

Untersuchungen über *Pythium Equiseti*.

Von

Dr. Richard Sadebeck.

Mit Tafel III. und IV.



Die Entwicklungsgeschichte der Schachtelhalme, ganz insbesondere aber die der Anfangszustände derselben hat im Verhältniss zu der der anderen Abtheilungen der Gefässcryptogamen eine sehr geringe Anzahl von Bearbeitern aufzuweisen. Die bis jetzt mitgetheilten Angaben beschränken sich im Wesentlichen auf die Untersuchungen von Milde¹⁾, Hofmeister²⁾ und Duval-Jouve³⁾, differiren aber zum Theil gerade in den wichtigsten Punkten, wie z. B. in der Entwicklungsgeschichte der Antheridien, des Embryo's u. s. w. Indem also weitere Untersuchungen zur Klarlegung dieser Verhältnisse durchaus wünschenswerth waren, unternahm ich es, die dazu erforderlichen Culturen anzustellen. Ich säete daher am 27. April v. J. Sporen von *Equisetum arvense*, und Ende Juni die von *E. palustre* aus. Die nachstehenden Erörterungen beziehen sich jedoch nur auf *Equisetum arvense*.

Um möglichst allen Eventualitäten vorzubeugen, und das Gelingen besagter Culturen zu sichern, wurden die Aussaaten an drei verschiedenen Orten bewerkstelligt, nämlich im Berliner pflanzenphysiologischen Institut, im botanischen Garten der Universität und in meiner Wohnung. Gemäss den Angaben und Erfahrungen Hofmeisters⁴⁾ wurde auch dafür Sorge getragen, die Oberfläche der Aussaat-Töpfe uneben zu machen und ausserdem wurde als Substrat nicht allein Gartenerde, sondern auch Sand angewendet. Besonders

1) Nova acta Acad. Leopold. nat. cur. vol. XXIII. P. II. pag. 615 ff.

2) Vergleichende Untersuchungen 1851 pag. 89 ff. und Beiträge zur Kenntniss der Gefässcryptogamen in den Abhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften 1852 pag. 168 ff.

3) Histoire naturelle des Equisetum. (Paris 1864.)

4) l. c. pag. 169.

auf letzterem gediehen im Anfange die Culturen allem Anscheine nach recht gut, so dass Hoffnung war, das für die Untersuchung gewünschte Material zu erhalten. Weniger geeignet für die Bedingungen der Keimung erwies sich die reine Gartenerde.

Etwa zwei Wochen nach der Aussaat, am 15. Mai, bemerkte jedoch mein Freund, Prof. L. Kny, an den im pflanzenphysiologischen Institut zu Berlin angestellten Culturen, dass ein Theil der bis dahin gut gediehenen Prothallien des *Equisetum arvense* eine hellbraune Färbung zeigte, verbunden mit der Neigung, die bisher verfolgte aufrechte Wachstumsrichtung aufzugeben und sich der Oberfläche des Substrates anzulegen.

Diese Erscheinung wurde jedoch ausschliesslich nur an solchen Vorkeimen beobachtet, welche auf Sand ausgesät waren, die übrigen, auf Gartenerde ausgesäten, hatten sich vollständig frisch erhalten, und gediehen allem Anschein nach ganz vortrefflich. Eine nähere Untersuchung zeigte nun sehr bald, dass das Mycelium eines Pilzes, der, wie die weiteren Mittheilungen zeigen werden, in die Familie der *Saprolegnices* gehört, die Ursache dieser Wachsthumshemmung war, und damit verbunden auch das Zugrundegehen der von ihm befallenen Prothallien bewirkte; der Art, dass dieselben gänzlich verschwanden, ohne irgendwelche, dem unbewaffneten Auge erkennbaren Ueberreste zurückzulassen.

Es war leider nicht möglich, die Entwicklungsgeschichte dieses Pilzes in aller Vollständigkeit, wie sie wohl wünschenswerth gewesen wäre, zu beobachten; immerhin jedoch war das Untersuchungsmaterial ausreichend, eine grössere Klarheit zu gewähren in einigen besonders kritischen Punkten der Befruchtungstheorie dieser Familie. Da es ausserdem zum mindesten sehr unsicher ist, ob mir Gelegenheit gegeben werden wird, diesen interessanten Schmarotzer nochmals zu untersuchen, so theile ich im Nachfolgenden meine darauf bezüglichen Untersuchungen in einer vollständigeren Form mit, als es mir bei dem mündlichen Vortrage¹⁾ in der Sitzung des Berliner botanischen Vereins möglich war.

Auch Milde berichtet in seiner Entwicklungsgeschichte der *Equiseten* und *Rhizocarpeen*²⁾, dass gegen Ende des April das Mycelium eines Pilzes, welches sich sehr rasch verbreitete, alle Vorkeime des *Equisetum arvense* zerstörte und so seinen weiteren Beobachtungen ein Ende machte. Es scheint mir kaum zweifelhaft, dass Milde's

¹⁾ Vergl. Sitzungsberichte des botanischen Vereins für die Provinz Brandenburg vom 28. August 1874. pag. 116 ff.

²⁾ l. c. pag. 641.

Culturen, obwohl bedeutend weiter entwickelt, demselben Pilz erlagen, durch welchen auch die meinigen zu einem grossen Theile zerstört wurden. Auch in meinen Culturen verbreitete sich der Pilz sehr rasch und durchzog die jungen Vorkeime mit einem dichten Fadennetz. Zuerst wurden hiervon die Wurzelhaare betroffen, und steht hiermit die Erscheinung im Zusammenhange, dass die Prothallien eine auffallende Neigung gegen die Bodenoberfläche erkennen liessen.

Es wurde an einer grossen Anzahl von Vorkeimen festgestellt, dass die Wurzelhaare bereits mit viel Mycelfäden angefüllt waren, während in den Zellen des Vorkeims noch nichts davon zu sehen war. Nimmt man hierzu die Thatsache in Erwägung, dass die auf Gartenerde erzogenen Vorkeime nichts von einer Erkrankung zeigten, obgleich sie in demselben Topfe, wie die auf Sand erzogenen und erkrankten sich befanden (die Aussaattöpfe waren nämlich so eingerichtet, dass die Oberfläche derselben zur Hälfte von gewöhnlicher Gartenerde, zur anderen Hälfte von einer Lage Sand gebildet wurde), so liegt die Vermuthung nicht fern, dass das Substrat die Keime des Pilzes in sich getragen habe und dass von diesem die Infection ausgegangen sei. Eine darauf bezügliche directe Beobachtung gelang nicht, obwohl behufs derselben mehrfache Versuche gemacht wurden; dagegen gelang es stets, gesunde Vorkeime zu inficiren.

Um zunächst sicher zu gehen, dass die für den Inficirungs-Versuch verwendeten Vorkeime vollständig gesund seien, wurden dieselben nur solchen Aussaattöpfen entnommen, auf welchen die in Rede stehenden Erkrankungs-Erscheinungen nicht wahrgenommen worden waren; alsdann wurden diese Vorkeime einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterzogen, und erst, wenn dieselbe ergeben hatte, dass sie völlig gesund seien, für den Versuch selbst verworthen. Es wurde nun je ein auf diese Weise als gesund erkannter Vorkeim entweder auf einen Objectträger oder in ein mit Wasser zum Theil angefülltes Uhrgläschen gebracht, in welchem sich seit einigen (meist c. 24) Stunden ein zweiter, aber erkrankter Vorkeim befand. In Wasser gebracht liessen nämlich die erkrankten Vorkeime ein bedeutend schnelleres Wachsthum des Pilzes erkennen, welches sich besonders dadurch auszeichnete, dass die einzelnen Mycelfäden die Zellwände des Vorkeims oder dessen Wurzelhaare durchbohrten (Fig. 1, 2 und 3) und im Wasser sich weit verzweigten. Das Mycelium umgab daher den Vorkeim ringsum und erschien wie ein dichter Schleier; es war somit auch ein Leichtes, einzelne Theile eines solchen Myceliums loszutrennen.

Solche abgelöste Theile des Myceliums wurden ebenfalls in der oben schon beschriebenen Weise mit gesunden Vorkeimen zusammengebracht. Die Enden der im Wasser sich mehr und mehr ansbreitenden Mycelfäden durchbohrten, sobald sie an den gesunden Vorkeim gelangten, dessen Zellwände, und drangen in das Innere der Zellen ein, um daselbst in gleicher Weise, wie in den erkrankten sich weiter und weiter auszubilden. Brachte man einen solchen, also künstlich inficirten Vorkeim wieder mit einem gesunden zusammen auf einen Objectträger, so wiederholte sich sehr bald der oben beschriebene Process, auch dieser Vorkeim wurde inficirt und zeigte für weitere noch gesunde Vorkeime dieselbe Infectionskraft, wie diejenigen, welche als erkrankte von den Töpfen entnommen waren. Indem somit einestheils die Infectionskraft der Mycelfäden bewiesen war, konnte es nun auch als sicher gelten, dass der Pilz die Erkrankung direct hervorgebracht habe, und nicht wie in einigen anderen Fällen, nur in den durch andere Ursachen erkrankten Pflanzen das für seine Entwicklung besonders günstige Substrat gefunden habe.

Die Durchbohrung der Zellwände durch die Mycelfäden geschieht sowohl beim Austreten aus den Zellen des Vorkeims, als beim Eintreten in dieselben in gleicher Weise. Ein Mycelfaden schwillt an seinem Ende etwas an und spitzt sich alsdann konisch zu; sodann treibt er einen engen Fortsatz durch die Zellmembran hindurch, erst nachher wieder seine ursprüngliche Dicke annehmend. Später freilich, nachdem der Faden schon längst durchgedrungen ist, wird die Verengung desselben an der Stelle, wo er die Zellwand durchbrochen hat, sehr oft immer mehr und mehr undeutlich und weitet sich aus, so dass es endlich erscheint, dass der Faden auch während des Durchbruchs durch die Zellwand seine Dickendimension nie geändert hätte. Ähnliche Erscheinungen zeigen auch sonst vielfach andere Pilzarten bei dem Durchbohren eines Mycelfadens durch eine Zellmembran. Bei *Pythium de Baryanum*¹⁾ dagegen findet nach den Mittheilungen Hesse's keine Verengung des Mycelfadens an der Stelle statt, wo er die Zellwand durchbrochen hat. Hesse giebt daselbst ausdrücklich an, dass der Fortsatz, den das angeschwollene Ende des Myceliumzweiges bildet, nahezu von der Dicke desselben sei.

Im Wesentlichen jedoch stimmen die Angaben Hesse's mit meinen Beobachtungen überein, indem durch dieselben die Inficirungs-

¹⁾ *Pythium de Baryanum*, ein endophytischer Schnurrotzer. Aufgefunden und beschrieben von Dr. Rudolph Hesse. Halle a/S. 1874.

kraft der rein vegetativen Theile des Myceliums ebenfalls durch Versuche bewiesen wird; Hesse kommt zu demselben Resultat, wie ich es auch schon ausgesprochen hatte¹⁾, dass die Inficirung nur von dem Substrat, in welchem die Pflanzen ausgesät waren, herrühren könne. Es sei übrigens hier noch bemerkt, dass bei den Inficirungsversuchen, welche ich anstellte, die Zellen des Vorkeims in gleicher Weise wie die der Wurzelhaare befallen wurden; woraus erhellt, dass die Wurzelhaare der cultivirten Vorkeime von *Equisetum arvense* nur deshalb zuerst von der Krankheit befallen worden sind, weil sie dem Infectionsherde örtlich am nächsten gelegen waren; es wird somit also auch die Annahme ausgeschlossen, dass sie in grösserem Maasse, als die Vorkeimzellen die Bedingungen für das Eindringen und die Entwicklung des Pilzes bilden.

Die Entwicklungsgeschichte und Lebensweise des Pilzes selbst stimmt im Grossen und Ganzen überein mit derjenigen, welche die Gattung *Pythium* characterisirt und ist daher der Pilz, mit Bezugnahme auf seine Nährpflanze mit *Pythium Equiseti* bezeichnet worden.

Zuerst tritt die Entwicklung der Schwärmsporen auf, welche sich in einer feinen, hyalinen Blase bilden und in dieser bereits eine rotirende Bewegung bemerken lassen, beim Austreten machen sie keinen Häutungsprocess durch. Nach Beendigung der Schwärmsporenbildung folgt zunächst beträchtliche vegetative Entwicklung der Mycelfäden, verbunden mit lebhaften Strömungen im Plasma; sodann erst das Auftreten der eigentlichen Sexualorgane, der Oogonien und Antheridien, in keinem Oogonium mehr als eine Oospore.

Die Bildung von Schwärmsporen wurde nur sehr selten beobachtet und auch nur in den ersten Tagen der Untersuchung. Die besonders behufs der Beobachtung der Schwärmsporenentwicklung in Wasser gebrachten, erkrankten Vorkeime liessen im Ganzen nur dreimal eine solche in der bereits oben angeführten Weise erkennen. Sehr eigenthümlich war es besonders, dass die Schwärmsporen bereits in der hyalinen Blase ein deutlich erkennbares Rotiren zeigten; es erinnerte diese Erscheinung lebhaft an die von Roze und Cornu gegebene Abbildung²⁾ über die Schwärmsporenbildung von *Cystosiphon pythioides*; auch die nierenförmige Gestalt der einzelnen Schwärmsporen stimmte genau mit besagter Abbildung überein. Die so selten auftretende Bildung von Schwärmsporen verhinderte natürlich auch die genauere Beobachtung der Entwicklung, und es ist

¹⁾ l. c. pag. 119.

²⁾ Ann. des Scienc. nat. 5c. Série; Bot. Tom. II. Pl. 3. Fig. 10—12.

mir daher auch nicht gelungen, die erste Art ihrer Entstehung zu erkennen. Ob nun der Pilz in der That sehr selten Schwärmsporen-bildung zeigt, oder ob äussere Umstände hier den Verhinderungsgrund bildeten, war mit Sicherheit nicht nachzuweisen. Ich vermuthe das letztere, und das um so mehr, als mehrere andere Erscheinungen sich wohl kaum anders erklären lassen, als dadurch entstanden, dass die vollständige Schwärmsporenausbildung unterdrückt worden ist.

Zu wiederholten Malen nämlich wurde beobachtet, dass die ganze Plasmamasse aus dem Sporangium hervortrat und als solche den Beginn der Keimung zeigte, indem sie sich an einer Stelle sehr verjüngte und einen Keimschlauch trieb. (Fig. 23 und 24.) Es theilte sich also die Inhaltsmasse nicht erst nach Art der Schwärmsporen-bildung in mehrere gesonderte Plasmamassen, in Folge dessen in ebensoviel Keimschläuche auswachsend, wie es Pringsheim bei den Oosporen von *Saprolegnia ferax* beobachtet hat¹⁾. Auch zerfiel der Inhalt nach dem Austritt nicht in Zoosporen²⁾. Es bietet überhaupt dieser vielleicht analog scheinende Fall keine Uebereinstimmung mit *Saprolegnia ferax*, denn bei unserer Pflanze ist es nicht eine Oospore, sondern ein Sporangium, welches seinen Stiel noch beibehalten hat und demnach als solches unverkennbar ist. Es ist mir leider nicht gelungen, die weitere Entwicklungsfähigkeit eines in der eben angegebenen Weise entstandenen Keimschlauches zu constatiren. Das Wachsthum desselben ging zu langsam vor sich, als dass dasselbe direct hätte beobachtet werden können, um aber am folgenden Tage den weiteren Fortgang desselben zu constatiren, hätte ein solches Präparat isolirt werden müssen; dieses erwies sich jedoch trotz vielfacher Bemühungen bei der Kleinheit des Objectes als unmöglich. So viel konnte aber mit aller Sicherheit constatirt werden, dass die vegetative Entwicklung in den meisten Fällen eine sehr bedeutende war.

Um Vieles genauer konnten die zahlreicher auftretenden Sexualorgane beobachtet werden, und es war demnach möglich, den Befruchtungsact in allen seinen Phasen genauer zu verfolgen.

Das Ende eines Mycelfadens — so ist der häufigste der zu beschreibenden Fälle — schwillt in Folge bedeutender Anhäufung von Plasma zu einer Kugel, dem Oogonium, an, dessen Durchmesser den der Dicke des Mycelstranges etwa um das 3—5fache übertrifft; wobei allerdings zu bemerken ist, dass die Oogonien sich stets nur dann

¹⁾ Pringsheim, Weitere Nachträge zur Morphologie und Systematik der *Saprolegnien* in Jahrb. f. wiss. Bot. IX. pag. 228.

²⁾ l. c. pag. 229.

bildeten, wenn eine reichliche Verzweigung der Fäden vorangegangen war, und dass die durch Verzweigung gebildeten Mycelfäden je nach dem Grade der Verzweigung wohl nur die Hälfte oder den dritten Theil der Dicke zeigen, wie die Hauptstränge. Sehr häufig tritt der Fall ein, dass sich zwei Oogonien hintereinander bilden (Fig. 16, 17, 18, 20), mitunter sogar so nahe an einander, dass sie sich direct berühren und gar keinen Zwischenraum lassen (Fig. 18), so dass es scheinen könnte, als sei nur ein Oogonium vorhanden, welches sich durch eine Scheidewand getheilt habe, so besonders in den Wurzelhaaren.

Nicht selten bildet sich das Oogonium auch an einem kurzen Nebenaste eines Mycelfadens (Fig. 8, 9, 12, 20); in diesem Falle findet man jedoch niemals zwei Oogonien hintereinander, und wird ein solches Oogonium auch nur seltener von einem Nebenaste des dasselbe tragenden Mycelfadens befruchtet, wie es Fig. 9 dargestellt ist; meist ist es ein von einem benachbarten Mycelfaden getragenes Antheridium, welches sich an ein solches Oogonium anlegt (Fig. 12).

Die Oogonien haben durchweg eine glatte, undurchlöchernte Membran.

Der Befruchtungsact selbst wird, wie bereits angedeutet, herbeigeführt durch das Heranwachsen eines zweiten Mycelfadens, welcher ebenfalls an seinem Ende etwas angeschwollen erscheint; es ist dies das Antheridium. Zunächst ist für *Pythium Equiseti* mit Hinweis auf das eben Gesagte zu bemerken, dass das Antheridium nicht immer einem Nebenaste des Oogoniums, an welches es sich anlegt, seinen Ursprung zu verdanken hat; das Antheridium bildet sich ebenso oft auch von benachbarten Myceliumfäden, welche ihrerseits durchaus nicht nothwendigerweise Nebenzweige irgend eines ein Oogonium tragenden Mycelstranges sein müssen (Fig. 11), obwohl andererseits dieser Fall keineswegs ausgeschlossen ist (Fig. 8).

Auch die Zahl der an ein Oogonium sich anlegenden Antheridien ist nicht constant; meistens ist es nur ein Antheridium (Fig. 9, 11—17, 19), welches die Befruchtung bewirkt, in vielen Fällen werden jedoch auch zwei Antheridien (Fig. 8, 10, 18) beobachtet, äusserst selten aber mehr als zwei. Es stimmt also in dieser Hinsicht unser Pilz mit *Pythium monospermum* Pringsheim ziemlich genau überein¹⁾; auch bei *Pythium de Baryanum* treten nach den Mittheilungen Hesse's²⁾ dieselben Modificationen ein, wenn es auch daselbst höchst selten beobachtet wurde, dass mehr als ein Antheridium sich an ein Oogonium anlegte.

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. I. pag. 298 ff.

²⁾ l. c. pag. 24 ff.

Am häufigsten legt sich bei unserem Pilz das Antheridium mit seiner Spitze, also mit seiner schmalen Vorderfläche an das Oogonium an (Fig. 8, 9, 11, 12, 14—17, 19), in einer anderen nicht unbedeutlichen Anzahl von Fällen wächst das Antheridium mit seiner Breitseite an (Fig. 8, 13), ebenfalls sehr oft endlich schlingt es sich um das Oogonium herum (Fig. 8, 9, 18), wobei alsdann die Verwachsung, und damit verbunden also das Austreiben des Schlauches entweder von der schmalen Vorderfläche oder von der Breitseite aus geschehen kann.

Diese Variabilität hinsichtlich des Anlegens des Antheridiums an das Oogonium musste um so mehr auffallen, als bei anderen *Saprolegnien* ähnliche Abweichungen nicht erwähnt sind; es gilt sogar für *Achlya polyandra* und *Achlya racemosa* als constantes Unterscheidungsmerkmal, dass bei letzterer das Antheridium nicht mit seiner Breitseite, sondern mit seiner schmalen Vorderfläche an das Oogonium anwächst, während es bei *Achlya* sich mit der ausgedehnten Breitseite an das Oogonium anlegt, und von dieser aus die schlauchartigen Fortsätze in dasselbe hineintreibt^{1) 2)}. Eine genaue Vergleichung der hierbei in Betracht kommenden Abbildungen ergab jedoch, dass das Antheridium von *Pythium monospermum* ähnliche Verschiedenheiten bezüglich seines Anwachsens an das Oogonium zeigen muss, wie unser Pilz. Aus den Pringsheim'schen Abbildungen (Fig. 3, 5, 6, 10, 12 auf Tafel XXI)³⁾, ist es ersichtlich, dass das Antheridium nicht mit seiner Spitze, d. h. der schmalen Vorderfläche anwächst, sondern mit seiner Breitseite. Die Figur 5 zeigt dies besonders deutlich, an dieser ist das von der Breitseite ausgehende Austreiben des Fortsatzes deutlich erkennbar. Dagegen beweisen die Figuren 4, 7, 8, 9 und 11, dass das Antheridium auch mit seinem Ende, d. h. mit seiner Spitze an das Oogonium anwächst und von dieser aus den Fortsatz zu treiben im Stande ist. Ich vermuthe, dass Pringsheim dies absichtlich unerwähnt gelassen hat, denn er giebt andererseits an, dass die Antheridien niemals die Oogonien umwachsen⁴⁾. Ich glaubte jedoch diesen Punkt nicht unerwähnt lassen zu dürfen, da auch aus der Darstellung und Abbildung, welche Hesse über die Entwicklungsgeschichte von *Pythium de Baryanum* giebt, hervorgeht, dass das Antheridium nur seitlich sich an das Oogonium

1) Cornu, Annales des scienc. nat. serie. V^e. Bot. tome XV. pag. 30.

2) Jahrb. f. wiss. Bot. IX. pag. 206.

3) Jahrb. f. wiss. Bot. I.

4) l. c. pag. 299.

anlege. Andererseits aber findet auch bei *Saprolegnia de Baryi* nach Walz betreff dieses Vorganges etwas ganz Aehnliches statt, wie bei *Pythium monospermum*, wie die Figuren 3 bis 5 (Tafel IX. der Bot. Ztg. 1870) deutlich zeigen; obgleich Walz in der Beschreibung der Entwicklungsgeschichte von *Saprolegnia Baryi* diesen Punkt ebenfalls übergeht¹⁾. Jedoch auch diese Abbildungen zeigen nichts davon, dass das Antheridium sich um das Oogonium herumlege, in der Weise, wie ich es bei *Pythium Equiseti* wiederholt beobachtet habe (Fig. 8, 9, 18), und es scheint allerdings, als ob unser Pilz einer der in dieser Hinsicht variabelsten aus der ganzen Familie der *Saprolegnien* sei.

Mit dem Anlegen des Antheridiums an das Oogonium — diesem Actus geht in der Regel eine Abgrenzung des Antheridiums von dem es tragenden Mycelfaden voraus — wird in den meisten Fällen zugleich das Verwachsen der beiden Sexualorgane angezeigt, welches nur dann nicht sofort eintritt, wenn das Antheridium das Oogonium umschlingt und gewissermassen bei dieser Gelegenheit sich erst die passende Stelle für die Verwachsung aussucht, um an derselben später seinen Befruchtungsschlauch treiben zu können. Das Verwachsen des Antheridiums mit dem Oogonium geschieht übrigens in so inniger Weise, dass man nicht im Stande ist, durch irgend welche äusserliche Mittel ein Lostrennen desselben von dem Oogonium zu bewirken; auch wenn es nur mit seinem vorderen Ende dem Oogonium angewachsen ist.

Was nun den Befruchtungsact selbst anlangt, so habe ich denselben, da in ihm der kritischste Punkt der ganzen Untersuchung erkannt wurde, zu wiederholten Malen zu beobachten nicht verabsäumt. Sobald das Antheridium sich an das straff mit Inhalt erfüllte

¹⁾ Ich kann nicht unterlassen, zu betonen, wie sehr die Abbildungen, welche Walz von *Saprolegnia de Baryi* giebt, auch mit dem übereinstimmen, was ich bei *Pythium Equiseti* gesehen habe. Die Grösse der Oospore, die eigenthümliche Gestalt der Antheridien u. s. w.; alles dieses leitet unwillkürlich zu der Vermuthung hin, dass hier eine Identität herrsche, welche sich vielleicht auch auf *Pythium monospermum* Pringsh. erstreckt. Den Gedanken der etwa möglichen Identität hat übrigens Walz selbst schon ausgesprochen, andererseits jedoch hervorgehoben, dass das Hervortreten der Zoosporen aus dem Sporangium einzeln geschehe und somit die generische Verschiedenheit bedinge. Ich glaube, dass im Augenblick die Frage über die Systematik der *Saprolegnien* noch wenig spruchreif ist, ich beschränke mich daher an dieser Stelle darauf, hinzuweisen, dass die Modification im Austreten der Zoosporen, wie sie bei *Pythium* und *Saprolegnia* sich zeigt, wohl bei weiteren Untersuchungen noch mehr Uebergänge aufweisen dürfte, und also nicht mehr bestimmend sein kann für Gattungseigenschaften. Ich verweise hierfür auf Pringsheim's Mittheilungen in den Jahrbüchern für wiss. Bot. IX. pag. 229. Anm.

Oogonium anlegte, war es deutlich zu sehen, dass der Inhalt des Oogoniums sich zusammenzog. Man ist also wohl zu dem Schlusse berechtigt, dass das erste Ergebniss der Befruchtung die Contraction des Oogoniuminhaltes, also die Bildung der Oosphäre sei. Und in der That stimmen auch fast alle Beobachter in diesem Punkte überein. In neuester Zeit ist jedoch von Lohde ¹⁾ bei einer in jungen Lepidien schmarotzenden *Saprolegniee*, welche er *Lucidium pythioides* benannt, eine nicht geringe Abweichung von dem oben dargestellten Vorgange beobachtet worden. Dieselbe besteht darin, dass die Befruchtung nur dadurch erfolgt, dass das Antheridium mit seinem schnabelförmigen Ende in das Oogonium eindringt; erst wenn dies geschehen, zieht der Inhalt des letzteren sich von der Wandung zurück. In ähnlicher Weise findet der Befruchtungsvorgang bei *Pythium monospermum* statt ²⁾, nur geschieht bei diesem das Eindringen des Antheridiums und die Contraction des Oogonium-Inhaltes gleichzeitig. In den anderen bisher beobachteten Fällen trieb das Antheridium einen Fortsatz in das Innere des Oogoniums erst, nachdem der Inhalt des Oogoniums von der Wandung sich zurückgezogen hatte.

Zugleich mit der Contrahirung des Oogonium-Inhaltes zeigte auch das Antheridium alsdann eine bedeutende Veränderung in seinem Inneren; die ausserordentlich körnchenreiche und schleimige Inhaltsmasse, welche dasselbe bei seinem Anlegen an das Oogonium characterisirt hatte, war zu einem grossen Theile verschwunden und es traten nun stark lichtbrechende Oeltröpfchen auf. Das Antheridium war augenscheinlich inhaltsärmer geworden. Bei einiger Ausdauer konnte man übrigens schon vorher wahrnehmen, wie die Inhaltsmasse desselben nach der Berührungsstelle des Oogoniums sich hindrängte.

Da nun aber während dieses Vorganges durchaus keine Oeffnung in irgend einer der beiden Membranen, weder der des Antheridiums noch der des Oogoniums zu erkennen war, so könnte wohl die Annahme berechtigt erscheinen, dass hierbei zunächst ein diosmotischer Process stattfinden muss, durch welchen der schleimige und kleinkörnige Theil der Inhaltsmasse des Antheridiums in das Oogonium hineingelangt, und die Contraction des Inhaltes des letzteren bewirkt.

Eine ganz analoge Erscheinung (wenn dieselbe auch nicht die Sexualorgane betraf) hat Pfitzer bei *Ancylistes Closterii* ³⁾ beobachtet; es zeigte sich nämlich bei dem Heranwachsen des

¹⁾ Vergl. Tageblatt der 47. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 1874. pag. 204.

²⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. I. pag. 299.

³⁾ Monatsberichte der Kgl. Akad. d. Wissensch. z. Berlin 1872. pag. 388.

Schmarotzers an ein gesundes Closterium, dass noch bevor die Membran des letzteren durchbrochen war, Störungen im Inneren der befallenen Zelle stattfanden. Sobald nur die äusserste Spitze der Hyphe aus der gerundeten in eine stumpf konische Form überging, traten die grünen Platten des Closteriums von der Wand zurück und die Plasmaströmung wurde unregelmässig. Pfitzer neigt sich hierbei der Annahme zu, dass das Bohren selbst mittelst einer von dem Pilz ausgeschiedenen Substanz geschieht, die sich in verdünntem Zustande ins Innere verbreitet und auf das Plasma wirkt. Ein Theil der Inhaltsmasse dringt also auch hier schon durch die Membran der fremden Zelle hindurch, ehe die Durchbohrung selbst stattfindet, und enthält demnach die Bedingungen für diese. Und in der That wurde es auch von mir als constant beobachtet, dass eine Durchbohrung der Oogoniummembran nur dann stattfand, wenn die oben bereits erwähnte Veränderung in der Inhaltsmasse des Antheridiums vor sich gegangen war. Es ist jedoch für unseren Pilz noch besonders zu erwähnen, dass das Antheridium durchaus nicht immer einen röhrenartigen Fortsatz durch die Oogonienmembran hindurch trieb; wenigstens ebenso oft wuchs es direct in das Oogonium hinein (Fig. 14, 16), bis es auf die Befruchtungskugel traf, und so also das Austreiben eines Fortsatzes behufs des weiteren Befruchtungsprocesses überflüssig machte. Das Antheridium spitzte sich alsdann an seinem Ende etwas zu und liess, nachdem es die Oogoniumwand durchbohrt hatte, angenscheinlich eine runde Oeffnung erkennen, welche jedoch niemals einen grösseren Durchmesser zeigte, als in anderen Fällen der röhrenartige Fortsatz desselben. Dieser erschien ebenso, wie bei *Lucidium pythioides* Lohde ¹⁾ gerade abgeschnitten und erreichte meistens mit seinem Ende die Oosphaere.

In dem oben erwähnten Falle wurde auch der Uebertritt des gesammten Inhaltes des Antheridiums in die Oosphaere verfolgt. Der hierbei stattfindende Vorgang ist ausserordentlich einfach und die Schwierigkeit der Beobachtung liegt nur in der grossen Langsamkeit, mit welcher der Inhalt des Antheridiums, der übrigens zum mindesten $\frac{2}{3}$ seiner Masse bereits durch den oben beschriebenen diosmotischen Process abgegeben hatte, hinüberwandert; es war eine Zeit von 2 bis 3 Stunden erforderlich für die vollständige Entleerung des Antheridiums. Meine Beobachtungen stimmen also in diesem Punkte im Wesentlichen überein mit denen, welche W. Zopf über ein in einer *Spirogyra* lebendes *Lagenidium* mitge-

¹⁾ l. c. pag. 204.

theilt hat¹⁾. Ich füge hier noch hinzu, dass es mir nicht möglich war, mehrfache, wiederholte und der Zeit nach weit aus einander liegende, partielle Entleerungen zu constatiren, die je einem besonderen Befruchtungsact entsprechen und rasch erfolgen, wie es Pringsheim für die höheren Formen der *Saprolegnieen* angiebt. Es scheint vielmehr, als ob *Pythium Equiseti* gewissermassen einen Uebergang bildet, indem hier der Befruchtungsprocess sich zum Theil zu einem reinen Copulationsacte hinneigt, und also die in dieser Beziehung weit abweichenden höheren Formen mit *Lagenidium* vereinigt. Spermatozoïden oder Saamenkörperchen waren trotz der genauesten Beobachtung auch bei Anwendung der stärksten Immersionssysteme nicht zu erkennen, und muss also ihre Anwesenheit auf das Bestimmteste negirt werden.

Die neuesten Ergebnisse der Untersuchungen von Pringsheim²⁾, W. Zopf³⁾, G. Lohde⁴⁾, Hesse⁵⁾ stimmen aber sämmtlich in diesem Punkt so genau mit den meinigen überein, dass man wohl mit Recht nunmehr die Behauptung wagen darf, dass die Befruch-

1) Sitzungsberichte des bot. Vereins der Prov. Brandenburg vom 28. August 1874. pag. 124. Herr W. Zopf war so freundlich, mir seine diesen Punkt betreffenden Handzeichnungen und genaueren Notizen zu übergeben.

2) Jahrbücher f. wiss. Bot. IX.

3) l. c. pag. 125.

4) l. c. pag. 204.

5) l. c. pag. 26. Hesse sagt daselbst: „Von jenen lebhaft sich bewegendem, kleinen Körperchen (Spermatozoïden), welche Prof. Pringsheim in den männlichen Organen etlicher *Saprolegnienspecies* beobachtet zu haben behauptet, ist keine Spur zu sehen.“ Diese Zeilen nöthigen mich zu einigen Bemerkungen. Hätte Hesse die neueste Abhandlung Pringsheim's, welche fast ein ganzes Jahr früher erschienen ist, oder wenigstens das Referat derselben in der botanischen Zeitung (1874. No. 1. pag. 14) berücksichtigt, so würde er gefunden haben, dass Pringsheim den Befruchtungsact bei den höheren *Saprolegnieen* (wozu er nach pag. 230 Anm., auch die Gattung *Pythium* rechnet) in einer Weise darstellt, durch welche die Annahme von wirklichen Spermatozoïden ausgeschlossen wird. Hesse hätte betr. der Frage über die Existenz der Samenkörper bei dieser Familie vielmehr Reinke (Archiv f. mikr. Anat., Bd. 5, pag. 188 ff.) und Walz (Botanische Zeitung 1870, pag. 544) angreifen müssen, welche noch in der neueren Zeit mit Entschiedenheit die Anwesenheit von Samenkörpern behauptet haben; er erwähnt aber dieser Arbeiten in keiner Weise. Noch auffällender jedoch ist es, dass Hesse die umfangreichen Arbeiten Cornu's, des Monographen der *Saprolegnieen*, vollständig ignorirt; ebenso wenig erwähnt er der Hildebrand'schen Abhandlung (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. VIII.), obgleich in derselben die ersten Zweifel an der Existenz von Spermatozoïden bei den *Saprolegnieen* ausgesprochen worden sind.

tung bei den *Saprolegnieen* ohne Spermatozoïden oder Samenkörperchen geschehe. Ich füge hierbei noch hinzu, dass man zuweilen allerdings bewegliche, tanzende Körperchen in der Antheridienzelle bemerken kann; dieselben sind jedoch nur in solchen Antheridien wahrzunehmen, welche ihre Befruchtungsthätigkeit bereits beendet haben, und erweisen sich bei genauerer Untersuchung unzweifelhaft als Oeltröpfchen, welche in dem Antheridium zurückgeblieben sind; ihre Bewegung ist die Folge molecularer Thätigkeit. Besonders häufig tritt diese Erscheinung auf, wenn zwei Antheridien sich an ein Oogonium anlegen, ein Vorgang, der jedoch niemals ganz gleichzeitig stattfindet. Das Antheridium an_1 in Figur 10 ist hier zuerst an das Oogonium angewachsen, und hat seinen sämtlichen Inhalt, soweit es durch Diosmose möglich war, an das Oogonium abgegeben. Das zweite Antheridium an_2 vollzieht nun den weiteren Befruchtungsact, der bei dem Auftreten nur eines Antheridiums in normaler Weise durch das Austreiben eines Befruchtungsschlauches eingeleitet worden wäre; es wird also dadurch die Bildung eines solchen unnöthig gemacht. Die unmittelbare Folge davon ist die, dass dieses erste Antheridium an_1 abzusterben beginnt und die moleculare Bewegung der in demselben enthaltenen Oeltröpfchen erklärt sich also hinreichend.

Es bleiben demnach bezüglich des Antheridiums von *Pythium Equiseti* noch zwei Fragen zu beantworten:

- 1) Oeffnet sich der Fortsatz des Antheridiums, und
- 2) dringt der Fortsatz des Antheridiums in die Oosphaere ein?

Betreffs der ersten Frage liegen neuerdings Untersuchungen über *Pythium de Baryanum*¹⁾ vor, aus welchen allerdings hervorzugehen scheint, dass bei dieser Species ein den *Peronosporaceen* ganz ähnlicher Vorgang stattfinden muss; es ist daher auch die Bezeichnung „Antheridium“ in die „Pollinodium“ umgewandelt worden. Leider ist diese Mittheilung nicht vollständig genug, um daraus weitere Schlüsse ziehen zu können; man findet in derselben nichts darüber erwähnt, wie weit der Inhalt des Antheridiums eine Veränderung erleidet, und besonders nicht, ob nach beendigter Befruchtungsthätigkeit noch weitere Inhaltsmassen in dem Antheridium zu bemerken waren, wie es bei den *Peronosporaceen* thatsächlich der Fall ist. Es wäre dies sicher ein sehr wichtiger Factor für die richtige Beurtheilung und Auffassung des Befruchtungsvorganges. Dem gegen-

¹⁾ l. c. pag. 26 ff.

über steht gewissermassen die Ansicht Pringsheim's, welcher annimmt, dass die Antheridien-Schläuche der höheren Formen der *Saprolegnien* sich an ihrer Spitze wirklich öffnen, und dies auch für einen ganz bestimmten Fall nachweist¹⁾.

Bei *Pythium Equiseti* erscheint der Fortsatz des Antheridiums (Fig. 15, 17, 19), oder wo dieser fehlt (Fig. 14, 16), das Antheridium gerade abgeschnitten. Es war mir jedoch nicht möglich, mit Sicherheit eine wirkliche Oeffnung zu constatiren, obwohl mehrere Präparate (vergl. Fig. 15 und 16) dies sehr wahrscheinlich machten. Zur Klärung des Sachverhaltes dient hier eine Beobachtung, die, wie oben bereits angegeben, wiederholt gemacht worden ist; ich meine das Zurückbleiben von Oeltröpfchen in einer Antheridienzelle, welche die Oogonienmembran nicht durchbohrt hat. Es muss dies um so mehr auffallen, als in denjenigen Antheridien, welche einen Fortsatz getrieben, oder die Oogoniummembran selbst durchbohrt hatten, niemals Theilchen des Inhaltes zurückgeblieben waren, obwohl auch in solchen vor der Entleerung grobkörnigere Inhaltmassen und grössere Oeltröpfchen sichtbar waren. Dieselben drängten sich nebst der anderen Inhaltsmasse nach dem Ausgangspunkte zu und entzogen sich durch den Uebertritt in die Oosphaere gänzlich der Beobachtung. Diese Erscheinung deutet darauf hin, dass in dem ersten Falle der grobkörnigere Theil des Inhaltes nur deswegen nicht übertrat, weil zunächst ein rein diosmotischer Process stattfand; später aber, nach Resorbirung der Membran, konnten diese Massen auf dem copulativen Wege in die Oosphaere eintreten. Die Resorption der Membran ist nur als eine Erscheinung aufzufassen, welche mit den meisten Copulationsvorgängen verbunden ist.

Die zweite Frage, ob der Antheridienfortsatz wirklich in die Oosphaere eindringe, bot geringere Schwierigkeiten dar. Aus einer genauen Betrachtung der Figuren 15, 17 und 19 erhellt es, dass der Antheridienfortsatz keineswegs in die Oosphaere eindringt. In den Wurzelhaaren kommt der Fall sehr häufig vor, dass das Antheridium gar nicht bis an die Oosphaere heranreicht (Fig. 15), und doch erfolgt hier die Bildung und Entwicklung einer ganz normalen Oospore. Man könnte hierbei an Parthenogenese denken, indessen erweisen weitere Fälle, wie die Figuren 17 und 19 zeigen, dass in der That keine Durchbohrung der Oosporenmembran stattfindet. In Figur 17 sieht man dies besonders deutlich; das Episporium hat sich hier deutlich abgeschieden, zwischen diesem und dem Endo-

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. IX. 214.

sporium hat sich in Folge weiterer Contrahirung des körnigen Inhaltes der Oospore eine wässrige, durchsichtige Masse gelagert, welche deutlich erkennen lässt, dass das Antheridium nicht das Epi-sporium durchbohrt hat. In Fig. 19 endlich sehen wir ein Antheridium, dessen sehr langer Fortsatz ebenfalls nicht in die Oospore hineingedrungen ist; derselbe ist vielmehr an der Oospore vorbeigewachsen und berührt diese nur, etwa wie eine Tangente den Kreis. Durch Drehung des Präparates wurde jeder hierbei noch obwaltende Zweifel beseitigt. Es ist dies ein Fall, wo man zuerst wohl glauben konnte, dass eine Durchbohrung der Oosporenmembran stattgefunden habe; überhaupt ergab es sich stets, dass, wo der Antheridienfortsatz scheinbar in die Oosphaere einzudringen schien, bereits ein einfaches Verschieben des Deckglases ausreichte, um nachzuweisen, dass der Antheridienfortsatz die Oospore nur tangire.

Die Oogonien, welche, wie bereits auseinandergesetzt worden ist, vollständig glatt und undurchlöchert sind, lassen als ersten Act der Befruchtung eine Zusammenziehung ihres Inhaltes erkennen. Die Inhaltsmasse der Oogonien weicht hierbei zunächst von der Wandung zurück an der Stelle, wo das Antheridium sich angelegt hat. Die weitere Contrahirung geht sehr schnell vor sich und ist im Laufe von 20—30 Minuten vollendet. Die Inhaltsmassen ziehen sich ganz und gar von der Oogoniummembran zurück, indem sie sich zu mehr oder weniger unregelmässigen Klumpen zusammenballen (Fig. 11) und gehen erst sehr allmählich in die Gestalt einer meist regelmässigen Kugel, der Oosphaere über (Fig. 12 und 13). Niemals konnte an dieser ein heller Fleck wahrgenommen werden.

Nach der darauf erst erfolgenden Durchbohrung des Oogoniums durch das Antheridium verändert sich auch die Oosphaere und wird durch die Abscheidung einer deutlichen Membran zur Oospore. Bei dem nun eintretenden Reifungsprocess findet eine Differenzirung der Membran statt, und ist diese zum Theil anzusehen als eine Folge weiterer Contrahirung der körnigen Inhaltsmasse der Oospore, verbunden mit der Ausscheidung einer dünnflüssigen Masse, welche zur Bildung des Endosporiums dient (Fig. 17). In der Nähe des Centrums tritt endlich eine Vacuole auf, ein Zeichen der vollständigen Reife der Oospore; eine Färbung der Membran findet nie statt. Das Antheridium ist auch an der reifen Oospore lange Zeit deutlich zu erkennen; es verschwindet erst, wenn die Oogoniumwand durch die keimende Oospore an mehreren Stellen durchbohrt wird und der Resorbtion unterliegt. Bei dem ausserordentlich häufig vorkommenden Falle, dass zwei Oogonium hintereinander an demselben Mycelfaden

sich bildeten, sei bemerkt, dass dieselben niemals gleichartig und gleichzeitig die Oospore entwickelten (Fig. 16 und 17). Es stimmt diese Beobachtung mit der von Roze und Cornu gegebenen Mittheilung über die Ausbildung zweier zusammenhängender Oogonien von *Cystosiphon Pythioides*¹⁾ genau überein. Leider liess sich nicht genau feststellen, welches der beiden an einem Mycelfaden sich befindenden Oogonien zuerst befruchtet wurde; ob das dem Ende des Mycelfadens näher, oder das demselben entfernter gelegene. Der die beiden Oogonien tragende Mycelfaden war stets bei dem Anwachsen eines Antheridiums bereits verschwunden, seine gesamte Inhaltsmasse war für die Bildung der Oogonien verbraucht worden: es blieben nur noch die Stellen erkennbar, an welchen das Oogonium von dem Mycelfaden getragen worden war.

In der Zeit, in welcher die Oosporenbildung seltener zu werden beginnt, treten einige Erscheinungen auf, welche offenbar hiermit in Causalnexus stehen. Die Anschwellungen der Mycelfäden, welche nicht am Ende derselben auftreten (Fig. 7 und 25), werden häufiger, und somit für die Weiterentwicklung des Pilzes von Wichtigkeit.

Die Inhaltsmasse eines Mycelfadens, welche früher zur Bildung des Oogoniums mehr oder weniger vollständig verwendet wurde, drängt sich nun in diese Anschwellungen hinein. Der Faden septirt sich hierbei (Fig. 25) ganz in analoger Weise, wie Pfitzer es bei *Ancylistes*²⁾ beschreibt, und giebt schliesslich sein Plasma an die durch die Anschwellung entstandene Zelle ab, welche sich nun auch durch Scheidewände abtrennt; es findet also scheinbar eine doppelte und entgegengesetzte Plasma-Strömung in dem Mycelfaden statt, indem dieselbe stets die Richtung nach der Anschwellung hin innehält. Allmählich lösen sich nun die ihres Inhaltes beraubten Mycelfäden gänzlich auf, und es bleiben die auf die eben beschriebene Weise gebildeten, reich mit Plasma erfüllten Zellen allein zurück; es sind dies dieselben Organe, welche Hesse mit Zwischen- oder Gliederzellen bezeichnet³⁾, und unter die Kategorie der Conidien bringt. Da ich mit Sicherheit eine directe Keimung derselben nicht gesehen habe, andererseits aber einige Beobachtungen darauf hinweisen, dass hier eine Unterdrückung der Zoosporenentwicklung vorliege, dass also diese Organe mit den Dauersporangien Pringsheim's zu identifiziren seien⁴⁾, so muss ich die Frage über die Natur dieser Organe als eine für *Pythium Equiseti* noch offene betrachten.

1) Annales des Scienc. nat. 5^e Série. Bot. Tom. II.

2) l. c. pag. 385. 3) l. c. pag. 30. 4) l. c. pag. 226.

Während sich also ergab, dass die Schwärmsporenbildung gegen Ende des Mai, die Entwicklung der Oosporen Mitte Juni aufhörte, und dass mit dem selteneren Auftreten der letzteren die eben beschriebenen Dauersporangien sich zeigten, so erreichte damit jedoch die Lebensthätigkeit des Pilzes keineswegs ein Ende; vielmehr liess er jetzt eine bedeutende vegetative Entwicklung bemerken, welche sich besonders darin kennzeichnete, dass Abschnürungen einzelner Fadestücke nun sehr häufig wurden. Sehr oft zeigte der Faden auch die frühere Neigung zur kugeligen Anschwellung (Fig. 26); in diesem Falle schnürten sich jedoch diese kugeligen Anschwellungen entweder gänzlich los, oder sie wuchsen an dem entgegengesetzten Ende fadenförmig aus, sich erst nachher vom Mutterfaden loslösend.

Alle diese verschiedenen Entwicklungsstadien schliessen sich aber, mit Ausnahme des Stadiums der Schwärmsporenentwicklung, der Zeit nach nicht gegenseitig aus; es ist daher nicht selten, dass je zwei dieser Stadien in einem und demselben Präparat beobachtet werden.

Zum Schlusse stelle ich die hauptsächlichsten Ergebnisse der mitgetheilten Untersuchungen im Nachfolgenden kurz zusammen:

I. Die behufs entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen vorgenommenen Aussaaten von Sporen des *Equisetum arvense* gediehen Anfangs sehr gut; nach Verlauf von 2 bis 3 Wochen jedoch zeigten die Prothallien eine auffallende Neigung, sich der Oberfläche des Substrates anzulegen. Die Untersuchung erwies, dass ein Pilzmycelium in die Wurzelhaare eingedrungen sei, welches sich auch in die chlorophyllreichen Theile des Prothalliums verbreitete.

Die in Wasser gebrachten, erkrankten Vorkeime liessen ein bedeutendes Wachsthum der Mycelfäden erkennen, durchbohrten sehr bald die Zellwände der Nährpflanze und verzweigten sich weit im Wasser.

Durch Versuche wurde dargethan, dass gesunde Vorkeime, mit erkrankten zusammengebracht, stets von diesen inficirt wurden, und dass auch diese für andere noch gesunde Vorkeime dieselbe Inficirungskraft besaßen. Es wurden bei diesen Versuchen die Vorkeimzellen ebenso wie die Wurzelhaare befallen, woraus sich ergab, dass die letzteren nicht besondere, für die Entwicklung des Pilzes günstige Bedingungen lieferten. Mit Rücksicht auf die Thatsache, dass zunächst nur die auf Sand cultivirten Prothallien die Erkrankungerscheinungen zeigten, wurde es vielmehr unzweifelhaft, dass nur von dem Substrat die Inficirung ausgegangen sein konnte, und dass die Wurzelhaare nur deswegen

zuerst betroffen worden waren, weil sie dem Inficirungsherde örtlich am nächsten gelegen waren. Der Pilz wurde mit Bezugnahme auf seine Nährpflanze und die der Gattung *Pythium* charakteristische Schwärmsporenbildung mit *Pythium Equiseti* bezeichnet.

II. Die Sexualorgane, Oogonien und Antheridien, treten sehr häufig auf, besonders nach Beendigung der Schwärmsporenbildung. Das Antheridium wächst auf die verschiedenste Art und Weise an das Oogonium an, entweder mit der Spitze oder mit der Breitseite, oder endlich dadurch, dass es das Oogonium umschlingt, wobei ebenfalls die beiden eben erwähnten Modalitäten eintreten können.

III. Der Befruchtungsact ist ein zweifacher, ein diosmotischer und ein copulativer. Die dünnflüssige Inhaltsmasse des Antheridiums tritt vermittelt eines diosmotischen Processes in das Oogonium ein und bewirkt die Contrahirung des Inhaltes desselben, und somit also auch die Bildung der Oosphaere. Erst nachdem dies geschehen, durchbohrt das Antheridium die Membran des Oogoniums und dringt in dasselbe ein, bis an die Oosphaere heran, indem es, sich an seiner Spitze öffnend, nun auch seine dickflüssigere und mit grösseren Körnchen erfüllte Inhaltsmasse abgiebt. Letzterer Vorgang ist also ein copulativer. Die Oosphaere scheidet alsdann eine Membran ab und wird zur Oospore. Bei dem nun eintretenden Reifungsprocess findet eine Differenzirung der Oosporenmembran statt; es bildet sich ein Epi-sporium und Endosporium, und als endliches Zeichen der Reife tritt in der Nähe des Centrums eine Vacuole auf. Niemals wurde nach vollendetem Befruchtungsprocesse in dem Antheridium noch etwas von der Inhaltsmasse aufgefunden; dieselbe wurde stets vollständig für die Befruchtung verbraucht. Spermatozoïden und Samenkörper sind nicht vorhanden.

IV. Das Antheridium dringt nicht — wie Cornu glaubt — mit seinem Fortsatze in die Befruchtungskugel ein, sondern wächst nur bis an dieselbe heran.

V. Sehr häufig bilden sich zwei Oogonien hintereinander an einem Faden; beide werden in normaler Weise befruchtet, entwickeln sich jedoch nicht vollkommen gleichzeitig. Das häufige Auftreten zweier in dieser Weise verbundener Oogonien kann fast als specifisches Merkmal für unseren Pilz angesehen werden.

VI. Nach Beendigung der Oosporenbildung ist eine bedeutende vegetative Entwicklung der Mycelfäden zu bemerken. Es werden alsdann Abschnürungen einzelner Fadenstücke sehr häufig. Auch zeigt der Faden noch die frühere Neigung zur kugeligen Anschwellung, welche jedoch nicht mit einer Oogonienausbildung endet,

sondern es schnüren sich diese kugeligen Anschwellungen entweder gänzlich los, oder sie wachsen an dem entgegengesetzten Ende fadenförmig aus, sich erst nachher vom Mutterfaden loslösend.

~~~~~

Eine Systematik der Gattung *Pythium* unterlasse ich, hier zu geben, einestheils, weil Jeder, der sich eingehender mit derselben beschäftigt, bei der geringen Anzahl der Arten sehr leicht die spezifische Natur unseres Pilzes beurtheilen wird, anderntheils aber, weil die verschiedenen Species dieser Gattung zu ungleich bekannt sind, als dass sie zu einer Einreihung in ein System berechtigen könnten.

Berlin, Januar 1875.

~~~~~


Figuren - Erklärung.

Tafel III und IV.

Vergrößerung bei Fig. 1, 4 und 5 = 390, bei Fig. 3 und 19 = 810,
bei allen übrigen Figuren = 605.

- Fig. 1. Endzelle eines etwa 3 Wochen alten Prothalliums von *Equisetum arvense*, mit Mycelfäden.
- Fig. 2. Zelle eines ebenso alten Prothalliums von *Equisetum arvense*, mit Mycelfäden angefüllt, dieselben haben bei a, b und c eben die Zellwand durchbrochen und zeigen noch deutlich die mit diesem Vorgange stets verbundene bedeutende Verminderung der Dickendimension.
- Fig. 3. Theil eines Wurzelhaares von *Equisetum arvense*, dieselbe Erscheinung wie bei Figur 2 darstellend.
- Fig. 4, 5, 6. Mycelfäden; an ihren Enden zum Theil kugelartige Erweiterungen, Oogoniumanlagen zeigend. Bei Figur 4 und 6 frei im Wasser, bei Figur 5 in einem Wurzelhaar.
- Fig. 7. Mycelfaden mit Anschwellung, welche nicht am Ende desselben gelegen ist.
- Fig. 8. Antheridien, an Oogonien anwachsend, theils mit der Spitze, bei b, theils das Oogonium umschlingend, bei a. — Fig. 8^a. Ein Antheridium, welches ein Oogonium umschlang, von demselben losgetrennt.
- Fig. 9—19. Den Befruchtungsproceß in seinen verschiedenen Phasen darstellend.
- Fig. 9. Das Antheridium hat das Oogonium umschlungen und wächst mit der Spitze an.
- Fig. 10. Zwei Antheridien, an₁ und an₂; Antheridium an₁ ist zuerst an das Oogonium angewachsen, und hat seinen Inhalt, soweit es durch Diosmose möglich war, an das Oogonium abgegeben;

m = Oeltröpfchen, welche sich in molecularer Bewegung befanden. Bei an₂ ein zweites Antheridium, dessen Inhalt deutlich ein Hindrängen nach dem Oogonium bemerken lässt; dasselbe vollzieht die weitere Befruchtung und macht dadurch das Austreiben eines Fortsatzes des Antheridiums an₁ überflüssig.

Fig. 11 und 12. Die mehr oder weniger unregelmässig contrahierte Inhaltsmasse (c. i.) zeigt als solche das erste Ergebniss der Befruchtung.

Fig. 13. Das Antheridium treibt einen seitlichen Fortsatz in das Oogonium, die Oosphaere ist vollständig gebildet, ein heller Fleck auf derselben ist nicht zu sehen.

Fig. 14. Die Oosphaere hat eine Membran abgeschieden und so die Oospore gebildet; das Antheridium hat die Oogoniummembran durchbohrt und ist mit seiner Spitze bis an die Oospore gelangt, es ist vollständig entleert. Der Träger des Antheridiums hat sich von demselben losgetrennt und löst sich allmählich auf. Das Antheridium bleibt fest in dem Oogonium haften und überdauert so auch den grössten Theil der Ruheperiode der Oospore.

Fig. 15. Derselbe Vorgang in einem Wurzelhaare. Die Oospore nimmt bei dem Bestreben, sich allseitig möglichst gleichartig zu erweitern, den Raum zwischen den beiden Wandungen des Wurzelhaares ganz und gar ein. Der wässrige Inhalt des Oogoniums, welcher sonst den Zwischenraum zwischen Oogonium und Oospore während und kurz nach der Bildung desselben zunächst ausfüllt, wird demnach von dort verdrängt und umgiebt die Oospore nnr noch zu zwei Seiten; das Oogonium erscheint daher an diesen beiden Seiten gleichsam angeschwollen. Das Antheridium, welches die Oogoniummembran durchbohrt hatte, reicht in Folge des grossen Zwischenraumes zwischen der letzteren und der Oospore mit seinem Fortsatz nicht bis an die letztere heran.

Fig. 16. Oogonien mit Oosporen in einer Vorkeimzelle. Die die Oogonien tragenden Mycelfäden sind bereits abgestorben; die Stellen, an welchen sie sich von den Oogonien losgelöst haben, sind noch deutlich erkennbar (x). Bei a ein einzelnes Oogonium mit der sonst sehr seltenen Neigung zur birnförmigen Gestalt; bei b zwei Oogonien nebeneinander, mit je einem Antheridium; die beiden Oogonien sind nicht gleichmässig ausgebildet. Das mit an₂ bezeichnete Antheridium lässt bei z augenscheinlich eine Oeffnung erkennen. Dieses Antheridium hat ebenso wie das bei Oogonium (a) und das in Figur 14 keinen Fortsatz getrieben, sondern ist direct in das Oogonium eingewachsen.

Fig. 17. Zwei durch einen dünnen Faden noch zusammenhängende Oogonien mit Oosporen; in diesen je eine Vacuole (v), dadurch die völlige Reife der Oospore anzeigend. Die Antheridien noch sehr deutlich wahrnehmbar. Auch diese Oogonien nicht gleichmässig ausgebildet; die nahezu im Centrum der Inhaltsmasse der Oospore liegende Vacuole (v_1) ist grösser als v_2 . Das Episporium hat sich deutlich abgeschieden, zwischen diesem und dem Endosporium hat sich in Folge der Contrahirung der körnigen Inhaltsmasse der Oospore eine wässrige, durchsichtige Masse gelagert, welche deutlich erkennen lässt, dass der Antheridienfortsatz nicht das Episporium durchbohrt hat.

Fig. 18. Zwei dicht an einander liegende Oogonien in einem Wurzelhaare. Die Antheridien x und y, welche mit der Spitze an das Oogonium gewachsen sind, haben ihren Inhalt vollständig abgegeben, ohne dass in einem der beiden Oogonien eine Wirkung bemerkt werden könnte; das Antheridium z ist im Begriff, das Oogonium zu umschlingen und ist noch vollständig mit seinem ganzen Inhalte erfüllt.

Fig. 19. Oogonium mit Oospore und Antheridien, stärker vergrössert (810). Der lange Fortsatz des Antheridiums hat sich nicht in die Oospore hineingebohrt, sondern tangential an dieselbe angelegt.

Fig. 20. Mehrere kugelige Anschwellungen an einem Mycelfaden.

Fig. 21 und 22. Schwärmsporenbildung.

Fig. 23 und 24. Unterdrückte Schwärmsporenbildung; bei Figur 23 tritt die ganze Plasmamasse eben aus dem Sporangium heraus, in Figur 24 ist dieselbe bereits herausgetreten und zeigt den ersten Keimschlauch.

Fig. 25. Dauersporangium (weiter entwickeltes Stadium der Figur 7); der zu beiden Seiten desselben (sp) deutlich septirte Faden verschwindet allmählich und lässt das Sporangium allein zurück.

Fig. 26. Vegetative Abschnürungen einzelner Fadenstücke, sowie auch der kugeligen Anschwellungen eines Mycelfadens.



Fig. 1.

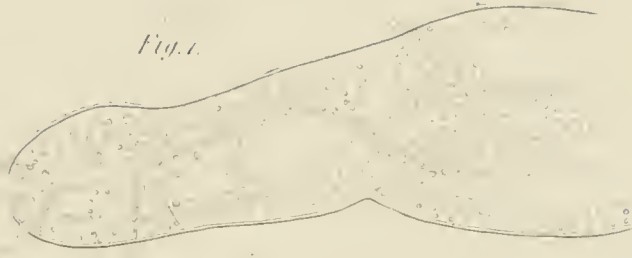


Fig. 2.



Fig. 3.

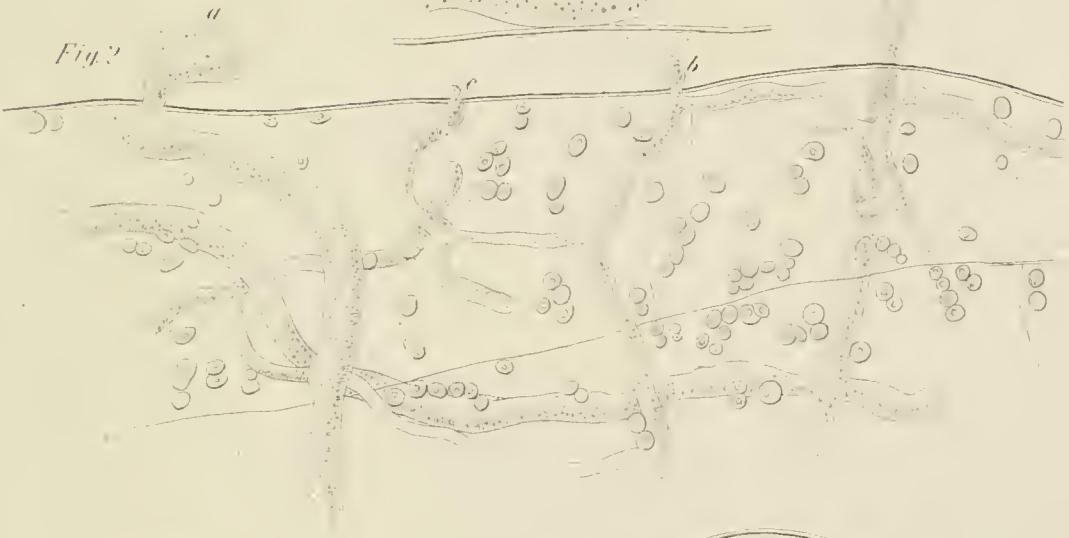


Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.

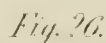
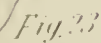
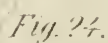
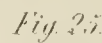
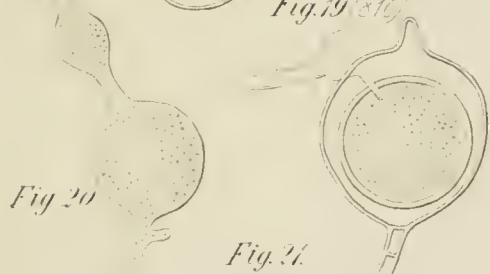
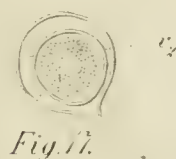
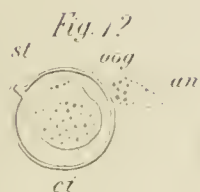
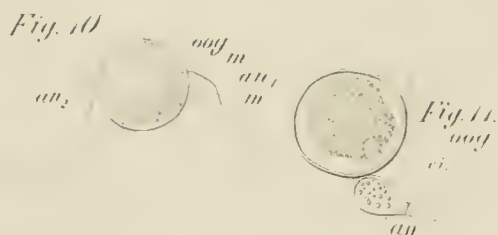
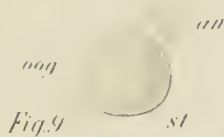


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Biologie der Pflanzen](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [1_3](#)

Autor(en)/Author(s): Sadebeck Richard

Artikel/Article: [Untersuchungen über Pythium Equiseti 117-139](#)