	160
Hefe	160
Einimpfung in Würze	160
Gärprobe	165
Einimpfung in 10proz. Rohrzuckerlösung mit einem Zusatz von 4% Weinsäure	167
Sporenkultur	169
Tröpfchenkultur	178
Schlammverfahren nach Keil und Stockhausen	179
Einschlußpräparat nach Bettges und Heller	180
Begutachtung	181
Jungbier	189
Gang der Untersuchung	189
Forcierungsprobe	191
Bier vor und nach dem Abfüllen aus dem Lagerfafs. Zwickelproben. Unfiltriertes und filtriertes Bier	193
Haltbarkeitsproben	193
Zweck	193
Die äußeren Bedingungen, unter welchen die Haltbarkeitsproben beobachtet werden	195

	Seite
Die Beobachtung der Haltbarkeitsproben	196
Die Erscheinungen, welche dabei auftreten	197
Bezeichnung der Stärke der Absätze	197
Gang der Untersuchung	200
Begutachtung	201
Kranke Biere	203
Definition der Krankheiten	203
Die verschiedenen durch Organismen verursachten Arten von Bierkrankheiten	203
Gang der Untersuchung	213
Vorprüfung	214
Die Plattenkultur	217
Falsgeläger	223
Würze	224
Verhalten von keimfreier Würze	226
Die Tatsachen, auf welche sich die verschiedenen Ver- fahren bei der Untersuchung gründen	226
Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren	228
Die Organismen, welche hauptsächlich in der Würze zur Entwicklung kommen	231
Die Untersuchungsverfahren	232
1. Die Beobachtung größerer Würzemengen unter Watte- verschluss	233
2. Die Beobachtung in kleinere Mengen geteilter Würze a. Würzeplatte von Schönfeld	236
b. Tropfenkultur	241
3. Die Plattenkultur	244
Zählplatte von Lafar	245
Die Gärprobe	246
Begutachtung des Grades der Verunreinigung mit Fremd- organismen	251
Wasser	253
Notwendigkeit der biologischen Analyse	253
Die verschiedenen Bezugsquellen des Gebrauchswassers und ihre Verunreinigung mit Organismen	254
Die Bedeutung dieser Organismen für die Verwendbarkeit des Wassers zu Reinigungszwecken	257
Würze und Bier als Nährlösung	260
Die Wasser-Organismen, welche sich in Würze und Bier zu entwickeln vermögen	263

	Seite
Die Bedeutung einer wiederholten Untersuchung für die Begutachtung	266
Probenahme	267
Die biologische Wasseranalyse	269
1. Das Verfahren von Hansen	276
2. Die Gärprobe	280
3. Die Feststellung des Zerstörungsvermögens nach Wichmann	282
Vergleich der Ergebnisse des Verfahrens von Hansen und von Wichmann	284
Nachweis von Pediokokken	287
Das Verfahren zum Nachweis der Brauchbarkeit eines Wassers zum Hefenwaschen nach Stockhausen	288
Plattenkulturen	289
Die Prüfung des Verhaltens gegenüber sterilem Bier, unverdünnter und verdünnter Würze nach Stockhausen	291
Begutachtung	292
Beispiele für die Ergebnisse ausgeführter Untersuchungen und für die Begutachtung	297
Nachweis von Pediokokken (Sarcina) nach dem Verfahren von Bettges und Heller	298
a) Vaselineeinschlußpräparat	303
b) K öl b c h e n k u l t u r	308
Betriebskontrolle	310
Zweck der biologischen Betriebskontrolle	310
Die ständigen und zeitlich wechselnden Quellen der Verunreinigung des Brauereibetriebes mit Fremdorganismen	312
a) Ständige Quellen	312
Staub, Ablagerungsstätten für die Abfälle, landwirtschaftliche Betriebe, Stallungen, Abwasser, Kühlschiff, Trub, Trubsäcke und Trubpressen. Verunreinigung der Würze auf ihrem Weg vom Kühlschiff zum Gärkeller (Leitungen und Schläuche, Kühlapparate, Sammelbottich, Gärbottich). Hölzerne Geräte und Hilfsmittel im Gär- und Lagerkeller als Infektionsherde. Pichblasen. Schuhwerk der Arbeiter. Pflaster. Anzapfvorrichtungen. Tropfwasser. Schwimmer. Aufstellung der Gärbottiche. Bierleitungen. Filter. Darmschläuche an den Abfüllapparaten. Schlecht behandelte Transportfässer. Flaschen.	

	Seite
b) Zeitlich wechselnde Quellen	326
Obst- und Weingärten	326
Insekten	326
Die zur Betriebskontrolle notwendigen Proben	327
Direkte Kontrolle des Reinheitsgrades der Fuhr- und Transportfässer sowie der Schlauchleitungen und festen Leitungen	331
Filtermasse. Prüfung auf Reinheit	333
Flaschen. Prüfung auf Reinheit	334
Verfahren von P. Lindner zur Entnahme von Proben an infektiönsverdächtigen, schwer zugänglichen Stellen	334
Beispiel einer Betriebskontrolle	336
Hefenreinzucht	340
Die Grundlagen des Hefenreinzuchtssystems	340
Historisches	340
Probenahme für die Herstellung von Reinzuchten . . .	341
Veränderung der physiologischen Eigenschaften der Hefen- zelle	343
Variation und Mutation	343
Technik der Reinzucht	350
1. Reinzüchtung auf festem Nährboden	351
Die Böttchersche feuchte Kammer mit geteiltem und ungeteiltem Deckglas	351
a) Anfertigung der Kulturen	353
Ausbreitung eines größeren Gelatinetropfens . . .	356
Auftragen der Gelatine in langen parallel laufen- den Strichen	356
Auftragen in Tröpfchen	356
Entfernung von Luftblasen in der Gelatine . . .	357
Abdichtung des Verschlusses der feuchten Kammer	357
b) Absuchen der Kulturen und Kennzeichnung der ausgewählten Zellen	359
Bei gleichmäßig verteilter Gelatineschicht und un- geteiltem Deckglas	360
Kennzeichnung mit der Hand und mittels des Objektmarkierers	360
Kulturen auf geteiltem Deckglas	362
Feststellung der Lage der ausgewählten Zelle durch eine Okularteilung	364
Markierung der Zellen in den Gelatinestrichen . .	369

	Seite
2. Reinzüchtung in Nährflüssigkeit	369
a) Anfertigung der Kulturen auf ungeteiltem und auf geteiltem Deckglas	370
b) Absuchen der Kulturen und Kennzeichnung der ausgewählten Zellen.	370
Vor- und Nachteile der Kulturen auf festem Nährboden und in Nährflüssigkeit	371
Tropfenplattenverfahren von Wichmann und Zikes	372
Kontrolle der Kulturen	373
Wachstumserscheinungen, welche dabei beobachtet werden	374
Abimpfung der Kulturen	374
Kennzeichnung der abzuimpfenden Kolonien	375
Abimpfung von festen Nährböden	376
Kontrolle der Abimpfung	377
Abimpfung von Nährflüssigkeiten	378
Kontrolle der Abimpfung	379
Vermehrung der abgeimpften Kolonien in Pasteur- oder Freudenreich-Kölbchen	379
Auswahl einer Reinzucht zur Massenvermehrung	380
Die maßgebenden Gesichtspunkte für die Auswahl	380
1. Äußere Erscheinungen der Kulturen	380
a) Gärungserscheinungen, b) Klärung, c) Beschaffenheit des Bodensatzes, d) Färbung der vergorenen Würze	381
2. Geschmack und Geruch der vergorenen Würze	382
3. Form und Größe der Zellen.	383
4. Sporenbildung	383
5. Form der Einzelkolonien und Riesenzellen	383
6. Hautbildung	383
Individuelle Verschiedenheiten der einzelnen Hefenzellen der gleichen Art und Rasse	384
Mischung von verschiedenen Zellen der gleichen Hefenart und -rasse zur Massenvermehrung	384
Nachteile der Mischung von Reinzuchten verschiedener Hefenarten und -rassen	385
Auswahl durch eine Vorprobe im Betrieb	386
Aufbewahrung der Reinzuchten	387
Aufbewahrung auf festen Nährböden	387
Aufbewahrung in flüssigen Nährböden	387
Lebensdauer in Bierwürze	387
Bierwürze, 10 proz. Rohrzuckerlösung	388
Vor- und Nachteile der Aufbewahrung in Würze	388

	Seite
Lebensdauer in 10proz. Rohrzuckerlösung	388
Vor- und Nachteile der Aufbewahrung in 10proz. Rohrzuckerlösung	389
Einsaatmenge in die 10proz. Rohrzuckerlösung	389
Bedingungen für die Haltbarkeit	390
Freudenreich-, Hansen- und Jörgensen-Kölbchen	391
Vergleichender Versuch mit Hansen- und Jörgensen-Kölbchen	392
Die Herstellung einer Konserve in 10proz. Rohrzuckerlösung	393
Aufbewahrung in trockenem Zustande	394
Auf Watte	394
Lebensdauer	394
Vermehrung der ausgewählten Reinzucht	395
a) Vermehrung im Laboratorium	395
1. Vermehrung in Pasteur-Kolben	395
Füllen und Sterilisieren der Kolben	396
2. Vermehrung in Metallgefäßen	398
Carlsberg-Kolben	398
Priors Gefäß	399
Lindners Gefäß	400
Vermehrungsgefäß der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München	400
Anforderungen an die Metallgefäße	401
Füllen und Sterilisieren	403
Lüftung der sterilisierten Würze	404
1. und 2. Vermehrung nach Hansen und an der Wissenschaftlichen Station für Brauerei	406
Biologische Kontrolle der im Laboratorium vermehrten Reinzuchten	408
Sammeln der Hefe aus den Metallgefäßen in einem Pasteur-Kolben zum Zweck der Beimpfung des Gärzylinders der Reinzuchtanlage	410
Gefäß zum Versand von Reinzuchten	410
Kontinuierliche Vermehrung nach W. Coblitz	411
b) Vermehrung im Betrieb	415
Allgemeiner Grundsatz für die Vermehrung im Betrieb	417
1. Vermehrung ohne geschlossenen Gärzylinder	417
2. Vermehrung in der Hefenreinzuchtanlage	422
Die wesentlichsten Bestandteile des Würze- und Gärzylinders	423

	Seite
Unverzinnte und verzinnte Apparate	425
Besondere Forderungen, welche an die Ausrüstung der Apparate gestellt werden.	426
Größe der Apparate	427
Lage der Hefenreinzuchtanlage und Anforderungen an den Raum, in welchem sie eingerichtet wird .	427
Die notwendigen Betriebsbehelfe für die Reinzucht- anlage	428
1. Dampf, 2. Druckluft, 3. Wasser.	
Betrieb der Reinzuchtanlage	428
Gliederung des Betriebes: 1. Sterilisieren der Apparate, 2. Sterilisieren, Lüften und Kühlen der Würze, 3. Be- impfung mit der Reinzucht oder Anstellen der neuen Gärung, 4. Vermehrung der Hefe im Gärzylinder, 5. Ent- nahme der Hefe.	
Einführung der Reinzuchtheife in den Gärkeller	433
Die ersten Vermehrungen in einem vom Gärkeller ge- trennten Raum	433
Vermehrung von gepreßter Reinzuchtheife	434
Notwendigkeit einer öfteren Reinigung des Gärzylinders und Einführung einer frischen Kultur	435
Kräusenausscheidungen. — Krusten von oxalsaurem Kalk. — Zerstörung des Zinnes durch die gasförmigen Gärungsprodukte.	
Biologische Kontrolle der Reinzuchtanlage	436
Vorbereitung zur Entnahme der Proben	437
Die zu untersuchenden Proben:	
1. Sterilisierte Würze vor dem Eintritt in den Gärzylinder	437
2. Vergorene Würze aus dem Gärzylinder.	437
3. Hefe	437
Gang der Untersuchung bei Entnahme von Kräusen- bier aus dem Gärzylinder zum Anstellen im Gär- keller	439
4. Würze aus dem Gärzylinder nach dem An- stellen	439
Anhang. Reagenzien, Nährlösungen und feste Nährböden.	440

Einleitung.

Aufgabe der biologischen Untersuchung im Brauereibetrieb und deren Umfang.

Die Hauptaufgabe des Biologen im Brauerei-Betriebslaboratorium besteht in der Kontrolle der Reinlichkeit, soweit diese durch das Eindringen fremder, das Bier in den verschiedenen Abschnitten der Herstellung schädigender Organismen gestört wird. Außer der allgemeinen Kontrolle der zur Aufrechterhaltung der Reinlichkeit getroffenen Maßnahmen erstreckt sich jene unter gewöhnlichen Verhältnissen in erster Linie auf die Untersuchung der Würze und derjenigen Wege, welche sie vom Hopfenseiher bis in den Gärkeller durchläuft, um Klarheit darüber zu gewinnen, ob und welche bierschädlichen Organismen, solange die Würze auf dem Kühlschiff verweilte, eingedrungen sind, welche sie auf ihrem Weg durch die Leitungen und über den Kühlapparat sowie im Sammelbottich aufgenommen hat. Ferner ist der Gär- und Lagerkeller unter steter Aufsicht zu halten. Neu einzuführende Hefen müssen auf die Gegenwart fremder Organismen geprüft und der Reinheitsgrad der im Betrieb selbst anfallenden und zum Wiederanstellen bestimmten Hefen stetig verfolgt werden. In gleicher Weise obliegt dem Biologen die Überwachung der Reinerhaltung der Hefen bei und nach dem Waschen. Für Hefenreinzuchtanlagen trägt er die volle Verantwortung. Durch Probeentnahme kurz vor dem Fassen

der Bottiche wird er sich eine Einsicht nach der Richtung hin zu verschaffen suchen, ob bierschädliche Organismen vorhanden sind. Unterstützt durch die Beobachtung von »Zwickelproben« wird hierdurch ein Urteil darüber gewonnen, welche Haltbarkeit von dem konsumreifen Bier erwartet werden darf. Die Untersuchung des Faßgelägers gibt in kurzer Zeit wesentliche Fingerzeige über eine Verunreinigung des Bieres mit Fremdorganismen und deren Grad, bevor noch aufgestellte Haltbarkeitsproben des vom Lagerfaß abgefüllten Bieres einen Aufschluß hierüber geben können. Wenn Haltbarkeitsproben nach den verschiedenen Abschnitten des Weges, welchen das Bier vom Lagerfaß zum Transportfaß durchläuft, entnommen sind, werden diejenigen Stellen gekennzeichnet werden, an welchen bei dem Abfüllen Schädlinge von dem Bier aufgenommen worden sind.

Der Bestand des Betriebswassers an Organismen ist, soweit jenes zu Reinigungszwecken für Geräte und zum Waschen der Hefe Verwendung findet, von größter Bedeutung für den Brauereibetrieb.

Treten Störungen ein, deren Folgen sich in Krankheitserscheinungen des Bieres im Gär- und Lagerkeller oder nach dem Abfüllen aus dem Lagerfaß geltend machen, so wird auch in diesem Falle der Biologe in erster Linie berufen werden, durch seine Untersuchungen die nächstliegende Ursache der Erscheinungen aufzuklären. Mit deren Erkenntnis ist jedoch seine Aufgabe noch nicht erledigt. Je nach der Natur der Krankheitserscheinungen fällt der weitere Verfolg der Ursachen und die zu schaffende Abhilfe entweder in erster Linie in das Gebiet des Betriebschemikers und Technikers, wenn die Ursachen auf Fehlern in der Herstellung des Malzes und der Würze beruhen, welche aber auch die Bierhefe schädigen und die Vermehrung von Bierschädlingen begünstigen können, oder in das Gebiet des Biologen allein, wenn die Ursache der Krankheitserscheinungen auf Organismen und deren Tätigkeit zurückzuführen ist. In diesem Falle werden sich aber die Untersuchungen des Biologen zuweilen weit über die Betriebsräume hinaus erstrecken müssen, um die Herkunft der aufgetretenen Krankheitserreger ausfindig zu machen.

Das Gebiet, auf welches sich die Untersuchungen des Biologen im Brauerei-Betriebslaboratorium erstrecken, ist also bisweilen räumlich und sachlich ein weitumfassendes. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist es jedoch enger und scharf begrenzt.

Eine vollwertige Begutachtung der Objekte nach den Ergebnissen der Untersuchung setzt, wie immer so auch in diesem Falle, deren genaue Kenntnis im normalen Zustande voraus. Es ist also dringend geboten, daß der Biologe, bevor er an seine Spezialaufgabe herantritt, sich mit der mikroskopischen und biologischen Untersuchung des Bieres in den verschiedenen Abschnitten der Herstellung und der Reife, mit den Krankheiten, welche es befallen können, mit allen Erscheinungen, welche an der Bierhefe auftreten und mit der Untersuchung von Brauereibetriebswasser unter sachkundiger Führung völlig vertraut macht.

Die persönliche Erfahrung, welche sich auf eigene Untersuchungen und Beobachtungen im Betrieb stützt, spielt eine entscheidende Rolle bei der Begutachtung.

In dem folgenden I. Abschnitt sollen die normalen Gemengteile von Bierwürze, untergäriger Bierhefe, von Jungbier und von schankreifem Bier sowie die Grundlagen für den Nachweis abnormer Bestandteile und Erscheinungen behandelt werden, soweit sie mit Hilfe des Mikroskopes, mikrochemischer Reaktionen und physiologischer Methoden erkannt werden können.

I. Abschnitt.

Gemengteile der Bierwürze.

Die aus dem Läuterbottich gezogene Würze und die Nachgüsse werden vereinigt in der Pfanne zunächst für sich und später mit dem zugesetzten Hopfen gekocht. Die heiße Würze ist beim Ausschlagen durch eine große Anzahl vielfach gefalteter, feinerer und derberer Häutchen von Eiweiß und Gerbstoff-Eiweißverbindungen, welche in der Siedehitze ausgeschieden wurden, getrübt. An ihnen befinden sich sehr viele stark lichtbrechende Körnchen, welche teilweise homogen erscheinen, teilweise aber auch lichtere, durchsichtige Stellen im Innern aufweisen. Außerdem beobachtet man hier und da sehr kleine (unter 1μ Durchmesser; $\mu =$ Mikromillimeter $= \frac{1}{1000}$ Millimeter) blasse Tröpfchen mit wenig scharf begrenzten Umrissen. Je mehr die Temperatur der gehopften Würze auf dem Kühlschiff sinkt, desto mehr nimmt die Zahl dieser Tröpfchen zu, welche bald einzeln, bald zu mehreren vereinigt erscheinen, und desto schärfer werden bei zunehmendem Lichtbrechungsvermögen die Umrisse; sie sind dann von einer breiten dunklen Linie begrenzt und haben das Aussehen von kleinen Körnchen angenommen. Außerdem läßt sich auch durch eine sehr verdünnte wässrige Lösung von Methylenblau¹⁾ die Gegenwart von feingekörnten, unbestimmt geformten Flocken nachweisen.

Bei Abkühlung der gehopften Würze auf 40° C sind die Körnchen noch klein und haben meist einen Durchmesser von weniger als 1μ . Bei 35° C hat sich die Zahl der Körnchen,

¹⁾ Reagentien, siehe Anhang

deren Größe bis zu 1μ und darüber zugenommen hat, bedeutend vermehrt. Bei 25°C finden sich dann Körnchen bis zu einem Durchmesser von 2μ ; die feingekörnten Flocken haben dagegen auch hier anscheinend an Menge abgenommen.

Die während des Erkaltens der gehopften Würze entstandenen Körnchen, welche sich auch schon in der erkalteten süßen, ungehopften Würze vorfinden und als »Glutinkörperchen«¹⁾ bezeichnet werden, sehen kleinen Harztröpfchen nicht unähnlich. Solche sind immer in der gehopften Würze vorhanden, unterscheiden sich jedoch sofort von den Körnchen bei Zusatz von Alkannatinktur. An den Körnchen treten hierbei zwar infolge des Alkoholgehaltes des Reagens weitgehende Veränderungen auf, eine Aufspeicherung des in jenem gelösten roten Farbstoffes, wie von seiten der Hopfenharztröpfchen, findet jedoch nicht statt. Innerhalb der Zeit welche die Würze auf dem Kühlschiff liegt, setzt sich ein Teil der Glutinkörperchen mit den häutigen Eiweißausscheidungen und den übrigen in der Würze schwebenden geformten Gemengteilen als sogen. Trub ab, ein sehr großer Teil von ihnen bleibt aber, wie auch andere Trubbestandteile, in der Würze in Schwebe und gelangt mit in den Gärbottich. Während der Hauptgärung wird dann wieder ein Teil der Glutinkörperchen, deren Zahl noch zugenommen hat, abgeschieden, und es ist deshalb auch die im Bottich abgesetzte Hefe in sehr reichlichem Maße mit Glutinkörperchen vermischt. Ein Teil begleitet das Jungbier in das Lagerfaß, und es findet ein vollständiges oder nahezu vollständiges Absetzen erst dort statt. Einzelne Glutinkörperchen kommen selbst in völlig abgelagerten Bieren vor. Zuweilen bleiben sie jedoch auch in größerer Menge in Schwebe oder es findet bei starker Abkühlung des Bieres wiederholt eine Ausscheidung von Glutinkörperchen statt; sie geben dann Veranlassung zu Trübung. Die Absätze, welche sich bei pasteurisierten Bieren

¹⁾ Wir behalten diese Bezeichnung, welche sich eingebürgert hat, trotz des von Zikes erhobenen berechtigten Einwandes bei. Über die chemische Beschaffenheit der körnigen Ausscheidungen soll damit nichts ausgesagt sein.

nach längerer Zeit in größerem oder geringerem Umfang bilden, bestehen zuweilen wesentlich nur aus Glutinkörperchen, welche noch im Bier zurückgeblieben waren.

Soviel dürfte wenigstens aus diesen kurzen Angaben hervorgehen, daß die Glutinkörperchen, welche erstmals in der Würze auftreten, bei der Herstellung des Bieres eine nicht unwichtige Rolle spielen und sich in den meisten Objekten, deren Untersuchung im Brauerei-Betriebslaboratorium den Biologen beschäftigt, vorfinden.

Eine morphologische und mikrochemische Charakteristik der Glutinkörperchen wie der übrigen geformten Gemengteile der Bierwürze soll erst im nächsten Kapitel, bei Beschreibung der Gemengteile einer normalen untergärigen Bierhefe aus dem Betrieb, gegeben werden, in welcher sich sämtliche überhaupt im Bier vorkommenden, geformten und ungeformten, mikroskopisch und mikrochemisch nachweisbaren Bestandteile vereinigt finden.

In der Würze sind also geformte Eiweißkörper vorhanden, welche teils in der Siedehitze, teils während der Abkühlung ausgeschieden wurden. Dementsprechend ist auch ihr Verhalten gegenüber gewissen Reagentien verschieden.

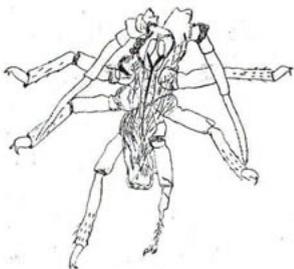


Fig. 1.
Abgestreifter Balg einer Blattlaus.
Vergr. 60 : 1.

Außer den häutigen Eiweißausscheidungen, den Glutinkörperchen und satt gelbbraunen »Hopfenharztropfen« kommen in der Bierwürze mindestens noch andere Bestandteile des Hopfenzapfens vor. In der Regel sind es Gewebefetzen der Lupulindrüse oder des Lupulinkornes, welche an den sie aufbauenden Zellformen nicht unschwer erkannt werden können. Meist schließen diese Ge-

webereste Tropfen von Hopfenharz ein. Selbst ganze, anscheinend völlig unversehrte Lupulinkörner, und zwar zuweilen in nicht geringer Zahl, bilden einen Bestandteil des aus der Bierwürze sich absetzenden Trubes. Mit den Hopfenzapfen gelangen die mannigfachen an ihnen haftenden Verunreinigungen, wie Schim-

melpilze, insbesondere aber Blattläuse, in die Würze und mit dieser in den Gärbottich. Bei der Häutung abgestreifte Blattlausbälge sind in der Würze zuweilen sehr häufig. Untergeordnet kommen Bestandteile der Treber, feine Splitter der Spelzen und Spelzenhaare, zuweilen auch Teile der Kleberschicht des Malzkornes selbst vor. Selten ist feinkörnige Stärke.

Gemengteile der untergärigen Bierhefe.

Untergärende Bierhefe sitzt während der Hauptgärung in drei mehr oder minder scharf voneinander geschiedenen Schichten ab: der Unterzeug, die Kernhefe und der Oberzeug. Die Gemengteile in diesen drei Schichten sind, wenn von groben mechanischen Verunreinigungen, welche sich in der

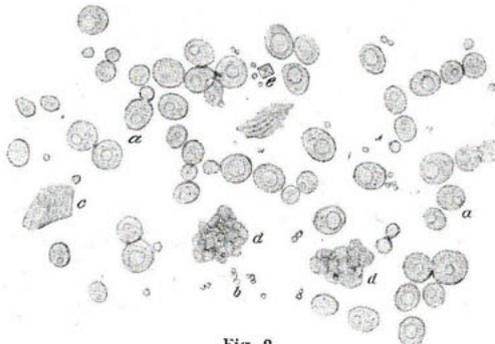


Fig. 2.

Bierhefe mit ihren gewöhnlichen Beimengungen. *a* Hefenzellen, *b* Glutinkörperchen, *c* hautartige Eiweißausscheidungen, *d* „braune Klümpchen“, *e* Kristall von oxalsaurem Kalk. Vergr. 540 : 1.

unteren Schicht befinden, abgesehen wird, im wesentlichen die gleichen, jedoch ist deren gegenseitiges Mengenverhältnis ein verschiedenes. Die wertvollste, weil reinste und daher zum Wiederanstellen geeignetste Schicht ist die Kernhefe. Je schärfer sie beim Fassen des Bottiches von den beiden anderen Schichten getrennt wird, in desto geringerem Maße finden sich Beimengungen aus jenen in der Kernhefe vor.

Schon die äußere Betrachtung einer gewöhnlichen Bierhefe läßt erkennen, daß sie nicht einheitlich zusammengesetzt ist. In die ziemlich gleichmäßig gefärbte Grundmasse, welche in der Hauptsache aus den Hefenzellen besteht, sind bald in größerer, bald in geringerer Menge dunkler gefärbte Teilchen (»braune Klümpchen«) von sehr verschiedener Größe eingestreut. Deutlicher treten sie hervor, wenn Bierhefe auf Gipsplatten gestrichen wird. Die dunkel gefärbten Teilchen erscheinen dann in Form von kleinen, oft eben noch sichtbaren Flöckchen oder als festere, mehr oder weniger scharf begrenzte Massen von mehreren Millimetern Durchmesser. Eine gute Übersicht über die größeren Gemengteile, welche in der Bierhefe vorkommen, erhält man durch Aussieben von ungewaschener Bierhefe auf einem Hefensieb von 0,2 mm Maschenweite, wobei jene mit der doppelten Menge Wasser zu einem dünnen Brei angerührt wird. Zum Schluß spritzt man auf das Hefensieb vorsichtig Wasser. In einfacherer Weise, jedoch noch mit viel Hefenzellen vermischt, erhält man die größeren Gemengteile, wenn die dickbreiige Hefe in einem hohen Glaszylinder mit etwa der gleichen Menge Wasser verrührt wird. Sobald die Mischung sich selbst überlassen bleibt, setzen sich zuerst die größeren Teilchen, in erster Linie die braungefärbten Klümpchen, auf dem Boden des Zylinders ab, später die Hefenzellen mit den kleineren Teilchen. Sobald sich jene gesammelt haben, wird das überstehende Wasser, bevor noch die in ihm verteilten Hefenzellen in größerer Menge zu Boden sinken konnten, bis auf einige Kubikzentimeter abgossen; durch wiederholtes Aufgießen von Wasser kann der größte Teil der Hefenzellen abgeschlämmt werden.

Über die übrigen Gemengteile gibt in der Regel erst das Mikroskop Aufschluß; die meisten von ihnen sind direkt, also ohne Anwendung von Reagentien sichtbar.

Eine Zusammenfassung der Gemengteile nach gleichen Merkmalen kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus erfolgen.

I. Gemengteile, geordnet nach der Form und Abstammung.

1. Körper mit scharf umschriebener, aber wechselnder Form.
 - a) 1. Meist kugelförmig: Glutinkörperchen.
 2. Tropfen: Hopfenharz.
 3. Hauptsächlich aus Bläschen mit Öffnung zusammengesetzt: »braune Klümpchen«.
 - b) Pflanzenreste, an welchen die Zellen noch deutlich erkennbar sind.
 1. Gewebe und dessen Inhaltsbestandteile vom Malzkorn: Treber.
 2. Gewebestücke bzw. ganze Bestandteile des Hopfenzapfens: Lupulinkörner, Zapfenblätter, Haare der Spindel.
 3. Holzfasern: vom Bottich, Zapfen usw.
 4. Schimmelpilze: durch die Braumaterialien, insbesondere den Hopfen oder schimmelige Malzkörner eingeführt.
 - c) Insektenüberreste: Blattläuse (Hopfen), Fliegen (Kühlschiff), Käfer und Käferlarven (Gerste, Malz), Motten (Gerste).
2. Körper mit scharf umschriebener, regelmäßiger und bei wechselnder Größe gleichbleibender Form: Kristalle.
3. Körper mit unbestimmter Form bzw. unbestimmten Umrissen: hautförmige Ausscheidungen. Schleimige Körper: Eiweiß, Gummi.

II. Gemengteile, geordnet wesentlich nach chemischen Gesichtspunkten.

1. Gemengteile, welche vorherrschend aus Eiweißkörpern bestehen:
 - a) Geformte Eiweißkörper.
 1. Glutinkörperchen.
 2. Braune Klümpchen.
 3. Hautförmige Ausscheidungen, nicht regelmäßig geformt wie bei 2.

10 II. Gemengteile, geordnet wesentl. nach chem. Gesichtspunkten.

b) Ungeformte Eiweißkörper.

Von schleimiger Beschaffenheit (kolloidal). Durch Schütteln der Hefe mit Äther werden sie in Form von geschlossenen Bläschen ausgefällt. Beim Eintrocknen der Hefe tragen sie zur Entstehung des sog. gelatinösen Netzwerkes um die Hefenzellen bei.

2. Gummi und andere als bei b aufgeführte schleimige Körper.
3. Überreste des Malzkornes: Treberbestandteile.
4. Bestandteile des Hopfenzapfens oder der Hopfendolde.
5. Kristalle von oxalsaurem Kalk und von Phosphaten.
6. Zufällige Gemengteile: Holzfasern, Schimmel, Blattläuse usw.

Geformte Eiweißkörper bilden also den Hauptgemengteil der Bierhefe. Zu den schon in der Würze vorhandenen kommen noch die während der Gärung ausgeschiedenen hinzu.

Nicht alle aufgeführten Beimengungen kommen in jeder Hefe vor. Regelmäßige Beimengungen, welche uns hier interessieren, bilden: die Glutinkörperchen, die braunen Klümpchen, Eiweißkörper in kolloidaler Form und Kristalle von oxalsaurem Kalk. Die wichtigsten von den Gemengteilen der untergärigen Bierhefen sollen im folgenden in morphologischer und mikrochemischer Richtung charakterisiert werden.

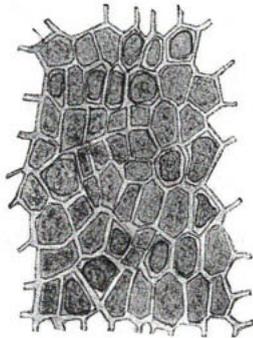


Fig. 3.
Kleberzellen des Malzkornes aus Treber. Flächenansicht der einen Schicht der Kleberzellen.
Vergr. 165 : 1

Überreste des Malzkornes (Bestandteile der Treber). Sehr selten und meist erst beim Aussieben größerer Mengen von Bierhefe treten die beim Maischprozeß nicht weiter ausnützbar Reste des Malzkornes (Treber) in Form von verschiedenen Gewebebruchstücken entgegen. Von diesen sind es zwei Arten, welche nach

charakteristischen Zellformen leicht auf ihren Ursprung zurückgeführt werden können.

Gewebebruchstücke, welche aussehrstarkwandigen, ziemlich gleichmäßig großen und gleichmäßig geformten, häufig nahe-

zu rechteckigen Zellen mit dunkel gefärbtem Inhalt bestehen, gehören der sog. Kleberschicht des Malzkornes an. Die Kleberschicht liegt am Rande des Mehlkörpers der mit den Spelzen verwachsenen Gerstenc Frucht, von jenen durch die Samen- und Fruchthaut getrennt. Zwischen dem gelb- bis dunkelbraun gefärbten Inhalt der Zellen treten die farblosen, stark verdickten Zellwände scharf hervor. Der grobkörnige Inhalt besteht aus Plasma mit Aleuronkörnern (Klebermehl) und Fett. Die Zellen werden auch als fettführende Zellen bezeichnet. Mit Osmiumsäure färbt sich der Zellinhalt schwarzbraun. Eine zweite Art von Gewebebruchstücken zeigt auf einer Seite Längsreihen von gestreckten, schmalen Zellen mit stark verdickter Haut und in dichten Wellenlinien verlaufenden Seitenwänden, welche mit halbmondförmigen und doppelten Kurzzellen abwechseln. Die Zellen besitzen also das charakteristische Aussehen der Oberhautzellen der Außenseite der Gerstenspelze und sind hiernach die Gewebebruchstücke auf die Spelzen des Malzkornes zurückzuführen.

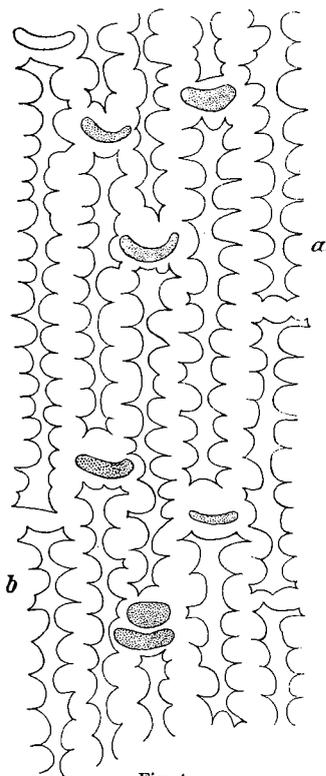


Fig. 4.

Zellen der äußeren Oberhaut der Spelzen. Zwischen den gestreckten Zellen mit sehr stark verdickter, welliger Wandung einfache halbmondförmige (a) und doppelte (b) Kurz- oder Zwergzellen. Vergr. 230 : 1.

Bestandteile des Hopfenzapfens oder der Hopfendolde. Häufiger als Überreste des Malzkornes sind der Bierhefe Bestandteile des Hopfenzapfens beige gemengt. Hauptsächlich finden sich ganze Lupulinkörner und deren Inhalts-

bestandteile, seltener nur kleinere Stücke des Kornes vor. Das Lupulinkorn, ein Haargebilde (Drüsenschuppe) des Hopfenzapfens, besitzt im fertigen Zustande eine Form, welche sich mit zwei mit ihren Grundflächen aufeinander gesetzten Kegeln oder mit einem von einem hohen Deckel bedeckten Becher oder Schüsselchen vergleichen läßt. Der eine dieser Kegel, und zwar derjenige, mit welchem das Lupulinkorn auf den Blättchen des Hopfenzapfens aufsitzt, besteht aus zahlreichen Zellen, während der obere Kegel, der Deckel, die abgelöste äußerste Schicht (Cuticula) der freien Außenwand der Zellen auf der Oberseite der Drüsenschuppe darstellt. Zwischen Cuticula und der becherförmigen Vertiefung der

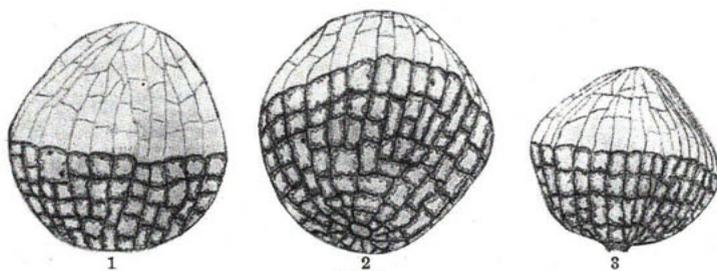


Fig. 6.

Lupulinkörner. Bei 2 und 3 die Anheftungsstelle sichtbar. Vergr. 165 : 1.

Drüsenschuppe hat sich das abgesonderte Sekret, das Lupulin, (»Hopfenharz«) in Form einer gelbgrün gefärbten, zähflüssigen, öligen Masse angesammelt.

Die beschriebene charakteristische Form ist an den dem Trub und der Hefe beigemengten Lupulinkörnern nicht immer zu erkennen. Häufiger erscheinen sie als mehr oder weniger rundliche oder unregelmäßig geformte gelblichgrün, grünbraun und selbst braun gefärbte Körper, deren Oberfläche in zahlreiche unregelmäßig gestaltete Felder mit spitzen und stumpfen Winkeln geteilt ist. Diese Felder sind teils die Außenfläche der Zellen, welche die Außenwand des Bechers zusammensetzen, teils stellen sie nur eine Verdickung der Cuticula an der Stelle dar, wo vor ihrer Abtrennung von der Oberseite der Drüsenschuppe zwei Zellen aneinanderstießen.

Bei einem Druck auf das Deckglas entleeren die Lupulinkörner ihren Inhalt in Form von Tropfen, die bei ihrer Berührung mit Wasser anscheinend von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt werden. Nebenbei bemerkt tritt die gleiche Erscheinung auch bei Gegenwart von Essigsäure und Kalilauge auf und deutet auf eine dem Sekret beigemengte quellbare Substanz hin. Mit Millons Reagens färbt sich das Sekret sehr schön rot (Kermesrot). Bei größerem Umfang sind die Tropfen gelbgrün bis satt gelbbraun gefärbt; sehr kleine Tropfen erscheinen nahezu farblos.

Satt gelbbraune runde Tropfen (»Hopfenharz-Tropfen«) finden sich ebenso wie in der Würze und im Trub auch zwischen den Hefenzellen für sich allein. Sie sind entweder von gleichmäßiger Beschaffenheit oder auch anscheinend von Hohlräumen durchsetzt. Bei mittlerer Einstellung des Mikroskopes werden sie von einem nach außen scharf begrenzten dunklen, schmalen Rand umsäumt, der von helleren Linien durchbrochen ist. Hebt man den Tubus, so wird der dunkle Ring noch breiter, die mittlere Scheibe dagegen kleiner und heller. Senkt man dagegen den Tubus, so schwindet der dunkle Rand, die zentrale Scheibe verliert an Helligkeit und ist von einem etwas helleren Saum umrandet. In gleicher Weise verhalten sich die aus den Lupulinkörnern ausgetretenen Tropfen des Drüsensekretes.

Die Löslichkeit der »Harztropfen« in 10proz. Kalilauge ist eine sehr geringe; sie unterscheiden sich hierdurch von den Glutinkörperchen, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit kleinen Harztröpfchen besitzen und jedenfalls vielfach mit Harztröpfchen verwechselt wurden.

Eine charakteristische Reaktion des Drüsensekretes, der Harztropfen, ist die Aufspeicherung des roten Farbstoffes aus Alkannatinktur; sie färben sich lichtorangerot bis braunrot (wie Portwein).

Die Reaktion mit der Alkannatinktur auf »Hopfenharz« ist mit Vorsicht auszuführen; es muß ein richtiges Verhältnis zwischen dem Reagens und dem Wassertropfen des mikroskopischen Präparates gewählt werden. Ist zu wenig Wasser vorhanden, so scheidet sich infolge rascher Verdunstung des