

Ein neuer Fall von Symbiose zwischen einem Bakterium und einem Pilz.

Von

W. Bally.

Als Zederbauer in einer 1903 erschienenen Abhandlung erklärte, die von Zukal, Thaxter und früheren Autoren unter dem Namen *Myxobakterien* beschriebenen Organismen seien nichts anderes als eine Symbiose von Pilzen und Bakterien, „Spaltpilzflechten“, wie er sich in Anlehnung eines Vorschlags von Wettstein ausdrückte, stiess er auf ein allgemeines Schütteln des Kopfes. Schon der erste Kritiker der Arbeit, Solms-Laubach, hat auf die stark anzuzweifelnden Resultate Zederbauers hingewiesen und bei der Gelegenheit daran erinnert, dass er selbst bei einem früheren Aufenthalt in Java echte *Myxobakterien* gesehen habe. 1904 haben sich dann gleichzeitig der Entdecker der *Myxobakterien*, Thaxter, und E. Baur zu den Zederbauer'schen Angaben geäussert.

Thaxter konnte den Vorwurf Zederbauers, er selbst habe Symbiosen von Pilzen und Bakterien als „*Myxobakterien*“ angesehen, zurückweisen und zu gleicher Zeit zeigen, dass es sich bei den ihm in Kulturen und Präparaten von Zederbauer übersendeten angeblichen *Myxobakterien* im einen Fall, bei *Myxococcus incrustans*, wahrscheinlich um ein ausgetrocknetes, verschimmeltetes Plasmodium eines *Myxomyceten*, das durch reichliche Fruktifikationen eines *Torula*-ähnlichen *Hyphomyceten* geschwärzt erscheint und in dem sich natürlich auch Bakterien ansiedeln können, im andern, bei dem von Zederbauer als *Chondromyces glomerulatus* beschriebenen Organismus um die wohlbekanntere Tremellinee *Coryne sarcoides* (Jacq.) Tul. (= *Tremella sarcoides Fries*) handelt, die wohl meines Erachtens zufällig in Bakterienkolonien hineingeraten ist.

Kürzer wird Zederbauer von E. Baur abgefertigt: „Ich bin überzeugt, Zederbauer hat überhaupt nie ein richtiges *Myxobakterium* gesehen, sonst hätte er eine derartige verkehrte Ansicht ganz unmöglich vertreten können. Die von ihm beschriebenen Or-

ganismen mögen ja so etwas wie eine Symbiose zwischen Fadenpilzen und Bakterien sein, mit den von Schröter, Thaxter, Zukal u. a. beobachteten *Myxobakterien* haben sie aber auch nicht das mindeste zu tun.“

Die schönen Untersuchungen von Thaxter, Baur, Quehl und Vahle lassen denn auch heute jeden Zweifel an dem Vorhandensein von Myxobakterien, die sogar eine recht formenreiche Familie darstellen, nichtig erscheinen, mag man auch über ihre systematische Stellung noch so verschiedener Ansicht sein. Das musste schliesslich auch Zederbauer (06) in seiner letzten Arbeit, die ich leider nur nach dem Sammelreferat von Pavillard kenne, zugeben. Ein Teil der als Myxobakterien beschriebenen Organismen seien echte Myxobakterien, ein anderer Teil richtige Bakterien, ein dritter endlich Symbiosen von Bakterien und Pilzen, Spaltpilzflechten, zu diesen gehöre zum Beispiel — was mir nach der sorgfältigen spätern Arbeit Vahles höchst unwahrscheinlich vorkommt¹⁾ — auch *Chondromyces crocatus*. Vorsichtiger drückt sich der Lehrer Zederbauers, Wettstein, in seinem Handbuch der systematischen Botanik aus: „Die Auffassung E. Zederbauers, nach der die Myxobakterien eine Vereinigung von Pilzen und Spaltpilzen darstellen, ist irrtümlich und beruht auf der Untersuchung von zur Entscheidung der Frage nicht geeigneten Materials, die Tatsache, dass eigentümliche Verbindungen von Pilzen und Spaltpilzen existieren, geht aber aus seinen Untersuchungen hervor, nur haben diese Formen mit den echten *Myxobakterien* nichts zu tun.“

Viel Anklang haben diese „Symbiosen“ auf keinen Fall gefunden, denn sie werden weder in dem inzwischen erschienenen Artikel „Symbiose“ des Handwörterbuchs der Naturwissenschaften, noch in dem trefflichen Aufsatz des früher auch in Wien tätigen und mit den Arbeiten Zederbauers wohl sicher bekannten Vouk erwähnt. Es deutet das wohl darauf hin, dass solche Symbiosen nicht allzu häufig sind. In den Fällen, wo Pilze oder Algen Schleim ausscheiden, bietet dieser natürlich manchmal einen willkommenen Nährboden für alle möglichen Bakterien. Aber man wird sich hüten müssen, dabei gleich von Symbiose zu sprechen. Ein mehr oder weniger unschuldiger Parasitismus dürfte das gegenseitige Verhältnis besser bezeichnen. Um was es sich bei dem von mir untersuchten

¹⁾ Während der Korrektur bin ich in den Besitz der Arbeit von Zederbauer (06) gelangt. Ein erneuter Vergleich mit den Angaben Vahles stimmt mich jetzt etwas mehr für Zederbauer. Die Gründe dafür anzuführen, fällt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Immerhin scheint mir trotz der vielen bisherigen Forschungen eine erneute Untersuchung von *Chondromyces crocatus* nicht überflüssig.

Fall handelt, das soll nach der Beschreibung des Vorkommens, Aussehens und der Kulturen der zu beschreibenden Lebensgemeinschaft diskutiert werden.



Fig. 1.

Fig. 1. Koremium van *Dendrostilbella macrospora*. in Wasser. 2. DD.¹⁾

¹⁾ Alle Figuren sind mit der Abbéschen Camera gezeichnet. Die arabischen Ziffern geben die zur Zeichnung verwendeten Oculare, die Buchstaben die Objective des Zeisschen Mikroskopes an.

Im Februar 1917 zeigten sich auf Pferdemit, den ich, um Pilze für das Praktikum zu gewinnen, hielt, und der einige Zeit unter einer Glasglocke auf dem Heizkörper der Dunkelkammer des Instituts, bei einer Temperatur, die wohl um 30° betragen haben mag, gestanden hatte, besonders an dunkeln Stellen und da wieder Strohstücke bevorzugend $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ mm hohe, mit einem auf Berührung hin leicht zerfliessenden Köpfchen versehene an *Mucorineensporangien* erinnernde Gebilde. Eine flüchtige mikroskopische Untersuchung einiger dieser in Fig. 1 abgebildeten Pilze liess mir den Pilz als eine *Myxobakterie* erscheinen. Auf einem keine deutlichen Hyphen erkennen lassenden, etwa 200 μ langen Stiel sassen in Schleim eingebettet ausserordentlich grosse, an die Cysten von *Chondromyces* erinnernde sporenartige Gebilde. Bei stärkerer Vergrösserung waren auch in diesem Schleim zahlreiche Bakterien zu erkennen. Ich war also der Meinung, ich habe es mit einem *Chondromyces* zu tun, der sich allerdings durch seine weisse Farbe von den bisher beschriebenen Arten unterscheidet. Die Verfolgung der Lebensgeschichte im hängenden Tropfen und besonders auf Mistdekoktagarkulturen sollte mich bald eines andern belehren.

Impfte ich dem Köpfchen entnommenes Material auf eine Petrischale mit Mistdekoktagar, so bot sich mir stets das Bild einer mattweissen, später gelb werdenden, etwas opaleszierenden mit scharfem Rand begrenzten Bakterienkolonie, an deren Peripherie nach ein bis zwei Tagen Pilzhypen aussprossen. Bald vermochte die Bakterienkolonie dem nach allen Seiten auswachsenden Pilz nicht mehr zu folgen, die Hypen wuchsen nun bakterienfrei weiter. Nicht lange dauerte es auch, bis sich auf der Bakterienkolonie die oben beschriebenen Fruktifikationen des Pilzes zeigten, sie wuchsen bald zu äusserst stattlichen Gebilden an, es konnte auch gelegentlich einmal vorkommen, dass zwei oder drei solcher schleimiger Köpfchen zusammenflossen und dass dann die Sporenmasse wie ein grosser Klumpen auf zwei oder drei Füssen stand. Auch hier zeigten sich im Schleim, der die Sporen zusammenhielt, stets die Bakterien. Sie lassen sich besonders gut mit den in der Bakteriologie üblichen Färbemethoden nachweisen. So färben sie sich intensiv mit dem Ziehlschen Karbolfuchsin, eine Färbung, bei der die Pilzsporen infolge allzu intensiver Speicherung keine deutlichen Inhaltsbestandteile mehr erkennen lassen (Fig. 2).

Was ich sonst bis jetzt über die Bakterien ermittelt habe, sei gleich beigelegt. Eine nähere Beschreibung behalte ich mir für später vor. Es sind 4 μ lange, $\frac{1}{2}$ μ breite, lebhaft bewegliche Stäbchen. Über die Begeisselung habe ich mich noch nicht orientiert. Sporenbildung ist deutlich wahrzunehmen. In jungen Kulturen finden sich selten, in

alten häufiger sporenbildende Stäbchen mit ein oder zwei Sporen. Das Bild erinnert ganz an den altbekannten *Bacillus subtilis*. Auf zweiprozentigem Mistdekoktagar lassen sie sich, wie erwähnt, gut kultivieren; auf zehnprozentiger Bierwürzegeelatine erfolgt langsames Wachstum ohne Verflüssigung. Auch das kulturelle Verhalten soll noch näher untersucht werden, hier sei nur bemerkt, dass die Kultur der Bakterien ohne den zugehörigen Pilz ganz gut zu bewerkstelligen ist.

Verfolgen wir das weitere Schicksal der der Bakterienkolonie entwachsenen Pilzfäden! Zu meinem Erstaunen traten in einiger



Fig. 2.

Fig. 2. Teil eines Köpfchens auf dem Deckglas angetrocknetes mit Ziehlschem Karbolfuchsin gefärbtes Präparat. Von den Konidien sind nur die Umrisse eingezeichnet. 12. Ap. Imm.

Entfernung von dem Rand der Bakterienkolonie in ringförmiger Anordnung neue Fruktifikationen auf, die den in der Mitte stehenden bakterienhaltigen Köpfchen durchaus glichen, nur gewöhnlich in der Masse der produzierten Sporen etwas hinter jenen zurückstanden. Aussen an diesem Ring wuchs das Mycel weiter, um nach einiger Zeit in einem weiteren konzentrischen Ring neue Köpfchen zu bilden, so zeigte sich das bekannte Bild der Hexenringbildung. Von diesen bakterienfreien Köpfchen liessen sich direkt Sporen auf neuen Nährboden impfen und so gelangte ich zu sicher bakterienfreien Kulturen des Pilzes.

Bevor ich auf die Bedeutung der leichten Trennbarkeit der beiden Komponenten für die Beurteilung des ganzen als Symbiose eingehe, sollen der Entwicklungsgang des Pilzes, soweit ich ihn in meinen Kulturen verfolgen konnte, und seine systematische Zuständigkeit diskutiert werden.

Gehen wir von den von mir zuerst als Cysten angesprochenen Gebilden aus. Sie müssen, was sich aus dem folgenden ergibt, als Konidien, nach einem neueren Vorschlag von Renner, dem ich mich gerne anschliesse, richtiger als Ektogonidien bezeichnet werden. Einzig der Kürze halber und einem alteingewurzelten Brauche der Mykologen folgend, spreche ich in der Folge von Konidien. Was uns zuerst auffällt, ist ihre für Pilzkonidien sehr stattliche Grösse. Es sind längliche Gebilde, deren Längsachse 24—30 μ misst und deren Breite durchschnittlich 8 μ beträgt. Bei dieser ansehnlichen Grösse ist es denn hier auch leichter als wie bei andern Pilzkonidien, sich über die

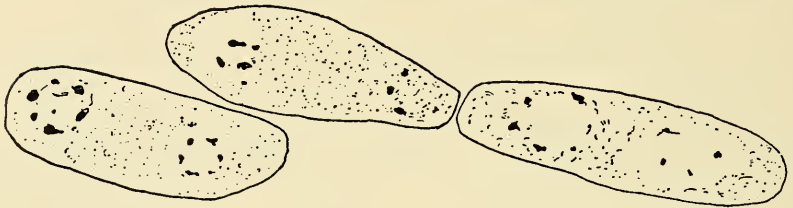


Fig. 3.

Fig. 3. Konidien nach Färbung mit Ehrlichschem Methylenblau und nachheriger Behandlung mit 1%iger Schwefelsäure. 12. Ap. Imm.

Inhaltsbestandteile etwas näher zu orientieren. Schon bei Lebendbetrachtung sind an den beiden Enden Höfe, die von stark lichtbrechenden Körnern umgeben sind, zu sehen. Diese Höfe sind, so viel ich bis jetzt beurteilen kann, Vacuolen.

Die stark lichtbrechenden Körner färben sich mit Ehrlichschem Methylenblau und behalten den Farbstoff nach Behandlung mit einprozentiger Schwefelsäure; sie färben sich gleichfalls mit Karbol-fuchsin, nach einprozentiger Schwefelsäurebehandlung bleiben sie allein als schwarzgefärbte Gebilde in der Zelle sichtbar; setzt man nach Methylenblautinktion Jodjodkali zu, so erscheint der Protoplast gelbbraun, die Körner schwarz gefärbt, in fünfprozentiger Natriumkarbonatlösung verblasst die Schwarzfärbung nur sehr langsam, in kochendem Wasser sind die Körner unter Hinterlassung von kleinen Vacuolen löslich. Alle diese Reaktionen deuten nach A. Meyer auf *Volutin* hin, und wir werden wohl nicht fehl gehen, wenn wir die Körner als *Volutinkörner* (*corpuscules métachromatiques* nach Guil-

lermond) bezeichnen (Fig. 3 und 4). Über die Kernverhältnisse bin ich, trotz vieler Mühe, die ich darauf verwandt habe und trotzdem ich mich an die Fixierungs- und Färbemethoden eines der besten Kenner der Pilzcytologie, Guillermond, hielt, noch nicht ins klare gekommen.

Die Keimung der Konidien ist besonders gut an auf Agar ausgesätem Material, das 24 Stunden gestanden ist, zu verfolgen. Als erstes Wahrzeichen kommender Keimung kann ein starkes Heranwachsen der Konidien, das Auftreten einer einzigen zentralen Vacuole, die wahrscheinlich durch Zusammentreten der beiden endständigen entsteht und eine Ansammlung der Volutinkörner um diese Vacuole gelten. Es bildet sich dann, ohne dass ein Aufreissen der äussern Membran zu beobachten ist, ein Keimschlauch, in den bald zahlreiche

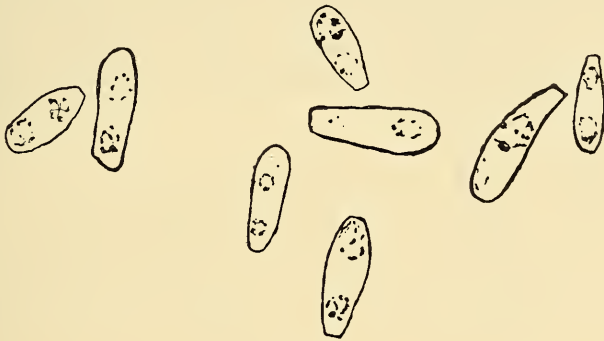


Fig. 4.

Fig. 4. Konidien nach Färbung mit Karbolfuchsin und 10/oiger Schwefelsäurebehandlung. 4 E.

Volutinkörner eintreten. Verzweigungen stellen sich früher oder später ein und auch die Querwandbildung dürfte von Kulturbedingungen abhängig sein. Im hängenden Tropfen gekeimte Konidien gliederten sehr früh den Keimschlauch durch eine Membran ab, solche, die auf Mistdekoktagar wuchsen, konnten zu stattlicher Länge anwachsen, bevor sich eine Septierung zeigte. Deutlich ist aber immer zu sehen, wie das Cytoplasma der gekeimten Sporen vacuolig wird, wie die Volutinkörner verschwinden, teils wandern sie wohl in das junge Mycel aus, teils werden sie möglicherweise aufgelöst (Fig. 5 und 6). Das alles spricht dafür, dass wir es hier wie in andern Fällen mit einem eiweisshaltigen Reservestoff, der bei der Keimung teils verbraucht wird, teils auswandert, zu tun haben.

Wenn wir den konidienbildenden Ring einer Kultur genauer durchmustern, so gelingt es ohne grosse Mühe, alle Stadien der Ent-

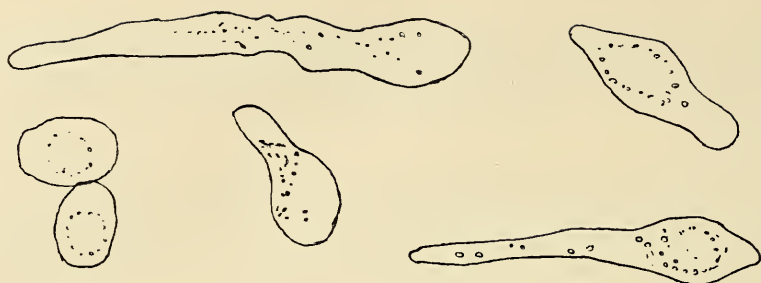


Fig. 5.

Fig. 5. Keimende Konidien. Präparat in Wasser. 4 E.

stehung der köpfcentragenden Fruktifikationen aufzufinden. Schon eine etwas sorgfältigere Untersuchung eines ausgewachsenen Kultur-exemplars zeigt, dass ein *Koremium* vorliegt; die einzelnen Hyphen die es zusammensetzen, sind manchmal im untern Teil nicht mehr

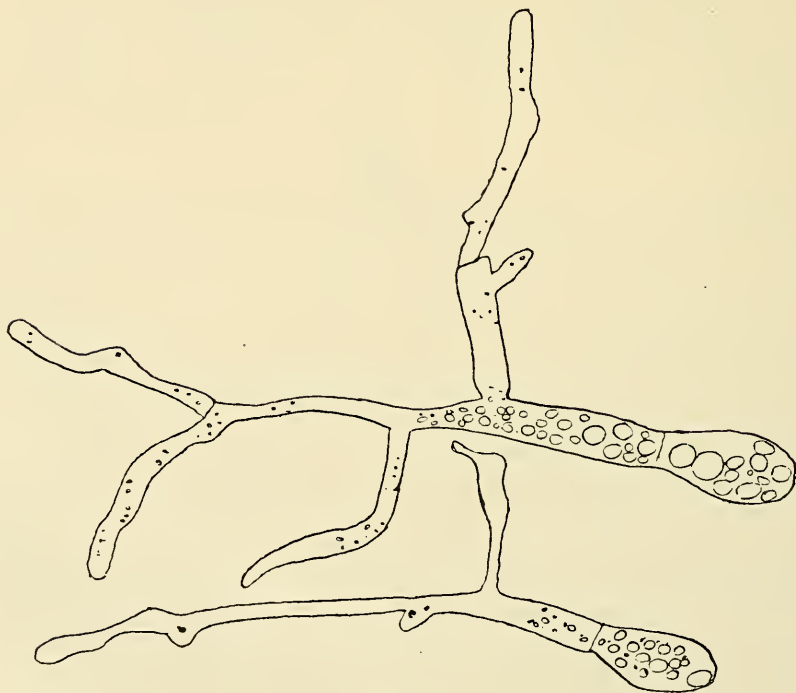


Fig. 6.

Fig. 6 Keimende Konidien. Präparat in Wasser. 4 E.

ganz gut zu erkennen, zerdrücken wir aber das ganze, so können wir namentlich an der Spitze mit aller Deutlichkeit die fächerförmig auseinandergespreizten Fäden, die an ihrem Ende die Konidien abschnüren, wahrnehmen.

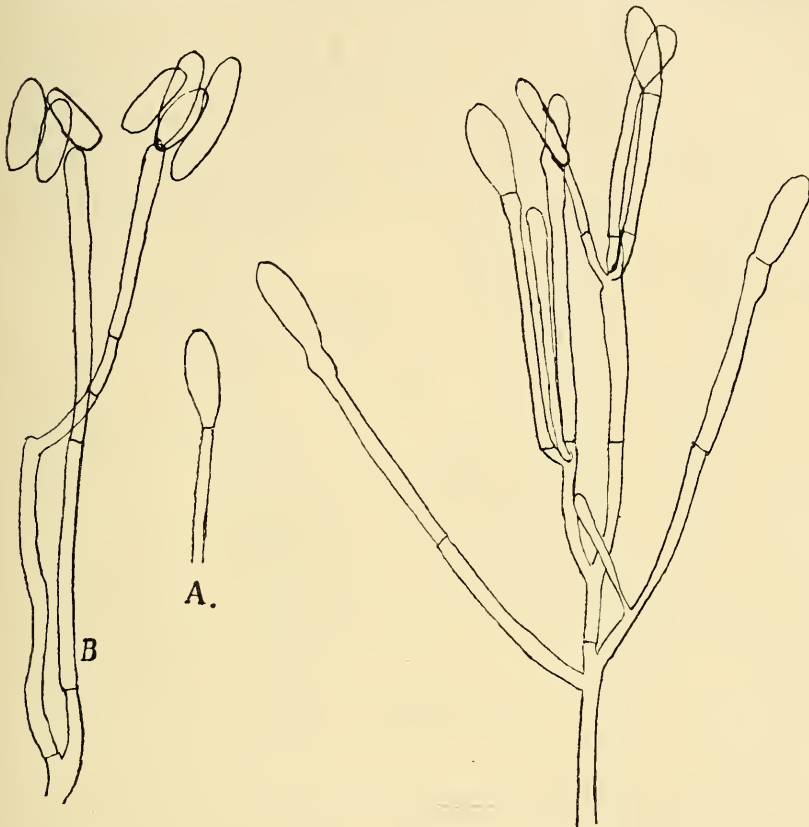


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 7. Konidientragende aufgerichtete Myceläste. 4. DD.

Fig. 8. Junges Koremium. 4. DD.

Wie kommt nun das Koremium zustande? Der erste Schritt zu seiner Bildung ist das Aufrichten einer einzelnen Hyphe, die an ihrem Ende eine Konidie abschnürt. Ist die Konidie fertig ausgebildet, so trennt sie sich wohl durch eine Membran von ihrer langgestreckten, am Ende etwas keulig angeschwollenen Mutterzelle, bleibt aber doch durch den inzwischen abgeschiedenen Schleim mit ihr in lockerem Zusammenhang. Dann wächst die konidien erzeugende Zelle an der Konidie vorbei, so dass diese nach einiger Zeit seitlich von ihr zu

liegen kommt, worauf durch Ausbildung einer weitem Querwand eine neue Konidie entsteht. Das kann nun so weiter gehen, und leicht lassen sich einzelne aufgerichtete Hyphen erkennen, die an ihrer Spitze ein kleines Schleimtröpfchen mit einigen Konidien tragen.

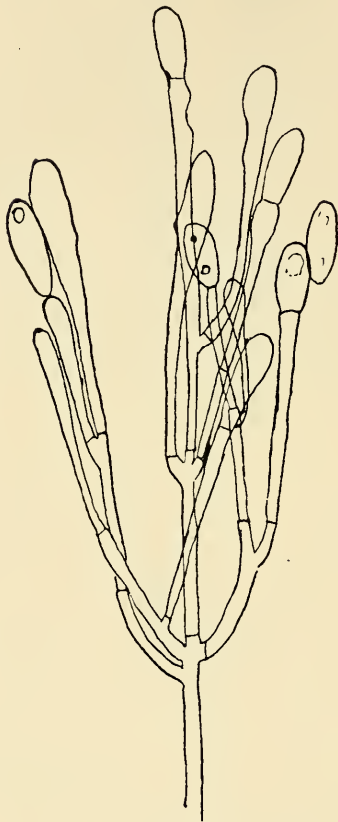


Fig. 9.

Fig. 9. Junges Kormium. 4 DD.

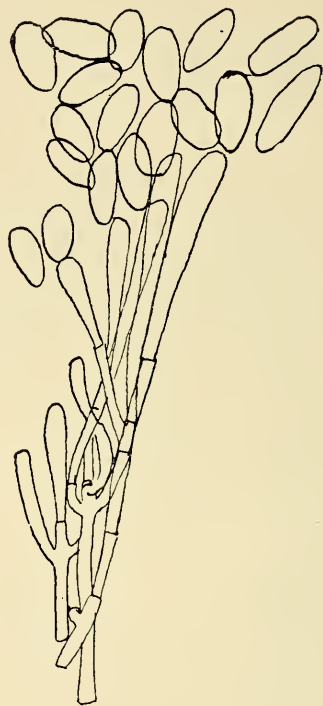


Fig. 10.

Fig. 10. Partie aus einem etwas älteren Kormium. 4 DD.

Häufiger aber sind verzweigte Hyphen. Die Verzweigung geht dabei in den allermeisten Fällen vom akropetalen Ende der Zellen aus, dem zwei bis drei wirtelig gestellte Äste entsprossen. Diese sind entweder in einem spitzen Winkel abgespreizt oder lehnen sich, was häufiger vorkommt, an die Hauptachse an, die sie schliesslich in ihrem weitem Verlauf sogar überschneiden können. In jungen Kormien ist dieser Verzweigungsmodus ganz leicht zu eruieren (Fig. 7 und 8), später (Fig. 9 und 10) begegnet die Verfolgung der

einzelnen Hyphenäste schon grösseren Schwierigkeiten. Ich konnte mich aber überzeugen, dass durch solche wirtelige, akropetale Astbildung, die sich letzten Endes auf einen einzigen Mycelfaden zurückführen lässt, alle, auch die ältesten Koremien zustande gekommen sind. Zeichnerisch das darzustellen, hält ausserordentlich schwer, ich muss unter Bezugnahme auf meine Figuren, die immer nur die Spitzenpartien von Koremien darstellen, an die Phantasie des Lesers appellieren und darf noch auf die Figur 8 der Tafel I bei Vuillemin (10) hinweisen, wo meines Wissens zum ersten Mal eine derartige Koremienbildung für eine *Graphium*-ähnliche Koremienform von *Rhinocladium Lesnei* etwas deutlicher abgebildet ist.

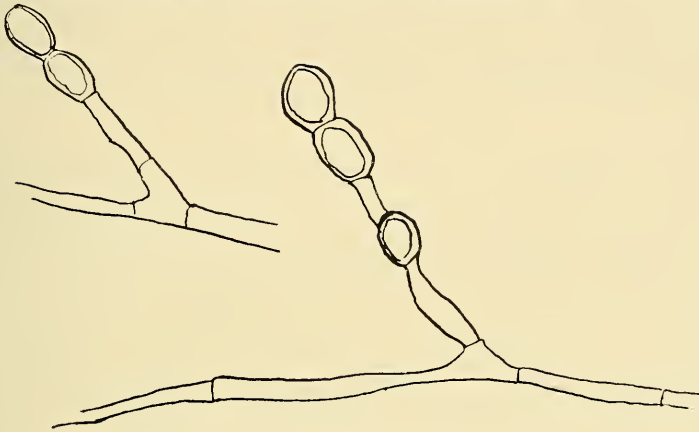


Fig. 11.

Fig. 11. Chlamydosporen aus einer eintrocknenden Kultur. 4. E.

Die Details der Konidiogenese sind aus meinen Figuren ohne weitere Erklärung ersichtlich. Der Vollständigkeit halber seien noch in austrocknenden Kulturen im hängenden/Tropfen einmal entstandene Chlamydosporen erwähnt und abgebildet (Fig. 11).

Zu welcher Gattung gehört nun der beschriebene Pilz? Dass es sich um einen *Hyphomyceten* handelt, ist ohne weiteres ersichtlich, und da werden wir, Lindau folgend, auf die Familie der *Stilbaceae* *Fries* geführt und stossen, wenn wir der Bestimmung einzig die Koremien zugrunde legen, an folgende Stelle:

- × Konidientragende Hyphen unverzweigt *Stilbella*.
 ×× Konidientragende Hyphen baumartig verzweigt *Dendrostilbella*.

Wenn wir uns nur an diese Stelle der Bestimmungstabelle halten, so kommen wir zweifellos zu *Dendrostilbella*. Sehen wir uns jedoch die Diagnose von *Stilbella* näher an, so finden wir dort: „Stiel aus

parallelen, meist verzweigten Hyphen zusammengesetzt, die nach oben divergieren und das Köpfchen bilden. Letzter Ausläufer der Hyphen als Konidienträger dienend, nicht regelmässig verzweigt, sondern meist ganz unverzweigt, am Ende eine Konidie oder wohl meist nach einander mehrere erzeugend.“ Es kommt also ganz darauf an, was wir als „letzten als Konidienträger dienenden Ausläufer der Hyphen“ gelten lassen wollen. Ist als solcher Ausläufer eine einzige Zelle zu verstehen, so muss unser Pilz als *Stilbella*, ist unter Konidienträger ein mehrzelliges Gebilde zu verstehen, als *Dendrostilbella* zu bezeichnen. Die zweite Auffassung wird wohl richtiger sein, und ich schlage deshalb vor, unsern Pilz der Gattung *Dendrostilbella* Höhn. zuzurechnen. Da ich die Species weder in Rabenhorsts Kryptogamenflora, noch in Saccardos Sylloge fungorum beschrieben gefunden habe, so sei ihr als nova species nach ihrem auffälligsten Merkmal, den grossen Sporen, der Name *Dendrostilbella macrospora* gegeben.

Die Systematik der *Fungi imperfecti* steht, wie jeder Mykologe weiss, auf sehr schwachen Füssen. Das ist erstens darin begründet, dass wohl die allermeisten ihrer Vertreter nur Nebenfruchtformen anderer Pilze darstellen, und dass ferner bei genügend langer Kultur die verschiedensten Formen der Konidienbildung eintreten können, die, wenn man sie in der Natur isoliert finden würde, in sehr verschiedenen Gattungen untergebracht werden müssten. So sehen wir im vorliegenden Falle, dass die Bildung der Koremien, die ich zur Charakterisierung der Art herbeigezogen habe, sicher von äussern Bedingungen abhängig ist, wie das ja für die Koremien von *Penicillium* durch Wächter und Munk festgestellt werden konnte. Die besonders in etwas trockenen Kulturen vorgefundenen einfachen und verzweigten Konidienträger müssten, wenn wir sie für sich finden würden, zu andern Gattungen gezogen werden.

Der systematisch sehr wenig wertvollen Einteilung der Hyphomyceten, wie sie Lindau im Anschluss an frühere Autoren in der Rabenhorstschen Kryptogamenflora durchgeführt hat und die sich in erster Linie auf die Farbe des Mycels und auf das Fehlen oder Vorhandensein von Koremien oder lagerartigen Polstern stützt, hat Vuillemin ein anderes Einteilungsprinzip, das sich in erster Linie auf die Art der Entstehung der Sporen gründet, entgegengestellt. Folge ich seiner, meiner Ansicht nach richtigeren Einteilung, so komme ich auf die Klasse der *Conidiosporés* und unter diesen auf die Familie der *Sporophorés*. Eine weitere Bestimmung nach der 1912 gegebenen Tabelle führt dann allerdings zu keinem befriedigenden Resultat.

Die wirtelige, akropetale Verzweigung, auf die sich, wie wir gesehen haben, letzten Endes auch die Koremienbildung zurückführen lässt, würde, wenn wir keine Koremien zu Gesicht bekämen, auf die Gattung *Verticillium* unter den *Mucedineen* hindeuten. Ich hätte diese Ähnlichkeit gar nicht angeführt, wenn ich nicht kurz vor Abschluss dieses Manuskripts auf die von de Bary Seite 69 gegebene Abbildung von *Dactylium macrosporum* Fr. gestossen wäre, die mich sehr stark an meinen Pilz erinnert hat. Was de Bary *Dactylium macrosporum* Fr. nannte, ist nach Lindau als *Diplocladium macrosporum* (Link) Lindau zu bezeichnen. Die Konidien sind nämlich nicht, wie das für *Dactylium* charakteristisch ist, mehrzellig, sondern immer bloss zweizellig. Es ist ein mit zweizelligen Konidien versehenes *Verticillium*. Wenn wir aber von dieser Zweizelligkeit absehen, so stimmt die Verzweigung der konidientragenden Hyphen, die Konidiogenese und vor allem die Grösse der Sporen recht gut mit meiner *Dendrostilbella* überein, besser als mit irgend einem echten *Verticillium*. Andererseits führt die Einzelligkeit der Konidien unbedingt zu *Verticillium*, das allerdings keine durch schleimige Ausscheidung zu Köpfchen vereinigten Konidien hat. So würden wir unsere *Dendrostilbella* wohl am besten als ein koremienbildendes *Verticillium* bezeichnen und es dem Urteil der Systematiker überlassen, ob der Pilz eher zu *Dendrostilbella* oder zu *Verticillium* zu stellen sei.

Nach dieser etwas lang geratenen systematischen Abschweifung muss ich noch einmal auf die Frage der Symbiose zurückkommen. Zwei Anforderungen, die sich allerdings nicht immer strikt durchführen lassen, werden häufig an eine Lebenserscheinung, für die die Bezeichnung Symbiose gerechtfertigt sein soll, gestellt. Einmal das gesetzmässige Zusammenleben der Komponenten und dann soll weiterhin ein Nutzen ersichtlich sein, der bei diesem Zusammenleben den beiden Teilen zugute kommt.

Dass wir es am natürlichen Standort mit einem recht gesetzmässigen Zusammenleben zu tun haben, darüber kann kein Zweifel herrschen. Jede vom Pferdemit entnommene *Dendrostilbella* zeigt im Schleim des Köpfchens die Bakterien. Dass es hier sehr leicht gelingt, die beiden Komponenten zu trennen, spricht auch nicht gegen die Bezeichnung der Lebensgemeinschaft als Symbiose, denn schliesslich gelingt eine solche Trennung auch bei einem so festen Verband, wie er von Pilz und Alge in den Flechten dargestellt wird. Finden sich die beiden Commensalen, wenn sie zusammengebracht werden, wieder, so ist damit ein weiteres Argument für meine Anschauung gegeben. Nun ist mir so gut wie die Trennung auch die Synthese der beiden Komponenten gelungen. Ich brauchte bloss auf eine gut wachsende, reine Kolonie der Bakterien einige Konidien zu bringen, so traten

nach einigen Tagen auf dieser Kolonie wieder prachtvolle Koremien auf, die im Schleim der Köpfchen wieder die Stäbchen führten.

Weiterhin wäre noch zu zeigen, dass es immer dieselbe Bakterien-species ist, die sich dort ansiedelt, und dass sich aus der reichlichen Bakterienflora des Mistes gerade diese Art an die symbiotische Lebensweise angepasst hat. Bis jetzt habe ich allerdings nie eine andere als wie die oben erwähnte, durch die Form und Farbe ihrer Kolonien, durch ihre Beweglichkeit und ihre Sporenbildung vorläufig einigermaßen charakterisierte Species vorgefunden, damit soll aber durchaus nicht gesagt sein, dass uns nicht auch einmal eine andere Bakterie auf diesem so günstigen Nährboden begegnen könnte. Das würde aber an und für sich noch nicht gegen Symbiose sprechen, sehen wir doch, wie bei den *Basidiolichenen* dieselbe *Thelephoree* einmal mit einem *Chroococcus* die Flechte *Cora*, ein andermal mit *Scytonema* die Flechte *Dictyonema* bilden kann.

Über das Nützlichkeits- oder Schädlichkeitsverhältnis der beiden Komponenten wage ich noch kein definitives Urteil abzugeben. Dass eine gewisse Förderung der beiden in ihrem Zusammenleben eintritt, scheint bis jetzt aus meinen Kulturen hervorzugehen. In den Bakterienreinkulturen finden sich nach kurzer Zeit viel mehr Sporen als wie im Schleim der Dendrostilbellenköpfchen. Das mag für eine günstigere Zusammensetzung der dort gebotenen Nahrung sprechen. Andererseits scheinen mir bis jetzt die auf Bakterienkolonien erwachsenen Koremien kräftiger und grösser zu geraten als die bakterienfrei erzeugten. Ich mache jedoch diese Mitteilung unter allem Vorbehalt, verfüge ich doch erst über kulturelle Erfahrungen, die sich auf einen Zeitraum von fünf Wochen erstrecken.

Über die Frage, worin ein eventueller Nutzen der beiden Komponenten für einander besteht, zu spekulieren, scheint mir noch mehr verfrüht. Da können erst Kulturversuche auf gut bekannten Nährböden, die ich vorhabe und die mehr aussagen werden als die schönsten Theorien, Aufschluss erteilen.

War es mir doch vorläufig nur darum zu tun, zu zeigen, dass hier ein zweifelloses und offenbar nicht rein zufälliges Zusammenleben eines Pilzes mit einem Bakterium vorliegt, das wir meines Erachtens so gut als Symbiose bezeichnen können, wie etwa die Lebensgemeinschaften von Bakterien und Schleimpilzen, die Vouk in seinem Artikel anschliessend an die Arbeiten von Nadson und Pinoy auch als solche anspricht.

Zusammenfassung der Resultate.

Auf Pferdemist wurde ein als *Dendrostilbella macrospora* nov. spec. beschriebener Fungus imperfectus gefunden, in dessen schleimigen Köpfchen sich Bakterien vorfinden, die bewegliche sporenbildende Stäbchen darstellen und die immer derselben Art angehören. In Kulturen wachsen die bei der Keimung der Konidien entstandenen Mycelfäden rascher als die gleichzeitig übergeimpften Bakterien. So ist leicht eine Trennung der beiden Symbionten möglich, andererseits lässt sich durch Aufimpfen der Konidien auf junge Bakterienkulturen wieder eine Synthese erzielen.

Diagnose der neuen Spezies.

Dendrostilbella macrospora mihl. Vegetatives Mycel am natürlichen Standort schwer zu erkennen, in der Kultur aus reich verzweigten, 3—4 μ breiten, septierten Hyphen bestehende Rasen bildend.

Konidien auf einfachen oder durch akropetale Astbildung wirtelig verzweigten Konidienträgern oder auf Koremien entstehend, durch Schleim in ein Köpfchen zusammengeballt, oval oder rundlich, Länge 24—30 μ , Breite 8—10 μ , meist zwei Vacuolen, die von Volutinkörnern umgeben sind, erkennen lassend. Koremien aus der wirteligen Verzweigung eines einzigen Mycelastes hervorgegangen, Höhe des Stiels 200—250 μ , Breite bis 40 μ .

Auf Pferdemist bei höhern Temperaturen, Strohhalme und dunkle Stellen bevorzugend (Basel).

Zitierte Literatur.

- de Bary, A.* Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884.
Baur, E. Myxobakterienstudien (Archiv für Protistenkunde, Bd. V, 1904).
Guillermond, A. Recherches cytologiques sur les levures (Revue générale de botanique XV. 1903).
Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Artikel Symbiose von Reichensperger, A., Nienburg, W. und Burgeff, H. Bd. IX, Jena 1913.
Lindau, G. Fungi imperfecti. Hyphomyceten (Rabenhorsts Kryptogamenflora. Pilze. Bd. VIII 1907 und Bd. IX 1910).
Meyer, A. Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins (Botan. Zeitung, Bd. LXII 1904).
Munk, M. Ueber die Bedingungen der Coremienbildung bei *Penicillium*. (Mycologisches Centralblatt, Bd. I, 1912).
Pavillard, J. L'état actuel de la protistologie végétale (Progressus rei botanicae, Bd. III, 1910).
Quehl, A. Untersuchungen über die Myxobakterien (Centralblatt für Bakt. etc. Abt. II, Bd. XVI, 1906).

- Renner, O.* Zur Terminologie des pflanzlichen Generationswechsels. (Biol. Centralblatt, Bd. XXXVI, 1916).
- Solms-Laubach, F., zu.* Referat über die Arbeit von Zederbauer (Bot. Zeitung LXII, Abt. II, 1904).
- Thaxter, R.* Notes on the Myxobacteriaceae (Botanical Gazette XXXVII, 1904).
- Vahle, C.* Vergleichende Untersuchungen über die Myxobakteriazeeen und Bakteriazeeen etc. (Centralbl. f. Bakt. etc. Abt. II, Bd. XXV, 1909).
- Vouk, V.* Die Lebensgemeinschaften der Bakterien mit einigen höhern und niedern Pflanzen (Die Naturwissenschaften, Bd. I, 1913).
- Vuillemin, P. (10)* Les Conidiosporés. (Bull. de la soc. des sciences de Nancy, 1910).
- Vuillemin, P. (12)* Sur une nouvelle espèce de Tilachlidium et les affinités de ce genre (Bull. de la soc. mycologique de France. T. XXVIII, 1912).
- Wächter, W.* Ueber die Coremien des *Penicillium glaucum* (Jahrb. f. wiss. Botanik. II. L., 1910).
- Wettstein, R.* Handbuch der systematischen Botanik. 2. Auflage. Leipzig und Wien 1911.
- Zederbauer, E. (03)* Myxobacteriaceae, eine Symbiose zwischen Pilzen und Bakterien. (Sitz.-ber. der kaiserl. Akad. der Wissensch. Wien, Math. nat. Klasse. Bd. CXII, Abt. I, 1903).
- Zederbauer, E. (06)* Spaltpilzflechten (Oesterreichische botanische Ztschr. Bd. 1906).
- Zukal, H. (96)* *Myxobotrys variabilis* Zuk., ein Repräsentant einer neuen Myxomycetenordnung. (Ber. der deutsch. bot. Ges. Bd. XIV, 1896).
- Zukal, H. (97 a)* Notiz zu meiner Mitteilung über *Myxobotrys variabilis* Zuk. im 9. Heft des Jahrgang 1896. (Ibid. Bd. XV, 1897).
- Zukal, H. (97 b)* Ueber die Myxobakterien (Ibid. Bd. XV, 1897).

Basel, Botanisches Institut, 23. März 1917.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [28_1917](#)

Autor(en)/Author(s): Bally Walter

Artikel/Article: [Ein neuer Fall von Symbiose zwischen einem Bakterium und einem Pilz 1391-1409](#)