

Mitteilungen.

49. W. Voss: Über Schnallen und Fusionen bei den Uredineen.

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 4. Juli 1903.

In einer Arbeit über „Plasmaverbindungen und Fusionen der Pilze der Florideenreihe“, Bot. Ztg. 1902, S. 139—148, hat ARTHUR MEYER auf den Mangel genauer Beobachtungen über das Vorkommen und die Art von Fusionen bei den Uredineen hingewiesen. Während man in der Literatur auf viele sichere Angaben über das Auftreten von Fusionen bei den Ascomyceten und den übrigen Basidiomyceten stösst, ist mir nur eine Angabe bekannt geworden, die sich auf das Vorkommen von Fusionen bei den Uredineen bezieht. BÜSGEN (Über einige Eigenschaften der Keimlinge parasitischer Pilze, Bot. Ztg. 1893) hatte an einigen Stellen den Eindruck, als ob benachbarte Hyphenzweige miteinander verschmelzen können. Da jedoch aus manchen Gründen eine Sicherstellung der Fusionsverhältnisse der Uredineen wünschenswert ist, habe ich auf Veranlassung des Herrn Professor ARTHUR MEYER das Mycel dieser Pilze hierauf näher untersucht.

Das Material für meine Untersuchungen wurde mir zum grössten Teil in Form von Teleutosporen von Herrn Dr. KLEBAHN, Hamburg, gütigst zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Mir stand deshalb die Aecidienform der *Puccinia* von *Carex hirta*, *Puccinia* von *Carex acuta*, *Puccinia* von *Phragmites*, *Melampsora* von *Salix viminalis*, *Melampsora* von *Salix pentandra* und ausserdem der *Puccinia graminis* zur Verfügung. Ausserdem wurde das Uredomycel von *Puccinia graminis*, der *Puccinia* von *Carex acuta*, der *Puccinia* von *Carex hirta* und des *Phragmidium violaceum* untersucht.

Um die oben gestellte Frage entscheiden zu können, musste eine Präparationsmethode angewandt werden, welche die zwischen den Zellen der Wirtspflanze liegenden Hyphen des Schmarotzers hinreichend sichtbar macht, ohne die Durchsichtigkeit des Präparates so weit aufzuheben, dass eine genügende Übersicht über das Hyphengeflecht des Pilzes unmöglich würde. Färbemittel, vor allem Jod, waren deshalb für meine Zwecke nicht anwendbar. Am besten bewährte sich eine Methode, die deshalb auch ausschliesslich angewandt

wurde, nach der die Schnitte durch das infizierte Blatt in 1proz. Osmiumsäure gehärtet und in Chloralhydrat beobachtet wurden. In Chloralhydrat nahm das Plasma der bis 10 Minuten mit Osmiumsäure behandelten Schnitte eine leichte Schwärzung an, die Hyphen des Pilzes erschienen jedoch etwas dunkler als die Zellen des Blattgewebes. Bei zu langer Behandlung mit Osmiumsäure trat in den Hyphen leicht eine zu starke Schwärzung ein, so dass die Querwände derselben nicht mehr sichtbar waren. In manchen Fällen waren Quetschpräparate der nach der beschriebenen Methode behandelten Schnitte von Nutzen.

Sowohl an dem Aecidienmycel, als auch an dem Uredo-Teleuto-mycel der von mir untersuchten Arten wurden Fusionen gefunden. Auf dem ersten Blick schienen dieselben in grosser Menge vorzukommen, doch liessen sie sich nur in wenigen Fällen, jedoch bei allen untersuchten Arten und sowohl am Uredo-, als am Aecidienmycel, mit Sicherheit nachweisen. Das intercellulare Wachstum der Schmarotzer täuscht oft dadurch, dass Hyphenzweige, die sich kurz hinter der Verzweigungsstelle wieder verzweigen, durch den Verlauf der Intercellularen gezwungen worden waren, nach der Gabelung parallel zum Mutterzweig zu wachsen, eine Fusion vor, die dadurch entstanden wäre, dass eine von zwei parallel nebeneinander hinwachsenden Hyphen zu der andern einen Seitenzweig getrieben hat und durch diesen mit ihr in Fusion getreten ist. Besonders sorgfältiger Prüfung bedurfte ein Bild, wenn dies Verbindungsstück zwischen zwei Hyphen offen war, jedoch konnten in einigen glücklichen Fällen einige solcher Bilder mit hinreichender Sicherheit als Fusionen angesprochen werden (Fig. 1). War das Verbindungsstück in der Nähe der einen Hyphe durch eine Membran geschlossen, so konnte mit grösserer Sicherheit die Stelle als Fusion angesprochen werden, da die Verzweigung der Pilzhypfen in der Regel unter einer Querwand der Mutterhyphe entsteht und in unmittelbarer Nähe derselben selten in dem Hyphenzweig eine Querwand auftritt. Da jedoch sichere Ausnahmen von dieser Regel von mir auch bei den Uredineen gefunden wurden, so konnte das Auftreten dieser Querwand nicht als Charakteristikum für eine Fusion gelten. Ich hatte auch hier nur in einzelnen Fällen die Berechtigung, von einer Fusion zu reden. In den Figuren 2 und 3 gebe ich ein Paar Abbildungen, von denen ich glaube, sie als Fusionen ansprechen zu dürfen. Absolut beweiskräftig sind dieselben natürlich nicht, jedoch wäre eine von den Hyphen gebildete geschlossene Masche der absolute Beweis für das Vorkommen von Fusionen bei den Uredineen. Solche wurden von mir gefunden, und ihr Vorhandensein spricht mit für die von mir gegebene Interpretation der in Fig. 1—3 abgebildeten Fälle. Es bedurfte stets sorgfältiger Prüfung, um in dem Gewirr von Hyphen

in der Intercellulare eine Masche von zufällig übereinander liegenden Hyphen zu unterscheiden. Natürlich konnte ich nur Maschen von geringem Umfang überblicken. In den meisten beobachteten Fällen hatte ein Hyphenzweig, der häufig wieder Seitenzweige getrieben hatte, kurz hinter der nächsten Querwand mit der Nachbarzelle des Hauptfadens fusioniert. Es zeigte sich, dass die Fusionen ihrer Entstehung nach bei den Uredineen denen der Ascomyceten und der übrigen Basidiomyceten gleichwertig sind. Es entsteht hierbei auch zuerst eine breite Plasmabrücke an der Fusionsstelle (Fig. 4, vielleicht auch Fig. 5 zeigen die Fusion in diesem Stadium), die sich später durch eine Membran in der Nähe der Fusionsstelle wieder schliesst. Oft war die durch die Fusion entstandene Masche so eng, dass dieselbe als ein Übergang zu den Schnallen gelten konnte (Fig. 6).

Interessant und von einiger Wichtigkeit ist die Beobachtung von typischen Schnallen bei allen von mir untersuchten Uredineenspezies. Die die Fusion von zwei benachbarten Zellen eines Mycelfadens vermittelnde Hyphe entspringt in unmittelbarer Nähe der die Zellen trennenden Querwand, um so nahe hinter derselben mit der andern Zelle zu fusionieren, dass bei den von mir angewandten Vergrößerungen eine Maschenbildung nicht zu beobachten war. Doch zeigte stets die Querwand der Haupthyphe bei offenen Schnallen an ihrem freien Ende eine deutliche Anschwellung (Fig. 10—15).

Wie die Bildung der Fusionen konnte diejenige der Schnallen natürlich nicht direkt beobachtet werden, jedoch ermöglichten es die Beobachtungsbefunde, festzustellen, dass dieselbe völlig gleich derjenigen bei den übrigen schnallenbildenden Pilzen geschieht. Es wird zwischen den fusionierenden Zellen erst eine breite Plasmabrücke angelegt (Fig. 10—12), die dann durch das Auftreten eines Membranringwalles in der Nähe der Fusionsstelle immer mehr eingeeengt wird (Fig. 15), bis schliesslich eine neue Querwand die Fusionsbrücke wieder verschliesst (Fig. 13—15).

Untersuchungen von WAHRLICH (Zur Anatomie der Zelle bei Pilzen und Fadenalgen, St. Petersburg 1892) und ARTHUR MEYER (Das Vorkommen von Plasmaverbindungen bei Pilzen, Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch. 1896) haben den Beweis erbracht, dass das Cytoplasma der Zellen einer Pilzhyphe durch meist je eine verhältnismässig dicke Plasmaverbindung in Zusammenhang steht, und dass auch die an Fusionsstellen neu entstehenden Querwände von einer solchen durchsetzt sind. Dass die Uredineen nicht von dieser Regel abweichen, konnte nach den obigen Untersuchungsergebnissen erwartet werden, und in der Tat konnte ich an günstig liegenden Querwänden nach einer Färbung mit Jod-Jodkalium und darauf folgendem Quellen in Chlorzinkjod (Methode nach ARTHUR MEYER) je eine Plasmaverbindung nachweisen. Fusionen konnte ich in nach

der angegebenen Methode behandelten Schnitten infolge der grossen Undurchsichtigkeit des Bildes nicht auffinden, jedoch hatte ich das Glück, nach langem Suchen auf eine frei liegende Schnalle zu stossen, bei der deutlich je eine Plasmaverbindung in der ursprünglichen Querwand und in der die Schnalle schliessenden Wand zu beobachten war (Fig. 16).

Um die Morphologie des vorparasitischen Mycel der Uredineen zu studieren, machte ich eine Reihe von Kulturversuchen mit Uredosporen von *Phragmidium violaceum*, jedoch nicht mit grossem Erfolg, da die Keimlinge bald von üppig sprossenden Hefen überwuchert wurden, deren Keime augenscheinlich den einzelnen Uredosporen anhafteten, da sie auch nach Verdünnungen auftraten. Es wurden zunächst in verschiedene Nährlösungen Aussaaten gemacht. In einer Nährlösung von 1 pCt. Asparagin, 100 pCt. mineralischer Nährlösung und von 0,5 pCt. Dextrose, 0,5 pCt. Rohrzucker, 0,5 pCt. Glycerin, 100 pCt. mineralischer Nährlösung trieben nur wenige Sporen kurze Keimschläuche. Günstiger war das Ergebnis bei 1 pCt. Asparagin, 1,5 pCt. Rohrzucker, Trockensubstanz der Bierwürze, mineralische Nährlösung, die mit officineller Phosphorsäure schwach angesäuert war. Jedoch konnten in ihr auch nur unseptierte Hyphen von geringer Länge gezogen werden. Bessere Resultate erzielte ich in Nährlösung von der Zusammensetzung: 1 pCt. Pepton, 1 pCt. Asparagin, 3 pCt. Dextrose, 200 pCt. mineralische Nährlösung, 100 pCt. Abkochung von *Rubus*-Blättern, die durch fünf Minuten langes Abbrühen von *Rubus*-Blättern mit vorher auf 100° erhitztem Wasser erhalten wurde. Ich erzielte in dieser Nährlösung septierte Hyphen, die teilweise Neigung zur Verzweigung zeigten (Fig. 17). Dieselben führen stets in ihrer ganzen Ausdehnung Cytoplasma, und enthielten, wie ich mit Hilfe von Jod-Jodkalium, 1 : 2 : 300, feststellen konnte, häufig nicht geringe Mengen Glykogen. Ein Kriechen des Protoplasten in den Membranen, wie es bei den Ustilagineen stattfindet (vergl. die Angaben bei BREFELD, Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie: Die Brandpilze I, Heft 5, 1883, und Die Brandpilze II, Heft 11, 1895; und ARTHUR MEYER, Bot. Ztg. 1902), wurde nicht beobachtet. Wichtig ist, dass ich in einem Falle an einer Hyphe eine Schnalle beobachten konnte. Wie Fig. 15, die bei starker Vergrösserung, $\frac{1}{12}$ Imm. SEIBERT, Oc. III, gezeichnet wurde, zeigt, war sie noch nicht völlig geschlossen.

Am Schluss will ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die zu beobachten ich häufig Gelegenheit hatte. Die Enden der durch eine oder mehrere Querwände septierten Hyphen zeigten sich in sehr vielen Fällen sehr stark angeschwollen und häufig durch eine Membran abgetrennt (Fig. 17). Der geschwollene Teil führte reichliche Menge Cytoplasma, und eine Färbung mit Jod-Jodkalium wies in

ihnen grosse Massen von Glykogen nach. Der Protoplast des übrigen Hyphenteils war zwar noch deutlich nachweisbar, jedoch auf einen dünnen Wandbelag beschränkt und enthielt meistens keine nachweisbare Menge von Glykogen. In manchen Fällen trat aus der beschriebenen tonnenförmigen Anschwellung ein Hyphenzweig hervor, der eine geringere Dicke zeigte als der von Uredosporen getriebene Keimschlauch und der, wie die Anschwellung, reichliches Cytoplasma und grosse Mengen von Glycogen enthielt (Fig. 17).

Durch meine Versuche wurde festgestellt, dass das vorparasitische Mycel der Uredineen sich nicht wie das der Ustilagineen verhält, sondern dass es mit dem parasitischen der Ordnung und damit in bezug auf die Fusionen mit dem der Basidiomyceten übereinstimmt, da die Beobachtung von Schnallen den Schluss erlaubt, dass die kümmerliche Ausbildung des Mycels der Grund war, dass Fusionen zwischen zwei Hyphenzweigen nicht beobachtet werden konnten.

Von den durch die oben mitgeteilten Beobachtungen sicher gestellten Tatsachen hat wohl das Vorkommen von Schnallen bei den Uredineen den grössten Wert. Während bei den Pilzen der Florideenreihe, den Ascomyceten, Schnallen stets von Fusionen begleitet sind, ist das Umgekehrte nicht immer der Fall. Schnallenbildung war bis jetzt nur bei den Basidiomyceten und den höchstentwickelten Ascomyceten, den Tuberineen, bekannt, also nur bei Formen, die sicher einen langen Entwicklungsgang hinter sich haben, während sie bei den weniger von der wahrscheinlich ursprünglichen Form abweichenden Ascomyceten nicht vorkommen. Sie müssen deshalb als eine spät erworbene Eigenschaft von Pilzformen mit langem Entwicklungsgang aufgefasst werden. Ihr Auffinden bei den Uredineen spricht deshalb für die Ansicht ARTHUR MEYER's, die er in seiner schon oben genannten Abhandlung S. 152 äussert, dass die Uredineen sich verhältnismässig früh vom allgemeinen Pilzstamm abgegliedert haben, um nach einer langen Entwicklung ihre jetzige Form anzunehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Zeichnungen wurden mit Hilfe des Zeichenapparates entworfen. Objektiv-V.
 $\frac{1}{2}$ SEIBERT, Ocul. III. Nur Fig. 15 und 18 $\frac{1}{12}$ -Imm. SEIBERT, Ocul. III.

- Fig. 1. Offene Fusion aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex hirta*.
.. 2 und 3. Geschlossene Fusion aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex hirta*.
.. 4. Offene Masche aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites*.
.. 5. Masche aus dem Aecidienmycel der *Melanpsora* von *Salix viminalis*.
.. 6. Masche aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites*.
.. 7. Masche aus dem Aecidienmycel der *Puccinia graminis*.
.. 8. Masche aus dem Uredomycel der *Puccinia graminis*.
.. 9. Masche aus dem Uredomycel des *Phragmidium violaceum*.

- Fig. 10. Offene Schnalle aus dem Uredomycel der *Puccinia* von *Carex hirta*.
 „ 11. Offene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex acuta*.
 „ 12. Offene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites*.
 „ 13. Geschlossene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia graminis*.
 „ 14. Geschlossene Schnalle aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Phragmites*.
 „ 15. Halb geschlossene Schnalle aus dem Keimschlauch der Uredospore von *Phragmidium violaceum*.
 „ 16. Plasmaverbindungen in eingeschlossenen Schnallen aus dem Aecidienmycel der *Puccinia* von *Carex acuta*.
 „ 17. In Nährlösung gekeimte Uredospore von *Phragmidium violaceum*. Aussaat 17. Juli 1902, gezeichnet 19. Juli 1902. Jod-Jodkaliumfärbung.
 „ 18. Ende eines Keimschlauchs von einer Uredospore von *Phragmidium violaceum*. Aussaat 17. Juli 1902, gezeichnet 19. Juli 1902. Jod-Jodkaliumfärbung.

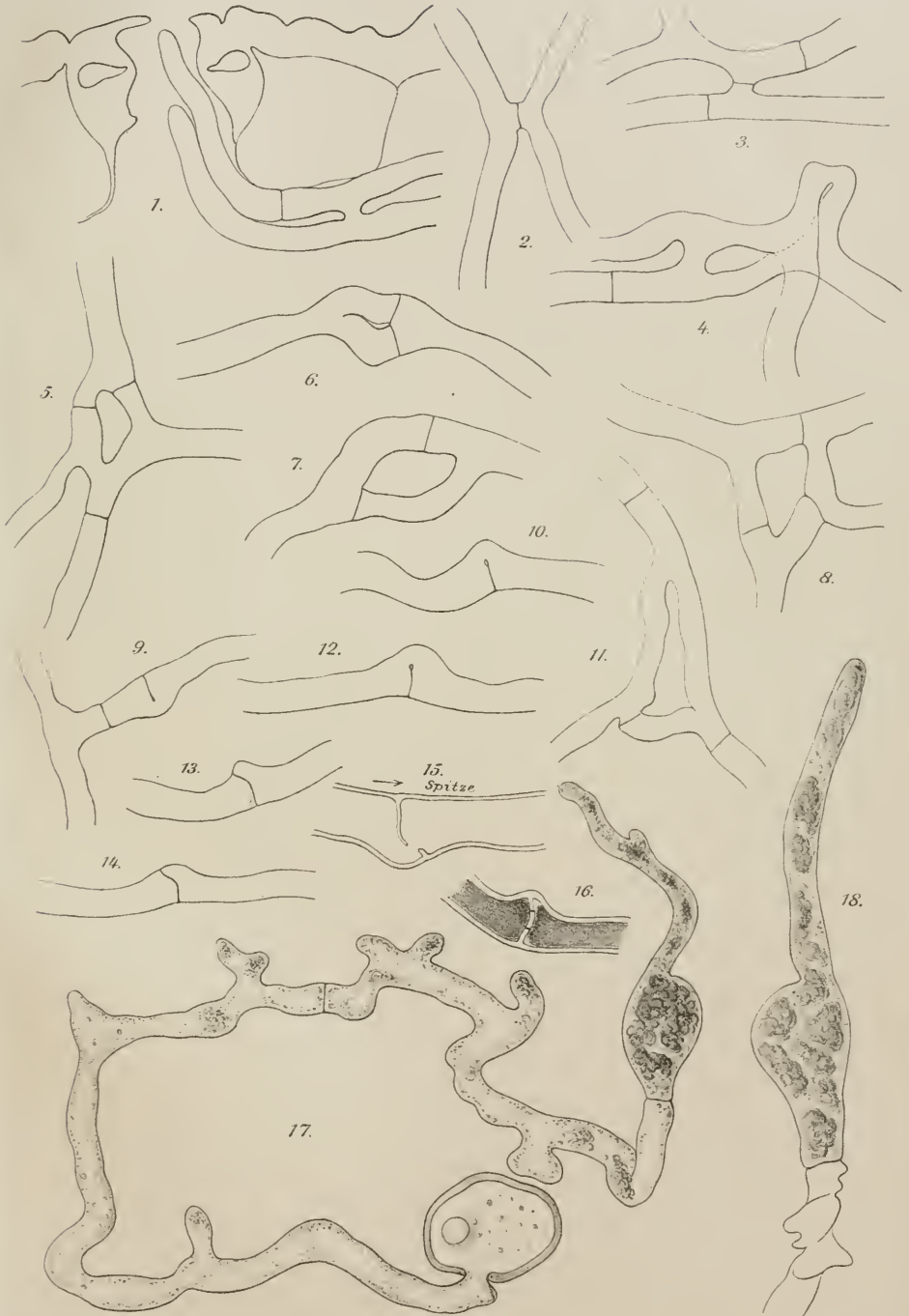
50. J. Reinke: Die zur Ernährung der Meeres-Organismen disponiblen Quellen an Stickstoff.

Eingegangen am 11. Juli 1903.

In der Pflanzen- und Tierwelt des Meeres, sowohl der festgewachsenen wie der schwimmenden, ist ein ungeheurer Vorrat von gebundenem Stickstoff gegeben. Da hierfür hauptsächlich die Phosphorproteide und Eiweissstoffe des Protoplasma in Betracht kommen, möge diese Bindungsform des Stickstoffs kurzweg als Eiweiss bezeichnet werden.

Das Problem ist, woher dieser Eiweissstickstoff stammt, aus welchen anorganischen Stickstoffvorräten die Algen ihn assimiliert haben, sowohl die festsitzenden wie die schwimmenden des Planktons; denn nach allem, das wir wissen, können Tiere kein Eiweiss aus anorganischem Material synthetisch aufbauen, sie sind zu ihrer Ernährung angewiesen auf das in Pflanzenzellen gebildete Eiweiss. Die Pflanzen verfügen nicht nur über die Kunst der Bildung von Kohlenhydraten aus Kohlensäure, sondern auch über die Fähigkeit zur Erzeugung von Eiweiss aus Nitraten oder Ammoniakverbindungen; gewisse Spaltpilze vermögen sogar den freien Stickstoff zur Synthese von Eiweiss zu verwenden. Darum kommt für das Problem der Eiweissbildung im Meere nur die assimilierende Tätigkeit der Pflanzen in Betracht.

Schon beim Niederschreiben meines im Jahre 1880 erschienenen Lehrbuchs der allgemeinen Botanik war mir in Bezug auf die Stickstoffernährung der Meeresalgen auffallend, dass die damals zur Verfügung stehenden Meerwasser-Analysen entweder gar keine oder



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Voss W.

Artikel/Article: [Über Schnallen und Fusionen bei den Uredineen. 369-371](#)