

Über die Entstehung des Paarkernmycels bei heterothallischen Basidiomyceten.

Von Werner Lehfeldt.

(Mit Tafel I und 4 Abbildungen im Text.)

Einleitung.

Für Mucorineen ist das Vorhandensein von heterothallischen Myzelien schon länger bekannt. Man weiß, daß es trotz anscheinender äußerer Gleichheit geschlechtsverschiedene Myzelien gibt, die aufeinander mit Zygotenbildung reagieren, und daß das Zusammentreffen zweier solcher geschlechtsverschiedener Myzelien, eines + und eines — Myzels, wie sie benannt wurden, Voraussetzung für die Zygotenbildung sein kann. Ob allerdings wirklich äußere Gleichheit vorliegt oder ob sich bei genauerer Beobachtung nicht in vielen Fällen scheinbarer Isogamie noch eine morphologische Verschiedenheit zwischen + und — Myzel aufweisen lassen wird, wie es für *Phycomyces nitens* durch Orban¹⁾ bereits geschah, sei dahingestellt. Hier ist es von geringerer Bedeutung. — Seit Kniep²⁾ und Bensaude³⁾ Untersuchungen steht fest, daß auch unter den Basidiomyceten Heterothallie vorkommt. Eine längere Liste von solchen Hymenomyceten, für die er bisher Heterothallie nachwies, veröffentlicht Kniep³⁾. Ihm verdanke ich auch die Anregung zu meiner Arbeit und deren stete Förderung. Deshalb sei mir gleich zu Anfang der wärmste Dank an meinen hochverehrten Lehrer gestattet. Gerade die Mannigfaltigkeit der Wuchsformen von verschiedenen Einsporkulturen eines und desselben Basidiomyceten macht es fraglich, ob tatsächlich streng morphologische Isogamie vorliegt. Es macht den Eindruck, als ob sich solche Einsporkmyzelien, bei fortgesetzter Kultur schärfer beobachtet, als ganz verschieden in Wuchsform, Verzweigungswinkeln, Wuchsgeschwindigkeit, durchschnittlicher Zelllänge usw. verhalten. Hier würde nähere Untersuchung lohnen.

¹⁾ Orban, G., Untersuchungen über die Sexualität von *Phycomyces nitens*. Beihefte Botan. Centralblatt I. 1919. 36.

²⁾ Kniep, H., Über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung (Untersuchungen an Basidiomyceten). Verhandl. der Physik.-mediz. Gesellsch. Würzburg. Bd. 46, 1919/20. S. 12.

³⁾ Bensaude, Mathilde, Recherches sur le Cycle évolutif et la Sexualité chez les Basidiomycètes. Dissertation. Nemours 1918.

Wie dem auch sei, für unsre Zwecke genügt die Feststellung, daß bei vielen Hymenomyceten morphologisch anscheinend gleiche, physiologisch jedoch ziemlich sicher verschiedene geartete Myzelien auftreten die sich zueinander verhalten wie verschiedene Geschlechter. Wenn sie miteinander anastomosieren, so können über kurz oder lang nach einer Anastomose zwischen zwei sexuell verschiedenen Myzelien, die jedes für sich aus schnallenlosen Einkernzellen bestanden, Paarkernzellen mit Schnallen auftreten. In der weiteren Entwicklung teilen sich die Kernpaare konjugiert weiter, so daß jede neue Zelle wieder ein Kernpaar enthält, bis es schließlich in der Basidie zur Verschmelzung der beiden Kerne zu einem großen Basidienkern kommt. Die Schnallen bewirken, daß bei den konjugierten Teilungen jede neue Zelle stets Abkömmlinge beider Kerne erhält und nicht etwa die Hälften des einen sich teilenden Kerns in die eine, die des anderen in die zweite Zelle geraten. Die Schnallen verhindern also, daß ein Geschwisterkernpaar in eine Zelle kommt. Ungeklärt sind bisher die Vorgänge geblieben, die zum Zusammentritt des ersten Kernpaares führen. Sie aufzuheilen war das Ziel meiner Arbeit.

Der Lösung der Frage nach Herkunft und Zustandekommen des ersten Kernpaares kommt Kniep in seinen „Beiträgen zur Kenntnis der Hymenomyceten“ am nächsten. Schon in Teil I/II, S. 96, äußert er:¹⁾

„Fragen wir uns nun, wie das 1. Kernpaar zustande kommt. Daß besonders differenzierte Sexualorgane vollkommen fehlen, wissen wir. Nichtsdestoweniger wäre a priori die Möglichkeit gegeben, daß irgendein Geschlechtsakt stattfindet, etwa in der Weise, daß ein Kern aus einer Zelle, die sich von ihrer Umgebung in nichts zu unterscheiden braucht, durch die trennende Querwand in die Nachbarzelle überwandert.“ S. 98 verweist er darauf, daß wahrscheinlich „Objekte, die wie *Heptasporium gracile* Bref. schon im jungen Keimschlauch, in nächster Nähe der Basidiospore, Schnallen bilden, die Entscheidung ermöglichen“. Zuletzt äußert Kniep²⁾ in seinen „Untersuchungen über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung“, S. 8: „Was die Entstehung der Paarkernigkeit anlangt, so hat sich bei *Corticium varians* und *Collybia conigena*, die daraufhin untersucht wurden, gezeigt, daß diejenige

¹⁾ Kniep, H., Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten. I./II. Zeitschr. f. Botanik. 5. Jahrgang. Heft 8. 1913. III. Zeitschr. f. Botanik. 7. Jahrgang. Heft 6. 1915. IV. Zeitschr. f. Botanik. 8. Jahrgang. Heft 6. 1916. V. Zeitschr. f. Botanik. 9. Jahrgang. Heft 2, 1917.

²⁾ Kniep, Hans, „Über morphologische und physiologische Geschlechtsdifferenzierung“. Verhandl. der mediz.-physik. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 46.

Zelle, in der das erste Kernpaar auftritt, entweder mit einer anderen Hyphe durch eine Anastomose verbunden ist oder nicht. Der erste Fall war der seltneren. Ich habe schon früher hervorgehoben, daß sich daraus die theoretisch wichtige Möglichkeit ergibt, daß zwei von verschiedenen Myzelindividuen herrührende Kerne das erste Kernpaar bilden. Wie das Kernpaar in dem anderen, häufiger beobachteten Falle zustande kommt, ließ sich aus Gründen, die ich an andrer Stelle auseinandergesetzt habe (Beiträge V, S. 96 ff.), nicht mit Bestimmtheit feststellen.“ •

Zuletzt hat sich, anscheinend, in einem besonders schönen Beispiel für „Duplizität der Fälle“, ganz unabhängig von K n i e p s Gedankengängen, M. B e n s a u d e¹⁾ in Paris während des Krieges u. a. mit der gleichen Frage beschäftigt. Während ihre sonstigen Ergebnisse zum größten Teil eine Bestätigung der K n i e p s chen Resultate bringen, kommt sie in bezug auf die Herkunft des ersten Kernpaares nur zu der Vermutung, daß es seine Entstehung einer „Plasmogamie“ zwischen heterothallischen Myzelien verdankt. Allerdings streift sie an einer Stelle fast die richtige Lösung. Auf S. 100 heißt es: „*a et β* (zwei heterogene Thalli von *Coprinus fimetarius*) restent primaires jusqu'à ce que leurs hyphes se soient rencontrées. Elles s'enchevêtrent et s'anastomosent et, à cet endroit, naissent les premiers filaments secondaires à deux noyaux, vraisemblablement à la suite d'une plasmogamie.“ Ohne den letzten Zusatz könnte man glauben, sie habe den Zusammenhang zwischen Kernübertritt und Schnallenbildung richtig erkannt, obwohl der Fall bei *Coprinus fimetarius* kaum so klar liegen dürfte, wie der hier nachfolgend geschilderte von *Corticium serum*. Auch S. 116 läßt nicht schließen, daß der Zusammenhang zwischen Kernübertritt und Schnallenbildung augenfällig gewesen sei. Es heißt da: „Il était connu, d'autre part, que, chez un grand nombre de Basidiomycètes, le mycélium, issu de la spore, diffère considérablement du mycélium qui se forme ultérieurement. Le premier, ou mycélium primaire, ne présente pas d'anses d'anastomose, au niveau des cloisons, entre cellules successives d'un même filament; ses hyphes présentent une ramification très irrégulière. Le second, ou mycélium secondaire, présente au contraire une ramification très régulière et une boucle d'anastomose à chaque cloison transversale. Nous avons montré, en outre, que les premières cellules binucléées du *Coprinus fimetarius* naissent, comme chez les Urédinées, à la suite de fusions entre des couples de cellules uninucléées.“ Zu dem naheliegenden Ergebnis, daß

¹⁾ B e n s a u d e, Mathilde, Recherches sur le Cycle évolutif et la Sexualité chez les Basidiomycètes. Dissertation. Nemours 1918.

gerade die K e r n paare durch ihren Zusammentritt die erste Schnalle hervorrufen, langte offenbar das B e n s a u d e vorliegende Material nicht aus. In der Tat ist es auch durchaus nicht immer einfach, Stadien zu erhalten, aus denen der unmittelbare Zusammenhang zwischen Kernübertritt und erster Schnalle klar hervorgeht. Unter Hunderten von Präparaten kann u. U. kein einziges die erste Schnalle klar erkennen lassen. Wie eben K n i e p erwähnte, werden diejenigen Pilze, die schon kurz nach der Sporenkeimung in ganz jungen Keimschläuchen Schnallen bilden, einen leichteren Einblick gewähren als solche, bei denen sich die Schnallenbildung länger hinausschiebt. Aber noch eine Reihe von anderen Faktoren schließt viele Basidiomyceten als Studienobjekte für diesen Zweck aus. Gute Färbbarkeit der Myzelien, genügende Größe und Schärfe der Kerne, Sichtbarkeit der Schnallen- und Querwände, möglichst geringe Fadenverschlingungen bei Anastomosen, die Eignung für künstliche Nährböden, nicht zu dichtes und möglichst planes Wachstum, das Unterbleiben übermäßiger Oidienbildung seien nur kurz als nötige Voraussetzungen genannt.

Ausgangsmaterial und Kulturmethode.

Es fand sich, daß *Typhula erythropus*, die am Mausberg bei Karlstadt am Main im Herbst 1919 und 1920 auf naßfaulendem Laub unter Nußbäumen gefunden wurde, alle vorerwähnten Bedingungen am besten zu erfüllen schien. Durch Gelatine-Plattengüsse nach der in der Bakteriologie üblichen Methode wurden Einspormycelien herangezogen, die sich als einkernig und schnallenlos erwiesen, während Vielsporaussaaten ziemlich rasch Schnallen bildeten. Von 13 Einsporkulturen des Herbstes 1919 reagierten sowohl Nr. 4 als Nr. 13, gegenüber Nr. 1 geimpft, mit Schnallenbildung. Im Herbst 1920 wurde außer am Mausberg auch bei Zellingen am Main, einige Kilometer oberhalb Karlstadt, *Typhula erythropus* gefunden, wiederum auf Nußlaub und auf der Ackererde unter Nußbäumen, in der sie vermutlich aus den Sklerotien der Vorjahre keimt, um dann auf das abgefallene Laub überzugehen. Sämtliche 12, von der Zellinger *Typhula* gewonnenen Einspormyzelien reagierten auf 7 Einspormyzelien, die aus neuerdings am Mausberg gesammeltem Material herangezogen waren, mit Schnallenbildung. Andere *Typhula*- bzw. *Pistillaria*-Arten aus der Umgegend von Würzburg erwiesen sich als schnallenlos, zum mindesten bis ins Fruchtkörpermyzel und mußten ausscheiden. Übrigens war *Typhula erythropus* die einzige dieser 5 Arten, die sich mit Sicherheit bestimmen ließ, dank ihres rotbraunen Fruchtkörperstiels. Aller-

dings fand sich auch für sie noch ein irreführender Doppelgänger bei Falkenberg i. Mark, der aber keine Schnallen bildete. Die Gattung *Typhula* scheint sehr variabel und wenig erforscht zu sein. Auch physiologisch wäre ihre Erforschung interessant. *T. erythropus* hat offenbar ein sehr niedrig liegendes Temperaturoptimum. Im warmen Zimmer wuchsen die Kulturen viel schlechter, als im ungeheizten Raume, und im Sommer entwickelten sich Röhrenkulturen überhaupt kaum weiter. Erst im Herbst nahm sie ihr Wachstum in der gewohnten Stärke, die sie für Versuche besonders geeignet macht, wieder auf.

Außer *Typhula erythropus* wurden noch untersucht: *Corticium serum* (Fr.)¹⁾, *Schizophyllum commune* Fr., *Armillaria mucida* (Quélet) und *Aleurodiscus polygonius* (Pers.) v. H. et L. Die drei letzteren zeigten sich jedoch weniger geeignet.

Schon nach Knieps Erfahrungen vor Beginn meiner Arbeit — die Bensaudesche Veröffentlichung wurde mir erst $\frac{1}{2}$ Jahr nach Beginn meiner Untersuchungen zugänglich — setzt Schnallenbildung meist in der Nähe von Berührungsstellen zweier verschiedengeschlechtiger Einkernmyzelien ein. Zu ihrer näheren Beobachtung kam daher nur eine Kulturmethode in Betracht, die gestattete, unterm Mikroskop zu verfolgen, wie zwei verschiedengeschlechtige Myzelien aufeinander zuwachsen und in dem Augenblick, in dem sich die erste Schnalle zeigt, zu fixieren. Die sicherste Aussicht darauf bot Kultur auf Objektträgern, die mit Nähragar überzogen sind, nach dem Verfahren, wie es Kniep in seinen Beiträgen, Teil V, S. 83 ff. angibt. Als Nährboden bewährte sich 2%iger Agar mit Zusatz von 3% Malzextrakt wieder sehr gut. Fixiert wurde mit schwachem Flemminggemisch und gefärbt mit Haematoxylin Heidenhain nach vorhergegangenem Beizen und darauffolgendem Differenzieren in Eisenalaun. Beim Überziehen der Objektträger mit Agar mußte streng darauf geachtet werden, daß sich die eingetauchten Objektträger auch an allen Stellen gleichmäßig benetzen. Wenn beim Abtropfen unbesetzte Inseln entstehen, war es zwecklos, solche Objektträger weiter zu verarbeiten, da dann beim Wässern und Färben sicher die ganze Schicht fortswimmt. Auch ohnedies kommt es häufig genug vor. Selbst die Verwendung ganz neuer Objektträger schützt nicht unbedingt, da sie beim Verpacken häufig mit fettigen Händen oder Fettstift in Berührung gekommen sind. Dagegen wirkte mehrtägiges Liegenlassen oder mehrstündiges Kochen in konzentrierter, mit $K_2Cr_2O_7$ versetzter Schwefelsäure ziemlich sicher. Wichtig war es auch, den

¹⁾ Der Autorist Fries, nicht Person, wie Schröter, Pilze Schlesiens, angibt, mit dessen Diagnose der Pilz übereinstimmt. S. v. Hoehnel!

Agar nach dem Herausziehen gut abtropfen zu lassen, da zu dicke oder ungleiche Schichtstärke unebenes Wachstum bewirken können. Die Gefahr, daß beim Überziehen und Beimpfen der Objektträger sich Verunreinigungen der Kulturen einstellen, erwies sich in nicht allzu keimerfüllten Räumen als gering. Dagegen war vielmehr zu befürchten, daß die Agarhäutchen leicht austrocknen. Deshalb wurden die Kulturen unter Glasglocken aufbewahrt, die mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet und auf Untersätze mit Wasser, eventuell etwas Sublimatlösung gestellt waren. Bei der Prüfung der Kulturen unterm Mikroskop durften die Petrischalen nur möglichst kurz aus diesen feuchten Kammern herausgenommen werden, da die Myzelien offenbar auf Schwankungen der Luftfeuchtigkeit mit unregelmäßigem Wachstum reagieren. — Es wurden je zwei möglichst kleine Proben heterogener Myzelien in etwa 2—3 cm Abstand auf einen Objektträger geimpft. Nach wenigen Tagen waren sie konzentrisch ausgewachsen, bis sich bei *Typhula* die Kreise etwa am 10. Tage berührten und ineinander wuchsen. Schnallen traten kaum vor dem 14. Tage auf. Pilzart, Myzelindividualität, Temperatur, Feuchtigkeit bringen Abwechslung hervor. Jedenfalls aber ließ *Typhula erythropus* und auch *Schizophyllum*, *Armillaria mucida*, und *Aleurodiscus* sofort erkennen, daß Anastomosen zwischen den verschiedengeschlechtigen Myzelien nicht sofort beim ersten Kontakt, sondern erst weit einwärts, nach Verschlingungen und Durchwachsungen von geringerer oder größerer Stärke, auftreten. Es treten, wie im 2. Teil gezeigt wird, so verwickelte Verhältnisse ein, daß diese Arbeit mehr mit Vermutungen als mit einer klaren Antwort über die Herkunft des 1. Kernpaares und der 1. Schnalle hätte schließen müssen, wenn sich nicht in *Corticium serum* ein Objekt gefunden hätte, das ebenso schnell wie *Heptasporium gracile* Schnallen bildet.

I. *Corticium serum* Fries = *Hypochnus serus* Fries = *Thelephora bombycina* Som.

Bei *Corticium serum* tritt der denkbar einfachste Fall ein, der stark an das Bild erinnert, das R a w i t s c h e r von kopulierenden Sporidien bei *Ustilago „Carbo“* gibt.¹⁾ Eine Ausdeutung nach dieser Richtung sei jedoch lieber Systematikern überlassen.

Obwohl nur beschränktes Beobachtungsmaterial zur Verfügung stand, weil der einzige mir bekannte Standort des Pilzes, der Odilienberg in den Vogesen, zur Zeit nicht aufgesucht werden konnte, und der Pilz in der Umgebung Würzburgs bisher nicht gefunden

¹⁾ R a w i t s c h e r, F., Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen. Zeitschr. f. Botanik 1914. S. 692. Fig. 13.

worden ist, so fanden sich doch unter mehreren Hundert gerade gekeimten Sporen auf Objektträgerkulturen genügend Stadien, die einwandfrei erkennen lassen, daß schon zwei ganz junge heterogene Myzelien, die womöglich eben erst aus je einer Zelle bestehen, imstande sind, miteinander zu anastomosieren, und daß infolge dieser Anastomose sofort die erste Schnalle entsteht. Die Kernvereinigung (nicht Verschmelzung!) ist offensichtlich die *conditio sine qua non* für den Umschlag von haploidem zu diploidem Myzel. Fig. 1 und 2 der Tafel lassen kaum eine andre Deutung zu, als daß hier zwei einkernige Keimschläuche frisch gekeimter verschiedengeschlechtiger Sporen miteinander anastomosiert haben, und daß infolge des Zusammentretens der verschiedenen Kerne sofort unter konjugierter Teilung die erste Schnalle gebildet worden ist. In Fig. 1 ist offenbar der eine Kern des oberen Kernpaares hernach in die Spore zurückgewandert; an der unteren Spore scheint derselbe Vorgang gerade stattzufinden. Daß die Kerne keine Schwierigkeiten haben, den engen Keimungskanal am Sporenhals zu passieren, geht aus vielen Stadien hervor, in denen der Austritt des Kerns aus der meist einkernigen Spore in den Keimschlauch beobachtet wurde. Diese Stadien zeigten das gleiche wie es von B e n s a u d e für wandernde Kerne beobachtet wurde. Der Kernleib ist offenbar sehr plastisch; der Nukleolus etwas weniger, aber auch noch imstande, Kometenschweif- oder Hantelform anzunehmen. Nebenher sei erwähnt, daß Sporen und ihre jungen Myzelien wenigstens im 1. bis 2. Zellstadium häufig mehr als einen Kern pro Zelle enthalten. Ob freilich die häufig in Sporen mit ganz dickem Plasma-inhalt beobachteten 3, ja mitunter bis 9 dunklen, runden Körperchen von der Größe normaler Nukleoli auch als solche von ebensovieleu Kernen anzusprechen sind, muß bezweifelt werden, schon weil die Spore kaum Raum genug für 9 Kerne von normaler Größe bietet, und weil auch späterhin Kerne oft zwei nukleolusähnliche Körper zeigen. Mit Sicherheit sind jedoch in einzelnen Sporen 2 und 3 Kerne mit deutlich konturierten, fast kreisrunden Leibern und randständigen Nukleolis beobachtet worden. Ebenso in gekeimten jungen Schläuchen von ein bis zwei Zellen Größe. Dadurch ergibt sich eine einfache Erklärung für Fig. 4 und 6 der Tafel. In 4 anastomosiert ein zweizelliger Keimling mit einem einzelligen, der jedoch von der Spore her zwei Kerne besitzt. In der angebohrten Zelle befinden sich nach dem Übertritt eines Kerns aus a also drei Kerne, von denen einer später vielleicht zugrunde geht. Das übrigbleibende Paar von Kernen verschiedener Herkunft ist bei b gerade dabei, zwischen sich eine Schnalle anzulegen. Ähnliches zeigt Fig. 3. Nur sind hier von den Kernen am Schnallenhaken, die wohl direkt

vor der konjugierten Teilung stehen, nur die Nukleoli sichtbar, und beide Keimlinge hatten vor der Anastomose schon je zwei Einkernzellen. In Fig. 5 der Tafel hat ein Keimling, der aus 7 einkernigen Zellen bestand, einen anderen mit 1 Zelle und 1 Kern angebohrt. Infolge des Kernübertritts wächst der letztere Keimling als Schnallenfaden weiter. Besonders gut läßt sich hier aus der ungleichen Größe der Kerne in der Schnallenbasalzelle auf die verschiedene Herkunft der beiden Kerne ein Schluß ziehen. Der kleinere Kern dürfte aus der Teilung des übergetretenen, myzelfremden Kernes herrühren, wie ja auch das anbohrende Myzel kleinere Kerne in schmalen Hyphen zeigt.

Während in Fig. 4 ein zweizelliger und ein einzelliger Keimschlauch zusammenkommen, sind es in Fig. 6 schon zwei mehrzellige Gebilde mit Seitenästchen. Das linke Keimmyzel ist in einem außergewöhnlich breiten Fadenstück durch den benachbarten Sporenkeimschlauch angebohrt. Hart jenseits der Brücke ist die 1. Schnalle entstanden. In der Schnallenbasalzelle, dem dicken Myzelstück, liegen 3 Kerne statt der zu erwartenden 2, vermutlich aus der gleichen Ursache wie vorhin in Fig. 4 bei b. Ebenso in Fig. 5 hat die eine Spore einen Kern im Innern, während weitaus häufiger gekeimte Sporen kernlos und schließlich auch plasmaleer werden.

Nach Beginn der Keimung pflegen in der Spore Vakuolen zu entstehen, je länger der Keimfaden wird, um so größere und zahlreichere. Die Sporenwand fällt allmählich zusammen, bis schließlich von den anfangs kugelrunden Sporen nur unregelmäßige Hüllreste an der Basis des Myzels hängen.

Annähernd dasselbe wie in Fig. 5 zeigt die Fig. 7 der Tafel. Wiederum wird ein einzelliger, einkerniger Keimling von einem 4 Zellen langen heterogenen Nachbar angebohrt und reagiert auf den Kernhinzutritt mit Schnallenbildung. Nur tritt hier die erste Schnalle basalwärts von der Anastomose auf. Da in Fig. 5 die Anastomose ganz dicht am Sporenkeimhals zu liegen kam, wäre dort für eine Schnalle basalwärts kaum Raum gewesen. Auch hier in Fig. 7 ist, wie in Fig. 1, der eine Kern basalwärts der Schnalle in das Sporeninnere zurückgewandert.

In den Figuren 1—7 handelt es sich stets um die erste Schnalle als einzige im Myzel. Die Zahl dieser beobachteten Fälle ließe sich noch bedeutend vermehren, wenn sie auch nicht alle so klar lagen. Sehr häufig wirkt z. B. gleichzeitige Anastomose mit einem oder mehreren homogenen Myzelien störend. An Stellen mit dichter Sporenaussaat sind oft 3, 4 und mehr Myzelien schon in den allerersten Jugendstadien schwer entwirrbar miteinander verschlungen

und anastomosiert. Die Zahl der Anastomosen zwischen homogenen Myzelien überwiegt.

Wie entwickeln sich nun anastomosierte Myzelpaare nach dem Auftreten der ersten Schnalle weiter? Darüber geben Stadien wie in Fig. 8, vielleicht auch in Fig. 9 Aufschluß. *Corticium serum* verhält sich auch darin im Gegensatz zu *Typhula* sehr einfach. Offenbar wird alles primäre Myzel auch basalwärts der ersten Schnalle sehr rasch zweikernig, wie Fig. 8 ohne weiteres erkennen läßt. Vermutlich ist s_1 die erste Schnalle. Die Anastomose läge demnach fast ebenso dicht am Sporenkeimhals wie in Fig. 4 oder 5. Spitzenwärts von s_1 hat das angebohrte Myzel noch keine weitere Schnallenzelle gebildet, höchstens vielleicht die Ansätze zu Seitenzweigen. Inzwischen haben sich aber bei s_2 und noch weiter im anbohrenden Myzel zurück Paarkernzellen mit Schnallen gebildet, bis zur Zelle am Sporenkeimhals hin. Einige Schnallen liegen genau bäuchlings und rücklings, so daß sie schwerer zu erkennen sind. Die Querwände sind überhaupt bei *Corticium* schlechter zu sehen als bei *Typhula*.¹⁾ Aber die deutlichen Kernpaare bestätigen das Vorhandensein von Schnallen, die sich auch in dunklen Schatten und Buckeln am Faden andeuten. Die Umbildung eines primären Fadens von mehreren Zellen mit je einem Kern zu einem Schnallenfaden ist nur denkbar, wenn die ursprünglichen Querwände zwischen je 2 Kernen später wieder aufgelöst werden. Ebenso müssen, wenn später nur Paare von Kernen verschiedener Herkunft, die durch konjugierte Teilung entstehen, vorhanden sind, die ursprünglichen Einzelkerne des primären Fadens zugrunde gehen. Jede neue Schnalle bringt ein Kernpaar in ihre Basalzelle; und wenn dann noch der ursprüngliche myzeleigene Einzelkern erhalten bliebe, müßten in einzelnen Fadenzellen 3 Kerne zwischen Schnallen liegen oder einkernige schnallenlose Zellen zwischen die zweikernigen Schnallenzellen geschaltet sein. Dreikernig ist in Fig. 8 nur die oberste Zelle am Sporenhals, und hier kann der 3. Kern aus der ursprünglich vielleicht zweikernig gewesenen Spore herrühren. Oder aber wir haben hier den Fall vor uns, daß durch s_5 zwei Kerne in die Basalzelle gekommen sind und in dieser der ursprüngliche Kern auch noch erhalten blieb. Einen Augenblick später konnte er vielleicht auch schon verschwunden sein. Jedenfalls muß bei *Corticium* bei rückschreitender Schnallenbildung die Auflösung der primären Kerne wie der primären Querwände sehr gründlich und sehr rasch erfolgen. Denn es wurden trotz des be-

¹⁾ Leider sind auch bei der Reproduktion die Querwände nicht immer gut herausgekommen. In Fig. 7 sind zwei Stellen, wo die Querwände etwas undeutlich sind, mit *w* bezeichnet.

schränkten Materials eine ganze Reihe von Stadien gefunden, die die erste Schnalle als einzige hatten, sowie auch solche, wo die rück-schreitende Schnallenbildung schon über das ganze Myzel gegangen ist. Das Fehlen der Zwischenstadien läßt auf die große Schnelligkeit und die Gründlichkeit schließen, mit der sie überwunden werden. Reicherer Material wird wohl auch solche Zwischenstufen bringen, wo basalwärts der ersten Schnalle noch einige weitere auftreten und außer diesen auch noch einige Primärmyzelzellen erkennbar sind.

Fig. 9 der Tafel hat die gleiche Bedeutung wie Fig. 8, falls der Buckel in dem Keimschlauch rechts unten zu einer Schnalle gehört, wie es die Kernverhältnisse erwarten lassen. Unbedingt sicher scheint dies jedoch hier nicht. Es ist ein Beispiel dafür, wie schwierig sich oft auch einfache, wenigzellige Gebilde beurteilen lassen; ganz zu schweigen von den vielzelligen und verschlungenen Myzelien bei

Typhula erythropus Fries.

Das Myzel dieses Pilzes ist in allen Teilen wesentlich stärker als die jungen Stadien von *Corticium serum*. Die Figuren der Tafel sind mit dem Abbéschen Zeichenapparat und Zeißschen Apochromaten 1,5 und Kompensationsokular 6 gezeichnet. Ein Vergleich der Textbilder (S. 41, 42, 45, 48) mit den Tafelbildern zeigt, daß Myzelien, die man über 10—20 Zellen des Hauptastes und noch über mehrere Seitenzweige hinweg verfolgen will, nicht gut unverkleinert wiedergegeben werden können. Sie finden deshalb hier nur stark verkleinerte und schematisierte Wiedergabe.

Unter vielen Hunderten von Präparaten fanden sich immer wieder vorwiegend zwei Extreme: Entweder gar keine Schnallen oder Schnallen über und über. Nach einiger Erfahrung gelang es, näher an den kritischen Punkt des Umschlags vom schnallenfreien zum Schnallenmyzel heranzukommen.

Die meisten Einspormyzelien zeigten voneinander abweichende, individuelle Wuchsformen, so daß es keinen Zweck hat, die Verzweigungsverhältnisse, Zelllängen usw. näher zu beschreiben. Vermutlich ändern sich sogar für das gleiche Myzel die Wuchsformen infolge unbestimmbarer Innen- und Außenbedingungen. Im allgemeinen hat *Typhula erythropus* im Einkernstadium einen ziemlich schlanken, gestreckten Myzelwuchs. Die Seitenäste pflegen unter spitzem Winkel, meist zwischen 30 und 70° abzuzweigen und entstehen gewöhnlich erst an der 2.—3. Zelle unterhalb der Spitze eines Astes. Wegen der vielen Ausnahmen lassen sich jedoch schwer Regeln aufstellen.

Bei den schwachen Vergrößerungen, die man zur Kontrolle der Objektträgerkulturen in geschlossenen Petrischalen nur anwenden kann, täuscht man sich anfangs sehr leicht darüber, ob schon Schnallen gebildet werden oder nicht. Da der Punkt, an dem sich die erste Schnalle entwickeln wird, sich selbst dann nicht vorausbestimmen läßt, wenn man die erste Anastomose zwischen verschiedenen Myzelien gefunden hat, ist es auch wenig erfolgverheißend, wenn man die Entwicklung längere Zeit hindurch unterm Mikroskop verfolgt. Inzwischen hat eine neue, später entstandene Anastomose an anderem Ort womöglich längst zur Schnallenbildung geführt. Ferner wird man durch gekrümmten Wuchs vieler Hyphen oft Täuschungen ausgesetzt. Selbst da, wo eine Anastomose zwischen verschiedenen Myzelien noch gar nicht denkbar ist, oder in unzweifelhaft reinen Einsporkulturen treten kleine Häkchen auf, die man bestimmt für Schnallen halten möchte, bis der zytologische Befund des gefärbten, dann aber auch leider schon toten Objekts zeigt, daß man es mit Pseudoschnallen zu tun hat. Auch die ersten Anastomosen lassen sich häufig nicht zweifelsfrei feststellen. Schließlich glückte es jedoch, eine Reihe davon zu finden, und zwar war ihr Vorkommen immer noch häufiger als das der ersten und einzigen Schnallen. Es fanden sich einige Stadien, wo nur eben erst eine Brücke zwischen + und — Myzel hergestellt war, ohne daß sich an den Kernen bereits Umlagerungen gezeigt hätten. In jeder früher selbständigen Zelle dieserseits und jenseits der Brücke lag je ein Kern. Weiter fanden sich Phasen, in denen ein Kern bereits durch die Brücke geschlüpft war, also die eine der zwei Zellen an der Brücke kernlos war. Nun kamen aber nicht etwa ebensoviele Stadien, die darauf hingedeutet hätten, daß nach dem Kernübertritt in der zweikernig gewordenen Zelle sofort eine Schnalle gebildet wird, sondern zumeist gab es Bilder wie in Textbild 1 b bei a₁: In der Nähe der Anastomose einkernige oder kernlose Zellen und erst in weiterer Entfernung davon Schnallen in Seitenästen oder am Hauptast. Ja sogar zwischendurch einmal eine zweikernige Zelle ohne Schnalle, wie es einige Bilder in K n i e p s Beiträgen zeigen oder wie es bei B e n s a u d e S. 68, Fig. 11 zu sein scheint. Zeitweilig schien es so, als ob sich gar keine Beziehungen zwischen Kernübertritt infolge Anastomose und der Entstehung von Schnallen bei *Typhula* fänden, während der Zusammenhang zwischen diesen beiden Phasen doch bei *Corticium serum* so eng ist. Eine eigentümliche Erscheinung, die immer in der Nähe der Anastomosen zwischen ungleichen Myzelien wiederkehrte und die eine stammesgeschichtlich enge Beziehung der Basidiomyceten zu den Ustilagineen andeutet, gab jedoch etwas Licht. An einzelnen Zellen

waren Querwände zu sehen, denen eine Hälfte mehr oder minder fehlte, „halbe Wände“, wie ich sie nennen möchte, ohne damit

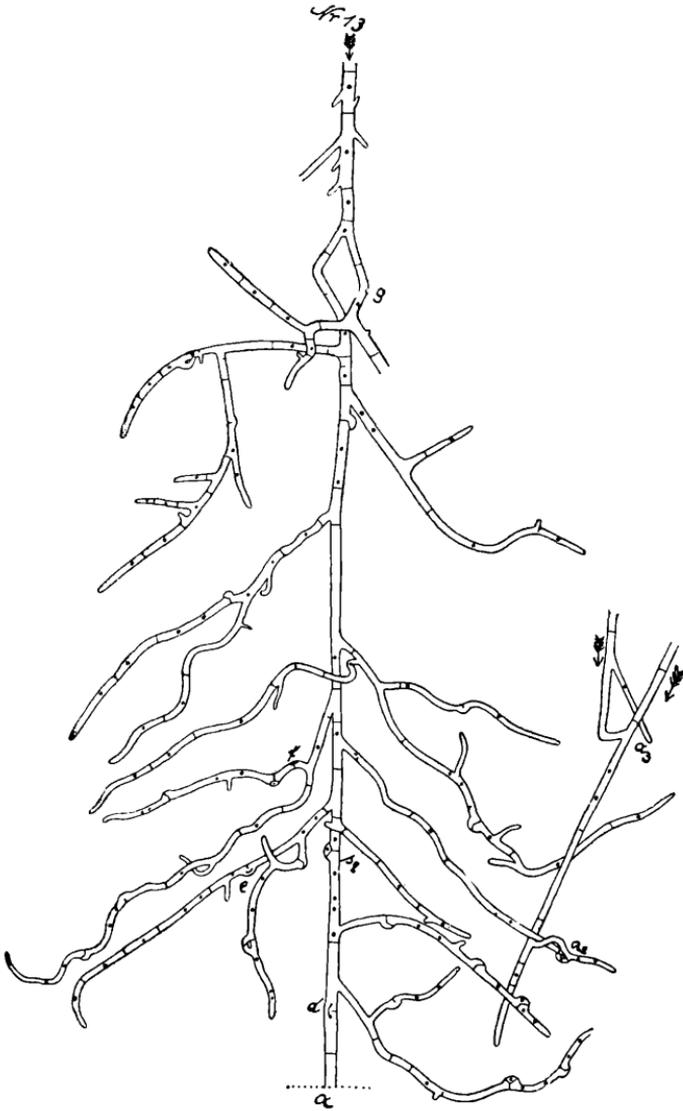


Fig. 1a. *Typhula erythropus*.

Anastomose zwischen zwei verschiedengeschlechtigen Einspormyzelien (Nr. 1 und 13) und darauf folgender Übergang zur Paarkernigkeit. Vorgeschrittenes Stadium.

besagen zu wollen, daß sie stets genau bis zur Zellmitte von einer Seitenwand aus reichen. Manchmal sind es nur noch kleine Spuren von Wänden, die sich kaum von Vakuolen im Zellplasma unterscheiden ließen, wenn nicht ihre genau senkrechte Stellung zur

Seitenwand des Zylinders sie gekennzeichnet hätte. Andre Male sind es Querwände, die zu $\frac{3}{4}$ oder noch mehr den Zellzylinder durchteilen. Wir werden hierbei an die Kernübertritte von einer benach-

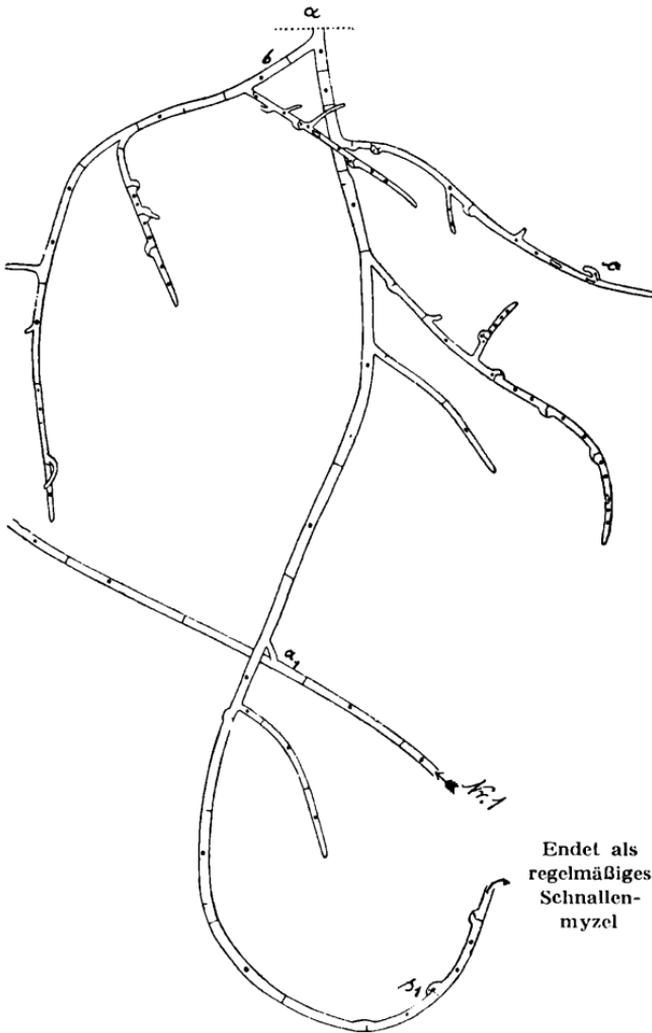


Fig. 1 b.

Fortsetzung von voriger Seite, bei a anzuschließen.

barten Zelle zur andern erinnert, wie sie, mit allmählicher Wandauflösung verbunden, bei *Ustilago Maydis* u. a. von Rawitscher¹⁾ angegeben werden. Wenn der fehlende Teil solcher halben Wand genau bäuchlings oder genau rücklings liegt, mag man sie

¹⁾ Rawitscher, F., Beiträge zur Kenntnis der Ustilagineen. Zeitschr. f. Botanik 1914.

leicht für volle Querwände halten, bis ein Vergleich aller Tiefeneinstellungen mit der Mikrometerschraube erweist, daß doch ein kleines Stück fehlt. Daß interkalare Wandbildungen vorkommen, steht unzweifelhaft fest. Daß auch umgekehrt Wände wieder aufgelöst werden können, sehen wir bei jeder Anastomose, allerdings für Außenwände. Weshalb sich Querwände darin anders verhalten sollen, ist nicht ersichtlich. Daß solche Wandauflösungen aber auch schon ihren Zweck erfüllen, wenn sie nur teilweise geschehen, ist auch klar. Denn ein Kern kann hindurchwandern, wenn das Loch in der Wand noch kleiner ist als ein ruhender Kern, so, wie sich ja auch bei *Corticium serum* die Kerne durch den engen Sporenhals mit Leichtigkeit hindurchdrängen. Tatsächlich habe ich auch mehrfach Stadien gesehen (z. B. Textbild I a bei d, e, f), die sich kaum anders deuten lassen, als daß sich hier ein Kern zwischen der Längswand und einer unvollständigen Querwand hindurchschiebt, wobei er seine normale Gestalt verliert und hantel- bis nierenförmig oder kometenschwanzartig wird. Der weniger plastische Nukleolus macht die Formveränderung mehr oder minder mit. — Bleibt nur die Frage: Ist die unvollkommene Wand im Aufbau oder Abbau begriffen? Gegen den Aufbau scheint mir schon die Stellung des Kerns zu der Querwand zu sprechen. Häufig ist die Längswand der Zelle, gegenüber der unvollkommenen Querwand, ausgebaucht, als ob sich der Kern dadurch den Engpaß erweitert hätte. Für den Abbau spricht die Häufigkeit dieser Wände in der Nähe von ersten Anastomosen und der Umwandlung von primärem zu sekundärem Myzel, die mit großen Kernumlagerungen und Wandauflösungen verbunden sein muß. Die Auflösung scheint bei *Corticium serum* so schnell vor sich zu gehen, daß sich halbabgebaute Wände nicht finden lassen oder der Abbau erfolgt dort auf der ganzen Querwandfläche gleichmäßig. Bei *Typhula* erfolgt er eben nur unvollkommen, von einer Seite her, und wird vielleicht später, wenn das Gleichgewicht wieder etwas besser hergestellt ist, vollendet. Es mag sein, daß das Alter der Wände, die Aktivität des Zellplasmas und der Kerne, vielleicht auch der mehr oder minder starke Grad von Verschiedenheit der wandernden Kerne für den Grad der Auflösung der Querwände ausschlaggebend sind.

Sehr häufig trifft man halbe Wände dicht neben vollen Wänden und Schnallen, so daß bei flüchtigem Zusehen der Eindruck entsteht, als ob sich hier ein ganz kurzes, kernloses Fadenstück durch Wände abgegliedert hätte. Erkennt man nun die eine Wand von beiden als halbe, im Abbau begriffene, so fragt man sich sofort: Was soll die volle Wand daneben? Ich halte sie für später gebildet, als die

halbe Wand schon durchbrochen war und einem Kerndurchtritt Raum gegeben hatte.

Da der Grad der Auflösung sich ganz verschieden stark findet, ist es leicht möglich, daß einzelne Wände auch spurlos verschwunden sind. Vollen Wänden ist ferner nicht anzusehen, ob sie primär oder sekundär entstanden sind, ebenso wie wir leider keinen Anhaltspunkt haben, um Kerne in einem Fadenstück als myzelfremd oder myzeleigen anzusprechen, wenigstens ihrem Äußeren nach nicht. Nur ihre Lage zu anderen Kernen und zu Schnallen bzw. Anastomosen, allenfalls noch in seltenen Fällen Größenunterschiede innerhalb eines Kernpaares lassen Schlüsse auf die Herkunft einzelner Kerne zu. Wenn nun zwischen einer Anastomose verschiedener Myzelien und dem Auftreten von Schnallen — wie so häufig beobachtet — unter Umständen eine lange Fadenstrecke, mit einkernigen, mehrkernigen und kernlosen Zellen im Wechsel, dazwischen liegt, so läßt sich vorläufig durch nichts ein Anhalt dafür gewinnen, ob die in solchem Fadenstück vorkommenden Kerne im einzelnen gleichartig sind oder ob nicht der eine myzeleigen, der andre myzelfremd ist; auch da, wo zwei Kerne in einer schnallenlosen Zelle liegen, kann man nicht entscheiden, ob sie gleichen oder verschiedenen Ursprungs sind. Sie können Produkte einer soeben oder früher erfolgten Einzelteilung sein, die keine Wand zwischen sich haben. Es können aber auch Kerne verschiedener Herkunft sein, die es aus irgendeinem Grunde nicht zur Schnallenbildung bringen; vielleicht ist das Fadenstück durch sein hohes Alter oder durch andre Gründe nicht fähig, Schnallen zu bilden. Wir beobachten ja sehr häufig mißgebildete Schnallen, die unter irgendwelchen Hemmungen entstanden sind. Diese Hemmungen könnten wohl auch, stärker geworden, die Schnallenbildung einmal ganz unterdrücken. Deshalb braucht diese nicht dauernd oder allerorts zu unterbleiben. Der myzelfremde Kern könnte im Faden weiterwandern, bis er an einer Stelle landet, die zur Schnallenbildung besser disponiert ist. Solche Stellen sind allem Anschein nach die Seitenäste und Spitzenzellen. (Wegen ihres geringeren Alters?) Es fällt auf, daß die Schnallenbildung, die ohnehin mit großer Schnelligkeit um sich greift, ihren ersten Ausgang von zwei Stellen gleichzeitig nimmt, wie es Textbild 2 zeigt. Bei A ist eine Anastomose zwischen einem (von unten im Bilde herwachsenden) Einspormyzel Z 5 (Zellinger *Typhula*), das, wie erinnerlich, mit dem (im Bilde von rechts herwachsenden) Mausberg-*Typhula*-Einspormyzel M 9 Schnallen zu bilden vermag. Die Kerne in den Zellen zu beiden Seiten der Brücke werden nicht mehr ihre ursprüngliche Lage innehaben. Mit Schnallenbildung

beginnt vorläufig erst nur das M 9-Myzel, offenbar gleichzeitig bei sa und sb. Später würde gewiß auch Z 5 anfangen, Schnallen

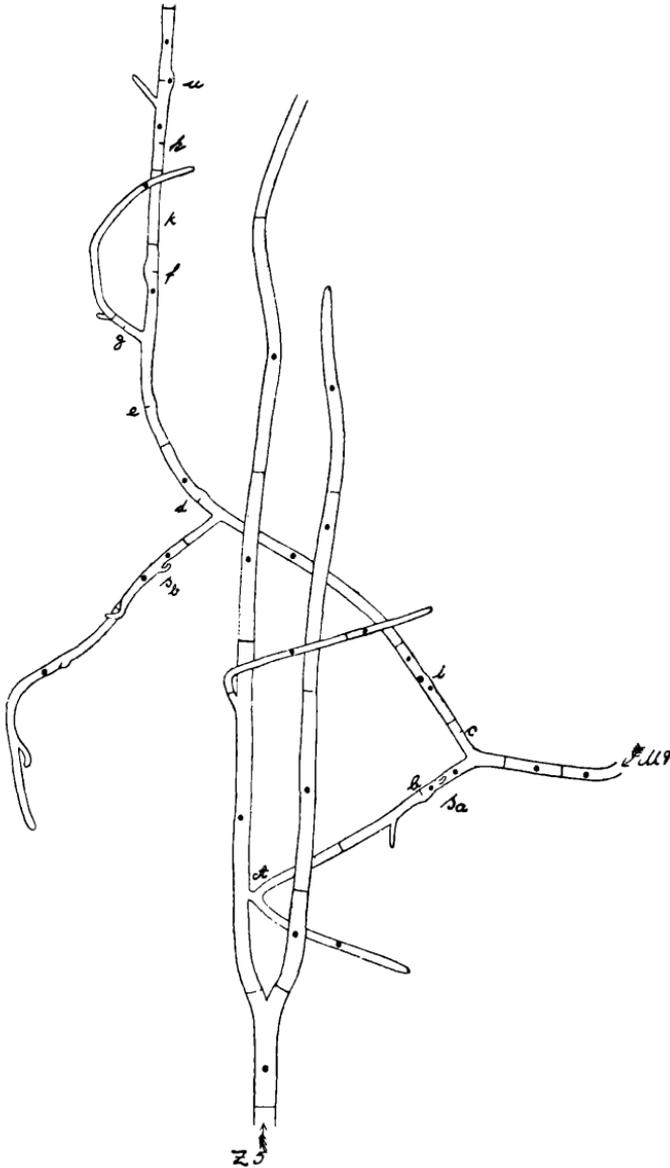


Fig. 2. *Typhula erythropus*.

Eben auftretende Schnallenanlagen (sa und sb) nach der ersten Anastomose (A) zwischen zwei verschiedengeschlechtigen Myzelien (Z 5 und M 9), b—h halbe Wände, i Kernanhäufung, u Kerndurchtritt.

zu bilden. Es wäre deshalb naheliegend, daß der Kern links der Brücke aus M 9 hergewandert ist. Der Geschwindigkeitsgrad, mit

dem die Myzelien die erste Schnalle anlegen, ist bei den verschiedenen Myzelien unterschieden. Es scheint jedoch, als verhielten sich hierin dieselben Myzelien zueinander konstant, also hier in diesem Falle würde Z 5 immer erst später zur Schnallenbildung übergehen als M 9. Der Fall, daß einmal die Myzelien diesseits und jenseits der Brücke zugleich mit Schnallenanlage beginnen, ist mir nicht begegnet. Textbild 2 erweckt den Anschein, als ob die an der Anastomosenbildung direkt beteiligten Zellen, abgesehen von Wandauflösung und -ausstülpung, völlig unbeeinflusst bleiben. In Wirklichkeit aber wird die Wand rechts von A sicherlich sekundär gebildet sein, nachdem Kernwanderung stattgefunden hat. Um so stärkere Veränderungen zeigen sich in der 2. und 3. Zelle und weiter nach rechts sowie spitzwärts. An vielen Stellen treten halbe Wände auf, teilweise mit Aufbauchungen der Außenwand. Auf die Ursache dieser Aufbauchungen läßt sich besonders aus der Lage des Kernes bei u schließen; sie wurde bereits früher angedeutet. Bei s a und s b entstehen Schnallen. Die Lage der Kernpaare und des zwischen beiden Kernen auswachsenden Schnallenhäkchens sind typisch für das Schnallenanlagestadium. Bei i sind drei Kerne in einer Zelle; bei k ist eine kernlose Zelle. Diese Unregelmäßigkeiten würden schon ohne die zahlreichen Halbwände auf Kernumlagerungen und nachträgliche Wandveränderungen hindeuten.

Im ganzen läßt sich also nach Bild 2 und ähnlichen vermuten, daß nach einem Brückenschlag zwischen sexuell verschiedenen Myzelien lebhaftere Kernwanderungen und -umlagerungen einsetzen, und zwar erst im einen Myzel, später im anderen auch. Dabei werden primäre Wände ganz oder teilweise aufgelöst und neue gebildet, so daß die erste Schnalle in einiger Entfernung von der Brücke auftreten kann. Da hier aber in s a und s b gleichzeitig Schnallenanlagen entstehen, kann man noch weiter annehmen, daß bei diesen Kernwanderungen eine nichtkonjugierte Teilung des myzelfremden Kernes oder allenfalls eine konjugierte Teilung ohne Schnallenbildung stattgefunden hat, in deren Folge myzelfremde Kerne an zwei Stellen gleichzeitig Schnallenbildung hervorrufen können. Es liegt nahe, zu glauben, daß solche Teilungen sich wiederholen können. Denn die Zellen des Hauptastes noch weiter spitzwärts, von s b an, sind auch schon aus dem Gleichgewicht der Einkernigkeit gebracht, und das würde die Anwesenheit noch eines dritten myzelfremden Kernes in M 9 verraten, falls man nicht vorzieht, an eine noch rätselhaftere Fernwirkung des ersten übergetretenen Fremdkernes zu glauben.

Schnallenzellen und Einkernzellen zeigen bei *Typhula erythropus* keine in die Augen fallenden Längenunterschiede. Wenn also aus einem primären Myzelstück später ein sekundäres mit etwa gleicher Zellenzahl entsteht, müssen zahlreiche primäre Kerne zugrunde gehen, denn das sekundäre Myzel erhält seine Kerne aus konjugierten Teilungen neu. — In Textbild 2 liegt der Fall immerhin noch ziemlich einfach, zumal über die Altersverhältnisse zwischen Seitenästen und Hauptast einerseits und der Anastomose andererseits Klarheit besteht. Die Anastomose wird erst eingetreten sein, nachdem der Seitenast, in dem später s b entsteht, schon angelegt war und als der Hauptfaden bereits über die Gegend von h hinausreichte. Darin liegt meiner Auffassung nach der Grund für die Verzögerung und Komplizierung der Schnallenbildung: Die Anastomose traf auf ziemlich alte Zellen.

Wagen wir uns nun an eine Deutung von Textbild 1 a und b. Bei a₁ liegt die erste und einzige Anastomose weit und breit zwischen zwei Einspormyzelien Nr. 1 und Nr. 13, die beide im Herbst 1919 von Mausberg-*Typhula* gewonnen wurden und aufeinander mit Schnallenbildung reagieren. Myzel Nr. 1 wird vorläufig von der Anastomose noch nicht zur Schnallenbildung veranlaßt. Seine Zelle nächst der Anastomose ist augenblicklich kernlos. Dagegen ist die Schnallenbildung in Nr. 13 schon in vollem Gange und viel weiter nach spitzen- und basalwärts geschritten, als in Textbild 3. In nächster Nähe der Anastomose sind wieder gar keine Schnallen. Aber nach beiden Seiten, sowohl im Hauptfaden wie in Seitenästen treten halbe Wände auf. Spitzenwärts, von der Anastomose an über dem dritten Kern des Hauptastes, beginnt der Faden von Nr. 13 ganz regelmäßig zweikernig zu werden und Schnallen zu tragen. Dieses Stück sowie einige davon abzweigende Seitenäste mit ebenso regelmäßigen Schnallen kommen in der Zeichnung nicht mehr zur Abbildung. Alle Schnallen sind schön zu erkennen und gleichmäßig gebaut. Einzig im Unterteil von s₁ ist der Kern steckengeblieben. Vielleicht hängt es damit zusammen, daß die nächsten Schnallen basalwärts, zum Zentrum von Nr. 13 hin, erst in Seitenästen auftreten und im Hauptast erst bei s₂, wo wiederum ein Kern in der Schnalle sitzen geblieben ist. In den Seitenästen, die wie z. B. b durch ihre Zellzahl höheres Alter vermuten lassen, sind wieder starke Störungen in der Regelmäßigkeit, mit der die Schnallenbildung erfolgt. Dagegen sind die Seitenäste 2. Ordnung, also wohl überhaupt der jüngste Teil des Myzels in der Nähe der Anastomose a₁, allesamt aus zweikernigen Schnallenzellen gebildet mit der gleichen Regelmäßigkeit von Kernlage und Schnallenform wie an der Spitze

des Hauptastes über s_1 , so daß die Annahme, die jüngeren Zellen seien besser zur Aufnahme des Schnallenzustandes geeignet als die alten Myzelteile, begründet erscheint.

Bei a_2 und a_3 (Fig. 1a) anastomosieren Äste von Myzel Nr. 13 untereinander. Bei a_3 sind es zwei einkernige Äste. Solche Anastomosen

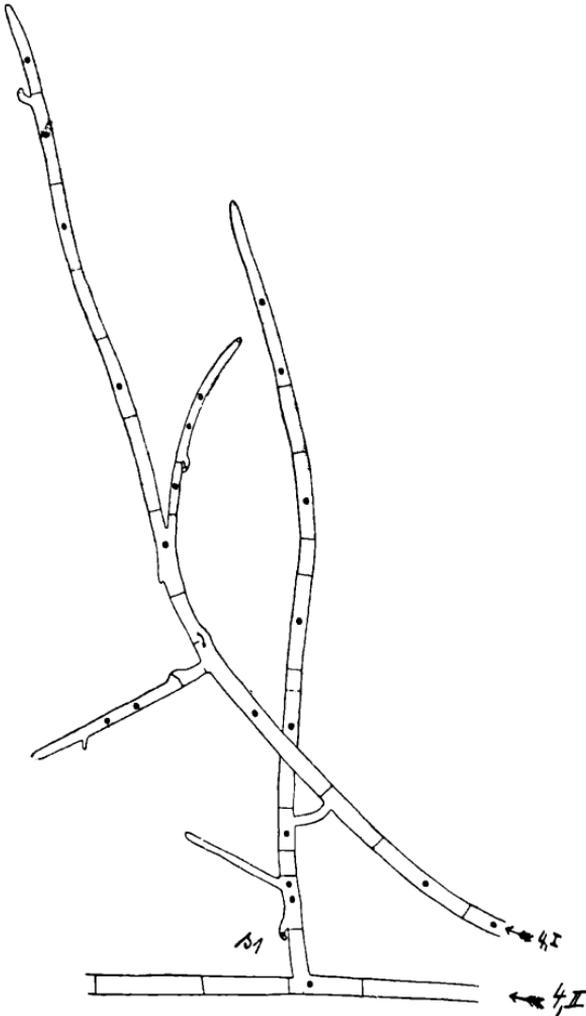


Fig. 3. *Typhula erythropus*.

Ein bereits infolge von Anastomose mit einem geschlechtsverschiedenen Myzel paarkernig gewordener Zweig (4, I) anastomosiert mit einem bis dahin einkernigen Zweig des eignen Myzels (4, II) und bewirkt in diesem die erste Schnallenanlage s_1 .

sind ja im primären Myzel allgemein. Bei a_2 dagegen anastomosiert anscheinend der eine dieser einkernigen Äste mit einem andern aus dem gleichen Myzel, der aber selbst gerade in Zweikernigkeit umschlägt. Solche Fälle wurden häufiger und besser als hier beobachtet. Textbild 3 gibt einen davon wieder. Es ist eine Anastomose zwischen

Ästen, die beide dem Zentrum eines Einspormyzel Nr. 4 vom Mausberg (1919) entstammen. Ast 4 II hat vorher schon mit einem Ast von Mausberg-Einspormyzel Nr. 1 (1919), das Nr. 4 gegenübergeimpft ist, anastomosiert und wechselt seither zwischen Ein- und Paarkernigkeit und kernlosen Zellen, während 4 I noch bis zur Anastomose mit 4 II streng einkernig geblieben ist. Auffallend ist an diesem Präparat die geringe Zahl von halben Wänden und die Häufigkeit, mit der kernlose Zellen auftreten. Wie leicht jedoch teilweise abgebaute Wände als volle erscheinen können, wurde bereits früher erwähnt.

Äste eines Myzels, die auch nur einen myzelfremden Kern enthalten, müssen natürlich auf noch rein primäre — auch wenn diese dem gleichen Myzel entstammen — wirken wie ein andersgeschlechtiges Myzel und bei Anastomose Schnallenbildung im primären Myzel hervorrufen können, selbst wenn sie selber noch gar keine Schnallen tragen.

Zu Bild 1 a und b sei noch nachgetragen, daß bei c (Fig. 1b) eine konjugierte Teilung der Spitzenzellkerne des Seitenastes im Gange ist. Auf die Kerndurchtritte bei d, e und f wurde schon früher verwiesen. Die Kernanhäufung vor s_2 erklärt sich wohl dadurch, daß diese Zelle zwei Kerne als Basalzelle des schnallenträgenden Seitenastes empfangen hat und außerdem noch zwei Kerne infolge von Kernwanderungen und nicht konjugierten Teilungen im Hauptast, die die Bildung von s_2 veranlaßt haben und gleichzeitig den Seitenast zur Schnallenbildung gebracht haben. Vielkernigkeit wird aber auch andre Gründe haben können, z. B. im Seitenzweig, der c benachbart ist. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß das Myzel bei g (Fig. 1a) gestaucht ist und — wohl dadurch — ein Bruch im Faden eingetreten ist. Eine mechanische Verletzung von außen ist als Ursache der Stauchung nicht wahrscheinlich, weil sie sich dann auch wohl auf die Seitenäste mit erstreckt hätte. Auf festen Nährböden müßten solche Stauchungen die Folge interkalaren Wachstums werden, da die Hyphen festkleben oder eingelagert sind. Man kann schließen, daß interkalares Wachstum auf Quer- und Schnallenwände beschränkt ist, weil Stauchungen selten sind.

Zum Schluß sei ein Fall erwähnt, den auch B e n s a u d e erwägt und an dessen Möglichkeit zuvor schon K n i e p gedacht hatte; ich halte es für wahrscheinlich, daß der Umschlag eines Einkernmyzels zur Zweikernigkeit und Schnallenbildung infolge von Verschmelzung mit einer Oidie eines Myzels anderen Geschlechts eintreten kann. Oidien scheinen nur im Einspormyzel vorzukommen.

Auf festen Nährböden wird die Keimung von Oidien selten zu finden sein, wenn nicht die Oidie nach ihrer Bildung aus den Verhältnissen, die zu ihrer Entstehung geführt haben, wieder herauskommt. Die Umstände, die zur Oidienbildung führen, dürften ihrer Keimung hinderlich sein. Im flüssigen Nährboden wird die Oidie leicht von ihrem Geburtsort fortgespült werden und entsprechend leichter keimen. Infolgedessen hat B e n s a u d e, die mit flüssigen Nährböden arbeitete, bei zwei Myzelien verschiedenen Geschlechts, die aufeinander zuwuchsen, häufig Schnallenbeginn beobachtet, noch ehe ein Kontakt beider Myzelien eingetreten zu sein schien. Ihre Ausdeutung, daß hier Verschmelzung eines Myzels mit einer myzelfremden Oidie anderen Geschlechts vorlag, halte ich für diese Fälle für richtig. Bei der Kultur von *Typhula erythropus* waren solche Fälle wegen der Verwendung fester Nährböden weniger zu erwarten. Ich glaube einen solchen Fall beobachtet zu haben, und zwar scheint dieser ausnahmsweise ebenso einfach zu liegen wie bei *Corticium*. Das Zusammentreffen zweier Kerne aus Myzelien verschiedenen Geschlechts hat offenbar genügt, um sofort die erste Schnalle hervorzubringen. Ob dies beim Verschmelzen einer Oidie mit einem andersgeschlechtigen Myzel stets so einfach sein wird, läßt sich nicht sagen. Es wäre denkbar, daß hier nur alles so glatt vonstatten ging, weil es junge Zellen, nahe der Fadenspitze, waren, die von der Anastomose betroffen wurden. Auffallend bleibt jedenfalls, daß unter K n i e p s und B e n s a u d e s Zeichnungen Fälle sind, die ebenso einfach zu liegen scheinen und auch einen ähnlichen Deutungsversuch schon erfuhren, während B e n s a u d e über das andre Schema — Anastomose zwischen zwei geschlechts-differenten Myzelien — schreibt: „Nous avons maintes fois observé des anastomoses entre filaments α et β ; mais, à la vérité, jamais nous n'avons pu voir d'une façon indubitable la fusion plasmogamique qui serait à l'origine du filament secondaire en voie de formation. Mais cela s'explique par le fait que les hyphes enchevêtrées sont difficiles à observer.“ — Mir will es scheinen, als wenn auch weniger verwickelte Stadien von Anastomosen zwischen *Coprinus fimetarius* α und β nicht das erwartete Bild von „Plasmogamie“ gewährt haben würden. Sicherlich verhalten sich die einzelnen Pilze in dieser Hinsicht durchaus nicht gleich. Daß zwischen *Corticium serum* und *Typhula erythropus* in der Anlage der ersten Schnalle in Wechselbeziehung zur ersten Anastomose ein großer Unterschied besteht, glaube ich erwiesen zu haben. *Coprinus fimetarius* steht in seinem Verhalten bei diesen Vorgängen vermutlich der *Typhula* viel näher, und der Umstand, daß auch K n i e p bei *Corticium varians* und

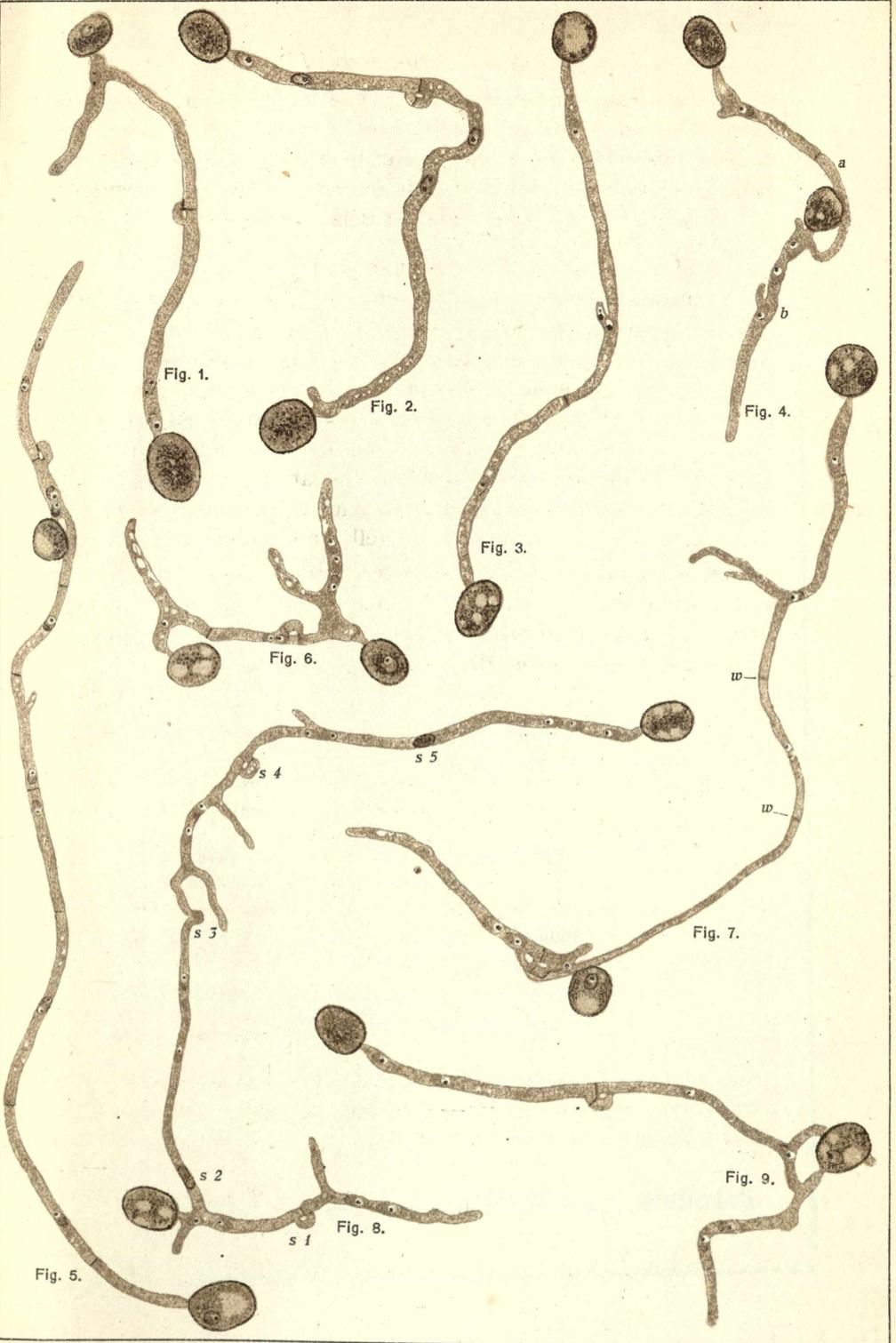
Collybia conigena gleichfalls keine einfachen Verhältnisse vorfand, läßt schließen, daß auch diese beiden Pilze, bei denen nach meinen Ergebnissen Heterothallie nicht ausgeschlossen ist, obwohl der zytologische Befund zunächst auf Homothallie deutet, sich mehr dem *Typhula*-Typus nähern. Identisch ist ihr Verhalten mit *Typhula* allerdings auch nicht, denn die halben Querwände und Ausbauchungen scheinen zu fehlen, die leeren Zellen scheinen zum mindesten erheblich seltener zu sein. Hierüber müssen spätere Untersuchungen entscheiden. Von *Schizophyllum commune*, *Armillaria mucida*, *Aleurodiscus polygonius*, die sich zum Teil wegen der Bildung von Luftmyzel, zum Teil wegen geringer Kerngröße und wegen geringer Breite der Zellen zur Untersuchung ungeeigneter erwiesen, wurde Gleiches schon früher erwähnt, so daß es den Anschein hat, als wenn bei weitem die Mehrzahl der höheren Basidiomyceten, die nach dieser Richtung hin untersucht wurden, sich ähnlich wie *Typhula erythropus* verhält. D. h., es anastomosieren zwei geschlechtsdifferente Einspormyzelien miteinander; es folgen Kernübertritte und Kernumlagerungen über mehrere Zellen hinweg, unter Auflösung und späterer Neubildung von Querwänden, bis schließlich, mehr oder minder von der Anastomose entfernt, ein Paar von Kernen verschiedener Herkunft zwischen sich die erste Schnalle anlegt oder die Schnallenbildung an mehreren Orten gleichzeitig einsetzt, weil sich Paare geschlechtsdifferenter Kerne an mehr als einem Punkte zusammengefunden haben.

Der *Corticium serum*-Typus, bei dem Anastomosen zwischen Einzell-Myzelien auftreten und sofortige Schnallenbildung im Gefolge haben, scheint bei weitem seltner zu sein.

Botanisches Institut Würzburg, Februar 1921.

Tafelerklärung.

Die Abbildungen der Tafeln beziehen sich alle auf *Corticium serum* Fr. Sie sind mit Abbeschem Zeichenapparat gezeichnet, unter Verwendung von Zeiß Apochr. 1,5 mm (homog. Immersion) und Komp. Ok. 6. Die Erklärung der einzelnen Figuren findet sich im Text.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [64_1923](#)

Autor(en)/Author(s): Lehfeldt Werner

Artikel/Article: [Über die Entstehung des Paarkernmycels bei heterothallischen Basidiomyceten. 30-51](#)