©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Zur Pilzflora der Blütennektarien.

Mit 42 Originalaufnahmen auf 6 Tafeln und 10 Sammelabbildungen mit 92 Einzelfiguren im Text.

Von Oberlehrer i. R. Edm. Reukauf, Weimar.

Vorbemerkungen zu den Abbildungen.

Aus eigner Erfahrung wohl wissend, wie sehr das Verständnis zu beschreibender Dinge durch belehrende Bilder hiervon gefördert wird, habe ich es auch für diese Arbeit hieran nicht fehlen lassen und dabei besondern Wert auf nur nach dem Leben angefertigte „photographische Natururkunden" gelegt, diese dann aber auch noch durch eine größere Zahl einfacher zeichnerischer Darstellungen ergänzt. Wenn nun letztere bei meinem Alter freilich auch nicht mehr ganz in der sauberen Weise ausgefallen sind, wie es wohl zu wünschen wäre, so zeigen sie doch hoffentlich wenigstens mit hinreichender Deutlichkeit, was durch sie veranschaulicht werden soll. Sie wurden aus den Hunderten meiner im Laufe der Jahre mittelst Zeichenapparats nach der Natur hergestellten Skizzen über unsern Gegenstand ausgewählt und zu den je eine Anzahl Einzelfiguren umfassenden zehn „Abbildungen" vereinigt, die ich im Text auch als solche bezeichne, während die unter fortlaufender Numerierung auf den sechs Tafeln angeordneten Mikroaufnahmen kurz „Bilder" genannt werden.

In das Zellinnere sind durch kleinere und größere Kreise oder Ovale mit wenig im Text besonders vermerkten Ausnahmen nur die für die Nektarpilze bezeichnenden und hinsichtlich ihrer angegebenen Menge immer ihrem natürlichen Vorkommen entsprechenden Fetteinlagerungen eingetragen worden. Wo sie fehlen, ist der Zellinhalt als ganz gleichmäßig oder doch höchstens fein gekörnt zu betrachten.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Zur Sache selbst.

Üben die lieblichen Kinder Floras durch die Vielfalt ihrer ja in erster Linie nur zur Anlockung der Insektenwelt ausgebildeten Blütenformen und -farben auch auf uns Menschen schon bei nur oberflächlicher Betrachtung einen bezaubernden Reiz aus, so gewinnen sie für den Mikroskopiker noch ein besonderes Interesse durch das bisher nur wenig beachtete und deshalb auch noch recht geheimnisvolle Sonderleben, das sich im Schoße der zur Bestäubung auf Insektenbesuch angewiesenen „Blumen" abspielt, und von dem im folgenden einmal in Wort und Bild etwas ausführlicher berichtet werden soll. Es ist die in den Nektarbehältern, diesen „natürlichen Gärbottichen im Kleinen" häufig anzutreffende und oft recht üppige Pilzvegetation, die namentlich auch den Biologielehrern reiches und leicht zu beschaffendes Beobachtungsmaterial zu liefern vermag, besonders soweit es sich dabei um jene Form von mikroskopischen Kleinpilzen handelt, die — im Gegensatz zu den durch Querteilung sich vermehrenden „Spaltpilzen" oder Schizomyzeten — hauptsächlich dadurch sich fortpflanzen, daß sie knospenartige und dann erst bis zur Muttergröße heranwachsende Auswüchse treiben, und die auch deshalb mit der Bezeichnung „Sproßpilze" oder Blastomyzeten belegt worden sind. Zu ihnen gehören auch die in den Gärungsbetrieben eine so wichtige Rolle spielenden und für diesen Zweck vielfach besonders gezüchteten „Kulturhefen", als deren wohl am meisten bekannter Vertreter der Erreger der Biergärung, *Saccharomyces cerevisiae* (= Zuckerpilz des Bieres) zu nennen ist, und nach dessen lateinischem Gattungsnamen nun aber nicht nur die der chemischen Umsetzung des Zuckers dienenden, sondern auch die sonst noch bekannten Sproß- oder auch „Hefepilze" als Saccharomyzeten bezeichnet werden.

Den für bestimmte Sonderzwecke meist künstlich gezüchteten „Kulturhefen" stehen nun die auch in der freien Natur vorkommenden „wilden Hefen" gegenüber, von denen ja natürlich auch die Kulturformen erst ihren Ausgang genommen haben. Sie finden sich aber nicht etwa nur im Nektar der Blumen, sondern auch sonst überall da, wo zuckerhaltige Säfte von den Pflanzen selbst oder auch von daran befindlichen pflanzlichen oder tierischen Parasiten ausgeschieden werden, wie z. B. auf verletzten Früchten, im Saftfluß „bierbrauender Bäume" (Eichen) und im „Milchfluß" frischer Baumstümpfe (Hainbuchen und Birken), an abgeschnittenen Stengeln oder beschädigten Wurzeln und

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

im „Honigtau" der Getreideähren (vom Mutterkornpilz herrührend) oder der Laubblätter (von Blattläusen ausgespritzte flüssige Exkremente). Auch im Haushalt sind wilde Hefen anzutreffen, so auf geräucherten Fleisch- und Wurstwaren, auf Fischen und in Heringslake, auf sauren Gurken und in den „Kahmhäuten" auf Sauerkraut und eingelegten Bohnen, wie auch in abgestandenem trüben Bier und Wein.

Auf die in den verschiedenartigsten Blüten häufig vorkommenden „Nektarhefen" hat der Verfasser in Deutschland wohl zuerst hingewiesen, und zwar in seinem 1907 in Teubners bekannter Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" unter der Nummer 181 erschienenen, inzwischen aber längst vergriffenen Bändchen über „Die Pflanzenwelt des Mikroskops". Auf dringendes Anraten der darüber befragten, damals bestens bekannten Kleinpilzforscher, der Professoren Ludwig-Greiz, Lindner-Berlin, Behrens-Augustenberg und Hansen-Kopenhagen, habe ich mich dann eingehender mit dem Gegenstande befaßt und auch in verschiedenen Zeitschriften kleinere Aufsätze darüber gebracht, und zwar zuerst 1911 im Juniheft der damals von H. R. Francé herausgegebenen „Kleinwelt", worauf auch von späteren Autoren immer wieder verwiesen worden ist. Daß früher, 1884, auch schon einmal der Franzose Boutroux etwa ein Dutzend Pflanzenarten auf Blütenpilze untersucht hat, habe ich erst durch Behrens und Hansen erfahren.

Nun soll aber vorerst auch einmal gesagt werden, wie ich denn überhaupt auf die Pilzflora der Nektarien gekommen bin: Es war im Sommer 1906, als ich in dem etwa 150 Meter südwestlich vom Bismarckturm am Ettersberg bei Weimar befindlichen trichterförmigen tiefen Erdfall in der Umgebung einer am Hang hervortretenden schwachen Quelle einen größeren Bestand der ja in trockenen Wäldern und an steinigen Hängen in Mitteldeutschland nicht seltenen, zu den Asklepiadazeen gehörigen „Schwalbenwurz" oder des „Hundswürgers", *Cynanchum vincetoxicum*, antraf und an diesem selbst giftigen, aber wegen der brechenerregenden und schweißtreibenden Wirkung seiner Wurzel als „Giftbesieger" offizinellen Gewächs nicht nur den Insektenbesuch beobachtete, sondern dann zu Hause auch den ziemlich verwickelten Bestäubungsmechanismus der ja zu den „Klemmfallenblumen" zählenden und deshalb biologisch besonders interessanten Blüten genauer untersuchte, und was ich dabei fand, soll durch die Bilder 1—8 auf Tafel XIX veranschaulicht werden.

Da gewährt uns Bild 1 zunächst einmal einen Einblick in das Innere eines der in den oberen Blattachseln trugdoldig angeordneten, flach-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

trichterartigen Blütchen mit seinen fünf strahlig gerichteten weißen Kronenblättchen, deren etwas grünlich gefärbte Zipfel jedoch nicht mit wiedergegeben sind. Innen aber treten uns fünf etwas vorgewölbte helle Partien entgegen, das sind die als „Krönchen" bezeichneten Anhangsorgane der Staubblätter, zwischen denen die ziemlich tiefen dunklen Nektargrübchen zu sehen sind. In deren unmittelbarer Nähe aber gewahren wir bei scharfem Zusehen am Rande des aus den zwei Griffeln gebildeten Köpfchens je ein kleines schwarzes Körperchen, wovon jedoch im Bilde eins fehlt, weil es vor der Aufnahme vorsichtig mit einer feinen Pinzette entfernt worden ist.

Wie nun das auf diese Weise herausbeförderte, zwei seitliche gelbe Anhänge tragende hornige Gebilde aussieht, erkennen wir aus Bild 2. Es ist ein sogenanntes „Pollinarium", also eine im Zusammenhang bleibende Vereinigung von Pollenzellen, wie wir sie ja auch bei den Orchideen vorfinden. Während aber bei diesen die beiden keuligen Pollenpaketchen von einander getrennt sind und sich nur mit dem etwas verbreiterten und sehr klebrigen Fuß ihres Stielchens den die Blüten besuchenden Bienen als kleine „Hörnchen" aufsetzen, stehen bei unserer Schwalbenwurz immer deren je zwei, stets den benachbarten Antheren entstammend, in fester Verbindung, und zwar durch den dazwischen befindlichen langgestreckten dunkeln und harten, an der Außenseite mit einem nach unten etwas verbreiterten Längsspalt versehenen Körper, in dem sich die Mundteile der honigsaugenden Blütenbesucher leicht einklemmen können, und der deshalb auch als „Klemmkörper" bezeichnet wird. In Bild 3 sehen wir zum Beispiel ein an einem abgebogenen Endteil eines Fliegenrüssels festsitzendes Pollinarium, das ja nun gut durch seinen Träger auf eine andere Blüte überführt und dort abgestreift werden kann, wodurch dann die durch die ganze Einrichtung bezweckte Fremdbestäubung gesichert ist. Daß es aber den hauptsächlich aus verschiedenen Fliegenarten (besonders Blumen-, Aas-, Fleisch- und Raupenfliegen) bestehenden Honiggästen durchaus nicht immer so leicht gemacht wird, den mit einem solchen doch immerhin ziemlich umfangreichen und auch etwas sparrigen Anhängsel behafteten Rüssel auch wieder aus der Honiggrube herauszuziehen, ersieht man aus den hierfür vielfach notwendigen energischen Wiederbefreiungsversuchen wie auch aus der Tatsache, daß man gar manchmal auch abgerissene Mundteile oder sogar abgestorbene ganze Insekten in der so raffiniert eingerichteten und angelegten „Klemmfalle" findet.

Aus Bild 4 können wir nun ersehen, wie die hier in zwei ovalen Plätt-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

chen vereinigten Pollenkörner der in eine andere Blüte übertragenen Pollinarien ziemlich derbe Schläuche austreiben, die aber nicht verwechselt werden dürfen mit den viel zarteren Pilzfäden, die etwa den ja überall vorhandenen und mit den Pollinarien auch leicht zu überführenden oder vielleicht auch aus der Luft herrührenden Schimmelsporen entwachsen sind, und deren meist reiche Verzweigungen uns in Bild 5 zur Vergleichung mit den einfachen Pollenschläuchen vor Augen geführt werden.

Das in Bild 6 wiedergegebene Pollinarium ist nun sowohl von Pollen- als auch Schimmelpilzfäden umhüllt. Dazwischen aber erblicken wir — ebenso wie übrigens auch schon in Bild 4 — noch eine Menge winziger rundlicher Körperchen, die uns in stärkerer Vergrößerung durch Bild 7 ihrem wahren Wesen nach enthüllt werden, und die eben einer besonderen Art der ja schon genannten Nektarhefen angehören, mit der wir uns jetzt im folgenden zunächst einmal etwas näher befassen wollen. In noch nicht voll entfalteten und deshalb auch noch nicht von Insekten besuchten Blüten ist freilich noch keine Spur dieses Sproßpilzes zu finden und ebensowenig in den durch eine Gallmücke (*Contarinia spec.*) erzeugten knorpelig verdickten und überhaupt völlig geschlossen bleibenden rötlichen Blütengallen, ein sprechender Beweis dafür, daß er nur erst durch honigsaugende Insekten übertragen wird.

Da sehen wir in Bild 7 neben ovalen Einzelzellen, „Monaden", auch kleine zwei-, drei- und viergliedrige Zellverbände, die je nach ihrer Gliederzahl auch als „Dyaden", „Triaden" und „Tetraden" unterschieden worden sind, und die alle eine fast das ganze Zellinnere ausfüllende scharf umrissene und hell hervortretende Kugel in sich führen. Hierbei handelt es sich aber nicht etwa um „Zellkerne" oder auch um „Sporen", also Fruchtkörper, sondern um Fetteinlagerungen in Gestalt von dickflüssigen farblosen Öltröpfchen, wie sie erst in älteren, bereits angewelkten Blüten von demselben Sproßpilz ausgebildet werden, der uns neben einigen Schimmelsporen und deren Keimschläuchen auch noch einmal in Bild 8 vorgeführt wird und hier nur deshalb ein etwas anderes Aussehen zeigt, weil er jetzt einer erst frisch infizierten Blüte entstammt. In diesem Falle haben wir es mit Jugend-, im vorigen hingegen mit Alterszuständen der gleichen Entwicklungsstufe einer und derselben wilden Hefenart zu tun, die durch eine sehr mannigfaltige Kreuzform ihrer aus mehr oder weniger langgestielten Sprossen gebildeten Zellverbände ausgezeichnet ist und dieser Eigentümlichkeit auch ihre Bezeichnung als „Kreuzhefe" zu verdanken hat. Je nach der Zahl der gewöhnlich nur von

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

einer der beiden meist in fester Verbindung bleibenden Mutterzellen von deren keulig verdicktem Ende nach allen Richtungen strahlig abzweigenden primären Sprosse kann man hierbei „Drei"-, „Vier"- oder „Fünfzackformen" unterscheiden, wie solche in den jetzt aus einer schon welken Blüte der Wiesensalbei herrührenden Bildern 9, 10 und 11 dargestellt sind. Doch können auch beide Mutterzellen und auch schon die Töchter wieder noch vor ihrer Ablösung aussprossen (siehe Bild 12) und vorläufig so immer noch im Zusammenhang bleibende Enkel, Urenkel und Ururenkel der Stammzellen erzeugen, wie z. B. aus der nach der Wirklichkeit wiedergegebenen großen Zellfamilie links unten in Abbildung 1 ersichtlich ist.

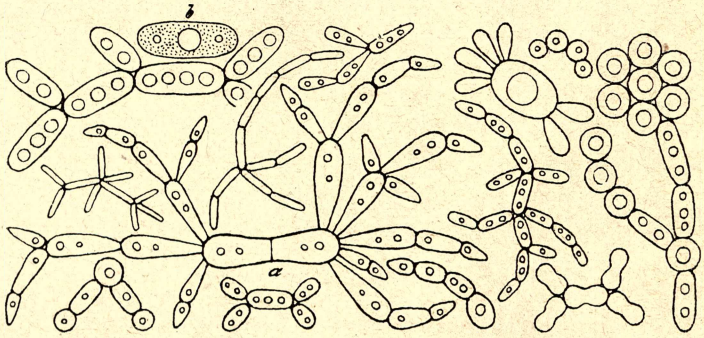


Abb. 1. Unterschiedliche Kleinpilzformen aus verschiedenartigen Insektenblütlern. Vergröß. bei a = 500×, b = 1200×, sonst = 650×.

Es kommt auch hierbei wieder dieselbe Pilzart in Betracht wie bei der Schwalbenwurz, nur ist dieser noch jugendliche und daher bloß kleine Öltröpfchen führende „Strauchverband" ebenfalls einer Salbeiblüte entnommen, die auch das Präparat zu der Aufnahme in Bild 13 geliefert hat, das uns nun einen völlig naturwahren Einblick in das Innere zweier noch zarter junger Kreuzverbände gestattet, und da sehen wir in dem nur schwach verdickten Endteil einer jeden Zelle einen etwas weniger lichtbrechenden Hohlraum oder ein „Lumen", das aber nicht leer, sondern mit Plasma erfüllt ist, worin eine oder zwei helle Körnchen hervortreten. Doch nur das eine davon ist ein kleines Öltröpfchen, während das andere noch sichtbare eines der gewöhnlich in der Ein- oder Zweizahl noch vorhandenen „Tanzkörperchen" darstellt, die sich — im Gegensatz zu den Fetteinlagerungen — mit Kernfarbstoffen leicht färben lassen und wohl auch aus Zellkernmasse oder „Nuklein" bestehen.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Sie verdanken ihre Bezeichnung dem Umstand, daß sie in den noch lebenden Zellen innerhalb eines sie einschließenden kleinen und wohl mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraums einen allerdings zuweilen kaum wahrnehmbaren und gewiß nur durch die „Brown'sche Molekularbewegung" (nach dem Engländer Brown Erschütterungen kleinster in Flüssigkeiten liegender Körperchen durch die Anstöße seitens der hierin ständig durcheinanderwimmelnden Moleküle) bewirkten Wackeltanz aufführen. Sie sind nebst der dazwischenliegenden größeren Fettkugel in der in Abb. 1 links oben dargestellten Einzelzelle mit wiedergegeben, deren plasmatischer Inhalt durch feine Punktierung angedeutet ist. (Die Tanzkörperchen sind übrigens auch als „Volutin"-Einlagerungen aufgefaßt worden, das sind als Reservestoffe zu betrachtende Eiweißkörper, deren Benennung darauf zurückzuführen ist, daß sie an dem daran besonders reichen großen Schraubenbakterium *Spirillum volutans* zuerst genauer untersucht worden sind.) Auch diese Einzelzelle gehört wohl — ebenso wie die darunterliegende stark fetthaltige Reihe von „Band"- oder „Tänialzellen" — mit in den Formenkreis unseres jetzt in Rede stehenden Sproßpilzes, dessen verschiedene Entwicklungsstadien eine ganz erstaunliche Mannigfaltigkeit aufweisen. Da er besonders häufig und in guter Ausbildung in den Blüten von *Salvia pratensis* anzutreffen ist, soll er im folgenden zunächst einfach als „Salbeipilz" bezeichnet werden; seinen wissenschaftlichen Namen werden wir erst nach Abschluß des beschreibenden Teils meiner Darlegungen (Seite 184) kennen lernen.

Die Übertragung des Pilzes von Blüte zu Blüte erfolgt hier hauptsächlich durch die als eifrigste Salbeibesucher bekannten Bienen und Hummeln, an deren über und über dicht behaarter Honigzunge er sich ja durch seine sparrigen Aussprossungen sehr gut verankern kann, und ist einmal eine Blüte mit ihm infiziert, so schreitet er auch sofort zu einer lebhaften Vermehrung, so daß schon bis zum nächsten oder übernächsten Tage aus einem Kreuzverband eine derartige „Netzkolonie" hervorgehen kann, wie eine solche in Bild 4 zu sehen ist, worin uns aber nun auch schon auffallen muß, daß manche der Mutterdoppelzellen mehr oder weniger stark verdickt sind. Noch einen Tag später aber können wir vielleicht schon feststellen, daß wohl die Aussprossung jetzt abgenommen hat, dafür aber viele der Verbände eine bedeutend robustere Form mit wesentlich gesteigerter Fetteinlagerung aufweisen (Bild 15), wie solche uns ja schon aus den Bildern 9—12 in stärkerer Vergrößerung gekannt geworden sind.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Auch die in den Bildern 16—18 wiedergegebenen Nektarhefen aus anderen Blütenformen sind wohl nur durch etwas abgeänderte Ernährungsverhältnisse bedingte Varianten des in Zellgröße und -gestalt überaus wandlungsfähigen Pilzes, der übrigens beim Absterben in noch jugendlichem Zustande seinen plasmatischen Inhalt in die hierbei sich etwas zuspitzenden keuligen Endigungen seiner Zellen zusammenzieht, was auch in Bild 18 an dem ganz oben liegenden noch auffallend kleinen und zarten Verband deutlich in Erscheinung tritt.

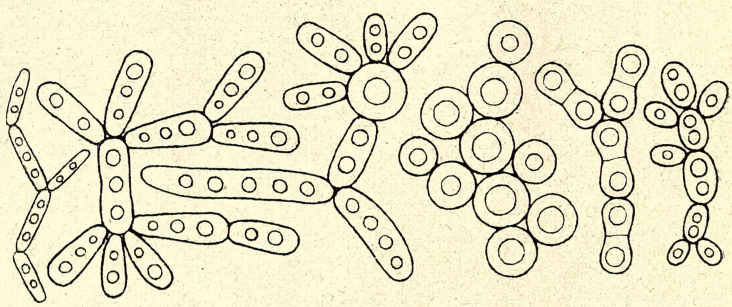


Abb. 2. Unterschiedliche Kleinpilzformen aus verschiedenartigen Insektenblütlern. Vergröß. = 900×.

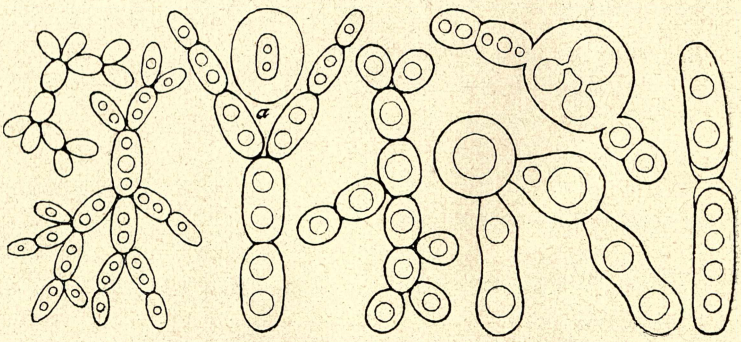


Abb. 3. Unterschiedliche Kleinpilzformen aus verschiedenartigen Insektenblütlern. Vergröß. bei a = 650×, sonst = 900×.

Die von Abb. 1 noch nicht erwähnten und zum Teil bakterienähnlichen, sowie die in den Abb. 2 und 3 noch aus den verschiedenartigsten Blüten vereinigten Formen scheinen nun aber doch fast ausnahmslos anderen Nektarhefen anzugehören, über die ich leider noch nichts Näheres zu sagen vermag; auch sie sind größtenteils durch reichlichen Fetteinschluß ausgezeichnet.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Ganz besonders auffällig ist dieser aber bei den in Abb. 4 zusammengestellten, älteren „Rohkulturen" (s. Seite 190) entstammenden Bildungen, die nun — bis auf die drei letzten — zumeist wohl wieder auf den Salbeipilz zurückzuführen und zum Teil nur als eigentümlich gestaltete, monströse „Involutionsformen" dieser Art aufzufassen sind. Ganz links ist hier ein Vorgang mit angedeutet, der auch an anderen älteren und fettreichen Einzelzellen oft zu beobachten ist, nämlich das Austreten einer — hier mit vielen kleinen Öltröpfchen angefüllten — vollständigen Langzelle aus ihrer gesprengten Oberhaut, während in der dritten Figur dargestellt ist, wie ein geschlossener großer und vorher fast das ganze Zellinnere ausfüllender Fettkörper sich ganz nackt, also ohne jede Umhüllung aus seinem Behälter herauszwängt, was auch häufig vorkommt, ohne daß jedoch dafür vorläufig eine Erklärung gegeben werden könnte.

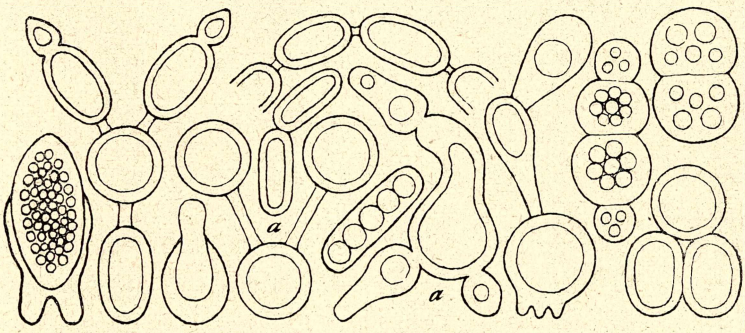


Abb. 4. Formen mit besonders starker Fettbildung aus älteren Kulturen. Vergröß. bei a = 650×, sonst = 900×.

Wie solche als „Dauerzellen" zu bezeichnende fettreiche große Einzelzellen, die auch nicht selten von einer doppelten und vor ihrem Austritt also sogar dreifachen Membran umgeben sind, sich ihrer Oberhaut entledigen und dann gewöhnlich ein- oder auch mehrfach auskeimen, wobei sich ihr Fettvorrat mehr und mehr verringert, wird uns in Abbildung 5 gezeigt, wo auch bei den noch jugendlichen Keimschläuchen die feinkörnige Beschaffenheit des plasmatischen Inhaltes angedeutet ist.

Wie aber ältere Sproßverbände des Salbeipilzes die Dauerzellen ausbilden und dann in diese zerfallen, ist aus Bild 19 ersichtlich, und Bild 20 führt uns eine größere Anzahl von solchen, dicht zusammenliegend vor Augen, wobei auch an der einen, nach unten gelegenen, der Austritt des Öltropfens wohl zu erkennen ist. Während sich aber hier die großen

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Einzelzellen noch unmittelbar miteinander berühren, ist dies in Bild 21 nicht mehr der Fall, und das kommt daher, daß sie jetzt mit einer ja auch im Bilde hell hervortretenden Schleimhülle umkleidet sind, wie sie bei älteren Dauerzellen meist anzutreffen ist. Auch die in den Bildern 20 und 21 zwischen den großen zerstreut liegenden wesentlich kleineren und doch gleichfalls fettführenden ovalen Einzelzellen („Zwerg-" im Gegensatz zu den großen „Riesenzellen") werden wohl mit in den Entwicklungsgang des Salbeipilzes gehören.

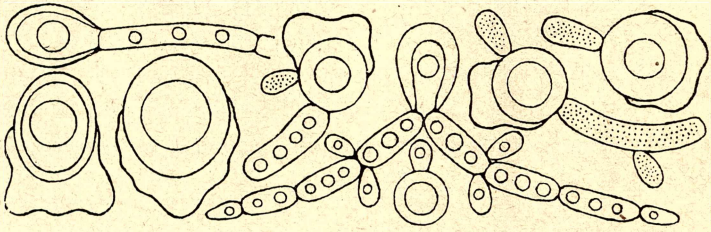


Abb. 5. Größere Dauerzellen, in Häutung und Auskeimung begriffen. Vergröß. = 900×.

In Abb. 6 sind nun noch einmal links ein paar ausschlüpfende und gleichzeitig auskeimende, hier nur etwas in die Länge gestreckte Dauerzellen des Pilzes wiedergegeben, der, wie aus der ersten kreuzförmigen Mittelfigur ersichtlich ist, auch in ein und demselben Sproßverbande verschiedenerlei Zellformen ausbilden kann. Verbleiben nun aber, was ich mehrfach beobachten konnte, auch die Dauerzellen noch weiterhin, und sogar bis zu ihrem Ausschlüpfen im Kreuzverband, so kann es vorkommen, daß man auch einen solchen antrifft, der nur noch aus den leeren Zellhäuten besteht, während sich ihre früheren Inhalte in abgerundetem Zustand in seiner Umgebung vorfinden; doch ist dies nur eine Ausnahme von der Regel, daß sich die Dauerzellen beim Zerfall der Verbände vollständig von ihren Stielen ablösen (siehe hierzu die übrigen Mittelfiguren in Abb. 6).

Wiederholt konnte ich nun auch feststellen, daß sich in der die älteren Dauerzellen meist überziehenden Schleimschicht dicht nebeneinander winzige Kugel- oder auch zarte, strahlig abstehende Stäbchenbakterien angesiedelt hatten und schließlich ihre Träger vollständig überdeckten, wie es in Abb. 6 rechts bei einem kleineren ellipsoidischen und einem größeren, noch in Verbindung mit der nicht weiter entwickelten Nachbarzelle gebliebenen ovalen Exemplar im optischen Längsschnitt dargestellt ist, letzteres übrigens eine Erscheinung, wie ich sie ganz ähnlich

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

auch an den gleichfalls mit einer Schleimhaut überkleideten Köpfchendrüsen in den Höhlungen der Rhizomschuppen von *Lathraea squamaria*, den Fangblasen von *Utricularia* und den Wassertrichtern von *Dipsacus* vorgefunden habe. Daneben ist eine der völlig nackten Fettkugeln wiedergegeben, die oft zwischen den isolierten Dauerzellen anzutreffen sind, deren gar nicht seltene Formverschiedenheit auch im gleichen Verbande noch einmal durch die Randfigur rechts veranschaulicht werden soll.

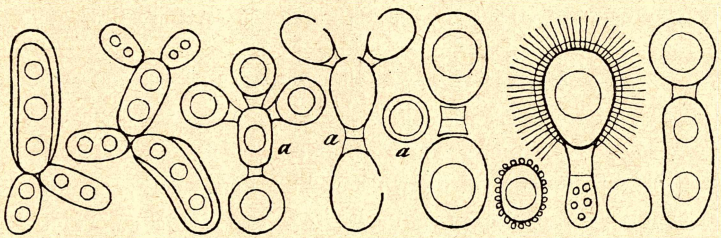


Abb. 6. Häutung mit Auskeimung von Dauerzellen und Ausbildung von solchen. Vergröß. bei a = 650×, sonst = 900×.

Aber was stellt denn nun das oberflächlich gerunzelte Objekt oben in Bild 21 vor? — Es ist eine „enzystierte" oder eingekapselte „Amöbe" oder ein „Wechseltierchen", also ein im gewöhnlichen Zustande nur aus einem formlosen und seine Gestalt fortwährend verändernden nackten Protoplasmaklümpchen bestehendes Geschöpf, von dem in Bild 22 unten — freilich durch seine Beweglichkeit nur mit verschwommenen Umrissen — mit noch einer darüberliegenden „Zyste" zusammen ein Exemplar wiedergegeben ist. Derartige — übrigens dem Tier- und Pflanzenreich gemeinsame — höchst einfache Lebensformen fand ich in meinen Kulturen nicht selten zwischen den Dauerzellen des Salbeipilzes vor, und ich glaubte anfangs, sie seien aus diesen hervorgegangen, eine Erscheinung, die auch bei anderen Hefepilzen schon beobachtet worden ist, und die sich ja auch bei den Myxomyzeten oder „Schleimpilzen" abspielt, wo den aus gestaltlosen größeren Plasmamassen, den „Plasmodien" gebildeten Fruchtkörpern oder „Sporen" kleine, jedoch anfangs noch mit einer zarten „Geißel" ausgestattete Amöben entschlüpfen. Schließlich stellte sich aber meine Annahme doch als eine Täuschung heraus, da sich auch andere — vielleicht im enzystierten Zustand hineingeratene — Amöbenformen in den Kulturen zeigten, wovon vier in den linksseitigen Figuren von Abb. 7 skizziert sind, bei denen aber zu bemerken ist, daß der nur schwach umrissene Innenkreis den Zellkern, die in der fünften

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Figur stärker hervortretenden ovalen Gebilde hingegen Einzelzellen von Nektarhefen bezeichnen, die von dem Wechseltierchen als Nahrungskörper aufgenommen worden sind. Die untere der beiden Zwischenfiguren zeigt uns auch, wie das darüber abgebildete, mit fünf der Fortbewegung und der Nahrungsaufnahme dienenden, ausstreck- und einziehbaren „Pseudopodien" oder „Scheinfüßchen" versehene Stück im Begriff steht, sich eine Dauerzelle einzuverleiben. Rechts oben in Abb. 7 sind auch bei gleicher Vergrößerung die drei mehrfach gemischt angetroffenen Formen dargestellt, die ich zunächst als aus einander hervorgegangen — Dauerzelle, ausgetretener und abgerundeter Inhalt und Zyste — um so mehr als zusammengehörig betrachten zu dürfen glaubte, als sie alle einen größeren Fettkörper aufwiesen, wobei aber die beiden letzten doch vielleicht nur als noch mit einem Öltropfen als Nahrungsrest versehene Amöben im halb- und ganzenzystierten Zustande anzusehen sind. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung wären gewiß recht erwünscht.

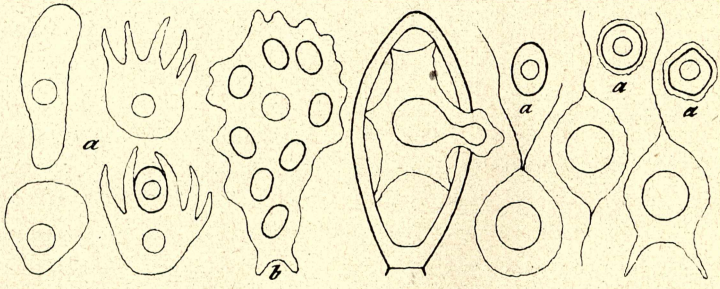


Abb. 7. Verschiedenartige Amöbenformen aus älteren Kulturen. Vergröß. bei a = 650×, b = 900×, sonst = 2200×.

Übrigens sind nicht nur manchen Amöbenarten nicht allzugroße Nektarhefenzellen als Nahrungskörper — deren Verdauung sich dann auch leicht in dem ja durchscheinenden Plasma verfolgen läßt — recht willkommen, sondern auch höheren tierischen Einzellern, wie z. B. den als „Viel-" und „Allesfresser" bekannten Wimperinfusorien *Paramaecium* („Pantoffeltierchen") und *Frontonia* („Stirntierchen"), die ich eine Zeitlang damit gefüttert habe, und die sich nicht nur während einiger Tage damit vollpfropften, sondern sich auch durch Zweiteilung vermehrten, schließlich aber doch — anscheinend an Verfettung — zugrunde gingen. So zeigt uns Bild 23 eine mit mehr länglichen Zellen angefüllte *Frontonia*, deren Futter in einer aus *Weigelia rosea* entnom-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

menen Nektarhefe bestand, von der eine Randpartie einer „Kumuluskolonie" in Bild 24 wiedergegeben ist. Doch dies nur nebenbei.

Den wirklichen Austritt des einen größeren Fettkörper führenden plasmatischen Inhalts und dessen sich anschließendes vorläufiges weiteres Verhalten konnte ich nun aber doch einmal sehr schön an einer gestreckten und anscheinend zum Salbeipilz gehörenden dickwandigen Dauerzelle verfolgen, die im Längsschnitt in der Mittelfigur von Abb. 7 dargestellt ist. Aus ihr zwängte sich jedoch nicht eine gewöhnliche einfache, sondern — ähnlich wie bei den Schleimpilzsporen — eine diesmal mit zwei ungleichlangen zarten „Geißeln" versehene Form hervor: eine „Mastig"- oder „Geißelamöbe", von deren bei der langsamen Fortbewegung auch ständig sich vollziehender Gestaltveränderung drei Phasen — die letzte auch mit zwei Scheinfüßchen an Stelle der jetzt anscheinend fehlenden zweiten Geißel — rechts neben der Mutterzelle beigefügt sind. Über ihre Weiterentwicklung kann ich wegen damaliger Behinderung an der Fortsetzung meiner diesbezüglichen Beobachtungen leider nichts sagen und werde auch wohl die Verfolgung derartiger gewiß nur selten und unter besonderen Glücksumständen anzutreffenden Erscheinungen nunmehr jüngeren Kräften überlassen müssen.

Dasselbe gilt von einem anderen interessanten Vorgang, der mir zunächst in älteren Kulturen, später aber auch an Frischmaterial wiederholt entgegengetreten ist, und der vorerst einmal durch die Bilder 25—27 veranschaulicht werden soll. Wir sehen da mehrere durch ihr Alter und ihre Verfettung schon mehr oder minder verunstaltete, Rohkulturen entstammende Sproßverbände, deren Einzelglieder zum Teil durch kurze Schläuche miteinander in Verbindung getreten sind, und dasselbe erblicken wir in Bild 28 an noch jugendlichen Aussprossungen frisch einer Blüte entnommenen Materials, an dem sich aber bei den bereits mit benachbarten Sprossen anderer Verbände kopulierten wie auch den zur Kopulation sich erst anschickenden Zellen der plasmatische Inhalt in der Spitze zusammengezogen hat.

Letzteres ist jedoch nicht zu ersehen an den aus einer frischen Netzkolonie gesammelten und im Innern außer dem mengenmäßig angegebenen nur geringen Fettgehalt bloß noch die Abgrenzung der eigentlichen Zellkörper gegen ihre völlig inhaltslosen Stiele zeigenden Skizzen in Abb. 8, die uns ja auch nur deutlich vor Augen führen sollen, in welcher Weise die zunächst einen kürzeren oder auch längeren Keimschlauch austreibenden Zellen verschiedener Verbände miteinander in Verbindung treten. Der weitere Verlauf dieses bis jetzt wohl noch nicht bekannten

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

und doch gewiß recht bedeutungsvollen Vorgangs mit seinen Folgeerscheinungen bleibt aber erst noch näher zu erforschen. Von der Bierhefe z. B. weiß man ja, daß die Zellen vor der Sporenerzeugung erst eine sexuelle Vereinigung eingehen können; ob diese aber auch bei unserem Salbeipilz eine solche im Gefolge hat, ist eine noch offene Frage, da bei ihm Sporenbildung meines Wissens bis jetzt noch nicht hat beobachtet werden können. Als besonders bemerkenswert erscheint mir an zwei Figuren der rechten Seite in Abb. 8 der Zusammenschluß von großen Verbandsprossen mit auffallend kleinen Einzelzellen, die in der betreffenden Kolonie zahlreich zwischen den Kreuzverbänden verstreut lagen, und die doch gewiß auch zu dem Salbeipilz gehören werden, denn mit einer fremden Art würde dieser doch wohl kaum in offene Verbindung treten.

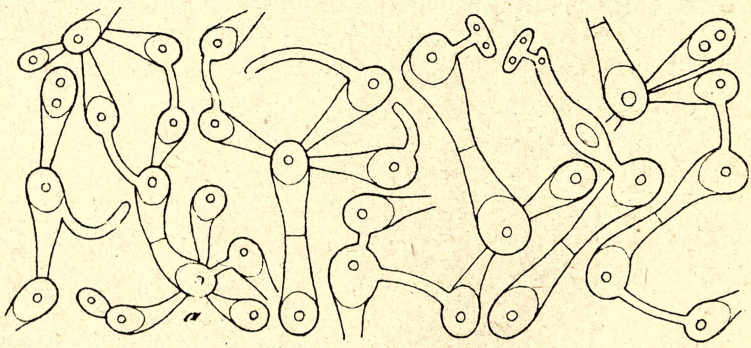


Abb. 8. Kopulationserscheinungen bei noch jugendlichen Sproßverbänden. Vergröß. bei a = 650×, sonst = 900×.

Bei der aber doch sicher auch vorliegenden geschlechtlichen Vereinigung kommen nun bei unserem Pilz auch manchmal recht eigenartige Mißbildungen zustande, wie ja schon aus den Bildern 25—27 zu ersehen ist, und auch die Entstehung der in Abbildung 9 zusammengestellten Zerrformen dürften wohl im Grunde hauptsächlich auf diesen Vorgang zurückzuführen sein.

In älteren Salbeipilzkulturen unter umrandetem Deckglas konnte ich nun wiederholt beobachten, wie sich sowohl die Sprosse mancher Verbände wie auch zum Teil die schon abgelösten Dauerzellen mit der Zeit mehr oder minder bräunten und schließlich ganz dunkel färbten, dabei aber auch ihre Gestalt zu verändern und kurze Myzelschläuche, also Keimfäden auszutreiben schienen, wie in den Bildern 29 und 30 erkenn-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

bar ist, und gar nicht selten kam es dabei auch zu größeren verzweigten Myzelbildungen, wie solche in den Bildern 31—36 wiedergegeben sind. Inwieweit diese aber nun mit dem Salbeipilz in Verbindung zu bringen sind oder doch vielleicht von zufällig mit eingeschlossenen Kleinpilzformen ihren Ausgang genommen haben, konnte ich nicht mehr genauer feststellen, wie sich ebensowenig auch noch ermitteln ließ, inwiefern etwa auch die in den Bildern 37—42 auf Tafel XXIV vereinigten weiteren Myzelbildungen in älteren Präparaten nebst den wohl auch dazugehörigen dickwandigen dunkeln „Gemmen" oder „Chlamydosporen" (= in den Myzelfäden stellenweise entwickelte „Mantelsporen") zu ihm in Beziehung zu bringen seien. Ganz auffallend ist jedenfalls die in Bild 37 deutlich erkennbare offene Verbindung einiger Dauerzellen des Salbeipilzes mit Myzelästen einer sich allmählich dunkel färbenden und dann oft auch noch in einen grünlichen Schleimmantel hüllenden *Torula* (= Knotenpilz), eines interessanten Schimmelpilzes, der uns auch in den übrigen Bildern der Tafel in verschiedenen Erscheinungsformen entgegentritt, und der gleichfalls durch starke Fettspeicherung ausgezeichnet ist. Gewiß legt uns eine derartige plasmatische Verschmelzung die Frage nahe, ob denn auch beide Partner wirklich zusammengehören, oder ob nicht etwa auch verschiedenartige Pilzformen eine solche Verbindung miteinander eingehen können.

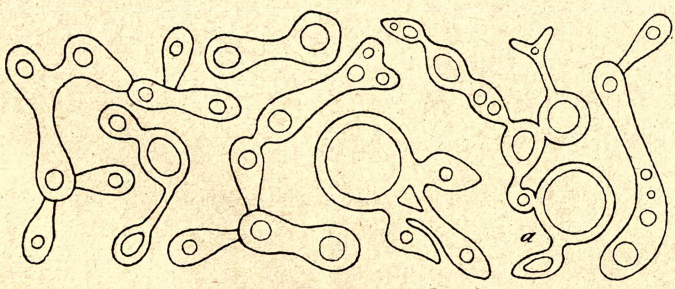


Abb. 9. Abweichende und wohl durch Fusionsbildung verursachte Formen aus älteren Kulturen. Vergröß. bei a = 650×, sonst = 900×.

Doch soll Näheres über die in den Blütennektarien auch öfters sich findenden und wohl fast alle den ja sehr mannigfaltigen Schimmelarten zugehörigen „Fadenpilze" oder Hyhomyzeten nicht mehr gesagt und nur auf die teils farblosen, teils dunkelfarbigen und manchmal auch hefenartig aussprossenden unterschiedlichen Formen verwiesen werden, die ich in manchen Blüten neben den Nektarhefen noch angetroffen

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

und von denen ich einige Proben in Abb. 10 zusammengestellt habe. Auch sie sind zumeist sehr fetthaltig, so daß daraufhin sogar eine der verschiedenartigen *Torula*-Formen von Professor P. Lindner, dem früheren Vorsteher der biologischen Abteilung des Instituts für Gärungsgewerbe in Berlin, *T. oleifera* (= ölführend) benannt worden ist.

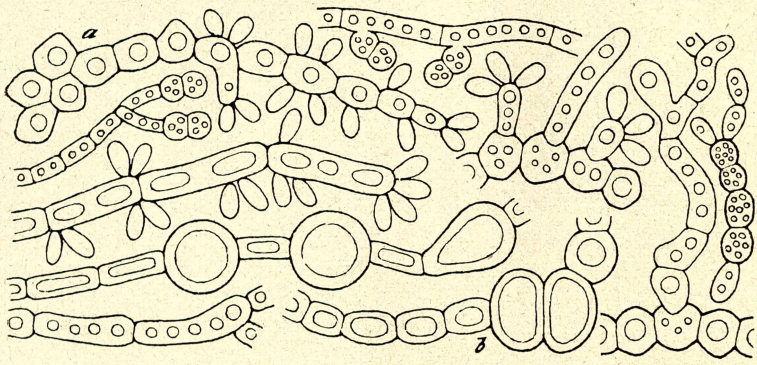


Abb. 10. Verschiedenerlei fetthaltige Schimmelpilzhyphen, z. T. mit hefenartiger Aussprossung, aus älteren Tragglaskulturen. Vergröß. bei a = 500×, b = 900×, sonst = 650×.

Jetzt sei aber auch mitgeteilt, welchen wissenschaftlichen Namen unsere bisher immer als „Salbeipilz" bezeichnete Nektarhefe erhalten hat. Professor J. Grüß, Berlin, der sich — angeregt durch Prof. Lindner — früher einmal sehr eingehend mit dieser ja wirklich recht interessanten Form befaßte, hat ihn nach dem Verfasser, der ihn, wie ja schon gesagt, 1911 im Juniheft der „Kleinwelt" zuerst etwas ausführlicher beschrieb, *Anthomyces Reukaufii* (= Reukaufs Blütenpilz) getauft und unter diesem Namen 1918 in die Literatur eingeführt. In der weiteren Textfolge soll er jedoch der Kürze halber gewöhnlich nur noch durch *A. R.* bezeichnet werden.

Schon vor seiner wissenschaftlichen Benennung habe ich über den Pilz auch noch kurz in den Zeitschriften „Prometheus" (24. Jahrg., 1913, Heft 47) sowie „Aus der Natur" (11. Jahrg., 1915, Seite 41 u. 42) und nachher noch in der „Mikroskopie für Naturfreunde" (5. Jahrg., 1937, Heft 6) berichtet, hauptsächlich aber immer nur in der Absicht, auf ihn als besonders gut geeignetes Objekt für den mikrobiologischen Unterricht zu verweisen, was ja schließlich auch den Hauptzweck dieser nun etwas umfangreicheren Arbeit bilden soll.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Für diejenigen mikroskopierenden Leser aber, die sich hierdurch zu weiteren eigenen Studien über Nektarorganismen angeregt fühlen sollten; seien in zeitlicher Folge noch einige andere mir bekannt gewordene Veröffentlichungen angeführt, die über manche der dabei vielleicht auftauchenden einschlägigen Fragen nähere Auskunft geben können. So erwähnt unseren „Salbeipilz" ohne besondere Benennung und bildet ihn auch schon ab Prof. Stoltz in seinem Aufsatz „Sproßpilze im Nektar der Blüten" in Heft 9/10 des 5. Jahrgangs des „Mikrokosmos" (1911/12), und dasselbe tut auch R. Hilkenbach in seiner 1911 erschienenen Dissertation (Univ. Kiel) über „Nektarhefen", wobei er ihn einfach als „Hefe II" bezeichnet, wie er auch die anderen gefundenen Sproßpilze nur mit den übrigen Zahlen von 1—12 belegt. Prof. P. Lindner gibt schon 1910 Photogramme davon in seinem „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde" und dann weiter in seinem Aufsatz über „Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen" in den „Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft", Band 34, Heft 6/7, 1916. In derselben Zeitschrift, Band 31, hatten auch schon 1913 Schuster und Ulehla aus der Böhmischen Universität und Technischen Hochschule in Prag von ihren „Studien über Nektarorganismen" berichtet, wobei die häufig gefundene „Kreuzhefe" als „Nektarhefe aus *Lamium I*" von der doch sicher auch nur hierzu gehörigen zylindrisch-ovalen Form „Nektarhefe aus *Lamium II*" unterschieden wird.

An gleichem Orte, Band 35, Heft 10, 1918, schrieb nun auch Prof. J. Grüß unter Beigabe einer zeichnerischen Tafel und einer Textabbildung über „Die Anpassung eines Pilzes (*Anthomyces Reukaufii*) an den Blütenbau und den Bienenrüssel" und dann noch in den „Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik", Band 66, Heft 1, 1925 über „Genetische und gärungsphysiologische Untersuchungen an Nektarhefen", in welcher umfangreicheren Arbeit nicht weniger als fünf Voll- und zwei Halbtafeln mit sehr zahlreichen Einzelfiguren in 56 Sammelabbildungen allein dem *A. R.* gewidmet sind. Auch in der „Wochenschrift für Brauerei", Jahrgang 42, Nr. 45 u. 46, hat Grüß über „*Anthomyces Reukaufii*, ein in den Nektarien der Blüten vorkommender Saccharomyzet" einen Aufsatz gebracht, und aus der Deutschen Universität in Prag hat 1924 Fr. Hautmann im „Archiv für Protistenkunde", Band 48, Heft 2, einen größeren und durch eine Tafel nebst 17 Sammelabbildungen im Text bebilderten Beitrag unter dem Thema „Über die Nektarhefe *Anthomyces Reukaufii*" geliefert.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Der schon erwähnte Franzose E. Boutroux („Sur la conservation des ferments alcooliques dans la nature" in „Annales des sciences naturelles", VI. Série, Botanique, Tome XVII, 1884), der aber auch nur etwa ein Dutzend Pflanzen untersuchte, hat dabei unseren Salbeipilz anscheinend nicht angetroffen, wohl aber der Schweizer C. Schoellhorn („Sur la fermentation de quelques levures des nectars des plants d'hiver" in „Bull. soc. bot. de Genève", Sér. II, T. 11, 1919), der ihn jedoch als vermeintlich neue Gattung und Art gewiß auch recht zutreffend als *Nectaromyces cruciatus* (= kreuzförmiger Nektarpilz) bezeichnete.

Aus den umfangreicheren Schriften einiger der genannten Autoren seien noch folgende manchem Leser vielleicht willkommene Angaben gemacht. Hilkenbach, zu seiner Arbeit angeregt durch die Professoren Küster und Reinke, berichtet nach einleitenden Bemerkungen über wilde Hefen im allgemeinen mit Angabe der einschlägigen Literatur über seine eigenen Untersuchungen an einer größeren Reihe der im Botanischen Garten in Kiel vorhandenen Phanerogamen, namentlich der „Insektenblumen" auf den Gehalt ihrer Blüten an Hefen, über die Verbreitung der Nektarhefen durch Insekten und Wind, sowie über ihre Morphologie und Physiologie unter dem Einfluß chemischer und physikalischer Agentien. Dazu muß aber gesagt werden, daß sich sowohl seine Beobachtungen als auch seine auf vier Tafeln angeordneten Zeichnungen nur auf künstlich gezüchtetes Material beziehen, und zwar hat er als von ihm sehr empfohlenen Nährstoff mit 30 Volumteilen Leitungswasser verdünntes und mit Agar-Agar bzw. Gelatine verarbeitetes Biomalz verwendet. — Schuster und Ulehla haben etwa 60 Pflanzenarten, wovon sich 32 als infiziert erwiesen, auf Nektarorganismen untersucht und diese dann in einer kompliziert zusammengesetzten Nährlösung gezüchtet. Dabei wurden 8—10 Hefepilze, etwa 20 Bakterien und 2 *Oidium*- (= Eisporen) ähnliche Pilze festgestellt. — Auch Grüß hat für seine genetischen und gärungsphysiologischen Untersuchungen an Nektarhefen künstlich reingezüchtetes Material verwendet, und zwar hat er u. a. besonders auch ungehopfte Bierwürze als vorzügliches Nährmedium befunden. Hinsichtlich des *A. R.* berichtet er nach einem kurzen Abschnitt über die Literatur hierüber weiter über Methodisches, über Kulturversuche in verschiedenen Blüten (namentlich in *Fritillaria imperialis*), im Reagenzglas, im „hängenden Tropfen" und in „Adhäsions-" sowie in „Kombinationskulturen", über die durch den Pilz bewirkten Gärungserscheinungen und die oxydasische Fermentwirkung, über die Streckung in verdünnter Lösung und die von ihm unterschiedenen acht

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Formentypen der Zellen (*primigenius* = größere und kleinere runde Stammzellen, *progracilis* = unterschlank; elliptisch, *gracilis* = schlank, *praegracilis* = überschlank, *pedunculatus* = gestielte Kugelzellen, *taenialis* = Bandzellen mit breiter Basis, *anomalis* = mit verschleimter Membran, *grandis* = Riesenzellen), über den Zellinhalt, über Kolonienbildung („Kumulus-", „Strauch-" und „Netzkolonien"), über das Einsammeln und über die Schleimbildung des Pilzes. Außerdem schreibt Grüß auch noch ausführlich über seine Untersuchungen an einer anderen, von ihm in verschiedenerlei Blüten gefundenen, schwach ziegelrot gefärbten Nektarhefe, die er wegen ihrer Farbe und weil die eiförmig-elliptischen Zellen nicht nur an den Polen, sondern auch an jeder anderen Stelle der Oberfläche, also ringsum aussprossen können, mit dem Namen *Amphiernia rubra* belegt hat. Jede der nur wenig fetthaltigen, meist einzeln auftretenden Zellen ist von einer mehr oder minder dicken Schleimhülle umgeben, wie eine solche ja auch bei der in unserer Textabbildung 3 innerhalb der Gabelung links oben eingetragenen Form mit angedeutet ist. Ob es sich aber dabei auch um die eben genannte Hefenart handelt oder nicht, kann ich mangels ausreichender eigener Untersuchungen hierüber nicht entscheiden. Endlich macht Grüß noch Mitteilungen über seine Beobachtungen bezüglich der Kultivierung und Reinzucht sowie der Fermenterscheinungen an hochalpinen Nektarhefen, die er aus von ihm selbst gesammeltem Herbarmaterial nach dessen bereits vierzehnjähriger Lagerung noch isoliert und deren eine gleichfalls neue, schmal-elliptische und in ihren Sproßverbänden manchmal an *A. R.* erinnernde, aber anscheinend kein Fett, dafür jedoch Sporen bildende Form er *Anthomyces alpinus* benannt hat. Da in der Höhenlage ihres Vorkommens Bienen und Hummeln nicht mehr fliegen — womit übrigens auch das Verbreitungsgebiet von *A. R.* seine südliche Grenze findet —, so kommt für ihre Übertragung von Blüte zu Blüte wohl besonders der dort noch lebende Schmetterling Apollo oder „Augenspiegel" in Betracht. (Daß jedoch auch *A. R.* nicht nur durch Bienen und Hummeln auf andere „Immenblumen" überführt wird, beweist z. B. sein gleichfalls häufiges Vorkommen in *Lonicera caprifolium*, einer ausgesprägten „Falterblume", die ja doch hauptsächlich nur für „Nachtschwärmer" eingerichtet ist und auch fast nur von solchen besucht und bestäubt wird.) — Hautmann verbreitet sich über seine im Pflanzenphysiologischen Institut an *A. R* ausgeführten Untersuchungen über Artbestimmung und Reinzucht, die verschiedenen Wuchsformen (kreuz- und hefeförmige Modifikation) und deren Zustandekommen, die beiden von ihm unterschiede-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

nen Rassen, die Ernährungsphysiologie und Stoffwechselprodukte und das Vorkommen des von ihm in verschiedenartigen Kulturen künstlich gezüchteten Pilzes.

Ich selbst habe mir aus Zeitmangel derartige Reinzuchten freilich nicht leisten können. Es kam mir ja aber bei meiner Beschäftigung mit der Pilzflora der Blütennektarien auch nicht darauf an, etwa neue Arten ausfindig zu machen und deren Entwicklungsgang festzulegen, sondern nur erst einmal die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungsformen kennen zu lernen und dann auch andern Interessenten Anregung zu weiteren Forschungen auf diesem noch recht wenig bekannten und meines Erachtens doch sehr dankbaren Gebiet zu geben, und wenn mir dies wenigstens für einen Teil der mikroskopierenden Leser dieses Heftes gelungen sein sollte, dann wäre die Aufgabe meiner vorliegenden Arbeit voll erreicht.

Nun sei aber auch noch angegeben, wie ich bei meinen diesbezüglichen Studien verfahren bin. Durch die Funde in den Blüten von *Cynanchum* veranlaßt, habe ich dann im Laufe der Jahre eine große Anzahl der verschiedenartigsten „Insektenblumen" auf ihren Gehalt an Nektarorganismen untersucht. Aber wenn ich dabei auch anfangs zu der Meinung geführt wurde, daß vielleicht eine abweichende Zusammensetzung des Nektars die Ursache der mir immer mehr auffallenden Formverschiedenheit sein werde, so wurde ich doch bald hierüber, namentlich soweit es den *A. R.* betrifft, eines Besseren belehrt. Nicht die chemische Zusammensetzung des wohl immer nur aus einer wässerigen Lösung von Trauben- und Rohrzucker bestehenden Nektars bedingt die auch schon an den natürlichen Fundstellen gut zu beobachtenden Formveränderungen, sondern wohl nur der jeweilige Grad seiner Konzentration, der durchschnittlich etwa 25% beträgt, aber nicht nur bei den verschiedenen Blütenformen, sondern auch bei jeder einzelnen Art je nach den gegebenen äußeren Verhältnissen ganz erhebliche Schwankungen aufweisen kann. In reinem Bienenhonig vermögen die Nektarhefen nicht weiterzuvegetieren, wohl aber in mehr oder minder starker Verdünnung, also in „Honigwasser", das ich denn auch mit gutem Erfolg gewöhnlich als Nährflüssigkeit bei meinen einfachen „Rohkulturen" verwandt habe.

Das Untersuchungsmaterial wurde meist erst in den späteren Nachmittagsstunden sonniger und möglichst windstiller, also dem Insektenflug besonders günstiger Sonnentage gesammelt und nach Entfernung der noch nicht voll entfalteten Blüten und anderen unnützen Pflanzenteile, jedoch unter Belassung an den Stengeln, in kleineren handlichen und in der Tasche leicht mitzuführenden Blechschachteln oder auch

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

weithalsigen „Pulvergläsern" nach Hause gebracht, um hier in verschließbaren Honig- oder Einmachebüchsen nach Beigabe einer Wenigkeit von Wasser, also in einer sehr einfachen „feuchten Kammer" in schattigem Raume aufbewahrt zu werden. Nun wurden meist schon vom nächsten Tage ab bis zum Verwelken oder sogar auch Fauligwerden der Blüten die Untersuchungen vorgenommen, die sich auch nur in ganz einfacher Weise vollzogen, und wobei von der Herstellung kunstvoller Dauerpräparate ganz abgesehen wurde, da mir ja immer nur die Beobachtungen an noch lebendem Material als die Hauptsache erschienen. Natürlich können die gesammelten Pflanzen auch vollständig nach Hause gebracht und dort als Strauß in Wasser gestellt werden; ich selbst ziehe aber das vorstehend geschilderte Verfahren vor.

Die Frischpräparate aber wurden in der Weise hergerichtet, daß von langröhrigen Lippenblütlern, wie *Salvia* und *Lamium*, immer ein paar abgerupfte und zwischen Daumen und Zeigefinger zusammengefaßte Blüten unter möglichster Vermeidung von Verunreinigungen durch Pollenkörner oder dergl. direkt auf den Objektträger ausgedrückt wurden, während bei anderen, hierfür nicht geeigneten Formen, wie *Cynanchum* oder *Fritillaria*, der Nektar mittelst eines Kapillarröhrchens oder einer Feinpipette aufgesogen und auf das Tragglas überführt wurde. Nun konnte meist schon mit bloßem Auge erkannt werden, ob es sich wohl lohnen werde, eine Untersuchung vorzunehmen oder nicht; denn zeigt sich dabei der Nektar noch wasserklar, so ist er noch nicht oder doch nur ganz wenig infiziert, während er bei stärkerer Infektion mehr oder minder milchig getrübt erscheint. Viel bessere Gewißheit hierüber liefert uns aber natürlich eine mit nur schwächerem Objektiv vorgenommene oberflächliche Durchmusterung des Tropfens. Erweist sich übrigens — in älteren Blüten — der Nektar als schleimig und fadenziehend, so ist dies ein Zeichen dafür, daß er auch stark von Bakterien durchsetzt ist, die uns aber hier nicht weiter beschäftigen sollen.

Zur genaueren Untersuchung auch bei starken Vergrößerungen wurde nun natürlich ein der Tropfengröße möglichst entsprechendes quadratisches Deckgläschen aufgelegt, das aber, um ein Zerquetschen der Kleinpilze zu verhüten und ihnen auch noch genügend freien Spielraum für eine ungestörte Weiterentwicklung zu belassen, durch zwei einander gegenüber angeordnete Unterlagen gestützt werden mußte. Als hierzu für gewöhnlich völlig ausreichend erwiesen sich mir nun ein paar nicht nur mit Vorliebe verwendete, sondern auch stets gleich zur Verfügung stehende zarte, mit feiner Pinzette abgerupfte kurze Fäserchen von den

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Ärmeln meines Maccohemdes oder der wollenen Arbeitsjacke; Haar- oder gar Borstenstückchen wie auch Deckglassplitterchen waren mir hierfür immer schon viel zu dick. War der überdeckte Tropfen zu groß gewesen, so daß er unter dem Deckglas hervorquoll, so wurde, um Verschiebungen zu vermeiden, der Überschuß nicht mit Fließpapier oder Feinpipette abgesaugt, sondern ich ließ das Präparat einfach so lange an der Luft liegen, bis der Rand trocken geworden war, und nun wurde dieser zur Verhütung weiterer Verdunstung mittelst eines feinen Pinsels vorsichtig mit säurefreier Vaseline abgedeckt, worauf das Präparat dann auch in waagerechter Lage unter einer Glasglocke für spätere Untersuchungen aufbewahrt werden konnte. Sollte jedoch vorher zu leichter Wiederauffindung eine besondere Stelle markiert werden, so geschah dies meist dadurch, daß sie unter schwächerem Objektiv mit feiner Zeichenfeder bei Vermeidung von Druck und dadurch etwa bewirkter Verschiebung der Objekte durch zwei auf dem Deckglas seitlich angebrachte Tuschepünktchen gekennzeichnet wurde. Diese Art der Herrichtung von „Tragglaskulturen" erscheint mir vorteilhafter als die ja sonst auch übliche „im hängenden Tropfen", wobei dieser bei möglichst flacher Ausbreitung in die Mitte eines mit Vaseline umrandeten größeren Deckgläschens gebracht und dieses dann nach rascher Umwendung — natürlich mit der Pinzette — über die Höhlung eines ausgeschliffenen Objektträgers gelegt wird. Sollte aber die unterschiedliche Fortentwicklung verfolgt werden, die sich oft ohne den durch die Vaseline bewirkten völligen Luftabschluß zwischen den in der Mitte und den in Randnähe liegenden Objekten bemerkbar macht, so kratzte ich behutsam mit den vier Ecken eines Deckgläschens eine Spur Wachs ab, versah es also auf der Unterseite mit „Wachsfüßchen", und bedeckte jetzt damit den auf einem gewöhnlichen Tragglas befindlichen Tropfen, dessen Dicke ja nun durch leichtes Andrücken der einzelnen Ecken auf die Unterlage — am besten mit erwärmter Nadel — je nach Bedarf bestimmt werden konnte. Für ein derartiges Präparat mit offenen Rändern kann aber natürlich nur eine etwa aus einem Teller mit eingelegtem nassen Fließpapier und daraufgestülpter Glasglocke oder noch handlicher aus einer hinreichend großen flachen Glasschale mit Deckel, sogenannter „Petrischale" bestehende „feuchte Kammer" zur Aufbewahrung Verwendung finden.

Umfangreichere „Rohkulturen" — im Gegensatz zu den von mir gar nicht angelegten künstlichen „Reinkulturen" von isolierten einzelnen Formen —, die dann entweder mit mehr oder weniger konzentrier-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

tem Honigwasser weitergespeist oder auch absichtlich langsam eintrocknen gelassen wurden, setzte ich in Uhrschälchen an („Uhrglas-" zum Unterschied von „Tragglaskulturen"), die in kleinen trocken gehaltenen Petrischalen Aufstellung fanden. An ihnen sowohl wie auch schon an den nicht umrandeten Präparaten konnten dann auch die durch die Berührung mit der Luft gewöhnlich schon bald sich entwickelnden und oft stark fettspeichernden unterschiedlichen Schimmelpilze gut beobachtet werden, die uns hier nicht weiter beschäftigen sollen, deren etwaigen Zusammenhang mit gewissen Nektarhefen zu erforschen aber noch eine jedenfalls recht begrüßenswerte und auch dankbare Aufgabe sein würde.

Für beiderlei Pilzformen bleibt ja noch so manche interessante Frage zu beantworten, wie vor allem auch die über ihr immer noch so geheimnisvolles Kunststück der Fettbildung aus dem Kohlenhydrat Zucker, ein Problem, um dessen völlige Aufklärung man sich bis jetzt noch vergeblich bemüht hat, und dessen erfolgreiche Lösung und Nachahmung doch von größter wirtschaftlicher Bedeutung sein könnte. Wenn ja nun auch schon zur Zeit des Weltkrieges und ebenso neuerdings wieder — z. B. im Institut für Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation in Berlin — erhebliche Anstrengungen gemacht worden sind, auch aus ölspeichernden Kleinpilzen in größerem Maßstabe Fett zu gewinnen, so hat sich — bei allen günstigen Züchtungsergebnissen im Kleinen — doch das für eine Massenerzeugung nötige Verfahren noch als zu umständlich und und kostspielig, und also nicht wirtschaftlich genug erwiesen; vielleicht werden sie ja aber mit der Zeit dennoch von dem erhofften Erfolg gekrönt.

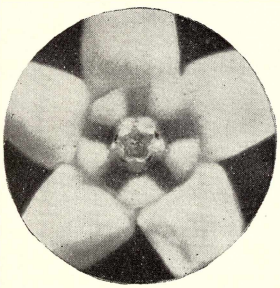
Anscheinend ganz gute Erfahrungen hat man gerade mit Nektarhefen aber in anderer Beziehung gemacht, und zwar bereits vor dem Weltkrieg, nämlich bei der Herstellung alkoholarmer und sogar fast-freier Getränke. So berichtete der Patentanwalt Dr. Quade im Januarheft 1913 des „Prometheus" wie folgt: „Nach dem Patent 242144 werden zuckerhaltige Lösungen mit nektarführenden Blüten gemischt. Die Gärung durch die Hefearten der Nektarien wird zunächst unter Luftzuführung eingeleitet, dann aber unter Luftabschluß und Druck zu Ende geführt, wobei kohlensäurehaltige, aber alkoholarme Getränke von besonderem Aroma entstehen." Und in derselben Zeitschrift beschrieb auch Dr. Grafe im Maiheft des gleichen Jahres unter Bezugnahme auch auf meine Veröffentlichung über Nektarhefen in der „Kleinwelt" die Gewinnung eines solchen von nur 0,5—0,7 % Alkoholgehalt, das unter dem Namen Boa-

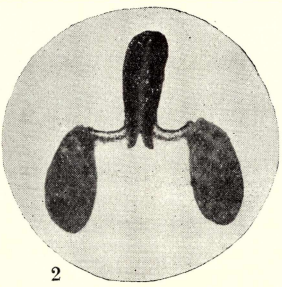
©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Lie auf den Markt gebracht wurde, und er sagte darüber. „Die für die Boa-Lie-Erzeugung besonders geeigneten Hefen finden sich in den Nektarien der Linde und des Holunders, und die frischen oder getrockneten Blüten können geradezu mit dem zu vergärenden Fruchtsaft vermischt werden" ... „Da zeigte sich aber erstaunlicherweise, daß keine der durch Reinzucht isolierten Hefen imstande war, eine Gärung hervorzurufen, deren Produkt sich hinsichtlich Konstanz der Kohlensäurebildung, Geschmack und Aroma mit dem Produkt vergleichen ließ, das durch die Gesamtheit der Hefen einer Blütenart hervorgerufen worden war. Diese Hefen bilden also eine natürliche Gruppe, und das Mosaikbild ihrer Stoffwechselprodukte drückt sich auch in einer natürlichen Feinheit des durch sie erzielten Getränks aus. Die Bukettstoffe, welche gebildet werden, sind aber nicht die Aromastoffe der betreffenden Blüten, sondern eigenartige, durch die Nektarhefen in den zuckerhaltigen Säften hervorgerufene". — Später habe ich freilich nichts mehr von dem damals so gepriesenen Getränk gelesen oder gehört; vielleicht empfiehlt es sich ja aber doch, wieder einmal darauf zurückzukommen.

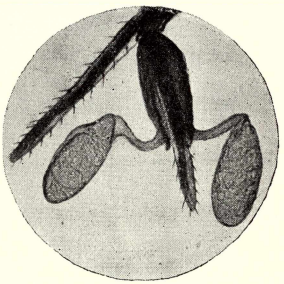
©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Tafel XIX

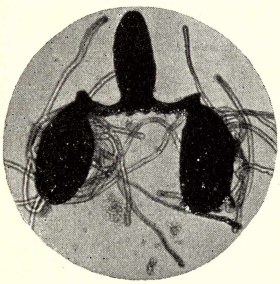


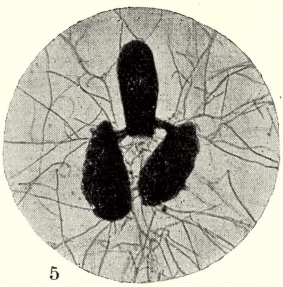


2

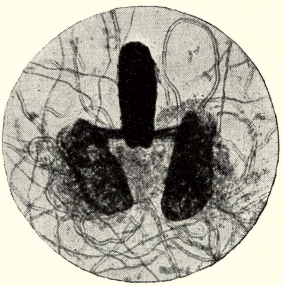


3

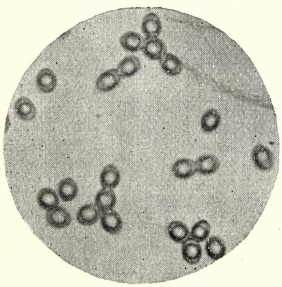


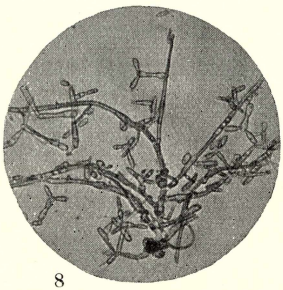


5

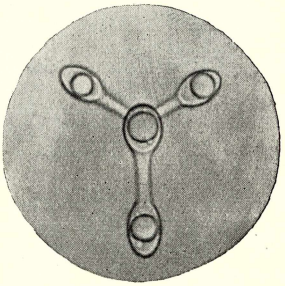


6

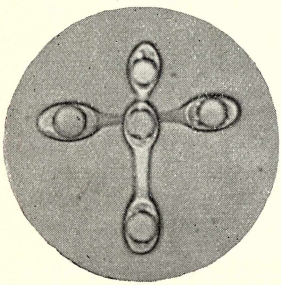


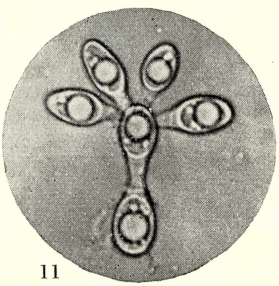


8

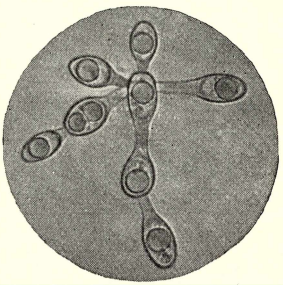


9





11



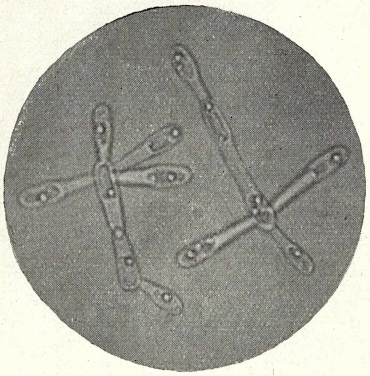
12

1. Mitte einer Schwalbenwurzblüte, 6×. — 2. Pollinarium aus einer Schwalbenwurzblüte, 60×. — 3. Desgl. an einem Fliegenrüssel, 60×. — 4. Desgl. auskeimend, mit Pollenschläuchen und Sproßpilzen, 60×. — 5. Desgl. mit ausstrahlenden Schimmelpilzhyphen, 50×. — 6. Desgl. mit Pollenschläuchen und Pilzhyphen nebst Sproßpilzen, 60×. — 7. Schon ältere Sproßpilze aus einer bereits angewelkten Blüte, 300×. — 8. Noch jugendliche Sproßpilze neben Schimmelhyphen aus einer frischen Blüte, 150×. — 9. Vierzellige „Dreizackform" („Tetrade") der „Kreuzhefe" aus der Wiesensalbei, 725×. — 10. Fünfzellige „Vierzackform" („Pentade") der gleichen Art, 725×. — 11. Sechszellige „Fünfzackform" („Hexade") der gleichen Art, 725×. — 12. Weiter aussprossende Hexade der gleichen Art, 725×.

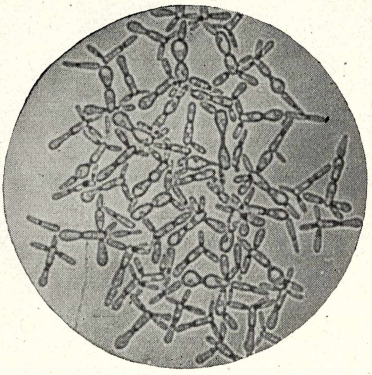
©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

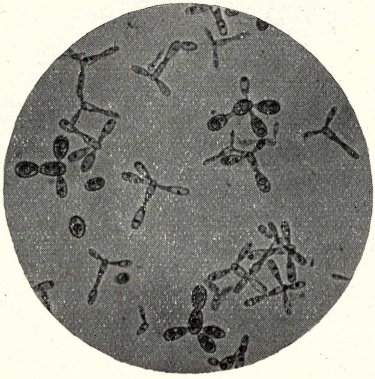
Tafel XX



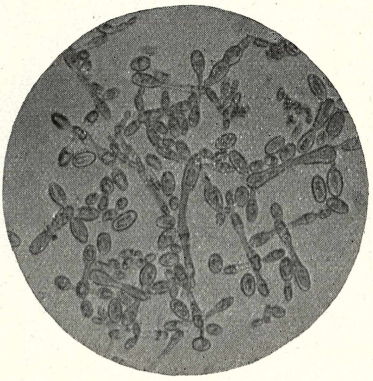
13



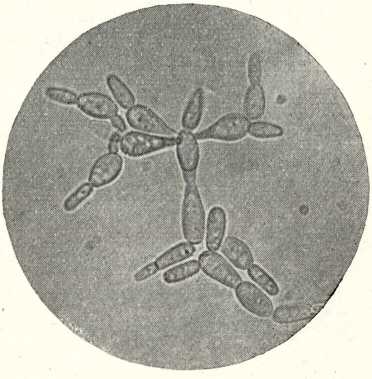
14



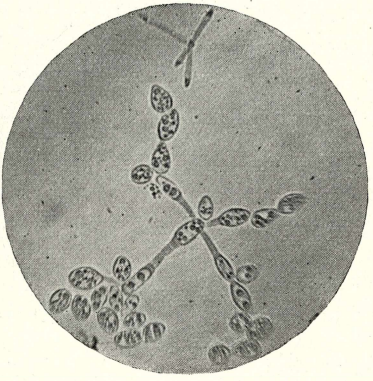
15



16



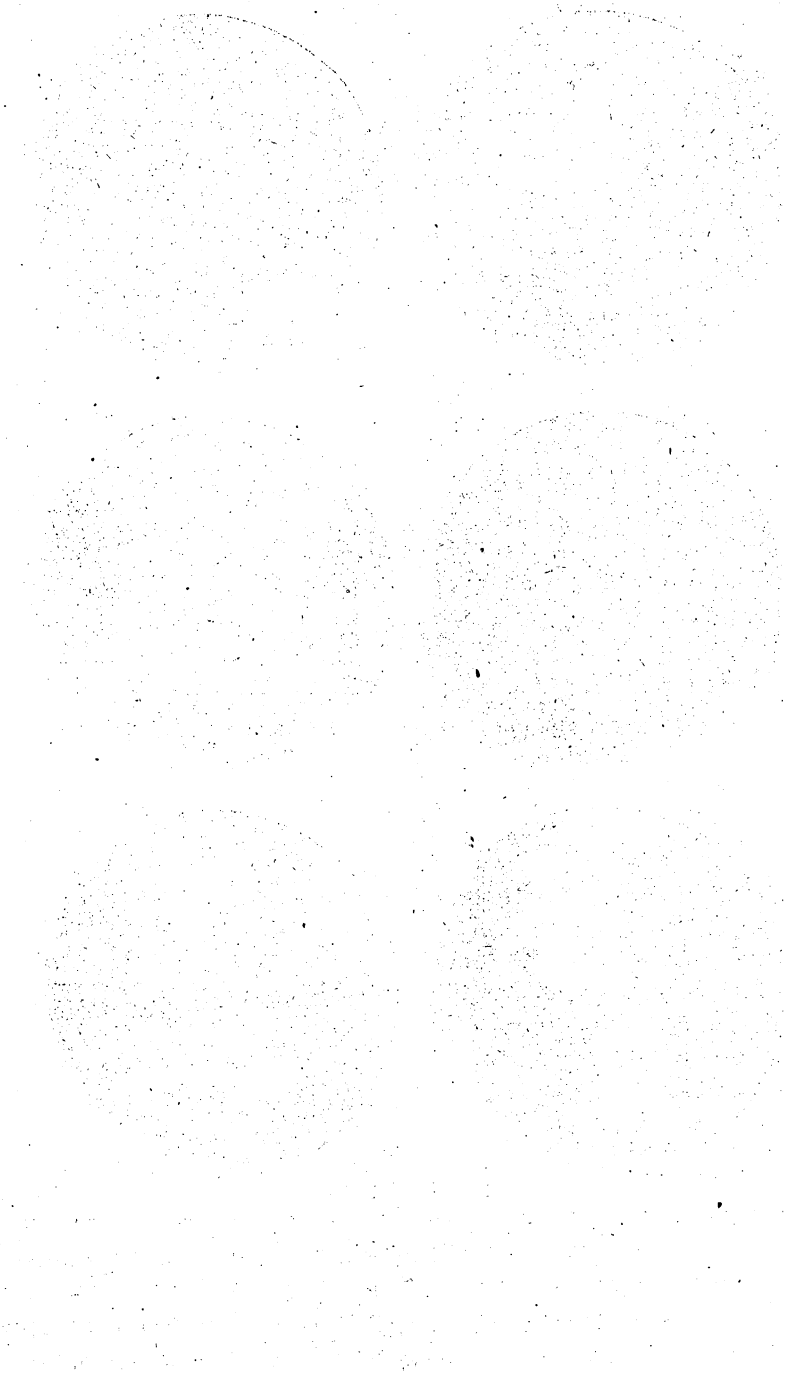
17



18

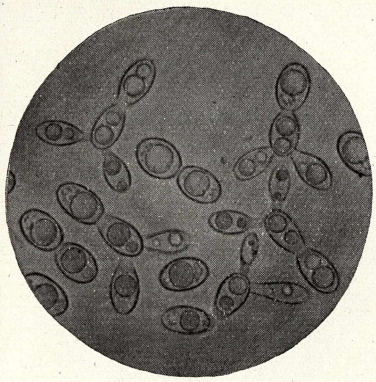
13. Noch jugendliche Kreuzhefe aus *Salvia pratensis*, 600×. — 14. „Netzkolonie" jugendlicher Sproßverbände ebendaher, 300×. — 15. Gemischte Sproßverbände verschiedenen Alters ebendaher, 250×. — 16. Verschiedenerlei Erscheinungsformen einer Kreuzhefe aus *Weigelia rosea*, 325×. — 17. Weiter aussprossende Kreuzhefe („Strauchkolonie") aus *Salvia pratensis*, 500×. — 18. Bildung und Abschnürung ovaler Sproßzellen aus *Lamium album*, 600×.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

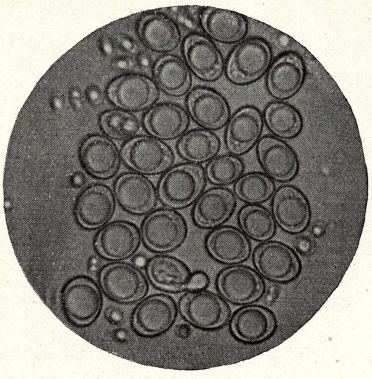


©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

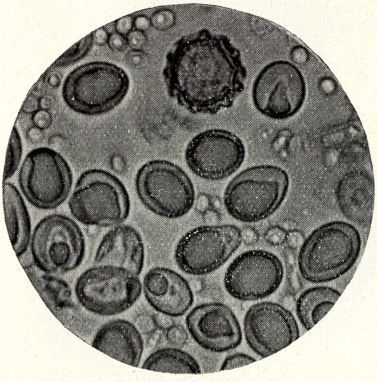
Tafel XXI



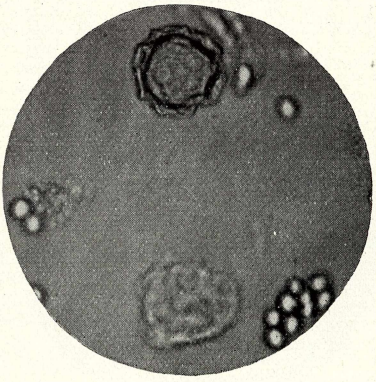
19



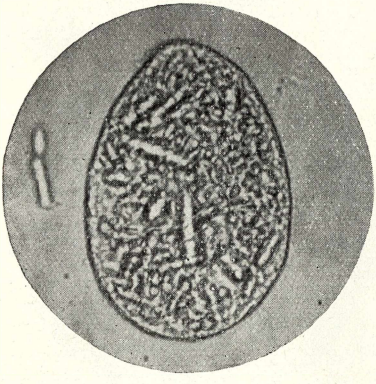
20



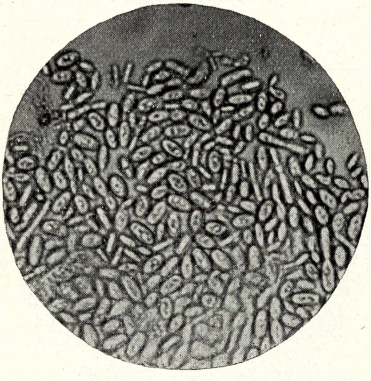
21



22



23

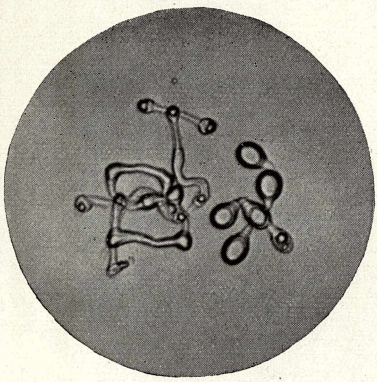


24

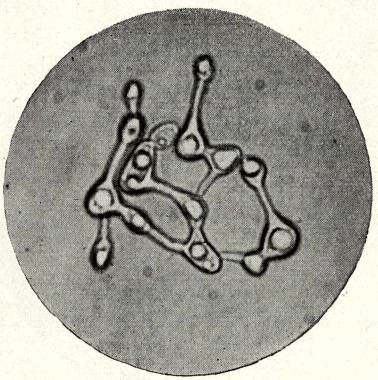
19. Zweizellige Dyaden und vielzellige Tetraden in Bildung von „Dauerzellen" (aus *Salvia*), 550×. — 20. „Kumuluskolonie" von Dauerzellen (ebendaher), 550×. — 21. Dauerzellen, z. T. in Häutung, dazwischen (oben) enzystierte Amöbe, 650×. — 22. Amöben zwischen Nektarhefen, beweglich (unten) und enzystiert (oben), 750×. — 23. Mit Nektarhefen angefülltes Wimperinfusor (*Frontonia leucas*), 650×. — 24. Die als Infusorienfutter verwendete Nektarhefe (aus *Weigelia rosea*), 325×.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

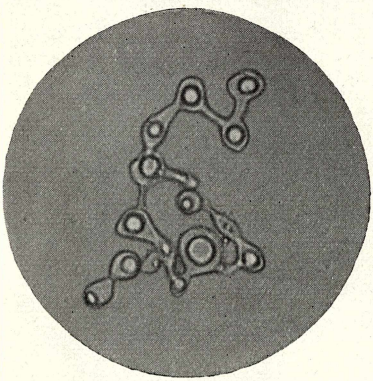
©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.



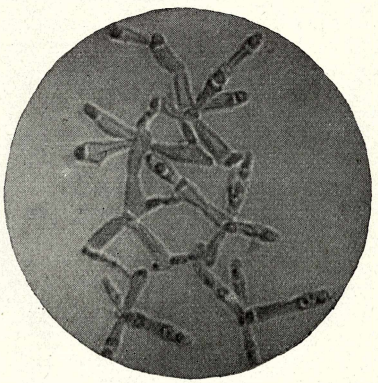
25



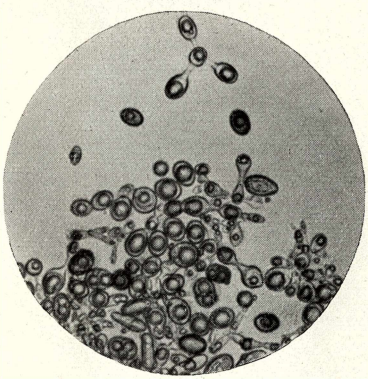
26



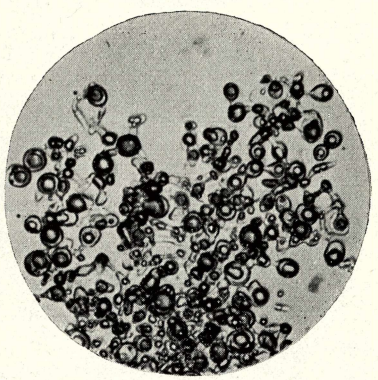
27



28



29



30

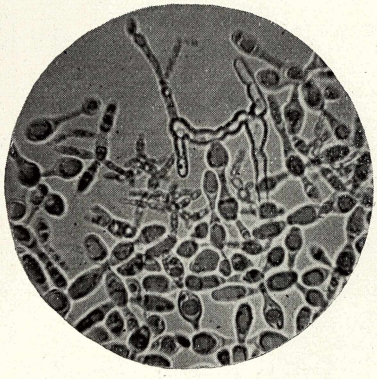
25—27. Fusionsbildungen in einer älteren Kultur (aus *Lonicera caprifolium*). Vergröß. bei 25 = 320×, bei 26 u. 27 = 575×. — 28. Desgl. zwischen noch jugendlichen Kreuzverbänden (aus *Salvia*), 575×. — 29 u. 30. Bräunung von Dauerzellen in einer älteren Kultur (aus *Salvia*), 320×.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

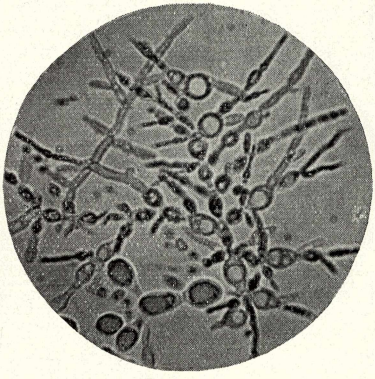


©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

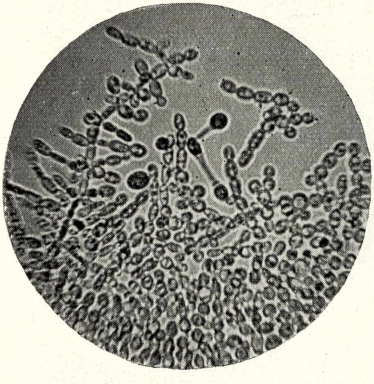
Tafel XXIII



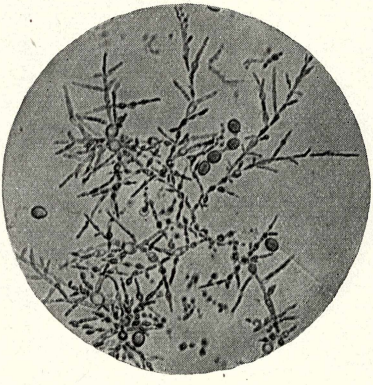
31



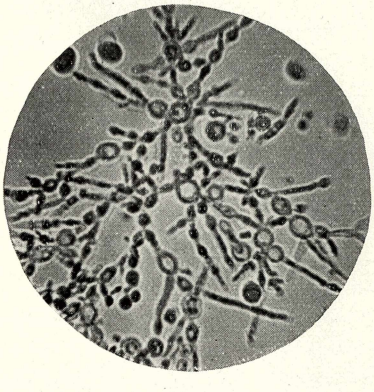
32



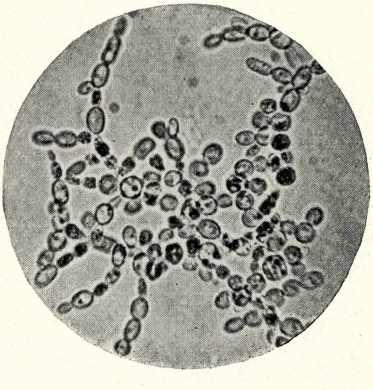
33



34



35

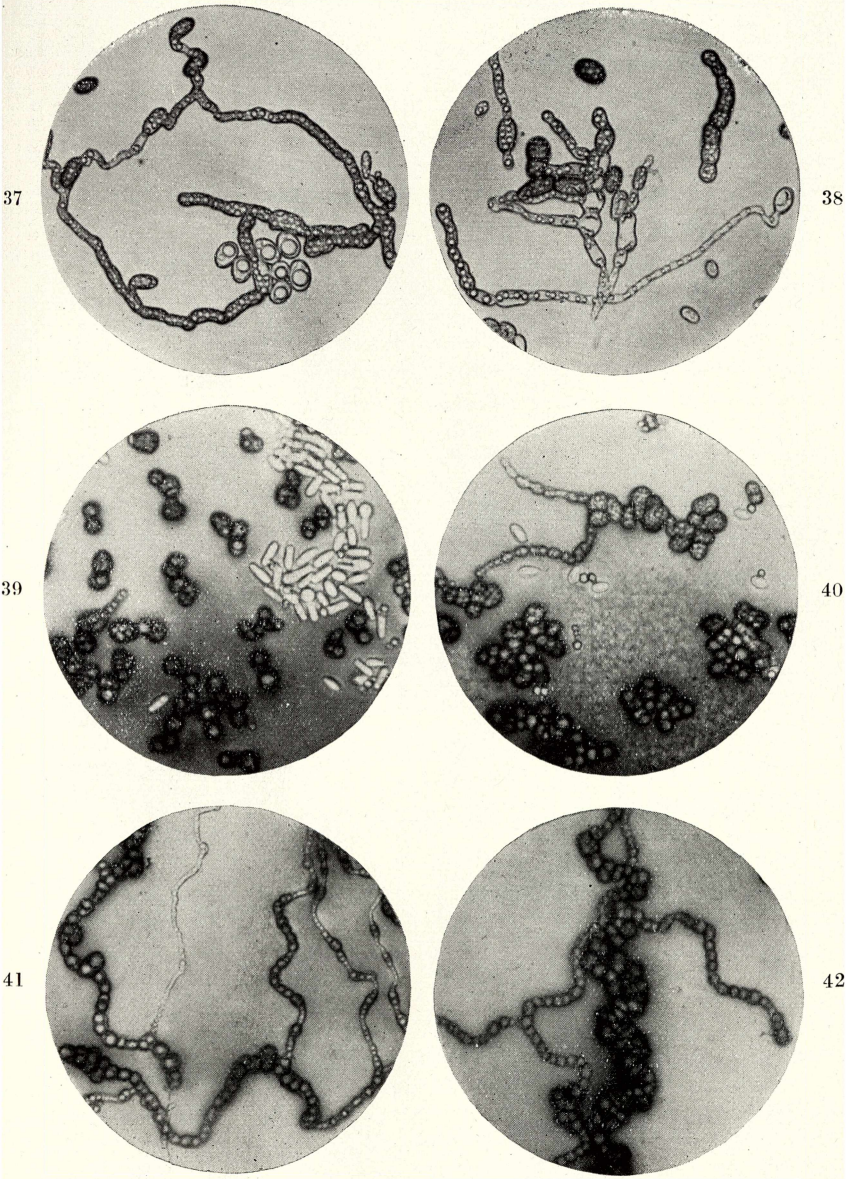


36

31—36. Mehr oder minder ausgeprägte Myzelbildung in älteren Tragglaskulturen (aus *Lamium album*). Vergröß. bei 31 = 320×, bei 32 = 400×, bei 33 u. 35 = 350×, bei 34 = 175×, bei 36 = 500×.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.



37—42. Zumeist dunkelfarbige, fettreiche Myzelfäden und Konidien neben Dauerzellen von Nektarhefen in älteren Tragglaskulturen (aus *Salvia*). Vergröß. bei 37 u. 38 = 300×, bei 39—42 = 200×.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen des Thüringischen Botanischen Vereins

Jahr/Year: 1942

Band/Volume: NF_48

Autor(en)/Author(s): Reukauf Edm.

Artikel/Article: Zur Pilzflora der Blütennektarien. 169-192