

Untersuchungen über Hefebildung.

Von

Ernst Hallier.

Es sollen hier zunächst neue Untersuchungen über Hefebildung veröffentlicht werden, welche in den letzten 6 Monaten nach neuer Methode und mit Hülfe neuer Apparate von mir unternommen worden sind. Wenn ich auch die Versuche hier einzeln und möglichst vollständig dem Leser vorführe, so muss ich doch, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, den Hauptinhalt meiner Schrift über die Gährungserscheinungen *) als bekannt voraussetzen.

Es ist eine Beziehung auf meine frühere Arbeit um so nothwendiger, als, wie sich weiter unten zeigen wird, die späteren Untersuchungen jene in allen wichtigeren Punkten bestätigt haben. Wenn ich sie dennoch hier zur Mittheilung bringe, so geschieht das, weil erstlich diese neueren Arbeiten sehr wesentliche Erweiterungen der früheren enthalten, weil sie zweitens ganz bestimmte noch nicht näher untersuchte Fälle betreffen und weil sie endlich nach einer Methode zu Ende geführt sind, welche nicht bloss für den Arbeitenden, sondern für Jedermann vollkommen beweiskräftig ist, sei es nun, dass die Leser selbst die von Jedem, der Geduld, Ausdauer und Gewissenhaftigkeit genug besitzt, leicht ausführbaren Versuche nachahmen oder sei es, dass er sie im phytiologischen Institut des Einsenders verfolgen wolle.

Die Quintessenz der in den „Gährungserscheinungen“ mitgetheilten Thatsachen läuft darauf hinaus, dass es für alle bekann-

*) E. Hallier, Gährungserscheinungen. Untersuchungen über Gährung, Fäulniss und Verwesung u. s. w. Leipzig, 1867.

ten Hefebildungen eine gemeinsame Grundlage giebt, welche aus sehr kleinen nackten Plasmapartikelchen besteht, die von den Zellen verschiedener Pilze freigelassen werden.

Diese Körperchen, der *Micrococcus*, sind selbstständig, pflanzen sich durch Zweitheilung fort und ernähren sich auf Kosten eines flüssigen oder nassen Substrates, — sie sind also Hefe.

Aus diesem *Micrococcus* gehen unter bestimmten Verhältnissen andere Hefebildungen hervor, von denen ich in den „Gährungserscheinungen“ bereits zwei näher beschrieben habe: *Cryptococcus* oder Sprosshefe und *Arthroccoccus* oder Kugelhefe. Die Aenderungen in der chemischen Mischung der Nährflüssigkeit, welche nothwendig sind, um aus dem *Micrococcus* eine andere Hefeform zu erzeugen, sind besonders von Seite der Herren Chemiker näher festzustellen und es sind ja gerade in neuester Zeit bedeutsame Schritte zur Aufhellung dieses Dunkels gethan worden. Für das Verhältniss des *Micrococcus*, *Cryptococcus* und *Arthroccoccus* zu einander habe ich bezüglich der Alkoholgährung und der Milchsäuregährung bereits früher angegeben, dass sie hauptsächlich durch das Verhältniss der Eiweisskörper zu den stickstofffreien Substanzen bedingt werden und auch diese Thatsache ist im Allgemeinen von chemischer Seite, nämlich von Herrn Dr. W. Schultze in Stettin, geprüft und bestätigt worden.

Wünschenswerth ist hier freilich vor allen Dingen eine genaue quantitative Untersuchung und, was noch wichtiger, freilich auch weit schwieriger, eine Beziehung auf bestimmte Fälle der technischen Gährungen, so z. B. Wein- und Bier-Gährung.

Schwieriger ist diese Aufgabe, weil wir es bei der Wein- und Biergährung wie überhaupt bei allen Gährungen vegetabilischer Substanzen nicht mit einfach zusammengesetzten und bekannten Mischungen, sondern mit sehr complicirt gemengten Substanzen zu thun haben. Das Experiment, auch das chemische, wird sich daher eine Grundlage wohl erst schaffen müssen durch genaue quantitative Controle der Gährungsvorgänge in bekannten, einfachen, künstlich zusammengesetzten Gemengen, wie z. B. Zucker und ein Ammoniaksalz, oder Zucker und ein reiner, chemisch genau untersuchter Eiweissstoff. Erreichbar ist aber jedenfalls schon jetzt eine allgemeine Morphologie der Hefegebilde, soweit sie von dem genauen Studium des Chemismus unabhängig ist. Die Morphologie der Hefe ist jedenfalls auch für die technischen Gährungen von grösster Wichtigkeit.

Und auch hier lassen sich die wichtigsten Thatsachen durch lückenlose Beobachtungen feststellen.

Bevor ich hierauf näher eingehe, ist eine kurze Darstellung meiner neuen Methode nothwendig, damit jeder Leser im Stande ist, von dieser sich eine klare Einsicht zu verschaffen und dieselbe, wenn möglich, selbst experimentell zu prüfen.

Die Methode und die dazu nöthigen Apparate sind für alle niedrigen Pilze, ja für alle niedrigen Organismen überhaupt anwendbar und ich habe mich derselben mit bestem Erfolg bei dem Studium der Parasiten menschlicher und thierischer Infectiouskrankheiten bedient.

Die früheren Beobachtungen über die Genesis der Hefe waren für mich und für Jeden, der mit mir im Laboratorium arbeitete, vollkommen beweisend, denn sie waren auf dem Objectträger, zum Theil unter dem Deckglas verfolgt worden. Aber diese Beobachtungen mussten doch von der grossen Mehrzahl auf Treu' und Glauben hingenommen werden, weil sie zu mühsam und zeitraubend waren, als dass sich eine grosse Anzahl von Forschern mit ihrer Controle hätte beschäftigen können.

Sehr vereinfacht würde aber die Beobachtung sein, wenn es eine Camera humida gäbe, welche monatelang, ja, wenn es nöthig, jahrelang luftdicht geschlossen bleiben könnte, ohne mit dem Mikroskop in Verbindung zu stehen, denn erstlich leidet das Mikroskop bei so langem Verweilen seines Systems in der feuchten Kammer beträchtlich, ja, es kann während des Versuches ganz unbrauchbar werden und zweitens giebt es wohl wenige Forscher, welche eine Reihe von Mikroskopen ersten Ranges jahrelang aufstellen können, ohne sie zu einem anderen als dem einen bestimmten Zweck zu benutzen. Eine solche Camera humida giebt es in der That.

Sie besteht aus einer kleinen unten geschlossenen und ebenen, oben offenen und mit abgeschliffenem Rande versehenen Glaszelle, welche man mit Wasserglas auf einem Objectträger befestigen kann. Die Zelle wird, nachdem sie mit Alkohol gut gereinigt worden, etwa zu einem Drittheil mit Wasser gefüllt. Auf den oberen offenen abgeschliffenen Rand der Zelle legt man ein dünnes Deckglas, nachdem auf demselben die Aussaat vorgenommen wurde.

Die Aussaat findet statt, indem man das sorgfältig mit Alkohol gereinigte Deckglas auf einen kleinen erhabenen Gegenstand

legt. Man lässt nun auf die Mitte des Deckglases mittelst eines Glasstäbchens einen möglichst kleinen Tropfen der Nährflüssigkeit gleiten, in welcher man die zu prüfenden Hefezellen cultiviren will. Ebenso kann man natürlich auch durchsichtige feste Körper, so z. B. zarte Schnitte von pflanzlichen Geweben, auf dem Deckglas mittelst eines Flüssigkeitströpfchens befestigen.

Man muss jedenfalls den Nährtropfen so klein wie irgend möglich machen. Es ist das nicht bloß deshalb nothwendig, damit man ein möglichst kleines Feld mit dem Mikroskop zu beherrschen habe, sondern weit mehr noch zur Vermeidung der Gefahr des Abfließens nach dem Rande des Deckglases hin. Tritt solches Abfließen ein während einer Kultur, so ist die ganze Kultur verdorben und muss von vorn begonnen werden, denn, was am Rande vorgeht, lässt sich nicht mehr controliren. In das Tröpfchen der Nährflüssigkeit trägt man nun eine möglichst geringe Menge der zu prüfenden Organismen.

Hierauf wird das Deckglas umgewendet auf den vorher mit einem Bindemittel bestrichenen abgeschliffenen Rand der Glaszelle gelegt. Der Tropfen mit der Aussaat hängt also nun in den kleinen luftefüllten Raum der Zelle hinab an der unteren Fläche des Deckglases. Das Wasser dient dazu, das Austrocknen des Flüssigkeitstropfens zu verhüten. Der kleine Organismus lebt ja im Tropfen von der Flüssigkeit, wird diese also allmählig absorbiren, was durch das unten befindliche Wasser wenigstens möglichst lange verhütet werden muss.

Als Bindemittel zwischen dem Deckglas und dem abgeschliffenen Rand der Glaszelle kann man reines, frisch geschmolzenes Fett oder irgend einen Firniss benutzen. Beide schliessen, wenn das Deckglas sanft angedrückt wird, völlig luftdicht. Man beobachtet nun mit dem Mikroskop leicht jede Veränderung, welche unter dem Deckglas im Flüssigkeitstropfen stattfindet. Dabei ist, wir heben es nochmals hervor, durchaus nothwendig, dass der Flüssigkeitstropfen sich ganz frei in der Mitte des Deckglases befindet. Sobald er nach dem Rande hin abfließt, beginnt man die Kultur von Neuem.

Es ist ferner sehr zu beachten, dass die kleinen Organismen schwerer sind als alle gewöhnlich zu derartigen Kulturen in Anwendung gebrachten Flüssigkeiten, sogar schwerer als z. B. Hühnereweiss; — sie sammeln sich daher an der unteren Fläche des Flüssigkeitstropfens und man muss ihre Veränderungen mit Systeme-

men von möglichst starkem Fokalabstand controliren. Kennt man schon durch genaue Voruntersuchung mit den stärksten Immersionssystemen den zu prüfenden Organismus, so genügt im Allgemeinen zur beständigen Controle eine Linearvergrößerung von 250 — 500, also z. B. die Anwendung der stärkeren Trockensysteme von Zeiss in Jena (D, E und F mit den schwächsten Ocularen). Sehr wesentlich ist es für das Gedeihen und die leichte Controle der Kulturen, dass die auszusäenden Organismen im Nährtropfen nicht zu gedrängt beisammen liegen. Um das zu vermeiden, verfährt man am einfachsten, indem man z. B. ein Tröpfchen der zu prüfenden Hefe mit 100 Tropfen der Nährflüssigkeit mischt und nun hiervon ein Tröpfchen an das Deckglas hängt.

Solche Apparate wie die eben beschriebenen kann man ein Dutzend oder mehre gleichzeitig in Stand setzen und täglich oder stündlich, je nach Bedürfniss controliren und sie können, wenn nöthig, jahrelang stehen bleiben. Es kann niemals, wenn nicht die Aussaat unvorsichtig vorgenommen wurde, bei diesen Versuchen irgend eine Fehlerquelle sich einschleichen.

Aber ganz selbstverständlich reicht dieser Apparat nicht für jeden Zweck aus. Es fehlt vor allen Dingen an Luftzufuhr, welche unumgänglich nöthig ist, wenn man Pilze veranlassen will zur Ausbildung reifender Sporenformen*). Dagegen reichen sie aus zur Beobachtung der Hefebildungen, selbst einschliesslich der niederen Schimmelbildungen.

Zur Luftzufuhr bediene ich mich etwas grösserer Gefässe, wie ich eines in Figur 4 Taf. V versinnlicht habe. Das Princip und die Anwendung sind ganz dieselben, wie bei der Hilgendorf'schen Zelle, nur ist die weit grössere Zelle mit zwei Glasrohren (r) versehen, deren eines mit dem Recipienten einer Luftpumpe oder mit einem Aspirator, deren anderes mit einem Filtrirapparat in Verbindung gesetzt werden kann.

Um nicht allzu weitläufig zu werden, bitte ich die Leser, die Beschreibung des Apparates und seiner Anwendung in meiner Zeitschrift für Parasitenkunde Bd. II Heft 1 nachzulesen.

Die wichtigste aller Fragen in der Morphologie der Hefe ist die Entstehung der Hefe. Dass hefeähnliche Zellen, welche sich in einer Flüssigkeit massenhaft vermehren und zwar auf Kosten

*) Es giebt davon einige Ausnahmen, doch sind sie selten.

dieser Flüssigkeit leben und wachsen, von den Zellen mancher Pilze durch Sprossung erzeugt werden können, ist bereits früher sehr häufig beobachtet worden.

Wir kommen auf diese Thatsache, nämlich die Entstehung der Sprosshefe aus sprossenden Pilzzellen, später zurück und wollen sie vorläufig bei Seite lassen.

Dass die Hefe aber ausser dieser Vermehrungsweise noch einen andern Ursprung haben müsse, ist schon in früherer Zeit von Vielen mit mehr oder weniger Grund ausgesprochen worden. Schon vor mehren Jahrzehnten beobachtete Mitscherlich die Entstehung von Sprosshefezellen bei der geistigen Gährung (Cryptococcus) aus winzig kleinen Plasmakügelchen und Schleiden hat in der zweiten Auflage seiner „Grundzüge“ sehr eingehende Beobachtungen über diesen Gegenstand veröffentlicht.

Wenn nun auch die von mir in den „Gährungserscheinungen“ mitgetheilten Beobachtungen sich nicht gerade vorzugsweise auf die Bierhefe und Weinhefe bezogen, so ist doch gewiss die Frage naheliegend genug, ob nicht bei diesen technisch so wichtigen Hefesorten eine analoge Entstehungsweise möglich sei, wie sie Mitscherlich bereits behauptet und wie sie von mir bei anderen Hefegebilden nachgewiesen wurde.

Es ist nun keineswegs leicht, zu untersuchen, ob z. B. der *Cryptococcus cerevisiae* aus *Micrococcus* hervorgehen könne, denn man müsste, um diese Frage direkt zu lösen, aus dem *Cryptococcus* den *Micrococcus* erziehen und aus diesem wieder den *Cryptococcus*. Es liegt aber in der Natur der Sache, dass bei diesem Wege der experimentellen Forschung die Reinhaltung des Experiments mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft ist, denn erstlich ist die käufliche Bierhefe niemals frei von *Micrococcus* und kann es auch ihrer Natur nach, wie wir später zeigen werden, nicht sein, zweitens ist die Anzucht des *Micrococcus* aus dem *Cryptococcus* ein sehr langwieriger Weg, geschweige die Anzucht des *Cryptococcus* aus dem *Micrococcus*.

Ich will daher dem Leser zunächst einen anderen, weniger langwierigen, einfacheren und ganz sicheren Weg vorführen, den er leicht selbst beschreiten kann, um mich zu controliren. Es ist der nämliche Weg, welchen Mitscherlich betreten hat, freilich damals ohne ausreichende Apparate.

Bekanntlich ereignet es sich nicht selten, dass vollkommen fertige Biere und Weine im Fasse nachgähren. Während ich der

Ursache dieses Nachgährens auf den Grund zu kommen suchte, fand ich, dass der Bodensatz des Fasses eine nie versiegbare Quelle von neuen Gährungen birgt.

Fassen wir diese Thatsache einmal näher in's Auge, zunächst in der Form, wie sie bei der Gährung des Bieres vorkommt. Bekanntlich setzen selbst die stärksten untergährigen Biere nach völliger Beendigung der Gährung einen Bodensatz ab, welcher aus der verbrauchten Hefe besteht. Diese Hefe kann, lange nach der völligen Gähre des Bieres, Ursache einer Gährung werden. Diese Thatsache ermittelte ich folgendermassen:

Ich untersuchte zunächst den Bodensatz des Fasses ausgegohrener Lagerbiere auf seine morphologischen Bestandtheile. Diese sind stets zweierlei Art. Erstlich findet man in solchem Bodensatz grosse rundliche Hefezellen (c Fig. 6 Taf. V). Bisweilen sprossen dieselben noch, die meisten aber haben längst aufgehört, sich durch Sprossung zu vermehren. Viele sind im Begriff, zu Grunde zu gehen; von anderen findet man nur noch Ueberreste der Membran und ihres Inhalts. Diese Hefezellen sind die eigentliche Bierhefe (*Cryptococcus cerevisiae* auct.). Sie hat früher ihre Dienste gethan und ist bei dem ausgegohrenen Bier in den Ruhezustand übergegangen, um allmählig zu Grunde zu gehen.

Der zweite Bestandtheil des Bodensatzes ist *Micrococcus* (m Fig. 6), welcher in grösserer oder geringerer Menge zwischen der Bierhefe auftritt, bald in der Flüssigkeit gleichmässig verbreitet, bald in Nestern oder Colonieen vereinigt. Oft umfassen solche Colonieen grössere oder kleinere Mengen der Bierhefe.

Lassen wir zunächst die Frage ganz bei Seite, auf welche Weise der *Micrococcus* in dem ausgegohrenen Bier entstanden ist, und beschäftigen wir uns zuvörderst mit der Frage, was unter anderen Verhältnissen aus ihm wird. Cultivirt man die Bierhefe von der obengenannten Beschaffenheit in der Hilgendorfschen Zelle, so tritt an den *Cryptococcus*-Zellen so gut wie gar keine Veränderung ein, das Substrat mag sein, welches es wolle. Sie sind offenbar fast sämmtlich abgestorben und vermehren sich nicht mehr durch Sprossung. Dagegen entwickelt der zwischen den *Cryptococcus*-Zellen befindliche *Micrococcus* sich unter günstigen Verhältnissen weiter. Die Art dieser Weiterentwicklung hängt ganz und gar von der Beschaffenheit des Substrats ab.

Ist das Substrat stickstofffrei, ist z. B. dasselbe eine reine Lösung von Traubenzucker, so vermehrt der *Micrococcus* sich nur

ganz kurze Zeit durch Zweitheilung, dann hört jede weitere Veränderung auf und man findet nach mehren Monaten die im Tropfen befindliche Hefe nicht wesentlich vermehrt.

Reine Zuckerlösung ist also nicht gährungsfähig, eine den Chemikern längst bekannte Thatsache, welche gleichwohl von einzelnen Physiologen immer noch übersehen wird.

Hat man dem Nährtropfen etwas Ammoniaksalz zugesetzt, am besten phosphorsaures Ammoniak, so geht im Verlauf einiger Monate mit dem *Micrococcus* eine merkliche Veränderung vor sich. Am besten gelingt dieser Versuch, wenn man statt des eben erwähnten künstlichen Gemisches ein Tröpfchen eines malzreichen Bieres als Nährsubstrat anwendet. Natürlich muss dieses Bier durch längeres Kochen von etwa darin befindlicher lebender Hefe befreit werden.

In einem solchen Tropfen bemerkt man einige Wochen nach der Aussaat ein allmähiges Anschwellen des *Micrococcus*. Dieses Anschwellen findet bei allen Cocci ohne Ausnahme statt und ziemlich gleichmässig.

Unsere Figur 5 Taf. V versinnlicht diesen Prozess bei mässiger Vergrösserung. Fig. 5 a zeigt eine Gruppe von *Cryptococcus*-Zellen bei 25maliger Linearvergrösserung. Der *Micrococcus* erscheint bei dieser Vergrösserung so klein, dass man ihn kaum als äusserst zarte Punktirung wahrnimmt. Einige Wochen später (b Fig. 5) sieht man die *Cryptococcus*-Gruppe noch fast unverändert, dagegen hat sich der *Micrococcus* bedeutend vermehrt und ist schon bei der genannten Vergrösserung deutlich zu sehen.

Vier Monate nach der Aussaat zeigt er das Bild von Fig. 5, c. Während die alten *Cryptococcus*-Zellen sich in Zahl und Lage immer noch fast unverändert erhalten haben, ist der *Micrococcus* durch allmähige Anschwellung und Ausbildung einer Membran zum *Cryptococcus* herangewachsen. Man sieht jetzt nur noch grössere und kleinere *Cryptococcus*-Zellen; vom *Micrococcus* ist nichts mehr zu sehen. Sobald der *Cryptococcus* seine volle Grösse erreicht hat, was um die Zeit des 5. Monats stattfindet, beginnen seine Zellen, sich durch Sprossung zu vermehren, ja es findet diese Vermehrung auch schon etwas früher an einzelnen Stellen statt.

Die lange Zeit, welche während dieser Vorgänge vergeht, ist für den Beobachter eine nicht geringe Unbequemlichkeit, aber ohne dieses Opfer an Zeit und Mühe wird man bei diesen scru-

pulösen Untersuchungen schwerlich vorwärts kommen. Es ist also hiermit bewiesen, dass aus dem Micrococcus des Fass-Bodensatzes wieder Cryptococcus hervorgehen kann, wenn auch sehr langsam unter den gegebenen Verhältnissen. Diese Verhältnisse sind aber bei dem Bodensatz untergähriger Biere ganz ähnliche, denn auch hier ist nur eine sehr schwache Communication mit der Luft vorhanden. Kein Wunder also, dass zwischen der beendigten Gährung und den störenden Nachgährungen oft ein langer Zeitraum verstreicht.

Wenn wir oben den Nachweis geführt haben, dass aus dem Micrococcus des Fass-Bodensatzes Cryptococcus werden kann, so wäre es doch noch fraglich, ob dieser Micrococcus auf's Neue Gährung im Bier hervorbringen kann oder, richtiger ausgedrückt, ob der Cryptococcus im Stande ist, als Bierhefe verwendet zu werden.

Das ist nun in der That leicht nachzuweisen. Ich bediene mich dazu der einfachsten Apparate, nämlich erstens einer Gährflasche (Fig. 2 Taf. V) mit doppelt durchbohrtem Kautschoukstöpsel, durch dessen Durchbohrungen zwei senkrecht herabgebogene Glasröhren (r) gehen. Diese reichen fast bis zum Tisch herab. Diese Flasche wird zum Theil mit der Nährsubstanz gefüllt, ein wenig der zu prüfenden Hefe hinzugefügt und der Apparat geschlossen. In solchem Apparat geräth die Flüssigkeit sehr leicht in Gährung bei Anwesenheit einer passenden Hefe, sobald sie überhaupt gährungsfähig ist. Man beobachtet alle Gährungsvorgänge, soweit sie dem Auge wahrnehmbar sind, ohne den Apparat zu öffnen und untersucht erst nach Beendigung des Versuchs die Hefe.

Zur Controle dieses Versuchs wird ein zweiter in einem einfachen Glascylinder (Fig. 1 Taf. V) angestellt, welcher mit einem Zinkdeckel (d) lose (nicht luftdicht) bedeckt ist. Man kann hier die Veränderung der Hefe beständig untersuchen und, da man vorher ihre morphologische Umwandlung in den Hilgendorfschen Zellen doch schon studirt haben muss, so ist die Gefahr, in Irrthümer zu verfallen, nicht mehr sehr bedeutend. Die Vorgänge sind hier ganz die nämlichen wie in der Glaszelle, nur gehen sie bedeutend rascher von statten, und es tritt bei richtiger Wahl des Nährsubstrats energische Gährung mit Kohlensäure-Entwicklung ein.

Hat man bei den Versuchen in der Hilgendorfschen Zelle aber statt des Bieres oder Zuckers mit Ammoniaksalz eine sehr

stickstoffreiche Substanz, wie z. B. Hühnereiweiss, gewählt, so ist das Resultat der Kultur ein durchaus anderes.

Der *Micrococcus* vermehrt sich ausserordentlich, die Cocci gerathen in lebhafte Vibrionenbewegung, aber weitere Veränderungen nimmt man unter den gegebenen Verhältnissen auch nach mehren Monaten nicht wahr.

Es tritt also hierbei gar keine geistige Gährung ein, sondern die stattfindenden Veränderungen gehören in die Gruppe der Fäulnissprocesse, wie sich schon in kleinen Apparaten leicht nachweisen lässt.

Der *Micrococcus* des Fass-Bodensatzes zeigt also in diesem Fall zwei verschiedene Entwicklungsformen: Er kann entweder als *Micrococcus* sich längere Zeit fortentwickeln oder er kann sich zum *Cryptococcus* ausbilden. Diese Verschiedenheit hängt lediglich von der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des gährenden Substrates ab. Aber es giebt noch mehre andere Fortentwicklungsarten des *Micrococcus*, wovon wir eine sogleich noch näher in's Auge fassen wollen. Wenn man ein solches Bier, wie wir es oben geschildert haben, nämlich ein ausgegohrenes Lagerbier, längere Zeit auf seinem Bodensatz liegen lässt, so wird es bekanntlich nicht selten trübe. Untersucht man solches Bier, so zeigt sich, dass die Trübung von einer starken Vermehrung des *Micrococcus* herrührt. Setzt man eine Probe solchen Bieres in den Apparaten Fig. 1 u. 2 der Luft aus, so verwandelt sich der *Micrococcus* binnen Kurzem in *Arthrocooccus*.

Ganz dasselbe Resultat kann man auch durch künstliche Luftzufuhr in den oben erwähnten isolirenden Apparaten erreichen (s. Fig. 4). Bei genügender Luftzufuhr gelingt sogar die *Arthrocooccus*-Bildung an der Oberfläche eines sehr stickstoffreichen Substrats wie Hühnereiweiss. Man sieht unter solchen Umständen im Innern des Tropfens den *Micrococcus* in fortgesetzter starker Vermehrung, während er an der Luftoberfläche allmählig anschwillt (Fig. 8), sich in die Länge streckt und nach Verlauf weniger Wochen zu eiförmig-länglichen Zellen heranwächst (Fig. 8), welche sich durch Zweitheilung vermehren. Bei fortgesetztem Luftzutritt strecken sich die Zellen immer mehr in die Länge, werden stabförmig, fadenförmig, bald bleiben die umgebildeten Zellen mit einander im Zusammenhang (Fig. 7), der Faden verzweigt sich und fructificirt an den Zweigenden mit *Aëroconidien*-Pinseln (sogenanntes *Penicillium*). Welchem Pilz diese *Aëroconidien* angehören, mag hier

vorläufig dahingestellt bleiben, aber dass die sogenannten Penicillien keine selbstständigen Pilzarten, sondern die Verwesungs-Hefe verschiedener Pilze sind, habe ich früher zur Genüge nachgewiesen.

Ich muss die mit diesem Nachweis nicht vertrauten Leser um Nachlesung meiner Arbeit: Die Parasiten der Infectionskrankheiten im ersten und zweiten Bande der Zeitschrift für Parasitenkunde ersuchen.

Wendet man bei den Kulturen ein stickstoffarmes Substrat an, so z. B. eine Lösung von Traubenzucker mit wenig Ammoniaksalz, so ist der *Arthrocooccus* weit leichter aus dem *Micrococcus* zu erziehen. Am sichersten gelingt dieser Versuch mit einem völlig ausgegohrenen stark gekochten Bier.

Säet man in einen Tropfen solchen Bieres die oben erwähnte Hefe aus dem Bodensatz des Fasses in einem Apparat, welcher beliebigen Luftzutritt erlaubt, so bildet sich an der der Luft zugekehrten Oberfläche des Tropfens schon in wenigen Tagen *Arthrocooccus* aus wie in Fig. 8. Der *Micrococcus* schwillt, streckt sich in die Länge, bildet sich zu *Arthrocooccus*-Zellen um, welche sich durch Zweitheilung vermehren. Sehr bald treiben sie auch längere Fäden, welche sich verzweigen und fructificiren, mit einem Wort, es bildet sich eine vollkommene *Mycoderma aceti* aus.

Lässt man solche an der Oberfläche des Bieres entstehende *Mycodermen* jahrelang fortvegetiren, so bilden sie zuletzt faustdicke, lederharte, ja holzige verfilzte Massen ähnlich den Pilzkörpern mancher sogenannter höherer Pilze aus der Abtheilung der Hymenomyceten. Solche Pilzmassen fructificiren an der Luftoberfläche lange Zeit in Form sogenannter Penicillien, d. h. mit Aëroconidien, das Substrat unterliegt also einer langsamen Verwesung.

Aus dem bisher Mitgetheilten geht also evident hervor:

1) dass der *Micrococcus*, welcher die Bierhefe verunreinigt, in gährungsfähigen Flüssigkeiten, wenn auch langsam, sich zum *Cryptococcus* ausbilden kann, dass dieser auf's Neue Gährung erzeugt, dass sich daher die Nachgärungen, soweit sie vom Bodensatz ausgehen, beim Bier leicht erklären lassen.

2) dass der *Micrococcus* z. B. in ausgegohrenen Bierem an der Luft sich in *Arthrocooccus* (*Mycoderma aceti*) verwandelt.

3) dass der *Arthrocooccus* zuletzt keimt und seine Keimlinge Aëroconidien (sogenanntes *Penicillium*) erzeugen.

(Fortsetzung folgt.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Parasitenkunde](#)

Jahr/Year: 1870

Band/Volume: [2_1870](#)

Autor(en)/Author(s): Hallier Ernst Hans

Artikel/Article: [Untersuchungen über Hefebildung 245-255](#)