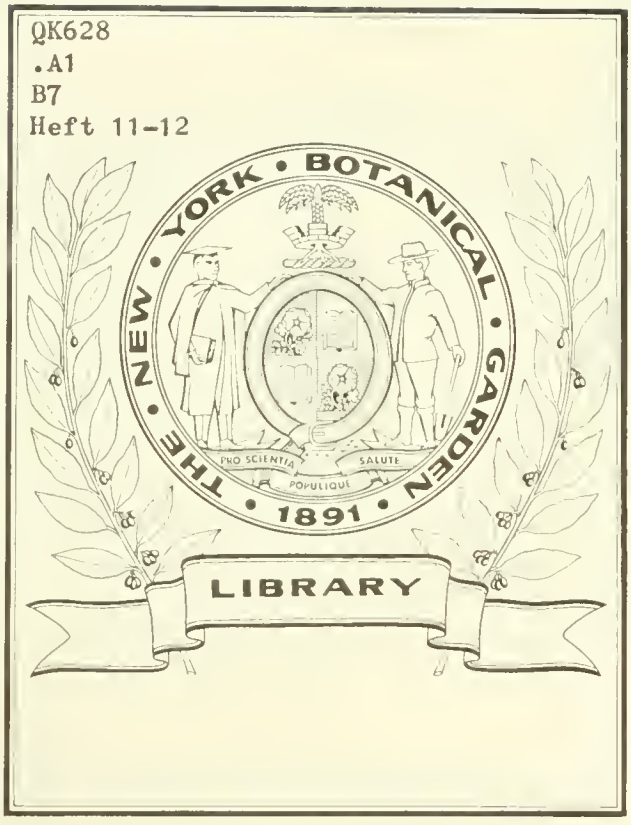
QK628
.A1
B7
Heft 11-12



UNTERSUCHUNGEN AUS DEM GESAMMTGEBIETE

DER

MYKOLOGIE.

FORTSETZUNG DER SCHIMMEL- UND HEFENPILZE.

VON

OSCAR BREFELD.

XI. Heft:

Die Brandpilze II.

(Fortsetzung des V. Heftes.)

Die Brandkrankheiten des Getreides.

Die Untersuchungen sind ausgeführt im Königlichen botanischen Institute in Münster i. W.
mit zeitweiser Unterstützung von Dr. G. von Istvánffi,
vormals Assistent am botanischen Institute.

Mit 5 lithographirten meist farbigen Tafeln.

MÜNSTER i. W.
COMMISSIONS-VERLAG VON HEINRICH SCHÖNINGH.
1895.

☞ Die Inhaltsangabe der zehn ersten Hefte dieses Werkes befindet sich auf der letzten Seite des Umschlages. ☜
☞ Zu beachten für den Einband: Von Heft IX ab ist das Format vergrössert. ☜

UNTERSUCHUNGEN AUS DEM GESAMMTGEBIETE

DER

MYKOLOGIE.

FORTSETZUNG DER SCHIMMEL- UND HEFENPILZE.

VON

OSCAR BREFELD.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

XI. Heft:

Die Brandpilze II.

(Fortsetzung des V. Heftes.)

Die Brandkrankheiten des Getreides.

Die Untersuchungen sind ausgeführt im Königlichen botanischen Institute in Münster i. W.
mit zeitweiser Unterstützung von Dr. G. von Istvánffi,
vormals Assistent am botanischen Institute.

Mit 5 lithographirten meist farbigen Tafeln.

MÜNSTER i. W.
COMMISSIONS-VERLAG VON HEINRICH SCHÖNINGH.
1895.

LIBRARY
NEW YORK

Vorrede zum XI. und XII. Hefte.

Wie es schon für die Untersuchungen in den letzten vier Heften, VII.—X. dieses Werkes zutraf, bilden auch die Arbeiten, welche in dem vorliegenden XI. und dem unmittelbar folgenden XII. Hefte vereinigt sind, die natürliche Fortsetzung vorausgegangener Untersuchungen, welche im V. Hefte niedergelegt und bereits vor mehr als 12 Jahren (1883) veröffentlicht worden sind; die Arbeiten betreffen die Brandpilze, die Ustilagineen, und ihre Cultur in Nährlösungen.

Nachdem ich in der ersten Reihe der Untersuchungen über die Brandpilze im V. Hefte den Beweis geführt hatte, dass diese ausgeprägtesten aller parasitisch lebenden Pilzformen der Cultur in todten Nährsubstraten nicht bloss zugänglich sind, sondern in diesen zu vegetiren vermögen mit der Ueppigkeit gewöhnlicher saprophytischer Pilze, und dass sie bei dieser Lebensweise in beliebigen Nährlösungen in Formen übergehen, die z. B. als sogenannte Hefenpilze wegen ihrer Verbreitung in der Natur längst bekannt und sogar für selbständige Pilzformen gehalten worden sind, war mit diesen ebenso wichtigen als interessanten neuen Resultaten, welche zu den befangenen Auffassungen der Zeit im vollsten Gegensatze standen, welche zugleich über den Parasitismus und über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte der parasitischen Pilze die weitgehendsten Aufklärungen brachten, auch gleichsam die nächste und fundamentale Aufgabe von selbst gegeben, nämlich: die in der künstlichen Ernährung in unerschöpflicher Ausgiebigkeit gewonnenen Keime auf ihre infectiöse Kraft zur Erzeugung der Brandkrankheiten zu prüfen und durch methodische Infectionsversuche den Nachweis zu führen, dass durch diese saprophytisch lebenden Keime die Entstehung und Verbreitung der Brandkrankheiten auf unseren Culturpflanzen thatsächlich verursacht werden.

Die erste Hälfte der nachfolgenden Untersuchungen, soweit sie das XI. Heft umfasst, ist diesen Infectionsversuchen gewidmet, die während sechs Jahre, zeitweise

APR 2 1917

unterstützt von Dr. *J. von Istvánffi*, Assistent am botan. Institute hierselbst, erfolgreich fortgesetzt wurden. Als Versuchsobjecte sind zunächst Ustilago Avenae auf Avena sativa und Ustilago cruenta auf Sorghum saccharatum (nigrum) ausgewählt worden, die als Flug- und Hirsebrand in den Fruchtkörnern der Nährpflanzen die allbekannten Brandlager bilden, und dann als dritte Form die Ustilago Maydis auf Zea Mais benutzt worden, welche an jeder Stelle der Nährpflanzen die überall verbreitete Beulenkrankheit oder den Beulenbrand des Mais erzeugt. Die bei diesen drei verschiedenen aus der Reihe unserer wichtigsten Culturpflanzen ausgewählten Versuchsobjecten gewonnenen, jeweils verschiedenen Resultate ergänzen sich zu einer klaren Kenntniss über die Aetiologie der Brandkrankheiten, wie sie bis dahin nicht gewonnen worden ist und auch ohne den vorausgegangenen Aufschluss über die saprophytischen Lebensformen der Brandpilze nicht gewonnen werden konnte.

Die weiteren bei den Infectionsversuchen festgestellten Einzelheiten geben zugleich den natürlichen Aufschluss über die Ursachen der zeitlich und örtlich verschiedenen Empfänglichkeit der Nährpflanzen für die Infectionskeime, über die nachträgliche Immunität, über die Gründe einer wirksamen und einer ohne Erzeugung der Krankheit verlaufenden, also unwirksamen Infection, über die verschiedene Incubationsdauer der Infectionskeime, über ihre Entwicklung resp. den Ausbruch der Krankheit in verschiedenen und bestimmten Altersperioden und an bestimmten Stellen der Nährpflanzen und über die jährliche Wiederkehr der Krankheit oder ihr Ausbleiben in den Trieben einmal inficirter und perennirender Pflanzen, Aufschlüsse, welche nicht bloss für die Brandkrankheiten unserer Culturpflanzen, sondern auch für infectiöse Krankheiten, soweit sie durch Pilzkeime verursacht werden, von allgemeinem Interesse sind.

In dem zweiten Theile der Untersuchungen, die auf das XII. Heft entfallen, sind die Resultate zusammengefasst, welche aus der Cultur weiterer Brandpilzformen in Nährlösungen oder in künstlichen Substraten in der Zeitfrist von zwölf Jahren, in directem Anschluss an die im V. Hefte bereits mitgetheilten Ergebnisse gewonnen worden sind. Die Culturen erstrecken sich über mehr als sechzig weitere Formen der verschiedensten Brandpilze, die ich zum Theil aus aussereuropäischen Ländern zugeschickt erhielt. Diese weitgehenden, vergleichenden Untersuchungen der Formen machten es möglich, aus der Summe der gewonnenen morphologischen Einzelheiten das Wesentliche und für die Formen der Ustilagineen Charakteristische von dem Unwesentlichen und Nebensächlichen in den Charakteren der Brandpilze einer kritischen und entscheidenden Beurtheilung zu unterziehen, und zugleich durch den aufklärenden Einfluss der vorausgegangenen vergleichenden Untersuchungen der höheren

Pilze und hier speciell der Formen der Basidiomyceten im VII. und VIII. Hefte, den Nachweis zu führen, dass die Brandpilze durch die bestimmt gestalteten Fruchtträger bei der Brandsporenkeimung als Formen einer neuen Klasse der Hemibasidii charakterisirt sind, welche als die Vorstufen der eigentlichen Basidiomyceten dem natürlichen Systeme der Pilze als nothwendige Glieder sich einfügen und damit die aufsteigende Formenreihe von den Conidienträgern durch die Hemibasidien nach den Basidien der Basidiomyceten in der überzeugendsten Weise durch die ergänzenden Formbildungen vermitteln. Ja, sogar die beiden charakteristischen Abstufungen in den Formen der Basidien, wie ich sie für die Klasse der Basidiomyceten in den Proto- und in den Autobasidien der beiden von mir gegründeten natürlichen Unterklassen der Proto- und der Autobasidiomyceten nachgewiesen hatte, fanden sich in den Hemibasidien der Brandpilze vorgebildet vor, womit zugleich die Scheidung ihrer Formen in die zwei Reihen, hier mit Protohemibasidien, dort mit Autohemibasidien, von selbst gegeben war, deren erste als die Familie der Ustilaginaceen den Uebergang zu den Protobasidiomyceten herstellt, während die zweite als Familie der Tilletiaceen die gleiche Verbindung nach den Autobasidiomyceten herbeiführt.

Die Hemibasidii, auf Grund der gewonnenen Resultate schon in dem natürlichen System der Pilze am Schlusse des X. Heftes aufgeführt, nehmen die Parallelstellung zu den Hemiasci ein, die ich im IX. Hefte als die Zwischenglieder zwischen dem Sporangium der niederen Pilze und dem Ascus der höheren Pilze behandelt und eingefügt habe. Mit den beiden Reihen dieser Mittelformen der Mesomyceten ist auf Grund der vergleichenden morphologischen Charaktere die Verbindung der niederen algenähnlichen Pilze der Phycomyceten nach den eigentlichen und höchsten Pilzformen den Mycomyceten in ihren beiden parallelen Reihen der Asco- und der Basidiomyceten hergestellt. Das natürliche System der Pilze ist in seinen Grundzügen aufgefunden und fest begründet. Es ist zugleich hiermit die Ableitung der niedrigsten Formen der Fadenpilze, der Phycomyceten, von den Formen der grossen grünen geschlechtlichen Pflanzenreihe und damit der natürliche Anschluss des Pilzreiches an die Algen festgestellt und im Gegensatze zu dieser die eigenartige Entwicklung der Reihe der Pilze im Gange der morphologischen Differenzirung dahin klar gelegt, dass es die ungeschlechtliche Fructification allein ist, welche ohne geschlechtliche Fruchtformen und ohne Geschlechtlichkeit, in allmählicher Formsteigerung unter Abspaltung und Einschaltung weiterer ungeschlechtlicher Fruchtformen, durch die Mittelformen der Hemiasci und Hemibasidii nach den höchsten Formen der Asco- und der Basidiomyceten aufsteigt. Die Pilze bilden demnach in ihrer eigenartigen morphologischen Gestaltung ein Reich für sich, welches sich von den niederen Formen der Algen, also

von der geschlechtlichen Reihe, abspaltet, um dann neben dieser als ungeschlechtliche Reihe die natürliche Stellung zu finden (man vergleiche Heft VII—X).

Da ich die vorzeitige Mittheilung von Kleinigkeiten nicht liebe, so ist — getreu den Prinzipien dieses grösser und auf vergleichender Grundlage angelegten Werkes — das Material der Untersuchungen allmählich während der Dauer von zwölf Jahren angesammelt worden. Es würde aber den jetzigen Umfang nicht erreicht haben, wenn ich mich nicht der Unterstützung in Material aus dem In- und Auslande zu erfreuen gehabt hätte. In erster Linie bin ich dem leider so früh verstorbenen Dr. *Barclay*, Oberstabsarzt in Simla im Himalaya verbunden, der mir bis zu seinem Tode in immer neuen Sendungen das schönste Material von Brandpilzen zugeschickt hat. Dann habe ich von Dr. *Cunningham*, Generalarzt in Calcutta, mehrere Sendungen bekommen, ebenso von meinem Freunde und Schüler Dr. *Alfred Möller* aus Blumenau in Brasilien, ferner von *E. Rostrup* in Kopenhagen und von Dr. *von Lagerheim* aus Quito; von inländischen Formen erhielt ich schönes Material von *J. Kühn* in Halle, von *W. Krieger* aus Königstein, von *P. Hennings* in Berlin und von *L. Ludwig* in Greiz, welchen allen ich hier meinen aufrichtigen Dank ausspreche.

Mit diesem Danke verbinde ich zugleich die Bitte an alle Mycologen des In- und Auslandes um weitere gütige Zusendung von Brandpilzformen, welche bis dahin noch nicht cultivirt worden sind.

Das XIII. Heft mit den Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze und einer Reihe weiterer Einzeluntersuchungen wird dem vorliegenden XI. und dem sich anschliessenden XII. Hefte sehr bald nachfolgen.

Münster i. W., botanisches Institut, den 24. December 1894.

Professor Dr. **O. Brefeld.**

Inhalt.

Seite.

Einleitung 1

Infectionsversuche mit Brandpilzkeimen aus künstlichen Nährlösungen.

Geschichtliches 13

Methoden der Infection 18

Infectionen mit Flugbrandconidien auf Hafer und Gerste 23

Infectionen mit Hirsebrandconidien auf Hirse (Sorghum saccharatum) 43

Infectionen mit Maisbrandconidien auf Zea Mais 52

Nachträgliche Infectionen 84

Rückblick über die Gesammtheit der gewonnenen Resultate 90

Erklärung der Abbildungen 93

Es sind annähernd zwölf Jahre verflossen, seitdem ich die erste Reihe meiner Untersuchungen über die Brandpilze in dem V. Hefte des vorliegenden Werkes zur Mittheilung gebracht habe.

Die Untersuchungen gingen damals von einem neuen und durchaus anderen Gedankengange aus als alle früheren Arbeiten, welche über die Brandpilze und die durch sie verursachten Brandkrankheiten gemacht sind und welche bekanntlich mit der Zeit so zahlreich und vielseitig zur Ausführung gelangt waren, dass mit ihnen der Gegenstand erschöpft zu sein schien. Und so verschieden und neu, wie die Ausgangspunkte meiner Untersuchungen im Vergleich zu allen vorausgegangenen vordem waren, ebenso unerwartet und neu waren denn auch die Ergebnisse, welche sie an neuen Thatsachen der wichtigsten und bemerkenswerthesten Art zu Tage förderten.

In einer Reihe vorausgegangener Einzeluntersuchungen von verschiedenen parasitisch auftretenden Pilzformen hatte ich zunächst den Nachweis führen können, dass diese Parasiten nicht ausschliesslich an eine parasitische Lebensweise gebunden sind, dass sie vielmehr in todten, künstlich hergestellten Nährsubstraten ganz ebenso gut, wenn nicht gar besser und üppiger gedeihen, als auf den Nährpflanzen (man vergleiche die Arbeiten der ersten vier Hefte d. W.). In dem fortschreitenden und stets glücklichen Verlaufe dieser Untersuchungen wurde ich gleichsam von selbst auf den naheliegenden Gedanken hingeführt, die Culturversuche in den bisher bewährten neuen Nährlösungen auch auf solche Pilzformen auszudehnen, welche ganz allgemein als »specifische Parasiten«, also als Parasiten katexochen angesehen werden. Es sind dies die Formen von Pilzen, die für ihre Existenz, dem Anscheine nach, ausschliesslich und allein an die bestimmten Nährpflanzen, welche sie bewohnen, sogar an ganz bestimmte Theile von diesen gebunden sind, in welchen sie einzig und allein angetroffen werden und in welchen sie mit nie fehlender Regelmässigkeit und Bestimmtheit wiederkehren.

Bis dahin war es Niemandem in den Sinn gekommen, dass auch diese specifischen Parasiten einer anderen als rein parasitischen Ernährung zugänglich sein könnten, ja,

schon der blosse Gedanke nach Versuchen dieser Art, den ich — unvorsichtig genug! — vorzeitig geäussert hatte, erschien den Mycologen in dem Lichte damaliger Anschauungen so ungeheuerlich, dass er in mehr humoristischem als ernstem Sinne beurtheilt wurde.[1])

Es kann in der That nichts geben, was die Neuheit meines Gedankens mehr erweisen und zugleich den Gegensatz in meinen Auffassungen und in dem allgemein herrschenden Urtheile in mycologischen Dingen in mehr überzeugender Weise darthun kann, als die abfälligen Kritiken, welche in der botanischen Zeitung, dem Organ des derzeit tonangebenden Mycologen *de Bary* (in Strassburg) und seiner Schüler erschienen. Man fand den Ton höhnischer Bekrittelung für geeignet, den Gedanken zu beleuchten und so kurzweg abzuweisen.[2])

Ich liess mich durch diese thörichten Urtheile in der Verfolgung meiner Ziele nicht im mindesten beeinflussen und ging nach langer unliebsamer Unterbrechung[3]) meiner Arbeiten im Sommer 1881 zu den neuen Culturversuchen über. Ich wählte damals als erstes Versuchsobject die Formen der Brandpilze aus, welche auf unseren Culturpflanzen leben und hier die allbekannten und allverbreiteten Brandkrankheiten hervorbringen, sie boten mir eben das naheliegendste und am leichtesten zu erreichende Material dar.

Meine Voraussetzungen bewährten sich glänzend. Alle Formen der Brandpilze, welche beliebig für die Versuche herangezogen wurden, in erster Linie die Getreide bewohnenden Formen der Gattung Ustilago und Tilletia, waren sämmtlich der Ernährung in künstlichen Nährlösungen nicht bloss zugänglich, sie gediehen in diesen so vorzüglich, als ob sie niemals parasitisch gelebt hätten, vielmehr stets gewohnt gewesen wären, sich, gleich allen anderen Saprophyten, von todter organischer Substanz zu ernähren.

[1]) In diesem Sinne wird es allein begreiflich, dass sich Niemand den Gedanken zu Nutze gemacht und die Cultur der parasitischen Pilze in Angriff genommen hat. Vielleicht hat niemals eine Fülle der interessantesten und wichtigsten Thatsachen mehr zu Tage gelegen und zudem mit leichterer Mühe, schon durch den primitivsten Versuch von der Welt, durch die Cultur der Sporen dieser Pilze in Nährlösungen aufzudecken, wie hier. Die Sache lag so nahe, dass während der Ausführung der Arbeiten zum V. Hefte d. W., die mehrere Jahre im tiefstem Stillschweigen fortgesetzt wurden, mich oft das beunruhigende Gefühl bedrückte, es möchte der so klar von mir ausgesprochene und ja eigentlich für einen kritisch denkenden Menschen ganz selbstverständliche Gedanke inzwischen auch schon von anderer Seite in Angriff genommen sein, — bis mich endlich mein theilnehmender Freund *J. Kühn* aus Halle, dem ich damals meine neuen Schätze zu zeigen das Vergnügen hatte, mit der Versicherung beruhigte, dass nach den Anschauungen der Zeit sicher kein Anderer den gleichen Gedanken verfolge. Und so war es auch!

[2]) Zur Orientirung will ich hier kurz auf meine Gegenkritik p. 62—69 im VII. Hefte d. W. verweisen.

[3]) Man vergleiche die Vorrede zum IV. Hefte d. W.

Die früheren Kenntnisse über die Entwicklung der Brandpilze beschränkten sich, abgesehen von der Bildung der Brandlager in den Nährpflanzen, auf kümmerliche Keimungen der Brandsporen in Wasser, auf die Beobachtung von kleinen Fruchtträgern, die aus den Sporen austreiben und mit der Bildung einiger keimschwacher Conidien ihre Entwickelung abschliessen. Man nannte diese Keimungen oder vielmehr die kleinen Sporenkeimlinge »Promycelien mit Sporidien«. Es war schon an sich dem Verständnisse schwer zugänglich, wie mit diesen kümmerlichen Keimungen der Brandsporen, mit diesen wenigen schwächlichen Conidien, die bei ihrer Keimung gebildet werden, die Allverbreitung der Brandpilze und der Brandkrankheiten herbeigeführt werden könnte. Die Sache steigerte sich aber zu einem vollkommenen Räthsel in den Fällen, in welchen die Sporen überhaupt nicht auskeimen wollten, und wo dennoch, wie z. B. beim Beulenbrande des Mais, die Verbreitung des Pilzes und der Beulenkrankheit in der Natur eine allgemeine ist. Hier musste, angesichts dieser wenigen uns bekannten Einzelheiten über die Entwicklung und die Verbreitung der Brandpilze, jede kritische Erwägung mit fast zwingender Nothwendigkeit zu der Annahme hinführen, dass noch andere, uns bis dahin nicht zugängliche Factoren wirksam seien, welche die Erscheinungen in der Natur bedingen.

Und wo konnten diese uns noch unbekannten Factoren anders zu suchen sein, als in der mangelhaft bekannten Entwicklung der Brandpilze selbst, also in der weiteren Annahme, dass mit der Sporenkeimung in Wasser zu Promycel und Sporidien die Entwicklung der Brandsporen ausserhalb der Nährpflanzen ihren Abschluss noch nicht erreicht habe, dass mithin noch weitere, bisher übersehene Entwicklungsstadien der Brandpilze, die auf oder in den Nährpflanzen nicht durchlaufen werden, bestehen müssen? Es fehlte sogar an ganz bestimmten Fingerzeigen nicht, die hierauf hinwiesen. Diese waren in der langbewährten Erfahrung der praktischen Landwirthe über das Auftreten und über die Verbreitung des Getreidebrandes gegeben. Sie alle stimmten darin überein, dass das Auftreten des Brandes wesentlich gesteigert werde durch eine Bestellung der Saaten mit frischem Dünger, dass mithin in dem zu frischen Dünger eine Quelle der Verbreitung des Brandes und also eine Vermehrung der Brandkeime gegeben sein müsse.

Nur aus der Befangenheit der damaligen Mycologen, welche eben die Brandpilze für specifische Parasiten ansahen, und darum eine anderweite Ernährung und Entwicklung derselben als auf den Nährpflanzen von vornherein für ausgeschlossen hielten, lässt es sich erklären, dass so alte und so allseitig bewährte Erfahrungen unbeachtet und als anregender und wegzeigender Gedanke für neue Untersuchungen über die Brandpilze unbenutzt geblieben sind.

Mit der Ausführung der Cultur der Brandpilze ausserhalb der

Nährpflanze, mit der Cultur der Brandsporen in künstlichen Nährsubstraten, in sterilisirten Nährlösungen, wurde der natürliche Aufschluss alsbald gewonnen. In diesen todten Nährmedien kamen die weiteren Entwicklungsstadien, welche ausserhalb der Nährpflanzen durchlaufen werden und auf den Nährpflanzen selbst nicht auftreten, sogleich zur reichsten Ausbildung und erst mit der Ausfüllung dieser Lücke in den Gestaltungsformen, also in der Entwicklungsgeschichte der Brandpilze konnte unsere Erkenntniss über die Lebensweise und über die Verbreitung der Brandpilze und der Brandkrankheiten in der Natur dem Abschlusse zugeführt werden.

Es wurden in der ersten Reihe der vor 12 Jahren veröffentlichten Untersuchungen im V. Hefte d. W. einige 20 Formen von Brandpilzen der Cultur in Nährlösungen erfolgreich unterzogen. Die meisten dieser Formen gehörten der Formenreihe der Gattung Ustilago, eine geringere Zahl dem Typus von Tilletia an.

Wie längst bekannt ist, keimen die Brandsporen der Tilletia und ihrer Verwandten in Wasser zu Fruchtträgern aus, den früheren Promycelien, welche ungegliedert bleiben und die Conidien apical in kleinen Köpfchen ausbilden. Von den primären fadenförmigen Conidien wurden vereinzelt, zumeist an kurzen Fäden, secundäre Conidien in etwas veränderter sichelförmiger Gestalt gebildet, mit welchen dann der Keimungsact und die Entwicklung der Sporen in Wasser ihr Ende erreichte (Heft V, Taf. XII, Fig. 25—34). In Nährlösungen dagegen gestaltete sich die Sache wesentlich anders. Die keimenden Sporen bildeten zunächst dieselben Conidien in Köpfchen, aber die Conidien wuchsen sogleich zu Keimfäden und weiter zu verzweigten feinfädigen Mycelien aus, die schon früh anfingen, an beliebigen in die Luft führenden Fadenenden sichelförmige Conidien zu bilden. Die frühe und schnelle Fruchtbarkeit in Conidien hinderte die Mycelien nicht, sich an ihren Enden zu verlängern und in dem Maasse der zunehmenden Vergrösserung eine stetig wachsende Fruchtbarkeit in diesen Conidien an allen Fadenausbreitungen zu entwickeln. Es kamen grösser und grösser werdende Fadencomplexe zu Stande, die schliesslich lagerweise mit dicht gestellten Conidien bedeckt waren (Heft V, Taf. XIII, Fig. 44 u. 45). Jeder unbefangene Beobachter, der den Ursprung des Culturobjectes nicht kannte, musste es für die Bildung eines Schimmelpilzes halten, so vollendet übereinstimmend war die äussere Gestaltung des in Nährlösungen cultivirten Weizenbrandes mit der Form eines Schimmel bildenden saprophytischen Pilzes. Soweit nur immer die Nährlösungen ein weiteres Wachsthum gestatteten, soweit d. h. also unbegrenzt, ging die Entwicklung der Mycelien und die Bildung der ungemessenen Mengen von Conidien auf ihnen fort, sie häuften sich zu förmlichen Rasen an, die einem weissen Filze ähnlich wurden. Die gebildeten und abgefallenen Conidien waren sofort keimfähig, sie erzeugten immer wieder neue Mycelrasen mit neuer und reichster Conidienbildung.

In diesen neuen Thatsachen über die Entwicklung der Tilletia in künstlichen Nährsubstraten ist das Bild vom Leben des Pilzes ausserhalb der Nährpflanze gegeben. Es steht der Annahme nichts mehr entgegen, dass der Parasit, gleich beliebigen saprophytischen Pilzen, an allen Stellen in der Natur, die für die Ernährung dieser Formen geeignet sind, sich auch entwickelt und dass er seine Keime zu Mycelien mit reichster Conidienbildung hier ebenso vermehrt. Der gedüngte und humusreiche Ackerboden, der ein vorzügliches Nährsubstrat für so viele saprophytische Pilze abgiebt, dürfte auch für unseren Brandpilz schon die reichste und beste Gelegenheit für seine Entwicklung darbieten, und es bedarf kaum der Andeutung, dass von diesem Boden aus die Infection der in ihm ausgesäeten Nährpflanzen des Weizens in der einfachsten und naheliegendsten Art ermöglicht wird.

In der bisherigen Beurtheilung über die Verbreitung des Weizenbrandes in der Natur mussten die kümmerlichen Keimungen der Brandsporen in Wasser die einzige und nahezu unbegreifliche Rolle spielen; jetzt ist dies anders geworden, jetzt ist der neue Abschnitt der Entwicklung und der reichen Vermehrung der Keime ausserhalb der Nährpflanze, den man ganz übersehen hat, hinzugekommen und mit ihm ist die natürliche Verbreitung und das Auftreten des Brandes dem Verständnisse zugänglich geworden. Dabei ist es besonders bemerkenswerth, dass der Brand der Tilletia, soweit er in den Nährpflanzen, also parasitisch auftritt, niemals etwas anderes als die Brandsporen erzeugt und dass die Bildung der Conidien, die hier auf den Nährpflanzen gar nicht zu finden sind, auf das saprophytische Substrat vorzugsweise oder allein beschränkt bleibt, dass mithin durch diese ausserhalb der Nährpflanzen stattfindende Vermehrung der Keime das allverbreitete Vorkommen des Pilzes als Parasiten erst genügend erklärlich wird und natürlich gesichert erscheinen kann.

Nicht im Prinzip verschieden von dem Typus der Tilletia, d. h. nicht abweichend in der reichsten Vermehrung der Keime bei saprophytischer Ernährung, wohl aber weit verschieden von dieser in der Form der Bildung und der Vermehrung der Keime verhielten sich die Formen der artenreichen Gattung Ustilago in der künstlichen Cultur.

Die Keimung der Brandsporen in Wasser tritt hier häufig gar nicht ein, wo sie erfolgt, geschieht es mit der Bildung von Conidienträgern, den bekannten Promycelien, die der Regel nach nicht einzellig sind, wie bei dem Typus von Tilletia, sondern von Scheidewänden in horizontaler Richtung durchsetzt, also mehrzellig werden. Die übereinander stehenden Zellen des Conidienträgers treiben gewöhnlich und zwar unterhalb der Scheidewände seitlich zu wenigen Conidien aus, die häufig erst zu zweien oder mehreren mit kurzen Fortsätzen fusioniren, ehe sie zu kümmerlichen

kleinen Keimfäden auszutreiben sich anschicken (Heft V, Taf. I—XI). Unter dem Einflusse von Nährlösungen werden die Sporen auch der Formen, welche in Wasser nicht keimen wollen, besonders leicht zum Auskeimen gebracht. Die Keimung erfolgt zwar zunächst mit der Bildung derselben Conidienträger, wie sie auch in Wasser austreiben, aber die Träger sind ungleich üppiger und sie schliessen nicht, wie vorher in Wasser, mit der Erzeugung weniger Conidien ihre Entwicklung ab, sondern die Bildung der Conidien geht unbegrenzt an denselben Stellen weiter, so lange als nur die Nährstoffe der Nährlösungen vorhalten. Es werden die Conidien bis ins Endlose gebildet (Taf. I—XI in Heft V).

In dem weiteren Verhalten dieser Conidien zeigten nur die Formen von Ustilago eine zweifache und zwar höchst interessante Verschiedenheit.

Bei der einen Formenreihe, welche z. B. durch Ustilago longissima, Ust. grandis und Ust. bromivora etc. vertreten wird, wuchsen die an den Conidienträgern abgeschnürten Conidien stets wieder zu neuen Conidienträgern aus (Heft V, Taf. VIII—XI), die sich gleich dem primären Träger gliederten, um dann ebenfalls zur Conidienbildung überzugehen. Es war somit die Cultur mit den ausgesäeten Brandsporen in den Nährlösungen alsbald von Conidienträgern angefüllt, von den wenigen primären, die aus den Sporen gekeimt hatten, und den zahlreichen secundären, welche aus ihren Conidien herangewachsen waren, die alle, so lange es die Ernährung in den Nährlösungen ermöglichte, bis ins Unbegrenzte in der Abschnürung der Conidien fortfuhren, Conidien, die ihrerseits immer wieder zu neuen Conidien bildenden Trägern auswuchsen. Erst mit der gänzlichen Erschöpfung der Nährlösungen schickten sich endlich die Conidien und auch die einzelnen Zellen der Träger an, zu langen Keimfäden auszutreiben.

Bei der zweiten Formenreihe, zu welcher namentlich Ustilago Carbo, Ust. Maydis, Ust. cruenta etc. gehören, wurde bei sonst gleicher Sporenkeimung dies Auswachsen der abgeschnürten Conidien zu neuen, wiederum Conidien bildenden Fruchtträgern, welche den primären, aus den Brandsporen austreibenden Conidienträgern gleich werden, nicht beobachtet. Die Conidien gingen vielmehr, sobald sie von dem primären Conidienträger gebildet waren, und oft noch mit diesem im Zusammenhange, unmittelbar und direct, mit gänzlicher Umgehung der weiteren Fruchtträgerbildung, zu neuer Conidiensprossung über (Heft V, Taf. I — VIII). Die Sprossung fand fast regelmässig an dem einen freien Ende der noch ansitzenden oder an den beiden Enden der freien Conidien statt. Diese wuchsen einfach zu neuen Conidien aus. Sobald die neugesprossten Conidien ihre volle Grösse erreicht hatten, gingen auch sie wieder zu weiterer directer Aussprossung von Conidien über, welche gleich den früheren die

Sprossung neuer Conidien fortsetzten, so lange, als es die Nährlösungen mit ihren Nährstoffen nur immer ermöglichten. Die auseinander sprossenden Conidien trennten sich einmal bald nach ihrer vollendeten Ausbildung leicht von einander, so dass man sie während der Dauer der Sprossung immer nur zu zweien verbunden antraf, das andere Mal erfolgte die jedesmalige Trennung der neugesprossten Conidien etwas später und die auseinandergesprossten Generationen von Conidien blieben zu sogenannten Sprossverbänden lose vereint zusammen, um erst nachträglich in die einzelnen Conidienglieder zu zerfallen.

Bei genauer Besichtigung fand die Aussprossung der Conidien auseinander gar nicht anders statt, wie sie an dem primären Conidienträger selbst vor sich geht. Es konnte ein mehr oder minder kurzes Sterigma an den Sporenenden ebenso beobachtet werden, wie an den Gliederzellen des Conidienträgers unter den trennenden Wänden. Auch die Conidien selbst, welche durch directe Sprossung gebildet waren, zeigten nicht den mindesten Unterschied von den ersten, die an dem Träger der Keimsporen abgeschnürt waren.

Die Anhäufung der Conidien in den Nährlösungen war eine ganz enorme, sie bildeten förmliche Niederschläge, in welchen die Fruchtträger der Keimsporen schliesslich kaum wiederzufinden waren. In weiteren Aussaaten einzelner Conidien in Nährlösungen zeigte sich immer das gleiche Verhalten der directen Sprossung, die in unbegrenzten Nährlösungen bis ins Unbegrenzte fortging, ohne dass die Conidien jemals in irgend eine andere Form übergingen. Nur allein mit der Erschöpfung der Nährlösungen hörte die Sprossung auf und die Conidien trieben nun an den Enden, wo vorher die Abschnürung stattfand, zu langen Keimfäden aus, gleich den Bildungen des früheren Typus.

Das Charakteristische der Bildungen dieses zweiten Formentypus von Ustilago gegenüber dem ersten würde seinen kurzen Ausdruck dahin finden, dass hier der Conidien bildende Fruchtträger nur einmal und zwar mit der Keimung der Brandsporen gebildet wird und dass weiterhin eine Vermehrung der Conidien durch directe Sprossung ausschliesslich erfolgt, ohne Wiederbildung von Fruchtträgern.

Bekanntlich sind diese Sprosszustände von Conidien in Hefenform in ihrem morphologischen Werthe lange verkannt worden. Man hielt sie für die Wuchsformen eigenartiger Pilztypen, die man als Hefenpilze, als Blastomyceten benannte und zwischen Spalt- und Fadenpilzen systematisch einordnete.[1]) Es ist das nebensäch-

[1]) Den Namen „Blastomyceten“ habe ich selbst ursprünglich für die sogenannten Sprosspilze im III. Hefte d. W., freilich schon damals mit Vorbehalt, eingeführt, aber natürlich gleich wieder fallen gelassen, als ich in den Untersuchungen des V. Heftes die Ueberzeugung von ihrem morphologischen Werthe als blosse Sprossconidien höherer Pilzformen gewinnen musste, der dann in den nächsten fünf Heften ausgiebigst bestätigt werden konnte.

liche, aber darum nicht minder wichtige Ergebniss der Cultur der Brandpilze in Nährlösungen, dass die vermeintlichen Hefenpilze sich als Conidiensprossungen erweisen und hiermit als ganz natürliche Entwicklungsglieder den höheren Formen von Fadenpilzen einfügen liessen, dass sie mithin aufhören mussten, als selbständige und disharmonische Glieder des Systemes der Pilze zu gelten. Es mag hier zur Ergänzung kurz angedeutet sein, dass die Fähigkeit der directen Sprossung der Conidien bei allen höheren Fadenpilzen und bei den allerverschiedensten Formen unter diesen nachgewiesen werden konnte, dass sie, ausser bei den Formen der Ustilagineen, auch bei den Formen der Hemiasci, bei den Exoasci, bei den Carpoasci, bei den Proto- und Autobasidiomyceten, kurz bei allen Typen der höheren Pilze allverbreitet wiederkehrt (man vergleiche die Resultate in den fünf letzten Theilen dieses Werkes). Dabei tritt das Interessante der Erscheinung namentlich darin zu Tage, dass die Conidiensprossungen bei den verschiedensten Pilztypen, die systematisch so weit wie möglich auseinander stehen, in der äusseren Gestaltung zur Ununterscheidbarkeit die gleichen sind, dass es also nach dem äusseren Befunde der Hefen, nach ihrer Gestaltung gar nicht möglich ist, zu entscheiden, welchen Formen der höheren Fadenpilze sie als Entwicklungsglieder angehören. Schon allein bei den früher untersuchten Formen der Brandpilze fanden sich die möglichen Variationen in der Gestalt der Conidien und also auch der Sprossverbände von diesen wieder, welche zwischen der rundlichen und der langgezogenen fadigen Form liegen können. Man kann kurz sagen, soviel Formen von Conidien es bei den höheren Pilzen gibt, ebensoviele Formverschiedenheiten bestehen auch in den Sprossverbänden der Conidien oder vielmehr in den Hefenformen, welche sie bilden und welche ihnen als Entwicklungsglieder angehören.[1])

Das Vorkommen von Conidiensprossungen in Hefenform in der Natur ist nun ebenfalls ein ganz allgemeines. Als die naheliegendsten Fundorte sind auch hier wieder der Dünger, also die Faeces von kräuterfressenden Thieren, bekannt. Hier finden sich überall Hefeconidien in den verschiedensten Formen vor, die hier zu einem und wohl nicht geringen Theile von den verschiedenen Formen der Gattung Ustilago herrühren dürften, deren Sporen mit dem Futter von den Thieren verschluckt und nachträglich in den so günstigen Nährmedien der Faeces zur Keimung und Hefenbildung gefördert werden. Wie diese Keime dann, in frischem Dünger auf den Acker gefahren, das Saatgut befallen und so eine weite und reiche Ausbreitung

[1]) Die Zahl der Hefeconidien bildenden höheren Pilze ist schon nach den bis jetzt bekannten, vorzugsweise in diesem Werke niedergelegten Untersuchungen auf mehrere Hundert gestiegen; es ist nicht zweifelhaft, dass mit weiteren Culturversuchen, namentlich auch ausländischer höherer Pilzformen diese Zahl noch ganz bedeutend steigen wird. Man kann kurz aussagen, dass, mit vorläufigem Ausschluss der Phycomyceten, bei den Formen der Meso- und der Mycomyceten die Hefeconidien bildenden Pilze ein sehr häufiges Vorkommniss sind.

der Brandkrankheiten herbeiführen können, wie sie längst schon durch die übereinstimmenden Erfahrungen der Landwirthe bei Verwendung zu frischen Düngers bekannt ist, bedarf nur der Andeutung und keiner weiteren Ausführung, ebenso wenig die Thatsache, dass auch hier so wenig wie bei Tilletia während des parasitären Lebens die Conidien jemals auftreten, die ausschliesslich in dem saprophytischen Lebensabschnitte zur Ausbildung kommen.

Die hier in Kürze zusammengefassten Ergebnisse der ersten Culturreihe der Brandpilze bereichern zunächst unsere Kenntnisse der Morphologie und Entwicklungsgeschichte dieser bis dahin ganz ungenügend bekannten Pilzformen. Sie führen gleichsam einen neuen und zwar saprophytischen Abschnitt der Gestaltung in die Entwicklung ein, der bislang ganz übersehen ist, ja auch nicht einmal von Ferne geahnt wurde. Und in eben diesem Abschnitte der Entwicklung liegt nun zugleich, wie schon angedeutet wurde, die Aufklärung über das Auftreten und die Verbreitung der Brandkrankheiten verborgen, die man anderweit angeblich bis zu einem befriedigenden Verständnisse zu fördern bemüht war.

Abgesehen von diesen, die Formen der Ustilagineen im engern betreffenden Resultaten hat die Morphologie der Pilze überhaupt in der gewonnenen Erkenntniss des morphologischen Werthes der sogenannten Hefenpilze als blosse Conidiensprossungen und Entwickelungsglieder höherer Fadenpilze einen ihrer wesentlichsten Fortschritte zu verzeichnen, welcher in erster Linie der Systematik der Pilze in der Beseitigung der Blastomyceten aufklärend zu Gute kommt.[1])

[1]) Dass es bei der erst seit einem Decennium gewonnenen Aufklärung über die Sprosspilze zur Zeit noch Anhänger und Verfechter der alten Auffassung gibt, kann nur natürlich erscheinen, wenn man bedenkt, wie schwer es ist, sich von alten und liebgewordenen Anschauungen loszusagen, in die man sich ganz hineingelebt hat. Es kommt hinzu, dass mit dem Aufhören der Blastomyceten als selbständige Pflanzenklasse ja auch die Vertreter der Blastomyceten aufhören die Erforscher selbständiger Pilzformen zu sein und dass sie nun zu blossen Beobachtern von abgelösten Entwicklungsgliedern höherer Pilze eingeschränkt werden. Hatten wir doch noch vor Kurzem bei den Flechten den gleichen Fall. Wie lange hat es hier nicht gedauert, bis sich die Lichenologen überzeugten, dass ihre Flechten nicht mehr als eine natürliche Pflanzenklasse, sondern nur noch als Formen von verschiedenen höheren Pilzen gelten können, welche von niederen Algen parasitisch leben, trotzdem die Beweise hierfür sonnenklar vorlagen? Gibt es doch noch heute Anhänger der widerlegten und überwundenen Auffassung, die sich nicht überzeugen lassen wollen, die erst durch Aussterben verschwinden werden! Zum Glücke tragen all die Vorkommnisse dieser Art, die sich wiederholen werden, so lange die wissenschaftliche Erkenntniss fortschreitet, einen durchaus harmlosen Charakter. Es sind ja nicht die wissenschaftlich durchbildeten Mykologen und Botaniker, um deren Anschauungen es sich hier handelt, sondern Specialisten der engsten Art, deren Ansichten in der Wissenschaft nicht mitwiegen, so geräuschvoll sie sich auch kundgeben mögen.

Endlich greifen die neuen Thatsachen, ganz abgesehen von ihrer eben bezeichneten morphologischen Tragweite, auch auf das biologisch-physiologische Gebiet über. Unsere bisherigen Begriffe vom specifischen Parasitismus und von der Existenz specifischer Parasiten, sind angesichts der Ergebnisse der Cultur der Brandpilze in Nährlösungen unhaltbar geworden. Von den ausgeprägtesten aller parasitisch lebenden Pilze, die in der Natur allein angewiesen zu sein scheinen auf einzelne bestimmte Wirthe, und sogar auf bestimmte Theile von diesen, die sie allein bewohnen, ist es nun erwiesen, dass sie, gleich den gewöhnlichsten Saprophyten, in beliebigen todten Nährsubstraten, nur in anderen Formen leben und aufs üppigste gedeihen. Es musste nunmehr einleuchten, dass in den Erscheinungen des Parasitismus in der Natur nichts anderes gesehen werden darf als eine bloss angepasste Lebensform, die in den verschiedensten Abstufungen der Anpassung auftritt und auch natürlich anzutreffen ist, die aber in der scheinbar höchsten Steigerung der Ausbildung den natürlichen saprophytischen Ursprung noch nicht verloren hat, der sich im Wege der künstlichen Cultur nachweisen lässt.

Die Untersuchungen über die Brandpilze, soweit sie in dem V. Hefte dieses Werkes vor 12 Jahren veröffentlicht und in ihren wesentlichen Resultaten hier rekapitulirt wurden, sind damals an einer beliebigen Stelle abgebrochen worden. Um sie fortzuführen und zu einem relativen Abschlusse zu bringen, waren die weiterhin einzuschlagenden Wege gleichsam von selbst vorgezeichnet.

Es musste sich in erster Linie darum handeln, die neu gewonnenen Thatsachen experimentell zu verwerthen, also die in der Cultur saprophytisch und in reichster Vermehrung gezogenen Keime der Brandpilze nun auch zur Erzeugung der Brandkrankheiten auf den betreffenden Nährpflanzen zu verwenden, also den Beweis zu führen, dass thatsächlich durch sie die Erscheinungen des Brandes verursacht werden. Die Cultur der Brandpilze in Nährlösungen hat nur einseitig aufgedeckt, was die Brandpilze ausserhalb der Nährpflanzen machen, welche Formen der Gestaltung und der Vermehrung ihrer Keime sie hier durchlaufen können. Der Ring kann nicht eher als geschlossen angesehen werden, als bis auf das genaueste weiter verfolgt ist, wie sich die Keime, die ausserhalb der Nährpflanzen in dem saprophytischen Lebensabschnitte gebildet werden, dann verhalten, wenn sie wieder mit den Nährpflanzen in Berührung kommen, ob und in welchem Grade sie angriffsfähig auf diese sind, wie sich der Uebergang zur parasitischen Lebensform kennzeichnet, und wie sich der Gang der Entwicklung der in die Nährpflanzen eingedrungenen Keime bis zum Abschlusse, also bis zur Wiedererzeugung der Brandlager innerhalb der Nährpflanzen gestaltet. Erst durch methodisch ausgeführte und erfolgreiche Infectionsversuche dieser Art werden die vorläufig noch getrennten beiden Hälften der Entwicklung der

Brandpilze in- und ausserhalb der Nährpflanzen natürlich verbunden und zu einem harmonischen Ganzen vereinigt.

Wohl kann hier der positive Ausgang der Infectionsversuche von vorn herein für mehr als wahrscheinlich angesehen werden; aber die Wissenschaft darf nicht bei Wahrscheinlichkeiten stehen bleiben, wenn es möglich ist, sie zu Thatsachen zu erheben. Schon allein aus diesem Grunde sind die experimentellen Versuche unerlässlich nothwendig. Doch nicht der letzte Ausgang ist hier das einzige Ziel der Versuche. Ihre Ausführung mit einem so aussichtsvollen, in so unbegrenzter Fülle verfügbaren Materiale an Keimen lässt, gleichsam unterwegs, die wichtigsten Aufschlüsse über die Aetiologie der Brandkrankheiten im engeren mit Sicherheit erwarten. An keiner günstigeren Stelle und an keinem günstigeren Material lässt sich die Frage über die zeitliche Empfänglichkeit der Nährpflanzen für die Krankheitskeime und über ihre nachträgliche Immunität, die weitere Frage nach der örtlichen Angriffsfähigkeit der Keime, an welchen Stellen sie einzudringen vermögen und unter welchen Umständen das Eindringen von Erfolg sein kann und wann es ohne weitere schädliche Wirkung bleibt, kurzum die Frage, unter welchen Umständen die Infection allein wirksam zu Stande kommt, mit mehr Aussicht auf Erfolg der Lösung näher bringen, als hier bei den Brandpilzen und den Brandkrankheiten. Denn gerade hier liegen bekanntlich die Verhältnisse vielfach verwickelter, als bei anderen Pilzkrankheiten. Schon nach den vorliegenden älteren Beobachtungen kann es nicht zweifelhaft sein, dass die Infection örtlich eng und bestimmt umgrenzt ist, dass der Ort der Infection und die spätere Stätte des Krankheitsheerdes zumeist nicht zusammenfallen, dass beide örtlich und zeitlich weit auseinanderliegen können, dass die Infectionskeime in der scheinbar durchaus gesunden Pflanze die ganze Entwicklungsperiode hindurch, kaum nachweisbar, verborgen bleiben können, bis sie später in bestimmter Zeit und in einem bestimmten Alter resp. in einem bestimmten Ausbildungsstadium der Nährpflanzen an ganz bestimmten Stellen, weit entfernt von dem Orte der früheren Infection, zu rapide zerstörender und geradezu frappanter Wirkung kommen.

Abgesehen von den experimentellen Versuchen, also den Infectionsversuchen zur Erzeugung des Brandes, war in zweiter Linie die Cultur der Brandpilze in Nährlösungen fortzusetzen und auf alle Formen der Familie auszudehnen, die in der ersten Serie nicht zur Untersuchung gekommen sind. Diese umfasste ja nur einen Bruchtheil der bekannten Brandformen, soweit sie damals leicht zu beschaffen waren. Auf eine weit grössere Anzahl von eigenartigen Formtypen, welche die Brandpilze auszeichnen, waren die Culturversuche noch gar nicht zur Anwendung gekommen.

Es stand auch hier mit Sicherheit zu erwarten, dass diese Formen neue und wichtige Resultate ergeben würden und dass es gelingen musste, aus der erweiterten

Summe der Einzelresultate der verschiedenen Formen einen Ueberblick über die Formgestaltungen in den natürlichen Grenzen der Gruppe zu gewinnen, um endlich aus der vergleichenden Werthschätzung der morphologischen Charaktere die natürliche Verbindung und Gruppirung der Formen in den Grenzen der Familie und damit zugleich den natürlichen Anschluss der Familie selbst im System der Pilze überhaupt abzuleiten.

Wir folgen dem Gange der Untersuchungen, wie er eingeschlagen wurde, wenn wir mit den Infectionsversuchen beginnen und nachträglich die Culturversuche mit den weiteren Brandpilzformen, soweit sie in der Zeitfrist von 12 Jahren im In- und Auslande zu erreichen waren, anschliessen, und dann schliesslich die Gesammtheit der morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Resultate für die Systematik der Pilze verwerthen.

Eine kurze Mittheilung über die Resultate, namentlich der Infectionsversuche, habe ich schon im Jahre 1888 am 17. Februar im Club der Landwirthe in Berlin gegeben in einem Vortrage „neue Untersuchungen über die Brandpilze und die Brandkrankheiten".

I. Infectionsversuche mit Brandpilzkeimen

aus künstlichen Nährlösungen.

Geschichtliches. Bei der grossen Verbreitung der Brandkrankheiten, bei dem grossen Schaden, den sie in der Landwirthschaft auf unseren Culturpflanzen verursachen, versteht es sich ganz von selbst, dass Infectionsversuche seit der Zeit, wo überhaupt Versuche dieser Art gemacht wurden, auch mit den Brandpilzen ausgeführt worden sind. Die Brandlager auf den Nährpflanzen mit den ungemessenen Massen der Brandsporen boten für diesen Zweck das reichste und naheliegendste Material dar. Es ist hiernach unerlässlich, den neuen Versuchen, die hier mitgetheilt werden sollen, die bereits vorliegenden Erfahrungen vorauszuschicken, soweit sie bei Infectionen mit Brandsporen bis dahin ermittelt werden konnten.

Die Uebertragung der Brandsporen auf die betreffenden Nährpflanzen, und zwar zunächst auf solche Stellen, wo die Brandlager in den Pflanzen zur Erscheinung kommen, war überaus naheliegend und so einfach als möglich auszuführen. Die Sporen vertheilen sich leicht in Wasser und lassen sich in dieser Mischung ebenso leicht auf die einzelnen Stellen der Nährpflanzen übertragen. Es zeigte sich aber bei diesen Versuchen, dass an den entwickelten Theilen der Pflanzen, an welchen der Brand auszubrechen pflegt, eine Infection mit den in Wasser vertheilten Sporen gar nicht eintritt. Die so inficirten Pflanzen blieben in allen Fällen gesund und brandfrei. Der Erfolg der Versuche blieb ein gleich negativer, wenn die Sporen auf beliebige andere Stellen der entwickelten Pflanzen übertragen wurden. Es war hiernach anzunehmen, dass die Brandpilze auf die entwickelten Pflanzen, soweit sie frei, also in der Luft leben, Angriffskräfte nicht besitzen, dass diese hier in allen zugänglichen Theilen immun sind.

Die der Infection zugänglichen Stellen der Pflanzen mussten demnach anderswo aufgesucht werden. Sie konnten kaum noch an einer anderen Stelle als im oder auf

dem Erdboden gelegen sein, worin die Körner ausgesäet werden, also in den jungen Theilen der Pflanzen, die sich im oder auf dem Boden entwickeln müssen. Für diese Wahrscheinlichkeit, dass die Pflanzen die Brandkeime in oder auf dem Boden empfangen, sprechen auch schon die alten Erfahrungen über die Verbreitung der Brandkrankheiten bei Anwendung frischen Düngers, und die selbstverständliche Thatsache, dass die ausgefallenen Brandsporen auf den Boden, also in die Ackerkrume gelangen müssen. Und bereits lange vor der Ausführung methodischer Infectionsversuche war das Verfahren in Betrieb, das Saatgut zur Verhütung von Brandschäden mit Kupfervitriol zu beizen, ein Gift, welches die an den Saatkörnern haftenden Brandsporen tödtet. Lag hier die Gefahr der Infection in den Brandsporen, die am Saatkorn haften, so konnte weiterhin nichts näher liegen, als der Gedanke, dass die jungen Keimpflanzen, wenn sie aus den Körnern treiben, von den Pilzkeimen, welche im Boden in der Nähe der Keimlinge sich entwickeln, angegriffen und befallen werden. Um dies festzustellen, bedurfte es besonderer Aussaaten. Es mussten die Saatkörner der Nährpflanzen mit den betreffenden Brandsporen versetzt und dann ausgesäet werden.

Versuche dieser Art sind, wenn wir von älteren Angaben, z. B. von *Hoffmann*, absehen, in den möglichen Variationen vorzugsweise von *Julius Kühn*[1]) gemacht und in alljährlichen Wiederholungen auf den Versuchsflächen des landwirthschaftlichen Institutes in Halle mit dem möglichen Erfolge ausgeführt. Ausser manchen selteneren Brandformen wurden hier und werden noch jetzt namentlich die Brandformen unserer Culturpflanzen durch diese Methode der Infection der Saatkörner stetig unterhalten. Ich verdanke dem genannten Autor eine nicht geringe Zahl von Brandformen für meine Culturen, namentlich für die erste Serie im V. Hefte, die er durch Infection gezogen hat. Seine Erfahrungen über die Infection durch die Brandsporen der Brandpilze sind die reichsten und vielseitigsten, die bis dahin überhaupt gewonnen sind, sie erstrecken sich auf eine lange Reihe von Formen und auf eine nicht minder lange Reihe von Jahren.

Es gelang *Kühn* zuerst beim Steinbrande des Weizens, bei der Tilletia Caries, nach vorausgegangener Infection der Saatkörner mit den Brandsporen, die Keimfäden des Pilzes nahe am Wurzelknoten in der Keimpflanze nachzuweisen. Bei dem Maisbrande, der Ustilago Maydis, machte er die gleiche Beobachtung; hier trat schon drei Wochen nach der Infection in der Axe der jungen Keimpflanze eine Brandbeule auf, die den Tod der Pflanze herbeiführte. Dem Maisbrande folgte Ustilago Crameri, Ust. Tulasnei und Ust. destruens, welche verschiedene Formen von Hirse bewohnen, weiterhin Ustilago Carbo, der Flugbrand des Hafers und Ustilago bromivora auf

[1]) *J. Kühn*, Krankheiten der Culturgewächse. Berlin 1858 und weitere Arbeiten über die Brandpilze an verschiedenen Orten.

Bromus secalinus und andere Formen, bei welchen die Anwesenheit des Myceliums bald nach der Infection sowohl im Wurzelknoten und dessen Nähe, als auch in dem ersten Stengel- und Scheidenblattknoten und in dem zwischen beiden liegenden Stengelgliede nachgewiesen werden konnte. An die vorausgegangene Beobachtung über das Eindringen der Pilzkeime in die jungen Keimlinge und über die Anwesenheit und Weiterentwicklung der eingedrungenen Pilzkeime in den austreibenden Nährpflanzen schloss sich selbstverständlich der ergänzende Nachweis des wirklich auftretenden Brandes in der inficirten und entwickelten Pflanze an, durch welchen die Versuche erst ihren wissenschaftlichen Abschluss erreichen. *Kühn* konnte aus der Summe seiner langjährigen Versuche den Schluss ableiten, dass der regelmässige Weg einer erfolgreichen Infection bei den Brandpilzen in der Axe der eben austreibenden Nährpflanze gegeben sei.

Ausser diesen grundlegenden Versuchen von *Kühn* sind aber nachträglich noch von *R. Wolff*[1]) erfolgreiche Infectionen mit Brandpilzen und zwar in dem vormaligen botanischen Institute von *de Bary* in Halle ausgeführt worden. *Wolff* richtete sein Augenmerk vorzugsweise auf die Beobachtung des Eindringens der aufgetragenen Pilzkeime, welche als Brandsporen in Wasser vertheilt mit Hülfe eines Pulverisators auf die Nährpflanzen gebracht wurden. Er benutzte die in Wasser leicht keimenden Sporen von Ustilago Carbo und Urocystis occulta für seine Versuche. Es zeigte sich, dass die Keime dieser beiden Brandpilze an keiner Stelle der entwickelten Pflanzen einzudringen vermögen. Indem der Autor dann auf junge Keimpflanzen zurückging und diese in dem oberirdischen Theile inficirte, fand er an dem jungen Scheidenblatt der eben auskeimenden Pflanze und zwar nur hier die Eindringsstellen, an welchen die austreibenden Brandsporen mit ihren Keimlingen durch die Oberhaut eingedrungen und weiter in das Gewebe des Blattes vorgedrungen waren. Als oft wiederholte Versuche stets den früheren Erfolg hatten, machte *Wolff* die Schlussfolgerung, dass das Eindringen der Pilzkeime in den jungen Samenkeimling am Scheidenblatte erfolge und zwar nur an dieser Stelle. *Wolff* liess es auch an dem ergänzenden Beweise nicht fehlen, dass die eingedrungenen Pilzkeime das Gewebe des Blattes quer zu durchwachsen, dann auf das nächste eingeschlossene Blatt überzutreten vermögen, um so weiter bis zur Vegetationsspitze vorzudringen. Dies quere Durchwachsen der Pilzkeime wurde bei Urocystis occulta namentlich gesehen und abgebildet und auch bei diesem Pilze das nachträgliche Auftreten des Brandes in den Axen der entwickelten Pflanzen sicher nachgewiesen.

Diese Versuche *Wolffs* sind unanfechtbar, soweit es die Theile der jungen Keimpflanzen angeht, die aus der Erde hervorragen und die hier allein inficirt worden

[1]) *Wolff*, Brand des Getreides, Halle 1874.

sind. Da aber die übrigen nicht über die Erdoberfläche hinausragenden Theile des Keimlinges ausser Acht gelassen sind, so ist der Werth der zu eng lokalisirten Versuche auch nur ein enger und beschränkter geblieben und *Kühn*[1]) konnte bald nachher mit der ganzen Fülle seines reicheren Beweismaterials den Nachweis führen, dass die Versuche *Wolffs*, deren Werth er nicht verkenne, einseitige seien und dass man gewaltig irre gehe, wenn man mit *Wolff* annehmen wolle, dass das Scheidenblatt der jungen Nährpflanze der einzige Ort des Eindringens der Brandkeime sei. *Kühn* legte dar, dass zwar wohl bei Urocystis occulta, die in den Axen des Roggens Brandlager bildet, die Infection auf das Scheidenblatt Erfolg haben könne und brandige Axen zu erzeugen vermöge, dass aber diese Infection bei den Brandformen, welche nicht in den Axen, sondern in den Fruchtknoten zur Erscheinung kommen, mindestens eine unsichere sei. Er hält mit vollem Rechte an seinem früheren Standpunkte fest, den er von Neuem und sicher begründet.

Es ist zur richtigen Beurtheilung aller dieser Versuche, die den meinigen vorausgegangen sind, in erster Linie festzustellen, mit welchem Infectionsmateriale sie ausgeführt sind. Es konnten immer nur die Brandsporen benutzt werden, die von den letzten brandigen Pflanzen gewonnen waren. Diese wurden, in Wasser vertheilt, auf oder in die Umgebung des Saatgutes, oder auf die betreffenden Nährpflanzen resp. Keimpflanzen gebracht. Es war aber von der Entwicklung dieser Brandsporen in Wasser auf den Nährpflanzen nichts anderes zu erwarten, als was die Brandsporen, wenn sie in Wasser ausgesäet sind, auch auf dem Objectträger machen. Was machen sie nun hier? Eine Anzahl von Formen, wie z. B. die Sporen von Ustilago Maydis keimen in Wasser gar nicht, oder nur ganz vereinzelt aus. Es war bis zu meinen Culturen in Nährlösungen die normale Auskeimung, z. B. der Maisbrandsporen nicht einmal geschehen, nur *Kühn*[2]) hat einen aber kümmerlichen Keimling, ein Promycelstück abgebildet. Bei den meisten andern Brandformen war es wenig anders. Hier bildeten sich in Wasser meist nur vereinzelte kleine Promycelien mit kümmerlichen Conidien, die ihre Schwächlichkeit fast vergeblich durch Fusionen zu zweien auszugleichen suchten — jene Fusionen, die *de Bary*[3]) noch gar für Copulationen, also für geschlechtliche Vorgänge erklärte! — nach deren Verrichtung im besten Falle ein jämmerlicher Keimfaden ausgetrieben wurde,[4]) von welchem das Heil seiner erfolgreichen Infection zu erwarten stand. Es war schier zum verzweifeln,

[1]) *J. Kühn,* Eindringen des Getreidebrandes in die Nährpflanzen. Sitzungsberichte der naturforschlichen Gesellschaft in Halle 1874.

[2]) *Kühn,* l. c. Die Krankheiten der Culturgewächse.

[3]) *de Bary,* Morphologie der Pilze. 1884.

[4]) *Brefeld,* Botanische Untersuchungen, Brandpilze. Heft V.

diese lahmen und trägen Keimungen der Brandsporen in Wasser nur zu verfolgen, und wie oft wollten auch diese nicht zu Stande kommen, selbst von solchen Formen nicht, deren Auskeimung schon gesehen und bekannt war! Gewiss haben diese mehr negativen als positiven Beobachtungen über die Keimfähigkeit der Brandsporen in Wasser von Infectionsversuchen zurückgehalten, über deren Ausführung ja im Ganzen genommen nur wenige vereinzelte Mittheilungen vorliegen, welche sich zudem fast allein auf die Infection des Saatgutes in der Erde mit massenhaften Sporen beschränken. Ich selbst habe dereinst als stiller Zuschauer der *Wolff*'schen Versuche den Optimismus des Autors oft bewundert, der nicht erlahmte angesichts dieser jämmerlichen Infectionskeime und der ihn mit stets neuen Hoffnungen auf Erfolg antrieb, diese Kümmerlinge zum Angriffe auf die Nährpflanzen aufzublasen.

Es wollte mir damals schon nahezu unmöglich erscheinen, dass mit den Keimlingen dieser Art die Brandpilze ihre Existenz in der Natur der Parasiten aufrecht erhalten könnten. Und noch oft nach dieser Zeit stand ich wie vor einem Räthsel, wenn der zufällige Fund eines Brandpilzes mich mal wieder zu neuen, fast resultatlosen Keimversuchen mit den Brandsporen in Wasser angereizt hatte. Erst allmählich fand ich den Faden auf, um das Räthsel zu lösen, und endlich war, zugleich mit der vollen Entwicklung der Methoden zur Cultur der Pilze, der Gedanke ausgereift, dass die Brandpilze auch ausserhalb der Nährpflanzen saprophytisch leben müssten und also auch der Cultur in Nährsubstraten und in Nährlösungen zugänglich sein würden.

Die Erfolge dieser Culturen sind uns bekannt (l. c. der Brandpilze, Heft V). Ich habe in kurzer Wiederholung der Versuche aus dem V. Hefte d. W. dargelegt, was aus den Brandsporen wird, wenn sie statt in Wasser in Nährlösungen keimen, welche unerschöpflich reiche Vermehrung der Keime hier erfolgt gegenüber den vereinzelten Krüppelkeimungen der Sporen in Wasser z. B. bei der Ustilago Carbo (Tafel II und III des V. Heftes). Ich habe weiter gezeigt, wie in anderen Fällen die Keimung der Sporen, welche in Wasser gänzlich versagte, überhaupt erst in Nährlösungen eintritt, wie z. B. bei der Ustilago Maydis (Tafel IV, Heft V), wie hier und mehr noch in den Fällen, wo in Wasserkeimungen kaum Conidien gebildet werden wie bei Ustilago cruenta, wiederum erst mit der Ernährung in Nährlösungen die unbegrenzte Entwicklung von gesunden und keimkräftigen Keimen zu Stande kommt (Tafel VII, Fig. 1—8, Heft V), wie dann endlich diese voll und üppig entwickelten Keime, wenn die erschöpfte Nährlösung ihrer weitern Vermehrung ein Ziel setzte, sogleich mit dem Stillstande der Vermehrung zu so kräftigen langen Keimschläuchen austreiben, wie sie an den Conidien der Wasserkeimungen niemals gesehen sind.

Was von den kümmerlichen und mangelhaften Sporenkeimungen in Wasser und von den hier vereinzelten Keimbildungen, die kaum zu

Fäden auszutreiben sich anschickten, nicht wohl erwartet werden konnte, dass sie zur Infection der Nährpflanzen besonders geeignet und angriffsfähig seien, eben das stand mit höchster Aussicht auf Erfolg zu erwarten von dem gleichsam neu geschaffenen Materiale, welches wie kein anderes leicht und frisch und verfügbar zu jeder Zeit hergestellt und zugleich in überschwänglicher Fülle gewonnen werden konnte. Erst jetzt, wo an die Stelle so wenig aussichtsvoller Keime für die Infection ein anderes unerschöpflich reiches und urkräftiges Infectionsmaterial, wie es vorzüglicher nicht gedacht werden konnte, getreten war, nun erst war das Versuchsfeld für neue Infectionen mit sicherem Ausgange wieder offen, nun erst war es möglich, diese Versuche mit erschöpfender Fragestellung in den möglichen Variationen auszuführen, um die früher gewonnenen Resultate zu bestätigen, zu ergänzen und zu erweitern, und über die Aetiologie der Brandkrankheiten die abschliessende Klarheit zu erreichen.

Methoden der Infection. Wie bei allen experimentellen Versuchen war auch hier die Wahl der Versuchsobjecte von erster Wichtigkeit.

In dem Vorkommen der Brandpilze in den Nährpflanzen zeigen sich nun, wenn wir die Formen in der Gesammtheit übersehen, *zwei* wesentliche Verschiedenheiten. In dem einen Falle ist der Brand in der entwickelten Pflanze streng lokalisirt auf bestimmte Theile der Blüthe oder auf die Früchte; in dem zweiten Falle ist dies nicht der Fall, der Brand tritt, abgesehen von den Blüthen und Früchten, auch an anderen Stellen der Nährpflanze, namentlich in den verschiedenen Stellen der Axe oder auch der Blätter auf, und zwar auch schon an jüngeren, nicht voll entwickelten Pflanzen. Diese Verschiedenheiten lassen auf ein verschiedenes Verhalten der Parasiten in den Nährpflanzen schliessen. Mag nun hier die Eigenart des Pilzes oder die Besonderheit der Nährpflanzen für diese Erscheinungen bestimmend sein, jedenfalls sind sie von so charakteristischer Art, dass es richtig erscheinen musste, an dieser Stelle anzusetzen und hiernach die Wahl zu treffen.

Der erste Fall trifft zu bei dem Flugbrande des Hafers, der Ustilago Carbo, ferner bei dem Hirsekörnerbrand, der Ustilago cruenta, bei dem Stinkbrand des Weizens, der Tilletia Caries etc.; der zweite Fall findet seinen vollendeten Ausdruck bei der Ustilago Maydis, dem Beulenbrand des Mais. Da die genannten Brandformen zugleich unsere wichtigsten Culturpflanzen bewohnen, also von der grössten praktischen Bedeutung sind, so erschien es zweckmässig auf sie die Wahl zu richten. In der Erwägung, dass die ersten drei Brandformen in ihrem Auftreten gleich sind, und sich demnach auch gleich verhalten werden, genügte es, unter diesen eine engere Auswahl zu treffen. Ich wählte also den hier einheimischen Flugbrand und den ausländischen Hirsebrand, die beide vor der Tilletia den Vortheil bieten, dass ihre Conidien sich

unter Nährlösung in hefenartiger Sprossung vermehren, dass sie also leicht in der Infectionsflüssigkeit zu vereinzeln und zu vertheilen sind. Für Tilletia trifft dies nicht zu. Die Conidien werden als Schimmelrasen an Mycelien in Luft gebildet, es ist schon schwer, sie unter Nährlösung unterzutauchen, und noch schwerer, wegen der zäh anhängenden Luft, sie darin so zu vertheilen, dass sie mit Erfolg vereinzelt und also einzeln auf die Nährpflanzen zu bringen und zu vertheilen sind. In den morphologischen Charakteren ist zwar Tilletia weit verschieden von Ustilago, in ihrem Verhalten als Parasiten besteht aber kein Unterschied gegen die genannten, ebenfalls Körner bewohnenden Ustilago-Formen, und da gerade dies letztere Verhalten und nicht mehr die morphologischen Charaktere hier Gegenstand der Untersuchung bei den Infectionen sind, so war es richtiger die Tilletia fallen zu lassen, weil ja die beim Flug- und Hirsebrand gewonnenen Resultate ohne Weiteres auch für den Steinbrand mitgelten können.

Nachdem die Wahl der Versuchsobjecte getroffen war, handelte es sich nur noch um die Methode, das Infectionsmaterial in Sprossconidien aus der Cultur der Brandsporen in Nährlösungen in möglichster Reinheit und Fülle herzustellen, um sogleich mit diesen Pilzkeimen die Infection der Nährpflanzen vornehmen zu können. Die geeignete Zeitfrist für die Infectionen war selbstverständlich das Frühjahr, der Beginn der neuen Vegetationsperiode.

Das Brandsporenmaterial von den drei Brandformen war im vorausgegangenen Jahre mit der grössten Sorgfalt eingesammelt und trocken gehalten worden und konnte im völlig reinen Zustande verwendet werden.

Die Nährlösungen zur Massencultur der Conidien können beliebig hergestellt werden aus den Faeces kräuterfressender Thiere als Mistdecoct z. B. von Pferdemist, ferner aus getrockneten Früchten, Rosinen, Pflaumen etc. als Fruchtsäfte, die aber nicht zu sauer sein dürfen, endlich, und zwar am leichtesten, kann auch Bierwürze verwendet werden, oder eine künstlich zusammengesetzte Mischung, wie ich sie im IV. Hefte d. W. S. 5—8 angegeben habe. Die Nährlösungen müssen durch oft wiederholtes Auskochen sicher sterilisirt werden und dürfen für eine üppige Entwicklung der Conidien namentlich nicht zu concentrirt sein. Die Conidien der Brandpilze gedeihen so ungefähr in allen Nährlösungen, worin andere saprophytische Pilze wachsen, vorausgesetzt, dass sie nicht zu sauer sind und genügende Mengen an organischen Nährstoffen in Lösung haben. Der leichten Beschaffung wegen wurde einer besonders präparirten Bierwürze als Nährlösung der Vorzug gegeben, in welcher ausserdem die Entwicklung der Brandpilze den höchsten Grad der Ueppigkeit erreichte.[1])

[1]) Eine genügend ausführliche Darlegung des Culturverfahrens kann an dieser Stelle nicht wohl gegeben werden, diese ist für ein folgendes Heft dieses Werkes vorgesehen, welches in ganz kurzer Zeit nachfolgen wird.

Es wurden immer nur wenige Brandsporen in dem Culturtropfen des Objectträgers als Ausgangspunkt für die Culturen ausgesäet, ihre Keimung beobachtet und die reichlichste Bildung der Sprossconidien verfolgt, die bekanntlich ebenso charakteristisch in ihrer Form, als in ihrem Verhalten sind, gleich mit beendigter Sprossung zu Fäden auszutreiben, so dass ihre völlige Reinheit unschwer festgestellt werden kann. Diese Sprossconidien wurden nun mit der Spitze einer sterilisirten Nadel nach einmaligem Eintauchen in grössere Mengen von Nährlösungen übertragen, welche in kleinen Kölbchen mit kurzem Halse, aber sehr breitem flachen Boden, in völlig sterilisirtem Zustande vorher vorbereitet waren. Es sind dies dieselben Kölbchen, welche damals gleichzeitig für die künstliche Cultur von Flechtensporen (ohne Algen)[1]) mit bestem Erfolge nach meinen Angaben verwendet wurden, sie sind nach dem Modell der *Erlenmayer*'schen Kölbchen gemacht, nur mit möglichst verkürztem Halse und Bauche. Bei einer Höhe von 5 cm und einer Halsweite von 2 cm verbreitern sie sich nach unten in einer Ausdehnung von 6 cm zu einem flachen Boden aus. Die Nährlösungen in einer Höhe von $^1/_2$ cm lassen sich in den niedrigen Kölbchen, deren Hals mit sublimatisirtem Fliesspapier umfaltet und verschlossen wird, leicht und sicher auskochen, nach wiederholtem Aufkochen lässt sich ebenso leicht die Uebertragung oder vielmehr die Einführung der Keime mit einer reinen Nadel vornehmen und der Hals mit dem Fliesspapier nach aussen überdecken und abschliessen.

Die Nährlösungen in den Culturkölbchen müssen von derselben Verdünnung sein, wie die für die Culturtropfen auf dem Objectträger verwendeten, weil sonst leicht mit der Uebertragung Störungen eintreten können. Man stellt am besten die Nährlösungen von der erprobten und zweckmässigen Verdünnung in Literkolben im grossen her, um sie immer von derselben Beschaffenheit zur Verfügung zu haben. Die Schicht der Nährlösungen in den Culturkölbchen darf nur $^1/_2$ höchstens 1 cm hoch sein, weil in dickeren Schichten die Vermehrung der Hefeconidien in Folge zu geringen Luftzutrittes verlangsamt wird. Aus diesem Grunde sind auch die Kölbchen mit so breitem Boden ausgewählt, um die geringe Dicke der Flüssigkeitsschicht durch möglichste Fläche auszugleichen. Indem man jeweils 6—10 Kölbchen mit den Conidien beschickt, gewinnt man von selbst mehr als ausreichende Mengen von Infectionsflüssigkeit mit den Conidien.

Wenn die Conidien in die Culturkölbchen eingebracht sind, bemerkt man am folgenden Tage, als ein Zeichen der reichen Vermehrung der Conidien, eine geringe Trübung der Flüssigkeit, diese steigert sich mit dem zweiten Tage und erreicht

---

[1]) *A. Möller,* Cultur der Flechtensporen ohne Algen. Dissertation 1888, Arbeit aus dem botanischen Institut in Münster.

mit dem dritten den Höhepunkt, bis zur Bildung eines förmlichen Sedimentes von Conidien. Es ist zweckmässig, die Culturen schon zu verwenden, ehe dieser Höhepunkt eingetreten ist, also ehe noch die Nährlösungen durch die Vegetation der Conidien ganz erschöpft sind. In diesem Falle sind die Conidien am keimkräftigsten und erleiden auch durch eine etwaige weitere Verdünnung mit der gleichen Nährlösung keine Veränderung resp. Störung in der Sprossung. Diese weitere Verdünnung ist oft nothwendig, um noch grössere Mengen von Infectionsflüssigkeit zu gewinnen, als in den Kölbchen gebildet sind, dann aber auch, um den Conidien, nachdem sie mit der Nährlösung auf die Nährpflanzen gebracht sind, noch für eine kurze Zeit die Möglichkeit der Sprossung zu gestatten. Werden nämlich die Conidien zu Ende der Sprosszeit übertragen, so können sie durch die Mechanik des Zerstäubens der Infectionsflüssigkeit zu feinen Tröpfchen, die allein auf den Nährpflanzen haften bleiben, sehr leicht leiden. Es geschieht dies weniger im vollen Sprosszustande, auch erholen sich die mit den Tröpfchen zerstäubten Conidien vollständiger und schneller, wenn sie noch etwas Nährlösung zum Sprossen vorfinden. Dass man die in den Culturkölbchen gezogene Infectionsflüssigkeit nicht mit reinem Wasser verdünnen darf, versteht sich ganz von selbst, es kommen dadurch Störungen in den Conidien zur Geltung, die mindestens sehr nachtheilig, unter Umständen tödtlich wirken können.

Die Uebertragung der so gewonnenen Infectionsflüssigkeit auf die Nährpflanzen geschieht mit dem Pulverisator, den schon *Wolff* l. c. seiner Brandkrankheiten früher angewendet hat, in der leichtesten und einfachsten Weise. Nur muss man den Pulverisator vorher auf sehr feinen Spreu in Tröpfchen sorgfältig geprüft und selbstverständlich ebenso vorsichtig auch sterilisirt haben. Es haften nämlich die feinsten Tröpfchen auf der Oberfläche der Nährpflanze am besten und auch am zahlreichsten dicht neben einander, ohne zusammenzufliessen, und sich dann auf einzelne Stellen zusammenzuziehen, was von Nachtheil ist. Das Aufblasen darf nur einmal erfolgen und muss, nach vorausgegangenem Probiren, auf solche Entfernung geschehen, dass die Spreutröpfchen auf die Nährpflanzen vereinzelt niederfallen und dann haften bleiben.

Es ist unerlässlich, sich vor der Beschickung des Pulverisators zunächst noch einmal von der Reinheit des Infectionsmaterials und namentlich auch von dem Reichthum der Flüssigkeit an Keimen zu überzeugen. Es müssen in kleinen Proben, von der Grösse der Spreutröpfchen, immer eine Anzahl von Keimen vorhanden sein, welche sich dann, nachdem sie aufgeblasen sind, noch etwa um das Doppelte durch Sprossung vermehren können, bis sie zu Fäden auswachsen und eindringen. Diese Vermehrung erfolgt schon in 2 — 3 Stunden, eine Zeitfrist, deren Verlust nicht weiter in Betracht kommt.

Die Zeitfrist des Aufblasens der Conidien muss so gewählt werden, dass diese noch in voller Sprossung sind. Wir wissen aus den früher näher beschriebenen Einzelheiten über die Fortentwicklung der Sprossconidien der Brandpilze, dass, wenn mit der Erschöpfung der Nährlösungen die Sprossung oder vielmehr die Vermehrung durch Sprossung aufhört, sich sogleich das nächste Stadium der Entwicklung der Conidien anschliesst, nämlich das Austreiben zu langen Keimfäden. In diesem Zustande der Fadenauskeimung sind die Conidien sehr empfindlich, sie leiden durch den gewaltsamen Act des Pulverisirens der Infectionsflüssigkeit, wachsen dann nur langsam oder gar nicht weiter, verlieren also die Fähigkeit des Eindringens in die Nährpflanzen, die allein von der Energie des weiteren Wachsthums abhängig ist.

In genauer zeitlicher Uebereinstimmung mit der Cultur oder vielmehr mit der Gewinnung der Infectionskeime in den Nährlösungen müssen natürlich auch die Nährpflanzen, die inficirt werden sollen, vorbereitet werden, und da eine Reihe von Versuchen an den verschiedensten Theilen der entwickelten Pflanzen die Widerstandsfähigkeit gegen die aufgeblasenen Keime übereinstimmend ergeben hatten, so mussten vornehmlich und zunächst die eben aus dem Samen austreibenden Keimlinge für die Versuche herangezogen werden. Die keimkräftigen Samen oder vielmehr Schliessfrüchte der Nährpflanzen wurden nach vorausgegangener sorgfältigster Reinigung durch Abwaschen und nach weiter erfolgtem Aufquellen in Wasser zum Auskeimen hingestellt. Aus der Masse wurden dann die eben auskeimenden Körner ausgewählt und auf gut angefeuchteter Gartenerde frei ausgelegt.

Als Culturgefässe für die Keimlinge dienten 3 Zoll hohe Rahmen von Zinkblech, die auf einer dicken Glasplatte ruhten, und die mehr als zur Hälfte mit guter Gartenerde angefüllt wurden. Nachdem die Keimlinge ausgelegt waren, bildete eine zweite Glasplatte den Abschluss nach oben, so dass die Keimlinge in dem feuchten Luftraume die günstigsten Umstände für ihre weitere Entwicklung fanden. Die Zinkrahmen waren so gross gewählt, dass immer hundert Keimlinge in genügender Entfernung von einander ausgelegt und gleichzeitig in jedem Culturkasten inficirt werden konnten. Sobald das Knöspchen an den Keimlingen eben sichtbar wurde, fand die engere Auswahl der Keime statt, bei welchen vor allem genau beachtet wurde, dass sie — für jede Versuchsweise — in möglichst gleichen Entwicklungsstadien befindlich waren; sie wurden immer so ausgelegt, dass das austretende Knöspchen und der Wurzelknoten möglichst frei lagen und von zwei entgegengesetzten Seiten dem Spreu des Pulverisators zugänglich waren.

Es war nun möglich, die inzwischen vorbereitete Infectionsflüssigkeit mit den Pilzkeimen entweder sogleich, also in den jüngsten Stadien der Keimlinge aufzublasen, oder je nach der beabsichtigten Variation der Versuche, die verschiedenen fort-

geschritteneren Stadien der Keimlinge abzuwarten, um dann erst die Infection vorzunehmen. Bei einem gut gemachten Pulverisator und bei vorsichtig genommenem Abstande findet die Uebertragung der Infectionsflüssigkeit in den kleinsten Tröpfchen mit grösster Sicherheit statt, und wenn man bald nachher mit einer grossen Leselupe die inficirten Keimlinge versuchsweise besieht, so erglänzen sie wie mit kleinen Perlen übersäet von den gleichmässig vertheilten Tröpfchen, die an der Oberfläche haften.

In der feuchten Luft der vorsichtig verdeckten und zunächst finster gehaltenen Culturkästen sind die inficirten Keimlinge vor zu schnellem Abtrocknen sicher geschützt und in der Zeit, bis dies allmählich eintritt, sind die aufgetragenen Pilzkeime längst zu Fäden ausgewachsen, welche einzudringen vermochten, wie es auch die begleitende Beobachtung sicher feststellen konnte. Es genügt, wenn die Culturen 2 oder 3 Tage hindurch genügend geschützt bleiben, bis man sie abdeckt und frei stehen lässt. Nach weiteren 5—6 Tagen sind sie dann weit genug entwickelt, um draussen im Lande einzeln ausgepflanzt zu werden und hier das spätere Auftreten des Brandes, also den Erfolg der Infection, abzuwarten.

Die Versuche wurden mit den vorgenannten Versuchsobjecten sechs Sommer hindurch fortgeführt. Im ersten Sommer wurden nur Infectionen mit dem Flugbrand auf Hafer und Gerste gemacht, in den folgenden Jahren fanden die Versuche mit dem Hirse- und dem Maisbrande statt, die nach dem jeweiligen Ausgange der Versuche mit schärferer Fragestellung noch 4 Jahre fortgesetzt werden mussten, bis ein endgültiges Resultat erreicht werden konnte. Während zweier Sommer habe ich die Versuche mit der Unterstützung von Dr. *Istvánffi* gemacht, der damals Assistent am botanischen Institute in Münster war, von ihm sind auch namentlich die Habitusbilder der inficirten und erkrankten Nährpflanzen von Hirse und Mais gezeichnet oder vielmehr gemalt, die leider aus Rammrücksicht nur zu einem sehr kleinen Theile und dazu noch meist verkleinert zur Abbildung auf den Tafeln gelangen konnten.

Ich will die Darstellung dem Gange der Untersuchung anschliessen und mit dem Flugbrande des Hafers beginnen, der zunächst zur Infection von Hafer und Gerste benutzt wurde.

A. Infectionen mit Flugbrandconidien
auf Hafer und Gerste.

Das verbreitete Vorkommen des Flugbrandes namentlich in den Rispenständen des Hafers ist allbekannt. Um möglichst reines Material des Brandes zu gewinnen, wählte ich von staubfrei gelegenen Haferfeldern solche Fruchtstände aus, die nur in den untersten Aehrchen befallen waren und bei welchen die Hüllspelzen die Brand-

lager im Innern gegen Verunreinigung von Aussen abgeschlossen hielten. Nach vorsichtigem Trocknen und trockener Aufbewahrung im Winter kamen die völlig reinen Brandsporen im Frühjahr für die Infectionsversuche in Verwendung.

Bei der Keimung der Sporen in blossem Wasser werden, wie ich im V. Hefte auf Tafel II, Fig. 1 bis 16 ausführlich dargestellt habe, meist vierzellige Fruchtträger gebildet, welche unter den Scheidewänden und an den Spitzen einige wenige Conidien abschnüren. Erst bei der Sporenkeimung in Nährlösungen, bei deren Zusatz die vorher in Wasser häufig träge oder nur vereinzelt auskeimenden Sporen sogleich ohne Ausnahme zur Keimung gefördert werden, erfolgt an denselben nur üppigeren Fruchtträgern die Bildung der Conidien in endloser Fülle, und die abgeschnürten Conidien vermehren sich gleich nach ihrer Ausbildung durch directe Sprossung in Hefenform wiederum so schnell, dass die Mengen der so gebildeten Conidien sich in kurzer Zeit in Form eines Niederschlages ansammeln (Heft V, Taf. II und III, Fig. 17—47). Solange die Nährstoffe der Nährlösungen ausreichen, geht auch die Sprossung der länglich eiförmigen Conidien unendlich fort. Wenn aber die Nährlösungen der Erschöpfung zuneigen, hört auch die Sprossung auf und jede Sprossconidie treibt an den Enden, wo vorher die Sprossung stattfand, sogleich zu langen Keimfäden aus, mit welchen die Conidien des Brandes in die Nährpflanzen einzudringen bestimmt sind.

Nachdem auch das geeignete Saatgut für die Versuche beschafft und auf seine Keimfähigkeit geprüft war, wurden zuerst je 200 Hafer- und Gerstenkörner ohne Infection im Freien ausgelegt, um festzustellen, dass sie brandfrei blieben, und aus dem Vergleiche mit inficirten Keimlingen darzuthun, dass die hier auftretenden Brauderscheinungen die ausschliessliche Folge der stattgehabten Infection sind. Ich will hier gleich anführen, dass bis auf eine brandige Gerstenpflanze die sämmtlichen Pflanzen des Vorversuches gesund blieben, namentlich alle Haferpflanzen.

I. Serie. Die Versuche nahmen dann ihren Anfang mit der Infection von jungen Keimpflanzen des Hafers und der Gerste, welche zu je 100 für den einzelnen Versuch in genau gleichem Stadium der Entfaltung des Keimes mit den Sprossconidien des Haferbrandes direct inficirt wurden. Die Sprossconidien waren in vollkommener Reinheit frisch gezogen, sie zeigten in Masse ein hyalines Ansehen, ihre Membranen verschleimten ein wenig, was zur leichteren und gleichmässigen Verbreitung der Keime in der Infectionsflüssigkeit beitrug. Nach jedesmaligem Aufspreuen auf die Keimlinge mit dem Pulverisator wurden einzelne der anhaftenden Tröpfchen abgehoben und probeweise mit dem Mikroskope untersucht und sicher festgestellt, dass in jedem eine genügende Zahl von Sprossconidien sich vorfanden, die dann auf dem Objectträger direct weiter sprossten, und später zu langen und kräftigen Keimschläuchen austrieben.

1. Für die erste Versuchsreihe dieser Serie wurden die frühesten Keimstadien ausgewählt, in welchen das Knöspchen der Keimlinge, dem die Nebenwürzelchen bekanntlich vorausgehen, eben hervortritt. Das Bespreuen mit dem Pulverisator wurde von den zwei entgegengesetzten Seiten so vorgenommen, dass die Keimlinge am Knöspchen und an den Würzelchen überall mit den Sprengtröpfchen bedeckt waren. Nach drei Tagen wurden die also inficirten Keimlinge ohne Bedeckung stehen gelassen, und nach weiteren acht Tagen im Freien im Lande einzeln ausgesetzt. Die Lufttemperatur betrug in dieser Zeit zu Anfang April durchschnittlich 8—10° C. Derselbe Versuch mit 100 Keimlingen des Hafers von der gleichen Entwicklung wurde noch 9mal wiederholt, mit Gerstenkeimlingen 5mal.

Der nachträgliche Erfolg ergab für den Hafer auf den einzelnen Versuch zu 100 Keimen durchschnittlich 17—20 Procent an brandigen Pflanzen; für die Gerste war das Resultat ein negatives, es war kein Brand zu finden.

2. Bei der zweiten Versuchsreihe wurden Keimlinge ausgewählt, bei welchen das Knöspchen die Länge von 1 Ctm. hatte. Die ganz freiliegenden Keimlinge wurden wie bei den ersten Versuchen reich bespreut. Es wurden vom Hafer 5 Kästen zu 100 Keimlingen, bei der Gerste 2 Kästen inficirt.

An brandigen Pflanzen wurden später beim Hafer 7—10 Procent, bei der Gerste wieder ein negatives Resultat mit der Reife des Saatgutes festgestellt.

3. Zur dritten Versuchsreihe wurden 2 Ctm. lange Keimlinge, aber ohne durchstossenes Scheidenblatt zur Infection frei ausgelegt. — Hier wurden in 8 Versuchen mit je 100 Keimlingen, 5 für Hafer und 3 für Gerste, nur 2 Procent brandige Haferpflanzen erzielt, bei der Gerste kein Resultat.

4. Als vierte Versuchsreihe dienten noch weiter entwickelte Keimstadien mit durchstossenem Scheidenblatt. Hier wurden beim Hafer in 2 Versuchen zu je 100 Keimlingen gar keine brandigen Pflanzen, in 2 andern Versuchen je 1 Procent constatirt, während die Gerste gesund blieb.

Es geht aus diesen Versuchen mit Sicherheit hervor, dass die jüngsten Stadien der Keimlinge für eine wirksame Infection am empfänglichsten sind, dass die Empfänglichkeit mit der Verlängerung des Keimlinges abnimmt und schon nahezu erloschen ist, wenn das Scheidenblatt an dem Knöspchen durchstossen wird. Wir werden später sehen, dass hiermit auch das Eindringen der Pilzkeime und ihr Verhalten in den Keimlingen übereinstimmt.

Das negative Resultat bei der inficirten Gerste, welches sich auch weiterhin bewährte und darum nicht mehr weiter angeführt werden soll, fand seine spätere Aufklärung in der interessanten Thatsache, dass der Brand vom Hafer, der zur Infection allein verwendet wurde, eine andere Form ist als der Brand, welcher die Gerste be-

wohnt, wie später in dem zweiten Abschnitte bei der Cultur des Gerstenbrandes gezeigt werden soll.

Da *Wolff* nach seinen Versuchen zu der Annahme kam, dass die Pilzkeime durch das Scheidenblatt ihren erfolgreichen Weg zur Infection nehmen, während *Kühn* die Axe der eben austreibenden Nährpflanzen für die vorzugsweise empfängliche Stelle einer wirksamen Infection ansieht, so wurden noch

5. in einer fünften Versuchsreihe junge Stadien von Keimlingen in der Art ausgelegt, dass sie bis auf die austreibenden Keime, die von dem Scheidenblatt verdeckt sind, mit Erde gegen den Spreu geschützt waren, so dass vorzugsweise nur das Scheidenblatt inficirt werden konnte.

Der Erfolg belief sich hier in 7 Versuchen zu je 100 Keimlingen auf 3—5 Procent beim Hafer.

Es wurde dann noch zur Ergänzung

6. eine sechste Versuchsreihe mit grösseren Keimlingen angeschlossen, von welchen aus der Bedeckung mit Erde nur der obere Theil des Scheidenblattes frei hervorragte und inficirbar war. — Hier wurde bei zwei Versuchen mit 100 Keimlingen nur 1 Procent, bei 3 gleichen Versuchen kein Brandfall festgestellt.

Die Resultate der zwei letzten Versuchsreihen im Verein mit den vier ersten entscheiden demnach zweifellos zu Gunsten von *Kühn*, der die junge Axe, weniger aber das Scheidenblatt, als die eigentliche empfängliche Stelle bezeichnet.

II. Serie. Für eine zweite Serie von Versuchsreihen wurde das natürliche Zustandekommen der Infection in der Erde vorbereitet. Es wurde zu diesem Zwecke die Gartenerde, worin die Saatkörner ungekeimt ausgesäet werden sollten, vorher mit den Pilzkeimen stark inficirt und zwar gleichmässig mit Hülfe des Pulverisators. Erst nach 2 Tagen wurden die vorher gereinigten und eingeweichten Haferkeime nicht über einen Centimeter tief unter die inficirte Erde gelegt. Es konnte hier die Infection der jungen Keimlinge nur durch die zu Keimschläuchen austreibenden Pilzkeime, welche sich in der Umgebung befanden, in einer ähnlichen Art stattfinden, wie es auch in der Natur geschehen muss.

Als die auskeimenden Haferpflanzen die genügende Grösse erreicht hatten, wurden sie wiederum im Freien ausgepflanzt, um den Erfolg abzuwarten. Dieser ergab in 3 Versuchen zu 100 Körnern 5 Procent, in weiteren 3 Versuchen 4 Procent brandige Pflanzen.

Das Zustandekommen der Infection in der Erde durch Eindringen der umgebenden Pilzkeime in die jungen Keimpflanzen ist hierdurch sicher erwiesen, wenn auch der Erfolg, wie bei der angewandten nicht gedüngten Erde vorausgesetzt werden musste, kein grosser war. Die Versuche waren auch nur bestimmt, gleichsam als Vergleichsobjekte und Vorläufer zu dienen für eine weitere Reihe, für

welche die Wirkung des Düngers im Lande und die durch ihn stattfindende eventuelle Steigerung der Infection experimentell geprüft werden sollte, und deren Resultate ich als dritte Serie hier anschliessen will.

III. Serie. Zur praktischen Ausführung wurde eine Mischung von frischem Pferdedünger mit Gartenerde hergestellt und diese mit den Pilzkeimen reich inficirt. Die Mischung wurde 3 Tage stehen gelassen, und dann die vorher eingeweichten und gereinigten Haferkörner ungekeimt kaum einen Centimeter tief eingesenkt.

Es kamen im Ganzen 6 Versuche zur Ausführung, zu je 100 Körnern. Bei den 3 ersten Versuchen blieben die Kästen im Arbeitsraume stehen, in welchem bei eingetretener Wärme die Temperatur über 15° C. stieg. Da durch den Einfluss der gesteigerten Luftwärme eine merklich beschleunigte Entwicklung der Keimkörner eintrat und diese muthmasslich durch zu schnelles Wachsthum eine Beeinträchtigung der Infection zur Folge haben konnte, so wurden in 3 weiteren Versuchen wiederum zu 100 Körnern die Keimkästen nach Aussaat der Haferkörner in den Keller getragen, wo die Temperatur nicht über 7° C. hinausging.

Der Erfolg der Versuche war geradezu schlagend. In den drei ersten Versuchen wurden 27—30 Procent brandige Pflanzen erhalten, in den drei letzten Versuchen stieg die Zahl auf 40—46 Procent.

Diese Resultate beweisen, dass durch Nährsubstrate für die Brandpilze oder vielmehr für die Vermehrung ihrer Sprossconidien im Boden, also hier speciell durch Erde, welche mit frischem Pferdemist gedüngt ist, die Infection der jungen Keimpflanzen erheblich gesteigert wird. Die Versuche und ihre Erfolge können zugleich als eine Bestätigung der Erfahrungen der Landwirthe gelten, dass durch Anwendung zu frischen Düngers im Acker die Verbreitung des Brandes im Getreide bedeutend gefördert wird.

Ich will an dieser Stelle noch ergänzend anführen, dass mit dieser durch den Versuch als richtig erwiesenen Erfahrung der Landwirthe auch alle Beobachtungen übereinstimmen, die man in der Natur im Freien bei andern Brandpilzen leicht machen kann, die nicht auf unseren Culturpflanzen leben. Als bemerkenswerthesten Fall will ich die Ustilago utriculosa anführen, die in verschiedenen Formen von Polygonum in den Blüthenständen und hier besonders in den Fruchtknoten angetroffen wird. Ich fand den Pilz, den ich in der Umgebung von Berlin und Eberswalde gar nicht finden konnte, in ganz übermässiger Verbreitung auf vielen Feldern um Münster, auf welchen, nach starker Zufuhr von Dünger, eine besondere Form von Runkelrüben als Viehfutter gezogen wird und als Unkraut zwischen diesen Rüben das Polygonum lapathifolium auftrat. Dies Polygonum war auf fast jedem Acker von der Ustilago utriculosa befallen und der Brand so stark und üppig entwickelt, dass die

Fruchtknoten um das Vielfache ihrer natürlichen Grösse zu förmlichen Blasen aufgetrieben waren. Es wäre ein leichtes gewesen, von einzelnen Feldern, die nach den eingezogenen Erkundigungen besonders stark mit frischem Dünger bestellt waren, ganze Wagenladungen mit brandigen Pflanzen abzufahren. — Nicht minder auffallend ist das Auftreten von brandigen Hafer- und Gerstenpflanzen auf Rübenfeldern, die mit frischem Pferde- oder Schweinedünger bestellt sind. Hier fand ich die gleichsam als Unkraut einzeln zwischen den Rüben wachsenden Getreidepflanzen fast sämmtlich vom Brande befallen. Bei mehrfacher Abzählung waren unter hundert nur 15—20 nicht brandige Pflanzen. — Besonders bemerkenswerth für die Entwicklung der Brandpilzkeime im Boden und die hierdurch gesteigerte Infection der Nährpflanzen ist es, in welchem Grade namentlich sumpfige Stellen, niedrige Aecker, Abflussgräben von Gehöften oder Dörfern, das Auftreten und die Verbreitung der Brandpilze begünstigen. Ich fand in Norwegen an fast jedem Abzugsgraben eines Gehöftes und nur an dieser Stelle die Ustilago domestica in den Axen von Rumex domestica allverbreitet. In Kattenvenne bei Lengerich i. W. fand ich auf nassem, niederem, stark gedüngtem Acker ungefähr jede Pflanze von Bromus secalinus mit Ustilago bromivora befallen, ebenso garnirten brandige Pflanzen von Polygonum Hydropiper zu beiden Seiten die Abzugsgräben von mehreren Dörfern, während an anderen Stellen die Pflanzen derselben Form völlig brandfrei waren. — Es liessen sich noch viele ähnliche Fälle anführen, wenn nicht die angeführten ausreichend beweisend wären für das Auftreten und die Verbreitung der Brandformen oder vielmehr der Branderscheinungen an allen Stellen, wo die saprophytische Entwicklung der Keime im Boden besonders begünstigt ist.

Es erübrigt jetzt noch die vierte und letzte Serie von Infectionsversuchen mit dem Haferbrande hier anzuschliessen, die ich aus langer Hand vorbereitet hatte.

IV. Serie. Als ich die saprophytische Ernährung der Brandpilze und ihre besondere Formbildung in Conidien directer Sprossung (in Hefenform) bei der Gattung Ustilago aufgefunden hatte, war ich alsbald vor die Frage gestellt, ob die Vermehrung dieser Brandpilze in der hefenartigen Sprossung ihrer Conidien die ausschliessliche Entwicklungsform ausserhalb der Nährpflanzen, also bei saprophytischem Leben sei und ob nicht auch die Brandsporen am Ende zur Ausbildung gelangen könnten. Dies war nur durch die mögliche Veränderung in der Zusammensetzung der Nährlösung und durch lange fortgesetzte continuirliche Entwicklung, also durch die Cultur von Reihengenerationen in langer Zeitdauer zu entscheiden. Schon damals habe ich diese Reihengenerationen mit verschiedenen Nährlösungen ausgeführt und mit den ersten Untersuchungen über die Brandpilze im V. Hefte dieses Werkes mitgetheilt. Der Ausgang der mühevollen Versuche war aber stets der gleiche, es wurden nach Jahresfrist bei ununterbrochen fortgesetzten Reihenculturen noch in den letzten Generationen genau dieselben Sprossconidien gebildet, wie am Anfange, und

es konnte nach diesem einfachen Ergebnisse ausgesagt werden, dass die Vermehrung in Sprossconidien in ununterbrochener Folge als das einzige und ausschliessliche Erzeugniss der cultivirten Brandformen *ausserhalb* der Nährpflanzen, also in künstlichen Nährsubstraten, gelten muss, ein Ergebniss, welches in dem gleichen Grade bemerkenswerth ist, wie die längst bekannte Thatsache, dass die Brandsporen die ebenso ausschliessliche und einzige Bildungsform derselben Brandpilze *innerhalb* der Nährpflanzen sind, dass also hier nicht eine Spur von Conidien und ihrer so reichen Vermehrung durch Sprossung zu finden ist.

Es lag nun angesichts dieser unbegrenzten Entwicklung der Parasiten in Nährlösungen in der stets gleichen Form der Sprossconidien der Gedanke überaus nahe, die wichtige Frage experimentell zu prüfen, ob die längere Fortdauer der ausschliesslich saprophytischen Ernährung die parasitische Lebensform etwa beeinflussen und abschwächen könnte, ob also die in langen Reihengenerationen fortgezogenen Sprossconidien am Abschluss der Generationen noch dieselbe infectiöse Kraft besässen, welche durch die erste Serie von Versuchen im Beginn dieser Generationen sicher erwiesen ist.

Um für diese letzte Versuchsreihe das Material zu gewinnen, wurde einmal ein ganzes Jahr, und das zweite Mal ein halbes Jahr vor den Infectionen die Reihenculturen von Neuem eingeleitet. Wenige Brandsporen wurden in Nährlösungen ausgesäet. In vier Tagen waren die Nährlösungen erschöpft und mit Sprossconidien in Form eines dicken Niederschlages angefüllt. Wenige von diesen Conidien wurden mit einer reinen Nadelspitze in neue Nährlösung übertragen und diese Uebertragung in der Frist von je vier Tagen, sobald die Erschöpfung der Nährlösung eingetreten war, wiederholt. Die Reihenculturen erreichten im Laufe des Jahres die Zahl von mehr als hundert, im halben Jahre ungefähr fünfzig. Die Generationen der Hefeconidien in ausschliesslicher Sprossung dürften demnach hier die Zahl von 700, dort von 1500 erreicht haben, ehe sie zur Infection herangezogen wurden. Die dauernde Reinheit der Culturen in Reihengeneration ist mit genügender Vorsicht und Herrschaft in den Methoden leicht zu erreichen und ebenso leicht durch directe Beobachtung nach der Gestalt der Conidien und ihrem hyalinen Aussehen in der Nährlösung zu constatieren, so dass bei der exacten Ausführung der Culturen ein Irrthum durch eingeschlichene Fehlerquellen ausgeschlossen war, ebenso eine Störung durch äussere Umstände. Die Nährlösung blieb selbstverständlich für die Dauer der Versuche stets dieselbe, sie war beim Beginn derselben sogleich für die ganze Dauer der Versuche in genügend ausreichender Menge hergestellt, und hatte also namentlich stets dieselbe Concentration. Es war bemerkenswerth, dass während der Dauer des Winters sich die Sprossung mit der Abnahme der Lufttemperatur

merklich verlangsamte und die Sprossconidien bei dem langsamen Wachsthum oft zu grossen prachtvollen Verbänden lose vereinigt blieben, um dann aber bei der geringsten Bewegung oder Erschütterung der Culturen sogleich zu zerfallen. Dem Aufhören der Sprossung folgten im Winter und im Sommer mit Regelmässigkeit das Austreiben der Conidien zu Keimschläuchen, die an einem oder an beiden Enden auswuchsen, um sich mit fortschreitender Verlängerung der Fäden durch Spitzenwachsthum endlich zu erschöpfen und bei der Masse der Conidien als dichtes Fädengewirr in dem Culturtropfen zu enden. In jedem Einzelfalle blieben, wenn die Ueberimpfung der Sprossconidien in neue Nährlösung vollzogen war, die älteren Culturen noch stehen, um eben diese letzten Schicksale, die zunächst immer die gleichen waren, zu beobachten. Es konnte aber hierbei in der Länge der Zeit der Beobachtung nicht entgehen, dass nach mehr als 6 Monate fortgesetzter Reihencultur bei den Conidien die Energie, zu Fäden auszuwachsen, nachzulassen begann. Sie verlangsamte sich mehr und mehr, es fanden sich erst noch kürzere Keimschläuche vor, die auch seltener wurden, bis endlich die grosse Masse der Conidien, die sonst an Sprosskraft, soweit die Nährlösung reichte, nichts verloren hatten, in der erschöpften Nährlösung ohne Fadenauskeimung liegen blieb, um allmählich unter Abscheidung von Sporen ähnlichen Fetttropfen eine Entmischung des Protoplasmas zu erfahren, die nach Ablauf von höchstens 2 Monaten mit dem Tode endete. Die ausgeschiedenen Fetttropfen, meist in der Mehrzahl in jeder Conidie, waren oft von ganz gleicher Grösse und äusserlich von endogen gebildeten Sporen nicht zu unterscheiden, ich habe sie auf Taf. III, Fig. 44 u. 45 schon im V. Hefte abgebildet und gezeigt, dass sie mit Aether oder Chloroform verschwinden, und dass sie bei einer Auskeimung der Conidien auf Zusatz von neuer Nährlösung zunächst unbetheiligt liegen bleiben, bis sie allmählich wieder in Auflösung kommen.

Das Conidienmaterial aus diesen Reihengenerationen wurde nun mit dem Beginn des Frühjahrs zu den Infectionsversuchen auf junge Haferkeimlinge herangezogen. Zur Ausführung wurden selbstverständlich allein nur die jüngsten Keimstadien des Hafers ausgewählt, also die Stadien, welche nach den früheren Versuchen die grösste Empfänglichkeit für die Infectionskeime gezeigt hatten.

1. Die erste Versuchsreihe wurde mit Sprossconidien gemacht, die sechs Monate in Reihengenerationen fortgeführt waren und die noch reiche Fadenkeimungen, wenn auch schon nicht mehr die gleichen, wie in den anfänglichen Culturen zeigten. — Das Resultat der Versuche, die an je 100 Keimlingen fünfmal wiederholt wurden, war später 7—10 Procent brandige Pflanzen.

2. Für die zweite Versuchsreihe kamen Sprossconidien zur Verwendung, die ein ganzes Jahr hindurch in fortlaufender Reihe cultivirt waren und nach mehr als

1500 Generationen nur noch vereinzelte und schwache Fadenauskeimungen zeigten. Die Infectionen blieben hier fast ohne Wirkung, wie vorherzusehen war. In drei Versuchen zu 100 Keimlingen war später kein Brand, in zwei weiteren Versuchen je eine brandige Pflanze zur Entwicklung gekommen.

Aus den Versuchsreihen dieser IV. und letzten Serie mit Hafer geht hervor, dass die Brandkeime, welche zu lange ausserhalb der Nährpflanzen gelebt und sich in der Form von Sprossconidien bei saprophytischer Ernährung vermehrt haben, an infectiöser Kraft schrittweise verlieren. Dieser Verlust steht unzweifelhaft nur im Zusammenhange mit der allmählich nachlassenden Energie der Conidien zu Fäden auszutreiben. Mit eben diesen Keimfäden müssen die Keime in die Nährpflanzen eindringen, wenn überhaupt eine Infection zu Stande kommen soll. Werden also die Keimfäden nicht mehr gebildet, so haben die Conidien als Krankheitserreger hiermit die Angriffsfähigkeit verloren.

Für die Verbreitung der Brandkrankheiten, wie sie in der Natur durch saprophytisch ernährte und reich vermehrte Keime stattfindet, sind diese Versuche und ihre Ergebnisse wohl nicht von erheblicher Bedeutung, da sich kaum annehmen lässt, dass hier Verhältnisse bestehen und fortdauern können, durch welche eine continuirliche Vermehrung der Pilzkeime in Sprossconidien das ganze Jahr hindurch möglich ist. Die Conidien sterben vielmehr, sobald das Nährsubstrat erschöpft ist, nach stattgehabter Fadenkeimung allmählich ab, sie sind, wenn nicht neues Nährsubstrat die Keime wieder belebt, nach längstens 2 Monaten unwirksam geworden und abgestorben, wie es an erschöpften Objectträgerculturen, die man lange genug stehen lässt, mit Sicherheit direct zu beobachten ist.[1]) Gleichwohl hat die Thatsache an sich ein weiteres, wenn auch nur theoretisch-wissenschaftliches Interesse. Es liegt hier ein Fall von dem allmählichen Zurücktreten der infectiösen Kraft von Krankheitskeimen vor, der in der langsamen Einbusse eines entwicklungsgeschichtlich-morphologischen Charakters seine überaus klare und greifbare Erklärung findet.

Auch noch nach einer andern Richtung ist das Zurücktreten der Fadenauskeimung der Sprossconidien mit fortschreitenden Generationsreihen von wissenschaftlichem Werthe. In den Sprossconidien, die nicht mehr fähig auskeimen und in den Nährsubstraten in keine andere Form als die der Sprossung mehr übergehen ver-

[1]) Die Culturen mit Hefeconidien, die zu Fäden austreiben, wenn mit der Erschöpfung der Nährstoffe die Sprossung aufgehört hat, sterben viel eher ab, als solche, in welchen die Fadenkeimung nicht mehr auftritt und die Conidien unverändert liegen bleiben, bis sie unter Abscheidung von Fetttropfen langsam die Keimkraft verlieren.

mögen, ist gleichsam der Stammbaum erloschen, ihr Ursprung, ihre Herkunft sind nicht mehr zu erweisen, sie bieten sich dar als Organismen eigener Art, die sich durch Sprossung vermehren, als Formen von Sprosspilzen, während sie doch in Wirklichkeit keine selbständigen Formen und gar nichts anderes sind, als abgelöste Entwicklungsglieder höherer Pilzformen, die unter den gleichen Verhältnissen der Cultur in Nährlösungen in ewiger Gleichmässigkeit der Gestaltung verharren und nicht mehr ahnen lassen, woher sie kommen.

In den verschiedenen Versuchsreihen der Brandinfectionen mit syprophytisch ernährten Brandkeimen, soweit sie zur Ausführung kamen, sind zunächst nur die Endresultate, also die letzten Erfolge der Infection an brandigen Fruchtständen bei den inficirten Pflanzen mitgetheilt worden. Es erübrigt jetzt die begleitenden Beobachtungen anzuschliessen, die über das Eindringen der Keime in die Nährpflanzen und über das weitere Verhalten der eingedrungenen Keime in den Nährpflanzen bei den einzelnen Versuchen gemacht sind. Ich will hier gleich bemerken, dass bei jedem Versuche zu 100 Keimlinge der Nährpflanzen 10 Keime für diese nebenläufigen Beobachtungen beigefügt waren, die also der engeren Untersuchung geopfert werden konnten.

Der wichtigste Punkt, gleichsam der natürliche Ausgangspunkt für diese engeren Untersuchungen ist selbstverständlich in der Beobachtung des Eindringens der Brandkeime in die inficirten Pflanzen gegeben. Die diesbezüglichen Untersuchungen, welche von *Kühn* und *Wolff* früher angestellt wurden, sind bereits angeführt. Sie ergaben nach *Kühn*[1]) das Eindringen in die jungen Keimpflanzen, vorzugsweise in die Axe in der Nähe des Wurzelknotens, nach *Wolff*[2]) das Eindringen in das Scheidenblatt der jungen Keimpflanzen. Beide Beobachter konnten damals für ihre Untersuchungen nur die in Wasser schwächlich und unregelmässig auskeimenden Brandsporen, die mit Wasser gemischt und auf die Nährpflanzen aufgetragen waren, allein verwenden, die Keimung in Nährsubstraten, der saprophytische Abschnitt der Entwicklung der Brandpilze, durch welchen erst das normale, stetig und sicher auskeimende und darum stets angriffsfähige Material für die Infectionsversuche in unerschöpflicher Fülle gewonnen wird, war damals unbekannt, es ist ja erst durch meine Culturversuche gleichsam neu geschaffen und für neue und sicher entscheidende Versuche verfügbar gemacht.

Die Beobachtungen, bei welchen seiner Zeit Dr. *Jstránffi* als Assistent am botanischen Institute in Münster besonders mitgeholfen hat, begannen bei den Keim-

---

[1]) *Kühn,* l. c. der Krankheiten der Culturgewächse; ferner *Kühn,* Eindringen des Getreidebrandes in die Nährpflanzen, Sitzungsberichte der naturf. Gesellschaft in Halle 1874.

[2]) *Wolff,* l. c. des Getreidebrandes, Halle 1874.

pflanzen, die in den jüngsten Stadien inficirt waren. Es wurden am zweiten und am dritten Tage dünne Hautschnitte abgetragen und diese mit etwa 300facher Vergrösserung untersucht. Ueberall fanden sich die aufgespreuten Brandkeime zahlreich vor. Auf den Schnitten vom zweiten Tage waren die Fädenauskeimungen der Conidien erst in den Anfängen, mit dem dritten Tage waren sie allgemein und auch die höchst charakteristischen Eindringstellen zahlreich zu finden. Sie sind besonders auffällig durch ein deutliches Loch in der Epidermis oder vielmehr in der Cuticula (Taf. I, Fig. 1—4). Unter dem Loch b, welches oft eine ansehnliche Grösse hat, und von diesem ausgehend sieht man den eingedrungenen Keimschlauch c verlaufen, der nach Innen vordringt. Er nimmt seinen Weg direct, durchquert, an Ueppigkeit und Dicke mit seinem Fortschreiten auffällig zunehmend, die oberen Zelllagen und verliert sich dann mit seiner Spitze in den tieferen Gewebeschichten des Innern, bis er in Oberflächenschnitten nicht mehr zu sehen ist (Figur 1—4c). Nur an den jüngsten Eindringsstellen ist es möglich, die Conidie a, welche den eindringenden Keimschlauch austreibt, mit Sicherheit zu unterscheiden, sie liegt bald über dem Loch, bald neben diesem und verliert erst mit fortschreitender Entleerung ihres Inhaltes an Deutlichkeit, bis sie bei älteren Eindringsstellen nicht mehr zu unterscheiden ist (Fig. 1—4a). An günstigen Präparaten und wohl an den Stellen, auf welchen die einzelnen Spreutröpfchen mit den Infectionskeimen haften geblieben waren, fanden sich die Eindringstellen dicht zusammen und oft so zahlreich vor, dass die Cuticula wie von Löchern durchbrochen erschien, von welchen überall die eingedrungenen Schläuche nach Innen verliefen und einzeln kaum verfolgbar waren. Es ist unmöglich, dass Bilder dieser Art mit dem früheren Infectionsmateriale jemals gesehen sein können. In den Figuren 1—4 sind einzelne Stellen nach den Zeichnungen von Dr. *Istvánffi* wiedergegeben, die besonders deutlich waren und an welchen in schrägen Schnitten die eingedrungenen Keimschläuche ziemlich weit nach Innen zu verfolgen sind; auf die Wiedergabe reicherer Eindringstellen musste verzichtet werden, weil die Einzelheiten nicht deutlich zu trennen und zu unterscheiden waren. Die Eindringstellen sind am dritten Tage nach der Infection am deutlichsten, hier führen die eingedrungenen Keimschläuche bis zum Loche des Eindringens noch dichten Inhalt. Späterhin wird das Bild wieder verschwommen, die Eindringstellen sind weniger deutlich und die Schläuche werden zu inhaltslosen feinen Fäden verzogen, die nur im Zusammenhange mit den tiefer gelegenen normalen Theilen der Schläuche ihre Natur als Pilzfäden erkennen lassen. Es ist möglich, dass diese Veränderungen der eingedrungenen Pilzfäden durch die Streckung der Gewebe resp. der Zellen des jungen Keimlings herbeigeführt werden, welche erst nach dem Eindringen der Pilzkeime eintritt. Da die Infectionskeime sehr früh auf den noch lange nicht ausgewachsenen Keimling aufgetragen sind, so müssen sie, wenn sie eingedrungen sind, in den Zellen

und Geweben eingeschlossen, die Streckung mit diesen gewaltsam mitmachen, und wenn die Schläuche in ihren älteren Theilen nicht mehr fähig sind, intercalar, also durch Streckung zu wachsen, so ist nichts natürlicher, als dass sie, zu stark durch Zug in Anspruch genommen, obliteriren und hierbei fadenartig ausgezogen werden.

Die Stellen des Eindringens, so zahlreich und deutlich, wie sie eben beschrieben wurden, fanden sich an allen Theilen der austreibenden Keimpflanze, vom Wurzelknoten aufwärts bis zur Spitze des Scheidenblattes. Aber nicht bloss hier, auch an den Stellen der jungen Wurzeln, die noch keine Wurzelhaare haben, sind sie zu finden, später auch an den Wurzelhaaren und auch zwischen diesen, wo nur immer die Spreutröpfchen mit den Pilzkeimen haften geblieben sind.

Es kann nach diesen in steten und sehr zahlreichen Beobachtungen übereinstimmenden Befunden mit aller Sicherheit ausgesagt werden, dass der Keimling in seiner ersten Jugend in seiner Gesammtheit dem Eindringen der Pilzkeime zugänglich ist. Er besteht nur aus jungen nicht ausgebildeten Geweben mit zarten Zellwänden, in welche die Pilzkeime leicht einzudringen vermögen, und es gibt keine Stelle an dem jungen eben austreibenden Keimlinge, die dem Eindringen der Infectionskeime unzugänglich wäre.

Diese Beschaffenheit des Keimlings verschiebt oder verändert sich nun aber allmählich mit seiner fortschreitenden Grösse und Differenzirung. Die mittleren, also von der fortwachsenden Spitze aus rückwärts gelegenen älteren Stellen des Embryos erfahren zuerst die fortschreitende Differenzirung der Gewebe. Sie beginnen mit der Streckung und Ausbildung der Zellen allmählich auch ihre Membrane zu verstärken und wohl auch zu verhärten. Diese Veränderungen in den mittleren und ältesten Theilen des fortwachsenden Keimlings sind nun auch für das Verhalten der Infectionskeime und ihre Fähigkeit des Eindringens von entscheidender Bedeutung, wie die Fortsetzung der Beobachtungen schlagend ergab.

Es kamen zunächst inficirte Keimlinge zur Untersuchung, wie sie in gleicher Entwicklung zu der 2. und 3. Versuchsreihe der I. Serie der Infectionen verwendet wurden. Es wurde hier das Eindringen in ähnlicher Art beobachtet, wie bei den jüngsten Stadien der Keimlinge, nur seltener, und neben normal wie früher eingedrungenen Pilzkeimen zeigten manche der Eindringstellen schon ein verändertes Ansehen. Die Membranen der eingedrungenen Schläuche, die auf ein grosses Loch in der Oberhaut zurückführten, erschienen verquollen, die verquollenen Membranschichten, oft dicker wie der Keimschlauch selbst, hatten eine gelbliche Färbung, die sich auch auf die durchbohrten Zellmembrane des Keimlinges ausdehnte. Das Protoplasma des Keimschlauches, der an sich durch die Quellung seiner Membran zusammengedrückt erschien, war körnig und der ganze Schlauch hatte nicht das Ansehen eines gesunden, in lebhaftem Wachsthum begriffenen Fadens (Fig. 2—4 a-c). Unter der grossen

Zahl der in diesem Zustande beobachteten, in der Entwicklung offenbar aufgehaltenen Keimschläuche fanden sich in schrägen Schnitten der Keimlinge alsbald solche Fälle, wo das Ende der Schläuche sicher zu sehen und in gleich verquollenem Zustande anzutreffen war (Fig. 2 und 3e). Die Pilzschläuche, zwar eingedrungen und bis zu einem bescheidenen Grade vorgedrungen, machten den Eindruck, als ob sie festsässen und nicht weiter könnten, und nun mit dem gehemmten Wachsthume ein Absterben, eine Zersetzung der Membranen unter Verquellung und Färbung eingetreten wäre, die sich in gleicher Wirkung auch auf die berührten Membranen des inficirten Keimlings erstreckten.

Ob diese Beurtheilung der stets übereinstimmenden Befunde als eine richtige gelten konnte, musste sich ermitteln lassen durch die weitere Ausdehnung der Beobachtungen bei Keimlingen, die in noch älteren Stadien gleich den Versuchsreihen von 5 und 6 der I. Serie inficirt waren. Bei diesen fanden sich denn auch nur noch vereinzelte Eindringsstellen vor, und es war Regel, dass in diesen die eingedrungenen Infectionskeime festsassen und unter den gleichen lokalen, offenbar pathologischen Erscheinungen dem Absterben zuneigten.

Wenn ich nun noch ergänzend anführe, dass an noch weiter entwickelten Stadien der inficirten Keimlinge Eindringstellen überhaupt nicht mehr zu finden waren, dass die massenhaft zu Fäden austreibenden Pilzkeime immer nur auf der Oberfläche herumkrochen, ohne noch in diese einzudringen, so lässt sich als weiteres und abschliessendes Ergebniss dieser fortgesetzten Beobachtungen über das Eindringen der Infectionskeime kurz aussagen, dass mit fortschreitender Gewebedifferenzirung im Keimlinge die Fähigkeit des Eindringens und des Vordringens der Infectionskeime allmählich erlischt und schon in verhältnissmässig frühen Stadien des Keimlinges ganz aufhört. Die Pilzkeime dringen aber noch ein, wenn ihre Fortentwicklung im Innern der Gewebe des Keimlinges schon nicht mehr möglich ist, sie bleiben dann hier sitzen und gehen harmlos unter. Diese Uebergangsstadien der nachlassenden Empfänglichkeit für die Krankheitskeime führen allmählich zu der gänzlichen Immunität, die bei den entwickelten Nährpflanzen ja schon seit lange festgestellt und die auch in den vorläufig gemachten Infectionsversuchen bestätigt wurde.

Die mitgetheilten Beobachtungen über das Eindringen der Pilzkeime stehen im besten Einklange mit den Endresultaten der Infectionsversuche in den 6 Versuchsreihen der I. Serie. Sie illustriren und erklären gleichsam im engern die Erfolge der Infection einmal nach der positiven, dann nach der negativen Seite.

Das schliessliche Endergebniss aller Infectionsversuche und aller begleitenden Beobachtungen findet seinen präcisen Ausdruck dahin, dass die Infectionskeime nur allein die jüngsten Gewebestadien der Nährpflanzen zu befallen vermögen. Da diese jüngsten Gewebestadien nur in dem jungen, eben austreibenden Embryo für die Infectionskeime zugänglich gegeben sind, so ist der Zustand der Empfänglichkeit der Nährpflanzen auch nur in den frühesten embryonalen Stadien gegeben. Nachher ist die Pflanze immun für die Pilzkeime, weil alle jungen Theile von der Aussenwelt abgeschlossen, also den Infectionskeimen unzugänglich sind; die Vegetationsspitzen sind von den älteren Blättern geschützt, welche sie einhüllen, und in tiefere Schichten des Bodens bis zu den Wurzelenden dringen die Pilzkeime überhaupt nicht vor.

Es bleibt jetzt aber noch eine letzte Frage zu erörtern übrig, die ich absichtlich bis dahin ausser Acht gelassen habe.

Wenn es als richtig und erwiesen gelten muss, dass nur in der Zeit der jüngsten Gewebestadien der Nährpflanzen, also beim Hafer nur in den ersten Keimstadien des Keimlinges und zwar hier an allen Stellen die Infectionskeime eindringen, so ist es nicht wohl verständlich, warum in den besten Fällen der gelungenen Infection nicht alle inficirten Keime nachträglich brandige Pflanzen ergeben haben, und warum das Endergebniss nicht mehr als 20 Procent von diesen aufzuweisen hatte. Dieser fragliche Punkt konnte nur entschieden werden durch eine weitere und genaue Verfolgung der eingedrungenen Keime und ihr Verhalten innerhalb der sich entfaltenden Nährpflanze. Hierzu sind Quer- und Längsschnitte in allen Stadien der Nährpflanzen erforderlich, um in diesen den Verlauf und die Entwicklung der nur noch im Innern verfolgbaren Infectionskeime zu beobachten.

Die inficirten Keimlinge wurden vom 4. oder 5. Tage ab nach geschehener Infection bei dem einen Keimlinge in Längschnitten, bei dem anderen in Querschnitten untersucht. Es war nicht schwer, die eingedrungenen Infectionskeime von den Eindringsstellen an in ihrem Vordringen nach Innen genau zu verfolgen. Sie durchquerten meist in ziemlich gerader Richtung die zarten Gewebe und waren überall in kräftigem und gesundem Aussehen leicht zu unterscheiden, wenn die Schnitte hinreichend dünn ausgeführt waren, während in dicken Schnitten das dichte Protoplasma der jungen Gewebszellen die klare Einsicht hinderte. Natürlich war bei genügend feinen Schnitten nicht zu erwarten, dass die einzelnen meist quer vordringenden Pilzschläuche in sehr weitem Verlaufe frei gelegt wurden, es waren nur die durchschnittenen Stücke von diesen zu sehen, soweit sie in den vom Schnitte getroffenen Gewebestellen sich vorfanden. Ich habe die einzelnen, aus den Schnitten gezeichneten Bilder nicht zur Anschauung gebracht, weil sie in allen Punkten übereinstimmen mit einem von Ustilago

cruenta gezeichneten Bilde, welches in Fig. 6 dargestellt ist, und welches eine grössere Zahl von Pilzschläuchen von der Oberfläche bis zur Mitte vorgedrungen deutlich zeigt.

Die eingedrungenen Pilzschläuche fanden sich im Innern der Gewebe an allen Stellen des jungen Keimlinges vor, die der Infection zugänglich waren. Sie konnten in den Wurzeln, in den Wurzelhaaren, im Wurzelknoten, in der jungen Axe über diesem und in den oberen Theilen des Keimlinges, die von dem Scheidenblatt eingeschlossen sind, nachgewiesen werden. Das Ueberwachsen der Pilzschläuche von dem Scheidenblatt auf die eingeschlossenen jungen Blätter, wie es schon *Wolff* (l. c. des Getreidebrandes) gesehen und abgebildet hat, war unschwer zu constatiren, aber nur in den unteren Theilen des Scheidenblattes, nicht weiter nach oben, wo die in den Geweben eingeschlossenen Hyphen in ihrem Vordringen gehindert erschienen und die beschriebenen pathologischen Erscheinungen der Schläuche in Fig. 2—4 zeigten.

Es war von besonderem Werthe festzustellen, dass die Infectionskeime in alle inficirten Keimlinge eingedrungen und hier überall in den Geweben nachweisbar waren. Dieser Nachweis war leicht zu führen, so lange die Keimlinge klein blieben, also in den ersten 10—15 Tagen nach geschehener Infection. Mit fortschreitender Entfaltung der Keimlinge, also mit ihrer Vergrösserung und mit der Streckung der Gewebe wurde das Auffinden der Pilzschläuche schwieriger, und die Schwierigkeiten mehrten sich weiter in dem Masse, als die Grösse der jungen Pflanzen mit ihrer Entfaltung zunahmen. Sobald die Streckung der Internodien und die Entfaltung der Blätter begonnen hat, sind die Infectionskeime gleichsam in den Geweben verborgen, und es hält schon schwer, auch nur die Spuren von ihnen noch nachzuweisen. Am sichersten findet man sie in den centralen Geweben der Knoten vor, wo sie intracellular oft die halbe Zelle ausfüllend in Querschnitten meist unschwer zu sehen sind (Fig. 7). Man kann nicht zweifelhaft sein, dass in diesen Pilzfäden abgetrennte Fadentheile vorliegen, welche mit der Streckung der Gewebe hier zurückgeblieben sind. Für die Brandform des Hafers, die nur in dem Fruchtknoten zur vollen Entwicklung und zur Ausbildung der Brandlager gelangen kann, sind diese Hyphenreste nicht mehr von infectiöser Bedeutung, sie können in den bereits gestreckten Geweben nicht weiter vordringen und verenden hier harmlos. Dass sie aber bei perennirenden Pflanzen noch gefährlich werden können und für die Infection der jährlichen Triebe eine wichtige Rolle spielen, soll späterhin gezeigt werden. Die Anwesenheit resp. das Auffinden dieser Hyphenreste der Infectionskeime im Innern der gestreckten Gewebe ist aber jedenfalls ein wichtiger Beweis, dass die Infection stattgefunden hat und dass die Pilzkeime bis ins Innere der Nährpflanzen vorgedrungen sind.

Die Hyphenreste in den Geweben der gestreckten Nährpflanzen konnten nun stets nachgewiesen werden bei den Haferpflanzen, die in den ersten Keimstadien inficirt

wurden, sie waren seltener zu finden, wenn die Infection in älteren Stadien stattgefunden hatte, die schliesslich nichts mehr von Pilzkeimen erkennen liessen.

Wir können hiernach mit Sicherheit annehmen, dass bei genugsam jungen Keimlingen die Infection in allen Fällen stattfindet. Da nun aber von den Keimlingen, welche in diesen jüngsten Stadien inficirt worden sind, nachträglich nur etwa 20 Procent und nicht alle Pflanzen brandig wurden, so ist klar, dass trotz stattgefundener Infection in den Jugendstadien der Keimlinge das Auftreten des Brandes in den entwickelten Pflanzen noch nicht gesichert ist. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass hier eine Reihe secundärer Umstände mit im Spiele sind und dass von diesen der schliessliche Erfolg der Infection abhängig ist. Wir kommen diesen Umständen näher, wenn wir der Entwicklung der Infectionskeime im Zusammenhange mit dem Gange der Entwicklung der Nährpflanzen folgen, wie es an dieser Stelle so wie so geschehen müsste, wenn die Aetiologie der Brandkrankheiten und des Brandes an sich eine geschlossene und vollständige sein soll.

Es ist das Eigenartige in der Entwicklung des Haferbrandes in dem Umstande gegeben, dass die Infection in den ersten Keimstadien der Nährpflanzen erfolgt, dass aber die Entwicklung der Infectionskeime nicht an den Eindringstellen, sondern weit entfernt von diesen eintritt, und zwar an Theilen der entwickelten Pflanze, die zur Zeit der Infection auch nicht einmal der Anlage nach vorhanden sind. Die eingedrungenen Infectionskeime bleiben in den Nährpflanzen latent, bis diese zur Ausbildung ihrer Fruchtstände oder kurz gesagt zur Fructification fortschreiten. Nur hier und an keiner anderen Stelle ist es den Pilzkeimen möglich, sich reicher und ausgiebiger in den Geweben der Nährpflanzen zu entwickeln und den Höhepunkt in der Ausbildung von Sporenlagern oder vielmehr von Brandsporenlagern, der eigentlichen Erscheinung des Brandes und der Brandkrankheit, zu erreichen. Wir konnten verfolgen, dass alle entwickelten Theile der Nährpflanzen den Infectionskeimen nicht mehr zugänglich sind, dass sie nur allein in die jüngsten Gewebe einzudringen und nur in diesen fortzudringen vermögen. Ebendarum waren auch nur die jüngsten Keimstadien der eben austreibenden Nährpflanze in dem Zustande der besten Empfänglichkeit für die Infectionskeime, weil sie nur aus jungen Geweben bestehen, deren Zellen die Pilzkeime zu durchdringen vermögen. Schon bald nach den ersten Keimstadien bieten die Nährpflanzen nach Aussen keine jungen und also empfänglichen Gewebe mehr frei und angriffsfähig dar, diese sind vielmehr nach der Art der Entwicklung der Nährpflanzen durch die älteren entwickelten Theile der Pflanzen so völlig eingehüllt und abgeschlossen, dass von Aussen keine Pilzkeime mehr hinzukommen können, dass die Pflanzen also von Aussen ganz immun geworden sind. Nur die in die jüngsten Keimlinge der Nährpflanzen bereits eingedrungenen Pilzkeime vermögen sich in diesen weiter zu entwickeln. Wo

aber ist innerhalb der Pflanze die einzige Stätte ihres Vordringens gegeben? Offenbar auch hier in den jüngsten Geweben und nur in diesen, in allen älter werdenden Theilen erstarren die Infectionskeime gleichsam in den Zellen der Gewebe, die sie erreicht haben, sie sind in ihrem Vordringen und auch in ihrer normalen Weiterentwicklung in den älteren Geweben gehemmt.

Nun ist es der besonderen Natur der Nährpflanzen eigenthümlich, dass sie sich schnell entwickeln, dass aus den jungen leicht von den Pilzkeimen durchdringbaren Gewebszellen sehr schnell ältere Gewebe werden, die nicht mehr durchdringbar sind. Wir konnten durch die früheren Infectionsversuche feststellen, wie schnell das eigentliche Empfängnissstadium an den jungen Keimlingen vorüberging, und wir können mit derselben Sicherheit feststellen, dass auch im Innern der jungen Nährpflanzen die jugendlichen empfänglichen Gewebsstadien schnell vorübergehen und dann am Ende nur an einer Stelle in dem Vegetationspunkte allein noch gegeben sind. Die eingedrungenen Pilzkeime finden also an keiner Stelle, die sie erreicht haben, Zeit sich breiter zu entwickeln, sie erstarren überall in den Geweben, sobald sich diese mit der ihnen eigenthümlichen Schnelligkeit weiter ausgebildet haben, — mit alleiniger Ausnahme der Vegetationsspitze. Aber auch an dieser Stelle erfolgen die Neuanlagen schnell und so ist auch hier immer nur in den äussersten Spitzen der jüngsten und weichsten Gewebe die Stätte der Förderung und der Entwicklung der Infectionskeime gegeben.

Zu der schnellen Entwicklung der Gewebe der Nährpflanzen kommt nun noch die rapide Streckung hinzu, durch welche die Fäden der Infectionskeime, weil sie nicht zu folgen und in den entwickelteren Geweben nicht fortzuwachsen vermögen, zerrissen werden und dann in den isolirten Trümmern entwicklungsunfähig untergehen. Es hängt von der Zahl der früher eingedrungenen Pilzkeime ab, ob die Reste der durch Streckung zerrissenen Hyphen seltener oder leichter in den gestreckten Geweben zu finden sind, es hängt aber ganz ausschliesslich von dem schnellen Vordringen in und durch alle Theile der jungen Gewebe der Nährpflanzen und schliesslich noch von dem besonderen Umstande ab, dass die Pilzkeime auch die obersten Theile der Vegetationsspitze erreichen und dann in diesen stetig weiter und nach oben wachsen, ob in den erreichten Blüthenanlagen und hier in den jungen Fruchtknoten die Ausbildung der Brandlager erfolgen kann. Auf allen bisherigen Wegen, welche die Infectionskeime durchliefen, boten die schnell erhärtenden, also den Jugendzustand verlierenden Gewebe den Keimen nur die Möglichkeit einer schwachen Entwicklung, erst mit den Anlagen der Blüthenstände, mit welchen später die Vegetationsspitze abschliesst, ändert sich die Sache zu Gunsten der Pilzkeime, nun erst werden in den Blüthen und besonders in den Fruchtknoten der Blüthen junge Gewebe in

grösserem Umfange erzeugt, die durch besondere Zartheit der Membranen ausgezeichnet sind, und die diesen Zustand der Jugend und der Zartheit in fortschreitender Neubildung nur langsam verlieren. An dieser Stelle und nur allein an dieser beginnt nun die rapide Entwicklung der Pilzfäden, alle jungen Zellen werden durchwachsen und mit Hyphen angefüllt, die um so reicher ernährt werden, als ja in dieser Zeit die Nährstoffe der Nährpflanzen den Blüthenständen fast ausschliesslich zufliessen, während alle übrigen Theile schon dem Abschlusse der Entwicklung zueigen. Die Vermehrung der Pilzfäden ist eine so schnelle und dichte, dass sie alsbald einem fast undurchdringlichen Hyphenknäuel gleichen und nur in den ersten Stadien noch ein klares und übersichtliches Bild geben, wie es in der Figur 8 auf Tafel I dargestellt ist. Es kommt hinzu, dass mit der dichter und dichter werdenden Verflechtung der Pilzfäden die älteren Theile der Hyphen auch schon die intercalare Anlage der Sporen beginnen, die alsbald ihre äusseren Membranen vergallerten, während zugleich ihre inneren sich verdunkeln und den beginnenden Reifezustand anzeigen. Alle jungen Gewebe der Blüthen und besonders der Fruchtknotenanlage werden bis auf die kleinsten Reste von den Hyphen aufgezehrt, die ihrerseits in toto zur Anlage und Ausbildung der Brandsporen übergehen. Das Ende ist eine einheitliche Brandsporenmasse, ein sogenanntes Brandlager, welches mit der Entfaltung der Blüthenstände zum Vorschein kommt, ohne nachträglich noch Ueberbleibsel von Hyphen zu zeigen.

Diese Darlegungen lassen einen Zweifel nicht bestehen, dass die Entwicklung der Brandlager von dem siegreichen Vordringen der Infectionskeime bis zur äussersten Vegetationsspitze der jungen Nährpflanzen allein bedingt ist und dass alle eingedrungenen Keime, welche diese Stelle nicht erreichen, ohne Schaden für die Pflanze in dieser oder vielmehr in ihren Zellen eingeschlossen untergehen. Je jünger die Stadien der Keimpflanzen zur Zeit der Infection sind, um so grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass die eingedrungenen Infectionskeime durch die jungen Gewebe des Innern hindurch bis zur Vegetationsspitze gelangen und später bis zur Brandlagerbildung in den Blüthenanlagen, die hier stattfinden, fortschreiten. Von diesen sich im Innern der Nährpflanzen unsichtbar abspielenden Umständen hängt also schliesslich der Erfolg der Infection ab, die sonst zwar stattgefunden hat, aber erfolglos, d. h. ohne Ausbildung des Brandlagers verlaufen ist.

Alle Umstände nun, welche das genugsam schnelle Vordringen der Infectionskeime aufzuhalten im Stande sind, vermögen hierdurch eine erfolgreiche Infection zu verhindern. Eine zu späte Infection an zu weit entwickelten Keimlingen ist nach dem Ausgange der früheren Infectionsversuche an sich ein sicheres Hinderniss des Erfolges. Dieser wird aber schon in Frage gestellt,

wenn, auch bei der frühesten Infection, die Entwicklung des Keimlinges nur etwas schneller als das Wachsthum der Infectionskeime im Innern fortschreitet. Dies scheint bei etwas höherer Lufttemperatur thatsächlich zutreffend zu sein, wie die Versuche mit dem inficirten Dünger, die bei höherer Temperatur nur bis zu 30, bei niederer Temperatur hingegen bis zu 46 Procent an brandigen Pflanzen aufstiegen, darthun können. Die Haferkeime werden in auffallender Weise durch steigende Lufttemperatur gefördert, sie entwachsen in den schnell erhärtenden Geweben den eingedrungenen Infectionskeimen, die in ihnen eingeschlossen bleiben müssen und nicht bis zu den Blüthenanlagen vordringen können.

Ueber das Zutreffende dieser Deutung belehren uns vornehmlich noch die Befunde an den brandigen Blüthenständen. Wir haben hier zunächst den exstremsten Fall des Brandes in dem totalen Vergehen aller Blüthenanlagen, die endlich nur aus der dichten Masse der Brandsporen bestehen. Auf diesen Fall der vollsten Entwicklung, welcher die bis zur äussersten Vegetationsspitze der Nährpflanzen vorgedrungenen Infectionskeime sicher anzeigt, folgt die nächste Abstufung, bei welcher nur die unteren Blüthenanlagen des Blüthenstandes diesen Zustand aufweisen, die oberen Blüthen zwar befallen, aber noch mit den Hüllspelzen, die mehr oder minder unverzehrt blieben, bekleidet sind, bei welchen also die Brandlager von diesen eingeschlossen erscheinen. An diesen Fall schliesst sich der weitere und interessanteste an, in welchem die oberen Blüthen zu normaler Fruchtanlage gekommen, nur die untersten befallen und diese in den Hüllspelzen die Brandlager ganz einschliessen und fast verbergen. Es kommt hier vor, dass nur wenige Blüthen der Rispe unten brandig sind, während der obere grössere Theil gesund bleibt und auch normale Körner zeitigt. Diesen in der Natur regelmässig wechselnden Erscheinungen in dem Auftreten des Brandes kann als ursachliches Moment nichts anderes zu Grunde liegen als das stufenweise verschiedene Vordringen der Pilzkeime bis in die Blüthenanlagen, je nach der Schnelligkeit der sich entfaltenden und inficirten Keimlinge. Soweit meine Beobachtungen reichen, sind niemals die unteren Theile einer Rispe gesund und die oberen befallen, immer ist das Umgekehrte der Fall, und in den von unten nach oben mehr oder minder befallenen Rispenständen haben wir gleichsam den directen Ausdruck für die jedesmaligen Grenzen des Vordringens der Pilzkeime in den jüngsten Stadien der Vegetationsspitzen zur Zeit der Blüthenanlagen. Diese weisen nachträglich eine totale Zerstörung in allen Blüthen und Blüthentheilen einer Rispe auf, wenn die Infectionskeime bis zur äussersten Spitze vorgedrungen sind und nun alle Blüthenanlagen erreicht haben, während die Zerstörung begrenzt bleibt, wenn dies nicht geschehen ist, und nur die unteren Blüthenanlagen befallen werden, in welche noch die Pilzkeime vorzudringen vermochten, die oberen hingegen unberührt und gesund bleiben. Mit dieser local beschränkten Zerstörung in einem Rispenstande bei verzögertem

Vordringen der Infectionskeime steht auch die gleiche Beschränkung in den einzelnen Blüthen im Zusammenhange, die dann nur in ihren inneren zarten Theilen zerstört sind, während die äusseren, schon erhärtet, verschont bleiben und die Brandmassen umschliessen.

An diese besonderen Vorkommnisse des mehr und mehr nach unten in den Blüthenständen localisirten Brandes schliessen sich nun natürlich die weiteren so zu sagen negativen Fälle an, in welchen die Infectionskeime so weit verzögert sind, dass sie die Vegetationsspitze mit den Blüthenanlagen schon nicht mehr erreichen können. Hier ist der letzte Ausgang der Infectionsversuche ein rein negativer, die Infection der Keimlinge ist eingetreten, aber die Vegetationsspitze, welche in den jungen und länger jung bleibenden grösseren Gewebsanlagen der Blüthen die Ausbreitung der Pilzkeime bis zur vollen Entwicklung der Brandlager allein gestattet, ist nicht mehr erreicht, die Infectionskeime enden im Innern der erhärteten Gewebe harmlos, die Blüthen bleiben gesund und kommen zur normalen Frucht resp. Samenbildung.

Es dreht sich demnach bei dem Gelingen der Infectionen um geringe Zeitdifferenzen, welche dem inficirten Keimlinge einen wohl nur kleinen Vorsprung in der Entwicklung und Entfaltung gegen die eingedrungenen Pilzkeime geben können, der aber schon ausreicht, dass diese die Vegetationsspitze nicht mehr erreichen, und hiermit der Erfolg vereitelt wird. Diese geringen Zeitdifferenzen entscheiden zu Gunsten der Keimlinge, wenn diese sich, wie es bei den Keimlingen des Hafers der Fall ist, schon an sich sehr schnell entwickeln und die Vegetationsspitze den vordringenden Infectionskeimen entwächst. Die steigende Temperatur kann allein schon den Keimlingen, die sich nun noch schneller entwickeln, als die Infectionskeime, nach den mitgetheilten Daten der Infectionsversuche, leicht einen Vorsprung gegen diese geben, der den Erfolg der Versuche wesentlich einschränkt.

Es bedarf aber, wenn diese aus dem Ergebnisse eines Versuchsobjectes auch durch sehr zahlreiche Versuchsreihen gewonnenen Erfahrungen als zuverlässige gelten sollen, jedenfalls noch einer vergleichenden Versuchsreihe mit einer anderen Pflanzenform, welche als Nährpflanze für einen bestimmten Brandpilz durch die entgegengesetzten Eigenschaften, wie sie der Hafer besitzt, also durch sehr langsame Entwicklung der Keimlinge ausgezeichnet ist. Dieses für die zweite Folge von Infectionsversuchen schon früher ausgewählte, mit den erwünschten Eigenschaften zufällig günstig ausgestattete Versuchsobject ist in der Hirse, speciell in dem Sorghum saccharatum (nigrum) mit der diese Hirse bewohnenden Brandform Ustilago cruenta *Kühn*, also kurz in dem Hirsebrand gegeben, zu welchem wir nun übergehen wollen.

B. Infectionen mit Hirsebrandconidien

auf Sorghum saccharatum.

Es ist bekannt, dass der Hirsebrand, Ustilago cruenta *Kühn*, vorzugsweise die Blüthen- oder die Fruchtstände verschiedener Hirseformen bewohnt und dass die befallenen Fruchtknoten in eine schwarze Brandmasse umgewandelt werden, ähnlich wie es bei dem Flugbrande des Hafers geschieht. Bei der als Versuchspflanze ausgewählten grossen Hirseform, dem Sorghum saccharatum, tritt der Brand, soviel ich bei der grossen Zahl der inficirten und brandigen Pflanzen beobachten konnte, an keiner andern Stelle der Pflanzen auf als in den Inflorescenzen und speciell in den Fruchtknoten, die zu Mutterkorn-ähnlichen Hörnchen auswachsen und mit dichten Brandsporenmassen ausgefüllt sind (Figur 12).

Die Sporenkeimung habe ich im V. Hefte d. W. p. 91—95 ausführlich beschrieben. Sie erfolgt in Wasser mit der Bildung eines vierzelligen Fruchtträgers, der nur ganz vereinzelt Conidien bildet, meist direct in seinen Zellen zu Fäden austreibt (Heft V, Tafel VII, Figur 1—3). Die Sterilität an Conidien, welche die Fruchtträger bei den Keimungen in Wasser zeigten, änderte sich zu Gunsten einer unerschöpflichen Conidienbildung, wenn die Sporen in Nährlösungen cultivirt wurden (Heft V, Tafel VII, Figur 5—8). Die gebildeten und abgefallenen Conidien gingen sofort zur weiteren directen Conidiensprossung über, die in prachtvollen Hefeverbänden aus höchst charakteristischen langen, spindelförmigen Conidien gebildet, sich in Form eines Niederschlages in den Culturtropfen anhäuften, ganz so, wie wir es von den Sprossconidien des Haferbrandes kennen. Im Vergleich zu diesen sind die Conidien schmäler und beidendig zugespitzt, sie zeigen als Niederschlag, also in Massen, eine weissere Farbe und nicht verschleimende Membrane, im Uebrigen haben sie die gleiche Fähigkeit, sogleich mit dem Stillstande der Sprossung in der erschöpften Nährlösung zu langen kräftigen Keimschläuchen auszuwachsen, mit welchen sie in die Nährpflanzen eindringen (Figur 7 und 8). Der Ort des Eindringens ist ebenso wie bei dem Hafer in den jungen Keimlingen der Hirse gegeben, die zunächst auch für die Infectionsversuche allein verwendet wurden. Die vollständig rein und in grossen Massen hergestellten Conidien kamen in derselben Weise mit Hülfe des Pulverisators zur Infection der Hirsekeimlinge in Verwendung, wie es früher beim Hafer beschrieben ist.

Die Keimlinge der Hirse sind unverhältnissmässig kleiner wie die vom Hafer. Die Infectionskeime müssen auf das viel kleinere Versuchsobject mit grösster Vorsicht, also im feinsten Spreu aufgetragen werden, wenn sie haften bleiben und also an der Stelle, wo sie haften, zum Eindringen kommen sollen.

I. Serie. Die erste Serie von Versuchen wurde mit 200 Keimlingen der Hirse in der zweiten Hälfte des April 1885 unternommen. Die später im freien Lande ausgesetzten inficirten Keimlinge wurden leider von einem furchtbaren Unwetter mit Hagelschlag zu Anfang Juni bis auf 32 Pflanzen vernichtet, die aber auch durch den Unfall in der Entwicklung so arg geschädigt waren, dass die Blüthenstände erst zu Ende September und auch dann nur zu einem Theile eben auszutreten begannen. Als darauf eine kalte Nacht das weitere Wachsthum unmöglich gemacht hatte, wurden die noch meist von den oberen Blättern eingeschlossenen Inflorescenzen aufgeschnitten und unter den 32 Pflanzen 12 brandige festgestellt.

II. Serie. Für die nächste und zweite Serie von Versuchen wurde im folgenden Jahre die Infection der Hirsekeimlinge schon Ende März im Zimmer vorgenommen, bei einer Lufttemperatur von 8—9° C. Die inficirten Pflänzchen verblieben im Zimmer bis zu Anfang Mai, dann wurden sie einzeln im freien Lande ausgepflanzt. Hier gediehen sie vortrefflich weiter und entwickelten sich bis Mitte August zu 5—7 Fuss hohen Pflanzen. Es machte sich in der Ueppigkeit der Entwicklung unter den gleichen äusseren Verhältnissen allmählich eine auffällige individuelle Verschiedenheit bemerkbar, indem eine Anzahl von den Pflanzen den übrigen weit voraneilten und in ihrer äusseren Erscheinung das Bild strotzender Gesundheit und Ueppigkeit darboten. Merkwürdig genug waren es gerade diese in der äusseren Entwicklung beschleunigten Pflanzen, welche die Erscheinung des Brandes in den Inflorescenzen zuerst zeigten, welche die zerstörenden Infectionskeime verborgen in sich trugen, die also erst so zu sagen mit der Geschlechtsreife, mit der Anlage der Inflorescenzen ihre vernichtende Wirksamkeit beginnen. Es war am 16. August, als die ersten Rispen, total vom Brande verwüstet, aus der umschliessenden Blatthülle aufbrachen. Diesen folgten schnell nach dem Grade der Ueppigkeit die übrigen. Es hatte anfangs den Anschein, als ob alle Pflanzen der Infection erlegen wären, als zu Anfang September auch gesunde Rispen zum Vorschein kamen. Sie gehörten zumeist den weniger üppigen Pflanzen an, die zugleich auch in der äusseren Entwicklung zeitlich gegen die brandigen zurückgeblieben waren. Erst als alle Pflanzen ihre Rispen aufgebrochen hatten, wurde eine genaue Zählung vorgenommen und von 274 Pflanzen 158 brandige und 116 gesunde festgestellt. Ich darf nicht unterlassen, ergänzend zu bemerken, dass diesem günstigen Erfolge der Infection der vergleichende Versuch gegenübersteht, der unter 50 nicht inficirten Hirsepflanzen keine einzige Branderscheinung aufwies, der also das gewonnene Ergebniss der Infection zu einem wissenschaftlich unanfechtbaren macht.

III. Serie. Bei einer dritten Versuchsserie, die ich gleich im nächsten Frühjahr wieder anschloss, nahm ich eine sehr vorsichtige Auswahl der Hirsekeimlinge vor, um die Empfänglichkeit der Keimlinge in den verschiedenen Entwicklungsstadien festzustellen.

1. Für die erste Reihe wurden die kleinsten Keimlinge ausgewählt, bei welchen die Vegetationsspitze eben aus dem Korne trat. Sie bot in diesem noch sehr frühen Zustande nur eine kleine Fläche für die Infection dar, die darum mit besonderer Vorsicht ausgeführt wurde. Die diesmal schon Mitte März im Zimmer inficirten Pflänzchen wurden wieder in der ersten Woche des Mai im Freien ausgepflanzt. Leider schädigten die kalten Tage des Mai einen Theil der Keimlinge, und zwar gerade die üppigst entwickelten, bis zum Eingehen, sie wurden von 300 auf 252 reducirt, die aber normal und gut gediehen. Allmählich trat auch hier wieder die früher beobachtete Ungleichheit in der Entwicklung ein, und es waren wieder die üppigsten und zuerst entwickelten Pflanzen, welche sich sämmtlich als brandig erwiesen. Die hier genau notirten einzelnen Daten sind von besonderem Interesse und darum werth, hier angeführt zu werden. Am 10. August meldete mir Dr. *Möller*, der damals im hiesigen botanischen Institute arbeitete und in meiner Abwesenheit die Versuchspflanzen überwachte, nach Baden-Baden die erste brandige Pflanze. Bis zum 3. September folgten 100 brandige Pflanzen — ohne eine einzige gesunde. Am 10. September waren 130 brandige Pflanzen entwickelt und daneben 15 gesunde; am 1. October waren 140 brandige und 30 gesunde vorhanden und am 15. October, als alle Pflanzen in ihren Blüthenständen aufgegangen, wurden als Endresultat 180 brandige und 72 gesunde abgezählt.

Die Entwicklung des Brandes in den frühesten und stärksten Pflanzen, die bis 8 Fuss Höhe erreichten, war geradezu grossartig. Die mächtigen Rispen waren in toto befallen, sie ragten wie schwarze Besen aus den üppig grünen Laubblättern hervor. Die Fruchtknoten waren zu grossen Hörnern verlängert, die wie kleine Mutterkörner aussahen und mehr wie die fünffache Ausdehnung der normalen Hirsekörner erreicht hatten (Tafel I, Figur 12 dieses Heftes). Diese Bildungen, die leider mit dem Eintrocknen leicht zerfallen, waren so prächtig, dass Dr. *Möller* der Versuchung nicht widerstehen konnte, einige der schönsten zu photographiren. Von seinen Bildern ist eines, leider aus Raumrücksicht stark verkleinert, in Figur 12 wiedergegeben.

Es kann nach den beschriebenen Einzelheiten wohl einem Zweifel nicht unterliegen, dass die Infectionskeime die vegetative Entwicklung der befallenen Pflanzen fördernd beeinflussten. Es waren in den wiederholten Versuchen immer die zuerst entwickelten und üppigsten Pflanzen, welche der Vernichtung durch den Brand unterlagen, ihnen folgten erst langsam die gesund gebliebenen Pflanzen nach, oder vielmehr diejenigen, welche wenigstens keinen Brand in den Inflorescenzen aufwiesen. Bedenkt man, dass die Infectionskeime schon im März auf die Versuchspflanzen aufgetragen sind, und dass erst ein halbes Jahr nach dieser Zeit im höchsten Gipfel der 8 Fuss hohen Pflanzen die vernichtenden Krankheitskeime zur vollen Entwicklung und mit ihnen die Krankheit zum Ausbruche kommt, so lässt

sich der fördernde Einfluss auf die vegetative Entwicklung in diesem langen Zwischenraume recht wohl verstehen. Es fragt sich nur, von welcher Stelle aus er sich geltend macht. Da nun, wie späterhin gezeigt werden soll, die aufgetragenen Infectionskeime wohl in alle inficirten Pflanzen eingedrungen sein dürften, aber nur in den Pflanzen zur Entwicklung kommen konnten, in welchen sie die Vegetationsspitze mit den Anlagen der Inflorescenzen früh genug erreichten, so ist hier keine andere Annahme möglich als die, dass von eben diesen Anlagen aus die sich entwickelnden Keime den fördernden Einfluss auf die vegetative Entwicklung der Nährpflanzen zur Geltung bringen müssen in solcher Art, dass diese in der Ueppigkeit und in der Entfaltung den übrigen sichtbar voraneilen. Dies spricht sich nicht bloss äusserlich aus, sondern auch in der zeitlichen Entwicklung der Inflorescenzen, die vom Brande befallen sind. Diese erscheinen, wie auch aus den schon mitgetheilten Daten schlagend bestätigt wird, immer zuerst vor den gesund gebliebenen, und dazu sind die e Blüthenstände schon in der Zeit, wo sie aufbrechen, in den stark vergrösserten Fruchtknoten vollständig in eine riesige, fertig ausgebildete Brandmasse umgewandelt, welche in der substanziellen Masse nach dem Bilde der Fig. 12 gewiss hinter keinem ausgereiften Fruchtstande zurückbleibt, während im Gegensatze hierzu die nachträglich aufgehenden gesunden Inflorescenzen sich nach dem Aufbrechen erst zum Blühen anschicken wollen. — Dem Ausgange der Versuche dieser ersten Reihe mit den jüngsten Keimstadien der Hirse schliessen sich nun, wie wir sehen werden, die weiteren Versuche mit entwickelteren Keimlingen in ihren Resultaten harmonisch an.

2. Für die zweite Versuchsreihe dieser Serie waren Keimpflänzchen ausgewählt, bei welchen der Keimling schon einen Centimeter Länge erreicht hatte. Von den 150 im Freien ausgesetzten inficirten Keimpflanzen wurden Mitte October 24 brandige und 126 gesunde Pflanzen festgestellt. Bis zum 12. September waren 12 brandige Rispen, aber noch keine gesunde aufgegangen, am 10. September fanden sich 17 brandige und 11 gesunde, am 15. September 21 brandige und 23 gesunde, und endlich am 15. October 24 brandige und 126 gesunde Pflanzen als Endresultat vor.

3. Bei der dritten Reihe hatten die Keimlinge der Hirsekörner eine Länge von $1^1/_2$ Centimeter, als die Infection vorgenommen wurde, das Scheidenblatt war aber noch nicht durchstossen. Im Herbst zeigten sich bis zum 1. September 7 brandige Rispen, zugleich die einzigen, die bis dahin aufgegangen waren. Am 10. September war das Verhältniss 9 brandige zu 15 gesunden, am 15. September 10 brandige zu 18 gesunden und endlich am 15. October 12 brandige zu 178 gesunden Pflanzen, also von 190 inficirten Pflanzen 12 brandige Rispen.

4. Die vierte Reihe, bei welcher das Scheidenblatt des Keimlinges an der Spitze oben durchstossen war, wies im Herbst unter 221 Pflanzen

nur mehr 5 brandige auf, von welchen bis zum 1. September die einzig entwickelten Rispen vier brandige waren und bis zum 15. September nur noch eine brandige hinzukam, endlich bis zum 15. October nur noch gesunde Pflanzen folgten.

5. Für eine fünfte Serie wurden, um den Versuchen den vollen Abschluss zu geben, noch 150 Keimlinge inficirt, an welchen das Scheidenblatt ungefähr einen Centimeter weit durchwachsen war. — Bei den sämmtlichen in diesem Alter inficirten Keimlingen war nachträglich auch nicht eine einzige Branderscheinung mehr aufzufinden, die Pflanzen blieben sämmtlich gesund.

Wir können hiernach aussagen, dass hier bei der Hirse, ganz in Uebereinstimmung mit dem Hafer, die jüngsten Stadien der Keimlinge die empfänglichsten für die Infectionskeime sind, dass die Empfänglichkeit mit der Grösse und Entfaltung des Keimlinges schnell abnimmt und schon ihr Ende erreicht, wenn die Scheidenblätter einen Centimeter weit durchstossen sind.

Diese bei den Infectionsversuchen mit dem Hirsebrand gewonnenen Thatsachen stimmen in allen Punkten überein mit den früher beim Haferbrand mitgetheilten Einzelheiten, nur mit der Steigerung, dass hier bei der Hirse der Erfolg der Infectionen ein ungleich günstiger ist. Während beim Haferbrand nur etwa 20 Procent brandige Pflanzen erzielt wurden, stieg unter den gleichen Verhältnissen bei der Infection im jüngsten und empfänglichsten Stadium die Zahl der durch den Brand zerstörten Pflanzen auf 72 Procent. Die Voraussetzung, dass beim Hafer, durch zu schnelle Entwicklung der Keimpflanzen, die Keimlinge den eingedrungenen Infectionskeimen entwachsen und diese nicht früh genug in die Vegetationsspitze und hier in die allein durch den Pilz zerstörbaren Blüthenanlagen vordringen können, findet demnach in Versuchen mit der Hirse und mit dem Hirsebrande die vollkommenste Bestätigung. Die Hirsekeimlinge zeigen gegen die Haferkeimlinge ein ungleich langsameres Wachsthum, die Infectionskeime finden hier längere Zeit bis zu den Vegetationsspitzen vorzudringen, ehe diese mit weiterer Entfaltung und Streckung der Keimlinge zu weit vorgeschoben werden, und dann für die quer durchwachsenden Pilzkeime nicht mehr erreichbar sind. Freilich sind trotz der vorsichtigsten Infection auch hier nicht alle Pflanzen, sondern nur ein sehr hoher Procentsatz von diesen brandig geworden. Um diesen Ausfall zu erklären, will ich nochmals hervorheben, dass die sehr kleinen Keimlinge auch nur eine sehr kleine, für die Uebertragung der Pilzkeime empfängliche Stelle darbieten. Zu diesem dem Erfolge weniger günstigen äusseren Umstande kommt nun aber noch eine besondere fast unvermeidliche Fehlerquelle hinzu. Die Keimlinge scheiden an den Spitzen Wassertropfen aus, welche abfliessen und natürlich die aufgetragenen Pilzkeime mit dem Abfliessen wegschwemmen können, ehe sie eingedrungen sind. Es sind zwar in

jedem Falle die Keimlinge vor der Infection vorsichtiger Weise lufttrocken gemacht worden, so dass keine Tröpfchen anhingen; da aber nach stattgehabter Infection, um ein zu schnelles Austrocknen der angeblasenen Tröpfchen mit den Infectionskeimen zu vermeiden, die Culturgefässe mit den Keimlingen in feuchter Luft verdeckt gehalten werden mussten, so machten sich schon nach 24 Stunden die an der Spitze ausgeschiedenen Wassertröpfchen bemerkbar und es war nicht zu verhindern — wenn nicht die Versuche anderweit gestört werden sollten — dass sie am Keimlinge nach unten abflossen und die Infectionskeime unvermeidlich mit sich fortrissen.

Wenn nun auch der Enderfolg der Infection bei der Hirse kein ganz absoluter war und nicht alle inficirten Pflanzen brandig geworden sind, sondern nur ein sehr hoher Procentsatz von diesen, so lässt doch die begleitende Untersuchung über das Eindringen und Vordringen der Infectionskeime bei den inficirten Keimlingen auch hier wiederum kaum einen Zweifel bestehen, dass eine Infection in allen Fällen, also bei allen Keimlingen eingetreten ist, dass aber bei den nicht erkrankten Pflanzen die eingedrungenen Pilzkeime nicht bis zur Anlage der Inflorescenzen und somit nicht zu der einzig möglichen Stätte der Bildung der Brandlager gekommen sind.

Ganz ebenso, wie es bei den Infectionen mit dem Haferbrande geschehen ist, sind auch hier bei der Hirse 10—15 Procent der inficirten Pflanzen der Untersuchung über die Entwicklung der aufgetragenen Infectionskeime auf und in den Hirsekeimlingen geopfert.

Ueber das Eindringen lässt sich nur wiederholen, was in allen Einzelheiten beim Hafer mitgetheilt ist. Das Eindringen erfolgt durch ein deutliches Loch in der Epidermis, welches der Pilzkeim in die Oberhaut bohrt (Figur 5). Der eingedrungene Keim richtet seinen Weg durch die zarten Gewebe und lässt sich auf Quer- und Längsschnitten in seinem ziemlich directen queren Verlaufe nach Innen deutlich verfolgen. Bei den Hirsekeimlingen, die in älteren Stadien inficirt wurden, fanden sich wiederum, ganz wie beim Hafer, Infectionskeime vor, die in der Entwicklung stehen geblieben waren, die offenbar in den schon zu weit erhärteten Geweben nicht weiter vordringen konnten. Sie sahen ganz so aus, wie die beim Hafer in Figur 2—4 und zeigten auch hier verquollene Membrane mit gelblicher Färbung. In den Keimlingen der dritten Serie waren sie am häufigsten, schon selten bei der vierten, und in den Pflänzchen der fünften Serie gar nicht mehr zu finden. In diesen vorgerückten Stadien der Entwicklung der Keimlinge der Hirse war also das Eindringen der Pilzkeime schon unmöglich geworden, und alle von aussen zugänglichen Theile der jungen Nährpflanzen sind damit selbstverständlich gegen eine Infection gesichert.

Hatte die anatomische Untersuchung bei den inficirten jüngsten Keimlingen die Anwesenheit der eingedrungenen Infectionskeime im Innern in jedem Falle ergeben, so war es auch bei den weiter entwickelten Pflanzen ausnahmslos möglich,

die Fäden der Parasiten in den Geweben aufzufinden. Die Stellen, wo sie am sichersten anzutreffen waren, fanden sich, wie früher beim Hafer, in den parenchymatischen Geweben des Knotens (man vergleiche Figur 7), während in den durch Streckung stark verlängerten Internodien das Suchen nach vorhandenen Pilzfäden vergeblich war. In den Vegetationspunkten, in welchen die Hyphen des Pilzes mit zunehmender Erstarkung deutlicher werden, steigert sich die Entwicklung mit der Anlage der Inflorescenzen. Die jungen Gewebe, deren Bildung unverkennbar gefördert wird, geben den Pilzfäden die zusagende Ernährung und Förderung, und in dem Maasse, wie sie weiter angelegt werden, folgen die reich entwickelten Pilzfäden nach, die sich in ihnen auszubreiten suchen. Da die geförderte Anlage der jungen Gewebe und die in gleichem Grade geförderten Pilzfäden sich hier nur auf verhältnissmässig engem Raume verbreiten können, so ist die natürliche Folge ein dichtes Gewirr von jungen inhaltreichen und reich verzweigten Pilzhyphen in dem zarten meristematischen Gewebe der Blüthenanlagen, in welchem die Einzelheiten schon sehr bald schwer zu sehen und klar zu durchschauen sind (man vergleiche Figur 8). Man kann sich vorstellen, wie durch die energische Wirksamkeit der parasitären Hyphen in den jungen Geweben ein Reiz ausgeübt wird, wie die Gewebe sich viel stärker als sonst im normalen Zustande vermehren und wie mit dem Verbrauch an Nährstoffen die befallenen Stellen als Anziehungspunkte für die weitere Zufuhr von Nährstoffen aus den Nährpflanzen wirken, und wie schon zu der Zeit, wo in anderen Pflanzen erst die Blüthen der Inflorescenzen aufbrechen, hier bei den befallenen Pflanzen bereits die mächtigen, völlig entwickelten Brandlager in den Blüthenständen zur Erscheinung kommen, die mit ihren schwarzen kohligen Brandsporenmassen dem Besen eines Schornsteinfegers ähnlich sehen und mit dem üppigen dunklen Grün der grossen Laubblätter abschreckend contrastiren (Figur 12).

Von einem jungen Blüthenstande in der Höhe der Entfaltung und Durchwucherung von den Pilzfäden ein auch nur auf das engste beschränktes Bild zu zeichnen, ist unmöglich, und gar erst dann, wenn in den Pilzfäden die Sporenbildung beginnt, und die braun gefärbten Sporen einen dunklen undurchdringlichen Kern in dem Hyphengewirre bilden. Die Bildung der Sporen geht, in den älteren Theilen der Fäden beginnend, sehr schnell von statten und schreitet ebenso schnell nach dem Umfange fort. Die starke Verquellung der Membranen, welche alle sporenbildenden Fäden erfasst, bringt es mit sich, dass nach vollendeter Sporenbildung nichts von ihnen übrig bleibt, als die lose verklebte Masse der Sporen.

Um die Bildung der Sporen deutlich zu verfolgen, sind nur solche junge Inflorescenzen brauchbar, in welche die Pilzfäden etwas später eingedrungen sind, in welchen darum auch die Verbreitung der Pilzfäden eine beschränktere bleibt. In diesen weniger verknäuelten Pilzfäden ist mitunter der Verlauf der einzelnen Fäden

und in diesen Fäden die Anlage der Sporen intercalar durch Zergliederung der Fäden zu gemmenartig verbundenen Zellen deutlich zu sehen. Einzelne schon bräunlich gefärbte Glieder solcher Fäden, die also schon die braun gefärbten Sporen erkennen lassen, dienen zur leichteren Orientirung (Figur 9). Hier bleibt die Sporenbildung in den Fäden eine beschränktere, die Membranen verquellen weniger oder gar nicht und die leicht zu übersehenden Einzelheiten lassen keinen Zweifel, dass hier wie in anderweit beobachteten Fällen die Sporen als Chlamydosporen angelegt und ausgebildet werden. Natürlich bleiben, wenn die Fäden zu einer vollen Auflösung in Sporenbildung nicht üppig genug ernährt sind, in solchen Fällen auch Reste von Hyphen zurück, die oft durch starkes Aufblähen in den einzelnen schon gebildeten Gliederzellen ein seltsames blasenförmiges Ansehen zeigen, als ob die Anlage der Sporenbildung erfolgt wäre, ihre Ausbildung aber die Vollendung nicht hätte erreichen können. Fäden dieser Art, bald in grösserer, bald in geringerer Menge ausserhalb der sporenbildenden inneren Theile veranlagt, finden sich in schwach befallenen oder vielmehr wohl in etwas späteren Stadien befallenen Inflorescenzen nicht selten; die Figuren 10 und 11 geben in verschiedener Vergrösserung eine Anschauung von diesen. Dem Vorkommen dieser sterilen Fäden, die sich mitunter nach aussen zu einer Art von Hüllfadenschicht um die Sporen steigern können, ist gar kein morphologischer Werth beizulegen; denn von rein zufälligen secundären Umständen hängt ihre Bildung und ihr Ausbleiben ab.[1]) Sie fanden sich am häufigsten in solchen Inflorescenzen, die nur theilweise vom Brande befallen waren, in welchen also die Pilzkeime bei verzögertem oder verspätetem Vordringen nicht mehr alle Blüthenanlagen einer Rispe, sondern nur einzelne von diesen und zwar zumeist die unteren in den Verzweigungen des Blüthenstandes erreicht hatten. Ein sehr instructives Bild dieser Art ist von Dr. *Istváuffi* in der Figur 13 gezeichnet worden. Die Rispe tritt eben aus der tütenförmigen Hülle des oberen Laubblattes hervor. Schon mit dem Aufbrechen sind die einzelnen befallenen, mit Brandsporenmassen angefüllten Blüthen von den gesunden, die über ihnen stehen, zu unterscheiden, freilich in der Figur durch die gewaltsam nach aussen geförderten und verstäubten Brandmassen noch etwas verdeutlicht. Und nichts kann die in den Blüthenständen je nach dem Vordringen der Infectionskeime in die einzelnen Blüthen scharf lokalisirte

[1]) Bei noch ungenügenderer Entwicklung bleiben diese Fäden ungetheilt, die Chlamydosporenbildung tritt nicht einmal der Anlage nach ein wie hier, die Hyphen enden als rein vegetative Fäden gleich denen, welche im Innern der Gewebe nach eingetretener Streckung eingeschlossen bleiben. Diese Befunde lehren zugleich, dass bei unserer Brandform die Bildung der Sporen von einer relativen Ueppigkeit der vegetativen Entwicklung der Fäden, die ihr vorausgehen muss, abhängig ist: aus diesem Grunde sind auch an den Hyphenresten in den gestreckten Geweben Sporen niemals anzutreffen, sie können allein in den üppiger entwickelten Mycelien, in den jungen Fruchtknoten, zur Ausbildung kommen.

zerstörende Wirksamkeit als Parasiten besser charakterisiren, als die auch in dem gezeichneten Bilde ausgedrückte Beobachtung, dass die nicht befallenen Blüthen sämmtlich normal aufblühten, ihre Staubfäden und die Narben des Fruchtknotens normal entfalteten und nachträglich sogar zwischen den benachbarten brandigen Blüthen normale und wieder keimfähige Körner reiften. An dem Bilde kann man sich die Vorstellung des Vorganges im Geiste verbildlichen, wie die erhärtenden Gewebe dem Vordringen der Infectionskeime die natürliche Grenze setzen, und wie der Ausbruch des Brandes beschränkt bleibt auf die Blüthen, welche noch früh genug von den Pilzkeimen erreicht sind, um ihre Entwicklung im Innern in den jungen Geweben zu ermöglichen. Von den befallenen Stellen konnten die Keime, erstarrt in den erhärtenden Geweben, nicht weiter dringen, und unmittelbar neben der vom Brande verwüsteten kranken Blüthe steht die gesunde, nachträglich gegen den in der nächsten Nähe eingeschlossenen Feind gesichert.

Im Vergleich zu dem Haferbrande in den Inflorescenzen des Hafers ist der Hirsebrand auf dem Gipfel der mächtigen Hirsepflanzen eine ungleich grossartigere Erscheinung. Wenn man sie im Herbst in den mächtigen Besen (Fig. 12) der Fruchtstände auf den Versuchsbeeten besieht und dann rückwärts erwägt, wie im März die Infectionskeime des Pilzes die kleinen jungen Keimlinge der Hirse befallen haben, wie erst nach Verlauf von fast 6 Monaten, fern von der inficirten Stelle, in den Spitzen der 7—8 Fuss hohen ausgewachsenen Hirsepflanzen, die eingedrungenen Krankheitskeime zur Entwicklung gekommen sind, wie während der langen Dauer der Incubation die Pilzkeime tief verborgen in den Geweben der inficirten Pflanzen fortlebten, wie die befallenen Pflanzen äusserlich völlig gesund, ja kräftiger und üppiger entwickelt erschienen als die übrigen, und wie dann erst in einem ganz bestimmten Alter und an ganz bestimmter Stelle, sozusagen erst mit dem Eintritte der Geschlechtsreife, die lange verborgenen Krankheitskeime mit so tief eingreifender Zerstörung zum Ausbruche kommen konnten, so tritt das hier in allen Einzelheiten abgeschlossene Bild einer infectiösen Krankheit, wie sie schroffer in dem Uebergange von langer Verborgenheit zur plötzlichen Erscheinung und schärfer in den Gegensätzen von dem äusserlich gesundesten und üppigsten Zustande zu totaler Zerstörung nicht wohl gedacht werden kann, in seltsamer Eigenart und doch in überzeugendster Klarheit vor unsere Augen. Aber dies Bild bekommt erst seine volle Beleuchtung neben einem anderen und dritten Krankheitsbilde, welches nicht minder eigenartig, aber noch ungleich grossartiger in der Erscheinung, in dem Beulenbrande des Mais vorliegt, zu dessen Erzeugung im Wege der Infection wir jetzt übergehen.

C. Infectionen mit Maisbrandconidien

auf Zea Mais.

Als drittes Object für die Infectionsversuche habe ich, wie schon früher angedeutet wurde, den Mais ausgewählt, der von der Ustilago Maydis befallen wird, einer Brandform, die wohl überall verbreitet ist, wo der Mais als Culturpflanze angebaut wird. Der Maisbrand ist in seinem Auftreten und in seiner Erscheinung wesentlich verschieden von dem Hafer- und Hirsebrand, denen die ersten Versuchsreihen galten. Bei beiden war die Ausbruchsstelle des Brandes streng lokalisirt und allein auf die Inflorescenzen beschränkt, die zu förmlichen schwarzen Brandlagern verwüstet wurden, während alle übrigen Theile der befallenen Pflanzen unverändert erschienen; beim Maisbrand hingegen finden sich die brandigen Stellen am grossartigsten entwickelt in den Axen der Nährpflanzen, die zu riesenhaften geschwürartigen Beulen anschwellen, und dem Brande auch den Namen Beulenbrand eingetragen haben (die Figuren auf Tafel III, IV und V). Neben diesem Auftreten des Brandes in den Axen sind aber auch Brandbeulen in den Inflorescenzen und zwar sowohl in den männlichen wie in den weiblichen häufig entwickelt anzutreffen. Die weitgehenden Verschiedenheiten in den äusseren Erscheinungen dieser Brandform gegenüber den beiden früheren liessen mit aller Voraussicht schliessen, dass auch bezüglich der Infection und der Erzeugung der Brandkrankheit durch sie unterschiedliche Abweichungen bestehen müssten, welche sich mit den beim Hafer- und Hirsebrande gewonnenen Resultaten ergänzen und über die Aetiologie der Brandkrankheiten im allgemeinen ein breiteres und endgültiges Urtheil ermöglichen. In der Maispflanze schien zugleich ein Object von idealer Art für unsere Infectionsversuche gegeben. Vom Keimlinge an bis zu den Blüthen- und Fruchtständen sind alle Theile der Pflanze geradezu grossartig entwickelt und für jede Variation des Versuches auf das leichteste zugänglich. Und nicht minder geeignet wie die Nährpflanze, musste auch die Brandform das denkbar günstigste Versuchsobject sein, wie die Culturen der Brandsporen in Nährlösungen lehren, die schon im V. Hefte auf Tafel IV durch Abbildungen erläutert sind.

Die ausgereiften Sporen des Maisbrand keimen bekanntlich in Wasser nicht aus, erst nach langem Liegen erfolgt ganz vereinzelt die Keimung einer Spore, die von *Kühn* zuerst gesehen und abgebildet ist (Heft V, Taf. IV, Fig. 1—4). Die Brandsporen sind für normale Auskeimung und Entwicklung, ähnlich wie beim Hirsebrand, auf Nährsubstrate angewiesen. Dies beweist schlagend die zauberhafte Wirkung, welche beliebig hergestellte Nährlösungen auf die Sporen ausüben. Schon nach 12—24 Stunden ist jede Spore, die vorhin in blossem Wasser

regungslos dalag, zu einem schlanken Fruchtträger in Conidienbildung ausgekeimt. Der Fruchtträger ist mit seltenen Abweichungen vierzellig gleich dem des Hirsebrandes und erzeugt wie dieser an dem oberen Ende und an den Scheidewänden spindelförmige Conidien, die nur durch etwas dickere Gestalt von denen des Hirsebrandes abweichen (Fig. 6—13, Heft V). An dem Fruchtträger fällt meist um die unterste Scheidewand des Fadens eine Verjüngung auf, die auch gewöhnlich zu einer Ablösung des oberen Theiles führt und zwar durch Spaltung der Scheidewand in zwei Hälften (Fig. 11 u. 12). Sowohl die an oder in der Spore verbleibende Zelle des Fruchtträgers wie die drei abgetrennten Zellen bilden ununterbrochen in der nicht erschöpften Nährlösung neue Conidien. Die abgetrennten Conidien sind sofort wieder fruchtbar und bilden in directer Sprossung in Hefenform ohne Unterbrechung neue Conidien (Fig. 11—13), die sich in dem Culturtropfen niederschlagartig anhäufen und erst mit der Erschöpfung der Nährstoffe zu sprossen aufhören, um dann sofort zu langen Keimfäden auszutreiben (Fig. 14).

Es wird mit der grössten Leichtigkeit möglich, die Conidien der Fruchtträger durch direkte Sprossung bis ins endlose zu vermehren, und in unbegrenzter Fülle für die Infectionsversuche zu gewinnen, zu jeder Zeit und in beliebiger Form verwendbar. Bei der Massendarstellung für die vorbereiteten Infectionen zeigte es sich, dass sie als Satz einen weissen körnigen Niederschlag bilden, der noch weisser erscheint wie der Satz von den Conidien des Hirsebrandes, und nie glasig aussieht, noch in den Membranen verquillt, wie es den Conidien des Haferbrandes eigenthümlich ist.

Aber noch eine besondere Eigenthümlichkeit der Maisbrandconidien, welche ich früher im V. Hefte d. W. nur nebenher beachtet und angeführt habe (Fig. 15), tritt hier, dank der Massenherstellung der Conidien, in charakteristischer Schärfe hervor. Es ist dies die Bildung von Luftconidien an allen freien Oberflächen.

Untergetaucht in Nährlösungen sprossen die Conidien in diesen gleichsam zu Wasserconidien aus. Mit fortschreitender Erschöpfung der Nährlösungen sind die Sprossconidien durch die ganzen Culturtropfen reich verbreitet (Fig. 11—13). Die einzelnen Conidien beginnen nun zu Fäden auszutreiben, welche am Rande und nach oben über die Flüssigkeit hinaus in die Luft wachsen (Fig. 14). Die Keimfäden, welche die freie Luft erreicht haben, werden in dieser sofort wieder fruchtbar in Conidien und erschöpfen sich in neuer Conidiensprossung in der Art, dass jede an der Spitze ausgesprosste Conidie wiederum an der freien Spitze zu einer, mitunter sogar neben der ersten zur zweiten, dritten oder zur vierten Conidie aussprosst (Taf. II, Fig. 5—8 dieses Heftes). Kaum vollendet sprossen auch schon die neuen Conidien zur weiteren Conidienbildung apical aus, und indem sich dieser Vorgang an den jeweils neugebildeten Conidien wiederholt, kommt in acropetaler Folge eine baumförmig gebildete Sprosscolonie von Conidien zu Stande, wie sie in einem beliebigen Falle in

Taf. II, Fig. 5 gezeichnet ist. Der Bildungsmodus der so in Luft gebildeten Conidien in acropetaler Folge ist höchst charakteristisch in der stetig abnehmenden Grösse der weiter nach den Enden gebildeten Sprossglieder ausgeprägt. Diese abnehmende Grösse der Conidien erklärt sich ganz von selbst aus der allmählichen Erschöpfung der Nährvorräthe in und um die fadig austreibende Keimconidie, die ja nicht eher einen Faden austrieb, als die weitere Sprossung in der Nährlösung mit ihrer Erschöpfung zu Ende ging.

Die in Luft gebildeten Sprossconidien sehen weiss aus, und somit gibt die Masse der zuerst fadig austreibenden und dann oberflächlich Luftconidien treibenden Flüssigkeitsconidien dem Culturtropfen einen weissen zarten Hauch, der mit fortschreitender Luftconidienbildung dichter und dichter wird und endlich das Bild einer Kahmhaut anzunehmen beginnt.

Wenn die Flüssigkeitsconidien ganz nahe der Oberfläche liegen, so ist der zuerst getriebene Keimschlauch, bis er die Luft erreicht und nun wieder Conidien in Luft aussprosst, natürlich möglichst kurz, und es versteht sich gleichsam von selbst, dass dann, wenn die Conidien in der Nährflüssigkeit bis zur Oberfläche sprossen, die Bildung eines Keimschlauches illusorisch wird und die Conidien direct von der Sprossung in der Flüssigkeit die Sprossung in Luft fortsetzen (Fig. 6, 7 und 8). Die so entstandene Colonie von Sprossconidien setzt sich dann aus einer untergetauchten Hälfte von Conidien und einer oberflächlichen so zusammen, dass die Flüssigkeitsconidien a unmittelbar in die Luftconidien b übergehen. Das umgekehrte Verhältniss in der Längenausbildung des Keimschlauches findet nun aber statt, wenn die Schläuche unter erschwerten, also verzögerten Umständen der Luft zuwachsen. Dies geschieht namentlich an den Rändern der Culturtropfen, wo dem austreibenden Keimschlauche, auf den ideal reinen Objectsträgern, die Culturflüssigkeit sogar nachfliesst und eine Flüssigkeitshülle um den Faden fortbildet. Unter diesen Umständen kann der Faden sehr weit austreiben, bis er sich zur Bildung von Luftconidien anschickt. Gewöhnlich treten am Rande der Culturtropfen eine Unzahl von solchen Schläuchen aus, welche eine Art von Hof um den Culturtropfen bilden. Es kann wohl nach der Länge dieser Keimfäden mit Sicherheit angenommen werden, dass sie zunächst noch weiter von dem Culturtropfen ernährt werden, dass also die Nährlösung zu der Zeit, wo die Conidien zu Fäden austreiben, noch nicht völlig erschöpft ist, oder vielmehr die Sprossung der Conidien in Flüssigkeit schon vor der gänzlichen Erschöpfung stille steht, wie ich es auch schon früher bei den Culturen der hefebildenden Brandpilze im V. Hefte nachdrücklich hervorgehoben habe. Die Keimfäden der Conidien selbst sind auch auf ihrem verlängerten Wege zunächst dicht mit Inhalt gefüllt, erst später erfolgt die Anlage von Trennungswänden im Verlaufe der Fäden und an den so begrenzten Fadentheilen beginnt an beliebiger Stelle die Bildung von Luftconidien, bald zunächst mit einem, bald gleich mit

mehreren Sprossconidien neben einander, wie in Fig. 3 u. 4 bei stärkerer Vergrösserung in zwei Theilstückchen eines Fadens gezeichnet ist. Mit weitergehender Sprossung der Conidien werden gewöhnlich die Sprossungen zahlreicher bei abnehmender Grösse der Sprossglieder, und es kommen schliesslich die höchst zierlichen Sprossverbände zu Stande, wie sie in allen Fällen wiederkehren und in den Figuren 1—9 dargestellt sind. Die langen Keimfäden sind nun in ihrem ganzen Verlaufe mit den Luftconidienständen besetzt, die hier einzeln, dort zu mehreren, scheinbar quirlig angelegt sind und wie kleine Bäumchen mit ihren Verzweigungen aussehen (Fig. 9), die aber schon bei der geringsten Erschütterung zerfallen. Die Keimfäden entleeren ihren protoplasmatischen Inhalt in dem Maasse, als die Bildung der Conidienketten fortschreitet, es werden erst entleerte Stellen (Fig. 9a) zwischen den inhalterfüllten b, auf welchen die Conidienbäumchen c stehen, sichtbar, dann werden auch diese entlöscht und damit die Conturen der Fäden undeutlich, bis sie ganz verschwinden und nur die zerfallenen Conidienstöcke als kleine Häufchen aus ungleich grossen Gliedern übrig bleiben. Es lässt sich auch an den kleinsten unter diesen feststellen, dass sie auf Flüssigkeit noch kleine Fäden bilden und in Nährlösungen sogleich zu neuen normalen Sprosscolonien von Flüssigkeitsconidien austreiben. Die Ausdehnung der in Luft gebildeten Conidienverzweigungen ist natürlich keine unbegrenzte, dies deutet ja schon die stetig abnehmende Grösse der Sprossglieder nach oben an, sie erreicht, bei einer gewissen Kleinheit der Conidien angekommen, ihr natürliches Ende. Gleichwohl kann man, wenn die Luftconidiensprossungen in voller Bildung sind, durch geschickte Zufuhr sehr verdünnter Nährlösungen die Sprossungen erheblich weitertreiben, als es in den gewöhnlichen erschöpften Nährlösungen der Fall ist. In den Figuren 6, 7 u. 8 sind Bilder gezeichnet, in welchen die Sprossungen in der eben angedeuteten Weise länger unterhalten wurden. In den Gliedern dieser Sprossungen ist naturgemäss die sonst auffällig abnehmende Grösse der Sprossconidien weniger bemerkbar; sie schreiten nachträglich auch zu weit umfangreicheren Sprossverbänden fort, die aber aus Raumrücksichten nicht mehr dargestellt sind. Zu einer besonders reichen Luftconidienbildung kam es bei der Cultur zur Massengewinnung der Conidien für die Infectionen. Erst an einzelnen Stellen auf der Oberfläche der Nährlösungen in den Culturkölbchen, dann mehr und mehr über die ganze Fläche verbreitet, zeigten sich die Luftconidien in Gestalt weisser Pünktchen, die sich vergrösserten und seitlich ausbreiteten, bis zu einer mehr oder weniger zusammenschliessenden weissen Kahmhaut von Conidien, gleichsam eine Cultur für sich, die an der Oberfläche verblieb und sich weiterentwickelte von der unterstehenden Nährlösung. Von den schwimmenden Theilen der Cultur konnten mit genügender Vorsicht kleine Partien abgetragen und auf neue Nährlösung übertragen werden, wo sie nach unten die Vermehrung in Wasserconidien, nach oben die Bildung von Luftconidien fortsetzten, die sich

schwimmend erhielten, während die Wasserconidien sich senkten, die Nährlösung trübend und endlich als Niederschlag sich anhäufend.

Die Luftconidien des Maisbrandes in so überaus charakteristischer Art bildeten sich in jeder Cultur, die angesetzt wurde, wenn sie nur genügend lange stehen blieb. An jeder Conidie der Cultur konnte die Bildung der Luftconidien unter den zutreffenden äusseren Umständen erreicht werden. Es war aber von Wichtigkeit, um jeden Zweifel der Zugehörigkeit auszuschliessen, die Luftconidien in directem Zusammenhange mit dem Fruchtträger der Brandsporen zu sehen. Die Culturen, welche geeignet sein konnten, Bilder dieser Art zu zeigen, waren leicht herzustellen. Es handelte sich nur um die Anwendung sehr verdünnter Nährlösungen, in welchen die Brandsporen eben noch auskeimen, und um möglichst dünne Ausbreitung dieser Nährlösung mit ganz vereinzelt liegenden Brandsporen auf der reinen Fläche des Objectträgers. Die Sporen keimten zu Fruchtträgern aus wie früher, sie bildeten an den unteren Zellen zuerst Flüssigkeitsconidien und daran nach oben, wenn die Sporen günstig genug lagen und mit der Spitze des Fruchtträgers die Luft erreichten, sogleich unmittelbar neben den Wasserconidien und im directen Zusammenhange mit diesen und zugleich in übersichtlicher Verbindung durch den Fruchtträger mit den keimenden Brandsporen, die bekannten Luftconidien in besonderer Ueppigkeit der Sprossverbände; es sind zwei Bilder dieser Art in den Figuren 1 und 2 gezeichnet, die eine mit einem Köpfchen aus drei, die andere aus fünf Conidienstöcken neben einander, von welchen hier zwei, dort eine untergetaucht blieb und neben den Luftconidienverbänden die Hefeconidien unter der Flüssigkeit aussprossten.

Die Eigenart des Maisbrandes, neben den Wasserconidien in hefeartiger Sprossung auch noch Luftconidien in besonderen Sprossverbänden zu bilden und diese Bildung in Massen bis zu den sogenannten Kahmhäuten zu steigern, hatte ich schon in den Culturen dieser Brandform vor 12 Jahren gesehen, aber damals nur kurz angedeutet und nicht weiter verfolgt, vorbehaltlich einer späteren Ergänzung.[1]) Die Cultur weiterer Brandformen in Nährlösungen hat nun ergeben, dass die Luftconidien ein ziemlich verbreitetes Vorkommniss bei den Brandpilzen sind und dass sie, wie im zweiten Abschnitte des nächsten Heftes dargelegt wird, sowohl den Formen des Typus von Ustilago, wie dem von Tilletia angehören.

Es durfte nicht unterlassen werden, die Bildung und die Eigenart der Luft-

---

[1]) Es mag die kurze Notiz hier noch Platz finden, dass ich ausser dem Maisbrand, der bei uns vorkommt, auch Proben desselben Brandes aus englisch Indien (durch *Barclay* übersandt) und weiter aus Brasilien (von *Möller* aus Blumenau überschickt) zu versuchen Gelegenheit hatte und dass weder in der Form der Sporen, noch auch in deren Keimung der geringste Unterschied festgestellt werden konnte. Der Brand scheint der Cultur der Nährpflanzen gefolgt zu sein, er tritt wohl überall auf, wo nur Mais cultivirt wird.

conidien gleich hier beim Maisbrande, an der ersten Stelle ihres Vorkommens ausführlich zu behandeln, einmal um die Reihe der Formgestaltungen dieser Brandform, wie sie uns aus den Untersuchungen im V. Hefte d. W. bekannt sind, zu ergänzen und zu vervollständigen, dann aber auch namentlich, um gerade hier auf eine Verbreitungsart des Maisbrandes in der Natur hinzuweisen, ohne deren Kenntniss das natürliche Auftreten der Brandkrankheit nicht wohl verständlich sein kann.

Da die Brandsporen, wie wir gesehen haben, in Wasser nicht oder fast nicht auskeimen, so ist es nicht wohl möglich, dass aus diesen Sporen, wenn sie auf die Oberfläche der Nährpflanzen gelangen und hier natürlich auch nicht auskeimen, die weite Verbreitung der Brandkrankheit des Mais direct abgeleitet werden kann. Es kann gar nicht anders sein, als dass die in Wasser zunächst keimungsunfähigen Sporen auf die verschiedenen Nährsubstrate in der Natur gelangen, dass sie auf diesen und unter ihrem Einflusse auskeimen, wie es auch in Nährlösungen geschieht, und dass bei dieser Keimung neben der Bildung von Wasserconidien und vorzugsweise aus diesen später die Erzeugung von Luftconidien begünstigt und gefördert wird und dass erst durch diese, die kleiner und darum leichter durch die Luft verstäubbar sind, die Infection der Nährpflanzen an allen empfänglichen, durch die Luft zugänglichen Stellen stattfindet.

Bei den Formen des Brandes, welche keine Luftconidien bilden, und zu diesen Formen gehören die beiden ersten Versuchsobjecte für unsere Infectionen, der Hafer- und der Hirsebrand, ist eine Vertreibung der hier allein bestehenden Wasserconidien durch die Luft nicht anzunehmen. Diese Keime müssten erst staubig austrocknen, ehe sie durch die Luft verbreitbar würden, und bis dies geschehen ist, sind sie, wie aus ihrer geringen Keimdauer, die ich früher festgestellt habe, erhellt, zumeist schon abgestorben. Im engsten Zusammenhange hiermit fand sich denn auch bei den bewohnten Nährpflanzen die einzige empfängliche Stelle für die Infectionskeime in dem jungen Keimlinge des Saatgutes, der unter oder an der Oberfläche des Bodens keimt, an derselben Stelle, wo auch die Brandsporen in der Natur auskeimen und mit ihren Keimen festgehalten werden.

Die Infectionsversuche mit dem Maisbrande, zu welchen wir jetzt übergehen können, nachdem wir die Luftconidien ihrer Form und Bildung nach kennen gelernt haben, werden uns nun durch die Thatsachen belehren, dass für die Infection des Mais nicht zutrifft, was für den Hafer- und Hirsebrand als gültig festgestellt ist, dass mit dem örtlich verbreiterten Vorkommen der Brandkrankheit an der Maispflanze auch eine andere und viel weiter verbreiterte Infectionsfähigkeit der Nährpflanze zusammenhängt und dass für diese Verschiebung oder vielmehr Verbreiterung der Infection auf andere empfängliche Stellen, als sie in

dem jungen Keimlinge am oder im Boden gegeben sind, das Vorkommen der Luftconidien und ihre Verbreitung durch die Luft in erster Linie in Betracht kommt.

Von den Culturformen des Mais wurden fünf verschiedene Sorten zu den Versuchen ausgewählt, mit kleinen und mit grossen Körnern, unter diesen auch der Pferdezahn, die sich sämmtlich als gleich empfänglich für die Pilzkeime erwiesen, so dass es überflüssig ist, sie einzeln weiter hervorzuheben.

In Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen wurde der Anfang gemacht mit Infectionen von Keimlingen in den verschiedenen Keimstadien.

I. Serie. 1. Erste Versuchsreihe mit jungen Keimlingen. Es wurden im Ganzen vier Entwicklungsstadien, zunächst die jüngsten mit eben austreibenden Keimen, dann die weiteren drei in Abstufungen bis zum Durchbruch des Scheidenblattes ausgewählt und zwar für jeden Versuch in der Zahl von 50 Keimlingen. Die Versuche mit den Keimlingen im ersten Stadium wurden 4mal, die anderen mit weiter entwickelten Keimlingen wurden je 2mal wiederholt. Zum Zwecke der Infection wurden die Maiskörner, an welchen sich eben das Würzelchen zeigte, je 50 in einem Kasten, frei auf Erde ausgelegt. Sobald dann nach einigen Tagen, in welchen die Wurzeln in die Erde gewachsen waren, das Knöspchen sich zeigte, wurde die Besprengung mit dem Pulverisator vorgenommen. Nach der also ausgeführten Infection wurden die Keimlinge 2—3 Tage durch Glasscheiben verdeckt gehalten, dann blieben sie frei stehen, bis sie nach 14 Tagen draussen im Garten einzeln ausgepflanzt werden konnten.

Die verhältnissmässig grossen Keimlinge waren nach dem Bespreuen dicht mit Perltröpfchen bedeckt, in welchen auch bald die zahlreich vorhandenen Infectionskeime zu Fäden ausgetrieben hatten. Vom dritten Tage an wurden auch gleich die Beobachtungen auf das Eindringen der Keime gemacht, von dem Wurzelknoten an bis zur Spitze des Knöspchens. Wider alles Erwarten konnten bei eifrigstem Suchen in den vorsichtigst abgetragenen Oberflächenschnitten nur ganz vereinzelte Eindringstellen gefunden werden und zwar nur in der Umgebung des Wurzelknotens, nicht an dem Scheidenblatt. Die überall an der Oberfläche in Fäden ausgekeimten Sprossconidien waren auf den Epidermiszellen über weite Flächen hingewachsen, ohne einzudringen. Der fast negative Befund änderte sich auch in den weiteren Tagen nicht, er blieb derselbe bei den jüngsten wie bei den älteren Keimlingen, von welchen Stellen auch die Schnittproben entnommen sein mochten.

Nach diesen vorausgegangenen Beobachtungen über das Eindringen oder vielmehr Nichteindringen der Infectionskeime waren die Hoffnungen auf einen weiteren Erfolg der Infection schon sehr herabgestimmt, sie standen durchaus nicht im Einklange mit den günstigen Befunden, welche bei dem Hafer und dem Hirsebrande gewonnen

wurden, wo die Pilzkeime sehr reich an allen Stellen des jungen Keimlinges eingedrungen waren.

Die täglich beobachteten Maispflanzen entwickelten sich im Freien normal weiter. Nach 10—14 Tagen blieben allmählich einzelne wenige Pflanzen zurück. Ich hob sie, als ihre weitere Entwicklung nicht mehr zu erwarten stand, aus der Erde und fand eine mehr oder minder grosse Brandblase unten an der Axe, etwas über dem Wurzelknoten, welche augenfällig die Keimpflanze getödtet hatte. Die also erkrankten und abgestorbenen Pflanzen stimmten in allen Erscheinungen des aufgetretenen Brandes durchaus überein mit den brandig gewordenen Keimlinge, welchen *Kühn*[1]) früher beobachtet und beschrieben hat, auch die Zeitfrist, in welcher die Brandbeulen nach der Infection von Keimlingen aufgetreten waren, passte hier und dort zusammen. Es gingen weiterhin unter dem gleichen Auftreten einer Brandblase unten an der Axe von den 500 inficirten Maispflanzen im Ganzen einige zwanzig ein. Sie vertheilten sich auf die einzelnen Versuche so, dass 16 brandige Pflanzenkeimlinge auf die vier Infectionen an den jüngsten Keimlingen, 5 weitere auf die zwei weiter entwickelten Stadien entfielen, während die letzten, mit schon durchstossenem Scheidenblatt inficirt, ganz gesund blieben. Der Ausfall an brandigen Pflanzen betrug demnach im günstigsten Falle 4 Procent, er schwächte sich bei den grösseren Keimlingen auf 1—2 Procent ab. Bemerkenswerth war hier nur das frühe Auftreten des Brandes, längstens 3 Wochen nach der Infection und zwar genau an der Stelle, an welcher die Infection eingetreten war.

Da diese, wenn auch nur geringzähligen Erkrankungsfälle im Vergleich zu den anderweiten Versuchs- oder vielmehr Controlpflanzen, die ohne Infection ganz gesund blieben, nicht anders als durch die Infection entstanden sein konnten, mithin angenommen werden musste, dass die Infection der Keimlinge von Erfolg begleitet war, so blieb vorerst der weitere Verlauf der Versuche von der fortschreitenden und vollen Entwicklung der inficirten Maispflanzen abzuwarten, namentlich von der Entfaltung der Inflorescenzen. Nach den Erfahrungen beim Hafer- und Hirsebrande lag ja die Annahme nahe, dass auch hier erst in den späteren Stadien der Entfaltung der Nährpflanzen die allbekannten grossartigen Erscheinungen des Beulenbrandes sich zeigen würden.

Es erfolgte dann im Laufe des Sommers die Erstarkung der Pflanzen, zu Anfang August die Anlage der apicalen männlichen Inflorescenzen, und endlich, erst nach meiner Rückkehr aus den Herbstferien, fanden sich auch aus den Achseln der untersten Laubblätter die weiblichen Kolben völlig entwickelt vor mit nahezu reifen Körnern, aber — ohne eine Spur von Brauderscheinungen! Alle Pflanzen waren auch weiterhin gesund geblieben, und das Abwarten ihrer nachträglichen Entwicklung hatte dem-

[1]) *Kühn*, l. c. des Sitzungsberichtes der naturforschenden Gesellschaft in Halle 1874.

nach nur den Zeitverlust der inzwischen abgelaufenen Vegetationsperiode eingetragen, im Uebrigen aber an den ersten, schon nach drei Wochen gewonnenen Resultaten nicht das Mindeste mehr geändert.

2. Die Resultate einer nebenläufigen zweiten Versuchsreihe dieser I. Serie, bei welcher die Maiskörner ungekeimt aber eingeweicht in einen stark mit Hefeconidien inficirten gedüngten Boden eingelassen wurden, waren nach der negativen Seite nicht verschieden von der ersten Reihe. Es fand sich unter 50 Pflanzen nach den ersten 4 Wochen ein Todesfall durch eine Brandblase in der jungen noch in der Erde steckenden Axe vor, alle anderen Pflanzen entwickelten sich ohne Branderscheinungen.

Nach der Lage der Dinge waren neue Versuche zunächst nicht mehr möglich, und ich hatte den Winter hindurch Zeit, über den so wenig erfolgreichen Ausgang der mühevollen Arbeiten nachzudenken, um für das kommende Frühjahr neue Versuche mit hoffentlich besserem Erfolge auszusinnen.

Die zunächst gewonnenen Erfahrungen aus den beiden Versuchsreihen dieser ersten Serie der Infectionsversuche mit Maiskeimlingen waren im Ganzen wenig tröstliche, sie hatten aber, wenn sie kritisch erwogen wurden, doch einen Lichtpunkt für sich. Bei der grossen Vorsicht, mit welcher die Infection der Keimlinge ausgeführt war, bei dem denkbar günstigen Material an Infectionskeimen, die bei den Versuchen in Verwendung kamen, war jede Fehlerquelle, die den vorliegenden Misserfolg nach sich ziehen konnte, von vornherein ausgeschlossen. Die Versuche der Infection der Keimlinge des Mais mit ihrem fast negativen Ausgange mussten demnach als endgültige angesehen werden und bei der grossen Zahl der Versuchspflanzen, die sich alle gleich verhielten, war von einer Erneuerung der Versuche nach dieser Richtung ein weiteres Heil nicht mehr zu erwarten. Die begleitenden Beobachtungen über das Eindringen oder vielmehr Nichteindringen der Infectionskeime in die Maiskeimlinge zeigten zudem auf das überzeugendste, dass hier an den Keimlingen die einzige und empfängliche Stelle wie bei den Hafer- und Hirsekeimlingen für eine wirksame Infection des Maisbrandes schwerlich gegeben sein könnte. Dazu kam nun noch, dass überall, wo an den vereinzelten brandig gewordenen Keimlingen die Infection einen Erfolg gehabt hatte, die Brandblase sehr bald, und zwar schon nach 3 Wochen eingetreten war und ganz genau an der Stelle, an welcher die Infection ausgeführt worden war; eine spätere Erkrankung in den Axen und in den Inflorescenzen, die doch der eigentliche Sitz der Brandlager bei den in der Natur befallenen Maispflanzen sind, war in keinem einzigen Falle erfolgt.

Diese Befunde zusammengenommen schwächten die Wahrscheinlichkeit, dass von den in der Jugend inficirten Keimlingen die weiteren Erscheinungen des Brandes in den entwickelten Pflanzen abgeleitet

werden könnten, dass also die Infectionskeime von den Keimlingen aus, wo sie eingedrungen sind, mit der Entfaltung der Pflanzen in diesen fortwachsen und schliesslich bis zur höchsten Spitze vordringen, wie es beim Hafer- und Hirsebrand zweifellos geschieht, auf ein Minimum ab. Die späteren Erkrankungen an den ausgewachsenen Maispflanzen, wie sie in der Natur in so auffälligen Bildungen an den Axen- und Blüthenständen vornehmlich zur Erscheinung kommen, mussten demnach in der ursächlichen Infection unabhängig von den Keimlingen, also in späteren Stadien für sich erfolgt sein, und wenn die an den Keimlingen gemachte Beobachtung der engsten Localisirung der Brandblase auf die inficirte Stelle nicht trügte, so konnte sie sich nur an eben den Stellen, wo die Brandbeulen sich zeigten, vollzogen haben.

Diese sich allmählich mehr und mehr klärenden kritischen Erwägungen liessen den Ausfall der ersten Versuchsreihen in weniger ungünstigem Lichte erscheinen. Die sämmtlichen Versuche waren, unbefangen beurtheilt, von einer befangenen Fragestellung inspirirt und geleitet worden. Die für den Hafer- und Hirsebrand festgestellten Thatsachen hatten den leitenden Gedanken abgegeben. Es wurde ohne Weiteres vorausgesetzt, dass hier die Infection der jungen Keimlinge des Mais, analog den Erfahrungen beim Hafer- und Hirsebrand, die Brauderscheinungen in den entwickelten Pflanzen verursachen müssten. Diese Voraussetzung war aber nur in so weit berechtigt, als sie den bisherigen Erfahrungen entsprach, welche in dem bislang für die Brandpilze allgemein geltenden Satze ihren präcisen Ausdruck fand, dass die Stelle einer wirksamen Infection bei den Brandpilzen in der Axe der eben austreibenden Nährpflanzen gegeben sei. Verglichen mit dem Hafer- und dem Hirsebrande, welche nur in den Inflorescenzen auftreten und auf diese beschränkt sind, zeigt aber der Maisbrand in seinem Vorkommen in den Nährpflanzen diese Beschränkung nicht. Der Brand in den auffälligen Beulen tritt an beliebigen Stellen, hier in den Axen, dort in den apicalen männlichen Inflorescenzen und weit von diesen entfernt in den weiblichen Blüthenständen auf, die sich später aus den Achseln der untersten Laubblätter entwickeln. Es konnte bei dieser weiten Abweichung in dem Vorkommen und in der Entwicklungsfähigkeit des Brandes in den Nährpflanzen gar nicht anders als natürlich erscheinen, dass hier beim Mais die sonst beschränkten Stätten der Empfänglichkeit für die Infectionskeime keine Gültigkeit mehr haben, dass sie mit Nothwendigkeit, wenn das verbreiterte Auftreten des Brandes in den Nährpflanzen eine Erklärung finden soll, ganz andere und breitere sein müssen, dass also, im Gegensatze zu der bisher als richtig geltenden Auffassung, die Infection und zwar die wirksame Infection nicht bloss am jungen Keimlinge, sondern auch an anderen Stellen der entwickelteren Pflanze einzutreten vermöchte.

Schon lange, bevor die neue Vegetationsperiode begann, waren die neuen Versuche neu geplant und bis in alle Einzelheiten voraus überlegt, die hier Aufschluss geben mussten. Es gab, um sicher zu gehen, nur den einzig möglichen Weg, die Maispflanzen in grosser Zahl als Keimlinge im Freien auszusetzen, und sie in allen weiteren Stadien an allen zugänglichen Stellen mit den Infectionskeimen zu behandeln. In diesem Gange *mussten* sich die weiterhin empfänglichen Stellen für eine wirksame Infection, fortschreitend mit der Entfaltung der Nährpflanzen, mit aller Sicherheit ergeben.

Im April 1886 wurden die Maiskeimlinge vorbereitet und nach Mitte Mai in einzelnen langen Beeten im Freien ausgepflanzt. Zugleich hiermit wurden durch fortlaufende Culturen die Infectionskeime im Grossen vorbereitet, um sie zu jeder Zeit für die Infection zur Verfügung zu haben.

3. Anschliessend an die früheren Versuche mit jungen Maiskeimlingen wurden zunächst noch für eine dritte Versuchsreihe zur Ergänzung der ersten Serie die weiter folgenden Entwicklungsstadien mit Conidienspreu von Aussen inficirt, soweit dies durch Anblasen mit dem Pulverisator geschehen konnte. Diese Versuche wurden mit je 50 Pflanzen dreimal in entsprechenden Grössenabschnitten der Keimlinge wiederholt. Die begleitende Untersuchung auf das Eindringen der angeblasenen Infectionskeime ergab, was vorauszusehen war, dass die Keime nicht eingedrungen waren, es konnte keine einzige Eindringsstelle gefunden werden. Die inficirten Keimlinge waren während 5 Tage durch Bedeckung geschützt worden, als dann ein Eindringen der Pilzkeime nicht beobachtet werden konnte, wurden sie im Freien zur Beobachtung des weiteren Ausganges sich selbst überlassen. — Das nachträgliche Resultat war wiederum ein negatives, die inficirten Maiskeimlinge brachten gesunde Pflanzen hervor.

Es war inzwischen bei verhältnissmässig nicht günstiger Witterung schon Mitte Juni geworden, als die Maispflanzen in fortschreitender Erstarkung nach oben aus den in der natürlichen Knospenlage tütenförmig eingedrehten grösseren Laubblättern eine von Aussen zugängliche offene Röhre zeigten, die in das Innere, in das Herz der jungen Pflanzen weit hinabführte. Bei den grösseren Pflanzen war die tütenförmige Oeffnung in Mitte der dicht ineinander geschachtelten oder vielmehr gedrehten Blätter von so idealer Ausbildung, dass man durch sie tief hinab bis fast auf das Herz der Pflanze sehen konnte, sie zeigte nach Aussen durch die fest zusammenschliessenden Blattränder einen so solide angelegten Verschluss, dass man ihn als wasserdicht annehmen durfte. Mir kam angesichts dieser Bildungen sogleich der Gedanke, dass hier eine empfängliche Stelle für die Infectionskeime aufgegangen sei, und ich konnte der Versuchung nicht widerstehen, sogleich die Infection mit den stets bereiten Infectionskeimen an den weit geöffneten geradezu verlockenden Tüten vorzunehmen. Natürlich hatte

es keinen Zweck, hier die bisher erprobten Leistungen des Pulverisators einzusetzen, mit Spreutröpfchen war dem muthmasslich verwundbaren Herzen der Pflanzen nicht mehr beizukommen, sie hatten ihre Pflicht bei der Infection der Keimlinge erfüllt und mussten nun der leistungsfähigeren Spritzflasche das Feld räumen. Da meinem Gefühle nach alles darauf ankam, die Nährlösung mit den Infectionskeimen möglichst tief in das Herz der Pflanzen einzuführen, so wurden die Spritzflaschen mit neuen langen Spitzen ausgerüstet, die für diesen Zweck am besten geeignet waren.

II. Serie, erste Versuchsreihe mit entwickelten Pflanzen von einem Fuss Grösse.

1. Am 15. Juni wurden die best entwickelten Maispflanzen, die ihre Tüten am weitesten und schönsten gebildet hatten, und die mit der Spitze des grössten Blattes bis zur Erde höchstens einen Fuss Höhe erreicht hatten, in der Zahl von 100 ausgewählt und mit Hülfe der Spritzflasche in das Herz inficirt. Die Infectionsflüssigkeit, nach vorausgegangener Probe in jedem Tröpfchen mit keimkräftigen Conidien reichlich versehen, wurde alsbald in der Tüte nach unten eingesogen, der gleich nach dem Einspritzen sichtbare Spiegel der Flüssigkeit war nach einer Stunde schon verschwunden, und eine versuchsweise längs durchschnittene Pflanze liess erkennen, dass dünne Schichten der Lösung mit ihren Keimen sich bereits in allen Zwischenräumen der in einander geschachtelten Blätter bis hinunter zur Vegetationsspitze vorfanden, wohl wahrscheinlich durch capillare Einsaugung von selbst befördert und in den Zwischenschichten festgehalten. Nur in vereinzelten Fällen, wo die Tüten wohl weniger gut gefalten waren, traten einzelne Tröpfchen der Infectionsflüssigkeit an den Blattwänden nach aussen aus, bei allen übrigen Pflanzen blieb die Flüssigkeit eingeschlossen, als ob sie sich in einem Glasgefässe befände.

Die Pflanzen wurden nach der Infection 5 Tage lang durch Strohmatten von oben verdeckt, um den Regen abzuhalten, dann blieben sie unter täglicher Beobachtung frei und offen stehen. Sie entwickelten sich in den nächsten acht Tagen in ihren älteren Blättern, die schon ungefähr die normale Grösse erreicht hatten, üppig weiter und liessen äusserlich nichts von einem schädlichen Einflusse der Infection erkennen. Erst mit dem 10. Tage, als inzwischen die innersten Theile der inficirten Tüte mit fortschreitendem Wachsthume nach oben geschoben und von aussen sichtbar geworden waren, zeigte sich in dem Herz der Pflanzen, auf der ganzen Innenfläche der inficirten Tüte, ein verändertes Aussehen. Alle Stellen der Blätter, die von der Infectionsflüssigkeit berührt waren, erschienen bleicher als die oberen, nicht inficirten Theile. Die Verfärbung, von oben nach unten bis zur vollen Bleichung zunehmend, konnte den Eindruck erwecken, als ob die Pflanzen chlorotisch geworden seien. Der Vergleich mit den nebenstehenden, nicht inficirten Pflanzen, die alle ganz normal aussahen, liess keinen Zweifel bestehen, dass in diesen Veränderungen schon die ersten Wirkungen

der stattgehabten Infection zur sichtbaren Erscheinung kamen. Und bei allen inficirten Pflanzen war diese Wirkung die gleiche, nur bei der einen mehr wie bei der anderen gesteigert, indem hier auf den verbleichten Blattstellen bereits wellenförmige Unebenheiten buckelartig aufragten, die bei anderen Pflanzen noch erst im Werden begriffen schienen. Sie waren aber schon an den nächsten Tagen überall ausgebildet und steigerten sich schnell zu beulenartigen Anschwellungen, welche dicht nebeneinander alsbald zu kuchenartigen Massen verschmolzen wurden. Innen und aussen waren die eingedrehten Blattflächen bedeckt mit diesen Beulen, die an Umfang zunehmend einen geschwürartigen Charakter annahmen. Geradezu frappant war das Bild der Pflanzen, wenn man von oben hineinsah. Hier war keine Stelle normal, die ganze Fläche war mit den Beulen bedeckt, welche in die Oeffnung der Tüte hineinragten und sie nach unten nahezu verschlossen. Die Anfangs fast weissen Beulen wurden darauf gelblich und nahmen mit weiterer rapider Auftreibung und Erhöhung ein glasiges, undurchsichtiges Ansehen an. In Figur 17 auf Tafel III ist von Dr. *Istvánffi* das Bild einer der stärkst erkrankten Maispflanzen am 13. Tage nach der Infection mit den jungen noch gelben Beulen gezeichnet. Es musste leider aus Raumrücksichten auf mehr als die Hälfte verkleinert werden und bringt in dieser Einschränkung das Krankheitsbild im ersten Stadium leider nicht mehr zum vollsten Ausdruck; auf die Wiedergabe eines von oben gezeichneten Bildes musste ganz verzichtet werden. Mit jedem Tage nahmen nun die Beulen noch an Umfang zu. In den Blättern, welche einer zu starken Wucherung in den schon vorgerückten Entwicklungsstadien nicht mehr zugänglich waren, standen sie zuerst still. Die weisse durchscheinende Haut der Beulen bekam eine gelbröthliche Berandung und in der Mitte eine matte Färbung, dann einen dunklen Untergrund und schliesslich spaltenförmige Risse, aus welchen die schon gereiften Brandsporen in schwarzer Masse, wie sie das Innere der Beulen anfüllten, einer Kohle gleich, hervortraten. In diesen Stadien war auch schon eine Streckung der Axen eingetreten und die nun auseinander geschobenen Blätter trugen gleich einer einheitlichen Kruste mit rother Einfassung die dichtgestellten Brandblasen. Sie sind in Fig. 18 Taf. III vorzugsweise auf die mittleren Theile der Blätter beschränkt, gehen aber bis zur Spitze hin; sie überdecken in Fig. 19 Taf. IV ein ganzes Blatt von oben bis unten. Beide Bilder sind aus einer Anzahl von Zeichnungen ausgewählt, leider wiederum, unter dem Zwange einer möglichen Raumeinschränkung, auf mehr als die Hälfte der natürlichen Grösse verkleinert. Mit der weiteren Entfaltung der Pflanzen und mit ihrer Streckung kamen nun auch die Axen zwischen den Blättern zum Vorschein. Sie waren befallen an allen Stellen, zu welchen die Infectionsflüssigkeit vorgedrungen war. Die grossartigen krebsartigen Beulen an den Axen des Mais, die bis zur Grösse eines Kinderkopfes ansteigen können, sind in ihrem natürlichen Vorkommen allbekannt und oft beschrieben. Ich kann nur aussagen, dass die hier

erzeugten Beulen hinter den grössten Bildungen, die je gesehen sind, gewiss nicht zurückstanden. Die gezeichneten Bilder konnten nicht wiedergegeben werden, nur in Fig. 19 Taf. IV ist eine Axe, kreisförmig eingekrümmt unter dem Einflusse des Brandes, dargestellt, an welcher nur an einer Seite innen ein schmaler grüner Streifen sichtbar ist, alle anderen Stellen zu einer einheitlichen Brandbeulenmasse verschwollen sind. Bilder ähnlicher Art über mehrere Internodien ausgedehnt, finden sich unter den zurückgehaltenen Zeichnungen, wo die Beulen sich, einer hügeligen Landschaft vergleichbar, zu ganz verschiedener Grösse ausgebildet haben, mitunter einseitig in Reihen geordnet das Internodium von oben nach unten durchsetzend, dann wieder auf einen Punkt kreisförmig, gleich einer Rosette von unförmlichen Geschwüren, vereinigt. Als oberste Glieder der Axe wurden nun allmählich die apicalen männlichen Inflorescenzen vorgeschoben. Sie waren bei fast allen inficirten Pflanzen von oben her mit der Einspritzung der Infectionsflüssigkeit erreicht und kaum eine unter ihnen war verschont geblieben. In den Fällen, wo die Infection am frühesten und am stärksten gewirkt hatte, wie in Fig. 19, war die Entfaltung der einzelnen Theile der Inflorescenz gänzlich verhindert. Die noch verkürzte Axe war in toto befallen und setzte sich nach dem ebenfalls gänzlich befallenen Internodium nach unten fast ohne Uebergang fort. Die einzelnen Verzweigungen des Blüthenstandes waren bis auf Andeutungen an den Spitzen unentwickelt geblieben, nach unten eine einheitliche Brandbeule darstellend, sie sahen aus wie ein Haufen von rübenförmigen Zapfen, die in dichtem Gedränge um die angeschwollene Axe gruppirt waren. In dem speciellen Falle ist offenbar die äusserste Spitze des Vegetationspunktes durch eine Blatteinhüllung von den Infectionskeimen verschont geblieben, welche die etwas tieferen Theile dafür um so mehr ergriffen haben, durch ihre übermächtige Anschwellung ist wohl der Spitze die Nahrung entzogen und ihre Verkümmerung herbeigeführt. In Fig. 18 Taf. III ist dagegen die Blüthenstandanlage vorzugsweise von der Spitze an nach unten von den Pilzkeimen befallen, zugleich mit den Stellen der Blätter, welche den Blüthenstand zur Zeit der Infection umschlossen. Man braucht sich die durch die nachträgliche Streckung und Entwicklung getrennten Theile nur eingeschoben und in einander eingeschlossen zu denken, um die Einwirkung der Infection zu verstehen und die jetzt örtlich getrennten Brandbeulen auf die Infectionskeime derselben Infection zurückzuführen. Hier war zur Zeit der Infection und der Invasion der Pilzkeime die Anlage des Blüthenstandes schon weiter entwickelt und zwischen den einzelnen befallenen und beulig angeschwollenen Blüthen und Blüthentheilen, stehen vereinzelt noch gesunde Blüthen, die ihre Staubfäden zu entfalten beginnen, ein untrügliches Zeichen, dass die Wirkung der Infectionskeime, also ihre Entwicklung zu einer Brandbeule, auf die Stelle des Eindringens streng localisirt bleibt. Noch eigenthümlicher tritt dies zu Tage in dem Bilde der Fig. 20 Taf. IV, wo eine obere Partie des Blüthenstandes ganz be-

fallen ist, die unteren Verzweigungen nur an einzelnen Stellen, die wiederum über oder zwischen gesunden Blüthen sich vorfinden. Die Spitze dieses Blüthenstandes ist in natürlicher Grösse gezeichnet, weil sie noch durch den Nebenumstand interessant ist, dass in dem männlichen Blüthenstande an mehreren Stellen weibliche Blüthen vorkommen, deren Fruchtknoten zu grossen Brandbeulen angeschwollen sind und oben noch verfärbte Reste der Narben tragen. Leider fand sich kein Raum mehr für ein wundervolles Bild, in welchem zufällig der Blüthenstand ganz unbefallen geblieben ist, dafür aber die unter der Inflorescenz befindlichen Axentheile in dichten Gruppen mit Brandbeulen von der Grösse einer Erbse bis zur Dicke eines grossen Apfels dicht neben einander besetzt sind und ebenso die oberen Laubblätter, welche unter dem Blüthenstande stehen, von reihenförmig geordneten kleineren Beulen bedeckt sind. In diesem Falle ist die noch unentwickelte Anlage des Blüthenstandes wohl durch die einhüllenden Blätter geschützt geblieben, die dafür um so mehr gelitten haben.

Die hier beschriebenen Einzelfälle sind unter den 100 inficirten Pflanzen der ersten Versuchsserie beliebig ausgewählt, jede von ihnen zeigte interessante Einzelheiten, und vom Brande verschont ist keine geblieben. Der Erfolg der Infection war ein vollständiger, nur die Wirkung im Einzelnen verschieden, hier bis zur Vernichtung der Pflanzen gesteigert, dort sich abstufend und abschwächend bis zur Bildung von einzelnen grossen oder haufen- bis heerdenweise vereinigten kleineren Brandbeulen. Das lange Versuchsbeet, zufällig längs der Stadtpromenade gelegen, bot in seinen schwer erkrankten Insassen ein so auffälliges Gesammtbild dar, dass die Spaziergänger in der Promenade stehen blieben, es sich anzusehen.

Bei einem Vergleiche über die verschiedengradige Einwirkung der Infection bei den vereinzelten Pflanzen musste es alsbald einleuchten, dass die jüngsten Pflanzen welche eben der Infection von oben mit der Spritzflasche zugänglich waren, am meisten gelitten hatten. Sie waren so stark von den Beulen befallen, dass eine gänzliche Verkrümmung der Axen und eine Verkrustung und Verkrüppelung der Blätter die Pflanzen hinfällig machte und schliesslich zu Boden warf, allwo sie, förmlich bedeckt durch die weitere Wucherung der zunehmenden Brandbeulen, in ganz deformirtem Zustande zu Grunde gingen. Das prachtvolle Bild einer also durch den Brand zerstörte Pflanze musste leider von der Abbildung, die zu viel Raum erforderte, zurückgehalten werden. Diesem Höhepunkt des Krankheitsbildes nach der einen Seite, dem sich die vorher beschriebenen Formen als mittlere Abstufungen anschliessen, standen nun die milderen Fälle gegenüber, die an weiter entwickelten Pflanzen bei späterer Infection sich zeigten. Hier blieben die an sich kleineren Beulenbildungen auf die Spitzen der Inflorescenzen oder auf die obersten Axen beschränkt, ohne dass die Blätter befallen waren, die nur mal hier und da auf

den etwas verschrumpelten Flächen kleine Erhöhungen zeigten, mit geringer Menge von Brandsporen oder auch ganz ohne diese.

Wenn wir nun den Versuch machen, die sämmtlichen Resultate, wie sie von den jüngeren Pflanzen nach den grösseren hin in allmählicher Steigerung gewonnen wurden, zu einer Reihe zu ordnen, so ergibt sich, dass die jüngeren Pflanzen durch die Folgen der Infection an der Brandkrankheit starben, dass die etwas grösseren mehr oder minder stark gelitten hatten, dass endlich die noch grösseren die Krankheit nur mehr in beschränktem Grade und beschränktem Umfange zeigten. Nach den Altersstufen oder vielmehr nach der Entwicklung der Pflanzen richtet sich also die Stärke und Verderblichkeit der Einwirkung.

Es waren nun aber, um die Versuche zu abschliessenden zu machen, noch weitere Infectionen nothwendig, um sowohl den Beginn einer wirksamen Infection nach der Grösse der Keimlinge wie die endliche Immunität mit zunehmender Entfaltung der entwickelten Pflanzen schärfer abzugrenzen.

2. Zu diesem Zwecke wurden für eine zweite Versuchs-Reihe dieser Serie zunächst jüngere Pflanzen (als bei der ersten Reihe), die von der Erde bis zum oberen Ende des höchsten Blattes etwa einen halben Fuss oder noch etwas darunter erreicht hatten, von oben inficirt. Hier machten sich nach den einzelnen Keimlingen und nach den verschiedenen Maissorten Verschiedenheiten dahin bemerkbar, dass die Tüten, die zur Aufnahme der Injections- oder der Infectionsflüssigkeit dienen sollten, nicht immer gleich gut gebildet waren. Ehe dies nicht geschehen und in die Tüte die Spitze der Spritzflasche nicht eingeführt werden konnte, war es auch nicht möglich, die Flüssigkeit einzuspritzen, sie floss nach Aussen ab und eine Infection war damit selbstverständlich auch nicht möglich. Die Resultate beginnen also erst bei den jungen Pflanzen, bei welchen die Injectionen gelingen, also die Infectionskeime mit der Flüssigkeit eingesogen werden, und diese schwanken nach Racen und individueller Ausbildung bei derselben Form in der Grösse nicht unerheblich, bald noch etwas unter, bald über einen halben Fuss. Die Versuche ergaben, was zu erwarten stand; die sämmtlichen in dem eben inficirbaren Alter injicirten Pflanzen starben durch die starken Wucherungen der erzeugten Brandbeulen ab, sie verkrümmten sich, bis sie flach zu Boden lagen, und welkten dann, oft noch ehe die Beulen ihre Sporenlager voll ausgebildet hatten, langsam hin.

3. Ergänzend zu dieser zweiten Reihe mit Keimpflanzen von annähernd einem halben Fuss Grösse wurde nun die dritte Versuchsreihe mit Pflanzen angeschlossen, die grösser waren als die der ersten Reihe und zur Zeit der

Infection ungefähr $1^1/_2$ Fuss Höhe erreicht hatten. Hier waren bei allen Versuchspflanzen die Tüten weit geöffnet und sie verschluckten grosse Mengen der Infectionsflüssigkeit, die auch bis tief nach unten eingesogen wurde. Die Pflanzen hatten nach 3 Wochen die Blüthenstände nach aussen gefördert, die nur bei 6 Pflanzen unter 50, vereinzelte kleine Branderscheinungen aufwiesen. An den Blättern waren nur runzliche weisse Stellen zu erkennen, die nachträglich ohne Brandbildung ergrünten und fast wieder normal wurden. Die Axen zeigten in 7 Fällen an der Basis der Internodien vereinzelte Brandbeulen, die nicht über Wallnussgrösse hinausgingen. Die Wirkung der Infectionsflüssigkeit machte sich aber nachträglich an der Spitze der Blüthenstände noch bemerkbar, die zum Theil weiss und unentwickelt blieben und später ohne normale Entfaltung vertrockneten. Abgesehen von diesen unbedeutenden Erkrankungen blieben alle Pflanzen dauernd gesund und ergaben auch späterhin im Herbst normale und reife Kolben; die Infection war also fast wirkungslos geblieben.

4. Diese dritte Versuchsreihe schloss gleichsam schon das äusserste Resultat der nächsten und vierten Reihe mit noch grösseren Pflanzen in sich ein. Bei diesen ging der Einfluss der Infection, für welche ganz beträchtliche Mengen an Infectionsflüssigkeit geopfert werden mussten, spurlos vorüber, die Pflanzen waren in diesem Alter für eine Infection in das Herz immun geworden; auch sie reiften nachträglich normale Kolben aus. — Diese negativen Resultate bei Infectionen zu weit entwickelter Pflanzen schliessen wieder an die ebenso negativ verlaufenen Infectionen von Meiskeimlingen an und geben auch für diese den naheliegenden erklärenden Aufschluss, dass die äusseren Theile, namentlich die Blattumhüllungen der Keimlinge, zu schnell den jugendlichen Zustand verlieren, in welchem sie allein für eine wirksame Infection empfänglich sind. Wir werden nachträglich sehen, dass die Beobachtungen des Eindringens oder vielmehr Nichteindringens der Infectionskeime in die äusseren Gewebe der Keimlinge mit den hier ermittelten Thatsachen in ganz natürlichem Einklange stehen.

Mit dem Ausgange der hier beschriebenen vier Versuchsreihen der II. Serie erreichte das Vegetationsjahr seinen Abschluss. Aber mit diesem Abschlusse war ein abschliessendes Endergebniss der möglichen Infectionsversuche noch nicht gewonnen. Als im Herbst die Pflanzen der ersten Versuchsreihe der Serie, soweit sie nicht der Infection erlegen waren, näher untersucht wurden, fanden sich an mehr als zwanzig von diesen unten an den Axen, die nicht vom Brande gelitten hatten, auch Kolben mit ausgereiften Maiskörnern[1]) vor, die wohl kleiner und körnerärmer waren, als

[1]) Die Bestäubung ist hier von den benachbarten Beeten aus erfolgt, wo Maispflanzen mit stäubenden männlichen Blüthenständen reichlich vorhanden waren.

bei nicht inficirten Pflanzen, die aber sonst keine Spur von Brand erkennen liessen. Schon im Sommer zeigte sich nach der Ausreifung und nach dem Austrocknen und Verschrumpfen der Brandblasen an den höheren Axentheilen, dass die unteren, soweit sie nicht direct befallen waren, normal weiter wuchsen, ohne nachträgliche Beulenbildung, dass also namentlich die Erkrankungen an den oberen Pflanzentheilen ganz lokale geblieben und allein auf die Stellen eingeschränkt waren, an welchen die Infection stattgefunden hatte, dass diese sonach auf die unteren Theile ihre Wirkung nicht mehr zu erstrecken vermochte. Die trocknen Beulen fielen endlich ab, nur die zurückgebliebenen Narben zeigten ihre früheren Stellen an, und auch an einigen stark befallenen Pflanzen waren noch Kolben mit ausgereiften Körnern entwickelt.

Nun ist es aber bekannt, dass gerade die weiblichen Kolben vom Beulenbrande leiden und dass die befallenen Inflorescenzen zu ganz monströsen Bildungen auswuchern. Wie sind nun diese Branderscheinungen ursächlich zu deuten? Von den Infectionen in das Herz können sie nicht herrühren, denn wenn dies möglich wäre, so müsste es bei so vollendet gelungenen Infectionen hier geschehen sein, — es war aber keine einzige Branderscheinung in den Kolben der inficirten und thatsächlich sonst grossartig befallenen Pflanzen zu finden. Sie müssen demnach auf besondere und locale Infection der jungen Fruchtknoten zurückgeführt werden, eine andere Erklärung als diese gibt es für sie nicht. Mit dieser an den Fruchtknoten selbst stattfindenden, also für sich unabhängigen Infection reimen sich alle Beobachtungen an den bisher inficirten Pflanzen vortrefflich. Ueberall ist das Auftreten der Brandblasen unmittelbar an der Stätte der Infection beobachtet worden und allein beschränkt geblieben auf diese Stelle, ohne weitere Fernewirkung.

Um aber die blosse Annahme, welche alle Wahrscheinlichkeit für sich hatte, zur Thatsache zu erheben, waren wiederum neue experimentelle Versuche nothwendig. Sie waren an sich von Interesse, um die Beulenbildung in den Fruchtständen zu erklären, sie waren aber von entscheidender Bedeutung zugleich durch den Hintergrund, dass durch sie die Infection und ihre örtliche Wirkung in der überzeugendsten Weise umgrenzt und der endgültige Beweis geführt werden konnte, dass hier die Nährpflanzen in allen ihren jungen Theilen bis einschliesslich der Fruchtknoten einer wirksamen und directen Infection zugänglich sind.

III. Serie. Infectionen an den weiblichen Blüthenkolben.

1. Für die Ausführung dieser Versuche, die im Sommer 1887 angestellt wurden, waren abermals ganze Quartiere mit Maispflanzen bestellt und zwar von allen Sorten, die nur aufgetrieben werden konnten. Die Körner waren schon Ende März im Hause ausgelegt, um die Anlage der weiblichen Blüthenkolben, die sich aus den Achseln der untersten Blätter der schon ausgewachsenen Maispflanze zeitlich zuletzt entwickeln,

nicht zu weit hinauszuschieben und den vollen Erfolg der Infection an diesen Blüthenständen vor Abschluss der Vegetationsperiode zu erreichen. Es wurde gleichwohl Mitte Juli, bis starke Anschwellungen in den Blattscheiden die Anlage der weiblichen Blüthen ankündigten. Sobald die Anschwellungen den Punkt erreicht hatten, dass durch sie die sonst fest anschliessende Ligula der Blattscheiden von der Axe abgedrängt und hierdurch eine zugängliche Oeffnung für die Infection geschaffen war, wurde für eine erste Versuchsreihe mit der Spritzflasche eine starke Injection gemacht, durch welche die Infectionsflüssigkeit sich über alle Theile des jungen eingeschlossenen Blüthenkolbens verbreiten musste. Es wurde ein ganzes Quartier mit üppigen Maispflanzen, die alle gesund waren und bis zur vollen Entwicklung auch nicht eine Spur von Branderscheinungen gezeigt hatten, diesen Versuchen geopfert mit der kleinen Variation, dass bald die beiden Blüthenkolben, deren sich ja bekanntlich der Regel nach zwei an jeder Axe entwickeln, bald nur der unterste von diesen inficirt wurden. — Die Wirkung der Infection war eine ganz phänomenale. Schon nach 10 Tagen zeigten sich die Auftreibungen, welche die Blattscheiden aufsprengten, und nach weiteren 8 Tagen kamen die mächtigen kuchenförmig aufgetriebenen, zu einer fast homogenen Brandbeule verquollenen Blüthenkolben zum Vorschein. Sie erreichten in den nächsten Tagen schon den Höhepunkt der Anschwellung, verloren dann ihr Anfangs weisses Ansehen durch eine Verfärbung im Innern, welche die Sporenbildung anzeigte. Diese erfasste gleichzeitig die ganze Beulenmasse und verwandelte in kurzer Zeit unter starker Wasserabscheidung und Erweichung der Beulen das Innere in eine schwarze Brandsporenmasse, welche durch die Aussenhaut hindurchschimmerte. Es sind aus dieser Infectionsreihe eine Anzahl Bilder photographirt worden mit bemerkenswerthesten Einzelheiten, es war aber kein Raum sie wiederzugeben und es mag die weitere Angabe genügen, dass jede der einzeln ausgeführten Infectionen den gleichen Erfolg hatte, dass jeder inficirte Kolben und immer nur dieser allein zu einer Riesenbeule verunstaltet wurde. Dort wo nur einer der beiden Kolben einer Pflanze und der Vorsicht halber immer der unterste inficirt war, blieb der oberste gesund und nur der untere erlag der zerstörenden Wirkung der Infectionskeime.

2. Noch ehe der Ausgang der ersten Versuchsreihe eingetreten war, wurde die zweite Reihe von Versuchen eingeleitet. Für sie wurde der Beginn des Blühens abgewartet, also die Zeit, wo die Kolben nach oben mit ihren langen Narben frei nach Aussen kommen. Gewöhnlich breitet sich, wenigstens nach oben, die umschliessende Blattscheide soweit aus, dass man die einzelnen dicht gestellten Fruchtknoten der weiblichen Blüthen durch die Spalte sehen kann. Für eine wirksame Infection reichte allerdings diese natürliche Oeffnung noch nicht genügend aus, es wurde die Blattscheide soweit geöffnet, bis der ganze Blüthenstand der Infection zugänglich

war. Die Spritzflasche wurde hier wieder gegen den Pulverisator umgetauscht, der zur feineren Infection der einzelnen Blüthen besser und sicherer am Platze war. Nach einer einmaligen Bespreuung von oben und von den Seiten wurde die aufgesperrte Blattscheide wieder losgelassen, um in der früheren Umhüllung dem jungen Blüthenstande als natürlicher Schutz auch weiterhin zu dienen. Da auch hier die Infection bald auf beide bald nur auf einen der beiden Blüthenkolben ausgedehnt war, so liess sich das gleiche Resultat wie für die erste Reihe erwarten, wenn anders die Infection erfolgreich stattgefunden hatte. — Ich will nur kurz anführen, dass die Erwartung nicht getäuscht wurde, die sämmtlichen Fruchtknoten wurden brandig, und erreichten einzeln die Dicke von grossen Trauben oder Nüssen, der ganze Blüthenstand, der hier die einzelnen Blüthenanlagen auch nachträglich deutlich unterscheiden liess, sah schliesslich einer grossen Traube ähnlich, aus den dicht vereinigten Brandbeulen phantastisch gebildet. Einzelne Kolben erreichten die Grösse eines starken Kinderkopfes; von diesen ist auf mehr wie $^1/_3$ der natürlichen Grösse verkleinert in Fig. 29 Taf. V ein photographisches Bild wiedergegeben.

3. Aber auch dieser Erfolg war durch eine geringe Variation des Versuches für eine dritte Reihe noch der Steigerung zugänglich. Wenn die Annahme als endgültig zuverlässig gelten sollte, dass hier jeder Fruchtknoten für sich inficirt und der Infection erlegen war, so musste es gelingen, die einzelnen der dicht vereinigten Blüthen zu inficiren und die anderen von der Infection auszuschliessen. Nur durch diese Einschränkung war der Beweis der rein localen Wirkung der Infection auf die Spitze getrieben und ganz unanfechtbar gemacht. Die Versuche waren leicht ausgeführt, und so wurde für die dritte Versuchsreihe eine Freilegung der Blüthenkolben soweit vorgenommen, dass sich, nach unten sicher abschliessend, ein Fliesspapier umbinden liess, welches nur eine Partie der oberen Fruchtknoten für die Infection frei liess. Für jeden einzelnen Blüthenkolben wurde diese Partie verschieden gewählt und schliesslich auf wenige der obersten Fruchtknoten allein eingeschränkt. Durch die Ausführung der Infection mit dem Pulverisator, durch welchen der Infectionsspreu in kleinen Tröpfchen von aussen angeblasen wird, war nicht zu befürchten, dass andere als die frei gelassenen Fruchtknoten inficirt werden konnten, das verdeckende Fliesspapier gab einen sicheren Schutz und saugte alle auffallenden Sprentröpfchen schnell ein.

Ausser den oberen Fruchtknoten waren nun aber hier noch die lang herabhängenden Narben der Infection besonders ausgesetzt. — Die zwei Photographien der Figuren 27 und 28 in der Verkleinerung auf $^1/_3$ der natürlichen Grösse veranschaulichen mehr als Worte den amüsanten Ausgang der Infection. In Fig. 27 Taf. V ist die Grenze der nach unten gegen die Infectionkeime schützenden Papierhülle in prägnanter Schärfe bezeichnet. Jeder der oberen Fruchtknoten, der von den Sprentröpfchen

der Infection getroffen ist, zeigt die Anschwellung zu einer Brandbeule oben bis zur Grösse eines Taubeneies, nach unten etwas an Grösse abnehmend, und unter dem dichten Brandbeulenstande finden sich die Reihen der intact gebliebenen, befruchteten und schon der Reife zuneigenden Maiskörner. Leider konnte das Bild nicht in der Entwicklungshöhe der zu Beulen metamorphosirten oberen Fruchtknoten hergestellt werden, weil die reifenden gesunden Körner erst deutlicher sein mussten, wenn der Gegensatz zwischen beiden prägnant genug hervortreten sollte; so sind die Beulenkörner in dem Bilde schon angewelkt und oben zusammengetrocknet, als es photographisch hergestellt wurde. Etwas früher ist die Fig. 28 Taf. V aufgenommen, hier sind nur sechs Fruchtknoten inficirt und einzeln zu Beulen von der natürlichen Grösse der Fig. 30 Taf. V geworden, alle unteren sind gesund. Leider sind die zwei grössten Fruchtbeulen nach vorn abgefallen, als der Kolben zum Photographiren abgeschnitten und präparirt wurde, einen von diesen zeigt die Fig. 30 in voller Grösse, ausreichend, um sich ein Bild des ungestörten Fruchtstandes von Fig. 28 in unverkürzter Grösse zu machen. — Auch bei dieser Serie von Infectionen liess kein Versuchsobject den Erfolg vermissen, jeder inficirte Fruchtknoten eines Kolbens wurde in eine Brandbeule verwandelt. Dagegen zeigten die mitinficirten Narben nicht die mindeste Krankheitserscheinung, ihren schon entwickelten Geweben hatten die Pilzkeime nichts anhaben können.

4. Es erübrigt nun noch, die Infectionen der weiblichen Blüthenkolben bis zur Grenze ihrer Empfänglichkeit für die Infectionskeime weiter zu führen. Dies geschah für eine vierte Versuchsreihe in der Weise, dass die Fruchtknoten, mehr wie zur halben Grösse entwickelt, zur Infection herangezogen wurden. — Es stellte sich bei diesen Versuchen kurz heraus, dass in diesen geförderten Stadien keine erfolgreiche Infection mehr möglich war, die inficirten Kolben blieben gesund. Die Empfänglichkeit erstreckt sich also auch hier nur auf Zustände in sehr junger Gewebebildung.

Nun gibt es aber an der Maispflanze zur Zeit ihrer vollen Entwicklung ausser der Anlage der weiblichen Inflorescenzen noch gelegentliche Neubildungen an der Basis der Axe. Diese sind die grossen adventiven Wurzeln, welche im Kranz nahe der Infectionsstelle der unteren Blätter angelegt werden. Sie sind nach ihrem Hervortreten an den Spitzen aus jungen Geweben gebildet. Die Infectionsversuche, die auf alle zugänglichen Stellen der Maispflanze ausgedehnt sind, würden unvollständig geblieben sein, wenn sie nicht auch auf diese Wurzeln angewendet wären. Die Wurzeln befinden sich mit ihrer jungen Spitze meist schon in der Erde und sind hier geschützt; es ist daher auch, soviel mir bekannt, eine Brandbildung an den Wurzeln bisher nicht beobachtet worden. Es blieb aber zu versuchen, wie weit hier mit künstlicher Nachhülfe, also mit Freilegung dieser obersten dicken Wurzeln, natürlich in den jüngsten

Anlagen zu kommen sei. Es wurde also eine IV. Serie, abschliessend für die Infectionsversuche mit den Conidien des Maisbrandes, hier noch angeschlossen, welche auf die künstliche Infection der dicksten jungen Adventivwurzeln abzielte.

IV. Serie, Infection von Adventivwurzeln.

Es war nicht leicht, die richtigen oder günstigsten Stadien der Adventivwurzelanlagen bei den schon weit fortgeschrittenen Maispflanzen aufzufinden. Es gibt aber Fälle, wo die Anlagen nahe über der Erde auftreten und hier für eine Infection zugänglich werden, ehe sie erhärten oder die Erde erreicht haben. Gewöhnlich ist es der Kranz der obersten Wurzeln, die sich am spätesten zeigen und auch häufig unentwickelt bleiben, der sich für den Versuch am besten eignet. Die Infection kann natürlich nur mit dem Pulverisator vorgenommen werden, und es ist nöthig, vorher eine eng um die Axe schliessende Hülle von Pergamentpapier über den inficirten Wurzelspitzen so anzubringen, dass die aufgespreuten Infectionskeime nachträglich nicht vom Regen abgewaschen werden können.

Die Zahl der Pflanzen, die sich nach der jeweiligen Lage und Bildung dieser letzten und grössten adventiven Wurzeln für die Infection eignen konnten, war keine grosse, der Erfolg bei den wenigen, die inficirt wurden, war dafür um so schöner und überzeugender. In Fig. 21 Taf. V ist der untere Theil einer Maispflanze in natürlicher Grösse abgebildet, an welcher der ganze Kranz der obersten adventiven Wurzeln der Beulenkrankheit nach vorausgegangener Infection erlegen ist. Das Bild ist drei Wochen nach der Infection von Dr. *Istvánffi* gemalt, es zeigt die beulig angeschwollenen Wurzeln vorn nach oben schon aufgebrochen und durch den Riss die Brandlager im Innern, nach links und rechts in geschwürartiger Anschwellung, aussen noch weissgelb gefärbt. Die erkrankten Wurzeln sitzen dicht über den älteren, die nichts von der Infection verspürt haben und ganz normal geblieben sind. —

In der Summe der vorstehenden Versuchsreihen mit dem Beulenbrand des Mais sind die gewonnenen Resultate im Zusammenhange mit den verschiedenen Formen der Infection in ununterbrochener Folge nach einander mitgetheilt. Es wurde aber bei der Beschreibung der einzelnen Versuche absichtlich auf die nebenläufigen Befunde über das Eindringen der Infectionskeime und ihre Entwicklung in der Nährpflanze bis zur Beulen- und Brandlagerbildung eine Rücksicht nicht genommen, um erst die thatsächlichen Erfolge der Infection in ihrer jeweiligen Verschiedenheit und charakteristischen Abstufung als einheitliches Ganzes übersehen und beurtheilen zu lassen und so über der Aetiologie der Beulenkrankheit in weiteren Umrissen eine klare Vorstellung zu ermöglichen. Es erübrigt jetzt die anatomischen Befunde nachzutragen, den Infectionskeimen, die auf die Nährpflanzen aufgetragen wurden, in ihrer Entwicklung zu folgen und von den eingedrungenen Keimen die Bildung der

Beulen mit den Brandlagern abzuleiten und die Erklärung zu geben, unter welchen Umständen die Infectionskeime zu ihrer grössten Wirksamkeit kommen können und wie ihre Wirkung abgeschwächt und schliesslich ganz unmöglich wird.

Bereits bei der ersten Versuchsreihe mit den Maiskeimlingen habe ich die Beobachtung beigefügt, dass das Eindringen der aufgetragenen Infectionskeime nur ganz vereinzelt in der Umgebung des Wurzelknotens festgestellt werden konnte, dass alle übrigen von Aussen zugänglichen Theile des Keimlinges das Eindringen schon nicht mehr zuliessen. In harmonischem Zusammenhange mit diesen Beobachtungen fanden sich unter den in grosser Zahl inficirten Keimlingen denn auch nur vereinzelte Erkrankungen vor, und die grosse Masse der Pflanzen war bis einschliesslich der Samenreife ganz intact und gesund geblieben.

Bei den Injectionen der Pilzkeime in das Herz der grösseren Pflanzen, die an allen von der Infectionsflüssigkeit berührten Stellen so grausam erkrankten, ergab dagegen die Verfolgung der Infectionskeime auf allen diesen Stellen der im Innern berührten Oberfläche ein völlig anderes Bild. Am dritten Tage nach der Infection fanden sich die zu Fäden ausgekeimten Conidien überall vor. Die feuchte Luft in der tiefen Höhle, welche zu dem Vegetationspunkte führte, hatte die Entwicklung der Pilzkeime offenbar günstig beeinflusst und die Spitzen der aus den Conidien ausgetriebenen Keimschläuche hatten sich schon an vielen Stellen durch die zarte Oberhaut der Nährpflanzen eingebohrt. Am 4. Tage war das Eindringen bereits reicher erfolgt und am 5. Tage ganz allgemein eingetreten. Die üppigen Keimschläuche hatten sich, wie in den früheren Fällen beim Hafer- und Hirsebrand, ein deutliches Loch durch die Oberhaut gebohrt und durch dieses hindurch ihren Weg in die unten liegenden Gewebe genommen (Figur 10 Tafel II). Wenn der eingedrungene Keimschlauch nicht schon zu lang geworden war, liess er sich durch die Eindringstellen der Oberhaut hindurch nach Aussen direct bis zur Keimconidie verfolgen (a, b, c), namentlich dann am deutlichsten, wenn die Conidie a nicht zu weit entfernt lag. Die Beobachtung dieser Eindringstellen hatte hier ein weites Feld. Es war nicht die eng begrenzte Stelle, wie früher bei den jüngsten Keimlingen vom Hafer oder von der Hirse, auf welche das Eindringen der Pilzkeime allein beschränkt war, es lagen hier die weiten Flächen des inficirten Herzens an der ganzen Innenseite und meist auch, durch eine capillare Förderung der Infectionsflüssigkeit zwischen die Blattlage, die Aussen- und Innenseite der jungen Blätter der Beobachtung offen. Sie alle waren mit den höchst charakteristischen Eindringstellen förmlich bedeckt, die oft so dicht zusammenlagen, dass die Oberhaut von den gebildeten Löchern siebförmig durchbrochen erschien und es nicht mehr möglich wurde, in dem Gewirr der aufliegenden und eingedrungenen Keimschläuche den Verlauf jedes einzelnen genau zu verfolgen. Keine Stelle der jungen Blätter und Axen, die nur

mit den Infectionskeimen in Berührung gekommen war, zeigte sich frei von Eindringstellen, sogar in die jungen Haare, die eben aus den Epidermiszellen nach Aussen wuchsen, waren die Keime eingedrungen, wie in den Fig. 11 Taf. II in zwei Bildern gezeichnet ist. Diese Fälle des reichsten Eindringens spotteten einer Wiedergabe durch Zeichnung. Von den zahlreichen Bildern, die damals unter dem Eindrucke der frappanten und grossartigen Erscheinung gezeichnet sind, ist auf der Tafel II in Figur 10 nur ein einziges zur Darstellung gekommen. Es zeigt die einzelnen Eindringstellen übersichtlich für sich, die Löcher b in der Oberhaut, die Pilzfäden c unter diesen, vereinzelt auch noch die Keimsporen a in der Umgebung der Perforation. Das Bild ist von der Oberfläche eines in der Differenzirung schon ziemlich weit fortgeschrittenen Blattes entnommen, weil die Zeichnung von noch jüngeren Theilen durch die Fülle der Einzelheiten weniger anschaulich ausgefallen ist. Die eingedrungenen Fäden des Pilzes in c verlaufen in die abgerissenen Enden d, die beim Abheben des Präparates von der Nährpflanze verzerrt und fadenförmig ausgezogen sind. Verglichen mit den Eindringstellen von Figur 1—5 der Tafel I, die von den Keimlingen des Hafers und der Hirse entnommen sind, macht sich in dem Verhalten der Pilzschläuche der Unterschied auffallend bemerkbar, dass bei diesen die eingedrungenen Schläuche die Gewebe ohne weitere Verbreitung in den Zellen durchqueren, dass aber hier beim Mais die Schläuche sich in allen Zellen ausbreiten und bei der besseren Ernährung in diesen auch gleich an allen Stellen Aussackungen c bilden, die sich wieder zu weiteren Verzweigungen verlängern können. Die Schläuche haben schon in den Zellen, in welche sie eindringen, die Möglichkeit der Ausbreitung, die bei den eingedrungenen Fäden des Hafer- und des Hirsebrandes erst dann sich zeigt, wenn sie, wie es in dem Bilde der Figur 8 auf Tafel I gezeichnet ist, die zarten Gewebe der jungen Inflorescenzen erreichen, in welchen sie, reicher ernährt, erst zu Verzweigungen übergehen, die nachträglich das Fruchtlager aus ihren Fäden auszubilden bestimmt sind. Die eingedrungenen Fäden des Maisbrandes überspringen gleichsam das erste Stadium der queren Durchwachsung der Gewebe, welches die Fäden des Hafer- und Hirsebrandes erst durchlaufen, um auf kurzem Wege die Vegetationsspitze und die Anlagen der Inflorescenzen zu erreichen, in deren zarten jungen Geweben sie die einzige Stelle zur Entwicklung der Brandlager in der Pflanze finden. An den Stellen der genügend jungen Gewebe, wo die Maisbrandkeime eingedrungen sind, ist ihnen auch schon die Möglichkeit der vollen Entwicklung gegeben. Sie beginnen sofort, sich in den jungen Zellen auszubreiten, sie zu durchwachsen und in reichen Verzweigungen dichte Knäuel von Mycelien zu bilden. Diese zeigen in den Anfangsstadien, welche noch einen Einblick in die üppigen vegetativen Bildungen gestatten, eine so völlige Uebereinstimmung mit dem Bilde der Figur 8 Tafel I aus einem befallenen Fruchtknoten der Hirse, dass

eine weitere neue Zeichnung überflüssig wurde. Spätere Zustände lassen schon keinen klaren Einblick mehr zu, die Hyphenknäuel, welche die Zellen ausfüllen und auch quer durch ihre Membrane verlaufen, sind undurchdringlich geworden.

Die Entwicklung der Pilzfäden in den Zellen hat aber hier noch eine weitere hochgradige Rückwirkung auf die jungen Gewebe der Nährpflanzen. Diese werden zu ganz exorbitanter Vermehrung und Vergrösserung angereizt. In sehr bescheidenem Umfange konnte auch eine gleiche Wirkung in den Geweben der Fruchtknoten der befallenen Hirse festgestellt werden. Diese vergrösserten sich nach Figur 12 Tafel I in nicht ganz unbeträchtlichem Umfange und nahmen nachträglich die mehrfache Grösse und eine hornförmige Gestalt an. Aber diese Wirkung ist bei dem bescheidenen Umfange der Fruchtknoten eine verschwindende gegen die tollen Gewebewucherungen, zu welchen die Maispflanze an jeder jugendlichen, befallenen Stelle aufgereizt wird. Bei den Infectionen der Maispflanzen in das Herz zeigt sich diese Wirkung der eingedrungenen Pilzkeime an allen Stellen der jungen Gewebe schon nach 8 Tagen. Die Oberfläche wird uneben und wellig und nach weiteren 3 Tagen, wenn die inneren Theile durch Wachsthum weiter nach oben vorgeschoben sind, treten die jungen Beulen an den Blättern als deutliche Wucherungen auf (Figur 17 Tafel III). In den an sich nicht dicken Geweben der Blätter können diese, wie es die Bilder der Figuren 18 und 19 Tafel III und IV zeigen, auch im besten Falle nur eine geringe Ausdehnung gewinnen. Sie kommen erst zur vollen Entfaltung an den dicken und fleischigeren Theilen der Pflanzen, wo sie, Geschwüren gleich, zu Auswucherungen in den phantastischsten Formen sich steigern, wie sie gleich auffällig kaum im Pflanzenreiche wiederkehren. Die dargestellten Bilder von den befallenen Axen der Figur 19 geben, zumal in der gezwungenen Verkleinerung, nur ein abgeschwächtes Bild von der Wirklichkeit, zu deren richtiger Schätzung die Einzelheiten der männlichen und weiblichen Blüthen in den nicht verkleinerten Figuren 26 bis 30 Tafel V besser dienen können, wenn man sie mit den nebengezeichneten verkleinerten Bildungen vergleicht und nun die natürlichen Grössenverhältnisse auf diese überträgt. Die jungen, befallenen Fruchtknoten (Figur 30) der weiblichen Blüthen erreichen die Grösse eines kleinen Hühnereies und das Filament eines seidendünnen Staubfadens schwillt zu einem monströsen dicken Sacke an (Figur 26). Je jünger die Pflanzentheile sind, die von den Pilzkeimen befallen werden, um so mächtiger werden diese Anschwellungen, welche dem Maisbrand mit Recht den Beinamen „Beulenbrand“ eingetragen haben.

Will man anatomisch die Elemente der Gewebe feststellen, welche vornehmlich an diesen Wucherungen betheiligt sind, so muss man dünne Theile der befallenen Pflanzen auswählen, deren Einzelheiten man im Querschnitt klar

übersehen kann. Es zeigt sich dann, dass vorzugsweise die parenchymatischen Elemente in der Zelle stark vergrössert, aber zugleich auch durch Wucherung und Theilung bedeutend vermehrt sind. Zu stark befallene Objecte sind einer Präparation durch Schnitte schwer zugänglich, sie geben auch kein genügend anschauliches Bild mehr. Darum ist in der Fig. 252 Taf. V ein Staubfaden gezeichnet, der schon Brandsporenlager an mehreren Stellen zeigt, aber dennoch beim Schneiden erhalten blieb. Es genügte die Hälfte des Schnittes abzubilden, da der volle Querschnitt eines fast normalen Filamentes in Fig. 25 zum Vergleiche beigefügt ist und ein Blick ausreicht, die Wirkung des Pilzes in den Geweben zu übersehen. Man hat fast den Eindruck, als ob die Nährpflanze die Wucherungen der Gewebe zu Gunsten der Ernährung des Parasiten bilde, jedenfalls ist es eine Thatsache, dass durch die Gewebewucherungen, durch die Neubildungen an den Stellen, wo sie stattfinden, die Nährstoffe der Nährpflanze gleichsam angesammelt und nachträglich von dem Pilze, der sich in diesen zu den üppigsten Wucherungen ausbreitet, verzehrt werden, und dass nur in dieser Weise die local angehäuften riesigen Brandlager entstehen, welche nach Verzehr der inneren Gewebe die ganze Beule als eine schwarze Masse ausfüllen. Wenn die Brandbeulen ausgereift sind, werden die äusseren Zellschichten rissig und durch die Risse werden die Sporen verweht. So verschwinden die Beulen allmählich wieder mit Zurücklassung starker Narben; alle nicht befallenen Theile der Nährpflanze bleiben am Leben und entwickeln sich weiter zu normaler Reife. In den Blüthenkolben der Figuren 27 und 28 sitzen nachträglich die normalen Maiskörner unmittelbar neben den unförmlichen Bildungen der befallenen, wenn diese vor zu schneller Zerstörung geschützt werden.

Die Wirkung der Infectionskeime ist eine streng locale, die eingedrungenen Fäden breiten sich nicht auf weite Strecken aus, sie brauchen dies auch nicht, da die Nährpflanze ihnen an den Stellen genügend junger Gewebe, die noch auswuchern können, mit ausreichenden Nährstoffen zu Hülfe kommt. Wenn diese verzehrt sind, sind auch schon die weiter liegenden Gewebe soweit erhärtet, dass die Fäden nicht weiter vordringen können.

Um so intensiver ist dann aber das Wachsthum der Fäden in den auswuchernden jungen Geweben, deren Zellen mit Inhalt reich gefüllt sind. Hier verzweigen sich die eingedrungenen Pilzfäden so reich und dicht, dass sie bald zu einem unentwirrbaren Knäuel werden, der die einzelnen Zellen ganz ausfüllen kann. Je nach der Jugend der Gewebszellen werden sogar die Grenzen der einzelnen Zellen verwischt, und das ganze Innere einer auftreibenden Beule gleicht einer continuirlichen Hyphenmasse. In Fig. 24 Taf. V ist der Versuch gemacht, ein einigermassen zugängliches Bild dieses Befundes zu zeichnen, welches wenigstens in a die Anlage der Sporen, in b die freien Hyphenenden, in c aber schon die Auflösung der Fädenreste

mit beginnender Sporenbildung zeigt. Nur an der äusseren Umgebung der Brandblasen finden sich mitunter einzelne Zellen, die noch deutlich umgrenzt erscheinen und nicht ganz mit Hyphengeflecht angefüllt sind. So ist in Fig. 22 in der kleinen Zelle ein central gelegenes kleines Knäuel fast in allen Einzelheiten deutlich sichtbar, in der grösseren Nachbarzelle aber wieder ein dichtes Fadengewirr, an einer Stelle in den Anfängen der Sporenanlagen, die in Fig. 23 schon bis zur Unterscheidung der einzelnen Sporen fortgeschritten ist.

Nimmt man zu diesen Zeichnungen nun noch die mit stärkerer Vergrösserung gezeichneten Bilder der Figuren 13—16 auf Taf. II hinzu, so kann man über den Vorgang der Sporenbildung in den reichst verzweigten Hyphen nicht zweifelhaft sein. Die Sporen werden in den Fäden, die bei ihren stetigen Biegungen in den verschlungenen Verzweigungen auf weite Strecken nicht wohl zu übersehen sind, dicht nebeneinander intercalar gleich anderen Chlamydosporen angelegt. Mit ihrer Anlage verquellen die Membrane der Fäden und die Grenzen werden undeutlich und verschwommen. Je dichter das Knäuel, um so stärker wird die Verquellung, der bald alle Membrane und Hyphentheile anheimfallen, die nicht zu Sporen werden. In Bildern dieser Art sieht man fast nichts, als die Umrisse der Sporen in den verquollenen Hyphen, gleich Fig. 24 a und c auf Taf. V, während in Fig. 23 die Ansicht der Sporenanlagen in den Hyphen schon deutlicher ist, die dann in Fig. 16 1 u. 2 Taf. II an Klarheit nichts zu wünschen lässt.

Die Veränderungen, welche mit den fortschreitenden Vorgängen der Sporenbildung im Innern der Beulen der Maispflanze vor sich gehen, lassen sich auch äusserlich wahrnehmen. Zunächst sind die Beulen prall von den üppig wuchernden Hyphen des Parasiten, und haben ein hyalines, noch schwach grünliches Ansehen, mit der Sporenbildung werden sie weicher und nehmen ein grauweisses undurchsichtiges Ansehen an. Die Sporenbildung vollzieht sich unter starker Abscheidung von Wasser, welches noch durch die zuerst verquellenden und dann vergehenden Hyphen vermehrt wird. Die Beule erscheint nun bei zunehmender Weichheit nasser und feuchter, darauf erfolgt ein Eintrocknen und Schrumpfen, bis schliesslich das Innere eine schwarze pulverige Sporenmasse darstellt, hie und da unterbrochen von unverzehrten Zellmembranen und umhüllt von einer trocknen weissen Haut aus den äusseren Gewebeschichten, durch welche die schwarzen Brandlager hindurchscheinen.

Es ist sicher, dass die eigentlichen Brandlager nicht weiter reichen, als die Wucherungen in den jungen Geweben eingetreten sind, und ebenso sicher ist es, dass diese Wucherungen auch zugleich die Grenzen andeuten, bis zu welchen die eingedrungenen Pilzfäden durch die Gewebe vorzudringen vermochten. Nachträglich stösst die Pflanze die ausgereiften Brandlager ab, und an alten Pflanzen

sieht man im Herbst die Narben noch deutlich, mitunter aber auch die Stellen nicht mehr, an welchen in der Jugend die Brandbeulen ihre Wucherungen getrieben haben.

Die vorstehend ausführlich beschriebenen Befunde über das Eindringen der Infectionskeime und ihre Wirkung auf die Nährpflanzen mit der fortschreitenden Entwicklung im Innern, bis zur Bildung der Brandbeulen mit den Brandlagern, sind vorzugsweise der ersten Versuchsreihe der II. und III. Serie entnommen, also den Fällen, wo die Infection an den möglichst jungen Theilen der Nährpflanzen den grössten Erfolg hatte. Wie uns nun der Ausgang der weiteren Versuchsreihen mit stärker entwickelten Nährpflanzen bereits zeigte, nahm hier der Erfolg der Infection schrittweise ab, bis endlich die gänzliche Wirkungslosigkeit der Infectionskeime eintrat. Die weitere Aufklärung für diese nachträglich so weit abweichenden Erscheinungen gibt uns das Verhalten der Infectionskeime auf und in den inficirten Stellen der Nährpflanzen.

Bei den Versuchspflanzen der dritten Reihe der II. Serie konnte das Eindringen der Pilzkeime noch überall festgestellt werden. Die Fäden durchwuchsen auch die unterliegenden Gewebe, ohne sich aber mit der gleichen Ueppigkeit in den Zellen auszubreiten, wie es bei den jüngeren Gewebselementen möglich war. Ganz ersichtlich hatten die vordringenden Fäden nicht mehr die frühere Reizwirkung auf die Gewebe der Nährpflanzen, ihre Zellen zu vergrössern und zur lebhaften Theilung anzuregen. Wo diese Wirkung noch zu Stande kam, blieben die Gewebewucherungen auf bescheidenen Umfang beschränkt und die Pilzfäden fanden in diesen auch nur eine beschränkte Ausbreitung. Die nachträglichen Brandbeulen waren nur gering und die Brandlager blieben unbedeutend. An manchen Stellen kam es überhaupt nicht mehr zur Beulen- und Brandbildung, trotzdem die Pilzfäden überall in den Gewebezellen zu finden waren und in den kurzen knorrigen Seitenästen ein ebenso charakteristisches wie auffälliges Ansehen hatten (Fig. 12 und 13 auf Taf. II).

Nehmen wir nun hierzu die Beobachtungen, welche bei der vierten Versuchsreihe derselben Serie gemacht wurden, so lässt das Endresultat an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Hier war das Eindringen nur noch an den jüngeren Pflanzentheilen, an den älteren schon nicht mehr zu constatiren und an allen Stellen, wo die Keime eingedrungen waren, erschienen die Fäden in den Zellen wie gelähmt und wirkungslos. Sie konnten sichtbar nicht weiter und beschränkten ihr Wachsthum auf wenige Auszweigungen, die bei der kümmerlichen Ernährung nicht einmal die Anlage von Sporen erkennen liessen. Die Pilzfäden waren hier erstarrt in den erhärtenden Geweben, von einer Beulen- und Brandlagerbildung war keine Spur mehr zu finden. An der

Oberfläche zeigten die so befallenen Theile mitunter weisse Stellen, welche die Anwesenheit der eingedrungenen Keimfäden sicher andeuteten, im höchsten Falle eine leichte Verschrumpfung. Dies war die ganze Wirkung derselben Infectionskeime, welche in jungen Geweben die verheerende und zerstörende Wirkung ausübten.

Die Infectionskeime sind also für ältere Gewebe harmlos geworden, sie dringen entweder noch ein, ähnlich den Figuren 2—4 auf Tafel I, ohne die Krankheit zu erregen, oder sie dringen in noch ältere Gewebe überhaupt nicht mehr ein. Der Zustand vollster Immunität ist mit der Ausbildung der Gewebe erreicht.

Fassen wir nun alle Einzelheiten über die Entwicklungsgeschichte des Maisbrandpilzes und der durch den Pilz hervorgerufenen Beulenkrankheit des Mais zusammen, so ergänzen sie sich zu einem erschöpfenden Bilde von der Aetiologie einer Pilzkrankheit, die in der Auffälligkeit der äusseren Erscheinung und der Verderblichkeit der inneren Wirkung fast einzig dasteht.

Alle jungen Theile der Nährpflanzen, welche diese während der ganzen Dauer ihrer Entfaltung bis zur Anlage der weiblichen Blüthenkolben im fast erwachsenen Zustande anlegen, sind für eine wirksame Infection durch die Krankheitskeime empfänglich. Die Keime dringen an jeder Stelle in die jungen Gewebe ein, welche durch sie zu um so grösseren Wucherungen, namentlich der parenchymatischen Elemente angereizt werden, je jugendlicher sie befallen worden sind. In den also hervorgerufenen beulenartigen Gewebeanschwellungen breiten sich in längstens drei Wochen nach der Infection die Pilzfäden zu riesigen, den Inhalt der Zellen und die ganzen jungen Gewebe verzehrenden Hyphenknäueln aus, welche in toto in die Bildung der Brandsporen übergehen und die mächtigen Anschwellungen in ebenso mächtige Brandsporenlager umwandeln. Die Wirkung der Infectionskeime ist eine streng locale, sie bleibt beschränkt auf die Gewebe um oder unter der Eindringstelle. Jede empfängliche Stelle der Nährpflanze bedarf demnach einer besonderen Infection durch die Infectionskeime in genügend jungem Zustande, wenn sie erkranken soll. Die Krankheit kommt in der Form der Brandbeulen in den Blättern, in den Axen, in den apicalen männlichen Inflorescenzen, in den axillären, unten an den Axen gebildeten weiblichen Blüthenkolben, sogar in den jungen dicken adventiven Wurzeln zu gleich grossartigem Ausdrucke, wenn diese Theile der Nährpflanze nur jung genug von den Infectionskeimen erreicht sind. Die befallenen Pflanzen leiden um so mehr, je jünger sie sind, sie gehen in jugendlichem Alter durch die zu starke Wirkung

der Infection ganz ein. Mit der zunehmenden Ausbildung der jungen Gewebe verliert die Infection für die Nährpflanze mehr und mehr an Wirksamkeit. Auf immer kleinere Stellen bleibt die Wucherung beschränkt, bis endlich die noch eingedrungenen Keime in den ausgebildeten Gewebszellen wirkungslos erstarren und die zwar noch eingetretene Infection ohne allen Erfolg und Schaden verläuft. Alle ausgebildeteren Theile der älteren Pflanzen sind somit immun geworden, sei es, dass die Pilzkeime gar nicht mehr eindringen können, oder dass sie, noch eingedrungen, in ihrer weiteren Entwicklung gehemmt sind. So lange aber die Pflanze noch junge Theile entwickelt, ist in diesen auch jeweils wieder eine neue Stelle der Empfängniss für die Krankheit geschaffen, die erst mit dem zu Früchten reifenden weiblichen Blüthenstande der Nährpflanze die letzte Angriffsstelle verliert.

Wie alle Beobachtungen in der Natur lehren, werden an den Maispflanzen im Freien sowohl die Axen wie auch die männlichen und die weiblichen Inflorescenzen von der Beulenkrankheit befallen. Nun aber diese einzelnen Krankheitsherde nicht mehr, wie die übereinstimmenden Resultate der sämmtlichen Infectionsversuche erweisen, auf eine einzige Infection an den Maiskeimlingen in deren Jugend zurückzuführen sind (die früher nach der Analogie mit dem Hafer- und Hirsebrand wohl angenommen werden konnte), sie vielmehr, ohne jede Beziehung zu dieser, durch locale Infection je für sich an der entwickelten Pflanze und zwar an den jungen noch empfänglichen Theilen derselben entstehen müssen, so fragt es sich, welcher Herkunft dann aber die Infectionskeime des Maisbrandes sein können, die nicht mehr an der Oberfläche des Bodens bei den Keimpflanzen zur Wirkung kommen, die vielmehr durch die Luft vertrieben sein müssen, wenn sie die grossen entfalteten Pflanzen befallen sollen? Können diese Keime etwa die Brandsporen selbst sein? Dies kann kaum angenommen werden, wenn wir erwägen, dass die Brandsporen vom Maisbrand passiv sind, dass sie in Wasser, also auch auf der Oberfläche der Nährpflanze fast nicht auskeimen und ohne Keimung nicht einzudringen vermögen. Die Brandsporen des Mais sind für ihre Keimung auf Nährsubstrate angewiesen und diese finden sie an keiner anderen Stelle als im Boden. Hier keimen sie zweifellos in der uns bekannten Weise zu Fruchtträgern mit den Conidien aus, die sich durch directe Sprossung in Hefenform vermehren. Die Conidien des Maisbrandes haben nun aber weiter die Fähigkeit, in Luftconidien auszusprossen, die überall gebildet werden, wo die Conidien die Luft erreichen, die also hier bei den auf dem Boden auskeimenden Brandsporen ganz besonders zur Ausbildung und zur Geltung kommen. Wir haben gesehen, wie reich diese Sprossungen in Luftconidien sind, wie sie in den Figuren 1—9 auf Tafel II in Form zierlicher Conidienstände hier aus den Hefever-

bänden der Wasserconidien direct austreiben, dort von einzelnen, zunächst fadig auskeimenden Conidien in Scheinköpfchen gebildet werden, und wieder an anderen Stellen im Verlaufe von Fäden in dichten Büscheln auftreten, Bildungen, die sämmtlich in den mit der Sprossung an Grösse abnehmenden Conidien aufs Leichteste verstäubbar und durch die Luft von den Stätten ihrer Bildung am Boden vertreibbar sind. Diese Luftconidien sind für eine Infection in der Luft an der Maispflanze unzweifelhaft die wirksamen Infectionskeime. Und die Stellen, wo sie bei den grossen Maispflanzen in der Luft zur Wirkung ansetzen, müssen mit Nothwendigkeit dieselben sein als die, an welchen die Infectionsversuche so wirksam ausgeführt werden konnten. Um die Axen und die männlichen Blüthenstände an der Spitze der Axen zu inficiren, müssen die durch die Luft vertriebenen Infectionskeime schon früh durch die eigenartig geöffnete Tüte des Sprosses auf den Vegetationspunkt gelangen, sonst ist keine Infection von Aussen möglich. Und ebenso müssen die Pilzkeime aus der Luft auf die weiblichen Blüthenkolben gelangen, wenn diese aus der bis dahin noch geschlossenen Blattscheide ihre Narben herausstrecken und hierbei die Scheide öffnen. Je näher bei den Nährpflanzen die Brandsporen auf dem Boden zur Keimung und zur Bildung von Luftconidien gelangen, um so grösser ist die Gefahr für eine Infection gegeben. Es erhellt aus diesen Thatsachen, in welch unmittelbarem Zusammenhange die Existenz der Luftconidien beim Maisbrande mit der natürlichen Infection der Nährpflanzen steht, wie durch sie alle genug jungen und jugendlichen Stellen in der Luft inficirbar sind.

Wir sind aber auch noch in der Lage, die Wirksamkeit der Luftconidien bei der Infection in der Luft indirect experimentell zu beweisen, indem wir die in Wasser nicht keimenden Brandsporen allein zu den Infectionsversuchen verwenden. — Mit einer ergänzenden Versuchsreihe dieser Art haben dann die möglichen Infectionsversuche bei den Maispflanzen ihren endlichen Abschluss gefunden.

Die Versuche waren leichter als alle vorausgegangenen auszuführen, die vorhandenen Brandsporen in Wasser, wie früher die Conidien, vertheilt, wurden 30 Maispflanzen im empfindlichsten Alter in das Herz eingespritzt. Der Erfolg der Infection war ein gleich negativer, wie der vorausgegangene Keimungsversuch der Sporen in Wasser: die Sporen keimten nicht, sie konnten ohne Keimung nicht eindringen und die Pflanzen blieben gesund.[1]) Nur der

[1]) Ich bemerke ausdrücklich, dass die im speciellen Falle verwendeten frischen Brandsporen in Wasser nicht auskeimten. Bei älterem Sporenmaterial treten auch schon in Wasser ganz spärliche Keimungen ein, wie ich (Heft V, p. 69) früher schon beobachtete; mit diesen älteren Brandsporen, die in Wasser keimen, ist auch eine Infection ohne Nährlösung möglich.

des Vergleiches wegen zugesetzten Nährlösung wohnte die Zauberkraft inne, dieselben Sporen, die vorher ausnahmslos nicht keimen wollten, ohne eine einzige Ausnahme sogleich zum Auskeimen zu bringen, sie hierdurch infectionsfähig zu machen und an weiteren 30 Pflanzen, die nun wiederum inficirt wurden, in der bekannten Zeitfrist die Beulenkrankheit zu erzeugen. Greifen wir an dieser Stelle noch einmal kurz zurück auf den Ausgang der zweiten Versuchsreihe der ersten Serie mit den Maiskeimlingen, so können wir jetzt auch verstehen, warum der gedüngte Boden auf die Erkrankung der Keimlinge hier gar keinen *directen* Einfluss ausübte und auch nicht ausüben konnte. Die Maiskeimlinge sind schon sehr bald in ihren Geweben so weit erhärtet, dass die Keime im Boden auf sie unwirksam sind. Die Infectionen im Boden, als die directe Wirkung des Düngers durch Vermehrung der Infectionskeime im Boden, können also hier gar nicht durch den Dünger gesteigert werden, weil sie beim Mais kaum oder gar nicht im Boden stattfinden können. Es liegen beim Maisbrand die Verhältnisse bezüglich der Infection und ihrer Begünstigung durch den Dünger im Boden ganz anders, wie beim Hafer- und Hirsebrand, wo die Stätte der Infection einzig und allein im Boden gegeben ist. Beim Maisbrand sind diese Infectionsstätten ganz im Gegentheile fast allein oberirdisch, und darum kann eine Wirkung des Düngers nur indirect zur Geltung kommen, nämlich durch reichere Erzeugung von Luftconidien, durch welche die oberirdisch empfänglichen Stellen der Maispflanzen vom Boden aus leichter ergriffen und inficirt werden können.[2])

Die beträchtlichen Abweichungen, welche die Infectionsversuche mit dem Maisbrande in Beziehung auf die Stätte einer wirksamen Infection gegenüber den zuerst mitgetheilten Versuchen mit dem Brande des Hafers und der Hirse ergeben haben, legen nachträglich, nun sie in ihrem ganzen Umfange zu übersehen sind, noch wieder die Frage nahe, ob denn nicht bei den letzt genannten Brandformen auch noch andere Stellen einer wirksamen Infection an den weiter entwickelten Nährpflanzen bestehen möchten, wie sie jetzt bei den Maispflanzen aufgefunden sind. Alle früheren Versuche mit Hafer- und Hirsebrand sind über eine Infection der Keimpflanzen nicht hinausgeführt worden, sie bedürfen darum noch der rückwirkenden Ergänzung, welche die ungleich breiteren Erfolge mit dem Maisbrande so nahe als möglich legen.

[2]) Wie nothwendig es ist zur Verhütung von Brandschäden die Brandsporen vom Boden, wo sie auskeimen und Luftconidien bilden können, fern zu halten, also ihre Verstäubung überhaupt zu verhindern, muss gerade hier am eindringlichsten einleuchten. Die einzige Möglichkeit, dies durchzuführen, ist in der frühzeitigen Zerstörung der Brandlager beim Mais nicht bloss, sondern bei allen Brandformen unserer Culturpflanzen gegeben. Die radicale Zerstörung ist natürlich nur durch Verbrennen leicht und sicher auszuführen, und diese schleunige Verbrennung aller brandigen Pflanzen mit ihren Brandlagern kann als das sicherste Schutzmittel gegen Brandschäden den Landwirthen nicht eindringlich genug empfohlen werden.

Ich begann diese nachträglichen Infectionen an den weiter entwickelten Pflanzen mit der Hirse und dem Hirsebrande. Es wurden wiederum, wie früher beim Mais, Aussaaten von Hirse im Freien gemacht und die möglichen Stadien der Empfänglichkeit an den auftreibenden Pflanzen abgewartet. Die Entwicklung der Hirse ist anfangs eine langsame, die Pflanzen erstarken erst allmählich, und es war schon Mitte Juni geworden, als sich auch hier, ähnlich wie beim Mais, eine geradezu verlockende Tüte aus den jungen Blättern um den tief liegenden Vegetationspunkt auszubilden begann. Die stets bereiten Infectionskeime des Hirsebrandes wurden nun mit der Spritzflasche injicirt, die Pflanzen nach der Injection gegen Regen geschützt und der Erfolg abgewartet. Mit dem 5. Tage wurden einzelne Pflanzen aufgeschnitten und die Beobachtungen auf das Eindringen der Pilzkeime eingeleitet. Es ergab sich, was nach der Analogie mit dem Maisbrande gar nicht anders zu erwarten war, dass die Infectionskeime aller Orten, wo die von ihnen berührten Pflanzentheile nur hinreichend jung und weich genug waren, auch ihren Eingang in die Gewebe genommen hatten. Da die Conidien des Hirsebrandes besonders schnell und leicht mit dem Stillstande der Sprossung zu Fäden austreiben, so war das Bild der eingedrungenen Keime ein noch grossartigeres wie beim Maisbrande. Jede Oberflächenzelle hatte zahlreiche Eindringstellen und die eingedrungenen Fäden breiteten sich in wirrem Durcheinander in den tieferen Gewebszellen aus. In den nächsten Tagen wurden die innen befallenen Stellen weiter vorgeschoben, sie wurden aussen sichtbar und fielen durch hellere weisse Farbe auf in der tief grünen Umgebung. Jeder Schnitt ergab in den gebleichten Geweben die überreiche Anwesenheit der Infectionskeime, die bis in die Mitte der Blätter vorgedrungen waren. Die Figur 6 auf Tafel I gibt in einem Querschnitt am 8. Tage nach der Injection das Bild der eingedrungenen Keime, die in ihrem Verlaufe durch mehrere Zellen einzeln bis zur Oberfläche und hier sogar bis zur deutlich unterscheidbaren Eindringstelle reichen. Mit der weiteren Entfaltung der also inficirten Pflanzen verloren sich allmählich die weissen Stellen, nur einzelne, besonders stark inficirte Blätter verkrüppelten, die übrigen ergrünten wieder, gleich den nicht inficirten, und schon nach 3 Wochen war die äussere Spur der Infection verwischt, die Blätter waren nur etwas verschrumpelt, sonst nicht wesentlich verschieden von den anderen. Die eingedrungenen Pilzkeime blieben in den Geweben eingeschlossen, ohne sich weiter zu entwickeln und auch nur eine Spur von Branderscheinungen zu erzeugen. Es wurde endlich Herbst, bis die Inflorescenzen sich entwickeln konnten, und — auch diese waren ganz normal, ohne die Spur eines Brandes, der sich sonst schon im Knospenzustande hier zeigt. Der Ausfall der Versuche rief, als alle Blätter und Axen gesund geblieben waren, schon keine Enttäuschung mehr hervor, der Blüthenstand war zudem so fest geschützt von dem obersten Laubblatte

und auch nachträglich noch im Knospenzustande so fest von diesem eingeschlossen, dass nicht einzusehen war, wie die eingespritzten Infectionskeime zu dieser ganz sicher geschützten Stelle gelangen sollten.

Keine von 100 inficirten Hirsepflanzen zeigte eine Spur von Brand, wiewohl jede von diesen, schon äusserlich erkennbar an den weiss gewordenen Blättern, erfolgreich inficirt resp. von eingedrungenen Infectionskeimen an allen jungen Stellen so reich als möglich durchwachsen war.

Von der gleichen Versuchsreihe mit dem Haferbrande an Haferpflanzen will ich nur kurz anführen, dass sich der Injection von oben unüberwindbare Schwierigkeiten entgegenstellten, dass die Injectionsflüssigkeit stets abfloss und nicht in die fest geschlossene Knospe der Haferpflanze einzudringen vermochte. Um dies doch zu erreichen, wurden einzelne Pflanzen der Länge nach aufgespalten und die Flüssigkeit so gewaltsam eingeführt. Der Erfolg beschränkte sich allein auf den Nachweis, dass auch hier in die jungen Gewebe die Pilzkeime überall eingedrungen waren, dass sie aber nicht weiter zur Entwicklung kommen konnten, weil die Gewebe zu bald erhärteten.

Die Versuche thuen dar, dass die Eindringstellen für die Infectionskeime in allen genug jungen Geweben der Nährpflanze auch hier wie beim Maisbrande gegeben sind, dass aber beim Hafer- und Hirsebrande die sämmtlichen Infectionen wirkungslos verlaufen, weil die eingedrungenen Pilzkeime eine genugsam ausgiebige Entwicklung in den zu schnell erhärtenden Geweben nicht finden. Die Stelle, in welcher allein diese Entwicklung bis zur Bildung der Brandlager möglich wird, ist hier in den jungen Fruchtknoten der Nährpflanzen gegeben und diese alleinige Stelle der wirksamen Entwicklung kann von oben her durch Injection nicht erreicht werden, sie ist so sicher und fest durch die Umhüllung von den oberen Laubblättern eingeschlossen, dass kein Zugang von Aussen möglich bleibt. Die einzig mögliche wirksame Infection ist also hier auf die jüngsten Stadien der Keimpflanzen beschränkt, in welche die Pilzkeime durch die zarten Gewebe einzudringen vermögen und, den jüngsten Geweben im Innern in ihrem Vordringen folgend, bis zur jungen Vegetationsspitze in querer Richtung fortwachsen, um auch erst hier mit der Anlage der lange zart bleibenden und besonders reich ernährten Gewebe der Fruchtknoten zur Wirkung zu kommen.

Gewiss dringen bei den später erfolgreichen Infectionen der Keimlinge die bis zur Vegetationsspitze gelangten Pilzkeime in alle jungen Anlagen unter dieser vor, sie sind hier, wenn auch nicht in auffälliger Erscheinung, sicher nachweisbar und lassen sich namentlich in den gestreckten Geweben im Knoten reichlich auffinden; aber sie kommen hier nicht zur Wirkung, die Anlage von Brandlagern erfolgt, wohl in Folge

mangelnder Ueppigkeit der jungen Gewebe oder des zu schnellen Ueberganges in den Dauerzustand, an keiner von diesen Stellen. Sie ist allein möglich in den jungen Blüthenanlagen, namentlich in den jungen Fruchtknoten, die hier, ohne vorausgegangene Befruchtung, noch völlig eingeschlossen von den umhüllenden Blättern, durch die Pilzkeime, welche sie erreichen, zu Gewebewucherungen angeregt werden, wie sie sonst erst nach der Befruchtung entstehen, zu eben den Wucherungen, welche beim Maisbrande in allen genug jungen Geweben der Pflanze an jeder Stelle entstehen, und welche hier wie dort von den Pilzkeimen verzehrt und dann in die Stätte des Brandlagers umgewandelt werden. Die befallenen Inflorescenzen kommen hier schon mit vollendeten Brandlagern zur Entfaltung, während die unbefallenen Blüthen sich zu derselben Zeit erst zum Aufblühen anschicken.

Wir dürfen aber an dieser Stelle nicht ausser Acht lassen, dass die ganze Reihe der Beobachtungen bei den sämmtlichen Versuchen nur an einjährigen Pflanzen gemacht sind und auch nur für diese Gültigkeit haben können. Die Brandpilze leben aber nicht bloss in einjährigen, sondern auch in perennirenden Pflanzen, namentlich in solchen, welche in niederliegenden Axen überdauern. Es ist lange bekannt, dass bei diesen Pflanzen, die einmal von den Infectionskeimen befallen sind, alljährlich die neuen Triebe brandig werden können. Es gehören hierher z. B. der Haferbrand auf Arrhenatherum elatius, der kaum verschieden ist von unserer Ustilago Avenae, und viele andere Formen. Zweifellos dringen auch hier die Infectionskeime erfolgreich nur in die jungen Keimpflanzen ein, um nachträglich in den Inflorescenzen die Brandlager zu bilden. Aber die jährlichen befallenen Triebe mit den Brandlagern sterben ab, und ohne eine neue Infection, die ja erfolgreich nur am Keimlinge möglich ist, werden die neuen späteren Triebe wieder brandig. Wie ist nun dies möglich?

Die Erklärung ist so einfach und natürlich wie denkbar. Die jährlichen Triebe werden als axilläre Sprosse unten an den perennirenden Axen angelegt. In diesen Axen finden sich ganz genau so, wie bei den befallenen einjährigen Pflanzen vorzugsweise in den Knoten, die Fäden der Infectionskeime vor, welche, in den erhärteten Geweben eingeschlossen, an dieser Stelle nicht zur weiteren Entwicklung kommen konnten (Taf. I Fig. 7). Diese Fäden enden bei den einjährigen Pflanzen, wie wir wissen, harmlos und steril in ihrer Gefangenschaft mit dem Untergange dieser Pflanzen. Nicht gleich aussichtslos ist aber ihre fernere Entwicklung bei den perennirenden Pflanzen und zwar gerade an den Stellen der Axen, die alljährlich axilläre neue Triebe bilden. Mit der Anlage dieser Sprossen werden neue und junge Gewebe gebildet und zwar unmittelbar an oder in den Stellen, wo die Pilzfäden in den Zellen gefangen gehalten sind. Eben diese Neubildungen mit ihren jungen Geweben, wofern sie in ihren Anlagen die Zellen

mit den Pilzfäden in Mitleidenschaft ziehen, eröffnen diesen Fäden wieder eine neue Zukunft der Entwicklung, freilich nur unter der Voraussetzung, dass sie früh genug in die jüngsten Gewebe der Seitensprossen vordringen und hier die Vegetationsspitze erreichen können. Geschieht dies, so ist der Erfolg gesichert. Die vorgedrungenen Fäden kommen an den betreffenden Stellen ganz so wie in den primären Axen zur Brandlagerbildung. Geschieht es nicht, oder geschieht es zu spät, so bleiben die Triebe brandfrei, auch wenn sie inficirt sein sollten. Aus diesen Einzelheiten, ihrem zufällig begünstigten oder nicht günstigen Zusammentreffen erklärt es sich, dass aus einem perennirenden einmal inficirten Stocke auch weiterhin brandige Triebe auftreten, dass aber zugleich mit diesen auch nicht brandige Triebe auftreten können, ja dass die Triebe in einem Jahre gesund, in dem nächsten Jahre wieder brandkrank sein können.

Es hat sogar die seltsam erscheinende Thatsache nichts Auffälliges mehr, dass die Triebe des ersten Jahres, in welchem die Infectionskeime die Spitzen nicht mehr erreicht haben, ganz gesund geblieben sind, und dass erst in den folgenden Jahren in den axillären Trieben, ohne eine weitere vorausgegangene Infection, die zwei Jahre hindurch oder noch länger latent gebliebenen Krankheitskeime noch zur Entwicklung und zur Erzeugung der Brandkrankheit kommen.

Ich habe für eine ausgiebige Beobachtung eine ganze Anzahl von inficirten Stöcken verschiedenster Nährpflanzen mit ihren eigenartigen Brandpilzen im hiesigen botanischen Garten angepflanzt, die den Wechsel in brandigen und brandfreien Trieben und die variabele Mischung von beiden mit jedem Jahre zeigten. Als Versuchspflanze habe ich z. B. Rumex acetosa mit Ustilago Kühneana, Polygonum Bistorta mit Ustilago marginata (aus Pontresina im Engadin), Phalaris arundinacea mit Ustilago echinata, Juncus filiformis mit Sorisporium Junci, Saponoria officinalis mit Ustilago Antherarum, Arrhenatherum elatius mit Ustilago Avenae etc. ausgewählt. Fast bei allen waren die Triebe im ersten Jahre nach der Verpflanzung oder wenigstens die ersten Triebe des ersten Jahres pilzfrei, so dass man hätte glauben sollen, die Brandpilze seien verschwunden. Die Triebe des zweiten Jahres, speciell bei Polygonum Bistorta, bei Juncus filiformis, bei Phalaris arundinacea und bei Arrhenatherum elatius waren dagegen meist sehr stark bis ausnahmslos befallen; ebenso in den späteren Jahren. Nur in den Fällen, wo die ersten Austriebe im günstigen warmen Frühjahre sehr schnell und üppig wuchsen, erschienen diese wieder ohne Brand, um aber nachträglich wiederum brandigen Trieben Platz zu machen, und dasselbe geschah bei einer abermaligen Umpflanzung der Versuchspflanzen. — ein Wechsel der Erscheinungen, der leicht verständlich wird, wenn wir erwägen, wie leicht die Triebe durch zu sehr geförderte Entwicklung den Pilzkeimen entwachsen und diese dann von den Stellen ihrer alleinigen wirksamen Entwicklung ausschliessen können.

Gehen wir nach diesem kleinen Excurse über das Auftreten des Brandes bei perennirenden Pflanzen zu den Infectionsversuchen beim Hirse- und Haferbrande zurück, so würde mit den Versuchen der Infection in das Herz dieser entwickelten Nährpflanzen, deren Ausgang wir kennen gelernt haben, die Möglichkeit einer Infection der entfalteten Pflanzen nur erst nach einer, aber nicht nach allen Seiten erschöpft sein. Wir haben beim Mais gesehen, dass die Fruchtknoten der weiblichen Blüthen einer directen Infection auf das leichteste zugänglich waren, und hiernach musste es sich noch darum handeln, ob das Gleiche beim Hafer und der Hirse auch der Fall ist. Die Versuche konnten nur in der Blüthezeit bei den Nährpflanzen ausgeführt werden, und zwar an besonders sonnigen Tagen, an welchen die Blüthen zum Zwecke der Bestäubung geöffnet und in diesem Stadium, so weit als es überhaupt möglich ist, einer Infection mit dem Pulverisator zugänglich sind. Leider beschränkte sich diese Zugänglichkeit vorzugsweise auf die federförmigen Narben, die als ausgewachsene Gewebeelemente der Infection nicht mehr unterliegen, während die Fruchtknoten unter den Narben, welche die Sprengtröpfchen auffangen, geschützt bleiben. Diese ungünstigen Umstände, welche eine natürliche Infection der Fruchtknoten jedenfalls sehr erschweren und nicht sehr wahrscheinlich machen, liessen sich durch Abtragung der Narben nicht völlig beseitigen. Es gelang wohl die Infectionskeime auf die Fruchtknoten zu bringen, auch ihr Eindringen zu beobachten, es blieb aber die weitere Wirkung aus, weil die an den einzelnen Stellen eingedrungenen Keime in den verkümmernden Fruchtknoten nicht zur weiteren Entwicklung gelangen konnten. Der Erfolg dieser Versuche war also, abgesehen von der Thatsache des Eindringens der Infectionskeime in die jungen Gewebe der Fruchtknoten, vorläufig kein positiver. Es fragt sich aber gleichwohl, ob neue Versuche nicht zum besseren Ziele führen können und ob nicht auch beim Hafer- und Hirsebrand endlich gelingt, was beim Maisbrand stets gelungen ist: das Brandigwerden der direct inficirten Fruchtknoten. Ein weiteres Oeffnen der Blüthen, durch welches die Fruchtknoten freier gelegt werden, würde die Infection sicher begünstigen, wenn auch noch nicht in der gleichen Art, wie bei den Blüthenkolben des Mais, der für die directe Infection wie geschaffen ist; es ist aber diese Manipulation bei der Kleinheit der einzelnen Blüthen mit unvermeidlichen Störungen verbunden. Während es also beim Mais als sicher erwiesen gilt, dass die weiblichen Blüthen durch directe Infection und nur durch diese brandig werden, müssen wir beim Hafer und der Hirse die Möglichkeit dieser Infection als einer wirksamen jedenfalls sehr einschränken, zumal unter der Erwägung der ebenso sicher erwiesenen Thatsache, dass hier die Fruchtknoten ohne directe Infection brandig werden und zwar durch die an jungen Keimlinge eingedrungenen Keime, was beim Mais nicht zutrifft.

Bei der leichten Ausführbarkeit, mit welcher bei den grossen Mais- und Hirse-

pflanzen die Infection in das Herz der entwickelten Pflanzen möglich wurde, eine Infection, die beim Hirsebrand über das Eindringen der Infectionskeime und ihre beschränkte Entwicklung ohne Brandsporen allerdings nicht hinaus ging, während sie beim Maisbrand an jeder genug jungen Stelle der Maispflanze zur Bildung von Brandbeulen und Brandlagern führte, war noch die weitere Erwägung nahe gelegt, auch mal die Keime von anderen, als den für die einzelnen Pflanzen specifischen Brandpilzen für eine Infection in das so zugängliche Herz der Hirse- und Maispflanze zu verwenden.

Ich inficirte also zunächst den Mais mit Hirsebrandkeimen und umgekehrt die Hirse mit den Keimen des Maisbrandes. Es wurden je 25 Pflanzen im geeignetsten Stadium in das Herz inficirt. Am 5. Tage zeigte sich in beiden Fällen das Eindringen der Infectionskeime an allen jungen Stellen allgemein. Die Bilder waren gar nicht anders, wie die früher beschriebenen. Auch die Wirkung an den eingedrungenen Stellen war zunächst dieselbe, indem die befallenen Stellen bleich erschienen und in der Entfaltung in etwa verzögert wurden. Bei der mit Maisbrandkeimen inficirten Hirse kam es sogar zu Gewebewucherungen von der Grösse einer Linse, ähnlich der Figur 17 auf Tafel III, die aber nachträglich abgestossen wurden, ohne die Bildung von Brandsporen in den reichlich vorhandenen Fäden zu fördern. Es wurden die grössten Wucherungen lange sitzen gelassen und dann untersucht, ob es zur Sporenbildung gekommen war; es war aber nicht die Spur von Sporen zu finden. Bei dem mit Hirsebrandkeimen inficirten Mais war die Wirkung bis zu Ende die gleiche. Die gebleichten, mit den eingedrungenen Keimen reichlich versehenen Theile der Pflanzen waren nach Wochen noch von den übrigen zu unterscheiden. Darüber hinaus ging es nicht. In jedem Falle kamen gesunde Pflanzen zur vollen Entwicklung.

Nun wurden noch die Keime des Haferbrandes auf die Hirse- und Maispflanzen durch Infection in das Herz losgelassen. Auch diese waren nach 5 Tagen in die jungen Gewebe beider Pflanzen eingedrungen, aber schon früh in der weiteren Entwicklung stehen geblieben, wiederum begleitet von einer Vergallertung und gelblichen Färbung der im Wachsthum gelähmten Fäden, wie wir sie aus früheren Versuchen kennen, wie in Figur 2—4 auf Tafel I. Alle inficirten Pflanzen blieben nachträglich gesund und brandfrei.

Der Ausgang dieser letzten Versuchsreihen bestätigt meine schon im V. Hefte d. W. p. 27 und 28 ausgesprochene Vermuthung, dass die verschiedenen Pilzkeime wohl in verschiedene Pflanzen einzudringen vermögen, dass aber das Eindringen an sich für die weitere Entwicklung der Keime, also für den Parasitismus noch nichts beweist, dass hierfür eine Reihe secundärer Umstände allein entscheidend sind, die ein zusammenstimmendes Verhältniss in

den anatomisch-morphologischen und physiologischen Eigenschaften zwischen Parasiten und Nährpflanzen zur Voraussetzung haben dürften, wie es bei den bestimmten Pilzformen für die bestimmten Nährpflanzen zweifellos besteht. — Ich will diese Erfahrungen über das Eindringen der Pilzkeime nicht abschliessen, ohne noch andeutungsweise auf einen weiteren Fall bei den Uredineen hinzuweisen. Auch hier kann man das Eindringen der Basidiensporen (der früheren Sporidien der Promycelien), z. B. bei der Puccinia Graminis in junge Weizenpflanzen sicher beobachten, wenn die Sporen nur auf die genügend jungen Gewebe aufgetragen werden, während sie in schon etwas ältere Theile der jungen Pflanze nicht mehr eindringen können. —

Mit diesen nachträglichen Infectionsversuchen sind die zur Zeit möglichen Fragestellungen erschöpft. Bei einem Rückblicke über die Gesammtheit der gewonnenen Resultate zeigt sich *das Gemeinsame* darin, dass die Infectionskeime nur in die jüngsten Gewebe einzudringen vermögen, dass ältere und erhärtete Gewebszellen für sie unzugänglich geworden sind. *Die unterschiedlichen Verschiedenheiten* treten erst nachträglich *in der weiteren Entwicklung der eingedrungenen Pilzkeime* hervor. Diese Entwicklung bleibt eine unbedeutende und steigert sich nicht bis zu der zerstörenden Wirkung einer Brandlagerbildung, an all den Stellen, wo die von den Keimen erreichten Gewebe zu schnell erhärten und hierdurch eine ausreichende Ernährung nicht mehr ermöglichen. In diesem Zustande hat die Pflanze, trotz des Eindringens der Infectionskeime, die unentwickelt bleiben, das Stadium der Immunität schon erreicht. Die Anlage der Brandlager, also der Ausbruch der eigentlichen Brandkrankheiten ist hiernach abhängig von der zeitlichen und örtlichen Infection, sie unterbleibt, wenn die Keime nicht in der richtigen Zeit, also zu spät eindringen und wenn das Eindringen nicht an der richtigen auch weiterhin zugänglichen Stelle erfolgt. Die richtige Stelle einer wirksamen Infection (und damit zugleich die Zeit der Empfänglichkeit der Nährpflanzen für die Krankheitskeime) ist in *den* Fällen am engsten beschränkt, wo auch die Bildung der Brandlager die gleiche locale Beschränkung an den Nährpflanzen aufweist, und wo diese Stelle der Brandlagerbildung an der sich entwickelnden Pflanze später nicht mehr zugänglich ist. Der äusserste hier mögliche Fall ist z. B. bei dem Hafer- und bei dem Hirsebrande gegeben, wo die allein wirksame Infection nur an dem eben auskeimenden Keimlinge erfolgen kann, die allein mögliche Entwicklung der eingedrungenen Infectionskeime aber erst im höchsten Gipfel der Nährpflanzen in den Inflorescenzen gegeben

ist. Es gibt aber mittlere Fälle, wo die Entwicklung der in den Samenkeimling eingedrungenen Pilzkeime schon in den Axen z. B. bei Urocystis occulta, oder in den Blättern z. B. bei Ustilago longissima eintritt. — All diesen Fällen mit der örtlich auf eine Stelle und zwar auf den eben austreibenden Samenkeimling beschränkten wirksamen Infection steht nun der im Maisbrand ermittelte Thatbestand als das entgegengesetzte Extrem gegenüber. Die Eindringstelle für eine wirksame Infection und die Entwicklungsstelle der eingedrungenen Infectionskeime bis zur Bildung der mächtigen Brandlager fallen örtlich zusammen. Der Brand tritt überall in den jungen Geweben auf, in den Axen, in den Blättern, in den Blüthenständen beiden Geschlechtes und sogar in den adventiven Wurzeln, und an jeder dieser Stellen getrennt für sich und unabhängig von einander erfolgt eine wirksame Infection, wenn die Infectionskeime diese verschiedenen Pflanzentheile nur in genügend jungen Zuständen befallen und in diese eindringen können. — Hier ist die Incubationsdauer auf die kurze Zeit beschränkt, welche die eingedrungenen Pilzkeime zu ihrer weiteren und unverzögerten Entwicklung bis zur Bildung der Brandlager nöthig haben, dort ist die Incubationszeit verlängert in wechselndem Grade bis zur Erreichung der bestimmten, zu der Zeit des Eindringens oft noch nicht einmal der Anlage nach vorhandenen Stelle, an welcher allein die Brandlager entstehen können. Die in den Geweben verborgenen Keime machen bei dem Hirsebrand eine Incubationsdauer von 6 Monaten durch, und diese Zeit verlängert sich bei perennirenden Pilzkeimen auf Jahre hinaus. Ein Reiz auf die Gewebe, der sich in mehr oder minder gesteigerter Entwicklung der vorzugsweise parenchymatischen Elemente ausspricht, wird von den Infectionskeimen an den Stellen, wo sie sich zur reicheren Entwicklung bis zu den Brandlagern anschicken, in den meisten Fällen ausgeübt. Dieser Reiz steigert sich beim Maisbrande zu der seltsamsten Höhe, bis zu krebsartigen Anschwellungen, die in den phantastischesten Formen, Geschwüren gleich, zu mächtigen Brandbeulen sich ausbilden und so ein Krankheitsbild bewältigender Art darstellen.

Ich glaube nicht, dass die bei infectiösen Krankheiten geläufig gewordenen Bezeichnungen von periodischer Empfänglichkeit der Wirthe für die Infectionskeime, von der örtlichen Angriffsfähigkeit dieser Keime, von nachträglicher Immunität der Wirthe, von einer kurzen oder langen Periode der Incubation der Pilzkeime,

von dem örtlichen Ausbruche und von einer bestimmten Periodicität des Ausbruches der Krankheit in bestimmtem Alter resp. in bestimmtem Entwicklungsstadium der Wirthe« und »von ihrer jährlichen Wiederkehr in bestimmter Zeit und an bestimmtem Orte« etc. ihre natürliche Begründung und Aufklärung in allen ursächlich bestimmenden Einzelheiten durch mehr überzeugende Thatsachen gewonnen haben, als es hier bei den Brandpilzen durch die Jahre lang fortgesetzten Infectionsversuche geschehen ist.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1—4 vom Haferbrande, Ustilago Avenae, die übrigen Figuren vom Hirsebrand, Ustilago cruenta.

Fig. 1. $\frac{350}{1}$. Oberflächenschnitt von einem jungen inficirten Keimlinge von Avena sativa, mit zahlreichen Eindringstellen der Conidien von Ustilago Avenae; in b das charakteristische Loch in der Oberhaut, durch welches der Keimschlauch, der meist noch erkennbaren Conidie a eingedrungen ist, in c die in querer Richtung in das Innere vordringenden Schläuche.

Fig. 2. $\frac{350}{1}$. Stückchen eines Oberflächenschnittes von einem inficirten Haferkeimlinge mit zwei Eindringstellen des Brandes, Bezeichnungen wie in 1. Die in weiterem Vordringen durch die schon erhärteten Gewebe gehinderten Pilzschläuche sitzen fest und zeigen in den verquellenden und verfärbten Membranen die beginnenden Zersetzungserscheinungen innerhalb der durchwachsenen Gewebszellen der Nährpflanzen.

Fig. 3. $\frac{350}{1}$. Ein ähnliches Stückchen wie in 2 mit einer älteren Eindringstelle des Brandes; die Membranen der Nährpflanze sind hier mit verquollen durch den absterbenden Infectionsschlauch des Brandes.

Fig. 4. $\frac{350}{1}$. Ein weiteres Stückchen wie in 2 mit einem eben noch eingedrungenen, aber sehr bald im Vordringen gehemmten Infectionskeime des Brandes.

Fig. 5. $\frac{350}{1}$. Stückchen eines Oberflächenschnittes von dem jungen Keimlinge des Sorghum saccharatum (nigrum) mit Eindringstellen der Conidien der Ustilago cruenta: Durch die charakteristischen Löcher b in der Oberhaut der Hirse sind die auskeimenden Conidien in a in den Keimling eingedrungen, der von den Schläuchen c in seinen jungen Gewebsstellen quer durchsetzt wird.

Fig. 6. $\frac{350}{1}$. Querschnitt eines noch jungen Blattes aus der Vegetationsspitze von Sorghum, etwa 10 Tage nach der Infection mit den Conidien von Ustilago cruenta. Die Infection mit den Conidien fand von oben durch Infection in das Herz der Nährpflanzen statt. Das Stückchen des Hirseblattes ist mit den deutlichen Eindringstellen a in der Aussenhaut versehen, durch welche die Pilzschläuche b in das Innere der Gewebe vorgedrungen sind.

Fig. 7. $\frac{350}{1}$. Querschnitt aus dem Knoten einer fast erwachsenen Pflanze der Hirse, die 5 Monate vorher erfolgreich mit Hirsebrand an dem jungen Keimlinge inficirt worden ist. Es sind nur einzelne Zellen des central gelegenen Parenchyms der Nährpflanze gezeichnet, in welchen sich die Pilzfäden der Ustilago cruenta eingeschlossen befinden. Die Pilzfäden sind mit der Streckung der Nährpflanzen isolirt und in den Parenchymzellen eingeschlossen zurückgeblieben, sie enden bei einjährigen Pflanzen ohne weitere Entwicklung, können aber bei perennirenden Pflanzen mit der Anlage von Axillarsprossen zu erneuter Infection dieser Sprossen wiederum zur Geltung kommen.

Fig. 8. $\frac{350}{1}$. Gewebszellen aus den befallenen Fruchtknotenanlagen von Sorghum, von den Pilzschläuchen der Ustilago cruenta reich durchwachsen, noch vor der Anlage der Brandsporen in den Fäden gezeichnet.

Fig. 9. $\frac{300}{1}$. Isolirte Pilzfäden aus dem jungen Gewebe des Fruchtknotens der Hirse in den verschiedenen Stadien der Brandsporenanlagen und Ausbildung. Die Brandsporen werden intercalar durch Gliederung der Fäden angelegt und dann durch starke Anschwellung der Gliederzellen unter Bräunung der Aussenhaut ausgebildet.

Fig. 10. $\frac{350}{1}$. Querschnitt eines noch jungen brandigen Fruchtknotens von der Hirse. Die Anlage der Sporen in den dicht verflochtenen Pilzfäden hat in b begonnen, während in c noch keine Anlagen zu sehen sind. Die peripherischen Fäden des Pilzes a sind zu grossen blasenförmigen Zellen aufgetrieben, gleichsam an dieser Stelle steril gebliebene Sporenanlagen.

Fig. 11. $\frac{650}{1}$. Stückchen eines Querschnittes von einem brandigen Fruchtknoten mit reichen isolirten Brandsporen bei starker Vergrösserung, in a die blasenförmigen sterilen Sporenanlagen im Umfange der fertilen Sporen in b.

Fig. 12, auf die Hälfte der natürlichen Grösse verkleinert. Ein total brandiger Fruchtstand von Sorghum nigrum, nach einer Photographie ausgeführt. Die Pflanze ist aus einem möglichst früh im März mit den Conidien des Hirsebrandes inficirten Keimlinge gezogen, die Spitze der 8 Fuss hohen Pflanze ist Ende August photographirt. Die einzelnen brandgeschwollenen Körner der Hirse sind zu Mutterkorn ähnlichen Hörnern ausgewachsen, die leider bei der aus Raumrücksichten aufgezwungenen Verkleinerung des Bildes nicht zur vollen Geltung kommen. Der brandige Fruchtstand ragte wie ein schwarzer Besen aus der lebhaft grünen normalen Belaubung der Pflanze hervor.

Fig. 13, natürliche Grösse. Ein eben aufbrechender Blüthenstand einer im fortgeschrittenen Keimstadium im März inficirten, klein gebliebenen Hirsepflanze mit nur vereinzelten brandigen Blüthen zwischen den normalen und gesunden, die sich eben entfaltet haben. Die Spitzen der Verzweigungen des Blüthenstandes sind in den Blüthen brandfrei, die tiefer gestellten Blüthen sind vom Brande befallen. Die Brandlager sind an den befallenen Blüthen schon vollständig entwickelt zu der Zeit, wo der Blüthenstand aus den umschliessenden oberen Laubblättern der Axe hervorbricht und die gesund gebliebenen Blüthen sich an der Spitze der Inflorescenz durch Entfaltung der Staubfäden zum Blühen anschicken. Durch die zu späte Infection des schon zu weit entwickelten Keimlinges sind die Infectionsschläuche nicht mehr bis in alle Blüthenanlagen des Blüthenstandes vorgedrungen, die oberen sind nicht von ihnen erreicht, die tiefer stehenden allein befallen worden.

Fig. 14. $\frac{500}{1}$. Die Eindringstelle einer Basidienspore von Puccinia Graminis in die Oberflächenzellen eines sehr jung inficirten Weizenkeimlinges. Das Bild ist zur Ergänzung der Tafel hier angeführt worden, um zu zeigen, dass die Basidiensporen von heteroecischen Uredineen auch in die Grasptlanze einzudringen vermögen, wenn die Infection nur an genügend jungen Keimlingen mit noch nicht erhärteten Gewebszellen ausgeführt wird.

Tafel II.

Sämmtliche Figuren vom Maisbrand.

Fig. 1. $\frac{450}{1}$. Auskeimende Maisbrandsporen in sehr dünner Schicht von Nährlösung cultivirt, a Brandsporen, b der vierzellige Fruchtträger — Hemibasidie — aus allen Zellen in c Flüssigkeitsconidien sprossend, welche in directer Sprossung neue Conidien austreiben, in c die in Luft austreibenden Conidien Lufteonidien« in weiterer Sprossung zu zierlichen Sprosscolonien in nach oben abnehmender Grösse der Conidien ausgewachsen.

Fig. 2. $\frac{450}{1}$. Eine andere Maisbrandspore a in Nährlösungen ausgekeimt, in den unteren untergetauchten Zellen des vierzelligen Fruchtträgers b Flüssigkeitsconidien oder Wasserconidien c, oben in Luft zu den reichsten Lufteonidiensprossungen d austreibend.

Fig. 3. $\frac{450}{1}$. Stück eines langen Mycelschlauches, wie in Fig. 9, der von einer Conidie aus dem Rande des Culturtropfens in die Luft austreibt, mit einer Lufteonidienaussprossung in bäumchenartiger Gliederung der Conidienketten; a der inhalterfüllte durch Wände abgekammerte Theil des Mycelschlauches, b die Lufteonidienketten mit nach oben abnehmender Grösse der Conidien.

Fig. 4. $\frac{450}{1}$. Ein ähnliches in Lufteonidien fruchtbares Mycelstück a wie in Fig. 3 mit drei getrennten Sprossungen in Lufteonidien in b.

Fig. 5. $\frac{450}{1}$. Eine Conidie a in sehr dünner Nährlösung fadig auskeimend, beim Eintritt des Fadens b in die Luft zur Bildung von Lufteonidienketten c übergehend.

Fig. 6 u. 7. $\frac{450}{1}$. Wasserconidien a in dünner Schicht von Nährlösung sprossend, nach oben in Luft in die Lufteonidienketten in b direct übergehend.

Fig. 8. $\frac{450}{1}$. Eine ähnliche Sprosscolonie von Conidien in dünner Schicht von Nährlösung, in a die matter gehaltenen Wasserconidien, in b die stärker schattirten Lufteonidien.

Fig. 9. $\frac{120}{1}$. Ein langer Mycelfaden aus dem Rande eines Culturtropfens austreibend; a entleerte Stellen des Fadens, b inhalterfüllte Zellen, von welchen einzeln oder in der Mehrzahl die baumartig verzweigten Lufteonidiensprossungen c entspringen; etwas schematisirt.

Fig. 10. $\frac{450}{1}$. Eindringstellen der Maisbrandconidien auf der Oberfläche eines inficirten jungen Blattes von Zea Mais. Die Infection mit den Conidien ist von oben in das Herz der Nährpflanze ausgeführt. In a die einzeln noch erkennbaren, zu Fäden ausgewachsenen Conidien, die in b durch die Oberhaut mit einem deutlichen Loche eingedrungen sind, in c die in den Zellen der Nährptlanzen ausgebreiteten Mycelschläuche, welche in d durch die Präparation zerrissen und ausgezogen sind. Im Vergleich zu den Eindringstellen von Ustilago

Avenae und Ustilago cruenta auf Taf. I Fig. 1—5 macht sich hier der Unterschied bemerkbar, dass die Mycelfäden sich mehr horizontal ausbreiten, während dort die eingedrungenen Fäden die jungen Gewebe quer durchwuchsen.

Fig. 11 1 u. 2. $\frac{450}{1}$. Zwei Haare eines jungen inficirten Blattes von Zea Mais mit deutlichen Eindringstellen der Conidien des Brandpilzes, a die Eindringstellen in Form eines Loches, b die in das Haar hineingewachsenen Mycelfäden.

Fig. 12. $\frac{450}{1}$. Querschnitt von einem Blatte mit Mycelfäden, die in das tiefere Gewebe vordringen.

Fig. 13. $\frac{450}{1}$. Gewebszellen von einem Blatte mit Mycelstücken.

Fig. 14. $\frac{450}{1}$. Ein ähnlicher Zustand wie in Fig. 13.

Fig. 15. $\frac{450}{1}$. Mycelstücke innerhalb der Gewebszellen, die Fäden schon zur Sporenanlage mit Scheidewänden versehen.

Fig. 16 1—3. $\frac{450}{1}$. Mycelfäden aus den Gewebszellen der Nährpflanzen in verschiedenen Stadien der Sporenbildung. In 1 die Sporen intercalar in den Fäden angelegt, in 2 die Sporen schon individualisirt in verschiedenen Reifestadien, in 3 verquollene, dicht verflochtene Fäden, deren Sporenanlagen wahrscheinlich nicht zur Entwicklung kommen.

Tafel III.

Beide Figuren der Tafel vom Maisbrand.

Fig. 17, auf mehr als die Hälfte der natürlichen Grösse verkleinert. Eine in das Herz mit Maisbrandconidien inficirte Maispflanze elf Tage nach stattgehabter Infection gemalt. Alle von der Infectionsflüssigkeit in dem Herz der Nährpflanzen berührten Stellen sind mit jungen Brandbeulenanlagen in noch gelber Farbe bedeckt, die gelben Stellen erweisen sich förmlich durchwuchert von den Mycelien der auf der ganzen Fläche eingedrungenen Infectionskeime des Brandes. Rechts in dem Bilde sind die Blätter auf die Hälfte ihrer Länge abgeschnitten; die inficirten Stellen treten leider bei der gezwungenen Verkleinerung des Bildes nicht mehr mit der ganzen natürlichen Auffälligkeit hervor.

Fig. 18, auf mehr als die Hälfte der natürlichen Grösse verkleinert. Eine in das Herz inficirte Maispflanze, nach der Entwicklung der Spitze mit der männlichen Inflorescenz gezeichnet. Der ganze Blüthenstand ist brandig geworden; ebenso tragen Blätter an allen Stellen, wo sie mit der Infectionsflüssigkeit in Berührung gekommen sind, förmliche Krusten von Brandblasen: an der Axe findet sich eine grosse Brandbeule und vereinzelte kleinere, hier haben die dicht in einander geschachtelten Blätter der Vegetationsspitze die junge Axe verdeckt und gegen die Infectionskeime geschützt. Die Verkleinerung in der Wiedergabe dieses Bildes musste sich nach der Fig. 17 richten, um die Tafel symmetrisch erscheinen zu lassen, sie ist leider soweit eingeschränkt, dass die Brandbildungen in ihrer natürlichen Grossartigkeit, namentlich auf den Blättern, nicht mehr zur vollen Wirkung kommen.

Tafel IV.

Alle drei Figuren vom Maisbrande.

Fig. 19, auf $\frac{2}{3}$ der natürlichen Grösse verkleinert. Eine (gleich Fig. 18 auf Taf. III) in das Herz inficirte Maispflanze, an welcher der ganze Blüthenstand, die Axe unter diesem und ein Laubblatt in eine grossartige, fast einheitliche Brandmasse umgewandelt ist. Die Axe ist mit der Streckung in spiralförmiger Drehung ein- und umgekrümmt, so dass die natürliche Lage und Form der durch den Brand verunstalteten Theile kaum noch zu unterscheiden ist.

Fig. 20, nur wenig unter die natürliche Grösse verkleinert. Die Spitze einer brandigen männlichen Inflorescenz von einer in das Herz inficirten Maispflanze. Alle von der Infectionsflüssigkeit berührten Theile der Inflorescenz sind brandig geworden, aber auch nur diese; zwischen den brandigen Blüthen finden sich gesund gebliebene mit schon entwickelten Staubfäden untermischt, welche von der Berührung mit den Infectionskeimen verschont geblieben sind. Das Bild ist namentlich interessant durch den gemischten Blüthenstand, der oben eine Anzahl von weiblichen Blüthen mit langen Narben trägt, deren Fruchtknoten zu mächtigen Brandblasen angeschwollen sind. Die noch anhängenden Narbenreste sind in der Farbe etwas auffälliger gemacht, um die weiblichen Blüthen in ihrem brandigen Zustande schärfer hervortreten zu lassen.

Fig. 21, natürliche Grösse. Der untere Theil einer Maispflanze, an welcher der oberste Kranz von adventiven Wurzeln nach vorausgegangener Infection mit Maisbrandconidien in unförmliche Brandbeulen umgewandelt ist. Die Infection fand mit der ersten Anlage der Wurzeln statt, sie hat die älteren Wurzeln nicht weiter berührt und zeigt ihre enge Beschränkung auf die genügend jungen Wurzelbildungen.

Tafel V.

Sämmtliche Figuren vom Maisbrand.

Fig. 22. $\frac{450}{1}$. Sporen bildende Mycelien in den Gewebszellen der Nährpflanze.

Fig. 23. $\frac{450}{1}$. Etwas weiter fortgeschrittene Zustände von Sporen bildenden Mycelien in einer Zelle der Nährpflanze.

Fig. 24. $\frac{450}{1}$. Dicht verflochtene Mycelien in Sporenbildung: in a die Anlage der Sporen in verschiedenen Stadien der Ausbildung, in b die Mycelenden, in c verquollene Myceltheile mit verkümmerten Sporenanlagen.

Fig. 25 1. $\frac{100}{1}$. Querschnitt eines Staubfadens, bei welchem die zu spät eingedrungenen Infectionskeime in m eine Gewebewucherung nicht mehr bewirkt haben.

Fig. 25 2. $\frac{100}{1}$. Querschnitt eines schwach brandigen Staubfadens, nur zur Hälfte gezeichnet, der im Vergleich zu Fig. 25 1 die Wirkung der Infectionskeime auf die Gewebe zeigt, die sich nach der einen Seite zu beulenartiger Auswucherung entwickelt haben. Die gefärbten Stellen zeigen, etwas schematisirt, die Brandlager in dem parenchymatischen Gewebe, dessen Zellen sich unter dem Einflusse des Pilzes stark vergrössert und auch vermehrt haben. Noch stärker angeschwollene brandige Staubfäden gaben in den leicht zerfallenden Querschnitten kein zeichenbares Bild mehr.

Fig. 26, natürliche Grösse. Männliche Blüthen und einzelne Staubfäden in verschiedener Anschwellung zu Brandbeulen.

Fig. 27, nach einer Photographie lithographirt, auf etwa $\frac{2}{5}$ der natürlichen Grösse verkleinert. Ein Maiskolben, von welchem die oberen weiblichen Blüthen in der Jugend inficirt worden sind. Nur die inficirten Fruchtknoten sind einzeln zu mächtigen Brandbeulen geworden, während die nicht inficirten zu normalen Fruchtkörnern herangereift sind. Leider sind die brandigen Fruchtknoten unter dem Einflusse eines sehr heissen Tages schon an den Spitzen etwas zusammengewelkt, als die Photographie aufgenommen werden konnte.

Fig. 28, ein ähnlicher Maiskolben wie in Fig. 27, ebenfalls nach einer Photographie auf $\frac{2}{5}$ der natürlichen Grösse verkleinert. Hier sind nur wenige der obersten Blüthen inficirt und zu Brandbeulen geworden, zwei der grössten Beulen, die nach vorn standen, sind durch ihre Schwere beim Abschneiden des Kolbens zur photographischen Aufnahme leider abgefallen.

Fig. 28, natürliche Grösse. Eines der aus der vorigen Figur ausgefallenen, zur Brandbeule gewordenen Fruchtkörner unverkleinert neben einem normalen Maiskorn gezeichnet.

Fig. 29, nach einer Photographie auf fast die Hälfte der natürlichen Grösse verkleinert. Ein Maiskolben in der ersten Jugend in allen Blüthen inficirt. Hier ist jeder Fruchtknoten brandig geworden und zu einer Beule in wechselnder Grösse herangewachsen. Im Vergleich zu den beiden vorherigen Figuren 27 u. 28 tritt die local beschränkte Wirkung der Infectionskeime in diesen schlagend hervor.

Druck der Westfälischen Vereinsdruckerei vormals Coppenrath'schen Buchdruckerei in Münster i. W.

O Brefeld u G Istvanffy gez

E Laur lith Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

C. Brefeld ... Istvanffy gez.

E. Laue

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Fig 18

Fig 17

G. Istvanffy gez.

F. Laue lith. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

J. Istvanffy gez.
E. Laue lith. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Fig 24

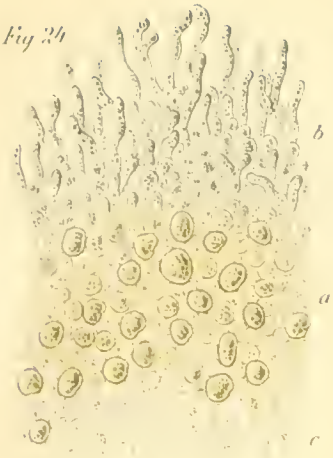


Fig 23

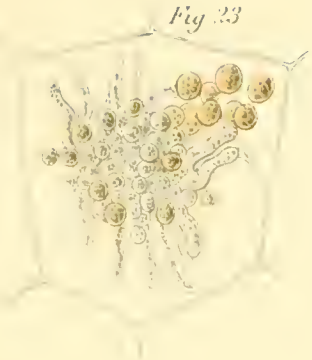


Fig 25 2

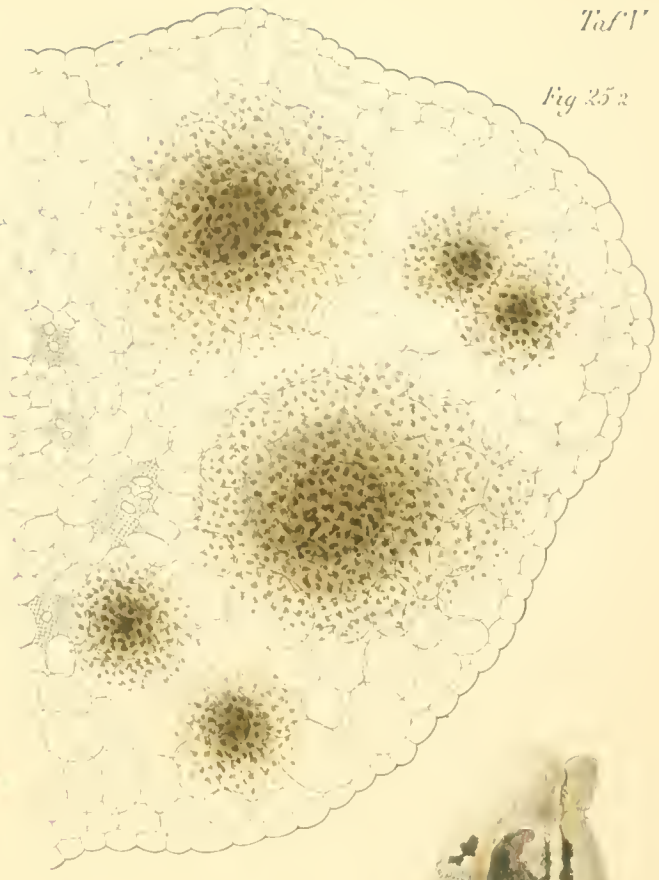


Fig 25 1

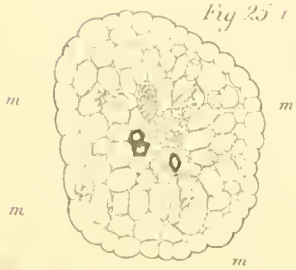


Fig 22

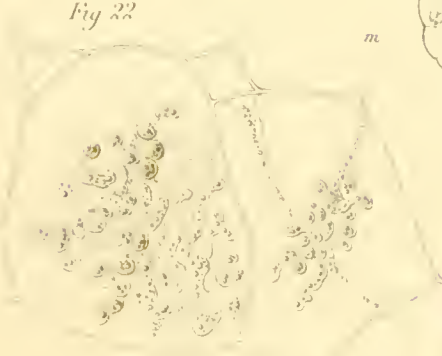


Fig 26.

Fig. 30.

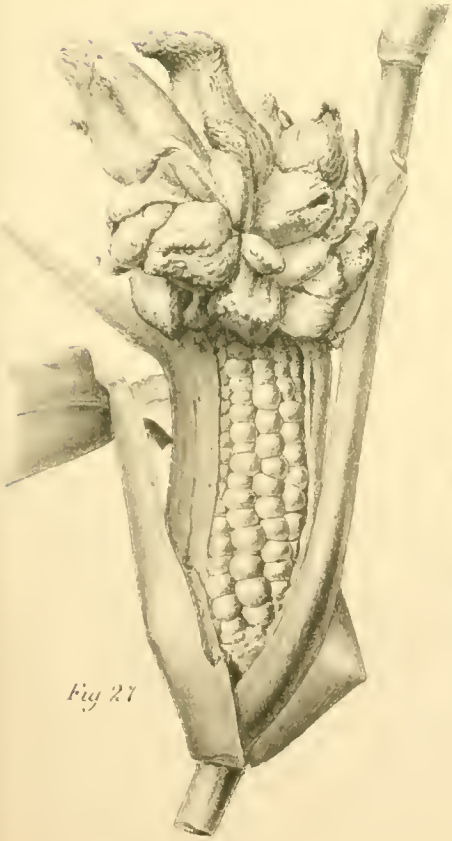


Fig 27

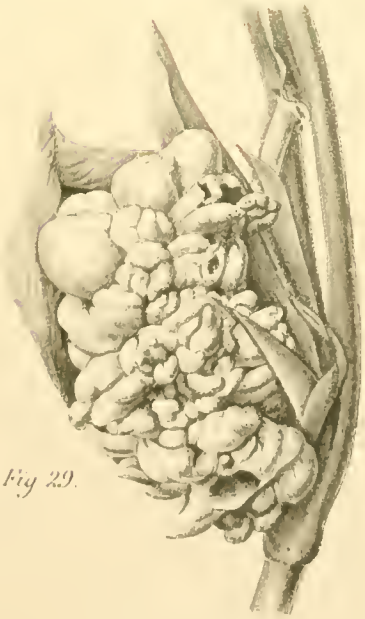


Fig 29.

Fig 26

Fig 26

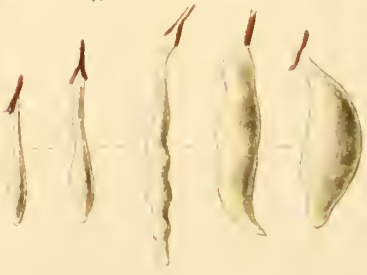


Fig 28.

O Brefeld u G Istvanffy gez

E. Lane lith Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Inhaltsangabe der zehn ersten Hefte dieses Werkes.

Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze.

Von Oscar Brefeld.

I. Heft:

Mucor Mucedo. Chaetocladium Jonesii. — Piptocephalis Freseniana. Zygomyceten.
Mit 6 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1872. VIII u. 64 Seiten. Preis 11 Mk.

II. Heft:

Die Entwicklungsgeschichte von Penicillium. Mit 8 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1874. IV u. 98 Seiten. Preis 15 Mk.

III. Heft:

Basidiomyceten I. — Mit 11 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1877. V u. 226 Seiten. Preis 24 Mk.

IV. Heft:

Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze. — Bacillus subtilis. — Chaetocladium Fresenianum. — Pilobolus. Mortierella Rostafinskii. — Entomophthora radicans. Peziza tuberosa und P. Sclerotiorum. — Pyenis sclerotivora. — Weitere Untersuchungen von verschiedenen Ascomyceten. — Bemerkungen zur vergleichenden Morphologie der Pilze.
Mit 10 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1881. VIII u. 191 Seiten. Preis 20 Mk.

Botanische Untersuchungen über Hefenpilze.

(Fortsetzung der Schimmelpilze.)

V. Heft:

Die Brandpilze I (Ustilagineen) mit besonderer Berücksichtigung der Brandkrankheiten des Getreides. — Die künstliche Cultur parasitischer Pilze. Untersuchungen über die Brandpilze (Ustilagineen) Abhandlung I—XXIII. — Der morphologische Werth der Hefen.
Mit 13 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1883. VIII u. 220 Seiten. Preis 25 Mk.

Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie.

(Fortsetzung der Schimmel- und Hefenpilze.)

VI. Heft:

Myxomyceten I (Schleimpilze): Polysphondylium violaceum und Dictyostelium mucoroides. Entomophthoreen II: Conidiobolus utriculosus und minor.
Mit 5 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1884. VI u. 78 Seiten. Preis 10 Mk.

VII. Heft:

Basidiomyceten II: Protobasidiomyceten.
Mit 11 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1888. XII u. 178 Seiten. Preis 28 Mk.

VIII. Heft:

Basidiomyceten III: Autobasidiomyceten und die Begründung des natürlichen Systems der Pilze. — Autobasidiomyceten (Fortsetzung des VII. Heftes). — Schlussbetrachtung zum VII. u. VIII. Hefte: Conidien als Nebenfruchtformen der Basidiomyceten. Chlamydosporen als Nebenfruchtformen der Basidiomyceten. Der morphologische Werth der Chlamydosporen bei den Pilzen: Die Chlamydosporen bei den Zygomyceten. Die Chlamydosporen bei den Ustilagineen. Die Chlamydosporen bei den Uredineen. — Der morphologische Werth der Conidien bei den Pilzen. — Der morphologische Werth des Ascus und der Basidie bei den Pilzen. — Das natürliche System der Pilze. — Die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung einiger Pilzformen.
Mit 12 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1889. IV u. 305 Seiten. Preis 38 Mk.

IX. Heft:

Die Hemiasci und die Ascomyceten I: Die Spermatien und ihre Cultur in Nährlösungen. — Die Asceen der Ascomyceten in ihren Beziehungen zu den Basidien und zu einfacheren Fruchtformen. — Die Formen der Hemiasci und ihre Cultur in Nährlösungen. Die Formen der Ascomyceten und ihre Cultur in Nährlösungen. A. Exoasci.
Mit 4 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1891. VIII u. 156 Seiten. Preis 16 Mk.

X. Heft (Fortsetzung des IX. Heftes):

B. Carpoasci. a. Angiocarpe Formen. b. Hemiangiocarpe Formen. — Schlussbetrachtung zum IX. u. X. Hefte.
Mit 10 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1891. IV u. 222 Seiten. Preis 26 Mk.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.

589.2
B745

UNTERSUCHUNGEN AUS DEM GESAMMTGEBIETE

DER

MYKOLOGIE.

FORTSETZUNG DER SCHIMMEL- UND HEFENPILZE.

VON

OSCAR BREFELD.

XII. Heft:

Hemibasidii.

Brandpilze III (Fortsetzung des V. und des XI. Heftes.)

Die Untersuchungen sind ausgeführt im Königlichen botanischen Institute in Münster i. W.

Mit 7 lithographirten Tafeln.

MÜNSTER i. W.
COMMISSIONS-VERLAG VON HEINRICH SCHÖNINGH.
1895.

☞ Die Inhaltsangabe der elf ersten Hefte dieses Werkes befindet sich auf der letzten Seite des Umschlages. ☜

☞ Zu beachten für den Einband: Von Heft IX ab ist das Format vergrössert. ☜

589.2
B745

UNTERSUCHUNGEN AUS DEM GESAMMTGEBIETE

DER

MYKOLOGIE.

FORTSETZUNG DER SCHIMMEL- UND HEFENPILZE.

VON

OSCAR BREFELD.

XII. Heft:

Hemibasidii.

Brandpilze III (Fortsetzung des V. und des XI. Heftes).

Die Untersuchungen sind ausgeführt im Königl. botanischen Institute in Münster i. W.

Mit 7 lithographirten Tafeln.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

MÜNSTER i. W.
COMMISSIONS-VERLAG VON HEINRICH SCHÖNINGH.
1895.

BOTANICAL GARDEN.

Inhalt.

Fortsetzung des XI. Heftes; Seitenzahl fortlaufend.

Seite.

Cultur der Brandpilzformen in Nährlösungen 99

A. Protohemibasidii, Ustilaginaceen 102

1. Brandsporen einzeln frei 102

Formen der Gattung **Ustilago** 102

Ustilago Aristidae cyananthae n. sp. 102

„ Panici frumentacei n. sp. 103

„ Cynodontis Hennings 105

„ Spinificis Ludw. 106

„ Arundinellae n. sp. 108

„ Andropogonis tubereulati n. sp. 108

„ Sacchari ciliaris n. sp. 109

„ Andropogonis annulati n. sp. 109

„ Coicis n. sp. 110

„ Vaillantii Tul. 111

„ Panici leucophaei n. sp. 114

„ bullata Berk. 114

„ Schweinfurthiana Thüm. 116

„ Boutelonae humilis n. sp. 116

„ Ulei Hen. 117

„ Adoxae n. sp. 119

„ seminum Juel 120

„ Rudolphii Tul. 120

„ Tulasnei Kühn 120

„ Paspali dilatati Hen. 122

„ Hordei Bref. 123

„ Jensenii Rostrup 127

„ Goeppertiana Schroeter 130

„ Pinguiculae Rostrup 131

„ Möllerі n. sp. 132

„ Koordersiana n. sp. 132

„ Major Schroeter 133

„ anomala J. Kunze 133

„ vinosa Berk. 134

„ domestica n. sp. 135

„ Lagerheimii n. sp. 136

„ Bistortarum DC. 137

„ Holostei de By. 138

APR 2 1912

Ustilago Duriaeana Tul. 139
„ utriculosa Nees 139
„ Scorzonerae Alb. u. Schw. 139
„ marginalis Link 140
„ Vuijkii Ouds. 141
Sphacelotheca Hydropiperis 142
Anthracoidea Carycis n. g. u. n. sp. 144
„ subinclusa n. sp. 146
Cintractia Krugiana Mgn. 147
2. Brandsporen zu Haufen vereinigt 148
Schizonella melanogramma DC. 148
Tolyposporium Junci Schroeter 150
„ bullatum Schroeter 152
„ Penicillariae n. sp. 154
„ Ceuchri n. sp. 156
B. Autobasidii, Tilletiaceen 160
1. Brandsporen einzeln 160
Tilletia zonata n. sp. 161
„ controversa Kühn 162
„ decipiens Pers. 163
Neovossia Moliniae Körnicke 164
„ Barclayana n. sp. 170
Melanotaenium cingens 173
2. Brandsporen zu Haufen vereinigt 174
Urocystis occulta Wall. 175
„ Anemones Pers. 176
„ Filipendulae Tul. 176
„ Violae Sow. 177
Tuburcinia primulicola 180
Doassansia Sagittariae Fuckel 182
„ Limosellae Kunze 189
„ Alismatis Nees 190
„ punctiformis 192
Ustilaginoidea Oryzae n. g. u. n. sp. 194
„ Setariae n. sp. 202
Schlussbetrachtung 205
Erklärung der Abbildungen 227

II. Cultur der Brandpilzformen

in Nährlösungen.

Die Mittheilungen über die Cultur der Brandpilze in Nährlösungen sind in dem V. Hefte d. W., vorbehaltlich der späteren Fortsetzung, an einer willkürlichen Stelle abgebrochen worden. In der Zeitfrist von 12 Jahren, die seit diesen ersten Mittheilungen vergangen ist, sind die Culturen von weiteren Brandpilzformen unablässig fortgesetzt und noch einige 60 der verschiedensten Formtypen, soweit sie in Europa und aus dem Auslande in frischem keimfähigen Materiale zu beschaffen waren, für die Culturversuche erfolgreich herangezogen worden. Die Resultate, welche sie ergeben haben, bilden den Inhalt dieses Abschnittes, der sich also unmittelbar anschliesst an die Reihe der Einzeluntersuchungen im V. Hefte.

Was die früheren Untersuchungen damals noch nicht ergeben hatten und auch für sich nicht wohl ergeben konnten, nämlich eine Uebersicht und natürliche Gruppirung der Formen der Brandpilze auf Grund der vergleichend morphologischen Charaktere, das ist inzwischen durch die umfassenden Untersuchungen der Basidiomyceten im VII. und VIII. Hefte d. W. und ihre rückwirkende Aufklärung auf die Brandpilze auch ohne die Mithülfe der neuen Culturergebnisse schon erreicht worden.

Diese Untersuchungen, welche vergleichend über alle Formen der grossen Classe der Basidiomyceten ausgedehnt wurden, führten nach der Formgestaltung der Basidie eine natürliche Gruppirung der Formen in die beiden Unterclassen der Proto- und Autobasidiomyceten herbei. Bei der ersten von diesen ist die Basidie getheilt in eine bestimmte Zahl von Zellen, die je *eine* Spore hervorbringen, bei der zweiten ist die Basidie ungetheilt und erzeugt meist auf der Spitze eine gleichfalls *bestimmte Zahl* von Sporen. Als diese Grundlage für

die Classification der Basidiomyceten, die so natürlich und überzeugend richtig ist, dass sie in der kürzesten Zeit die allgemeinste Anerkennung und Annahme gefunden hat, gewonnen war, war es zugleich mit dieser schon fast unmöglich geworden, sich der Erkenntniss zu verschliessen, dass in den Fruchtträgern der Brandpilze, in den früheren Promycelien mit Sporidien, bereits die beiden ebenbeschriebenen typischen Formen der Basidien der Basidiomyceten gleichsam vorgebildet, also in den Vorstufen zu diesen Basidien gegeben sind. Der Fruchtträger nach dem Typus der Gattung Ustilago entspricht in seiner Gliederung und Form durchaus der Basidie der Protobasidiomyceten, speciell der Basidie der Auriculariaceen, und nicht minder genau passte der Fruchtträger von Tilletia, der ungetheilt und einzellig ist, auf den Typus der Basidie der Autobasidiomyceten. Der einzige Unterschied hier und da zwischen den zwei Typen der Basidien und den beiden Typen der Fruchtträger blieb nur noch darin gegeben, dass die Basidien in der Zahl der Sporen und in der Formausbildung bestimmt geworden sind, dass dagegen bei den Fruchtträgern nach dem Typus der Ustilago und der Tilletia diese Bestimmtheit zwar in der Gliederung und Gestaltung schon hervortritt, aber noch nicht in der Zahl der Sporen erreicht ist, die darum noch als Conidien und nicht als Basidiensporen anzusehen sind.

Die Ausbildung der typischen Basidien, die vor dem gewöhnlichen Fruchtträger mit Conidien überhaupt nichts anderes als die Bestimmtheit in der Form und in der Sporenzahl voraushaben, war also in den Fruchtträgern der Brandpilze als noch nicht abgeschlossen zu betrachten, sie erscheint gleichsam wie auf halbem Wege stehen geblieben. Sie lässt aber schon aus dem Vergleiche in ungetrübtester Klarheit erkennen, wie in der Steigerung aus dem noch formschwankenden Zustande zur typischen Gestaltung, aus dem Fruchtträger vom Typus der Ustilago die Protobasidie der Protobasidiomyceten und ebenso aus dem Fruchtträger von Tilletia die Autobasidie der Autobasidiomyceten mit Nothwendigkeit entstehen müssen. Man konnte nur noch zweifelhaft sein, ob hier die Abweichung oder die Uebereinstimmung zwischen den eigentlichen Basidien und den erst halben Basidien von grösserem Interesse seien, jedenfalls konnte darüber aber kein Zweifel bleiben, dass sie beide vereint sich zur phylogenetischen Entwicklungsgeschichte der Basidien ergänzen und überzeugend darlegen, dass in den beiden Formen der Fruchtträger der früheren Ustilagineen die **Hemibasidien,** die entwicklungsgeschichtlichen Vorstufen der eigentlichen Basidien der Basidiomyceten vorliegen und dass diese aus den Probasidii oder besser gesagt aus den Hemibasidii, also aus Formen gleich den Ustilagineen ihren natürlichen Ursprung herleiten.

Als **Formen der Hemibasidii** konnten denn auch die früheren Ustilagineen schon in dem VIII. und in dem X.[1]) Hefte d. W. dem Systeme der Pilze eingefügt werden, und mit dieser Stellung als Mittelformen war auch zugleich die natürliche Eintheilung nach ihren beiden verschiedenen Typen von Hemibasidien als Protohemibasidii und als Autohemibasidii hier in die Formen der **Ustilaginaceen** dort in eine Formenreihe der **Tilletiaceen** von selbst gegeben, diese nach den eigentlichen Basidien der Autobasidiomyceten, jene nach den Basidien der Protobasiomyceten hinüberführend.

Die Bezeichnung der vormaligen Familie der Ustilagineen als Vertreter und vorläufig einzige[2]) Vertreter einer natürlichen Klasse von Mittelformen unter den Pilzen mit dem Namen der Hemibasidii ist darum auch bereits auf dem Titel gewählt, und ebenso ist ihre natürliche Eintheilung in die Protohemibasidii und in die Autohemibasidii oder in die beiden Familien der Ustilaginaceen und der Tilletiaceen der nachfolgenden Betrachtung und der Reihenfolge der zugehörigen Formen zu Grunde gelegt worden. Auch auf den Tafeln ist schon die Anordnung der Figuren hiernach getroffen, auf Tafel VI, VII, VIII u. IX sind die Ustilaginaceen in ihren untersuchten Formen zusammengestellt, auf Tafel X, XI und XII folgen die Tilletiaceen nach. Da in den Grenzen beider Familien Formen mit Sporenhaufen und solche mit einzelnen freien Sporen vorkommen, so sind auch diese, soweit es möglich war, getrennt und auf einzelne Tafeln nach einanderfolgend vereinigt worden.

Wir beginnen mit den Ustilaginaceen, zu welchen ja auch die für die Infectionen ausgewählten Formen des I. Abschnittes gehören, die im natürlichen Anschluss an die Lufteonidien bildende Ustilago Maydis zunächst in weiteren Formen mit Lufteonidien fortgesetzt werden sollen.

---

[1]) p. 224—230 des VIII. Heftes, p. 72—75 des IX. Heftes und die systematischen Uebersichten am Schlusse des VIII. und X. Heftes.

[2]) Es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass ausser den Brandpilzen noch weitere Formen der Hemibasidii bestehen und später gefunden werden. So lange dieser Formenreihe der eigentliche morphologische Charakter noch fehlte, war es leicht möglich, sie zu übersehen; jetzt ist es schwer, sie nicht zu unterscheiden und zu erkennen, zumal die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt ist.

A. Protohemibasidii.

Conidienträger oder Hemibasidien, Protobasidien ähnlich.

Ustilaginaceen.

1. Brandsporen einzeln frei, nicht in Haufen vereinigt.

Formen der Gattung Ustilago.

Ustilago Aristidae cyananthae nov. sp. auf Aristida cyanantha.

Diese Brandform verdanke ich der gütigen Zusendung von Cunningham aus Calcutta, sie stammt also aus englisch Indien mit der Bezeichnung Debra Dun. Die langen Körner des Grases waren ganz mit Brandsporen ausgefüllt, sie hatten ein bläulichgrünes schwarzes Ansehen, eine Länge von 2—3 *u* und die Dicke eines Haferkornes. Die schwarze Sporenmasse war kuchenartig fest und zerfiel erst durch Liegen in Wasser in die einzelnen Sporen, die rundlich, nicht warzig waren, eine Grösse von 7—8 *u* und eine braune Farbe zeigten. Eine Beschreibung des Pilzes habe ich nicht finden können, ich habe ihn darum als eine neue Art mit dem Namen der Nährpflanze als Ustilago Aristidae cyananthae benannt.

Die Sporen keimten in Wasser zu dreizelligen Fruchtträgern (Probasidien) aus (Taf. VI Fig. 1_{1-3}), die von den Keimsporen abgetrennt wurden und an dem oberen Ende und unter den Scheidewänden länglich eiförmige Conidien austreiben (Fig. 2_{1-3}), bis mit einer oder höchstens zwei von Conidien der Inhalt der Träger erschöpft wird. Die abgefallenen Conidien[1]) trieben nicht zu Fäden aus. In Nährlösungen war die Sporenkeimung im Wesentlichen die gleiche, nur allgemeiner und schneller als in Wasser. Die Fruchtträger waren zugleich üppiger und meist grösser in den einzelnen Gliederzellen, aber immer nur dreizellig. Die Abschnürung der Conidien ging endlos fort, bis zur Erschöpfung der Nährlösungen. Die gebildeten und abgefallenen Conidien vermehrten sich sogleich durch directe Sprossung in Hefenform (Fig. 3) weiter. Die Hefeconidien bildeten kleine Sprosscolonien aus den länglich eiförmigen Conidien, die aber bald zerfielen. Mit dem Stillstande der Bildung der Conidien an den Fruchtträgern und der weiteren directen Sprossung der abgefallenen Conidien in Hefenform, die eintrat, sobald die Nährstoffe des Culturtropfens der Erschöpfung zuneigten, erfolgte weder ein fadiges Auswachsen

[1]) Da die Sporen der Hemibasidien noch nicht in bestimmter Zahl, wie bei den eigentlichen Basidien der Basidiomyceten gebildet werden, so können sie auch nicht als Basidiensporen gelten und benannt werden, sie sind ihrem morphologischen Werthe nach nur Conidien und für die Folge nicht anders als in dieser Bezeichnung für die Gesammtheit der Formen der Hemibasidii angeführt.

der einzelnen Conidien, noch auch eine Verbindung derselben durch Fusionen. Dagegen gingen die Conidien, die am Rande des Culturtropfens lagen, alsbald zur Sprossung von Lufteonidien über, die später mit dem Eintrocknen des Tropfens allgemein eintrat (Fig. 4_{1-3}). Diese Sprossungen waren bald mehr bald weniger üppig und zeigten in den höheren Sprossgliedern ganz dieselbe allmähliche Grössenabnahme, welche wir schon von den Lufteonidien des Maisbrandes kennen. Als endlich alle Conidien des Tropfens zu Lufteonidien ausgewachsen waren, hatten die Culturtropfen einen äusserst zarten, hell weissen Ueberzug, der durch langsamen Zusatz sehr verdünnter Nährlösung zu einer geschlossenen Kahmdecke gesteigert werden konnte. Auch diese Lufteonidien, die in der Grösse äusserst verschieden waren, verhielten sich unter Wasser getaucht passiv, sie blieben ohne Fusionen und ohne deutliche Keimfäden.

Ustilago Panici frumentacei nov. sp. auf Panicum frumentaceum.

Dieser Brandpilz stammt aus dem Himalaya, er ist in der Nähe von Simla von *J. Barclay* gesammelt und im October 1890 an mich gesandt, er ist, gleich der vorigen Form, eine neue noch unbeschriebene Art.[1]) Die Nährpflanze, Panicum frumentaceum Roxb. ist, wie mir der leider so früh verstorbene *Barclay* schrieb, eine wichtige Culturpflanze für die dortige Gegend, der Brandpilz, der sie befällt, darum nach seiner Aussage von commercieller und wissenschaftlicher Bedeutung. Den vom Brande befallenen einzelnen Aehren war auch ein voller gesunder Aehrenstand beigegeben, der aus vielen Aehren zusammengesetzt, einen grossen Fruchtstand aus verzweigten Aehren darstellte. In den brandigen Aehrchen waren nicht alle Körner befallen, sondern nur einzelne von diesen, die um mehr als das Doppelte durch den Brand vergrössert und hierdurch besonders auffällig erschienen. Die Körner erwiesen sich beim Zerdrücken ganz angefüllt mit den schwarzen, hier pulverigen Brandmassen, deren Einzelsporen rund, mit braunschwarzer, etwas rauher Membran versehen waren und eine Grösse von 7—9 μ zeigten (Fig. 5—8 sp.).

Die Keimung der Sporen tritt in blossem Wasser nur ganz vereinzelt ein und immer nur nach sehr langer Zeit. Es treibt ein kurzer Faden aus der Spore, der nur an der Spitze, wenn diese die Luft erreicht hat, einige wenige Lufteonidien bildet. Da man diese Sporenkeimung unter der Masse der nicht ausgekeimten Sporen nur an den Lufteonidien sehen konnte, nach der Bildung der Lufteonidien der Keim-

[1]) Bezüglich der Formen, welche hier als neu bezeichnet und beschrieben sind, will ich gleich bemerken, dass es mir nicht möglich gewesen ist, sie als schon beobachtete und beschriebene festzustellen. Um so sicher als möglich zu gehen, habe ich das Material dieser neuen Formen auch noch nach Berlin geschickt, wo Dr. *Lindau* und *P. Hennings* die Güte hatten, es mit dem Material des botanischen Museums zu vergleichen und soweit möglich als neu zu bestätigen.

fäden aber schon erschöpft und ununterscheidbar geworden ist, so wollte es trotz aller Mühe nicht sicher gelingen, die Form und Gliederung des kleinen Keimlings festzustellen. Die ausserordentlich leichte und ganz allgemeine Auskeimung der Sporen unter dem Einflusse der zugesetzten Nährlösung liess alsbald den Fruchtträger deutlich erkennen. Derselbe ist typisch zweizellig, von den beiden Gliederzellen ist meist die obere besonders lang ausgewachsen (Fig. 5—8). Die Fruchtträger bleiben mit der Keimspore im Zusammenhange und bilden an der unteren Gliederzelle seitlich, an der oberen auf der Spitze länglich eiförmige Conidien in unbegrenzter Fülle (Fig. 5_{1-3}). Mit der Fortdauer der Conidiensprossung bleiben die Fruchtträger unverändert zweizellig, nur die Stellen, wo die Conidien ununterbrochen abgeschnürt werden, verlängern sich allmählich zu einem fadenartig vorspringenden Sterigma (Fig. 6_{1-2}), wie wir es z. B. bei den Fruchtträgern von Ustilago longissima aus dem V. Hefte d. W. her kennen. Es kann so mit der Längenzunahme das Bild des typisch zweizelligen Fruchtträgers verändert erscheinen, ohne aber seine wirkliche morphologische Form zu verlieren. Man erkennt die fadenförmig verlängerten Sterigmen als solche an ihrer Stellung und namentlich auch daran, dass nie eine Scheidewand auftritt (Fig. 6_{1-2}). An der oberen der beiden Gliederzellen des Fruchtträgers fällt das verlängerte Sterigma als Spitze in die Längsrichtung der Zelle, es fällt hier als solches nicht auf, indem die Verlängerung der Gliederzelle selbst unwillkürlich zugerechnet wird (Fig. 6_1).

Die Conidien sprossen, oft noch am Fruchtträger sitzend, zu weiteren Conidien aus (Fig. 5_{1-3}), abgefallen geht die Conidiensprossung an beiden Enden bis zu endloser Vermehrung fort. Die Sprossconidien zerfallen bald und bilden nur kleine Hefenverbände, dafür aber um so grössere Mengen, die sich als förmlicher Niederschlag in der Nährlösung ansammeln (Fig. 5_{2-3}). Der Stillstand der Sprossung erfolgt erst dann, wenn die Nährlösungen zu Ende gehen. Er äussert sich darin, dass die Conidien, gewöhnlich an beiden Enden, wo vorher die Sprossung stattfand, zu Fäden auswachsen (Fig. 9). Die Fäden wachsen fort, bis sie die Luft erreichen. Sobald dies geschehen, beginnt an den freien Spitzen sogleich wieder die Bildung von Luftconidien, gar nicht anders, als wie sie an der vorigen Form in Figur 4 aus den Conidien direct gezeichnet ist. Die Bildung der Luftconidien an der Oberfläche des Culturtropfens wird an den allgemein fadig austreibenden Conidien auch bald allgemein, der Culturtropfen bedeckt sich mit einem zarten weissen Flaum aus Luftconidien, der sich durch weiteren vorsichtigen Zusatz von verdünnter Nährlösung zu einer formlosen Kahmdecke unschwer steigern lässt. In der dichten Masse der Luftconidien sind die einzelnen Fruchtstände nicht sicher zu unterscheiden, um so leichter ist dies aber möglich an den Rändern des Culturtropfens, wo die Fäden über den Objectträger meist in einzelner freier Lage hintreiben. Hier sieht man die Conidien-

stände in zierlicher Bäumchenform, wieder mit stetig nach den Spitzen zu abnehmender Grösse der Einzelglieder, wie in Fig. 8 u. 10. An den Stellen, wo die ins Freie treibenden Fäden noch längere Zeit von der nachgezogenen Flüssigkeit des Culturtropfens bedeckt werden, erreichen sie eine bedeutende Länge und bilden in einzelnen Abständen von einander die zierlichen Conidienbäumchen, nachdem vorher der Faden durch Scheidewände getheilt ist, so dass dann der Inhalt jeder Zelle zu der Bildung der Conidiensprossungen das Material abgibt. Das Glied eines solchen Fadens, der in seiner weiteren Ausdehnung der Fig. 23 gleicht, ist in Fig. 10 vergrössert dargestellt; der Inhalt der Fadenzelle ist noch nicht erschöpft. Die Conidiensprossungen sind noch in weiteren Vergrösserungen begriffen. Wenn man die Brandsporen in sehr dünnen ausgebreiteten Tropfen von sehr verdünnten Nährlösungen aussäet, was nur bei absolut reinen Objectträgern möglich ist, so kann man unschwer die Fruchtträger der Keimsporen zur directen Bildung von Luftconidien bringen, wie es in Fig. 8 geschehen ist, wo an der unteren kleinen Zelle des zweizelligen Trägers die Sprossungen seitlich, an der oberen grösseren apical stehen. Die Zeichnung, die in Luft gemacht ist, zeigt beide Zellen kurz vor der Erschöpfung an Inhalt.

Ustilago Cynodontis Hennings auf Cynodon Dactylon.

Auch dieser Brandpilz stammt aus dem Himalaya, wo ihn *Barclay* in der Umgebung von Simla, Kaker Hatti, sammelte und im April 1891 an mich zu senden die Güte hatte. In dem Pilze liegt eine schon von *P. Hennings*[1]) beschriebene Form vor. Die jungen Blüthenstände der Nährpflanze fanden sich schon von dem Brande befallen und gänzlich zerstört, während sie noch von den umhüllenden Blättern völlig eingeschlossen waren. Die befallenen Pflänzchen machten den Eindruck von Kümmerlingen.[2]) Die Brandlager sehen in Massen schwarz aus, die einzelnen Sporen sind aber nicht sehr dunkel, von runder Gestalt und mit fast glatter Sporenhaut, von 7—9 μ Durchmesser. Die Sporen schwellen mit der Keimung stark an. In blossem Wasser tritt die Keimung gar nicht ein, in Nährlösung bleibt dagegen keine Spore ungekeimt. Hier treiben die Sporen zu dreizelligen Fruchtträgern aus, die wiederum an der Spitze und unter den Scheidewänden Conidien von länglicher Eiform aussprossen (Fig. 11—13). Die Fruchtträger waren typisch dreizellig und blieben dies auch während der Dauer der Conidienbildung. Die einzige Abweichung, die ich beobachten konnte, bestand darin, dass aus einer Spore zwei Fruchtträger austrieben, die beide dreizellig oder selten mal der eine von

[1]) Fungi africani I, botanische Jahrbücher, 14. Bd. p. 369.

[2]) Diese Form des Brandes steht der Ustilago Dregeana nach der Beschreibung von *Tulasne* nahe. Ann. sc. nat. 1847, p. 83.

diesen nur zweizellig waren (Fig. 12 $_{1-3}$). Eine ähnliche Fruchtbarkeit zeigte sich auch früher schon bei der ersten Serie der cultivirten Formen vereinzelt z. B. beim Ustilago Avenae (Heft V, Taf. II, Fig. 20), wir werden ihr noch an mehreren Stellen in dieser zweiten Serie wieder begegnen. Sie hatte nur hier das Interessante, dass man bei der Durchsichtigkeit der Sporenmembran den Vorgang im Innern der Sporen genau verfolgen konnte, der den Ausnahmefall der Bildung von zwei Fruchtträgern herbeiführt. Die Zeichnungen der Figur 12 sp. geben genau wieder, was man sehen kann, nämlich die Theilung in den Keimsporen, durch welche die Fruchtträger in der Zweizahl veranlagt werden. Aus jeder Hälfte geht ein Fruchtträger hervor, der nur nach der einen Seite mal auf die Zweizelligkeit eingeschränkt bleibt. In den Bildern 1 u. 2 der Fig. 12 liegt die Scheidewand in der Spore senkrecht zur Wachsthumsrichtung der Fruchtträger, in dem Bilde 3 ist sie gleichsinnig mit dieser Richtung gelegen. Man kann so klar in die Keimsporen hinein sehen, dass man die Verbreiterung der unteren Zelle des Trägers zu einer Art von Fuss in der Spore deutlich sieht, namentlich in dem Bilde 1. Die von den Fruchtträgern gebildeten Conidien treiben in der Nährlösung zu den reichsten Conidiensprossungen in Hefenform aus (Fig. 14). Die Conidien haben die grösste Neigung zur Bildung von Luftconidien, die überall hervortritt, wo sie nur die Luft erreichen können, hier an einzelnen Conidien (Fig. 16), dort noch in Verbindung mit dem Fruchtträger, der aus der Spore keimt (Fig. 13 u. 15). Hier sieht man den unmittelbaren Uebergang von den Flüssigkeitsconidien, die unten am Fruchtträger in Nährlösung austreiben, zu den höheren Luftconidien, die aus der Spitze der Träger oder auch aus den hier zuerst gebildeten Flüssigkeitsconidien austreiben. Gleich den bisherigen Formen der Brandpilze, die Luftconidien bilden, treten hier niemals Fusionen zwischen den Conidien ein, wenn sie zu sprossen aufhören, ebenso wenig konnte auch das Austreiben zu Keimfäden, welche der vorigen Form eigen waren, beobachtet werden. Dagegen erschöpften sich die Conidien in der Bildung von Luftconidien, die wiederum nach oben an Grösse stetig abnahmen und den baumartig verzweigten Sprossverbänden ein äusserst zierliches Ansehen gaben. Die Objectträgerculturen des Pilzes waren am Ende der Cultur wie mit einem zarten Filzrasen aus den dicht vereinigten Luftsprossungen der Conidien bedeckt.

Ustilago Spinificis Ludw. auf Spinifex hirsuta.

Dieser Brandpilz stammt aus St. Adelaide in Australien. Ich verdanke das Material der gütigen Zusendung des Professors *Ludwig* in Greiz, der den Pilz inzwischen auch schon beschrieben und benannt hat (Zeitschrift für Pflanzenkr. 1893, p. 137). Bei der Nährpflanze stehen die lang begrannten Einzelährchen von verhältnissmässiger Grösse zu Köpfchen vereinigt. In dem ganzen Köpfchen, wie ich es bekam, waren die sämmtlichen Früchte in eine schwarze Brandmasse verwandelt, die fest zusammen-

klebte, aber in Wasser auf das Leichteste vertheilbar war. Wie mit einem Ruck erfolgte die Ausbreitung der Sporen, als ob eine Zwischensubstanz sie auseinander triebe. Vielleicht spielen hier die bei der Sporenbildung eintretenden Verquellungen der Membran noch eine nachträgliche Rolle für die Ausbreitung der Sporen, möglich aber auch, dass vergehende Mycelreste nach der Ausbildung der Sporen die Fähigkeit der nachträglichen Verquellung besitzen. Ich habe die Erscheinung bei verschiedenen Formen von Brandpilzen beobachtet, nirgends aber auffälliger als hier. Die vereinzelten Sporen sind wohl mit die kleinsten, die ich bis dahin bei den Brandpilzen angetroffen habe, sie messen nur 3—4 μ, sie haben ein etwas rauhes, nicht sehr dunkles Exosporium, welches mit der Keimung ziemlich weit aufreisst (Fig. 17 u. 18 sp.).

Die Keimung der Sporen erfolgt wiederum nicht in Wasser, worin die Sporen unverändert bleiben, sie tritt aber sogleich ein auf Zusatz von Nährlösung und zwar ausnahmslos in jeder Spore. Aus dem Riss der Aussenhaut treibt ein typisch vierzelliger Fruchtträger aus von verhältnissmässiger Grösse im Vergleich zu den kleinen Keimsporen (Fig. 17 u. 18). Auch die Gliederzellen des Trägers sind auffallend gleichmässig an Dicke und Länge. Aus diesen treiben an den bekannten Stellen unter den Scheidewänden und an der Spitze auf deutlich unterscheidbaren Sterigmen schmale längliche Conidien aus, die nur langsam gebildet werden und sich auch langsamer als sonst durch directe Sprossung in Hefenform vermehren (Fig. 17). Noch ehe die Nährlösung erschöpft ist, wachsen schon die Conidien zu Fäden aus. Dies geschieht häufig schon bei den Conidien, die noch an dem Träger sitzen, der hierdurch ein verändertes Ansehen bekommt, welches aber bei genauer Verfolgung seine ursprüngliche vierzellige Form nicht stört (Fig. 18), so wenig wie dies durch stärkeres Auswachsen der Sterigmen nach wiederholter Conidienbildung an derselben Stelle geschehen kann.

Die verhältnissmässig spärliche Vermehrung der Conidien innerhalb der Nährlösung (Fig. 17) wird um so reichlicher ersetzt durch die Bildung von Luftconidien, wenn die austreibenden Fäden die Luft erreichen. Sie ist bald allgemein und so reichlich, dass sich auch hier eine Kahmhaut aus dem zarten Flaum von reichen Conidien bildet. Ich habe die bildliche Darstellung beschränkt auf einen in Fig. 18 in Nährlösung ausgekeimten vierzelligen Fruchtträger, an welchen die letzten Conidien angewachsen und dann zu Fäden ausgetrieben sind, die an den Enden, sobald sie nur die Luft erreicht hatten, zu den reichsten Conidiensprossungen ausgewachsen sind, die wiederum die langsam nach oben abnehmende Grösse der Sprossconidien zeigen. Des Weiteren kann ich noch auf die Figur 23 hinweisen, die auch für die Ustilago auf Spinifex gelten kann und an einem langen aus dem Culturtropfen ausgetretenen Faden die Conidiensprossungen in einzelnen Abständen von einander zeigt.

Ustilago Arundinellae nov. sp. auf Arundinella sp.

Diese Brandform verdanke ich einer gütigen Sendung aus Calcutta durch *Cunningham,* sie ist neu und noch unbeschrieben. Die rispenartigen Fruchtstände der Nährpflanze, deren Species nicht sicher zu bestimmen war, erinnern auffällig an unsere Agrostis vulgaris, die sehr kleinen Caryopsen sind dicht angefüllt mit dem schwarzbraunen Pulver des Brandes. Wenn man die brandige Frucht unter Wasser aufbricht, so entlöschen sich auch hier die Sporen mit grosser Schnelligkeit und rapider Ausbreitung in dem Tropfen. Die glatten, runden, braunen Brandsporen von 8—9 μ Durchmesser sind in Wasser nicht keimfähig, sie keimen erst in Nährlösungen zu vierzelligen Fruchtträgern mit länglich eiförmigen Conidien aus (Fig 19_{1-3}). Die Conidien werden auf deutlich unterscheidbaren Sterigmen abgeschnürt. Sie vermehren sich in Nährlösung in hefenartiger Sprossung (Fig. 21), treiben aber schon bald, ehe noch die Nährlösung erschöpft ist, zu Fäden aus, die sogleich zur Bildung von Luftconidien übergehen, wie in Fig. 22. Die Neigung zu Fäden auszutreiben und an diesen Luftconidien zu bilden, ist hier noch grösser wie bei den beiden letzten Formen. Man sieht alsbald die Fruchtträger an den Sporen (Fig. 20) wie die abgefallenen Conidien in der Sprossung von Luftconidien begriffen, welche den Culturtropfen filzartig bedecken. Der directe Uebergang von Wasserconidien zu Luftconidien im unmittelbaren Zusammenhange mit dem Fruchtträger der Keimspore ist leicht zu sehen und in Fig. 20 in einem Beispiele gezeichnet. Das Auswachsen von langen Fäden aus dem Rande der Culturtropfen, die sich später reich mit Büscheln von Luftconidien bedecken, wurde schliesslich allgemein in allen Culturen, und ist in Fig. 23 bei schwächster Vergrösserung in einem besonders deutlichen Bilde gezeichnet. Die älteren Culturen, ganz überdeckt mit einem dicken Lager von weissen Luftconidien, sehen nicht anders aus, als ob sie von einem beliebigen saprophytisch lebenden Schimmelpilze herrührten.

Ustilago Andropogonis tuberculati nov. sp. auf Andropogon tuberculatum.

Die mir von *Barclay* aus Simla zugesandte Brandform, die ich nirgends beschrieben fand, füllt als eine harte schwarze Masse die Fruchtknoten der Nährpflanze aus. Die einzelnen, auffallend megalen rundlichen Sporen von 10—13 μ Grösse und tief brauner Farbe zeigen zwar unter Wasser eine deutliche Vacuole, keimen aber nicht in Wasser aus. Die Keimung erfolgt nur durch den Einfluss von Nährlösungen. Es treten auffallend lange und dünne Fruchtträger aus der Keimspore aus, welche in vier Zellen von ungewöhnlicher Länge getheilt werden (Fig. 24_{1-4}). In dem Bilde 3 ist eine Zelle in der Keimspore verborgen, so dass der freie Theil des Fruchtträgers nur drei Zellen zeigt. Es kommt dies einzeln vor; die Lage der untersten Scheidewand ist in diesem Falle noch tiefer nach unten als

in den Bildern 1 und 4 und durch die Sporenwand verdeckt. Die länglichen Conidien, die oft schon am Träger zur directen Sprossung übergehen, bilden abgefallen prachtvolle Colonien in hefenartigen Sprossverbänden, die sich niederschlagartig anhäufen (Fig. 25), aber nicht zur Bildung von Luftconidien übergehen. Sie wachsen mit der Erschöpfung der Nährlösungen nur sehr langsam zu Fäden aus, die nicht in die Luft führen und sich unfruchtbar in Längenwachsthum erschöpfen.

Ustilago Sacchari ciliaris nov. sp. auf Saccharum ciliare.

Die Fruchtknoten von Saccharum ciliare werden von diesem noch unbeschriebenen und neu benannten Brandpilze in eine schwarze Sporenmasse umgewandelt. An den Aehren, die mir *Cunningham* aus Calcutta zu senden die Güte hatte, waren sämmtliche Fruchtknoten vom Brande befallen. Die vereinzelten Sporen sind verhältnissmässig gross und rund, von 9—11 μ Durchmesser, und haben in der Sporenhaut eine dunkelgelbe Farbe. Sie keimen in Wasser nur langsam und vereinzelt aus, in Nährlösungen aber schnell und allgemein. Die Fruchtträger sind vierzellig, lang und dünn (Fig. 26 $_{1-3}$), sie ähneln auch in ihren langen spindelförmigen Conidien den Keimlingen von Ustilago cruenta (Fig. 4 Taf. VII Heft V). Auch in den reichen Conidiensprossungen stimmen sie mit Ustilago cruenta überein, nur sind sie in den einzelnen Gliedern der oft prachtvollen Colonien nicht merheblich länger (Fig. 26 $_{1-3}$). Ganz wesentlich aber unterscheiden sie sich darin, dass die Conidien am Ende der Sprossung nicht zu Fäden auswachsen, sondern ohne Fädenkeimung unverändert in dem erschöpften Culturtropfen liegen bleiben. Bei dem Mangel der Fadenkeimung ist fast selbstverständlich auch die Bildung von Luftconidien ausgeschlossen, von welchen nach wochenlangem Stehen der Culturen nicht eine Spur zu sehen war.

Ustilago Andropogonis annulati nov. sp. auf Andropogon annulatum.

Auch dieser Brandpilz stammt aus Calcutta (Debra Dun.) und wurde mir von *Cunningham* zugesandt. Wohl eine Schroeteria nicht aber eine Ustilago findet sich von der Nährpflanze beschrieben, Journ. Myc. 1890, p. 117. Nach einer Mittheilung von *P. Hennings* entspricht der Pilz der U. Bollei Henn. einer von *Bolle* schon 1857 gesammelten, aber bisher nicht veröffentlichten Art. Die einzelnen, runden, tiefbraunen Sporen (von 8—9 μ Grösse) aus den sämmtlich brandigen Fruchtknoten einer Aehre der Nährpflanze keimen schon in Wasser unter Anschwellung auf fast die doppelte Grösse zu einem zweizelligen Fruchtträger aus, der aber keine Conidien bildet, sondern in den einzelnen Zellen nur zu einem Faden auswächst, der sich, nach rückwärts fortschreitend Begrenzungswände bildend, an seiner Spitze stetig verlängert, bis der Inhalt erschöpft ist (Fig. 27 $_{1-2}$). In Nährlösung erfolgt die

Keimung der Sporen ebenso, nur mit viel üppigeren und dickeren, aber sonst auch zweizelligen Fruchtträgern, die nun aber zur Bildung von eilänglichen Conidien übergehen (Fig. 28 und 29). Die Aussprossung der Conidien ist aber keine reiche. Auch in den Nährlösungen setzen sie, wenn sie abgefallen sind, die Sprossung nur eine begrenzte Zeit fort (Fig. 30). Sie keimen bald zu Fäden aus, die sich verdicken und mit der Verlängerung durch Scheidewände theilen. In Figur 31_{1-3} sind Bildungen dieser Art gezeichnet, die, mehrzellig geworden, schon wieder Conidien unter den Scheidewänden abgliedern. Auch diese Conidienbildung ist nur eine kurze, die Conidien schwellen oft noch an den Fäden sitzend an und treiben dann wieder zu neuen Schläuchen aus. Dies kann auch an den Sporenfruchtträgern geschehen, wie in Figur 29, die dann gleichsam einen mehrzelligen Seitenast tragen. Es geschieht aber selten, und es sind vorzugsweise die austreibenden Conidien, welche zu grösseren vielzelligen, mitunter verzweigten Bildungen heranwachsen, die an den Scheidewänden, wenn auch spärlich aber doch wieder fruchtbar in Conidien sind. Bei diesem Auswachsen der Conidien kommen Fusionen nicht selten vor, aber niemals Luftconidien. Im Vergleich zu den früheren Culturen zeigten alle Bildungen dieses Brandpilzes in Nährlösungen jeder Art und Verdünnung eine geringere Ueppigkeit, die vermuthen liess, dass der Parasitismus hier stärker ausgebildet ist.

Ustilago Coicis nov. sp. auf Coix lacryma.

Die verhältnissmässig grossen Früchte dieser Graminee werden von dem Brandpilze ganz verwüstet. Er stammt aus der Umgebung von Simla, von wo ihn *Barclay* zu senden die Güte hatte. An der grossen Pflanze waren alle Fruchtknoten brandig, die im Vergleich zu den reifen Früchten einer beigefügten gesunden Pflanze nicht sehr stark angeschwollen erschienen. Beschrieben ist der Pilz bis jetzt nicht. Die einzelnen braunen Sporen der schwarzen Brandmasse sind ein wenig rauh und meist von schwach ovaler Form, sie messen $7-9\,\mu$. Die Keimung trat erst an dem Materiale ein, als es 2 Jahre hindurch auf oder in feuchter Erde im Keller aufbewahrt war, und auch hier nicht in Wasser, sondern nur in Nährlösung. Die aus den Keimsporen austreibenden Fruchtträger waren stets vierzellig und hatten um die untere Scheidewand eine schwach verjüngte Stelle (Fig. 39 und 40), welche bald, ganz genau so wie es bei den Fruchtträgern der Ustilago Maydis (Heft V, Taf. IV, Fig. 12) geschieht, durch Aufwölbung und Spaltung der Membran in zwei Hälften zu einer Abtrennung der oberen drei Zellen des Trägers sich steigerte. Die an den Fruchtträgern gebildeten länglich spindelförmigen Conidien sprossten direct neue Conidien aus (Fig. 40_3), wobei sie sich langsam verlängerten und mit der Verlängerung auch Scheidewände bekamen. Sie wuchsen allmählich unter fortdauernder Conidienbildung an den Scheidewänden zu längeren Bildungen aus, die grösser wurden

als die Fruchtträger der Keimsporen und aus mehr als vier Zellen bestanden (Fig. 11_{1-6}); diese zeigten eine Uebereinstimmung mit den Einzelheiten, die uns von Ustilago grandis aus dem V. Hefte d. W. (Tafel IX, Fig. 22—24) bekannt sind.

Ustilago Vaillantii Tul. auf Muscari comosum.

Der Brand von Muscari ist keine seltene Erscheinung, er kommt überall vor, wo Muscari und vorzugsweise Muscari comosum zu finden ist. Ich selbst habe ihn an dem Südabhange der Alpen verschiedentlich angetroffen. Gewöhnlich ist der gesammte Blüthenstand einer Pflanze brandig und die dunkel olivengrünen Sporenmassen erfüllen die zerstörten Blüthenanlagen, vorzugsweise Antheren und Fruchtknoten. Die einzelnen Sporen sind unregelmässig länglich rund von 8—11 μ Grösse, und haben eine gelbe Farbe, ihre Keimung erfolgt auf das leichteste sowohl in Wasser wie in Nährlösungen.

In Wasser ist die Keimung schon von *Schroeter*[1]) gesehen und abgebildet. Es treibt ein länglicher Schlauch aus der Spore, der unten nahe an der Spore ein Knie, eine verjüngte Stelle zeigt, an welcher auch bald der obere Theil des Schlauches abgegliedert wird (Fig. 33_1). Auf der Keimspore ist der abgegliederte Schlauch noch einzellig; bald nach der Abtrennung bekommt er zwei Scheidewände und wird hierdurch dreizellig (Fig. $33_{3\text{ u. }4}$). Aus den Gliederzellen sprossen Conidien von der Form des ursprünglichen Keimschlauches aus, nur erheblich kleiner als dieser und in der Grösse bedeutend unter einander verschieden (Fig. 33_5). Die grösseren von diesen können die Sprossung noch einmal wiederholen, dann steht mit der abnehmenden Grösse die Bildung der Conidien und die weitere Entwicklung überhaupt still.

Ganz anders gestaltet sich die Entwicklung in Nährlösung. Die Sporenkeimung ist der Anlage nach dieselbe, nur dass die Spore alsbald selten nach einer, zumeist gleich nach zwei getrennten Richtungen je einen gleichgestalteten Keimschlauch treibt, der erheblich grösser und üppiger wird, wie bei der Sporenkeimung in Wasser (Fig. 32—34). Die Richtungen können entgegengesetzte sein oder auch an derselben Seite der Sporen liegen. Die Schläuche werden an dem Knie von der Spore abgetrennt. Während vorher in Wasser mit der Bildung eines Schlauches die Keimkraft der Spore erschöpft ist, setzt sie in Nährlösung die Bildung neuer Schläuche an der abgetrennten Stelle oder an den zwei getrennten Stellen, die also als Sterigmen functioniren, ungeschwächt fort, so lange nur die Nährstoffe des Culturtropfens reichen (Fig. 32_3 u. 34). Mit dieser erneuten und stetig fortgesetzten Keimschlauchbildung an derselben Stelle wachsen die Sterigmen, die die Schläuche nach und nebeneinander

[1]) *Schroeter*, Beiträge zur Biologie, Band II Taf. XII. p. 349. Beobachtungen über einige Ustilagineen.

abgliedern, allmählich weiter aus und ragen schliesslich mitunter weit aus der Keimspore hervor (Fig. 34). Es ist sogar nicht ganz selten, dass sich neben dem ersten ein zweites Sterigma ausbildet und nun beide auf einer Unterlage Schläuche austreiben, wie es in Fig. 24 dargestellt ist. Während nun die Keimsporen neue Schläuche bilden, wachsen die früheren abgetrennten in der Nährlösung weiter aus. Sie vergrössern sich und treiben zugleich in directer Sprossung an den Enden neue Sprosse als Conidien aus. Mit der Vergrösserung erfolgt erst eine Scheidewandbildung, welche den Schlauch zweizellig macht (Fig. $35_{1\text{ u. }2}$). Unter fortdauernder Conidiensprossung an den Enden und nun auch an der Scheidewand, wo sich neue Sterigmen ausbilden, verlängert sich der Schlauch weiter, nun nach der einen Seite bevorzugt, bis dann auch im Verlaufe dieser Verlängerung eine zweite Scheidewand auftritt, durch welche die Dreizelligkeit des Schlauches herbeigeführt wird (Fig. 35_4). Mit dieser erfolgt für gewöhnlich der Stillstand, es sei denn, dass — ganz ausnahmsweise — auch die zweite Zelle des noch zweizelligen Schlauches sich verlängert und getheilt hat, wodurch dann mal die Vierzelligkeit des Schlauches entsteht. Jede der Gliederzellen des Schlauches wird nun auch an den Scheidewänden fruchtbar und treibt auf hier entstehenden Sterigmen wie an den beiden Spitzen neue Conidien aus. Es ist die allgemeine Regel, dass die secundären Schläuche dreizellig werden und bleiben. Die Zellen vergrössern sich nur etwas in die Dicke und bekommen mit länger fortgesetzter Conidienbildung immer grössere Sterigmen, deren Zahl sich an derselben Stelle auch mal auf zwei vermehren kann (Fig. 32_3 u. 37 u. 38). Jede neu gebildete Conidie, die vom Schlauche abgetrennt ist, sprosst sogleich wieder, sich vergrössernd, neue Conidien direct aus, dann erfolgen erst mit der Vergrösserung die Scheidewände, bis die Dreizelligkeit und damit der Stillstand des Wachsthums, nicht aber der Conidienbildung erreicht ist, welche fortdauert, so lange es die Nährlösungen ermöglichen.

Da das Material hier von idealer Reinheit war, so konnten mit Hülfe der früher benutzten Glaskammern Culturen angesetzt werden, welche die Beobachtung der Entwicklung einer Keimspore lückenlos ermöglichen, wie es bei den Brandformen im V. Hefte fast stets geschehen ist. In den Bildern 1—3 der Fig. 32 sind die nach einander folgenden Zustände gezeichnet und in 3 die Summe der einzelnen Bildungen um die Keimspore wiedergegeben, genau in der Lage, wie sie sich im Mikroskope darboten. Die Keimspore hat in 1 u. 2 nur ein Sterigma, nachträglich in 3 aber zwei Sterigmen nach entgegengesetzten Seiten bekommen. Zahlreiche Conidien, die inzwischen schon zu zwei- und dreizelligen Schläuchen ausgewachsen sind, nebst jüngeren, die noch nicht getheilt, aber schon in der Abschnürung neuer Conidien begriffen sind, liegen umher in allen Formen und Stadien, wie sie nacheinander auftreten können.

Erst wenn die Nährlösungen der Erschöpfung zuneigen, hört die Sprossung von neuen Conidien auf, sie wachsen nicht mehr zu neuen Fruchtträgern aus und nehmen allmählich an Grösse bedeutend ab. Nach dem Stillstande der Sprossung erfolgt alsbald das fadige Auskeimen (Fig. 36 1 u. 2) aller Conidien, welche Grösse und welches Stadium der weiteren Entwicklung sie auch erreicht haben mögen. Gleich den ungetheilten Conidien treiben auch die Gliederzellen der schon getheilten und zu Fruchtträgern ausgewachsenen Conidien zu Keimfäden aus, an allen den Stellen, wo vorher Conidien abgeschnürt wurden. Schon mit dem Beginne der Fadenauskeimungen treten Fusionen in den möglichen Formen auf, hier zwischen den Gliederzellen verschieden grosser Fruchtträger (Fig. 38), dort zwischen Fruchtträgerzellen und Conidien und endlich zwischen Conidien in verschiedener Grösse unter sich. Sie sind späterhin allgemein, verlieren aber in dem Maasse an Deutlichkeit, als der Inhalt in die sich verlängernden Keimfäden entleert wird. Die Fäden erreichen, indem der Inhalt in die fortwachsenden Spitzen rückt und rückwärts stetig abgekammert wird, schliesslich eine bedeutende Länge.

Ueberträgt man, ehe noch die Conidiensprossungen in der Cultur zu Ende gehen, einzelne Keime mit einer reinen Nadelspitze in neue Nährlösungen, so geht die beschriebene Entwicklung unter steter Fortdauer der gleichen Bildungen unausgesetzt fort. Man kann sie monatelang fortführen und sich überzeugen, dass immer nur die erschöpfte Nährlösung einen vorübergehenden Stillstand bedingt; Brandsporen treten in der Länge der Zeit niemals auf, so wenig wie dies bei allen früheren Formen von Brandpilzen geschah, ihre Bildung ist wohl auf die Nährpflanzen allein beschränkt.

Im Vergleich zu den kümmerlichen Auskeimungen des Muscaribrandes in Wasser ist die Entwicklung in Nährlösungen eine ausserordentlich geförderte. Sie erinnert in ihren Bildungen an die Einzelheiten, welche uns aus dem V. Hefte von Ustilago longissima, Ust. grandis und Ust. bromivora bekannt und hier auf Tafel VIII X abgebildet sind. Bei den Sporenkeimungen von Ustilago Vaillantii werden die Keimschläuche erst, nachdem sie abgefallen sind, zu dreizelligen wieder Conidienbildenden Fruchtträgern, deren Conidien zwar direct aussprossen zu neuen Conidien, aber weiterhin immer wieder zu dreizelligen Conidienträgern heranwachsen. Bei der Ustilago longissima und Ust. grandis war es ähnlich, nur vergrösserten sich die Keimlinge und die später gebildeten Conidien allmählich zu grösseren vielzelligen Fruchtträgern mit Conidien, während bei Ustilago bromivora die Grösse und die Gliederung sowohl der Fruchtträger der Sporenkeimung, wie der aus den Conidien heranwachsenden Fruchtträger eine ganz bestimmte war und die Zweizelligkeit nicht überschritt. Dem letzten Falle würde sich also Ustilago Vaillantii anschliessen mit der Abweichung, dass hier die Fruchtträger typisch dreizellig werden.

Durch dies Verhalten der wiederholten Fruchtträgerbildung aus den auswachsenden Conidien zeigt die ganze Formenreihe nach dem Typus von Ust. Vaillantii eine weitgehende Verschiedenheit gegenüber den übrigen Formen der Gattung Ustilago, bei welchen die Conidien bildenden Fruchtträger nur einmal und zwar nur allein bei der Keimung der Brandsporen auftreten, die Conidien nicht zu neuen Fruchtträgern, sondern in directer Sprossung zu neuen Conidien auswachsen.

Wir kommen auf die Reihe dieser interessanten und wichtigen Abstufungen in der Ausbildung der Fruchtträger, der Hemibasidien, noch einmal zurück, wenn wir alle Formen der Brandpilze kennen gelernt haben und in der Schlussbetrachtung aus der vergleichenden Gestaltung der verschiedenen Formen der Hemibasidien ihren unterschiedlichen morphologischen Werth als die Vorstufen der eigentlichen Basidien der Basidiomyceten abzuleiten versuchen.

Ustilago Panici leucophaei nov. sp. auf Panicum leucophaeum.

Das Gras mit seiner Brandform stammt von *Ule* in Rio de Janeiro. Die ganzen Aehrenstände waren schon früh befallen und, noch von den Blättern eingeschlossen, in ein Brandlager verwandelt, an welchem die Einzelheiten der Blüthen nicht zu unterscheiden und wohl auch gar nicht zur Ausbildung gekommen waren. Die verhältnissmässig kleinen runden Sporen der schwarzen Brandmasse von 5—7 μ Grösse keimten in Wasser nicht aus, wohl aber in Nährlösung leicht und allgemein. Die vierzelligen Fruchtträger waren lang und schmächtig, unten an der Scheidewand knieartig verjüngt und gleichsam für die sehr bald eintretende Abtrennung der drei oberen Zellen des Trägers an dieser Stelle vorbereitet (Fig. 42 $_{1-2}$). Die Fruchtträger sind enorm fruchtbar an sehr kleinen, schmal spindelförmigen Conidien, die sich in directer Sprossung zu einer feingliederigen Form von Hefeconidien vermehren (Fig. 42 $_{1-3}$). Die abgetrennten Träger 3 sprossen, ohne sich weiter zu verändern, die Conidien ebenso aus, als ob sie noch am Träger sässen; die untere Zelle, die nach der Abtrennung an der Spore bleibt, verhält sich wie eine Gliederzelle im Verbande des Trägers, sie sprosst oben Conidien aus und zeigt nur die kleine Abweichung, dass sich das Sterigma auffallender als an den anderen Gliederzellen verlängern kann (Fig. 42 $_{2}$). Die Sprossconidien, die sich später in Form eines feinen weissen Niederschlags in dem Culturtropfen absetzten, keimten mit dem Stillstande der Sprossung nur träge zu Keimschläuchen aus, ohne zu fusioniren oder auch Luftconidien zu bilden.

Ustilago bullata Berk. auf Triticum orientale.

Die Nährpflanze mit dem Brandpilz, die nach der Bezeichnung der Kapsel aus Türkmenen stammte, ist mir durch *Hennings* aus Berlin zugeschickt worden. Das

schwarze Sporenpulver, welches die Fruchtknoten anfüllte, bestand aus unregelmässig runden, sehr dunklen Sporen von 9—12 μ Durchmesser, die in Wasser (Taf. VII Fig. 1_{1-3}), leicht, aber eigenthümlich auskeimten. Es kamen mehrere Keimschläuche zugleich aus der Keimspore, die aber bis auf einen sehr kurz blieben. Der einzig geförderte von diesen wuchs bis zur Erschöpfung lang aus, nach hinten mit seiner Verlängerung die bekannten Begrenzungswände in dem entleerten Schlauchtheile zurücklassend. Bei genauester Besichtigung der Keimung in ihren ersten Anfängen klärte sich die Verzweigung bald natürlich auf. Der Keimschlauch ist ursprünglich einfach und unverzweigt, er besteht aus einer dreizelligen Anlage eines Fruchtträgers, von welchem gewöhnlich nur die unterste Zelle allein, selten die beiden untersten, ohne Conidien zu bilden, direct zum langen Faden austreiben (Fig. 1_3). Mit dem Auswachsen der untersten Zelle der Trägeranlage wird die Spitze, die nicht auswächst, zur Seite gedrängt, und so macht es in einem frühen Stadium, wo der geförderte Seitentrieb kurz und nicht länger als die primäre Axe ist, den Eindruck, als ob mehrere Keimschläuche zugleich aufträten (Fig. 1_{1-3}). Nachträglich, wenn der Trieb weit ausgewachsen ist, trägt er scheinbar nach unten eine kurze Seitenspitze, deren Werth nicht anders als durch die genaueste Beobachtung der frühesten Zustände aufgeklärt werden kann. Es kommt einzeln vor, dass auch die zweite Zelle der Trägeranlage fadig austreibt, wie in dem Bilde 3, und dass dann nur die oberste Zelle als Spitzchen bestehen bleibt. Aber auch hier schon bleibt der zweite Trieb kurz im Vergleich zum untersten. Noch mehr ist dies der Fall, wenn mal alle drei Zellen zum Austreiben ansetzen; es kommen dann die beiden oberen, wie in 2, über ganz kurze Fortsätze nicht hinaus.

Das Bild der Auskeimung der Sporen in Wasser wird ein wesentlich anderes, wenn wir statt Wasser Nährlösung anwenden. Hier kommen die Fruchtträger sogleich zur normalen Ausbildung und bilden sogar Conidien aus, von welchen in Wasser niemals auch nur die Spur zu finden war. Als ich die Nährlösung zu den Wasserkeimungen in ihrem ersten Stadium zusetzte, konnte das Bild sofort zu Gunsten einer Auskeimung mit Conidien am dreizelligen Träger (Fig. 2) umgewandelt und der directe Beweis geliefert werden, dass die angeführte Auslegung der Keimung in Wasser eine richtige und bis ins Einzelne zutreffende war. Hier bekam ich auch mal das Bild der Figur 3 mit der Mehrzahl der Fruchtträger, die dann auf die Zweizelligkeit eingeschränkt waren. Die länglichen Conidien sprossten schon am Träger aus, mehr aber noch in der Nährlösung, wenn sie abgefallen waren. Die Verbände der Sprossconidien (Fig. 4) waren sehr regelmässig, sie wuchsen aber nur langsam und die Conidien neigten schon, ehe die Nährlösung verzehrt war, zur Bildung von Keimfäden (Fig. 5). Fusionen und Luftconidien blieben in allen Culturen aus.

Ustilago Schweinfurthiana Thüm. auf Imperata cylindrica.

Der letzten Form ähnlich verhielt sich eine Brandform, welche *Schweinfurth* aus Cairo mir zu übersenden die Güte hatte. Sie trat in den Früchten von Imperata cylindrica auf, die in eine schwarze Brandmasse umgewandelt waren. Die dunkel braunen nicht rauhen Sporen von 6—9 μ schwollen mit der Keimung beträchtlich an und bildeten in Wasser einen langen Keimschlauch mit einem kurzen Seitenast an der Basis, ohne Conidien. Auch hier erwies sich die ursprüngliche Trägeranlage einfach und aus drei Zellen gebildet, von welchen die unterste gefördert zu werden bestimmt ist, sie treibt in Fig. 7 2 zu einem langen sterilen Faden aus, während die oberen unentwickelt bleiben. Sobald man in der richtigen Beurtheilung der Einzelheiten nach Ausnahmefällen sucht, findet man sie in der bekannten Art wieder, indem bald mal zwei, bald in den Anfängen alle drei Triebe gefördert erscheinen (Fig. 6 u. 7). Es ist dies aber stets kurz vorübergehend, nachträglich und dauernd bleibt immer der unterste der begünstigte (Fig. 7). In Nährlösungen werden die Fruchtträger normal ausgebildet und fruchtbar in Conidien. Sie verlieren aber bald die Dreizelligkeit durch Auszweigungen neben den Conidien, die sich durch Scheidewände theilen und wieder verzweigen neben reicher Conidienbildung, die in dichten Büscheln auftreten (Fig. 8 u. 9). Die Conidien von länglicher Eiform haben Neigung mit den Tragfäden zu verwachsen und wiederum auszuwachsen, wodurch schliesslich reiche baumkronenartige Auszweigungen entstehen, zwischen welchen die Conidien in Büscheln sitzen (Fig. 9). Die Conidien, welche abfallen, sprossen eine Zeitlang in Hefenform (Fig. 10 u. 11), um dann bald ebenfalls fadig auszutreiben und wiederum conidientragende Verzweigungssysteme von Fäden zu bilden. Die Conidien sprossen auch auf den Fäden sitzend direct aus, und es wechseln bald in einer Zone die Conidiensprossungen, bald in einer andern die Fadensprossungen mit einander ab (Fig. 9). Durch dünnere Lösung werden die Fadenbildungen, durch concentrirte die directen Conidiensprossungen mehr gefördert. Es entstehen schliesslich ganze Rasen von dichtem Fadengeflecht mit Conidien durchsetzt, die auch in die Luft hineingehen und dann aussehen wie eine Schimmelbildung. Von dem Rasen verlaufen wieder stolonenartig über weite Flächen Ausläufer von Fäden, die sich nach hinten entleeren und kammern, nach vorn aber auf Zusatz von neuer Nährlösung sich verzweigen, um zu neuen conidienbildenden Rasen heranzuwachsen.

Ustilago Boutelonae humulis nov. sp. auf Boutelona humilis.

Die Nährpflanze mit dem bis jetzt nicht beschriebenen Brandpilze stammt vom Exercierplatz bei Quito in Ecuador, wo sie durch *Layerheim* gefunden und an mich gekommen ist. Die sehr kleinen Pflänzchen, denen eine gesunde zum Vergleich beigegeben war, sind schon in den jungen, noch von den Blättern eingeschlossenen

Blüthenständen befallen und zu einer schwarzen Brandmasse verwüstet. Die einzelnen Sporen sind auffallend gross, sie messen 20—25 μ, das glatte Exosporium fast schwarz. Ganz gegen alle Vermuthung keimten die stark cuticularisirten Sporen in Wasser unmittelbar aus und zwar in ähnlicher Art, wie die beiden früheren Formen. Es trieb ein langer unverzweigter Keimschlauch aus, der nur unten an der Spore einen sehr kurzen Seitenzweig trug. Bei genauer Besichtigung war er in zwei oder auch in drei kurze Zellen getheilt, selten ohne Theilung (Fig. 13_{1-4}). Die Anfangsstadien der Keimung zeigten wieder eine dreizellige unverzweigte Fruchtträgeranlage, von welcher immer nur die unterste Zelle zu dem langen Keimschlauche auswuchs, die oberen unentwickelt blieben. Auf Zusatz von Nährlösung blieben aber auch die oberen nicht geförderten Zellen des Fruchtträgers hier unentwickelt und nur die zum Schlauch ausgewachsene untere Zelle wurde beeinflusst. Der Keimschlauch oder Seitentrieb wuchs zu bedeutender Länge aus, trieb über die Nährlösung weit in die Luft hinein, ohne aber fruchtbar zu werden und Conidien zu bilden. Das einzige, was man ausser der Verlängerung sehen konnte, war eine Verzweigung wie in Fig. 13_2, die sich verschiedentlich wiederholte, aber ebenso steril endete, wie der Schlauch, von welchem sie ausging. Am Ende der Cultur war nur ein Haufen inhalterfüllter Fadenspitzen übrig, die nach rückwärts auf lange, entleerte und reich durchkammerte Hyphenrasen zurückführten.

Von den beiden früheren Formen unterscheidet sich diese Ustilago vorzugsweise dadurch, dass Conidien auch durch den Einfluss der Nährlösung nicht gefördert wurden[1]) und dass die oberen Zellen der Fruchtträgeranlagen an der grossen Spore oft nur in bestimmter Lage als kleines Spitzchen zu erkennen waren. Ohne Zuhülfenahme der vorausgehenden Formen, die noch Conidien hatten und die Fruchtträger mit Nährlösung deutlicher entwickelten, wäre es unmöglich gewesen, die Einzelheiten hier richtig zu deuten, die auch nur dann an Deutlichkeit gewannen, wenn die Fruchtträgeranlagen mal ausnahmsweise weit vorgeschoben waren, wie in Fig. $13_{2\text{ u. }3}$, so dass man, namentlich in den Anfängen, die bemerkenswerthe Förderung der unteren der drei Zellen der Anlage klarer unterscheiden konnte.

Ustilago Ulei Hennings auf Chloris Sp.

Ein besonders deutliches Bild, welches gleichsam den Typus der drei letzten Formen illustrirt, ist in dem Brande eines kleinen Grases gegeben, welches *Ule* aus

[1]) Wenn an dem erhaltenen Materiale bei den Keimungen in Wasser und in Nährlösungen auch keine Conidien auftraten, so ist es doch nicht ausgeschlossen, dass bei einem anderen Materiale noch Conidien gebildet werden. Wir werden sehen, dass z. B. bei der Ustilago Tulasnei bei der einen Form die Conidien fehlen, bei der anderen aber noch auftreten. Der Unterschied nach dieser Richtung ist nicht schwerwiegend, wie es sich aus der Summe aller Einzelheiten vergleichend leicht ergibt.

Rio de Janeiro an Dr. *Möller* geschickt hat.[1]) Der Brand tritt in den Blättern der Blattrosette des Grases auf, welche an der kranken Stelle eine deutliche blasenförmig aufgetriebene Erhöhung von oft nur geringer Grösse zeigen, die mit den schwarzen Brandsporen angefüllt ist. Die runden glatten Sporen von 7—9 μ Grösse keimen in Wasser zu einer dreizelligen Fruchtträgeranlage aus, die lang genug aus der Spore hervortritt, um alles Weitere deutlich übersehen zu können. Von den zwei oberen Zellen entwickelt sich keine weiter, nur die untere treibt zu einem langen Schlauche aus, der sich durch Spitzenwachsthum erschöpft wie in Fig. 14_6. Der Einfluss der zugesetzten Nährlösung äussert sich zunächst in dem ganzen Fruchtträger durch üppigere Entwicklung, sonst bleibt die Gliederung wie vorher. Die beiden oberen Zellen des Trägers werden dann fruchtbar und bilden Conidien,[2]) während die untere in grösserer Stärke ohne Conidien weitertreibt (Fig. $14_{1\ 5}$). Die Conidien wachsen lang spindelförmig aus und sprossen direct zu neuen Conidien weiter (Fig. 15). Der untere dicke Schlauch verlängert sich, bis er der Luft nahe kommt, dann gliedert er sich und treibt an allen Gliederzellen auf sehr langen Sterigmen Conidien aus, die der Luft zustreben und bald in Luftconidien übergehen und sich in diesen reichlich vermehren, wie in Fig. 17 und 18. Häufig treibt aber eine der Gliederzellen wieder fadig aus, um sich stolonenartig zu verlängern und an einer anderen Stelle dasselbe zu machen, wie der primäre Stolo. Man kann sich leicht überzeugen, dass die Gliederung an den Stolonen nicht mehr die Bestimmtheit zeigt, wie sie an dem Fruchtträger hervortritt, der aus der Spore keimt und stets dreizellig ist. Diese Regelmässigkeit ist also auf die Fruchtträger der Keimung beschränkt, sie wird später bei der weiteren Entwicklung durch Auswachsen verlassen. Die Conidien zeigen wieder eine grosse Neigung anzuwachsen und nicht abzufallen (Fig. 18). Die abgefallenen Conidien sprossen in Nährlösungen nur kurze Zeit weiter (Fig. 15), treiben dann zu Fäden aus, die erst wieder, wenn sie die Luft erreichen, neue Luftconidien bilden. Wie variabel die Gliederung in den langen Stolonen ist, die die Luft erreicht haben, zeigen die beiden Bilder der Figuren 17 u. 18, die nach hinten auf die entleerten und gekammerten Fadentheile zurückführen, die nur angedeutet sind. Unter den vielen Sporenkeimungen in Nährlösungen fanden sich nur vereinzelte, die in den drei Zellen des Fruchtträgers Conidien bildeten. Ich habe einen Fall dieser Art in Fig. 16 wiedergegeben, der zugleich durch die Bildung von

[1]) Der Brandpilz ist auch an *P. Hennings* gekommen, der ihn in der letzten Nummer der Hedwigia Bd. 34, Heft 2, p. 88, 1895 beschrieben und Ustilago Ulei benannt hat. Der Name konnte noch in die schon erhaltene Correctur des Bogens eingefügt werden.

[2]) Ganz vereinzelte Conidienbildung fand sich nachträglich auch bei massenhafter Sporenauskeimung in Wasser.

zwei Fruchtträgern aus einer Spore bemerkenswerth ist, von welchen der eine drei-, der andere nur zweizellig ist.

Der fast stete Mangel an Conidien bei der Sporenkeimung in Wasser und die nur kurze Fortdauer der Conidiensprossungen in Nährlösungen, verbunden mit der Neigung zum Anwachsen der Conidien an die Träger, lassen erkennen, dass die Conidienbildung im Rückgange begriffen, wenigstens nicht mehr auf der Höhe ist, wie bei den Formen, die sie in unerschöpflicher Fülle hervorbrachten (man vergleiche hierzu namentlich auch die Bilder von Ustilago destruens und Ustilago Ischaemi auf Tafel VII und XI im V. Hefte). Der extremste Fall nach dieser Richtung ist in Formen gegeben, die überhaupt keine Conidien, weder in Wasser noch in Nährlösungen, mehr ausbilden. Formen dieser Art sind mir eine Reihe unter der Gattung Ustilago begegnet. Ich habe schon im V. Hefte in Ustilago Crameri, Ustilago hypodytes, Ustilago Rabenhorstiana und Ustilago neglecta 4 Formen cultivirt, die an Conidien ganz unfruchtbar blieben, und kann diesen jetzt noch einige weitere hinzufügen, zunächst

Ustilago (?) Adoxae nov. sp. auf Adoxa moschatilina.

Dieser Parasit wurde von dem Gärtner am botanischen Institut in Münster, *A. Kappenberg*, in den unterirdischen Axen von Adoxa moschatilina im hiesigen Schlossgarten aufgefunden. Diese hatten eine schmutzige Farbe und waren etwa um das Doppelte angeschwollen. Auf Querschnitten enthielten sie in den parenchymatischen Geweben die schwärzlich erschienen, die verhältnissmässig grossen, unregelmässig runden, 18—22 μ messenden, schwarzen Sporen des Pilzes. Einzelne Zellen waren mit den Sporen fast angefüllt. Die vorsichtig und reinlich isolirten Sporen keimten aber weder in Wasser noch in Nährlösung aus. Erst als sie ein Jahr hindurch in feuchter Erde im Keller aufbewahrt waren, trat die Keimung ein. Sie ist in Figur 12 dargestellt und besteht in der Bildung eines einfachen Keimschlauches, der den Seitentrieben der früheren Formen gleicht und wie diese sich in einfachem Längenwachsthum erschöpft, ohne zu fructificiren. Auch Nährlösung, die den Culturen zugesetzt wurde, hatte keinen anderen Einfluss als den einer weiteren Verlängerung. Es war hier nicht möglich, auch bei der genauesten Untersuchung das Rudiment einer Fruchtträgeranlage zu finden. Hiernach ist die Zugehörigkeit zur Gattung Ustilago wohl nicht als ganz gesichert anzusehen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass hier der einfache und typisch einschlauchige resp. einzellige Fruchtträger einer Form der Tilletia-Reihe vorliegt, der auch nicht mehr fructificirt und nun, auf den vegetativen Zustand reducirt, sein einziges charakteristisches Unterscheidungsmerkmal verloren hat. Nach dem Vorkommen der Brandsporen in ähnlicher Art, wie bei anderen einfachen Tilletiaceen, ist diese Erwägung wohl nicht ganz von der Hand zu weisen.

Uebereinstimmend mit dem Brande auf Adoxa verhält sich die Ustilago

seminum, die *Juel*, der Autor dieser Form, auf Arabis petraea aufgefunden und in den Verhandlungen der Akademie in Stockholm Nro. 9, 1894 beschrieben hat. Der Brand zeigt sich auf den Samenanlagen in den Schoten der Nährpflanze als blassbraunes Pulver. Die rundlichen rauhen Sporen keimen, wie *Juel* fand, mit einem Keimfaden, der steril an Conidien bleibt. Ich kann die Beobachtungen *Juel's* nach dem von ihm empfangenen Materiale des Brandes bestätigen und hinzufügen, dass der Keimschlauch, der aus der Spore keimt, von Anfang an einfach, ohne Scheidewände ist und bleibt. Mit seiner Verlängerung treten nach hinten nur Kammerungswände auf. In geeigneten Nährlösungen kann man den Keimschlauch zu Verzweigungen bringen, die auch *Juel* beobachtet hat, ohne dass hierbei wirkliche Theilungswände auftreten. Die Verzweigungen sind mycelartig, sie verlängern sich bis zur Erschöpfung, unter steter Abkammerung nach rückwärts, bis schliesslich nur die einzeln inhalterfüllten Spitzen isolirt übrig bleiben. Der Keimfaden der Brandspore hat keinerlei Attribute eines Fruchtträgers, er ist und bleibt ungetheilt und dauernd steril an Conidien. — Die gleiche Keimung wie Ustilago Adoxae und Ust. seminum zeigt auch das sogenannte Sorisporium Saponariae Rudolphi, der Ustilago Rudolphii Tul. in den Blüthen von Saponaria officinalis. Die sehr lose verbundenen rauhen gelben Sporen treiben nur einen einfachen Keimschlauch, der, ohne Scheidewände und ohne Conidien zu bilden, sich bis zur Erschöpfung verlängert mit rückwärts auftretenden Kammerungen (vergl. *Woronin* Beiträge 5, Tafel III). In dünnen Nährlösungen bilden die Keimschläuche, wie ich fand, weiterhin Verzweigungen, die aber immer steril bleiben und schliesslich in den einzelnen, isolirten Spitzen der Verzweigungen, ohne jede Fructification in Conidien, enden.[1])

Ustilago Tulasnei Kühn auf Sorghum vulgare (Ust. Sorghi Link).

Die erste Form dieses Brandpilzes, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, stammte von *Barclay*, und zwar aus der Umgebung von Simla im Himalaya. In seinem Vorkommen und in der äusseren Erscheinung hat der Pilz grosse Aehnlichkeit mit der Ustilago cruenta Kühn, welche mit ihm die gleiche Nährpflanze bewohnt. In dem Verhalten der Sporen bei der Keimung tritt aber der Unterschied zwischen den beiden Brandformen sehr bald hervor. Die Sporen der Ustilago Tulasnei = 5—8 μ, etwas kleiner als die von Ust. cruenta, keimen in Wasser auch nach wochenlangem Liegen gar nicht aus. Die Keimung ist nur in Nährlösungen zu erreichen, worin die Sporen erst stark anschwellen und dann zu einem vierzelligen Fruchtträger austreiben. Die Fruchtträger bringen sehr spärlich lange spindel-

[1]) Die Sporen von Ustilago Luzulae und Ust. echinata, die *A. Kappenberg* in der Umgebung von Münster auffand, liegen zur Zeit noch zum Auskeimen in feuchter Erde.

förmige Conidien (Fig. 19$_{1-3}$) hervor, die so sehr zum Anwachsen an die Träger neigen, dass sie nur in geringer Zahl und mitunter gar nicht frei werden (Fig. 20 u. 21). Die abgetrennten Conidien sprossen nur kurze Zeit für sich weiter (Fig. 19), dann wachsen sie zu langen Fäden aus. Wenn die Conidien mit dem Träger verwachsen bleiben, treiben sie an dem Träger ebenso zu Fäden aus, und man kann unten am Träger ihre Form noch deutlich genug erkennen (Fig. 20 und 21). Durch die fördernde Wirkung der Nährlösung werden hier nicht selten zwei Fruchtträger aus einer Spore gebildet, wie in Figur 19 und 20, die beide zunächst noch Conidien abtrennen, welche dann aber anwachsen und am Träger zu Fäden austreiben. Wird schon hierdurch die Regelmässigkeit des ursprünglichen vierzelligen Trägers verwischt, so geschieht dies noch mehr durch weiteres vegetatives Auswachsen der Träger, die länger werden und in der Verlängerung weitere Scheidewände bekommen. Diese Verlängerung sieht aber in vielen Fällen nicht anders aus als wie die, welche durch An- und Auswachsen der Conidien entsteht, so dass die Bilder in diesem Zustande, zumal wenn viele Conidien anwachsen, kein genügend deutliches und in den Einzelheiten sicher unterscheidbares Bild mehr geben. Es bedarf nur des Hinweises auf den mittleren Theil der Figur 21, um sich zu überzeugen, dass diese Stadien einem unregelmässig verzweigten Mycelium ähnlich sehen und nicht verschieden sind von den schon im V. Hefte bei Ustilago destruens Lév. gemachten Beobachtungen, wie sie dort auf Tafel VII in Figur 23 dargestellt wurden. Natürlich sind nur sehr kleine Bilder darstellbar, die aber dadurch in ihren centralen Theilen deutlicher werden, dass eine Anzahl von Fäden zu langen Stolonen auswachsen und sich hierbei nach hinten an Inhalt entleeren (Fig. 21). Diese Stolonen wachsen über weite Flächen hin und erfahren in den inhaltführenden Spitzen nachträglich wieder neue Theilungen, die dann ein abermaliges Auswachsen der Gliederzellen zur Folge haben (Fig. 21 c). In einem gewissen Stadium sind die entleerten Mycelien wie von einem Kranz inhalterfüllter Spitzen umgeben, die wieder auswachsen, sich entleeren und den kranzartigen Hof, der sich allmählich um die Keimspore gebildet hat, in immer weitere Umgebung vorschieben. Die Entwicklung des Anfangs regelmässigen Sporenfruchtträgers gestaltet sich mit fortschreitender und stets steriler Vegetation zu einem unregelmässigen Vegetationskörper, der ebensogut einem beliebigen Saprophyten angehören könnte. Die Theilungen in den Spitzen der langen Ausläufer sind zwar fruchtträgerähnlich, ebenso das weitere Auswachsen unter den Scheidewänden, aber die Zahl der Theilungen ist unbestimmt, sie kann von zwei auf zehn Scheidewände steigen (die einzelnen Bilder in c der Figur 21). Mitunter sind auch, abgesehen von der Spitze, in den rückwandigen Fadentheilen noch inhalterfüllte Stellen, die sich gleich der Spitze theilen. Wenn die Spitzen mit neuer Nährlösung versehen werden, verhalten sie sich nicht anders, als ob sie Sporenfruchtträger wären, sie wachsen wie in Figur 22 auf das üppigste aus und jede wird zum Central-

punkt weiterer mycelialer Auszweigungen, von welchen neue Stolonen mit neu getheilten Spitzen ausgehen. In dem weiteren Verlaufe bleibt die völlige Sterilität an Conidien bestehen, es wird sogar unmöglich, in den aus den Hauptfäden austreibenden Seitenaxen die Anlage einer angewachsenen Conidie zu erkennen, wie aus Figur 22 erhellt. Wir können also aussagen, die Bildung freier Conidien, schwach wie sie ist, ist ausserdem noch auf den ersten Act der Sporenkeimung allein beschränkt und nachträglich nicht mehr zu beobachten. Um von den Dimensionen der schliesslich erreichten Culturen eine Vorstellung zu geben, will ich bemerken, dass sie sich auf immer neuen Zusatz von Nährlösungen schliesslich über den ganzen Objectträger erstreckten, dass die Fäden in die Luft hinauswuchsen und dass hier, unterschiedlich von Ustilago destruens (Fig. 24 Taf. VII) im V. Hefte, auch Luftconidien niemals auftraten. In der Länge der Zeit wurden die Stolonenspitzen noch immer üppiger und vielzelliger und auf Zusatz neuer Nährlösung der hofartige Kranz um die Cultur immer dichter und reicher an Fäden.

Unabhängig von dem aus Simla stammenden Materiale des Pilzes erhielt ich aus dem Berliner Museum eine weitere Probe desselben, die *Schweinfurth* in Afrika gesammelt hatte. Sie stimmte in allen Punkten mit dem Materiale aus Asien überein, nur in der Sporenkeimung zeigte sich die Abweichung, dass hier keine freien Conidien mehr auftraten, dass aber der weitere Verlauf der Entwicklung in nichts von der vorstehenden Form verschieden war. Hätte also nur das Material aus Afrika allein zur Verfügung gestanden, so hätte das Resultat auf fehlende Conidien lauten müssen. Es zeigt dieser Fall, dass bei sonst regelmässiger Gliederung der Sporenfruchtträger die Sterilität an Conidien mit Vorsicht zu beurtheilen ist, dass die Conidien bei der Form von einer Stelle aus dem Entwicklungsgange verschwinden, bei der Form von einer anderen Stelle noch auftreten können, wie es hier bei dem Materiale aus dem Himalaya aus Asien geschah, bei dem allerdings örtlich sehr weit entlegenen Material aus Ostafrika nicht mehr zutraf. — Ich hatte noch Gelegenheit Ustilago Crameri Körnicke auf Setaria italica aus dem Himalaya vergleichend mit dem Materiale aus dem landw. Versuchsgarten in Halle von *J. Kühn* zu prüfen, welches ich vor 12 Jahren (im V. Hefte, Taf. VII, Fig. 18 u. 19) cultivirt habe. Hier war aber das Ergebniss ein negatives; auch das neue Material wollte keine Conidien bilden, so wenig wie das frühere.

Ustilago Paspali dilatati Hennings auf Paspalus dilatatus Poir.

Diese Brandform, die *Dr. Möller* in der Umgebung von Blumenau in Brasilien in grosser Verbreitung gefunden und mir *P. Hennings* zugesandt hat, verwüstet die Inflorescenzen der Nährpflanzen so total, dass sie ganz unkenntlich werden. Es bleibt von dem Blüthenstande so zu sagen nichts wie eine braun schwarze Brandmasse übrig.

Die ziemlich grossen Sporen von 12—15 μ, mit unverziertem Exospor, keimten leicht aus, nachdem sie ein Jahr im Keller in Erde gelegen hatten. Bei der Keimung in Wasser wurden vierzellige Fruchtträger gebildet, aus deren Zellen grosse lange Conidien austrieben (Fig. 23 $_{1-2}$). Mitunter trat zwischen den Zellen des Fruchtträgers erst eine Oeseufusion ein, von welcher dann ein längerer Faden ausging, der die Bildung einer Conidie übernahm (Fig. 23 $_2$). Die abgefallenen Conidien wuchsen zu einem langen Keimschlauche aus. Durch den Einfluss von Nährlösung wurde die Bildung der Conidien an den Fruchtträgern reicher, die Fusionen unterblieben und die abgefallenen Conidien sprossten direct zu neuen Conidien aus, um später ebenfalls mit dem Stillstande der Sprossung zu Fäden auszuwachsen (Fig. 24 $_{1-3}$).

Ustilago Hordei Bref. auf Hordeum und Triticum.

Bis zu meinen Untersuchungen der Brandpilze durch die Cultur der Sporen in Nährlösungen im V. Hefte d. W. wurden mit der Bezeichnung Ustilago Carbo oder Flugbrand die Brandformen einheitlich benannt, welche auf Hafer-, Gerste- und Weizen-Formen vorkommen. Dem Aussehen nach bieten sie keine auffälligen und durchgreifenden Unterschiede dar und bei der Cultur der Brandsporen in Wasser traten die Verschiedenheiten, ob an den Fruchtträgern einige wenige oder gar keine Conidien gebildet werden, um so weniger hervor, als die Keimung der Sporen in Wasser oft an sich eine mangelhafte ist. Erst mit der Ausführung meines Gedankens, dass auch die specifischen Parasiten der Cultur in Nährlösungen zugänglich seien, und mit dem sich anschliessenden Nachweise, dass die Parasiten, hier speciell die Brandpilze, in den Nährlösungen Stadien der Entwicklung durchlaufen, die auf den Nährpflanzen gar nicht auftreten, die sich also ohne Anwendung der Cultur der Beobachtung entziehen und nicht zur Geltung kommen, — erst mit diesem neuen Angriffsmittel war es möglich, Verschiedenheiten aufzusuchen und aufzufinden, die trotz gleicher äusserer Erscheinung und Uebereinstimmung in den Sporenlagern gleichwohl bestehen konnten. Ich selbst war durch die Fülle meiner Arbeiten und Culturen, deren Resultate in den fünf letzten Theilen meines Werkes (nach dem Erscheinen der ersten Untersuchungen der Brandpilze) zur Veröffentlichung gekommen sind, so in Anspruch genommen, dass ich nicht die Zeit fand, das mit dem neuen Gedanken und der vervollkommneten Methode erschlossene weitere und reiche Material sogleich allseitig zu erschöpfen. Erst nach einer Reihe von Jahren wurde ich durch einen Zufall auf die schon früher untersuchte sogenannte Ustilago Carbo von Neuem hingelenkt. Ich hatte nach den verschiedensten Erdtheilen Verbindungen angeknüpft, um Sporenmaterial von ausländischen Brandformen zu bekommen. Unter den Zusendungen fand sich auch eine Kapsel aus Jokohama in Japan mit zwei brandigen Gerstenähren, die mir der Oberstabsarzt Dr. *Kügler* in Ermangelung anderer Brandformen gesandt hatte.

Ich liess diese Aehren, die gerade so aussahen, wie es die brandige Gerste bei uns auch thut, einige Wochen unbeachtet auf meinem Arbeitstische liegen, bis mir der Einfall kam, doch mal zu versuchen, ob diese Flugbrandform auf der Gerste in Jokohama sich wohl bei so weiter Entfernung und langer unabhängiger Entwicklung der unseren gleich verhalte. Ich setzte einige Culturen an und fand, da die Sporen leicht und allgemein auskeimten, dass das Verhalten des Brandes durchaus verschieden war von dem Flugbrande auf Hafer, den ich für meine früheren Untersuchungen ausschliesslich und allein benutzt hatte. Während hier, wie auf Tafel II und III im V. Hefte abgebildet ist, an den vierzelligen Fruchtträgern Conidien gebildet, und in der Fortdauer unendlicher Sprossung bis zu dicken Sedimenten von Hefeconidien in den Nährlösungen angehäuft wurden (eben dem Materiale, welches für die mitgetheilten Infectionsversuche auf Hafer als Grundlage diente), war hier an den zunächst ebenfalls vierzelligen Fruchtträgeranlagen auch nicht eine einzige Conidie zu finden (Fig. 29). Die mehrmals wiederholten Culturen der Sporen blieben alle conidienfrei und es war nicht zu bezweifeln, dass hier, trotz gleicher äusserer Erscheinung des Brandes, eine andere Form desselben vorlag, als wie sie früher im Haferbrande untersucht war. Ich entsann mich sogleich, dass ich in früherer Zeit bei der Cultur der Flugbrandsporen in Wasser das eine Mal Conidien, das andere Mal keine gesehen hatte, dass also wahrscheinlich der Gerstenbrand auch bei uns von dem Haferbrande verschieden sein dürfte. Ich holte nun Gerstenbrand von mehreren entlegenen Stellen, bat *J. Kühn* um die Zusendung dortigen Gerstenbrandes, empfing dann aus dem Himalaya und aus Calcutta Proben des Brandes, und stellte fest, dass die Sporen von allen Sendungen sich gleich verhielten und keine Conidien bildeten. Zur Ergänzung erhielt ich noch von *J. Kühn* Weizenähren mit dem Brande, den ich vereinzelt dann auch hier fand, und die Sporen auch dieses Brandes verhielten sich dem Gerstenbrande gleich und machten keine Conidien. Es lag nun der Gedanke nahe, dass der Brand auf den Formen der Hordeaceen ein anderer als auf den Avenaceen sein möchte. Neue Versuche der Culturen mit den Sporen vom Haferbrande, die immer Conidien in unendlicher Fülle hervorbrachten, von welchem Standorte, aus welchem Lande der Brand stammen mochte, gaben nur Bestätigungen des Gedankens, der nun auch ein Licht warf auf die in dem ersten Theile dieses Heftes mitgetheilten negativen Erfolge der Infection des Haferbrandes auf Gerstenkeime, die sich damals einer Erklärung gänzlich entzogen. War der Brand auf Gerste eine eigene Form und verschieden von dem Brande des Hafers, so konnte nichts natürlicher erscheinen als die Thatsache, dass die Brandformen gegenseitig nicht übertragbar seien, dass also der Haferbrand auf der Gerste nicht zur Entwicklung zu bringen war. Als diese Einzelheiten festgestellt waren, wurde ich veranlasst, im Club der Landwirthe in Berlin, wo ich schon früher über die erste Serie der Cultur der Brandpilze berichtet hatte, einen Vortrag über die

weiteren Untersuchungen der Brandpilze und namentlich der nachträglich ausgeführten Infectionsversuche zu halten. Ich habe dort auch die über den Gerstenbrand im Vergleich zu dem Brande des Hafers damals schon festgestellten Einzelheiten vorläufig mitgetheilt und den Namen Ustilago Hordei für ihn eingeführt (Februar 1888).

Mit der blossen Anführung, dass die Fruchtträgeranlagen des unterschiedenen Brandes keine Conidien bilden, ist aber nur ein Unterschied gegen den Haferbrand hervorgehoben, eine weitere Verschiedenheit zeigte sich auch in dem weiteren Verlaufe der Cultur. Ich habe eine Entwicklungsfolge, die in den feuchten Kammern an ein und derselben Spore beobachtet wurde, in Fig. 29 $_{1-5}$ zur Darstellung gebracht, die sich bei mehrfachen Wiederholungen auch mit Weizenbrand stets gleich blieb. Die Fruchtträgeranlagen werden erst vierzellig, genau wie beim Haferbrande. Während dann hier die Conidien aussprossten, bleiben die Fruchtträger des Gerstenbrandes steril, treiben aber an den Stellen, wo sonst die Conidien aussprossen, zu Fäden aus (Fig. 29 $_{3\text{ u. }4}$). Es ist bei diesen gleichmässig dick austreibenden Fäden nicht möglich, angewachsene Conidien, wie in Fig. 20 u. 21 bei der Ustilago Tulasnei, zu erkennen. Die Fäden wachsen schnell weiter und erfahren auch mit fortschreitender Verlängerung Theilungen nach rückwärts, die, wie in dem Bilde 5, die ursprüngliche vierzellige Fruchtträgeranlage undeutlich machen und dem Ganzen fortschrittlich das Aussehen eines Mycelium der höheren Pilze mit septirten Mycelien geben. Ueber die Zeichnung 5 hinaus lassen sich die einzelnen Verzweigungen nicht mehr sicher unterscheiden, ein weiteres Bild ist darum nicht gezeichnet worden. Es mochte auf etwa die 5—6fache Vergrösserung ausgewachsen sein, als die Bildung der Stolonen sich zeigte (Fig. 31 u. 32). Die Fadenenden trieben lang aus über weite Strecken hin und entleerten sich nach hinten unter Bildung von Kammerungswänden. Die allein Inhalt führenden Spitzen, anfangs einzellig, theilten sich dann in eine Anzahl von Zellen, höchstens aber fünf bis sechs (Fig. 31 $_{1-4}$). Jede dieser Zellen trieb nun wiederum unter den Scheidewänden zu einem bis drei Keimschläuchen aus, die zu neuen Stolonen wurden und genau denselben Vorgang, nachdem sie weite Strecken überwachsen hatten, wiederholten (Fig. 32 $_{1-3}$). In dieser Art wurden die centralen Theile der ursprünglichen Myceelanlage allmählich entleert und damit wurde, indem sich die erste und weitere Generation von Stolonen ebenfalls entleerte zu Gunsten neuer Stolonenanlagen, der Umkreis der Fäden immer weiter gespannt, und um jede frühere Zone der inhalterfüllten Enden in steter Wiederholung so lange eine neue angelegt, als die Nährlösungen nur ausreichten. In den Figuren 31 und 32 sind eine ganze Anzahl von Stolonenenden gezeichnet, die wiederum zur Bildung neuer Stolonen in allen Stadien der Theilung und des Austreibens sich anschicken. Die Culturen gehen, wenn nur die Nährlösungen reichen und keine fremde Schimmel hinzukommen, endlos fort. In Fig. 30 ist eine nur kleine Cultur

in natürlicher Grösse gezeichnet, die aber schon eine schwach gelbliche Färbung erkennen liess, die den in die Luft treibenden Stolonen in ihrer Masse eigenthümlich ist; sie ist in der Lithographie nicht wiedergegeben, weil dadurch unnütze Kosten für dies eine kleine gefärbte Bild auf der Tafel entstanden sein würden. Es wurden diese Culturen weiterhin, mit immer neuem Material von neuen Standorten erneut, einen ganzen Sommer fortgeführt, ohne dass auch nur in einem Falle eine Spur von Conidien aufgetreten wäre.

Abgesehen von dem Mangel an Conidien, der einen wesentlichen Unterschied des Gerstenbrandes von dem Haferbrande bedingt, zeigte sich bei sehr genauer Besichtigung der Sporen bei sonst gleicher Grösse eine geringe Verschiedenheit darin, dass die Sporen vom Haferbrande rauher und an der einen Seite etwas heller sind als die vom Gerstenbrande, die im Allgemeinen einen Ton dunkler erscheinen. Freilich ist diese Rauheit der Sporen überhaupt nur unbedeutend, sie konnte für den Gerstenbrand ohne Uebertreibung nicht mal angedeutet werden und ist in den Figuren 26—28 für den Haferbrand in der versuchten Andeutung schon übertrieben ausgefallen. Vom grösserem Werthe ist dagegen die geringere Keimdauer der Sporen bei der Ust. Hordei, die schon nach Jahresfrist weder von einer Weizenähre noch von Gerstenähren aus verschiedenen Standorten nicht mehr auskeimten, während der Haferbrand noch nach Jahren leicht und sicher auskeimt.

Nach meiner vorläufigen Mittheilung über die Verschiedenheit des Gersten- und Weizenbrandes, also des Brandes auf Hordeaceen, von dem Brande auf Avenaceen (im Club der Landwirthe im Februar 1888) ist dann alsbald von *E. Rostrup* der Flugbrand in seinen verschiedenen Formen einer genauen Untersuchung unterzogen worden, und der Autor hat ausser der von mir unterschiedenen Form von Ustilago Hordei noch drei weitere Formen ausgeschieden, indem er die auf Arrhenatherum elatius perennirende Brandform als selbständige Art mit der Bezeichnung Ustilago perennans abtrennt, ebenso die Form auf Triticum zu einer selbständigen Art erhebt als Ustilago Tritici und endlich einen besonderen Gerstenbrand mit Conidien als Ustilago Jensenii ausscheidet, die auf Hordeum distichum vorkommt. Ich habe auf diese Mittheilungen von *Rostrup* hin im Jahre 1891 noch einmal die früheren Culturen aufgenommen, zum Theil mit Hafer- und Gerstenbrand aus der Umgebung von Münster, zu einem anderen Theile mit einem Materiale, welches mir *J. Kühn* aus dem landw. Versuchsgarten in Halle zur Verfügung zu stellen die Güte hatte. Ich fand dann meine früheren Resultate in allen Einzelheiten bestätigt. An dem Weizenbrande war kein nennenswerther Unterschied in der Sporengrösse, in der Keimung der Spore ohne Conidien und in der sehr schwach ausgeprägten Rauheit der Aussenhaut gegenüber dem Gerstenbrande gegeben. Nach dem Material, welches mir zur Verfügung stand, liegt demnach meines Erachtens kein genügender Grund für die Gründung einer besonderen

Art des Weizenbrandes vor. Der Brand auf Hordeum distichum erectum aus dem Hallenser Garten stimmte ebenfalls, namentlich in der Keimung ohne Conidien, mit dem früheren Gerstenbrande überein.

Ustilago Jensenii Rostr. auf Hordeum distichum.

Ich liess damit die weitere Cultur als gegenstandlos zunächst wieder fallen, bis ich in diesem letzten Sommer für die Veröffentlichung der II. Serie der Brandpilze mir den Gerstenbrand noch einmal ansah und noch einmal cultivirte. Zu meinem grössten Erstaunen war der sämmtliche Gerstenbrand um Münster und auch in weiterer Umgebung nicht mehr der conidienlose, wie noch vor vier Jahren, sondern so reich an Conidien, wie es früher und auch jetzt noch der Haferbrand war. Ich liess mir aus verschiedenen Stellen Deutschlands weitere Proben schicken, erhielt auch solche z. B. in mehreren Sendungen von Halle, und fand überall dieselbe conidienreiche Form und keine Spur mehr von dem früheren conidienlosen Gerstenbrande (Fig. 33—35). Ein Vergleich der Sporen zeigte nur den geringen Unterschied, dass die Sporen nicht rauh waren und dass bei ihrer Keimung in Nährlösungen der Fruchtträger mit den drei oberen Zellen häufig von der Keimspore, in der eine Zelle des Trägers verblieb, abgetrennt wurde, wie es in den Zeichnungen der Fig. 35 dargestellt ist; auch wollte es mir scheinen, dass die Culturen mit den Conidiensprossungen weniger schleimig waren, wie die früheren von den Conidien des Haferbrandes. Es konnte nach diesen neuen Befunden kein Zweifel bestehen, dass hier die von *Rostrup* unterschiedene Form von Ustilago Jensenii vorlag, die sich aber vom Haferbrande nur durch die etwas dunkleren nicht rauhen Sporen, sonst in nichts unterschied. Es scheint mir die Beibehaltung dieser Art trotz der geringen Unterschiede nicht unberechtigt, es dürften aber weitere Vergleiche mit dem sehr ähnlichen Haferbrande noch nothwendig sein, die vielleicht zu einer Aufklärung führen können, wie dieser neue Gerstenbrand nach so wenigen Jahren die frühere conidienlose Form so zu sagen verdrängen und ersetzen konnte.

Von dem perennirenden Haferbrande *Rostrup's* auf Arrhenatherum habe ich früher schon und dann in diesem Sommer abermals Culturen in Nährlösungen gemacht. Ich fand vordem keinen nennenswerthen Unterschied und konnte auch jetzt keinen anderen finden als den, dass die Sporen etwas kleiner wie vom Haferbrande sind, sonst rauh in schwacher Form wie diese. Sie keimen auch ganz genau wie die von Ustilago Avenae, nur etwas träger in Wasser, bei Zusatz von Nährlösung aber ausnahmslos aus. Die Fruchtträger sind mal kurz, mal lang, mal dicker oder dünner, wie es in den Figuren 26—28 gezeichnet ist, die Conidien vermehren sich endlos in directer Sprossung bis zu mächtigen Niederschlägen, die ganz gleich denen der Ustilago Avenae sind. Der wesentliche Charakter der neuen Form als Ustilago perennans würde also

in dem Perennniren in den Nährpflanzen gegeben sein. Dies Perennniren liegt aber in den Nährpflanzen und zieht nur secundär den Pilz in Mitleidenschaft. Wenn die Nährpflanzen am Leben bleiben, so bleiben auch die Pilzhyphen in den Nährpflanzen am Leben, die mit der Streckung vorzugsweise in den Knoten der brandigen resp. inficirten Pflanzen nachweisbar sind. Bei einjährigen monocarpischen Pflanzen werden entweder keine Axillarsprosse getrieben, in welche die in den Knoten verbleibenden Hyphenreste eindringen können, oder wenn dies geschieht, werden auch sie schon in dem ersten Jahre mit dem Hauptstocke brandig. Nur weil die Nährpflanzen nicht perennniren, kann hier auch der Pilz nicht perennniren. Würde Avena sativa gleich dem Arrhenatherum perennniren, so wäre kein Zweifel, dass auch die Ustilago Avenae hier perennnirend aufträte. Es folgt hieraus von selbst, dass in dem Perennniren eines Parasiten kein morphologischer und also specifischer Charakter gegeben sein kann, es liegt hier nur der Charakter der Nährpflanze, nicht die Eigenart des Parasiten vor, wie dies ja auf das schlagendste aus den Ausführungen im ersten Abschnitte dieses Heftes über das jährliche Auftreten der Brandkrankheiten in perennnirenden Pflanzen erhellen muss. — Es sind nachträglich noch mehrere Formen der früheren Ustilago Carbo unterschieden worden, so z. B. eine Ust. medians von *H. Biedenkopf* (Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, IV. Band, 6. Heft) auf Gerste in der Umgegend von Halle, die Conidien bildet und durch rauhe Sporen von Ust. Jensenii verschieden sein soll. Ich habe dies Material aus einer gütigen Sendung von *Biedenkopf* untersucht und möchte doch nicht glauben, dass man auf solche minimale Rauhheit der Sporen neue Arten gründen kann. —

Wir kommen jetzt zu der langen Reihe der rauhsporigen Formen der Gattung Ustilago, welche in grosser Zahl cultivirt wurden. Es ist, freilich durch etwas enge Gruppirung der einzelnen Figuren, möglich geworden, die sämmtlichen Formen auf einer Tafel VIII zusammenzustellen und hierbei die Ordnung so zu treffen, dass die Formen ohne Fusionen nach der linken Seite und unten, die Formen mit Fusionen nach der rechten Seite oben gruppirt sind.

Nur ein Theil dieser Formen keimte, seltener freilich in Wasser aber doch in Nährlösung, sogleich aus, viele wollten durchaus nicht keimen und mussten erst durch besondere Methoden keimfähig gemacht werden. Es ist schon bei den Untersuchungen und Culturen der Ascomyceten im IX. und X. Hefte und der Basidiomyceten im VII. und VIII. Hefte wiederholt betont worden, dass die Sporen vieler Formen wahrscheinlich auf ihre Keimzeit angepasst sind, dass sie nicht sogleich, sondern erst nach Ueberwindung einer mehr oder minder langen Ruheperiode zur Keimung übergehen. Dasselbe ist nun nachweislich auch bei vielen Formen der Brandpilze der Fall. Man braucht bei Vorkommnissen dieser Art nur die Ruheperiode der Sporen abzuwarten, um sie nachher zum Auskeimen zu bringen. Freilich würde

man oft lange und vergeblich warten müssen, wenn man die Sporen einfach trocken im Zimmer aufbewahrte. Unter diesen Umständen kommen die äusseren Einflüsse nicht zur Geltung, welche in der Natur in der Zeit der Ruheperiode auf die Sporen einwirken und einwirken müssen, um die Veränderungen herbeizuführen, an welche der Eintritt der Keimung gebunden ist. Die Sporen sterben bei einfacher trockener Aufbewahrung zumeist ab, ohne dass sie nachher keimen, in wenigen Fällen nur, wie ich z. B. beim Maisbrande schon im V. Hefte hervorhob, tritt auch so noch die Keimung aber stets mangelhaft ein. Es wird also nothwendig, die Verhältnisse, welche in der Natur auf die Sporen einwirken und sie zum Auskeimen fördern, nachzuahmen, wenn es gelingen soll, die Keimung zu beobachten. Am einfachsten legt man die Sporen in der Natur aus oder belässt sie am Standorte und versucht von Zeit zu Zeit, ob die Keimung eintritt. Hierbei ist es aber in den meisten Fällen ganz unmöglich, das Material zu erhalten und rein zu bewahren. Um dies zu erreichen, ist es gerathener, das Material in Töpfen abzuschliessen und in diesen Kiessand, den man vorher sterilisirt hat, in ähnlicher Art feucht zu halten, wie die Erde in der Natur. Durch Untersetzen eines Tellers, auf den man von Zeit zu Zeit Wasser giesst, erhält sich die Erde ohne Schwierigkeit feucht und rein und durch reingewaschenes Moos, welches man von Zeit zu Zeit wieder anfeuchtet, wird das Abtrocknen der Oberfläche leicht vermieden. Soll aber nun die feuchte Erde ihre Wirkung thun und sollen namentlich Schimmelbildungen an dem ausgelegten Materiale vermieden werden, so muss dasselbe direct in die Erde ohne zu grosse Lufthohlräume, die Schimmel veranlassen, vorsichtig eingepackt werden. In dieser freien Verpackung ist nun das Material, wenn es nicht sehr reichlich ist, oft schwer oder gar nicht wiederzufinden. Es bedarf also noch besonderer Merkzeichen, die ich schliesslich in der einfachsten Weise dadurch einführte, dass ich zunächst über das auf Erde gelegte Material ein feines Messingnetz ausbreitete und auf dies Netz erst die überdeckende Erde schüttete. Wenn nur das Netz gross genug dem Topfe eingepasst wird, so dass es vom Rande aus mitsammt der Erde abgehoben werden kann, dann ist das Material in jedem Augenblicke leicht frei zu legen und für einen gelegentlichen Probeversuch zu benutzen. Es reicht vollständig aus, wenn die Töpfe mit dem ausgelegten Materiale im Keller aufbewahrt werden, und während dieser Zeit gegen Staub von Aussen durch eine Glasscheibe geschützt sind. Schimmelbildungen an den Töpfen, die von Aussen sich ansetzen können, lassen sich leicht vermeiden, wenn man die Töpfe vor dem Gebrauch mit einer gesättigten Lösung von Borsäure einmal sich vollsaugen lässt; die Säure hält für mehrere Jahre an und hat auf das ausgelegte, in Mitte des Topfes in Erde eingebettete Material keinen Einfluss. Es gelang schliesslich bei dieser, freilich erst langsam vervollkommneten Methode die meisten Sporen zur Auskeimung zu bringen, die sonst nicht keimen wollten. Die Zeitdauer bis zum Eintritt der Keimung

ist freilich eine sehr verschiedene. Die Sporen von einzelnen Formen keimten schon nach wenigen Monaten allgemein aus, andere erst nach einem halben oder nach einem ganzen Jahre, wieder andere brauchten mehrere Jahre bis zur Keimung, sogar fünf Jahre, eine Zeit, die es erklärlich macht, dass bei mehreren Formen die Keimung bei sonst gut erhaltenen Sporen, noch immer auf sich warten lässt. Ich werde die speciellen Angaben bei den einzelnen Formen einfügen und will nur kurz resumiren, dass die Summe der Einzelresultate keinen Zweifel bestehen lässt, dass in diesem methodischen Wege, der ja nichts ist, als eine Nachahmung der in der Natur bestehenden Verhältnisse, schliesslich alle Sporen zum Auskeimen zu bringen sind, dass mithin die Annahme wissenschaftlich als die richtige erwiesen gelten kann, welche in der früheren oder späteren Auskeimung der Sporen nur eine Anpassung sieht, eine Ruhezeit, welche unter den natürlichen Verhältnissen überwunden werden muss, wenn die inneren, wahrscheinlich chemischen Veränderungen vor sich gehen sollen, durch welche die Keimung der Sporen langsam vorbereitet und schliesslich ermöglicht wird.

Ustilago Goeppertiana Schroeter auf Rumex acetosa.

Diese Form des Brandpilzes habe ich nur ein einziges Mal in Händen gehabt Das Material erhielt ich von *Warming* aus Kopenhagen zugesendet. Der Brand bildete auf den Blättern von Rumex acetosa deutliche Anschwellungen, die mit einem helleren blassrothen Sporenpulver angefüllt waren. Die Sporen stimmten überein in der Form und der Farbe der Brandlager mit der auf Rumex acetosa vorkommenden Ust Goeppertiana *(Schroeter)*, welche im Gewebe der Blätter und Blattstiele auftritt, mir aber keimfähig nicht zur Verfügung stand. Die rauhen kleingefelderten Sporen von 8—10 μ keimten schon in Wasser leicht aus und zwar genau so wie es die Sporen der im V. Hefte cultivirten und auf Tafel X Fig. 9—26 abgebildeten Sporen von Ust. olivacea thaten. Aus der Spore wurde eine eilängliche Conidie direct, ohne sichtbare Fruchtträger gebildet. Der ersten Conidie folgte die zweite und einzeln auch die dritte, dann war die Keimung zu Ende (Taf. VIII, Fig. 1_{1-2}). Die Conidien bildeten in Wasser noch einige, immer kleinere Conidien durch directe Sprossung, dann blieben auch sie unverändert d. h. ohne zu Fäden auszukeimen liegen (Fig. 1_2). In Nährlösungen blieb die Keimung der Sporen dieselbe, nur waren die Conidien etwas grösser und üppiger. Aber schon aus der Keimspore ging die Bildung der Conidien, die eine nach oder vielmehr schon neben der anderen an der Spore sitzend, unendlich fort (Fig. 2) und ebenso unendlich dauerte auch die directe Sprossung der abgetrennten Conidien in Nährlösung fort. Die Verbände der Sprossconidien in Hefenform (Fig. 2_2) waren von grosser Regelmässigkeit und häuften sich in der Länge der Cultur zu dicken Niederschlägen an. In den

Culturen von wenigen Sporen in Nährlösungen waren diese bald von der Masse der Sprossconidien verdeckt, die in ungetrübter Reinheit, ohne Spur einer Fadenkeimung, den Culturtropfen anfüllten. Mit der Erschöpfung der Nährlösung hörte die Sprossung unter Grössenabnahme der zuletzt gebildeten Conidien allmählich auf, um aber bei Uebertragung in neue Nährlösung mit früherer Energie fortzudauern. Die Culturen sind in langen Reihengenerationen fast zwei Monate fortgeführt, dann endlich abgebrochen. Die Conidien blieben in jeder erschöpften Cultur mehrere Wochen liegen, bis sie abzusterben begannen, keine von ihnen zeigte auch nur die Andeutung einer Fadenkeimung.

Dem Anscheine nach liegt in diesem Brandpilze eine Form vor, die keine Fruchtträger bildet, die wenigstens nicht sichtbar nach Aussen treten. In Wirklichkeit verhält sich aber die Sache so, dass die Fruchtträger klein und einzellig bleiben und nur mit einer sehr kurzen Spitze, dem Conidien bildenden Sterigma aus dem Keimloche der Spore hervortreten. Wir brauchen nur die Zeichnungen auf den vorhergehenden Tafeln und im V. Hefte durchzusehen, um auch hier das Verbleiben der unteren Zelle der mehrzelligen Fruchtträger in den Sporen anzutreffen und zu beobachten, wie aus der innerhalb der Spore sitzenden untersten Gliederzelle des Trägers, scheinbar direct aus der Spore, die Conidien gebildet werden. Denken wir uns den oberen Theil des Trägers weg oder abgefallen, wie es ja häufig genug bei einzelnen Formen geschieht, so bildet die in der Spore verbleibende Zelle des Trägers fort und fort Conidien weiter. Bei unserer Brandform besteht der Träger nur aus der einen Zelle, die innerhalb der Keimspore verbleibt, und durch diese Einzelligkeit, die ja mit der Zwei-, Drei- und Vierzelligkeit der Träger der meisten Formen die denkbar schönste Ergänzung bildet, ist nun unsere Form charakterisirt und zugleich mit der Ustilago olivacea unter den bisher cultivirten Brandformen allein ausgezeichnet. In einem anderen Ausdrucke können wir den Fruchtträger als einzellige Hemibasidie bezeichnen und können es nach dem Vorkommen dieser Formen unter den Hemibasidii mit einzelligen Hemibasidien nicht anders als ganz natürlich finden, wenn auch unter den wirklichen Basidiomyceten Formen mit einzelligen und einsporigen Basidien vorkommen, in welchen dann freilich, wie ich schon mal früher andeutete, der sonst so durchschlagende und charakteristische Unterschied zwischen Proto- und Autobasidiomyceten-Formen illusorisch wird.

Ustilago Pinguiculae Rostrup auf Pinguicula alpina.

Nachdem ich den Brandpilz jahrelang in hiesiger Gegend, wo Pinguicula vulgaris sehr verbreitet ist, vergeblich gesucht hatte, erhielt ich ihn endlich mit einer Zusendung aus der Schweiz durch Dr. *von Tavel*, der ihn auf Pinguicula alpina aufgefunden hatte. Der Pilz ist früher nach der Aehnlichkeit in den Sporen mit der Ustilago

antherarum vereinigt worden, und wohl auch, weil er in den Antheren der Nährpflanze auftritt; nachträglich ist er aber von *Rostrup* zur selbständigen Form erhoben, welche die Resultate der Cultur nicht unbegründet erscheinen lassen. Die Keimung der Sporen von 5—6 μ Grösse erfolgt, in Wasser und in Nährlösung gleich, mit der Bildung dreizelliger Fruchtträger, die sehr früh von der Spore abgetrennt werden (Fig. 3 1 u. 2). Die freien Fruchtträger (1) sprossen aus allen Zellen länglich eiförmige Conidien aus, die sich in Nährlösungen niederschlagartig durch directe Sprossung (2) vermehren, diese Vermehrung bis ins Unendliche d. h. bis zur jedesmaligen Erschöpfung der Nährlösung fortsetzen, dann aber unverändert liegen bleiben, weder zu Fäden austreiben, noch auch Fusionirungen zu zweien bilden. Durch diese Fusionirungen und durch die Fadenkeimung der fusionirten und nur dieser Conidien, die gemeinhin nach der Fusion sich erheblich vergrössern (auf Tafel I des V. Heftes dargestellt), ist die Ustilago antherarum ausgezeichnet und in diesem Punkte allein von Ust. Pinguiculae verschieden, während sonst die leicht abfallenden dreizelligen Fruchtträger, die eiförmigen Conidien und auch die kleingefelderten Sporen bei beiden Formen keine nennenswerthe Verschiedenheit zeigen; die Zeichnungen der Figur 3 auf Tafel VIII sind nur jetzt etwas schwächer vergrössert, als die früher im V. Hefte gezeichneten Bilder.

Ustilago Mölleri n. sp. auf Polygonum hispidum.

Die Nährpflanze mit dem Parasiten sind von *Möller* in einem Sumpfe bei Blumenau gefunden. Die um das Doppelte der normalen Grösse angeschwollenen Früchte bergen die dunkelbraunen, schwach rauhen, nicht erkennbar gefelderten Sporen von 10—12 μ Durchmesser, die offenbar auf baldige Keimung angewiesen sind, wenigstens auf der Reise von Blumenau nach Münster schon die Keimkraft verloren hatten, welche sie nach den in Figur 4 ausgeführten Zeichnungen von Dr. *Möller* vorher in Blumenau noch besessen haben. An den langen vierzelligen Fruchtträgern werden Conidien gebildet, die bei Keimungen in Wasser schon am Träger meist zu zweien, selten zu mehreren fusioniren (Fig. 4 1—4), bei Keimungen in Nährlösungen, ohne zu fusioniren, zu Sprosscolonien von Conidien austreiben, die sich zu grossen Massen ansammeln.

Ustilago Koordersiana n. sp. auf Polygonum barbatum.

Nicht wesentlich anders als mit dem Brande aus Blumenau erging es mir mit einer nahe verwandten Form, die in Java auf Polygonum barbatum vorkommt und mir von meinem früheren Schüler, jetzigen Oberförster und Dirigenten der dendrologischen Abtheilung des botan. Gartens in Buitenzorg auf Java, Herrn *Koorders*, zugeschickt wurde. Die Sendung war zum Glücke schon von den Zeichnungen der

Keimung der Sporen in Wasser und in Nährlösung (Fig. 5 u. 6) begleitet, die *Koorders* in Java versucht hatte; die hier angekommenen Sporen keimten nachträglich nicht mehr aus. Die wenig rauhen, ungefelderten braunen Sporen von 8—11 *u* bildeten kurze dicke vierzellige Fruchtträger mit länglichen Conidien, die sich durch directe Sprossung in Hefenform unbegrenzt vermehrten, mit dem Stillstande der Sprossung meist zu zweien fusionirten und dann an einer oder an beiden der fusionirten Conidien zu längeren Fäden auswuchsen (Fig. 6, 5).

Ustilago Major Schroeter auf Silene Otites.

Durch die Güte von Dr. *Schroeter* kam ich in den Besitz von frischem Materiale dieses Pilzes, der in der Umgegend von Münster, wo die Nährpflanze, Silene Otites, fehlt, auch nicht aufzutreiben war. Die Blüthen an dem Blüthenstande der Nährpflanze waren sämmtlich brandig und namentlich die Staubbeutel innerhalb der verkümmerten Blumenblätter in eine grau-violette Brandmasse verwandelt, die aus verhältnissmässig kleinen runden und feinwarzigen Sporen von 7—8 *u* bestand, welche erst mit starken Vergrösserungen eine Felderung erkennen liessen. Die Keimung der Sporen ist wohl desshalb bisher nicht beschrieben worden, weil sie in Wasser nicht eintritt und nur in Nährlösung erfolgt. Es vergehen auf Zusatz von Nährlösung nur wenige Stunden, bis die Sporen allgemein auskeimen. Sie stossen einen Fruchtträger aus drei Zellen ab (Fig. 7—9), lassen aber gewöhnlich noch eine seiner Zellen in der Spore zurück. Diese sowohl wie auch der dreizellige abgetrennte Theil schnüren an den Enden und an den Scheidewänden eiförmige Conidien in unbegrenzter Zahl ab (Fig. 8), die sich abgetrennt ebenso unbegrenzt durch Sprossung vermehren (Fig. 9) und zu einem förmlichen Niederschlage in dem Culturtropfen anhäufen, in welchem nachträglich die dreizelligen Träger unter der Masse der Conidien kaum wiederzufinden sind. Die Hefeconidien bleiben nach dem Stillstande der Sprossung unverändert, sie bilden keine Fusionen und auch keine Keimfäden aus. In der Keimung der Sporen hat der Pilz eine grosse Aehnlichkeit mit Ustilago Pinguiculae, ist aber durch die Farbe der Brandlager und die Zeichnung der Sporen wesentlich von dieser verschieden, wie ein Vergleich der Figuren zeigt.

Ustilago anomala J. Kunze auf Polygonum Convolvulus.

Wo die Nährpflanze dieses Parasiten in Masse auftritt, sucht man kaum vergebens nach befallenen Pflanzen. Ich fand eine Anzahl von diesen auf einem sterilen Flecken, der einer Haidefläche angrenzte und mit der Nährpflanze förmlich bedeckt war. Die Brandlager finden sich vorzugsweise in den stark angeschwollenen Fruchtknoten, wo sie ein schmutzig grau-braunes Pulver aus Brandsporen bilden. Die Keimung

der Sporen (von 8—10 μ Durchmesser) in Wasser ist schon von *Schroeter* gesehen und beschrieben (*Schroeter*, Beiträge zur Biologie, Band II, Beobachtungen über einige Ustilagineen, p. 349, Taf. XII). Er sagt aus, dass die Sporen im Herbst desselben Jahres nicht keimen wollten, dass aber im Frühjahr, nachdem die Sporen desselben Materiales den Winter hindurch am Standorte verblieben waren, die Keimung leicht eintrat. Ich kann diese Angaben zunächst bestätigen und auch die Form der Keimung in Wasser in vierzelligen Fruchtträgern, die wenige kleine eiförmige Conidien bilden (Fig. 10), welche schon am Träger über die trennende Scheidewand hinüber meist paarweise fusioniren, dann abfallen und aus einer oder aus beiden Zellen Keimfäden treiben. Setzt man den Conidien, ehe sie fadig austreiben, Nährlösung zu, so beginnen sie einzeln oder zu zweien neue Conidien auszusprossen, die den ursprünglichen am Träger gleich sind (Fig. 12). Die Sprossungen führen zur Bildung von Hefeverbänden, die mitunter etwas ungleich in ihren Gliedern werden und zwischen kleinen auch mal längliche und lange Conidien bilden (Fig. 12_{5-9}). Wenn man viele Sporen in Wasser keimen lässt und die Conidien von diesen in Mengen untersucht, so findet man zu dreien und vieren durch Fusion verbundene nicht selten, auch einige, die nicht verbunden sind (Fig. 12_{1-4}). Sie alle keimen, einzeln oder verbunden, zu Conidien aus. Lässt man die Brandsporen statt in Wasser in Nährlösung austreiben, so werden dieselben Conidien an denselben vierzelligen Fruchtträgern in unbegrenzter Menge gebildet (Fig. 11). Sie sprossen schon am Träger hefenartig aus und hüllen ihn bald in Hefenverbänden von Conidien förmlich ein, bis nichts mehr von ihm zu sehen ist. Die abgetrennten oder auch von selbst abfallenden Conidien zeigen unter diesen Umständen, wo sie in Nährlösungen sich unbegrenzt entwickeln und aussprossen können, nicht eine Spur von Fusion (Fig. $12_{8 \text{ u. } 9}$), die nur bei Keimungen in Wasser an den Conidien zur Bildung kommt und keinen anderen Effect hat als den, dass die beiden durch die Fusion verbundenen Plasmakörper der Conidien einen längeren Keimschlauch treiben, als jede Conidie allein (Fig. 12_{1-4}). Es wiederholt sich also dieselbe Erscheinung, wie sie ausführlich bei den fusionirenden Formen der Brandpilze schon im V. Hefte auf Taf. I—VI mehrfach beschrieben ist.

Ustilago vinosa Berk. auf Oxyria digyna.

Das untersuchte Material des Pilzes stammte zum Theil von *Rostrup*, zu einem anderen Theile aus der Schweiz von Dr. *von Tavel*. Die in den inneren Theilen verzehrten Blüthen der Nährpflanze sind in eine hell violette Brandsporenmasse umgewandelt. Die Sporen von 7—8 μ keimen schon in Wasser zu vierzelligen Fruchtträgern aus, welche sich mit der Bildung weniger Conidien erschöpfen (Fig. 13), die gewöhnlich noch erst eine oder die andere kleinere Conidie direct aussprossen,

dann einzeln zu einem kurzen, fusionirt zu zweien, zu einem längeren Keimfaden austreiben, der sich durch Längenwachsthum erschöpft (Fig. 15 2—5). Es kommt nicht selten vor, dass sich die Träger hier nachträglich durch Spaltung und Aufwölbung der Wände in Stücke zergliedern und dass dann auch zwischen den Zellen der abgetrennten Theile des Trägers Fusionen eintreten, wie sie in den verschiedenen Formen der Oesenbildung in Fig. 15 1 gezeichnet sind. In Nährlösungen werden die vierzelligen Fruchtträger aus den Keimsporen wohl etwas üppiger getrieben, sonst aber nicht verändert (Fig. 14 1 u. 2). Nur die Conidienbildung geht auf das reichste und bis in's Endlose fort, so lange nur die Nährlösungen reichen. Die Hefenverbände der directen Conidiensprossungen bleiben meistens nur klein, die Conidien, ebenfalls von ungewöhnlicher Kleinheit, zerfallen schnell und leicht nach jeder Sprossung (Fig. 14 2). An den Conidien, die in den erschöpften Nährlösungen zu sprossen aufhören müssen, vollziehen sich wieder Fusionen, dann Fadenauskeimungen, wie bei den Conidien in Wasser. Auch die Fruchtträger zerfallen endlich, bilden Oesen und treiben dann auch zu Fäden aus (Fig. 15 3 u. 4).

Ustilago domestica n. sp. auf Rumex domesticus.

Auf einer Reise durch Norwegen fand ich in den höheren Gebirgslagen der Provinz Thelemarken diesen Brandpilz fast an allen Gehöften in der Umgebung der Abzugsgräben, wenn sich an diesen die Nährpflanze angesiedelt hatte. Da diese auch an anderen Stellen als an den Gräben vorkam, verdient es besonders hervorgehoben zu werden, dass hier niemals der Brand zu finden war, der sich ganz ausschliesslich auf die Berandung der aus Wirthschaftsgebäuden ableitenden Abzugsgräben in seinem Vorkommen beschränkte. Die befallenen Nährpflanzen hatten ein eigenthümliches dunkles Ansehen und fielen ausserdem durch ihre veränderte Form auf. Sie zeigten in den Axen starke Anschwellungen besonders unter den Knoten, die der Sitz der Brandlager waren, welche in dunkler Farbe durchschimmerten. Sie zogen sich durch die Internodien, nach oben in den Anschwellungen zunehmend und in die dicken Blattstiele auslaufend, nach unten sich fast verlierend. Alle Theile der Axen, einschliesslich ihrer Verzweigungen, bis hinauf zu den Blüthenständen waren brandig, selbst diese waren angeschwollen und brandig, ohne dass aber in den gefundenen Entwicklungsstadien der Nährpflanzen die Brandlager auch nur an einer Stelle frei nach aussen getreten wären. Die verhältnissmässig grossen, 11—14 μ messenden Sporen von dunkel violetter Farbe, mit deutlicher Felderung in der Aussenhaut keimten nicht sogleich, sondern erst, nachdem sie ein halbes Jahr in feuchter Erde gelegen hatten, in Wasser sowohl wie in Nährlösung aus. Die typisch vierzelligen Fruchtträger hatten unten an der Spore noch eine stets entleerte Zelle (Fig. 26), die sich von den oberen vier inhalterfüllten scharf abhob.

Die Conidien in länglicher Eiform wurden immer nur an zwei Scheidewänden gebildet, also nicht oben und nicht an der mittleren Wand. Es waren aber alle vier Zellen des Trägers fruchtbar in Conidien, die dicht um die zwei Scheidewände, um die oberste und um die unterste gruppirt waren (Fig. 26). Die unterste und die dritte Zelle des Trägers bildeten die Conidien nach oben, die oberste und die dritte von oben bildeten sie nach unten; oben an der Spitze war niemals eine Conidie zu sehen. Mit dem Orte der Bildung und mit der Gruppirung der Conidien dicht um die Scheidewand steht die meist paarweise Fusionirung der Conidien im Zusammenhange (Fig. 27_2). Sie findet schon am Träger in der Art statt, dass die Conidie von der einen Zelle mit den nächststehenden der anderen durch einen kurzen Fadenfortsatz, der an den Enden oder auch mehr nach der Mitte der Conidie zu entspringen kann, fusionirt. Bei Sporenkeimungen in Wasser findet man, wenn die Fruchtträger zur Conidienbildung entleert und die Conidien abgefallen sind, fast nur paarweise fusionirte, einzeln zu dreien oder vieren verbundene Conidien vor, die später in der bekannten Art zu Fäden austreiben (Fig. 30_5). Bei der Cultur der Sporen in Nährlösung tritt die Fusionirung zurück, es werden auch einzelne Conidien frei, die genau ebenso, wie die fusionirten, zu directer Conidiensprossung in Hefenform übergehen (Fig. 27). Diese Sprossungen dauern bis zur Erschöpfung der Nährlösungen an, dann treten wieder Fusionen auf und es erfolgt das Auswachsen zu Fäden, die bei zwei verbundenen Conidien längere sind als bei einzelnen, welche oft gar nicht austreiben.

Ich habe bisher nicht feststellen können, ob der Brandpilz schon beschrieben ist. Dem Vorkommen in der Nährpflanze nach würde er von der Ust. Parlatorei auf Rumex maritimus nicht weit verschieden sein, mit der er aber in den Sporen nicht übereinstimmt. Er mag bis auf Weiteres als Ustilago domestica bezeichnet werden.

Ustilago Lagerheimii n. sp. auf Rumex spec.

Der vorigen Form in dem Vorkommen auf den Nährpflanzen und in der Keimung der Sporen ähnlich verhielt sich eine Brandform, welche mir *v. Lagerheim* aus Quito (Ecuador), vom Fusse des Cotopaki aus Rumipamba stammend, gütigst übersandte. Die Brandlager treten in den Stengeln und Blattstielen der leider in dem brandigen Materiale nicht mehr sicher bestimmbaren Nährpflanze in unverhältnissmässig grösseren und sporenreicheren Brandlagern auf, als bei der vorigen Form. Die Axen waren viel auffallender verquollen und mit solchen Massen von Sporen angefüllt, dass die Kapsel mit der gesandten Pflanze fast zur Unkenntlichkeit schwarz-violett bestäubt von Sporen hier ankam. Die etwas kleineren und dunkleren, schwarz-violett gefärbten Sporen von 9—11 μ Grösse keimten schon bei ihrer Ankunft in Wasser und in Nährlösungen auf das leichteste aus. Die Fruchtträger waren wieder nur

vierzellig über der langen leeren Zelle, die auf die Spore zurückführte (Fig. 28 und 29). Sie waren aber viel dünner und schlanker und im Verhältniss erheblich länger, als bei dem Brande von Rumex domesticus. Darüber hinaus war aber kein wesentlicher Unterschied zu finden. Die Conidien wurden in derselben Art und an derselben Stelle gebildet, sie waren in der Form kaum verschieden, fusionirten ebenso und bildeten reiche Sprossung von Hefeconidien gleicher Gestaltung und in gleichem Verhältniss (Fig. 30 1–3).

Nach den viel dunkleren und auch etwas kleineren Sporen und nach der Verschiedenheit in der Zeit der Keimung und in der Gestalt der Fruchtträger möchte ich die Form für verschieden von der vorigen halten und sie als Ustilago Lagerheimii in ihre nächste Verwandtschaft und Nachbarschaft stellen; die Bestimmung als Ust. Parlatorei von *Lagerheim* und *Patouillard* trifft nicht zu.

Ustilago Bistortarum DC. auf Polygonum Bistorta.

Das Vorkommen dieses Brandpilzes beschränkt sich auf die Blätter der Nährpflanze, welche aufragende Schwielen oder Polster mit den Brandlagern zeigen. Die Schwielen sind unregelmässig in den Umrissen, oft zu mehreren gleichsam zusammengeflossen und haben eine mehr rothe als braune Farbe. Ich erhielt das Material des Pilzes durch *Krieger* aus Königstein zugesandt, nachdem ich es jahrelang auf der um Münster sehr verbreiteten Nährpflanze vergeblich gesucht hatte. Die dunkelrothen Sporen von 10–12 μ zeigen erst mit stärkerer Vergrösserung eine deutliche Felderung, sie keimten nicht eher aus, als bis sie ein Jahr in feuchter Erde gelegen hatten. Die Fruchtträger sind vierzellig, ausser der abgekammerten entleerten Zelle, die mit der Spore in Verbindung bleibt (Fig. 31—33). Die Fruchtträger und ihre Gliederzellen blieben kurz im Vergleich zu den beiden früheren Formen, bringen aber sonst die Conidien auf zwei Scheidewände allein beschränkt hervor. Die Conidien fusioniren schon am Träger, sie sind bald mehr nach einer Stelle angehäuft, bald rund um die Axe vertheilt (Fig. 32 und 33). In Figur 34 2 u. 4 sind eine Anzahl der fusionirten Conidien, auch wie sie nachträglich zu Keimfäden auswachsen, dargestellt. Alle stammen aus Sporenkeimungen in Wasser ab. Bei Zusatz von Nährlösungen treibt jede Conidie, verbunden oder einzeln, zu Conidiensprossungen aus, die etwas kürzer sind, wie die der vorigen Formen (Fig. 34 1 u. 3). Mit dem Stillstande der Sprossung erfolgen wieder Fusionen und nachträgliches Auswachsen zu Keimfäden. Die Neigung der Conidien zu Fusionen, wobei nur die Plasmakörper in Verbindung treten und immer beide Conidien den vollen Inhalt bewahren, so wie es auch in allen früheren Fällen der Fusionen zu sehen war, ist hier so gross, dass selbst in verdünnten Nährlösungen die unaufhörlich an den Fruchtträgern gebildeten Conidien sich paarweise verbinden und dann abfallen. Es liegt nachträglich um jede

Spore ein förmlicher Hof von fusionirten Conidien, die erst weiterhin zur directen Conidiensprossung übergehen. In concentrirterer Nährlösung kann man die Conidien vom Fruchtträger vereinzeln und sich leicht überzeugen, dass sie einzeln so gut wie zu zweien durch Fusionen verbunden zu neuen Conidien aussprossen, und dass von den zwei verbundenen jede für sich die Conidiensprossungen austreibt (Fig. 34 1 u. 3).

Ustilago Holostei de By. auf Holosteum umbellatum.

Man trifft diesen Brandpilz nur vereinzelt an, er kehrt aber an den gefundenen Standorten meistens wieder. Die Fruchtknoten der Nährpflanze sind mit den dunklen wundervoll gefelderten Sporen von 11—14 μ Grösse angefüllt. Die Sporen keimen nicht sogleich, sondern erst nach längerem Liegen in feuchter Erde in Wasser aus. Die Fruchtträger sind durch wiederholte Zweitheilung vierzellig, aber wiederum unten an der Spore mit einer leeren Kammerzelle versehen, die erst nachträglich abgeschieden wird und der Vierzelligkeit des Trägers keinen Abbruch thut (Fig. 38—41); sie ragt mitunter kaum aus der Zelle hervor. Die Conidien werden hier an den kurzen Fruchtträgern nur von der obersten und von der untersten Zelle an den Scheidewänden so gebildet, dass die unteren, dem Träger eng sich anschliessend nach oben, die oberen in derselben Art nach unten wachsen. Die Länge der Conidien, die viel schmäler sind, als bei den früheren drei Formen, entspricht annähernd der Höhe einer Gliederzelle des Trägers (Fig. 39—41). Dies hat zur Folge, dass die Conidien von unten und von oben her ungefähr um die mittlere Scheidewand sich begegnen, oder doch mit ihren Spitzen nahe zusammen kommen. An eben dieser Stelle finden nun die Fusionen statt und zwar noch am Träger, wie es in Fig. 41 in der seitlichen Ansicht deutlich gesehen werden kann. Die fusionirten Conidien fallen vom Träger ab, der schliesslich ganz entleert wird für die Bildung der Conidien. Wenn man die abgefallenen Conidien nachträglich besieht, sind unter diesen auch solche, welche in der Mitte verbunden sind (Fig. 41 1—3) und welche schwerlich durch Fusion der einander entgegen wachsenden Conidien entstanden sein können, wahrscheinlicher aber durch Ueberbrückung benachbarter Conidien aus derselben Fruchtträgerzelle entstehen dürften. Durch Zusatz von Nährlösungen werden die Fruchtträger aus den Sporen etwas grösser und die Conidienbildung wird eine reichere. Die abgefallenen und schon meist fusionirten Conidien treiben aber nachträglich sehr langsam aus. Der Pilz ist wohl mehr ausgeprägter Parasit, als die meisten übrigen Brandpilze, darum auch der Ernährung in Nährlösung weniger zugänglich. Ueber kümmerliche Conidiensprossungen und baldiges Auswachsen zu Keimfäden waren die Culturen nicht hinauszubringen.

Eine mir von *Hennings* gütigst zugesandte Brandform auf Cerastium triviale, welche als Ustilago Duriaeana bezeichnet war, stimmte, wie aus Figur 36 erhellt,

in allen Punkten mit der Ustilago Holostei überein, so dass ich sie nicht für eine besondere Art halten kann, d. h. nicht in dem Materiale, welches mir als solches geschickt ist; ein anderes als dieses stand mir nicht zur Verfügung.

Ustilago utriculosa Nees auf Polygonum lapathifolium.

Auf den Aeckern um Münster, wo Polygonum lapathifolium als Unkraut zwischen einer als Viehfutter häufig cultivirten Beta-Form verbreitet auftritt, sucht man kaum in einem Felde nach diesem Brandpilz vergebens. Er ist besonders auffällig durch die starke Auftreibung der Fruchtknoten, die der Sitz der Brandlager sind und schon von Ferne unterscheidbar werden. Die befallenen Nährpflanzen sind in allen Verzweigungen und in allen Fruchtknoten vom Brande verwüstet, der ein loses schmutzig graues Pulver darstellt, welches in dicken Massen einen Stich in's Violette zeigt. Die schön gefelderten, aber nicht grossen Sporen von 9—11 μ keimen nicht in dem Herbst, wo man sie findet, sondern erst im Laufe des folgenden Sommers, nach dem Auslegen in feuchter Erde, regelmässig aus. In Wasser wird ein vierzelliger Fruchtträger gebildet, der sich bald in eiförmig länglichen Conidien, die auf der Spitze und an den Scheidewänden entstehen, erschöpft (Fig. 42 1 u. 2). Die abgefallenen Conidien sprossen noch kleinere Conidien aus, dann geht die Entwicklung zu Ende. In Nährlösungen werden die Fruchtträger üppiger und bilden Conidien in unbegrenzter Fülle (Fig. 43 u. 44) mit ebenso unbegrenzter Fähigkeit der directen Sprossung in Hefenform (Fig. 45). In Culturen, welche länger stehen, trennen sich oft Theile des Fruchtträgers ab, die dann, wie in Figur 48, für sich weiter sprossen. Wenn die Culturen unrein werden, kommt es mitunter zur Bildung von sehr langen Fruchtträgern, indem unten an der Spore Kammerungswände entstehen, welche entleerte Theile abgrenzen (Fig. 47 1 u. 2). An den Conidien habe ich weder Fusionen noch Fadenauskeimungen beobachten können.

Ustilago Scorzonerae Alb. u. Schw. auf Scorzonera humilis.

Der Pilz hat Aehnlichkeit mit der Ustilago receptaculorum, den ich schon im V. Hefte aus dem Blüthenboden von Trogopogon pratensis untersucht und cultivirt habe. Er ist aber weit verschieden von diesem und sicher eine gut ausgeprägte Art. Das Material habe ich durch Dr. *Schroeter* aus Breslau bekommen. Es war an den befallenen Nährpflanzen nicht der Blüthenboden, sondern vorzugsweise die Blüthen selbst vom Brande verwüstet. Die violetten, deutlich gefelderten Sporen von 8—11 μ sind häufig in Haufen vereinigt mit radialer Anordnung der Sporen, die an der nach dem Centrum des Haufens gelegenen Seite heller erscheinen als an der äusseren. Eine Keimstelle für den Fruchtträger ist hiermit nicht angedeutet, die Auskeimung erfolgt vielmehr an jeder Stelle, auch an der dunklen Seite. Die Sporen keimen äusserst

leicht, schon in Wasser aus (Fig. 49). Es wird ein grosser vierzelliger Fruchtträger gebildet, der sich in der Bildung länglich eiförmiger Conidien erschöpft, während auch die Conidien durch abermalige Sprossung einer verhältnissmässig kleineren Conidie erschöpft sind und dann unverändert liegen bleiben, bis sie absterben (Fig. 50 1 u. 2). Der Einfluss zugesetzter Nährlösung äussert sich sogleich in der zunehmenden Grösse des Fruchtträgers, der aber stets vierzellig bleibt. Die Conidien werden nun in unerschöpflicher Fülle gebildet oben und an allen Scheidewänden des Fruchtträgers. Auch sie zeigen äusserlich die Wirkung der Nährlösung (Fig. 51 u. 52). Sie werden viel grösser und namentlich viel länger, der Unterschied kann bis zur doppelten Grösse der in Wasser gebildeten Conidien gehen, wie die Figuren 50—53 deutlich zeigen. Die vom Fruchtträger abgefallenen Conidien setzen in Nährlösung die Sprossung neuer Conidien direct und bis zur Erschöpfung der Nährlösungen fort. Die Hefenverbände der Conidien werden ziemlich gross und haben ein charakteristisches sparriges Ansehen (Fig. 53) durch die Grösse der einzelnen Conidien, die sich, anfangs an der Spitze gebildet und dann von der folgenden Conidie zur Seite gedrängt, im rechten Winkel abstellen. Die Culturen wurden wochenlang fortgesetzt, ohne dass jemals eine Fusion oder auch eine Fadenauskeimung der Conidien eingetreten wäre. Sie schwollen schliesslich an und gingen dann unter ohne Fadenbildung. — Der Pilz ist in dem Buche von *Winter* gar nicht angeführt und wohl mit Ust. receptaculorum als die gleiche Form vereinigt. In der Pilzflora von Schlesien ist er von *Schroeter* richtig unterschieden von Ust. receptaculorum, dessen ganz verschiedene Keimung im V. Hefte, Tafel V, Figur 10 bereits gezeichnet ist.

Ustilago marginalis Link auf Polygonum Bistorta.

Auch diese Brandform ist von *Winter* nicht von der Ustilago Bistortarum unterschieden worden, von welcher sie weit verschieden ist und mit der sie nur die Nährpflanze gemein hat. Der Pilz ist in den Alpen z. B. im Engadin in der Umgebung von Pontresina allgemein verbreitet, ich habe ihn sonst in Deutschland in den Ebenen nicht finden können. Ueberaus charakteristisch ist hier der Sitz des Brandlagers in den Rändern der grossen Blätter der Nährpflanze. Das Lager hat, wenn es nicht verregnet ist, eine tief violette Färbung und ein sammtartiges Ansehen, so dass die befallenen Blätter gleichsam mit einem Trauerrande ausgestattet sind. Wenn die Brandlager verstäubt sind, sieht man den Blättern nichts mehr an, sie leiden, ebensowenig wie die ganze Pflanze, in keiner sichtbaren Weise von dem Brande. Bei meiner Anwesenheit in Pontresina vor 5 Jahren fand ich nur noch einzelne Pflanzen mit dem Trauerrande, die im Waldbestande an einer sumpfigen Stelle wohl gegen die frei wachsenden in der Entwicklung zurückgeblieben waren. Ich grub die Pflanzen aus und setzte sie im hiesigen botanischen Garten ein, allwo nun in jedem Jahre (mit

Ausschluss des ersten nach der Verpflanzung) der Pilz zur Erscheinung kommt. Vor dem Aufbrechen des Brandlagers erscheinen die Blattränder etwas angeschwollen, dann wird die violette Sporenberandung sichtbar. Die Keimung der Sporen in Wasser hat schon *Schroeter*, der den Brand auch wieder richtig von der Ustilago Bistortarum unterschied, beobachtet. Aus den dicken rauhen, aber nicht sichtbar gefelderten violetten Sporen, von 11—14 μ Grösse, tritt ein kurzer vierzelliger Fruchtträger hervor, der rundliche Conidien abgliedert, wie in Figur 54. Erst in Nährlösungen kommt die normale Keimung zu Stande. Der ungleich grössere und üppigere Fruchtträger, der aber stets vierzellig bleibt, treibt oben und an den Scheidewänden ovale Conidien aus, die also länglicher und grösser sind als bei den Keimungen der Sporen in Wasser (Fig. 55_{1-4}). Die Fruchtträger erzeugen unendlich Conidien und die Conidien vermehren sich ebenso unendlich durch directe Sprossung in Hefenform (Fig. 56), nur die erschöpfte Nährlösung setzt der Weitersprossung ein Ziel. Die Conidien in Sprossung sind deutlich eiförmig, sogar eilänglich, sie sind von gleichmässiger Grösse, die nur dann abnimmt, wenn die Sprossung in der erschöpften Nährlösung zu Ende geht (Fig. 57). Auch hier habe ich bei den ganz reinen Culturen und bei der schönen Form der Hefeconidien die Cultur des Pilzes in Nährlösung noch mehrere Monate hindurch fortgesetzt. Die sämmtlichen Culturen blieben, wenn die Sprossung aufgehört hatte, noch wochenlang stehen, um eine Auskeimung zu Fäden constatiren zu können. Die Mühe war aber ganz vergebens, die Conidien starben ohne Fadenauskeimung ab und ohne irgend welche Fusionirungen.

Ustilago Vuijkii Ouds. und Beyrk. auf Luzula campestris.

Das Material des Pilzes, der von den Autoren in dem Sitzungsb. d. Kgl. Akademie der Wiss. zu Amsterdam 1891 p. 51 beschrieben ist, erhielt ich durch die gütige Zusendung von Prof. *Oudemans* aus Amsterdam kurz vor dem Drucke des Manuscriptes. Die Sporenlager finden sich in den Ovarien von Luzula campestris als gelbes Pulver vor; die befallenen Nährpflanzen sind weniger entwickelt, wie die gesunden. Die einzelnen Sporen von 11—17 μ, die bald ungefärbt, bald gelb bis braun erscheinen und mit deutlichen Feldern im Exospor versehen sind, keimen in Wasser zu einem dünnen langen Fruchtträger aus, der sich in vier Zellen theilt und in der Bildung von eiförmigen kleinen Conidien schnell erschöpft. In Nährlösungen bleiben die Fruchtträger kürzer und treiben aus ihren 4 Zellen unbegrenzt Conidien aus, die sich durch directe Sprossung in Hefenform reich vermehren, aber weder zu Fäden austreiben, noch auch fusioniren, wenn die Nährlösungen erschöpft sind. Alle Sporen, die hellen wie die dunklen, keimen leicht aus, die Sporenkeimung entspricht am meisten der von Ustilago utriculosa auf Tafel VIII Figur 42—47 d. H.

Ustilago „Sphacelotheca“ Hydropiperis Schum. auf Polygonum Hydropiper.

An allen Stellen, wo die Nährpflanze namentlich in feuchten Gräben häufig vorkommt, sucht man diesen Brandpilz kaum vergebens, er ist fast mit Sicherheit an allen Standorten anzutreffen, wo die Gräben Zufluss an organischen Substanzen mit dem Wasser bekommen und mit humösen Stoffen angefüllt sind. Die Fruchtknoten der Nährpflanzen und in diesen besonders die Samenknospen werden durch den Pilz in Brandsporenkapseln umgewandelt, welche oft weit aus dem unveränderten Perigon herausragen, nachträglich an der Spitze in Klappen aufreissen und die dunkel-violetten Brandlager auffällig zu Tage treten lassen. Die genaue Untersuchung ergiebt, dass die angelegten Brandsporen nur in den mittleren Schichten zu wirklichen Sporen sich ausbilden und dass sowohl nach aussen wie nach der Mitte diese Ausbildung unvollkommen bleibt. Die hier schon in der Form und in den Umrissen deutlich veranlagten Sporenzellen bleiben farblos, sie bräunen ihre Membranen nicht und bilden, gewebeartig zusammenschliessend, eine 5—10 zellige Schicht von farblosen Zellen in der Grösse der Sporen, welche aussen und innen die wirklichen Sporen einschliessen. Die seitliche Verbindung der farblosen steril bleibenden Sporenzellen kann zwar durch Quellungsmittel gelöst werden, sie ist aber so fest geschlossen, dass mit der Reife und Anhäufung der Sporen ein kapselartiges Aufreissen in Längsrissen mit zurückschlagenden Klappen erfolgt. Die Ausbildung der Sporen beginnt nämlich oben zuerst und geht nach unten noch fort, wenn sie oben schon beendigt ist, wodurch eine nachträgliche Anhäufung und Spannung durch die Sporen eintreten muss, welche schliesslich zum Aufreissen führt. — Diese Differenzirung der Sporenanlagen in sterile und in fertile Sporen ist bei vielen Formen von Ustilaginaceen nicht selten anzutreffen, ich habe einen Fall dieser Art auf Tafel I in Figur 10 und 11 für Ustilago cruenta abgebildet. In keinem Falle ist aber diese verschiedene Ausbildung der Sporenzellen so scharf und stark ausgeprägt wie hier, und namentlich örtlich so bestimmt bezeichnet, dass die sterilen Sporenzellen als schützende und einschliessende Hüllbildungen für die fertilen gelten müssen. Es ist hiernach gerechtfertigt, die Ustilago Hydropiperis, wie es von *de Bary* (Morphologie der Pilze p. 187) geschehen ist, zu einer neuen **Gattung Sphacelotheca** zu erheben.

Diesem Charakter in der Differenzirung der Chlamydosporenlager, für welche die Beschreibung auch ohne weitere Abbildungen vorläufig ausreichend ist (man vergleiche Figur 80 in der Morphologie der Pilze), entspricht keine besondere Verschiedenheit in der Keimung der Sporen. Die reifen, nicht grossen, rundlichen Brandsporen, deren dunkel-violettes Exosporium mit feinen Warzen versehen ist, keimen nicht sogleich, weder in Wasser noch in Nährlösungen aus. Die

Keimung tritt aber sehr leicht ein an einem Materiale, welches etwa 6 Monate in feuchter Erde gelegen hat. Das Exospor platzt in weiten Rissen auf und ein dreizelliger Fruchtträger tritt aus der Spore frei hervor (Figur 16—18), von welchem die vierte Zelle in der Spore sitzen bleibt und sich der Beobachtung entzieht. Der freie dreizellige Theil des Fruchtträgers fällt mit der beginnenden Conidienbildung leicht von der Spore ab (Fig. 19_1). In Wasser geht die Bildung der Conidien mit der Erschöpfung der Zellen des Fruchtträgers bald zu Ende (Fig. 16—19), in Nährlösungen geht sie dagegen ohne Ende fort (Fig. 20—25). Die Conidien sind klein, von länglich eiförmiger Gestalt und einer directen Vermehrung durch Sprossung wiederum ohne Ende zugänglich (Fig. 23—25). Die Sprossconidien bleiben in concentrirteren Nährlösungen oft in grösseren Verbänden lose vereinigt (Fig. 23_{1-3}), um nachträglich durch geringe Erschütterungen zu zerfallen. Wenn die Nährlösung allmählich erschöpft wird, schliesst die Sprossung mit der Bildung immer kleinerer Conidien ab (Fig. 19_2). Fusionen treten zwischen den Conidien zu keiner Zeit ein, ebensowenig konnte aber auch ein Auswachsen zu Keimfäden beobachtet werden. Lässt man die Brandsporen in Nährlösungen auskeimen, so werden mitunter zwei, sehr selten sogar drei Fruchtträger aus einer Spore getrieben (Fig. 21 und 22), einzeln geschieht dies auch bei Keimungen in Wasser (Fig. 17). Wahrscheinlich erfolgt hier die Theilung zu der Mehrheit der Fruchtträger schon in der Keimspore, wie in Figur 12 auf Tafel VI, es ist aber nicht möglich, dies zu sehen, weil man durch das dunkle Exosporium, welches nicht abgestossen wird, nicht hindurchsehen kann. Die einmal keimfähig gewordenen Sporen behalten mehrere Monate lang ihre Keimkraft. —

Die rauhsporigen Formen, welche die Tafel VIII dieses Heftes vereinigt und zu welchen noch die Formen Ust. antherarum, Ust. Betonicae, Ust. Scabiosae, Ust. receptaculorum, Ust. Kühneana, Ust. Cardui und Ust. intermedia aus dem V. Hefte gehören, sind es ganz vorzugsweise, bei welchen eine Fusion der Conidien beobachtet wird. Wenn wir die Formen in der Gesammtheit übersehen, so findet sich, dass die Fusion etwa bei der Hälfte der Formen vorkommt, bei der anderen nicht, dass von nahe verwandten Formen die eine zwischen den Conidien Fusionen bildet, die andere keine. Die Fusionen treten nur ein bei schlechter Ernährung, unter anderen Umständen unterbleiben sie und die Conidien sind in Nährlösungen ohne Fusion für sich entwicklungsfähig. Der Umstand, dass nur eine Brücke zwischen den Protoplasmakörpern der Conidien eintritt, dass beide ihren Inhalt unverändert behalten und beide für sich zu Conidien oder Fäden auskeimen, als ob sie nicht fusionirt wären, nur die Keimfäden an den fusionirten Conidien länger werden, zeigt den Werth der Verbindung als eine Fusion der Protoplasmakörper unverkennbar deutlich an. Bemerkenswerth ist aber die in den einzelnen Fällen gesteigerte Regelmässigkeit des Vorganges, der durch

den Ort der Anlage der Conidien und sogar durch ihre Wachsthumsrichtung gleichsam vorbereitet wird, wie es bei den Formen mit unverkennbarer Deutlichkeit hervortritt, die nur an zwei Scheidewänden dicht neben einander die Conidien bilden und niemals unten und oben, z. B. bei Ustilago Bistortarum, Ust. domestica, Ust. Lagerheimii etc. und ganz besonders bei Ust. Holostei, wo nur die untere und die obere Zelle, so weit die Unterscheidung möglich ist, fruchtbar sind und die Conidien von oben und unten einander entgegenwachsen. Es ist indess hier zu erwägen, dass dieselben Erscheinungen der Fusion bei vegetativen Zellen, also bei den Mycelien der Pilze mit ebenso grosser Regelmässigkeit vorkommen und zwar bei fast allen höheren Pilzen, dass hier, wie ich es schon vor beinahe 20 Jahren im III. Hefte beschrieben und in einem Falle auf Tafel I abgebildet habe, von der oberen Zelle ein Fusionsfortsatz um die Scheidewand oesenartig nach der unteren Zelle getrieben wird und hier direct fusionirt. Bei manchen höheren Pilzen z. B. bei Nyctalis- und bei Oligoporus-Formen im VIII. Hefte d. W. Tafel VI, VII und VIII bleibt keine Zelle des Mycelium ohne Fusion, bei anderen kann man die Fusionen durch gute Ernährung ausschliessen und sie wieder eintreten sehen mit der Erschöpfung der Nährstoffe z. B. bei Coprinus-Formen im III. Hefte. —

Ehe wir nun zu den Formen mit Sporenhaufen übergehen, wollen wir an dieser Stelle die Formen einfügen, welche auf Cyperaceen und ganz besonders auf Carex-Arten leben und als Ustilago subinclusa und Ust. Carycis längst bekannt sind. Sie stehen nach der Eigenart ihrer Keimung von den übrigen Formen der Gattung Ustilago wohl ziemlich weit entfernt und dürften als Vertreter einer besonderen Gattung angesehen werden, für welche ich den Namen **Anthracoidea** gewählt habe.

Anthracoidea Carycis nov. sp. auf vielen Carex-Arten (Ustilago Carycis Pers.).

Schon seit mehr als 6 Jahren hatte ich diesen Pilz, ebenso wie Ustilago subinclusa, sowohl nach der Eigenart der Sporenkeimung wie nach der Bildung der Sporenlager als Formen einer neuen Gattung erkannt und auch den Namen Anthracoidea bereits für sie gebildet, als ich vor 3 Jahren durch Dr. *Möller* die Cintractia auf Rhynchospora gigantea aus Blumenau zugesandt erhielt. Ich überzeugte mich leicht, dass die Sporenbildung hier im Wesentlichen mit dem Befunde bei Ustilago Carycis und Ust. subinclusa übereinstimmte und dass diese Brandformen mithin, soweit es die Sporenbildung angeht, als Species der Gattung Cintractia gelten können. Da aber die Sporenkeimung, die ich für die beiden Formen von Anthracoidea festgestellt habe, eine durchaus eigenartige und charakteristische für diese Gattung ist, und es nicht feststeht, ob die Keimung von Cintractia die gleiche ist, so halte ich meine Benennung vorläufig aufrecht.

Gewiss hat bisher Niemand die brandigen Fruchtknoten, die bei uns doch so häufig auf vielen Carex-Arten anzutreffen sind, genauer untersucht, sonst müsste die Sporenbildung aufgefallen sein. Die Sporen werden von Innen aus durch eine hymenienähnliche Bildungszone, welche den ganzen Fruchtknoten überzieht, fortschreitend nach Aussen vorgeschoben, wo sie langsam sich vergrössern und mit der Reife eine dunkelbraune Färbung annehmen. Die Bildungszone für die Sporen sitzt unmittelbar auf der Aussenfläche des Fruchtknotens, der in seinem Innern ganz von Pilzmycel durchwuchert ist. Sie erscheint, ebenso wie die jüngst angelegten Sporen, ganz farblos und bleibt, so lange sie von dem Mycel im Fruchtknoten ernährt wird, sporenbildend in Thätigkeit; ich habe keinen brandigen Fruchtknoten durchschnitten, an welchem nicht noch junge Sporen in der Anlage begriffen waren. Die nach aussen allmählich vorgeschobenen Sporen, die als Chlamydosporen angelegt werden, erreichen erst durch beträchtliche Umfangzunahme, ihre volle Grösse. Dabei wachsen sie mehr oder minder fest zusammen und zeigen in ihrer unregelmässigen polyedrischen Form (Taf. IX, Fig. 4 sp.) den Druck, den sie gegenseitig auf einander ausgeübt haben, mitunter noch nachträglich deutlich an. Nach der Art der Bildung der Sporen von Innen nach Aussen ist es kaum anders möglich, als dass die dicht verbundenen Sporen zu unregelmässigen Reihen verschoben sind, die aber nicht deutlich auf eine Bildung in wirklichen Reihen zurückgeführt werden konnte, wie sie an den Chlamydosporenfrüchten in den Aecidien der Uredineen stets beobachtet wird. Dagegen ist in dem basalen Bildungsheerde, durch welchen die Sporen allein gebildet und vorgeschoben werden und durch die Sporenbildung selbst eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung mit den Aecidien der Rostpilze ganz unverkennbar. Die Masse der schwarzen Brandsporenlager, welche auf den befallenen Fruchtknoten zur Ausbildung kommen, ist sehr gross. Sie erreichen, zumal wenn nur einzelne Blüthen in der weiblichen Aehre befallen sind, die mehrfache Grösse der Frucht und ragen, gleich einer dicken schwarzen Pille, auffallend hervor. Der Pilz überwintert in den Rhizomen der Carex-Arten und kehrt auf denselben Stücken in jedem Jahre wieder. Die reifen Sporenmassen sind nur fest verklebt, nicht verwachsen, man kann sie unschwer zerbröckeln, so die unregelmässige Gestalt der einzelnen Sporen erkennen und feststellen, dass die dunkle Aussenhaut ohne deutliche Warzen ist. Ich will hier noch die Bemerkung anfügen, dass mehrfache Zusendungen an Material des Pilzes auf verschiedenen Carex-Formen aus dem Himalaya durch *Barclay* und aus Brasilien durch *Möller* die völlige Uebereinstimmung mit dem hier bei uns gesammelten Brandpilze zeigten[1]), auch in der gleich zu beschreibenden Sporenkeimung nicht im mindesten abwichen.

[1]) Es ist bemerkenswerth, dass auch Ustilago olivacea, die bei uns auf Carex-Arten z. B. auf C. riparia häufig vorkommt, in genau der gleichen Form auf den von Brasilien und aus dem

Die isolirten Brandsporen, sowohl von Carex-Arten wie von Rhynchospora entnommen, keimten nicht sogleich aus, sondern erst im Beginne des folgenden Frühjahrs, wenn sie bis zu dieser Zeit im Keller in feuchter Erde ausgelegt waren. Die Keimung selbst, welche in Wasser eintritt, weicht von den bekannten Keimungen der Ustilago-Arten ziemlich weit ab. Die Keimschläuche treiben in die Luft und werden an der Spitze durch eine Scheidewand getheilt, abgesehen von den nach hinten erfolgenden Kammerungswänden. Jede der zwei Zellen des Fruchtträgers geht nun zur Bildung von eiförmlichen Conidien über, indem die Spitze der obersten Zelle sich zum Sterigma verlängert, und aus der unteren Zelle unterhalb der Scheidewand das Auswachsen eines Sterigmas erfolgt (Fig. 4 1–6). Die Conidien entstehen nach und neben einander und bilden, wenn sie nicht durch Erschütterung abfallen, unregelmässige Köpfchen. Die genau ausgeführten Zeichnungen (Fig. 4 2–6) lassen deutlich erkennen, dass die sporenabschnürenden Spitzen der Sterigmen die Neigung haben, sich nach vorausgegangener Conidienbildung zu verlängern, bis wieder eine neue Conidie gebildet wird. Die Conidien in den Köpfchen stehen also nicht immer auf gleicher Höhe, die älteren werden zur Seite geschoben und nur eine und zwar die jüngste nimmt die Spitze ein (Fig. 4 2–5). Hierdurch und namentlich durch den nicht seltenen Fall, dass gleich mehrere Sterigmen von den zwei Zellen des Fruchtträgers gebildet werden, erklärt sich die unregelmässige Stellung der Conidien in den Köpfchen. Die Conidien, wenn sie ausgereift und abgefallen sind, sprossen niemals direct zu neuen Conidien aus, sie bilden nur einfache Keimfäden, die sich bis zur Erschöpfung verlängern (Fig. 5). Der Zusatz von Nährlösung ändert an der Keimung der Brandsporen nichts, nur die Conidien wachsen zu längeren verzweigten, aber unfruchtbaren Keimschläuchen aus.

Anthracoidea subinclusa nov. sp. auf Carex riparia.

Von dieser Brandform, welche in sumpfigen Gegenden auf Carex riparia, C. vesicaria und C. ampullacea nicht selten ist, habe ich an dem reichlich verfügbaren Material die Sporenbildung sicher beobachten und feststellen können, dass sie als eine verwandte Species der Gattung Anthracoidea angehört. Schon im V. Hefte habe ich auf Tafel X Figur 26 den Pilz in einer Aehre von Carex riparia abgebildet, welche zugleich in einzelnen Fruchtknoten von der Ustilago olivacea befallen war. Der Pilz ragt, einer kleinen Kohle gleich, auffällig aus dem aufgerissenen Utriculus hervor, was Veranlassung gegeben hat, den Gattungsnamen Anthracoidea zu bilden. Die anfangs fest verklebte Masse der Sporen bekommt mit dem Austrocknen Risse und zerbröckelt

Himalaya zugesandten verschiedenen Carex-Arten sich wiederfand (Heft V, Taf. X, Fig. 9—26). Der Verbreitungsbezirk dieser Brandformen, die besonders charakteristisch ausgeprägt sind, darf hiernach wohl als ein sehr ausgedehnter angesehen werden.

dann leicht in kleine Stücke. Feine Schnitte von Fruchtknoten, die noch nicht mit der Sporenbildung zu Ende sind, lassen leicht erkennen, dass hier genau der gleiche Fall der Sporenbildung vorliegt, wie bei der schon äusserlich so ähnlichen Anthr. Caryeis, wo nur die Sporenmassen fester verbunden sind und auch weiter verbunden bleiben. Der in seinem Innern befallene Fruchtknoten bildet aus den nach der Aussenfläche durchdringenden Hyphen die dichte farblose hymeniale Zone, von welcher die Sporenbildung von Innen nach Aussen eingeleitet wird. Die mit der Anlage noch kleinen und farblosen Sporen vergrössern sich und nehmen allmählich eine fast schwarze Farbe an. Eine dicke Kruste von fertigen Sporen umgibt dann die noch ungefärbten jungen Sporen auf der hymenialen Zone. So lange die Sporenbildung andauert, sind diese Einzelheiten deutlich, wenn sie zu Ende ist, sieht man nur mehr die fertigen Sporenlager. In vielen Fällen ist die Sporenbildung schon erloschen, wenn die Brandlager sichtbar werden, ebendarum ist der wirkliche Sachverhalt nur an genügend jungen Fruchtknoten zu erkennen. Die fertigen Brandsporen erreichen hier nicht die gleiche Grösse wie bei der vorigen Form, sie runden sich mit der Reife ab und bekommen auf dem Exosporium warzenartige Vorsprünge ähnlich denen von Ustilago echinata (Fig. 1 u. 2 sp.). Hieraus mag die lose Verbindung der Sporenmassen und ihr leichterer Zerfall sich erklären, welche einen nicht unwesentlichen Unterschied gegen Anthr. Caryeis bedingen.

Die Keimung der Sporen tritt frühestens nach Jahresfrist ein, wenn die Sporen während dieser Zeit in feuchter Erde gelegen haben. Sie treiben aus dem aufplatzenden Exospor einen dicken Keimschlauch aus, der sich, unter Entleerung und Kammerung nach hinten, mit seiner Spitze über den Wassertropfen erhebt und dann hier in zwei Zellen theilt. Jede dieser beiden Zellen des Fruchtträgers, die obere an der Spitze, die untere unterhalb der Scheidewand, treibt zu einem verhältnissmässig langen Sterigma aus, welches an der Spitze zu einer eiförmigen Conidie anschwillt (Fig. 1 u. 2). Die zuerst gebildete Conidie wird von der zweiten (Fig. 1_{1-3}), diese von der dritten etc. an demselben Sterigma zur Seite geschoben, bis die beiden Zellen des Fruchtträgers erschöpft sind. Die abgefallenen Conidien keimen direct zu Fäden aus wie die von Anthr. Caryeis (Fig. 3). Nährlösungen verlängern die Keimfäden, ohne sie zur Fructification zu bringen. Die Fruchtträger der Figur 1 sind in Luft gezeichnet, die von Figur 2 nach dem Untertauchen unter Wasser, um die Gliederung genauer zu sehen, sonst würden unter Wasser die Conidien natürlich nicht gebildet sein.

Cintractia Krugiana Mgn. auf Rhynchospora gigantea.

Von dem prachtvollen Materiale dieses Pilzes, der die Axen der Nährpflanze unterhalb der Blüthenstände mit einer dicken schwarzen Kruste von Brandsporen oft auf die Länge

eines Cntr. überzog, habe ich nur die Bildung der Sporenlager[1]) in Uebereinstimmung mit den Formen von Anthracoidea feststellen können. Die Sporen selbst wollten weder gleich nach ihrer Ankunft aus Blumenau, noch auch nach längerem Ausliegen in feuchter Erde auskeimen. Ich habe sie verfolgt, bis sie abgestorben waren; es ist wahrscheinlich, dass sie bald nach ihrer Reife keimen und die Keimkraft schnell verlieren.

Abbildungen von der Bildung der Sporen bei Cintractia und ebenso bei Anthracoidea habe ich zurückgelassen, weil sie, gleich denen von Sphacelotheca zu viel Raum beanspruchten. Die schon vorhandenen Zeichnungen von *Cornu* (l. c. der ann. sc. nat. p. 279 Taf. XV) können vorläufig zur Orientirung dienen. Auch schon die Zeichnungen von Anthracoidea Carycis in der Auskeimung der Sporen mussten verkleinert wiedergegeben werden.

2. Brandsporen nicht einzeln frei, sondern verbunden oder zu Haufen vereinigt.

Die erste Form, die hier in Betracht kommt und die den Charakter der verbundenen Sporen wohl am schwächsten ausgeprägt zeigt, ist **Schizonella.** Es sind bei dieser Gattung die Sporen nur zu zweien miteinander verbunden und diese trennen sich noch bald, jedenfalls mit der Keimung in zwei Hälften von einander (Fig. 6—10sp.), die dann nur mehr an einer kleinen Stelle durch das Exosporium verbunden bleiben. Nach dieser Eigenthümlichkeit ist der Gattungsname Schizonella von *Schroeter* gebildet worden.

Schizonella melanogramma DC. auf Carex ericetorum.

Der untersuchte Pilz stammt von *Schroeter,* der ihn von einem Standorte im Riesengebirge mir zusandte. Die Blätter der Nährpflanze zeigten schmale dunkle Längsstreifen, in welchen sich die Brandlager, nicht gerade reich an Sporen, vorfanden. Die Sporen waren meistens schon in zwei nur noch lose verbundene Hälften zerfallen, welche kappenartig nach aussen ausgebildet waren und die Flächen der Commissur, an welcher die Sporen zusammengesessen hatten, deutlich unterscheidbar machten. Die Sporen hingen an einer Seite oder vielmehr an einer Randstelle der Commissur lose zusammen und machten den Eindruck, als ob sie durch eine letzte Theilung in die Zwillingshälften getheilt worden seien (Fig. 7 u. 8sp.). Die dunkelbraunen, nicht grossen Sporen haben kaum unterscheidbare Unebenheiten, die in Figur 8 angedeutet sind, an der freien Aussenseite, nicht aber an der Fläche der Commissur, die heller und glatt ist. Die Keimung der Sporen tritt leicht, schon in Wasser ein, sie ist von *Schroeter*[2]) beobachtet als längliches Promycel, welches durch 1—3 Scheide-

[1]) *Cornu,* Ann. sc. nat. 6. Serie, Tome 15.

[2]) *Schroeter,* Beiträge zur Biologie, Bemerkungen über einige Ustilaginaceen, Bd. II, p. 349, Taf. XII.

wände getheilt wird und aus den Theilzellen spindelförmige Sporidien treibt. Bei den Sporen, welche ich in Wasser aussäete, fand ich kleine, in dem aus der Spore frei herausragenden Theile, dreizellige Fruchtträger, welche sich in der Bildung weniger Conidien erschöpften, die ungekeimt liegen blieben. Bei der Cultur der Sporen in Nährlösungen waren die Fruchtträger üppiger und stets dreizellig, soweit sie frei zu sehen waren, zu den drei Zellen ist aber noch eine hinzuzunehmen, die in der Spore verbleibt (Fig. 6—10). Die Keimung erfolgt in Nährlösungen ausnahmslos an jeder Spore, nur die Länge der Fruchtträger zeigt nach der jeweiligen Dicke der Keimspore eine Verschiedenheit. Die Fruchtträger treten immer aus dem Rande der Commissur aus und niemals an der freien Aussenseite (Fig. 8 u. 10). Die Bildung von zwei Fruchtträgern aus einer Spore ist nicht selten zu finden (Fig. 6 u. 8) und erstreckt sich gewöhnlich auf beide Sporen des Sporenpaares, wie in Figur 8; die Fruchtträger aus einer Spore stehen bald nach entgegengesetzten Seiten, bald nahe zusammen (Fig. 9 u. 10). Die erste Theilung innerhalb der Sporen, durch welche die Fruchtträger in der Zweizahl aus einer Spore veranlagt werden, ist bei der dunklen Farbe der Aussenhaut nicht so sicher zu sehen, wie in Figur 12 auf Tafel VI. Das Abfallen des freien Theiles der Fruchtträger nahe an der Spore tritt in Nährlösungen vielfach ein (Fig. 10_3), man kann dann verfolgen, wie die drei abgetrennten Zellen an den Scheidewänden und an den Enden endlos die spindelförmigen Conidien abschnüren und wie die in den Sporen verbliebene Zelle des Trägers an der Stelle der Abtrennung ebenfalls für sich die Abschnürung der Conidien fortsetzt (die Bilder von Fig. 10_3). Die Entwicklung des Pilzes in Nährlösungen ist eine überaus üppige und leichte. Nicht bloss, dass die Fruchtträger üppiger und grösser, ebenso die Conidien grösser und voller ausgebildet werden, als bei den Sporenkeimungen in blossem Wasser, setzen weiterhin sowohl der Fruchtträger in unendlicher Sprossung die Bildung der Conidien, wie die Conidien in directer Sprossung in Hefenform die Vermehrung unendlich fort. In der Figur 9_{1-4} ist eine Bilderreihe aus continuirlicher Beobachtung eines auskeimenden Sporenpaares in den Kammern gezeichnet, welche den Beginn der Keimung in 1, die Theilung der ausgewachsenen beiden Fruchtträger und den Beginn der Conidienbildung in 2 und dann in 3 und 4 die fortschrittlichen Zustände zeigt, in welchen die Conidien abschnürenden Fruchtträger nachträglich unverändert blieben und von einem förmlichen Hof von abgefallenen Conidien umgeben sind, die in allen Formen der directen Sprossung die Vermehrung der Conidien fortsetzten. Dem Bilde gegenüber an der andern Seite der Tafel ist in Figur 10_{1-3} eine ebenso beobachtete Entwicklungsreihe als Gegenstück dargestellt, welche die Variation zeigt, dass hier die oberen freien Theile der Fruchtträger abgefallen sind, dass diese dann neben den Sporen, die aus der innen verbliebenen Zelle des Trägers Conidien bilden, die Conidienbildung für sich fortsetzen in Mitte der schon

abgetrennten Conidien, die in directer Sprossung die Conidien abschnüren. Sechs Wochen lang wurde durch Uebertragung der Conidien in neue Nährlösungen die Fortdauer ihrer Sprossung in Hefenform verfolgt, die endlos ohne die mindeste Formveränderung fortgeht. In stärkeren resp. reicheren Nährlösungen kann man grössere Verbände von Conidiensprossungen in Hefenform unschwer bekommen, die wie in Figur 11_{1-3} ein höchst zierliches Ansehen haben, aber schon bei der geringsten Erschütterung in die einzelnen Glieder zerfallen. Wenn schliesslich in den erschöpften Nährlösungen die Sprossung zu Ende geht, treiben die Conidien an einem oder an beiden Enden, wo sonst die Conidien abgeschnürt wurden, zu Fäden aus, die sich in Längenwachsthum erschöpfen (Fig. 12_{1-3}). Nach zwei Monaten waren die Conidien und ihre Keimfäden abgestorben und damit das natürliche resp. mögliche Ende der Cultur des Pilzes in Nährlösungen erreicht. —

Von der Gattung Schizonella weicht die zweite Gattung der sorisporen Ustilagineeen, zu welcher wir jetzt übergehen, durch grössere Sporenhaufen ab, die einheitlich gebildet werden und auch nachträglich im Acte der Keimung verbunden bleiben. Es ist dies die **Gattung Tolyposporium,** welche nach einer rudimenten Keimung von Tolyposporium Junci durch *Woronin* aufgestellt ist.[1]) Ich habe vier Formen dieser Gattung cultiviren können, die wir nach einander, mit dem Tolyposporium Junci beginnend, durchnehmen wollen.

Tolyposporium Junci Schroeter auf Juncus bufonius.

Das untersuchte Material stammt aus den Fruchtknoten von Juncus bufonius, der auch in den Axen und Blüthenstielen mit den Sporenlagern des Brandpilzes vorkommt. Die dunkelschwarzen Sporenhaufen sind von verschiedener Grösse und die einzelnen Sporen so fest in dem Haufen verbunden, dass sie meist eine polyedrische Gestalt bekommen (Fig. 13 u. 18). Die isolirten Sporen eines Haufens, von 10—13 μ Grösse, zeigen keine ausgeprägten Verzierungen auf der Aussenhaut, die braun-schwarz gefärbt ist. Die Keimung der Sporen in Wasser ist von *Woronin*[2]) gesehen, der einige getheilte Fruchtträger mit Conidien abgebildet hat, die aus zwei Jahr altem Materiale ausgekeimt sind.

Die Sporenhaufen verhielten sich, in Wasser ausgesäet, in meinen Culturen völlig passiv, sie keimten gar nicht aus. Die Keimung trat aber regelmässig ein an einem Materiale, welches vom Sommer bis zum Mai des folgenden Jahres in feuchter Erde gelegen hatte. Die Keimung ist in Figur 13 dargestellt. In den kleinen Haufen ist fast jede Spore zu einem ziemlich langen Keimschlauche

[1]) *Woronin*, Beiträge zur Morphologie der Pilze, V. Reihe, Tafel IV.
[2]) l. c. der Beiträge V. Reihe.

ausgewachsen, der sich nach oben in vier inhalterfüllte Zellen getheilt hat, während eine, seltener zwei mehr oder minder lange und entleerte Zellen an der Keimspore und mit dieser in Verbindung bleibend, abgekammert sind. Der zunächst stets vierzellige Fruchtträger bildete nun, ganz gleich dem bekannten Fruchtträger der freisporigen Ustilaginaceen, oben an der Spitze und an den Scheidewänden länglich eiförmige Conidien, die abfielen und durch neue ersetzt wurden, bis die Entleerung der Gliederzellen des Trägers eingetreten war. Es kommt an langen Fruchtträgern öfters vor, dass auch in den einzelnen Zellen mit fortschreitender Entleerung zur Conidienbildung nach rückwärts Kammerungswände sich bildeten, welche wiederum die entleerten Theile der Zellen abgrenzten und durch welche der Fruchtträger in späteren Stadien mehr als vierzellig bis zehn- oder zwölfzellig erscheinen kann. Zustände dieser Art sind es zweifellos gewesen, welche *Woronin* gesehen und seiner Beurtheilung der Vielzelligkeit des Fruchtträgers von Tolyposporium zu Grunde gelegt hat,[1]) welche aber, entwicklungsgeschichtlich richtig beurtheilt, die ursprüngliche Vierzelligkeit des Trägers gar nicht berühren (man vergleiche hierzu die Figuren 14—17 meiner Zeichnungen). Die Bildung der Conidien geht bei Wasserkeimungen schnell zu Ende und die abgefallenen Conidien verhalten sich ziemlich passiv, sie treiben kurze Fäden oder die Anlage einer Secundärspore, der noch einige kleine Conidien in Luft folgen können, wenn die Conidie die Luft erreicht. Die normale Sporenkeimung kommt erst zur Erscheinung, wenn die Sporenhaufen in Nährlösung cultivirt werden. Die Fruchtträger der Einzelsporen, wie sonst aus vier Zellen gebildet, erreichen nun ihre volle Ueppigkeit und stehen strahlenförmig von dem Sporenhaufen ab. Leider können diese Bilder von grösseren Haufen nicht gut übersichtlich mehr gezeichnet oder wenigstens in den zu grossen Figuren nicht wiedergegeben werden. In Figur 18 ist eine in allen Einzelheiten deutliche und übersichtliche Zeichnung abgebildet, in welcher nur sechs Sporen eines Haufens ausgekeimt sind. Alle Fruchtträger gehen nach dem Sporenhaufen (sp.) auf eine oder zwei gekammerte leere Zellen zurück und sind in den oberen inhalterfüllten Zellen an Conidien fruchtbar, welche, noch am Träger sitzend, schon direct zu neuen Conidien aussprossen. In seltenem Falle trennen sich die Fruchtträger in zwei (Fig. 22) oder in allen vier oberen Zellen (Fig. 19) ab, die dann in Nährlösung ebenso, wie die nicht von den Sporen abgetrennten Träger, die Conidienbildung bis zur Erschöpfung der Nährlösungen fortsetzen. Die abgelösten freien Conidien setzen in Nährlösung die directe Conidiensprossung in Hefenform ebenfalls, bis die Nährlösungen erschöpft sind, fort. Einige grössere Verbände von Conidien, die aber sehr leicht zerfallen, sind in Figur 20—22 abgebildet. Die

[1]) l. c. der Beiträge; die Aussprossung der Conidien am Fruchtträger hat *Woronin* auch nur an vier Stellen und der Spitze gezeichnet.

einzelnen Conidien sind zunächst länglich spindelförmig, sie können aber auch in längerer Cultur an Grösse zunehmen, namentlich vor ihrem Austreiben zu Keimfäden (Fig. 24 1 u. 2). Diese Auskeimung schliesst sich dem Ende der Sprossung fast unmittelbar an (Fig. 23 u. Fig. 24 3). Die Keimfäden treiben mit der Verlängerung der Luft zu und bilden hier sofort wieder weitere Conidiensprossungen als Luftconidien, die wieder den Formen von Tolyposporium eigenthümlich sind, wie vordem so mancher Form der Gattung Ustilago. Je früher die Schläuche aus den Conidien die Luft erreichen, um so kürzer bleiben sie und um so schneller gehen sie wieder zur Bildung von Luftconidien über. Dies kann sich so weit compensiren, dass die der Oberfläche nahe gelegenen Conidien direct in Luftconidien aussprossen, gleich den Figuren 39 u. 40 von Tolyp. Penicillariae. Natürlich werden dieselben Luftconidien auch an den Sporenfruchtträgern direct gebildet, wenn sie nur mit den Conidien die Luft erreichen (Fig. 14, 15 u. 16). Um dies sicher zu sehen, habe ich einige Sporenhaufen in die einzelnen Sporen zerlegt und diese dann mit den Trägern in die Luft hineinwachsen lassen, allwo die Bildung der Luftconidien im directen Zusammenhange durch den Fruchtträger mit den Keimsporen übersichtlich wurde, wie in Figur 14—17. Diese Zeichnungen enthalten nur wenige Sprossungen von Luftconidien, die durch die Figur 27 und 28 ergänzt werden, welche, zwar von Tolyposporium bullatum entnommen, zugleich aber für T. Junci mitgelten können, weil sie diesem völlig gleich sind und ihre abermalige Abbildung unnöthig machten. Nicht anders, als wie es in allen früheren Fällen der Luftconidienbildung der Fall war, ist auch hier mit der Zahl der Sprossungen in acropetaler Folge eine allmähliche Abnahme der Grösse der Conidien verbunden, die andeutet, dass die Sprossung in Luft eine beschränktere ist und mit der Erschöpfung des Inhaltes der Keimfäden oder der Conidien, von welchen sie ausgehen, auch zu Ende geht. Durch neuen Zusatz an verdünnter Nährlösung kann man sie länger und stetig unterhalten und bis zu dem Punkte fördern, dass der Culturtropfen schliesslich mit einer weissen Decke von Luftconidien überzogen wird. Dass im Uebrigen durch Uebertragung in neue Nährlösungen die Sprossungen der Conidien in Hefenform sich unter und über der Flüssigkeit unendlich unterhalten lassen, bedarf kaum der Andeutung; etwas anderes als Conidiensprossungen und ihre Auskeimung zu Fäden tritt hier so wenig wie in allen früheren Fällen ein.

Tolyposporium bullatum Schroeter auf Panicum Crus galli.

Der lange vergeblich gesuchte Pilz wurde mir endlich von *Schroeter* zugesendet. In einzelnen Aehrchen von Panicum Crus galli, die mächtig angeschwollen hervorragten, waren die dunkelbraunen grobkörnigen Sporenlager ausgebildet. Sie bestanden aus den einzelnen Sporenhaufen, welche eine ganz verschiedene Grösse zeigten, bald

rund bald unregelmässig länglich waren. Hunderte von Sporen, die aber an der Aussenseite des Haufens zu einer fast glatten Berandung verbunden waren (Fig. 25 und 26 sp.), bildeten einen Haufen, der zerdrückt in die einzelnen hellbraunen, rundlich polyedrischen Sporen von 10—12 μ Grösse zerfiel, die ein besonderes Exosporium nicht erkennen lassen (Fig. 27—30 sp.). Die Mühe, die Sporen sogleich zum Keimen zu bringen, war wieder vergebens, sie keimten erst im folgenden Jahre im Sommer aus, als sie nach 9monatlicher Ruhe aus der feuchten Erde entnommen wurden. Nun war die Keimung der Sporen eines Haufens schon in Wasser eine so allgemeine, dass der Haufen dicht umhüllt war von den austreibenden Fruchtträgern. Die Figuren 25 u. 26 zeigen bei nur sehr schwacher Vergrösserung zwei Bilder von verschieden grossen Sporenhaufen, an welchen die Massenauskeimung der Sporen eingetreten ist. Schon hier lässt sich die Gliederung des Fruchtträgers in zwei Zellen mit der beginnenden Conidienbildung erkennen, das Bild wird aber erst deutlich an einem Sporenhaufen, den man vor seiner Auskeimung zerdrückt, also in die einzelnen Sporen zerlegt hat. Dies Zerdrücken kann, mit der nothwendigen Zartheit ausgeführt, ohne Schädigung der einzelnen Sporen geschehen. Man sieht dann genau, wie die dicht verbundenen Sporen gleichsam aus einer gewebartig zusammenschliessenden Membranhülle einzeln hervortreten, wie sie ähnlich, nur noch ausgeprägter in der Verbindung der Sporen des Sporenhaufens von Doassansia vorkommt und hier in Figur 7 Tafel XII abgebildet ist, worauf hier kurz hingewiesen sein mag. Zweifellos ist diese Bildung aus einer Schichtung der Membranen der dicht verbundenen Sporen abzuleiten, deren Abtrennung oder Lostrennung aus dem Haufen hierdurch erleichtert wird. Die Keimung der Einzelsporen ist in Figur 30 der Tafel IX in drei Fruchtträgern dargestellt. Der lange Fruchtträger, der aus dem aufgesprengten Exosporium der Keimspore hervortritt, theilt sich nur in zwei Zellen, von welchen die obere zumeist an der Spitze, die untere unter der Scheidewand die Conidien bildet. Kammerungswände verschieben scheinbar auch hier die Zweizelligkeit der in Wasser gekeimten Fruchtträger, die aber durchaus typisch ist (Fig. 30_2). Unter Wasser werden nur wenige Conidien gebildet, damit sind die beiden Zellen des Trägers erschöpft. Die Conidien sind länglich spindelförmig (Fig. 30), sie sammeln sich bei der Keimung eines Sporenhaufens in Form eines Hofes um diesen an. Sie sprossen in Wasser noch ein- oder zweimal eine immer kleinere Conidie aus, dann steht die Sprossung still, nur an der Luft gelegen wird eine kleine Kette von Conidien in abnehmender Grösse gebildet. In Nährlösungen cultivirt, werden die Sporenfruchtträger, wie in Figur 29_{1-3}, viel üppiger und auch grösser als in blossem Wasser. Dies geht auch auf die Conidien über, die aus den stets nur zweizellig bleibenden Fruchtträgern nun in unendlicher Fülle und mit einer fabelhaften Schnelligkeit ausgetrieben werden. Schon in einer Nacht ist der Culturtropfen mit den Conidien ganz angefüllt, die ihre Anhäufung

durch directe Aussprossung in Hefenform noch wesentlich steigern. Die Fruchtträger behalten ihre Zweizelligkeit und die Conidien, wenn sie abgefallen sind, die Aussprossung neuer Conidien in Hefenform ebenso bei, so lange man in Reihengenerationen die Culturen auch fortsetzen mag. So gross wie die Sprossfähigkeit in Nährlösungen, ebenso gross ist die Neigung der Sprosse zur Bildung von Luftconidien. Wenn die Culturen nur kurze Zeit stehen, sieht man schon die zierlichen Kahmketten von Conidien über die Tropfen hinausragen. Sie nehmen zu, bis die Tropfen mit einer förmlichen Schicht aus Kahmconidien bedeckt sind (Fig. 28 1 u. 2). Es ist leicht, den Uebergang der Conidiensprossungen aus der Flüssigkeit in Luft zu verfolgen und auch ebenso leicht, die Sporenfruchtträger durch Cultur in dünner Flüssigkeitsschicht in ihrem Uebergange zur Luftconidienbildung direct zu sehen, wie er in Figur 27 1 u. 2 gezeichnet ist. Bleiben die Culturen länger stehen, so wachsen aus dem Rande des Culturtropfens längere Fäden hervor, die sich verzweigen und gliedern und dann auf allen Gliederzellen die zierlich verzweigten Bäumchen der Kahmketten bilden, von welchen die Figur 28 zwei Bildchen wiedergibt, die man sich nur aus den langen Fäden der Figur 23 auf Tafel VI aussprossend zu denken braucht, um die Bildung ohne eine weitere Zeichnung der Vorstellung zugänglich zu machen. Am Ende der Cultur ist der ganze Tropfen von Fäden dieser Art mit ihren Kahmketten eingerahmt, die alle die stetig abnehmende Grösse der Conidien nach oben zeigen, der wir bei sämmtlichen Luftconidien bildenden Formen begegnet sind. Wenn die Bildung der Luftconidien im Gange ist, kann man durch Zusatz verdünnter Nährlösung ihre Bildung lange unterhalten und förmliche Kahmhäute mit Leichtigkeit hervorbringen, während sie in erschöpften Nährlösungen nur kurze Zeit fortdauern kann, wie aus der abnehmenden Grösse der Luftconidien sich schon von selbst ergibt.

Tolyposporium Penicillariae n. sp. auf Penicillaria spicata.

Das prachtvolle Material dieses Pilzes erhielt ich aus Simla durch *Barclay* zugesandt. Aus den grossen und reichblüthigen Aehren der Nährpflanze sehen die einzelnen branderfüllten Fruchtkörner wie grosse Blasen weit hervor, ähnlich wie es auch schon bei dem Tolyposporium bullatum der Fall war. Sie sind um das vielfache dicker wie die nicht befallenen Körner und die schwarze Brandmasse leuchtet durch die helle Fruchtschale, schon äusserlich erkennbar, hindurch. Wenn man die Körner zerdrückt, zerfällt der Brand in ein grobes schwarzes Pulver, welches unter dem Mikroskop die Sporenhaufen ungleicher Grösse und meist rundlicher oder eirundlicher Form darstellt. Die einzelnen fest verbundenen Haufen, die nach aussen fast glatt zusammenschliessen, enthalten je nach der Grösse mehrere bis viele hundert einzelne Sporen. Beim Zerdrücken eines Haufens sieht man die bei T. bullatum beschriebenen Einzelheiten wieder (Fig. 25—30). Die einzelnen Sporen sind weniger dunkel, wie

der Sporenhaufen. Sie haben eine gelblich braune Aussenhaut, eine Grösse von 10—12 μ und keine deutlichen und bestimmten Verzierungen (Fig. 35—37 sp.). Die Sporenhaufen keimten, als ich sie empfangen hatte, nicht aus, auch das Material, welches bis zum Frühjahr ausgelegen hatte, keimte nicht. Erst als neues Material, welches schon ein Jahr trocken gelegen hatte, in feuchter Erde ausgelegt wurde und ein Jahr gelegen hatte, war das Stadium der Keimfähigkeit erreicht und die Sporenhaufen keimten allgemein aus, sobald sie nur in Wasser gebracht wurden. Die Bilder der Figuren 25 u. 26 können auch für Tolyp. Penicillariae mitgelten, nur mit der kleinen Variation, dass die aus dem Haufen herausgetriebenen Fruchtträger nicht mehr zwei- sondern vierzellig zu denken sind. Die Keimung der isolirten Einzelsporen in Wasser ist in Figur $35_{1\text{ u. }2}$ dargestellt. Der schlanke Fruchtträger theilt sich durch zweimalige Zweitheilung in vier Zellen und durch diese stets wiederkehrende Vierzelligkeit ist Tolyp. Penicillariae verschieden von T. bullatum, welches nur zweizellige Fruchtträger ausbildet. Die Conidien sind kaum verschieden und stimmen auch in dem weiteren Verhalten mit T. bullatum im Wesentlichen überein. Wie dort werden die Conidien in Nährlösungen an den vierzellig verbleibenden Fruchtträgern in unendlicher Fülle gebildet. Schon am Träger in Figur 37 oder abgefallen in Figur 38 gehen sie zur directen Conidiensprossung in Hefenform über und die Sprossung geht bis zur jedesmaligen Erschöpfung der Nährlösungen fort. Die Sprosscolonien sind etwas voller und grösser, wie die von T. bullatum. Schon in den Figuren 36 u. 37 ist angedeutet, dass die Fruchtträger mit der Fortdauer der Conidiensprossungen zum Zerfallen in mehrere Stücke oder gar in die einzelnen Gliederzellen neigen. Die Fragmente sind etwas grösser und dicker wie die Conidien, sonst nachträglich schwer von diesen zu unterscheiden, da auch sie weiterhin die Conidiensprossung, gleich den Conidien, fortsetzen. Wenn die Sprossung der Conidien in den erschöpften Nährlösungen stille steht, treiben die Conidien und die Gliederzellen der Fruchtträger zu Fäden aus, die in die Luft streben und hier sogleich zur Bildung von Luftconidien übergehen. Je näher die Conidien der Luft gelegen sind, um so kürzer wird der Keimschlauch, den sie zur Luftconidienbildung austreiben (Fig. 39_{1-3}), und an den Stellen, wo die Conidien der Luft direct anliegen, gehen sie unmittelbar, gleichsam mit Ausschaltung der Fadenkeimung, zur Bildung von Luftconidien über, wie es in Figur 40_{1-3} in mehreren kleinen Bildchen dargestellt ist. Lässt man die Culturen mit beendigter Sprossung nur einen Tag lang stehen, so ist die Oberfläche mit Kahmketten bedeckt, die sich schnell vermehren und verdichten bis zu einer vollständigen Kahmhaut, die man abziehen und beliebig zur Fortsetzung auf neue Nährlösung übertragen kann, deren Oberfläche in kürzester Frist ganz davon bedeckt wird.

Natürlich gehen die untergetauchten Conidien bei jeder Uebertragung in neue

Nährlösungen wieder zur Bildung von Flüssigkeitsconidien, wie in Figur 38, über, die aber wieder schnell der Oberfläche zueilen, um neue Luftconidien zu treiben (Fig. 40_{1-3}). Die ausgeprägte Neigung zur Bildung von Luftconidien tritt namentlich hervor, wenn man die Flüssigkeitsconidien in nicht dicke Schichten von Nährlösung überträgt. Hier dauert es nur kurze Zeit, bis auch die Conidienbildung an der Oberfläche in Luft vor sich geht und bis sich die Oberfläche mit einer geschlossenen Kahmhaut von Luftconidien bedeckt. In erschöpften Nährlösungen ist die nachträgliche Bildung von Luftconidien natürlich nur eine beschränkte, es werden dann aus den Flüssigkeitsconidien, soweit ihr Inhalt reicht, an der Oberfläche die Luftconidien gebildet. Da er natürlich nicht weit reicht, so ist es klar, dass die Kahmketten kürzer bleiben, dass die Grösse der Conidien nach oben hin abnimmt und endlich stille steht. Werden dagegen die Conidien in neuer Nährlösung gleich an der Oberfläche gezogen, so geht die Sprossung auch hier reicher und voller vor sich bis zu den Hautbildungen, die als Kahmhäute vordem in der Mycologie eine selbständige Rolle spielten und leider vereinzelt noch spielen müssen.

Tolyposporium Cenchri n. sp. auf Cenchrus echinatus.

Erst vor Jahresfrist brachte mir Dr. *Möller* bei seiner Rückkehr aus Brasilien diese Form von Tolyposporium mit, die in dem früheren Kaiserlich-Brasilianischen botanischen Garten in Rio de Janeiro gesammelt wurde. An der Nährpflanze waren die auch von den Blättern eingeschlossenen Axen mit den Inflorescenzen vom Pilze verwüstet. Er hatte in den parenchymatischen Elementen seinen Sitz, zwischen welchen, als sie in die Brandmasse verwandelt waren, die nicht verzehrten Gefässbündel wie fadige Stränge ausgespannt waren. Die schwarzen Brandmassen waren auffällig grobkörnig und bestanden aus einzelnen Haufen, die aber viel kleiner waren, als die von den früheren zwei Formen, und im höchsten Falle aus 50 Sporen zusammengesetzt sein mochten (Fig. 31 sp.). Die Verbindung der Sporen in Haufen war auch eine losere und die Form kann vielleicht als Uebergang zu den freisporigen Formen beurtheilt werden. Es bedürfte hier nur einer noch etwas loseren Verbindung, um die Haufen illusorisch zu machen und die Form nach den freisporigen zu verschieben. Es gibt in der That unter den freisporigen Brandpilzen auch schon solche, bei welchen die Sporen deutlich in Haufen veranlagt werden, aber nachträglich mit der Reife der Sporen nicht in dem Verbande als Haufen verbleiben und zerfallen. Sie zeigen häufig noch eine äussere und eine central gelegene Seite in der Ausbildung der Sporenhaut, die z. B. bei der Ustilago Scorzonerae an der Aussenseite dunkelbraun, an der Innenseite erheblich heller erscheint. Ich führe diese Abstufungen in der verschiedenen Ausbildung der Sporenhaufen absichtlich an, um zu zeigen, wie dieser in einer Anzahl von Fällen scharf und unzweifelhaft ausgesprochene und darum auch systematisch

verwendbare morphologische Charakter sich nach der einen Seite mehr und mehr verliert, während er nach der andern Seite eine um so schärfere und bestimmtere Entwicklung erfährt, die, wie wir sehen werden, in den Formen der Tilletiaceen mit Sporenhaufen und hier ganz besonders in den Formen der Gattung Doassansia bis zur Ausbildung einer förmlichen Peridie sich steigert. Zu den Formen mit nur schwacher Ausprägung des sorisporen Charakters gehört jedenfalls Tolyposporium Cenchri.

Abweichend von den drei ersten Formen von Tolyposporium bedurfte T. Cenchri der umständlichen Procedur nicht, seine Sporen durch Auslegen in feuchter Erde keimfähig zu machen; die kleinen Haufen keimten direct, sogar in Wasser aus. In Figur 31 ist ein kleiner Sporenhaufen in Keimung dargestellt. An den einzeln keimenden Sporen eines zerdrückten Haufens, die eine bräunliche, nicht verzierte Aussenhaut und eine Grösse von 8—10 μ zeigen (Fig. 32 u. 34 sp.), sieht man die Vierzelligkeit der Fruchtträger deutlich, die in der Länge, nicht aber in der Zahl der Zellen schwanken (Fig. 32 u. 34). In Nährlösungen ist die Conidienbildung an den Fruchtträgern die gleiche wie früher, auch die Conidien in ihrer Form sind nicht weiter verschieden. Nur die Neigung der typisch vierzelligen Fruchtträger zur Zergliederung ist hier noch grösser wie bei der letzten Form (Fig. 33_{1-3}) und man muss, um die wirkliche Gliederung der Träger vor dem Verfall zu sehen, die Anfangsstadien der Keimung beobachten, sonst ist man in Gefahr, nur noch Trümmer zu finden (Fig. 32 u. 34). Es liegen späterhin zwei- und dreizellige Theile der Fruchtträger zwischen den abgefallenen Conidien, sogar einzelne Zellen wild umher, die aber in der Abschnürung von Conidien mit den noch erhaltenen Fruchtträgern und mit den direct sprossenden Conidien wetteifern (Fig. 33_{1-3}). Die Bildung von Luftconidien tritt bei dieser Form von Tolyposporium wohl am meisten hervor. Schon während der Fortdauer der Sprossung erscheinen die zierlichen Kahmketten auf der Oberfläche des Culturtropfens und breiten sich allmählich zur geschlossenen Decke aus, die man beliebig auf neue Nährlösung übertragen und in der Kahmform an deren Oberfläche weiter ziehen kann. Einzelne Conidien, direct oder mit vorausgehender Fadenkeimung, gehen zur Luftconidienbildung über, wie in Figur 40_{1-3}, und jede am Rande gelegene Keimspore schickt sich direct oder schon mit den ersten Conidien zum Austreiben von Luftconidien an, wie in Figur 34. In ein paar Tagen waren alle Objectträgerculturen mit Kahmconidien bedeckt, die sich in nichts von allen früheren, uns bekannten Kahmhäuten in Conidiensprossungen unterschieden. —

Der Fähigkeit der Sprossconidien, sich nicht bloss innerhalb der Nährlösung in Hefenform zu vermehren, sondern auch zu Conidiensprossungen in Luft auf der Oberfläche der Nährlösungen überzugehen und hier die Form von Kahmconidien und Kahmhäuten anzunehmen, begegnen wir bei der Familie der Ustilaginaceen nun

schon zum zweiten Male. Sie fand sich unter den freisporigen Formen bei einer Reihe von Arten der Gattung Ustilago vor, sie findet sich unabhängig von diesen hier bei den Formen der sorisporen Gattung Tolyposporium wieder, denen sich späterhin als dritter Fall unter den sorisporen Tilletiaceen noch die Gattung Doassansia anschliessen wird. Der morphologische Unterschied in der Vermehrung der Conidien in directer Sprossung hier auf der Oberfläche, dort innerhalb der Nährlösung ist verschwindend gering oder fast gar keiner; dagegen macht sich bei der Massenvermehrung die Verschiedenheit beider äusserlich auffällig genug bemerkbar. Die Anhäufungen der Flüssigkeits- oder Wasserconidien sind denn auch als Hefenpilze bezeichnet, die Ueberzüge von Luftconidien sind dagegen abweichend als Kahmpilze[1]) seit lange benannt worden. Der genetische Zusammenhang beider Bildungen ist in den einzelnen Untersuchungen der kahmbildenden Pilzformen vorhin überzeugend dargethan und hiermit erwiesen, dass die Kahmhäute in Conidiensprossungen nur eine Variation der Sprossconidien in Hefenform sind. Beide Variationen von Conidiensprossungen unterordnen sich der Reihe der Formgestaltungen der höheren Pilze, und ebenso wenig wie die Hefeconidien, können auch die Kahmconidien als selbständige Pilzformen angesehen werden, sie sind im Einklange mit diesen nichts anderes als abgelöste Entwicklungsglieder, welche von den Formen höherer Pilze ihren Ursprung nehmen und also diesen angehören.

Wie nun aber alle Versuche im Wege der Cultur übereinstimmend darthun, ist es diesen Bildungen gemeinsam eigenthümlich, dass sie in Nährlösungen nicht in die höhere Stammform der Pilze, von welcher sie nachweislich abstammen, zurückzugehen vermögen, vielmehr in steter und in der stets gleichen Vermehrung der directen Sprossung verharren, eine Vegetationsform, welche ihnen in ihrer scheinbaren Unabänderlichkeit den Charakter selbständiger und eigenartiger Formen aus der Reihe der niederen Pilze aufzuprägen vermag. Es kann darum nicht Wunder nehmen, dass die Sprossconidien in der Hefen- oder Kahmform, oder in einem anderen Ausdrucke in der Luft- oder Wasserform, nach diesem Verhalten als selbständige Pilzformen thatsächlich angesehen worden sind und dass man auch zur Zeit noch in unablässigem Eifer bemüht ist, sie in diesem Sinne, im Wege der Cultur, zu untersuchen, zu beschreiben und zu benennen. Nun gibt es, wie ich in den Untersuchungen dieses Werkes vom V. Hefte an nachgewiesen habe, schon jetzt Hunderte von Formen aus der Reihe der verschiedensten

[1]) Dass es auch Pilzvegetationen auf der Oberfläche von Nährlösungen gibt, die nicht von Sprossconidien, sondern von Spaltpilzen wie z. B. dem Bacillus subtilis gebildet werden, habe ich bereits im IV. Hefte d. W. in der Abhandlung über den Bacillus subtilis ausgeführt; ebenso ist es von der Oidien-Fructification der höheren Pilze längst bekannt, dass sie, z. B. Oidium lactis, die Form von Kahmhäuten annehmen kann.

Typen der höheren Pilze, deren Conidien je nach der Stammform, von welcher sie ausgehen, in Form und Grösse verschieden und charakteristisch verschieden sind und bleiben, deren Sprossconidien selbstverständlich im Laufe der Cultur die Unterschiede der Conidien beibehalten und also ebensoviele verschiedene und charakteristisch verschiedene Hefenformen bilden müssen. Diese Formverschiedenheiten, die nothwendig bestehen müssen und gar nicht anders sein können, als sie sind, geben leider der irrthümlichen Beurtheilung der Hefen- und Kahmpilze als eigenartiger Pilzformen neue Nahrung und dem fruchtlosen Bemühen nach Unterscheidung und Trennung der verschiedenen Hefeconidien als ebensovieler Hefenpilze neues Material und neue Scheinresultate, welche aus der fortgesetzten Cultur in Nährsubstraten allein abgeleitet werden.

Was kann nun bei diesen fortgesetzten Culturen an Aufklärungen herauskommen? Nach der morphologisch-entwicklungsgeschichtlichen Seite so gut wie nichts! Man erntet, was man ausgesäet hat — noch nach jahrelanger Cultur immer dieselben Sprossconidien, also immer dasselbe Resultat, oder vielmehr gar keines. Die Conidien sehen am Ende der Sprossung nicht mehr aus als bei ihrem Beginne, einen Aufschluss über ihren Ursprung und über ihren Werth können sie in noch so lange fortgesetzter Cultur nicht geben, da sie hier in keine höhere Form überzugehen vermögen, und das, was sie zu sein scheinen, weil sie in der Länge der Cultur immer dasselbe bleiben, das sind sie in Wirklichkeit doch nicht, nämlich eigene Formen.

Wo aber ist nun der Aufschluss über die Sprosspilze, diese vermeintlichen eigenartigen Typen der niederen Pilze, zu finden, wenn er im Wege dieser Culturen nicht gefunden werden kann? Man findet ihn leicht, wenn man aufhört, an diesem verkehrten Ende zu schwärmen, und den lebendigen Faden der Untersuchung aufnimmt. Die einzig mögliche Methode des Angriffes, die hier allein und sicher zur wissenschaftlichen Erkenntniss führt, ist in der Cultur der höheren Pilzformen selbst gegeben, in der Cultur, welcher wir die Aufschlüsse in den 6 letzten Theilen dieses Werkes überhaupt zu danken haben. Nicht die niederen Formen der Fructification geben Auskunft über die höheren und höchsten Formbildungen, denen sie zugehören, sondern die Cultur der höchsten Fruchtformen führt zu der Auffindung der niederen, welche sich ihnen unterordnen. Dieser Weg der Cultur, der gleichsam von dem entgegengesetzten Ende ausgeht, führt uns von selbst zu den niederen Abkömmlingen der Gestaltung, welche sich dem Formenkreise der höheren Pilze als natürliche Glieder einfügen und nicht den entferntesten Anspruch auf Selbständigkeit haben. Leider ist dieser Weg, den ich schon vor mehr als 10 Jahren wiederholt als den allein möglichen und entscheidenden vorgezeichnet und immer erfolgreicher verfolgt habe (man vergleiche die Arbeiten in den letzten 6 Theilen d. W.), bisher nicht eingeschlagen worden und er wird auch zur Zeit noch nicht eingeschlagen. Der

Grund ist einfach. Es ist leichter Hefeconidien zu cultiviren und Abhandlungen über die verschiedenen Hefen- oder Kahmpilze zu schreiben, als die Schwierigkeiten zu überwinden, welche einer geschlossenen Cultur der höheren Pilze, von den einzelnen Sporen der höchsten Fruchtform ausgehend, natürlich entgegenstehen. Hier ist die volle Herrschaft der Culturmethoden erforderlich, hier kommt man mit Gelatine- oder Agar-Agar-Gelatine-Culturen (die übrigens nur eine einseitig beschränkte Anwendung der von mir begründeten Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze sind), zu gar nichts, weil ihre Leistungskraft schon aufhört an der Stelle, an welcher hier die Anforderungen beginnen. Seitdem die Gelatineculturen sozusagen als neues Wundermittel der mycologischen Forschung (zugleich mit dem Tuberkulin in der Medicin) verkündet und ausposaunt sind, hat sich die Cultur der sogenannten niederen Pilze gleichsam als eigene und besondere Disciplin ausgebildet und von der Mycologie abgezweigt. Es dürfte jetzt an der Zeit sein, von diesem einseitigen und irreleitenden Verfahren abzulassen und wieder zur freieren und breiteren Beurtheilung und damit zu breiteren und besseren Methoden zurückzugehen, wenn man weitere und höhere Resultate anstreben und erreichen will. —

Mit den Formen der Gattung Tolyposporium sind die mir zugänglich gewordenen Formen der Ustilaginaceen in Sporenhaufen und damit zugleich die Formen dieser Familie überhaupt erschöpft, soweit ich sie selbst gefunden oder zugeschickt erhalten habe und der Cultur in Nährlösung zugänglich machen konnte. — Wir wenden uns jetzt den Formen der zweiten natürlichen Familie der Brandpilze zu, den Tilletiaceen, bei welchen die Hemibasidien einzellig sind und die Conidien auf der Spitze in wechselnder und unbestimmter Zahl gebildet werden.

B. Autohemibasidii.

Tilletiaceen.

Hemibasidien einzellig. Autobasidien ähnlich.

Die Tilletiaceen zerfallen, gleich den Ustilaginaceen, in Formen mit einzelnen freien Sporen und in solche mit Sporenhaufen, die aber hier zu einer höheren Differenzirung als bei den Ustilaginaceen ansteigen.

1. Brandsporen einzeln frei, nicht in Haufen vereinigt.

Diese Formen sind im Vergleich zu denen der Ustilaginaceen weniger zahlreich, sie umfassen nur wenige Gattungen mit geringer Artenzahl.

Die Gattung Tilletia umfasst allein die meisten Formen, und nach dieser Gattung wird die Familie der Tilletiaceen mit Recht benannt. Die Gattungen

Entyloma und **Melanotaenium** sind nur in unwesentlichen Merkmalen von der Tilletia verschieden und könnten ebensogut mit ihr vereinigt werden. Etwas weiter steht die Gattung **Neovossia** von Tilletia ab, die Unterschiede sind aber auch hier nicht gross. Ich habe von Tilletia drei Formen, von Neovossia, deren Keimung bisher noch nicht beobachtet worden war, zwei Formen und endlich eine Form untersucht, die der Gattung Melanotaenium, wenn man sie aufrecht erhalten will, zuzuzählen sein würde.

Tilletia zonata n. sp. auf Sporobolus ligularis.

In den Blüthen von Sporobolus ligularis, die ganz mit dem schwarzen Sporenlager angefüllt waren, ist dieser Brandpilz bei Quito in Ecuador von *Lagerheim* aufgefunden und mir zugesandt worden. Schon dem Aussehen der Sporen nach konnte der Pilz mit Wahrscheinlichkeit als eine Form von Tilletia angesehen werden, die Zeichnung des Exosporium entsprach ganz den Formen bei Tilletia. Nur darin zeigte sich eine Abweichung, dass die Sporen, von 15—18 μ Grösse, einen deutlich abstehenden hellen Hof um die gelbbraune Aussenhaut hatten, der einer zarten durchsichtigen Gallertzone entsprechen dürfte (Fig. 3 u. 4 sp. Taf. X). Die Sporen keimten bei ihrer Ankunft leicht in Wasser aus, in derselben Art, wie es die Sporen unserer Tilletia-Formen thun. Aus dem aufgesprengten Exosporium trieb ein Keimschlauch aus, der einzellig blieb und auf seiner Spitze, sobald sie die Luft erreicht hatte, köpfchenförmig die bekannten fadenförmigen Conidien der Tilletia bildete (Fig. 3 u. 4). Nach der relativen Kleinheit der Sporen war es natürlich, dass die Zahl der Conidien keine grosse wurde. Mehr wie acht Conidien habe ich nicht gesehen, meist sechs oder auch nur vier (die Köpfchen der Figuren 3 u. 4). Die Conidien wurden auch nicht lang auf dem Träger, als sie schon abfielen und dann unten an der Basis zu zweien durch einen feinen Fortsatz fusionirten (Fig. 4 u. 5). Nach der Fusion trieb eine der beiden Conidien an der Spitze zu einem dünnen Faden aus, in welchen der Inhalt aus beiden Conidien mit Hinterlassung von Kammerungswänden allmählich übertrat (Fig. 4). Der Faden bildete dann, seltener an der Spitze, meist in seinem Verlaufe nach oben zu auf einem kurzen Seitenzweige eine sichelförmige Conidie (Fig. 4 u. 6), die gar nicht anders aussah, wie die bekannten Conidien von der Tilletia Caries. Wenn man die Conidien auf dem Träger sich ausbilden lässt, so sind sie mit dem Abfallen meist schon fusionirt (Fig. 4 u. 5). Man kann sie aber früher in Nährlösung untertauchen und dadurch die Fusion verhindern und zugleich nachweisen, dass jede einzelne Conidie ohne Fusion ebensogut auskeimt, wie zwei verbundene (Fig. 6). Es werden in weiterer Cultur in Nährlösungen feinfadige Mycelien erzeugt, welche an kurzen Seitenästen, die in die Luft wachsen, wiederum sichelförmige Conidien bilden,

welche mit der Ausdehnung der Mycelien an Menge zunehmen und gar nicht anders aussehen, als wie es im V. Hefte auf Tafel XIII in Fig. 44 schon für Tilletia beobachtet und bildlich dargestellt ist. Die sichelförmigen Conidien, welche sich auch direct als Secundärconidien wieder bilden können (Fig. 7), werden nur in Luft gebildet, an den Fäden von Luftmycel, wie es auch früher geschah. Die Mycelien wuchsen zu schimmelartigen Rasen mit lagerweise gebildeten Conidien heran, die sich, wiederum cultivirt, in der Bildung von Mycelien mit sichelförmigen Conidien dauernd gleich verhielten. Die sichelförmigen Conidien variirten wohl in der Gestalt, die sich der Fadenform in allen Abstufungen zuneigte, waren aber sonst stets die gleichen. Unter der grossen Zahl der Sporenkeimungen verdienen vereinzelte Fälle eine kurze Erwähnung, die sich von der normalen Keimung darin unterschieden, dass der Fruchtträger nicht einfach blieb, sondern sich oben in zwei Gipfel theilte, von welchen der eine zwei, der andere gewöhnlich vier Conidien trug. Da wir dem gleichen Falle in Neovossia wieder begegnen werden, so genügt es hier, auf die Figur 24 kurz zu verweisen.

Tilletia controversa Kühn auf Triticum repens.

Wohl bei keiner Form unter den Brandpilzen treten die Felderungen auf der Aussenhaut der Sporen schärfer auf, als hier bei der Tilletia controversa. Hohe, zu weiten Maschen verbundene Leisten ragen auf der Fläche der olivenbraunen Sporen hervor (Fig. 2 sp.), welche in Massen als dunkelbraunes Pulver die ziemlich stark angeschwollenen brandigen Körner der Nährpflanze anfüllen. Das Sporenmaterial des nicht selten auf den allverbreiteten Nährpflanzen vorkommenden Pilzes ist nicht sofort keimfähig, dieserhalb ist auch wohl die Keimung bisher nicht beobachtet worden. Wenn auch mit annähernder Sicherheit angenommen werden konnte, dass die Keimung keine wesentlich andere als bei Tilletia Caries sein würde, so hatte es doch einen methodischen Werth, die Keimung zu erreichen und die Umstände festzustellen, unter welchen sie erfolgt. Es wurde also, wie früher bei den keimfaulen Sporen von Ustilago, das Sporenmaterial, welches in den Fruchtknoten reinlich abgeschlossen war, in feuchter Erde im Keller aufbewahrt. Es lag hier zwei Jahre lang, ohne zu keimen. Die Aussenhaut hatte schon an ihrer sonst so deutlichen Zeichnung verloren, die Sporen selbst sahen welk aus, als ob sie absterben wollten. Da bemerkte ich am Rande des Culturversuches in Wasser eine Spore, welche ausgekeimt war. Das ausgelegte Material wurde also weiter liegen gelassen, in der Hoffnung, dass nun auch späterhin die übrigen Sporen auskeimen würden. Und wirklich trat nach weiteren 6 Monaten die Keimung der Sporen allgemein ein. Die Sporen behielten die Keimkraft, als sie aus der feuchten Erde genommen und, um die freie Keimung zu verhindern, auf trockne Erde gelegt waren, ein halbes Jahr lang bei,

dann keimten nur noch einzelne von ihnen aus und nach mehr als drei Jahren waren die Sporen wiederum nicht mehr zum Auskeimen zu bringen, sie waren abgestorben. Wir können hiernach annehmen, dass die Sporen auch in der Natur frühestens nach zwei Jahren auskeimen, nach weiteren zwei Jahren aber abgestorben sind. In der Figur 2 Tafel X ist die Keimung einer Spore dargestellt. Die acht auf der Spitze des Fruchtträgers gebildeten auffallend langen Conidien haben bereits sichelförmige und wieder auskeimende Conidien gebildet. Die primären fadenförmigen Conidien sind paarweise in der unteren Hälfte fusionirt (das Köpfchen von Figur 2), und zumeist in der Mitte von einer der beiden fusionirten Conidien ist ein feiner Keimschlauch getrieben, der an einem kurzen Seitenzweige die sichelförmige Conidie trägt. Es sind also vier dieser Conidien gebildet und jede von diesen hat bereits wieder an der obersten Spitze, der alleinigen Keimstelle dieser Conidien, einen längeren Keimfaden getrieben. Von den sichelförmigen Conidien, ihrer Keimung, Mycelbildung und lagerweisen Erzeugung weiterer Conidien auf den Mycelien gilt dasselbe, was vorher für Tilletia zonata ausgesagt wurde. Die lange fortgesetzten Culturen in Nährlösungen boten sonst nichts Bemerkenswerthes dar.

Die Zahl der Fadenconidien auf den Trägern der Keimsporen war nach der Länge der Träger, bis diese die Luft erreichten, verschieden, sie schwankte von zehn bis zu vier Conidien, auf welche sehr lang ausgewachsene Träger herabsanken. Dass in Nährlösungen jede nicht fusionirte Conidie des Trägers für sich zu Mycelien mit sichelförmigen Conidien auskeimte, mag noch kurz erwähnt sein.

Tilletia decipiens Pers. auf Agrostis vulgaris.

Die Sporen dieser Form haben weniger hohe Leisten und ein engeres Netz von Maschen in der Aussenhaut wie die der vorigen Form, sie sind sonst etwas grösser und dunkler in der Farbe (Fig. 1 sp.). In Massen sind die Sporen schwarz, welche die Fruchtkörner der befallenen Nährpflanze ausfüllen. Bei der Unscheinbarkeit der Inflorescenzen der Nährpflanze sind auch die branderfüllten, stark angeschwollenen Fruchtknoten dennoch leicht zu übersehen. In genauer Uebereinstimmung mit Tilletia controversa keimten die Sporen in Wasser nicht sogleich aus, die Keimung trat erst im dritten Jahre der Aufbewahrung in feuchter Erde allgemein ein, um im vierten Jahre wieder zu erlischen. Als die Keimung erfolgte, sahen die so lange ausgelegten Sporen wenig versprechend aus, die Zeichnung der Aussenhaut war kaum noch deutlich zu erkennen und der Inhalt hatte eine dunklere matte Färbung angenommen. Bei der Grösse der Sporen werden hier bis zu 12 Conidien an der Spitze der Fruchtträger gebildet. Der Regel nach finden sich 8—10 Conidien vor (das Köpfchen von Figur 1), die bis auf sechs an lang ausgewachsenen Trägern zurückgehen. Es gelang, eine Keimung am Rande des Tropfens in Figur 1 in

günstiger Lage zu zeichnen, in welcher alle Einzelheiten im Zusammenhange übersichtlich sind. Die zehn Fadenconidien sitzen noch auf dem Träger, sie haben in der unteren Hälfte paarweise Fusionen gebildet. Vier Paare haben bereits wieder in der oberen Hälfte an einer Conidie einen Keimschlauch getrieben, der seitlich eine sichelförmige Conidie trägt, die schon an der Spitze zu einem langen Keimfaden ausgewachsen ist. Das eine Paar der fusionirten Conidien ist in der Entwicklung zurückgeblieben und noch in beiden Conidien inhalterfüllt, ohne Bildung eines Keimschlauches. Die Conidien sind auffallend lang, fast noch länger wie bei T. controversa. Die Wiederholung aller früheren Culturversuche der Fadenconidien in Nährlösung ergab nichts Neues und immer nur eine Wiederholung der bekannten Einzelheiten.

Neovossia Moliniae Körnicke auf Molinia coerulea.

Die Gattung Neovossia wird von *Winter* nicht anerkannt und die einzige bei uns vorkommende Form Neovossia Moliniae zu Tilletia gerechnet. So lange die Keimung nicht beobachtet war, konnte eine Entscheidung auch nicht wohl getroffen werden, ob die Gattung Neovossia neben Tilletia berechtigt ist oder nicht, ja es musste sogar unsicher bleiben, ob sie der Formenreihe der Tilletiaceen überhaupt angehöre. Ich habe nun nicht bloss die Keimung der Neovossia Moliniae, sondern in gleicher Art auch die Keimung und weitere Entwicklung einer zweiten Form aus dem Himalaya, der Neovossia Barclayana n. sp. beobachtet und verfolgt, und ich kann den Nachweis führen, dass die Gattung Neovossia neben der Tilletia ihren natürlichen Platz findet und zugleich mehr berechtigt ist, wie die Gattungen Entyloma und Melanotaenium sind.

Die Neovossia Moliniae scheint, ähnlich wie die Ustilago marginata, eine Gebirgsform zu sein. Ich habe sie in der norddeutschen Ebene, wo die Nährpflanze Molinia coerulea überaus verbreitet ist, stets vergeblich gesucht. Das untersuchte Material verdanke ich den wiederholten Zusendungen von *W. Voss* in Laibach, der es in den dortigen Alpen gefunden und gesammelt hat.

Die Fruchtknoten der Nährpflanze sind der Sitz des Brandpilzes, sie bergen, bei starker Anschwellung, die dunkelschwarzen Brandlager. Die Sporen des Lagers verbreiten sich leicht in Wasser, sie sind gross = 20—28 μ Länge und 14—20 μ Breite und haben eine ausgeprägte Eiform, welche nach unten in ein eigenthümliches Anhängsel übergeht (Fig. 8—21 sp.), wie es in ähnlicher Art auch bei den Sporen von einzelnen Uredineen beobachtet ist. Die fast schwarze glatte Membran der Einzelsporen, auf welcher nur mit starker Vergrösserung feine und hellere Punkte wahrzunehmen sind, wird durch einen hellen Hof noch besonders gehoben, der sich um jede Spore wahrnehmen lässt und bei der Keimung ebenso wie das Anhängsel

meist noch fortbesteht. Um über den Ursprung beider Eigenthümlichkeiten der Sporen Klarheit zu bekommen, mussten junge Zustände aufgesucht werden, welche sich in einer erneuten Sendung aus Laibach auch vorfanden. Es zeigte sich, dass die Sporen einzeln an den Enden von Fäden entstehen, welche meist in dichten Büscheln aus den Mycelien entspringen. In der Figur 13 ist ein Bild dieser Art dargestellt, welches die Anschwellung der Fadenenden zu Sporen in den verschiedensten Stadien darstellt. Sobald die Anschwellung die volle Grösse der zukünftigen Spore erreicht hat, wird diese in der scharf ausgeprägten Eiform von dem Tragfaden durch eine Scheidewand abgeschieden. Der Tragfaden verdickt nun, während die Spore sich zur Reife ausbildet, seine Membranen vorzugsweise nahe unterhalb der Spore, und bleibt nachträglich, wenn sich der Sporenknäuel aus dem Verbande löst, als Anhängsel an der Spore sitzen, soweit die Verdickung eingetreten ist. Das Anhängsel endet nach unten schwanzartig spitz und ist von der Spore nicht abzutrennen. Die verdickte und später eingeschrumpfte Membran ist an dem Anhängsel leicht zu unterscheiden, sie wird erst undeutlich durch monatelanges Liegen in Wasser, in welchem Bacterien sich angesiedelt haben. Die Anhängsel sind nur eine besondere Eigenthümlichkeit der N. Moliniae, sie kommen schon bei N. Barclayana, wie wir sehen werden, nicht vor. Gleichzeitig mit dem Anhängsel nach hinten gelangt auch die Spore an der Spitze zur Ausbildung. Diese äussert sich in der Anlage einer dunklen Membran, die nicht in der äussersten Membranschicht der Sporenanlage, sondern, scheinbar unabhängig von dieser, etwas weiter nach innen angelegt wird, nachdem sich vorher der Inhalt auf einen etwas kleineren Raum zusammengezogen hat (Fig. 12). Die Sporenmembran wird schliesslich fast schwarz, sie bleibt glatt bis auf feine Poren, die man namentlich an der abgesprengten Haut deutlicher sieht (Fig. 12_2). Die äussere ursprüngliche Membranschicht der Sporenanlage verquillt nachträglich, wenn die eigentliche Membran der Sporen fertig ausgebildet ist, sie stellt den Hof dar, der jede Spore hell und deutlich umgibt. In der grossen Zahl der Einzelfälle fanden sich auch mal solche, wo die Sporenmembran weiter nach Innen angelegt wurde und wo die erste Membran der Anlage dann oogonienartig als Mantel die Sporen umgab. Das Bild in seinem extremsten Falle (Fig. 12_1) erinnerte dann wohl an ein Oogonium mit Oosporen bei den Peronosporeen; bemerkenswerth war dabei ein strahlenförmiges Ansehen der Sporen innerhalb der Hülle.

Die helle Membranhülle um die Sporen und die Anhängsel an diesen bringen es natürlich mit sich, dass die Sporen, wie sie in einem Mycelknäuel angelegt sind, sich nachträglich in Wasser leicht verbreiten und vereinzeln. Die ausgereiften Sporen einer Sendung mochten etwa vier Wochen in Wasser ausgelegen haben, als die erste Keimung beobachtet wurde, welcher bald die weiteren Auskeimungen sich anschlossen. Aus den noch mit Gallerthof und Anhängsel versehenen Sporen kam aus

weitem Risse in dem schwarzen Exosporium ein Keimschlauch hervor, der durch die dünne Wasserschicht hindurch in die Luft wuchs (Fig. 8—21). Der Keimschlauch blieb einfach und ungetheilt und stellte, sobald er die Luft erreicht hatte, sein Längenwachsthum ein. Auf der etwas verbreiterten Spitze traten nun eine grosse Zahl feiner Vegetationspunkte auf (Fig. 8), die sich verlängerten und allmählich strahlenförmig ausbreiteten, bis sie die Form feiner Nadeln erreicht hatten und hiermit ausgewachsen waren (Fig. 8_{1-4}). Das Stadium der Ausbildung äusserte sich darin, dass die regelmässige, im Köpfchen strahlenförmige Anordnung verfiel und das Köpfchen zusammensank (Fig. 9_{1-4}). Theils von selbst, theils durch Erschütterung gefördert fielen die einzelnen Nadeln von dem Träger ab auf die Oberfläche des Tropfens und stellten die aus ausgereiften und dichten Köpfchen gebildeten Conidien des Pilzes dar (Fig. 9, 10 u. 11). Die Zahl der Conidien des Köpfchens schwankte (Fig. 8, 9 u. 10) nach der Dicke der Sporen zwischen 30—50 und vielleicht noch mehr, sie waren mit Sicherheit nur von oben zu zählen, wo ich bis 50 gesehen habe. Sobald die Köpfchen welk wurden, wie es bei offenen Objectträgern nur zu schnell geschah, war kein Zählen mehr möglich, weil die Conidien abfielen und sich über den Wassertropfen verbreiteten. In den Figuren 8—10 sind eine Anzahl von Keimungen mit kurzem oder langem Fruchtträger in intacten Köpfen und in den weiteren Stadien ihres Verfalles dargestellt. In dicken Wasserschichten wachsen die Fruchtträger oft sehr lang aus, bilden Kammerungswände nach hinten, bis endlich die Spitze die Luft erreicht und zum Conidienköpfchen wird. Es ist auch hier, wie bei den Formen der Tilletia, nicht selten, dass sich der Fruchtträger verzweigt, wie in Figur 20 und 21. Die Verzweigungen blieben aber ohne Scheidewand, bis schliesslich eine der Spitzen die Luft gewinnt und zur Conidienbildung übergeht (Fig. 21). Welche von den Spitzen diesen Vorzug hat, hängt vom Zufall ab; dass es so gut ein Seitenzweig wie die ursprüngliche Spitze sein kann, versteht sich von selbst. Für die Conidienbildung wird dann der ganze Inhalt des Trägers verwendet, und alle Verzweigungen werden abgekammert; nachträglich ist der ganze Fruchtträger mit dem Abschluss der Conidienbildung entleert und nur die Kammerungswände durchsetzten ihn (Fig. 21). Je weiter sich der Fruchtträger vor der Conidienbildung in Längenwachsthum erschöpft, um so kleiner ist die Zahl der Conidien in dem endlich gebildeten Köpfchen. Die Abgliederung der Conidien im Köpfchen finden etwas über ihrer Ursprungstelle statt, die als Papillen auf dem abgeblühten Köpfchen in der Zahl der erzeugten und abgefallenen Conidien noch nachträglich sichtbar sind (Fig. 9—11). Die Conidien sind lang, kaum gebogen, fadenförmig dünn, und beidendig zugespitzt, man muss sehr scharf zusehen, um zu erkennen, dass das untere Ende der Conidien etwas dicker ist wie die Spitze (Fig. 15 u. 16). Gewöhnlich bleibt ein grosser Theil der Conidien auf dem Wassertropfen ausgebreitet, in der Umgebung des zugehörigen und abgeblühten

Trägers liegen (Fig. 11 2 u. 6). Die abgefallenen Conidien fusioniren niemals, sie keimen aber in Wasser oder auf Wasser einzeln zu einem äusserst feinen gewundenen, mitunter sogar verzweigten Keimfaden aus, der schliesslich an einer kurzen Seitenverzweigung eine sichelförmige, natürlich im Verhältnisse zu den kleinen Conidien auch sehr kleine Spore bildet, in welche sich der ganze Inhalt entleert (Fig 11 a u. b). Die Secundärconidien lassen aber trotz ihrer Kleinheit die Sichelform der Tilletia-Conidien mit starker Vergrösserung deutlich erkennen. Bei sehr ruhig stehenden Culturen sind oft die abgefallenen Conidien in der Umgebung des deutlich sichtbaren Fruchtträgers sämmtlich ausgekeimt und in allen Stadien der Fadenkeimung und der Conidienbildung in Sichelform klar zu übersehen. In Figur 11 a u. b ist ein Einzelfall dieser Art in der natürlichen Lage vorsichtig abgebildet worden. Je nach der Lage der einzelnen abgefallenen Conidien kann auch der Keimschlauch kurz bleiben, bis zu der Einschränkung, dass die sichelförmige Conidie an einem kurzen Fortsatze zur Ausbildung kommt, der aus der Mitte oder aus einem Ende der nadelförmigen Conidie entspringt (Fig. 14 1 u. 2). Dagegen gehört es zu den Seltenheiten, dass zwei sichelförmige Conidien getrennt und direct aus einer fadenförmigen kommen, oder gar zwei Sichelconidien an einem kurzen Fortsatze zur Ausbildung kommen (Fig. 14 3 u. 4). Bei dieser Bildung von zwei Sicheln aus einer Fadenconidie sind natürlich die einzelnen entsprechend kleiner. Da die Brandsporen mehrere Wochen hindurch zur Auskeimung kamen, konnte es in der Summe der Einzelfälle der Beobachtung nicht entgehen, dass die Bildung der sichelförmigen Conidien bei der Auskeimung der fadenförmigen aus den Köpfchen der Conidienträger nicht die alleinige und einzige Form der Keimung darstellt. In manchen Fällen bildeten sich auch aus Fadenconidien in directer Keimung wieder Fadenconidien, bald eine, bald auch zwei an kurzem Keimfortsatze aus dem Verlaufe der primären Conidie (Fig. 15) aus. Liess schon dieser Fall auf eine weniger strenge Scheidung der beiden Conidienformen von Neovossia in ihrem Vorkommen schliessen, so zeigte der weitere Verlauf der Culturen, dass sie sowohl neben einander auf demselben Mycelium, wie auch beliebig bald gleichartig, bald ungleichartig auseinander hervorgehen (Fig. 14, 15 u. 16).

Um die Cultur der N. Moliniae in Nährlösungen zu versuchen, war es nothwendig, von dem Conidienköpfchen einer keimenden Spore mit einer reinen angefeuchteten Nadel die Conidien reinlich abzuheben. Dies gelang trotz der Kleinheit des Objectes mit sicherer Hand mühelos. Die Conidien, in Nährlösung übertragen, keimten nach vorheriger Anschwellung an den Enden und im Verlaufe an mehreren Stellen zu feinen wellig verlaufenden Keimfäden aus, die sich bald zu verzweigten Mycelien fortentwickelten (Fig. 17, 18 u. 19). Erst als die Fäden des Myceliums die Luft erreicht hatten, begann, wie früher bei Tilletia Caries, an kurzen Seitenzweigen die Bildung der Sichelconidien, die, zwar immer nur einzeln stehend, sich bald an

allen Stellen des zunehmenden Myceliums zeigten und sich schliesslich zu förmlichen Conidienlagern steigerten, welche, in Luft gebildet, sich um so schärfer von dem untergetauchten Mycelium abhoben (Fig. 17 u. 19). Sehen wir von der geringen Grösse der Sichelconidien bei Neovossia ab, so boten, bis zu diesem Punkte der Cultur in Nährlösungen, die Culturen keinen Unterschied dar gegen die früheren von Tilletia in Nährlösungen (Heft V, Taf. XIII, Fig. 44). Auch hier wurden nachträglich Rasen gebildet, welche den halben Objectträger einnahmen, es blieb aber bei der Conidienbildung, und Brandsporen wurden nicht einmal angelegt, so gross und alt auch die Mycelien werden mochten. Was aber bei Tilletia-Culturen nie gesehen war, die Bildung derselben fadenförmigen Conidien, wie sie auf den Fruchtträgern im Köpfchen entstehen, das war in den Culturen von Neovossia von früh ab eine häufige Erscheinung. Einzelne Mycelien bildeten statt der Sicheln überhaupt nur Nadeln aus (Taf. X d. H., Fig. 16 u. 17), andere hatten auf dem einen Mycelium Nadeln, auf dem anderen wieder die Sicheln (Fig. 18 u. 19). Es schien mir der Mühe werth zu sein, die Conidien in beiden Formen von den Mycelien reinlich abzuheben und abermals durch die Cultur zu verfolgen, ob die eine oder die andere Form von ihnen constant bliebe. Dies war aber durchaus nicht der Fall. In der Figur 145 ist ein kleines Mycel aus einer Fadenconidie abgebildet, welches zunächst wieder Sicheln hervorbrachte, und in Figur 163 sind ausgekeimte Fadenconidien in kleinen Mycelien dargestellt, die wieder in Fäden fructificiren. Ebenso sind Mycelien aus Sichelconidien in Figur 18 gezeichnet, die wiederum Sicheln tragen. Die Bildung beider Conidienformen geht demnach regellos durcheinander, und wenn schon bei Tilletia-Culturen früher die Uebergänge zwischen beiden Conidienformen die nahen Beziehungen beider in der Ausbildung der Formen darlegten (Heft V, Taf. XIII, Fig. 43), so werden diese bei Neovossia noch weiter bestärkt durch das gemeinsame Auftreten beider Conidien auf denselben Mycelien. Ich habe in der Figur 17 einen Myceläarm mit dicht gestellten nadelförmigen Conidien abgebildet, soweit er in seinen Einzelheiten klar und sicher übersehen werden konnte. Diese werden, gleich den Sicheln, auf kurzen Seitenzweigen oft sehr dicht neben einander gebildet, aber doch niemals in Köpfchenform (Taf. X d. H., Fig. 17), wie auf der Spitze des dicken, aus der Spore keimenden Conidienträgers (Fig. 8—10). Die vereinzelte, auch nicht gleichzeitige Bildung der Nadeln an den dünnen Myceläarmen lässt sich direct sehen und auch verfolgen und so erweisen, dass sie zu einer gleichen morphologischen Einheit, wie sie der einzellige dicke Conidienträger nur einmal und zwar bei der Sporenkeimung in seinen Köpfchen zeigt, auf den Mycelien nicht ansteigen. Bei aller morphologischen Uebereinstimmung in der Form der Conidien und in der Grundform der Bildung besteht also doch ein gradueller Unterschied zwischen den Fadenconidien in regelmässigen Köpfchen bei der Sporenkeimung und in der

vereinzelten Bildung auf den Mycelien. Bei der Sporenkeimung geht die Conidienbildung gleichsam in einem einmaligen Act der Steigerung zu einer neuen und sicher höheren Stellung in Köpfchen über mit gleichzeitiger Anlage und Ausbildung des Köpfchens, auf den Mycelien sinkt die Conidienbildung bei gleicher Form auf ungleichzeitige Ausbildung und vereinzelte Stellung zurück.

Es ist vom höchsten Werthe, hier bei Neovossia constatiren zu können, dass die Fadenconidien ursprünglich auf Myceleonidien in einzelner Stellung zurückgehen, und aus diesem Vorkommen die einmalige Steigerung derselben Conidienbildung als die höhere Form nur allein bei der Sporenkeimung sicher ableiten zu können. Wir bekommen hier in den unmittelbarsten Uebergängen das Verständniss, wie sich aus einer einfachen Conidienform die Bildung der Hemibasidie, mit zufälliger Einschaltung der Chlamydosporen als Brandsporen, in gesteigerter Entwicklung vollzieht und zunächst nur zu der veränderten Stellung der Conidien in Köpfchen, die aber nur einmal auftreten, führt, ohne noch die Form der Conidien zu berühren. Denken wir uns nun, dass die Fadenconidien auf den Mycelien nicht mehr gebildet werden, und hier nur allein die Sichelconidien auftreten, so liegt die Spaltung der Conidienform in einfache Myceleonidien in Sichelform und in die der höheren Köpfchenstellung in Fadenform, die nur einmal und zwar allein noch bei der Sporenkeimung zur Erscheinung kommt wie bei Tilletia, also die Spaltung in zwei scheinbar weit verschiedene Formen, so klar wie möglich vor Augen. Wir können nun Schritt vor Schritt dem Gange der Differenzirung der einen ursprünglichen Conidienform in zwei und der Steigerung der einen zu Köpfchen als Hemibasidien, die nur einmal erscheinen, natürlich folgen, während sie zugleich hiermit aus den Mycelien verschwindet, allwo die andere als Nebenfruchtform neben der ersten fortbesteht. Sobald dann auch die Hemibasidie durch bestimmte Ausbildung und Sporenzahl zur wirklichen Basidie wird und neben dieser die Myceleonidien fortbestehen bleiben, haben wir schon die Steigerung zu der höheren Form eines Autobasidiomyceten, die nebenher in Conidien fructificirt, vollzogen. Der Werth des Auftretens der Fadenconidien der Sporenfruchtträger auf den Mycelien wurde mir in der Erwägung, wie ich sie eben habe eintreten lassen, sofort bei der ersten Beobachtung klar, und ich glaube, dass es kaum ein instructiveres Beispiel für die einfache und natürliche morphologische Steigerung von einer Conidienform zur höheren Basidie mit gleichzeitiger Abspaltung einer Nebenfruchtform geben kann, als es hier in Neovossia vorliegt. Mit Rücksicht auf diese Verschiedenheit von der sicher nahe verwandten Tilletia, die noch durch die reichen Conidienköpfchen gesteigert wird, glaube ich die Gattung Neovossia neben Tilletia als vollberechtigt gelten lassen zu können. In Neovossia würde die einfachere Form vorliegen, aus welcher sich Tilletia in der Beschränkung der Fadenconidien auf die Sporenkeimung in sporenärmeren Köpfchen ableiten lässt. Von der weiteren Cultur der Neovossia Moliniae

kann ich nur noch berichten, dass ich sie mit stets neuer Freude an den zierlichen und reinlichen Bildungen länger wie ein halbes Jahr fortgesetzt habe. Neues ist dabei nicht mehr zu Tage getreten. Beide Conidienformen gingen bis zu Ende neben einander auf den Mycelien einher, nur an den Fäden, die zur Fadenconidienbildung übergingen, habe ich öfters beobachten können, dass die Abgliederung der Conidien nicht immer so tief an der Infectionsstelle, wie in Figur 17, eintrat, dass die Conidien gleichsam wie auf längeren Sterigmen gebildet erschienen, und dass mitunter die Fadenform durch basale Anschwellung der Conidien, wie in Figur 15 u. 16, mit einer Hinneigung zur Sichelform mehr oder minder verändert wurde. Mit der ausgebildeten Sichelform ist eine Fixirung des Keimortes auf die Enden oder vorzugsweise auf das obere Ende der Conidien verbunden, während die Fadenconidien seltener an den Enden, meist in ihrem Verlaufe an beliebiger Stelle austreiben. Es gibt unter der Gesammtheit der Brandpilze vielleicht keine Form, welche sich leichter und ausgiebiger in künstlicher Cultur, also ausserhalb der Nährpflanzen, ernähren lässt, als diese so seltene Form der Neovossia Moliniae.

Neovossia Barclayana n. sp. auf Pennisetum triflorum.

In einer der letzten Sendungen von Brandpilzen, die ich mehrere Jahre hindurch in so vortrefflichem Material von dem leider so früh verstorbenen *Barclay* aus Simla im Himalaya erhielt, fand sich die neue Form von Neovossia auf Pennisetum triflorum vor. Ich habe sie desshalb *Barclay* zu Ehren als N. Barclayana benannt.

Als der Pilz auf oder in den Früchten von Pennisetum bei mir ankam, glaubte ich, dass er der Ustilago Penniseti Rabenh.[1]), die auf Pennisetum vorkommt, entspräche. Die Untersuchung der Sporen ergab aber bald, dass hier eine ganz andere Brandform vorlag, die nichts als das Vorkommen in den Früchten von Pennisetum mit dieser gemein hat. Die von der N. Barclayana befallene Aehre von Pennisetum hatte auffallend geschwollene grosse Früchte, die ganz mit den pulverigen schwarzen Brandsporen angefüllt waren. Es war unnöthig, die Früchte zu öffnen, weil sie schon eine Oeffnung an der Spitze hatten, aus welcher, wie aus einer Kapsel mit einem Loche, die Sporen sich leicht und rein entleeren liessen.[2]) Die einzelnen, schwärzlich-braunen,

[1]) Die Ustilago Penniseti Rabenh. auf Pennisetum dichotomum habe ich vor fast 10 Jahren von *Schweinfurth* in leider nicht keimfähigem Materiale bekommen, die Untersuchung ist trotz aller Mühe und Auslegens der Sporen in feuchter Erde damals resultatlos verlaufen, nur das todte Sporenmaterial war noch zum weiteren Vergleiche in meinem Besitz, um den grossen Unterschied gegen die neue Neovossia Barclayana in den beiderseitigen Sporen auf den ersten Blick festzustellen.

[2]) Nach der urnenartigen Ausbildung der Fruchtknoten, welche aus einer apicalen Oeffnung die Brandsporen entlassen, ist der Unterschied dieser Form von Neovossia im Vergleich zu N. Moliniae ein sehr grosser und vielleicht die Berechtigung zu einer generischen Abtrennung gegeben, die ich unterlassen habe, weil ich die Brandlager nicht entwicklungsgeschichtlich, sondern nur im ausgebildeten Zustande an dem trocknen Materiale untersuchen konnte.

runden Sporen von 17—22 μ hatten keine Anhängsel, wie N. Moliniae, aber eine sehr zierliche Zeichnung im Exosporium, die am Rande besser als in der Mitte auf der Fläche zu sehen war und den Eindruck machte, als ob sie aus ganz dicht gestellten und seitlich vereinigten Stäbchen bestände (Fig. 22 u. 23 sp.). Die Sporen keimten nicht sogleich. Erst nach zweijährigem Ausliegen in feuchter Erde trat die Keimung in Wasser ganz allgemein ein. Sie entsprach in allen Einzelheiten der von den Sporen der N. Moliniae uns bekannten Auskeimung. Aus einem Riss des schwarzen Exosporiums brach ein dicker Keimschlauch aus, welcher der Luft zustrebte und dann an der Spitze in ein reich besetztes Conidienköpfchen sich umwandelte (Fig. 22 u. 23). Die fadenförmigen Conidien waren gleich zahlreich wie bei N. Moliniae, nur etwas länger und ein wenig gebogen (Fig. 25). Die Spitze lief fein aus, das untere Ende war aber merklich dicker als die Spitze. In den Figuren 22 u. 23 sind die Sporenkeimungen, in Luft gezeichnet, wiedergegeben, in dem Bilde 23 von oben gesehen. Die Conidien fallen leicht vom Köpfchen ab und zeigen dann bei starker Vergrösserung die Form von Figur 25. Die Keimung der abgefallenen Conidien, die niemals fusioniren, tritt schon nach kurzer Zeit in Luft ein, indem auf der Spitze eines mehr oder minder langen feinen Keimfadens eine sichelförmige Conidie, in welche sich der Inhalt der Fadenconidie entleert, abgeschnürt wird (Fig. 26). Diese Sichelconidien können aber in der Form soweit variiren, dass sie der schon an sich gebogenen und unten dickeren Fadenconidie ähnlich werden. Dies tritt ganz besonders hervor, wenn die Fadenconidien in Nährlösungen auskeimen und zu Mycelien auswachsen, welche auf ihren Fäden wieder Conidien in Luft bilden. Hier finden sich neben scharf ausgebildeten Sicheln (Fig. 27) Conidienformen vor, welche die Mitte halten zwischen Fäden und Sicheln und die deutlich erkennen lassen, wie durch stärkere basale Anschwellung mit Verkürzung des oberen Theiles aus der Fadenconidie die Sichelconidie wird (Fig. 27). In den Uebergängen trat sogar die eigenthümliche Drehung der Sichelconidien nach oben an den Fadenconidien hervor, sodass man zweifelhaft sein konnte, ob man diese Formen wie in Figur 27 der einen oder der anderen Formausbildung zutheilen sollte, während an anderer Stelle der Mycelien wieder normale Fadenconidien wie in Figur 28 oder Sichelconidien gleich Figur 26 allein zur Ausbildung kamen. In diesen Mittelformen kommen die nahen Formbezeichnungen beider Conidien noch mehr zum Ausdrucke als bei N. Moliniae. Hierzu kam aber noch eine gar nicht seltene Bildung zur Erscheinung, die ich früher bei N. Moliniae nicht, wohl aber ähnlich bei den Conidien von Entyloma in der Cultur oft beobachtet habe. Es ist dies die wiederholte Bildung von Conidien an demselben Fadenende des Mycelium. Nachdem eine Conidie auf der Spitze gebildet ist, bildet sich unter dieser ersten Conidie ein neuer Vegetationspunkt, der mehr oder minder lang emporstrebt, die erste Conidie

zur Seite schiebt und an der Spitze eine neue Conidie bildet (Fig. 29_{1-4}). In den Einzelfällen, wie in Figur 29_2, sieht man den Bildungsvorgang genau, weil die secundäre Axe weit hinauswächst, in Figur 29_3 wird die Einsicht des dicht zusammensitzenden Conidienpaares schon schwerer. Die Seitenaxe ist sehr kurz geblieben und Conidien sehen fertig gebildet aus, als ob sie gleichzeitig entstanden wären. Die Erscheinung complicirt sich dann noch mehr, wenn der zweiten die dritte und dieser die vierte Conidie folgt, die aber nur selten zusammen sitzen bleiben und leicht abfallen. Abgesehen von dieser kleinen Verschiebung in der Conidienbildung und Form boten die üppig in Conidien fructificirenden Mycelien keine bemerkenswerthen Abweichungen von N. Moliniae dar, sie waren nur weniger feinfadig und sparriger als dort, wie ja auch die Form im Ganzen etwas robuster und grösser sich zeigte.

Nur eine Bildungsabweichung in den Conidienköpfchen der Sporenfruchtträger will ich nicht übergehen, die hier mehrfach beobachtet werden konnte. Die Köpfchen waren nämlich in diesen Fällen nicht einheitlich, sondern oben unter der Spitze in mehrere Köpfchen getheilt, die je für sich eine geringere Zahl von Fadenconidien trugen. In Figur 24_1 sind fünf kleine Köpfchen, in $_2$ drei kleinere, aber auf weiter ausgewachsener Unterlage zu unterscheiden. Ich habe noch andere viel tiefer nach unten gehende Theilungen des Köpfchens gesehen, sie sind aber bei der Zeichnung missglückt, indem die Köpfchen schon zerfielen in der Zeit, wo die Zeichnung eben angelegt wurde. Ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich diese Vorkommnisse als atavistische Erscheinungen deute, die erkennen lassen, wie die Stellung der Conidien in Köpfchen aus der vereinzelten Seitenstellung, die noch gelegentlich wieder eintritt durch Aufrücken auf die Spitze, sich ausgebildet hat, eine Stellung, wie sie ja thatsächlich noch an den Mycelien zu sehen ist.

Die keimfähig gemachten Brandsporen keimten noch während des dritten Jahres, im vierten Jahre war dann die Keimfähigkeit wieder erloschen.

In der eigenthümlichen Sporenzeichnung zeigte eine nirgends beschriebene Brandform auf einer Bambusa, die mir Dr. *Möller* aus Blumenau zugeschickt hat, eine auffallende Uebereinstimmung. In der Bambusa-Aehre waren nur einzelne Fruchtkörner brandig, die zu auffälliger Grösse ausgewachsen waren und die tief schwarzen Brandmassen nach Aussen trugen. Die lose verklebten schwarzen kleinen Sporen, von ganz runder Form und 10—14 μ Grösse, sind aber bis jetzt weder in Wasser noch in Nährlösungen ausgekeimt, auch nicht nach dreijährigem Ausliegen in feuchter Erde; es muss demnach unentschieden bleiben, ob hier eine weitere Form von Neovossia in dem Bambusa-Brande als N. Bambusae vorliegt.

Melanotaenium cingens n. sp. auf Linaria genistifolia.

Das Material dieses Pilzes erhielt ich aus Wien von *v. Beck* von Mannagetta in einem Triebe der Nährpflanze zugesandt, welcher in seiner ganzen Masse befallen und in allen Theilen mit den Brandsporen reichlich versehen war, jedoch so, dass die Sporen nur schwer zu den Culturversuchen zu vereinzeln waren. Ich erhielt den Pilz mit der Bezeichnung „Ustilago cingens Beck“ (*Beck*, oestr. bot. Zeitschr. 1881. p. 309) und legte das Material, als die Sporen nicht sogleich keimen wollten, in feuchter Erde aus. Hier lag die brandige Axe vier volle Jahre hindurch, bis schliesslich die Gewebe der Nährpflanze verwest und vergangen waren und nur die Masse der Brandsporen, die durch das Liegen noch schwärzer als früher aussahen, übrig geblieben war. Von Jahr zu Jahr wurden Keimversuche vergeblich gemacht, bis endlich nach 4 Jahren, als schon die Hoffnung auf eine Auskeimung längst verschwunden war, unerwartet die Keimung in Wasser eintrat. Sie ist in den Bildern der Figur 30 dargestellt, welche sogleich zeigen, dass hier keine Form einer Ustilaginacee, sondern vielmehr eine in Köpfchen fructificirende Tilletiacee vorliegt. Die Keimungen zeigen eine Uebereinstimmung mit dem Melanotaenium endogenum, welches *Woronin*[1]) untersucht und abgebildet hat. Die Abweichung der Gattung Melanotaenium von Tilletia und Neovossia würde darin ihren Ausdruck finden, dass die Köpfchen bei der Sporenkeimung mit ihren Auszweigungen verwachsen blieben, dass also keine Conidien frei werden und nur ein vegetatives Auswachsen der Köpfchenverzweigungen zu Fäden eintritt. Man kann nun annehmen, dass die Köpfchen angewachsene Conidien darstellen, oder auch, dass sie erst die Sterigmen zu diesen sind, die selbst nicht mehr zur Ausbildung kommen. Diese Erscheinung ist die gleiche, wie wir sie bei einzelnen Formen der Gattung Ustilago kennen gelernt haben, wo aber das Anwachsen der Conidien in einzelnen Fällen, wie z. B. bei Ustilago destruens und Ust. Jschaemi (im V. Hefte, Taf. VII und XI) und bei Ust. Tulasnei (auf Tafel VII d. H.) überzeugend festgestellt werden konnte. Bei der Gattung Ustilago ist aber diese Abweichung von anderen Formen, die Conidien bilden, nicht zu einem generischen Merkmale erhoben, und es wäre meines Erachtens bei so naher Verwandtschaft der Formen auch kaum zutreffend gewesen, an dieser Stelle ein neues conidienloses Genus zu bilden. Hier bei den Tilletiaceen ist dies aber geschehen, ehe noch der Werth der Abweichung in den Keimungserscheinungen aus dem Vergleiche mit verwandten Formen genügend beurtheilt werden konnte. So ist die Gattung Melanotaenium entstanden, die genau ebenso überflüssig ist, wie die Gattung Entyloma, deren Formen sich direct der Gattung Tilletia mit den Variationen unter-

[1]) *Woronin*, Beiträge 5. Reihe, Tafel IV, Figur 33.

ordnen, wie sie für die Bildung von Species, nicht aber von Gattungen geeignet sind, oder doch höchstens von Untergattungen.

Die Keimungen der Sporen von der Untergattung Melanotaenium in M. cingens zeigen die fünf- bis sechsgliederigen Köpfchen, die auf kurzem nur wenig aus der Spore hervorragendem Fruchtträger auftreten. Die Köpfchen sind aus kurzen dicken Seitenästen gebildet, welche nicht durch Scheidewände vom Träger geschieden werden, aber trotzdem paarweise an der Basis fusioniren (Fig. 30_{2-4}). Das Einzige, was sich weiterhin nach erfolgter Fusion beobachten lässt, besteht darin, dass auf einzelnen Spitzen mycelartige, also vegetative Fadenauswüchse auftreten, die sich, soweit möglich, verlängern bis zur Erschöpfung des protoplasmatischen Inhaltes unter rückseitiger Abkammerung der von hinten entleerten Fadentheile (Fig. 30_4). Weitere Culturen in Nährlösungen, die durch das sehr schmutzige Material erschwert waren, hatten nur eine Verlängerung und Verzweigung der Fäden bis zu Fadenbüscheln zur Folge, ohne alle Fructification. In 5 der Figur 30 ist die Gabelung eines Sporenfruchtträgers beobachtet, der auf dem einen Arme zwei, auf dem anderen drei Auszweigungen zeigt und in der Mitte beider eine Verbindung durch stumpfe Aussackung, die zur Fusion wurde.

Das Interessanteste an dieser sonst fast ergebnisslosen Untersuchung ist in der langen Sporenruhe gegeben, die sich auf vier Jahre bemisst, bis die Keimfähigkeit erreicht wird. Der endliche Erfolg zeigt aber dafür unzweifelhaft, dass die Sporen, die nicht gleich keimen und auf die Keimzeit angepasst sind,[1]) durch das Mittel des Auslegens und vielleicht nur durch dieses erfolgreich zum Auskeimen zu bringen sind, wie es ja auch schon die weiteren Fälle lehrten, wo die Keimzeit in kürzerer Frist erreicht wurde. Sehr erquickend ist die Perspective nicht gerade, die hier für die Untersuchung der Pilzformen, deren Sporen für die Keimung auf Zeit angepasst sind, eröffnet wird. Auf welche Schwierigkeiten die methodisch durchgeführten Untersuchungen nach dieser Richtung in ihrem Verlaufe stossen, kann hier nicht im einzelnen dargelegt werden, ich komme in den demnächst zu publicirenden Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze ausführlicher auf diesen Punkt zurück.

2) Brandsporen nicht einzeln frei, sondern verbunden oder zu Haufen vereinigt.

Die erste Reihe dieser Abtheilung der Tilletiaceen ist durch die formenreiche Gattung **Urocystis** vertreten. Die fest verbundenen Sporenhaufen bleiben klein und sind nur aus einer geringen Zahl von Sporen gebildet, welche im Ursprunge gleich-

[1]) Während des Druckes erhielt ich eine Mittheilung von *Juel*, mycologische Beiträge II, aus der Königl. Akademie in Stockholm, Nov. 1894, worin dieser die Keimung von Melanotaenium caulium Schroeter auf Linaria vulgaris beschreibt, die aber in der Bildung von Secundärconidien von M. cingens auf Linaria genistifolia abweicht und dazu leicht auszukeimen scheint.

werthig, in ihrem Aussehen und Verhalten bei der Keimung aber weit verschieden sind. Nur die in der Mitte des Häufchens gelegenen Sporen, oft grösser und dunkler gefärbt als die peripherischen, sind keimfähig, die anderen äusseren keimen nicht aus und sind nach ihrem Aussehen inhaltsleer. Man kann sie als Hüllzellen nach ihrem sterilen Verhalten bezeichnen, oder, wenn man den gleichen Ursprung betonen will, als nicht keimfähige Nebenzellen (Fig. 1—3 u. 9—10 Taf. XI). Zweifellos liegt hier in der einfachsten und übersichtlichsten Art die Differenzirung eines fruchtartigen Sporenhäufchens in einen äusseren sterilen und in einen inneren fertilen Theil vor.

Urocystis occulta Wallroth auf Secale cereale.

Der sogenannte Stengelbrand des Roggens ist eine nicht seltene Erscheinung in den Getreidefeldern. Er ist an einzelnen Stellen häufig, besonders in einzelnen Jahren. Die Sporenlager finden sich in den parenchymatischen Geweben der jungen Axen, die einschliesslich der verkümmerten Inflorescenzen mitunter von dem schwarzen Brandlager eingenommen sind. In jedem Sporenhäufchen sind meist nur zwei, seltener mal drei Sporen vorhanden, von den Nebensporen mehr oder weniger ganz umhüllt (Fig. 1 sp.). Die dunkel-braunen Sporen keimen in Wasser leicht aus zu einem mehr oder minder langen, einzelligen Schlauche, der sich an der Spitze in 4—6 Quirläste verzweigt (Fig. 1 1—3). Diese liegen, wie schon lange beobachtet und z. B. bei *R. Wolff*[1]) gezeichnet ist, anfangs dicht zusammen, breiten sich dann aber aus, in dem Masse, als sie sich durch Spitzenwachsthum verlängern. Mit dieser Verlängerung treten unten im Fruchtträger Kammerungswände auf, die nach oben fortschreiten mit seiner Entleerung an Protoplasma. Die Kammerung greift dann auch auf die sich verlängernden Quirläste über, diese wachsen weiter aus bis zur endlichen Erschöpfung (Fig. 1 3). Die sämmtlichen Keimungen des Pilzes verliefen gleich, die Quirläste, die in der Stellung den Fadenconidien von Tilletia entsprechen, fielen niemals ab, trieben vielmehr auf dem Fruchtträger als natürliche Verzweigungen von diesem zu sterilen Fäden aus. Auch durch den Einfluss von Nährlösungen änderte sich die Form der Keimung nicht, die Quirläste trieben nur üppiger aus, verzweigten sich im weiteren Verlaufe, wie es Mycelien thun, und endeten schliesslich in einer Summe von inhalterfüllten Vegetationsspitzen auf rückwärts gekammerten inhaltentleerten Fäden, — aber stets ohne Bildung von Conidien. Ich habe es hierbei nicht an Unterstützung in der Form der Cultur fehlen lassen, damit die Spitzen die Luft erreichten, um etwa hier fructificiren zu können; es geschah dies aber niemals. Es ist hiernach wohl als sicher anzunehmen, dass keine freie Conidien gebildet werden, es frägt sich

[1]) *Wolff*, Brand des Getreides, Halle 1874. Tafel II.

aber, ob die Quirläste als angewachsene Conidien zu deuten sind, oder ob sie nur als Sterigmen aufzufassen sind, die keine Conidien mehr ausbilden. Für eine mögliche Entscheidung können nur weitere Vergleichspunkte bei anderen Formen bestimmend sein, die wir zuerst bei Urocystis Violae antreffen werden.

Urocystis Anemones Pers. auf Ranunculus sardous.

Die sehr kleinen Sporenhäufchen dieses Pilzes, den mir Dr. *Möller* aus Italien zuschickte und der in nichts verschieden war von der Urocystis Anemones, hatten mitunter nur eine Spore, die von den Hüllzellen mangelhaft umkleidet war, gewöhnlich aber zwei dunkle stark braune Sporen (Fig. 2 1 u. 2). Die von den üppigen Brandlagern an den Axen der Nährpflanzen entnommenen Sporenhäufchen keimten nicht sogleich, sondern erst nach halbjähriger Ruhe in feuchter Erde. Die in Wasser erfolgte Keimung war nur darin von Urocystis occulta abweichend, dass die Keimschläuche oder Fruchtträger sehr kurz blieben und sich hart an der Keimspore schon zur Bildung eines Quirlköpfchens anschickten (Fig. 2). Dieses zeigte selten zwei, meist drei oder gar vier Arme, die, anfangs kurz, sich schnell verlängerten und schliesslich in der gleichen Weise auswuchsen und als sterile Fäden endigten, wie wir es von U. occulta kennen. Kein Zusatz von Nährlösung vermochte die Keimung und die weitere Entwicklung der Keimlinge anders zu beeinflussen, als wie wir es bei der vorigen Form gesehen haben.

Urocystis Filipendulae Tulasnei auf Ulmaria Filipendula.

Die schwarzen, aus den Blattstielen oder Nerven der Nährpflanzen entnommenen kleinen Sporenhaufen waren erst nach einjähriger Aufbewahrung in feuchter Erde keimfähig, abweichend von den Angaben *Schroeter's*,[1]) der die sofortige Keimung in Wasser beobachtet und beschrieben hat. In Figur 3 ist die Keimung, wie ich sie in Wasser gesehen habe, gezeichnet. Die gewöhnlich zu zweien vereinigten fruchtbaren Sporen eines Häufchens sind kaum nach allen Seiten von den Hüllzellen bekleidet (Fig. 3 1 u. 2). Sie bilden wo möglich noch kürzere Keimfäden als U. Ranunculi, die sich fast hart an der Spore zu einem drei- bis viergliederigen Quirle verzweigen. In Figur 3 1 ist die natürliche Form der Quirläste vor dem Austreiben gezeichnet, welches stets auf der Axe alsbald erfolgt und über sterile, in Nährlösungen sich verzweigende Faden- oder Mycelbildung nicht hinausgeht (Fig. 3 1 u. 2). Weder bei dieser noch bei den beiden vorausgehenden Formen habe ich eine Fusion zwischen den Quirlästen sicher unterscheiden können.

---

[1]) *Schroeter,* Die Pilze Schlesiens, p. 281.

Urocystis Violae Sowerby auf Viola odorata.

Erquicklicher als der sterile Ausgang bei den drei ersten Formen stellte sich die Cultur von Urocystis Violae heraus. Der Pilz ist auf Veilchen, die in den Gärten oft in grossen Rasen cultivirt werden und in welchen derselbe perennirt, fast überall zu finden. Die Axen, Blattstiele und Blattarme zeigen polsterförmige Anschwellungen, oft von beträchtlicher Grösse, welche starke Krümmungen der befallenen Theile herbeiführen können. Die starken, meist schon mit reifen Sporen versehenen Schwielen bleiben zunächst noch grün, bis sie später aufreissen, und die schwarzen Sporenmassen aus den Rissen hervortreten lassen. Die einzelnen Sporenhaufen sind dunkelbraun, oft von nicht unerheblicher Grösse und Sporenzahl, die in kleinen Haufen selten auf 8 bis 10 Sporen zurückgeht (Fig. 9). Die Hauptsporen sind zu einer meist geschlossenen Schicht von viel helleren Nebensporen als Hülle umgeben (Fig. 9 und 10). Trotz der stark verdickten und cuticularisirten Membran der Hauptsporen keimen diese in Wasser leicht aus, weshalb auch ihre Keimung längst gesehen und beschrieben ist. Nach *M. Prillieux*[1]) bildet sich ein sogenanntes Promycelium mit etwa sechs Sporidien auf der Spitze, die sitzen bleiben und je eine länglich fadenförmige Secundärconidie apical austreiben, die nachträglich abfallen. Aus einem Sporenhaufen sah *Prillieux* drei Promycelien keimen. Ich habe die Keimung von zwei sehr kleinen Haufen in den verschiedensten Stadien in Figur 9 und 10 dargestellt. Die Haufen keimen in Wasser nach 5 Tagen leicht und regelmässig aus und zwar keimt jede Hauptspore, mit ihrem Keimschlauche die einzellige Schicht der Hülle von Nebensporen durchbrechend, nach Aussen, mitunter alle Sporen gleichzeitig. Der einzellige, zunächst keimschlauchartige Fruchtträger wird verhältnissmässig lang, weil er erst die Luft zu erreichen strebt, um dann an der Spitze einen Köpfchenquirl von Verzweigungen zu bilden, die in wechselnder Zahl bis über acht hinaus gleichzeitig entspringen und sich ausbilden. Die Quirläste nehmen die Flaschenform an, um dann, zu einem langen Sterigma austreibend, je eine langcylindrische Conidie zu bilden (Fig. 10). Fusionen treten zwischen den Quirlästen nicht auf, wohl aber kommt es vor, dass einzelne Aeste gar nicht austreiben, so dass die Zahl der Conidien nicht immer der Zahl der Quirläste entspricht. Es geschieht dies namentlich, wenn mehr als fünf Aeste angelegt sind, von welchen dann ein Theil steril bleibt (Fig. 11). Die Länge der Fruchtträger wechselt nach der Wasserschicht, welche bis zur Erreichung der Luft erst durchwachsen werden muss. Die möglichen Stadien der Entwicklung bis zur Vollendung der Conidien sind in den beiden Figuren 9 und 10 dargestellt. Trotz der Massenauskeimungen, die ich

[1]) *M. Prillieux,* sur la germination des spores de Urocystis. Bull. de la soc. botan. de France 1880. p. 204.

mit dem günstigsten Materiale inscniren konnte, habe ich die Conidien nicht freiwillig abfallen sehen. Die Conidien wuchsen am Träger weiter aus zu secundären, diese zu tertiären und quarternären Conidien, die alle im Zusammenhange mit den länglichen Sterigmen blieben (Fig. 11). Mit jeder neuen Conidienbildung entleerte sich die vorhergehende, so dass immer nur die oberste eine keimfähige Conidie darstellte, nach hinten an die entleerte Membran der früheren sich anschliessend (Fig. 11_{1-7}). Durch Auflegen eines Deckglases auf die Cultur oder durch Berührung mit einer feuchten Nadelspitze kann man die Conidien abtrennen und in letzterem Falle die rein abgehobenen Sporen in Nährlösungen cultiviren. Sie sind je nach dem Grade der stattgehabten secundären Sprossung verschieden gross, keimen auf das leichteste aus (Fig. 12) und entwickeln sich zu reich verzweigten Mycelien (Fig. 14 sp.), die weiterhin Seitenzweige in die Luft treiben und hier wiederum die langen Conidien abschnüren (Fig. 13, 14 und 15). Die Conidien treiben aus den Spitzen weitere Conidien in directen Sprossungen aus, bei welchen es zu grösseren baumartigen Verzweigungen kommt, wie es bei all den früheren Formen von Brandpilzen geschah, die Luftconidien bildeten. Mit der fortschreitenden Conidienbildung auf der Oberfläche der Mycelien wachsen diese in der Nährlösung unbegrenzt weiter aus, den in der Mitte begonnenen Conidienrasen mit neuen conidienbildenden Seitensprossen am Umfange zu vergrössern. In Figur 13 und 14 ist ein kleines conidientragendes Mycelium abgebildet, in Figur 15 noch das Stück eines solchen; natürlich sind nur sehr kleine Bildungen der Darstellung zugänglich, die um so schwieriger ist, als die Zeichnungen in Luft ausgeführt werden müssen, worin die Conidien bald verschrumpfen. Die Luftcolonien der Conidien, die zwischen sich wiederum längere Sterigmen tragen, zerfallen sehr leicht und keimen immer wieder, in neue Nährlösung übertragen, zu neuen conidienbildenden Mycelien aus. Die Keimung der Conidien, die auf Wasser eine Secundärconidie in Luft bilden, erfolgt auf einem oder auf beiden Enden (wie in Figur 12). Die auf den Mycelien gebildeten Conidien, welche in den Figuren 13 und 15 aus Raumrücksichten bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet sind, zeigen in Form und Grösse keine bemerkbaren Unterschiede gegen die, welche auf den Fruchtträgern der Brandsporen abgeschnürt werden. Beide sind wohl als gleichwerthige Bildungen anzusehen, welche auf den Mycelien reicher und in grösserer Ueppigkeit wie bei den Keimungen der Brandsporen auftraten.

Verglichen mit den drei früheren Formen von Urocystis, welche sich sowohl bei der Keimung der Sporen wie auch bei der Ernährung in Nährlösungen dauernd steril an Conidien verhielten, haben wir in Urocystis Violae eine Form, welche Conidien besitzt und in diesen gleich einem saprophytisch lebenden Pilze reichlich fructificirt. In den ersten Stadien der Sporenkeimung sind alle vier Formen gleich, die ersten quirligen Aussprossungen auf der Spitze der Keimschläuche

sind hier und dort dieselben. Während aber die drei ersten Formen, ohne in Conidien zu fructificiren, direct vegetativ austreiben, bildet U. Violae auf dem Keimschlauche einem Fruchtträger gleich Conidien, die direct aus den ersten Quirlästen austreiben, und auch auf Mycelien nachträglich besonders reichlich gebildet werden. Nach den Befunden bei U. Violae sind die ersten Quirläste, die zu Conidien austreiben, wohl als Sterigmen zu beurtheilen, sie sind auch in der Form verschieden von den Conidien, und ich habe nicht gesehen, dass sie frei von dem Fruchtträger abgefallen wären. Ziehen wir aber die Formen von Tilletia und Neovossia zum Vergleiche heran, bei welchen die ersten quirligen Verzweigungen der Fruchtträger als Conidien abfallen und keine Sterigmen sein können, so fragt es sich, ob nicht die ersten angewachsen bleibenden Quirläste auch als Conidien gelten müssen, die nur angewachsen sind und nicht mehr frei werden. Hier ist eine sichere Entscheidung nicht eher möglich, als bis alle Formen von Urocystis cultivirt sind und erwiesen ist, dass bei keiner die ersten Quirläste abfallen. Für ihre Beurtheilung als Sterigmen würde in der Form ein Analogon in der Autobasidiomyceten Gattung Pachysterigma (man vergleiche Heft VIII d. W., p. 5, Taf. 1, Fig. 1—10) gegeben sein, und nur die conidienähnliche Form des Sterigmas hier bemerkenswerth sein. Die Conidien von Urocystis Violae sind weiterhin den Conidien von Thecaphora Lathyri Kühn ähnlich, die ich schon im V. Hefte cultivirt und dort auf Tafel IX, Figur 8—12 abgebildet habe. Die Conidien der Thecaphora zeigen aber keine directe Aussprossung weiterer Conidien, sondern der Fruchtträger wächst unter der ersten Conidie aus, um auf neuer Spitze, welche die vorhergebildete Conidie zur Seite schiebt, von Neuem und wiederholt eine Conidie zu bilden. Zweifellos gehört die von mir cultivirte Form der Thecaphora dem Formenkreise der Tilletiaceen an mit der interessanten Eigenart, dass kein Quirl von Conidien, sondern nur eine Conidie von beträchtlicher Grösse, auf der Spitze des Sporenfruchtträgers gebildet, beobachtet werden konnte, die Fruchtträger also als einzelsporige sich zeigten.[1])

Diese einzelsporigen Fruchtträger bei den Formen der Tilletiaceen haben ihr Analogon bei den Ustilaginaceen in Ustilago olivacea (Heft V, Taf. X, Fig. 9—18) und in Ustilago Goeppertiana in diesem Hefte auf Tafel VIII, Figur 1 u. 2 abgebildet. Es kann nichts natürlicher sein als die Thatsache, dass auch schon bei den Hemibasidien einzelsporige Typen vorkommen, wie sie bei den Basidien der Basidiomyceten, z. B. bei den Uredineen unter den Protobasidiomyceten und bei Mucronella und bei Kneiffia unter den Autobasidiomyceten als einsporig längst bekannt sind.

---

[1]) In der V. Reihe der Beiträge hat *Woronin* die Keimung der Sporenhaufen von Thecaphora hyalina abgebildet und zwar mit den getheilten Fruchträgern der Ustilaginaceen, deren Zellen aber keine Conidien bildeten, sondern nur vegetativ auswuchsen.

Tubercinia primulicola Rostrup auf Primula farinosa.

Die Formen der **Gattung Tubercinia** bilden, ähnlich wie Thecaphora, Sporenhaufen ohne hüllenartige Nebensporen, wie sie Urocystis eigenthümlich sind. Nach der von *Woronin*[1]) bei T. Trientalis beobachteten Sporenkeimung werden quirlige Köpfchen gebildet bis zu 8 Gliedern, die fusioniren und secundär zu Conidien austreiben, da hier schon die ersten Glieder des Köpfchens als primäre Conidien abfallen. Ich habe die Sporenkeimung von Tubercinia primulicola beobachtet an einem aus Schweden stammenden Materiale von Primula farinosa, deren Kapseln mit den schwarzen Sporenhaufen angefüllt waren. An den zum Theil grossen und sporenreichen Haufen waren keine Hüllzellen zu sehen (Fig. 5 u. 6). Jede der Sporen, welche den Haufen zusammensetzen, keimte in Wasser leicht zu einem kaum hervortretenden dicken Keimschlauche aus, der fast unmittelbar an der Keimspore einen Köpfchenquirl von 3—5 Gliedern bildete. Jedes dieser dicken kurzen Glieder trieb direct zu einer kegelförmigen, in der oberen Hälfte etwas verjüngten Conidie auf langem Sterigma aus (Fig. 5, 6 u. 7). Wenn die keimenden Sporenhaufen bewegt wurden, so fielen die Conidien ab, sonst sprossten sie noch auf dem Quirle zu einer neuen Conidie aus, ich sah in solchen Fällen auch (in Fig. 7 4) unter der ersten Conidie einen kurzen conidienähnlichen Seitentrieb. An grossen Sporenhaufen (wie in Fig. 4) waren die Aussenflächen mit den conidientragenden Quirlen mitunter fast bedeckt. Ich konnte aber niemals sehen, dass die ersten Quirläste als Conidien abfielen, noch auch, dass irgend eine Fusion unter ihnen eintrat, wie sie von *Woronin*[2]) für Tubercinia Trientalis abgebildet sind. An einzelnen Sporen eines zerdrückten Haufens war die Keimung wie in Figur 7 besonders deutlich. Die abgefallenen Conidien bildeten unter Wasser Keimschläuche an einem oder an beiden Enden, die sich unter Kammerung nach hinten in Längenwachsthum erschöpften (Fig. 8). Es hat nicht gelingen wollen, in Nährlösungen Mycelien mit Conidien zu erreichen, die Conidienkeimungen verkümmerten, als ob sie in einem für ihr Gedeihen nicht günstigen Medium sich befänden. Der Pilz scheint ein stärker angepasster Parasit zu sein, wie es auch für Tubercinia Trientalis zutrifft, den ich wiederholt vergeblich in Nährlösungen zu cultiviren versuchte. Die Keimung der Sporenhaufen von T. primulicola habe ich bereits vor fünf Jahren gemacht und für die einheitliche Publikation des II. Theiles der Brandpilze zurückgelegt, sie ist inzwischen auch von *Kühn*[3]) beobachtet und bereits vor zwei Jahren mitgetheilt worden.

---

[1]) l. c. der Beiträge, V. Reihe, Tafel III.

[2]) l. c. Tafel III, Figur 7.

[3]) *Kühn*, Die Entwicklungsgeschichte des Primelbrandes. Sitzungsberichte der naturf. Gesellschaft zu Halle a. d. Saale. Juni 1892.

Wenn wir die Tubercinia primulicola mit Urocystis Violae vergleichen, so ist der Unterschied kein grosser. Die Sporenkeimung ist wenig verschieden und der Mangel an Hüllzellen dürfte für sich allein wohl kaum einen generischen Charakter abgeben. Bei T. Trientalis ist der Unterschied gegen U. Violae dadurch verstärkt, dass die Conidien dimorph sind und Conidienlager auf der Nährpflanze[1]) gebildet werden, die bei T. primulicola nicht beobachtet wurden. —

Als letzter Formentypus der Tilletiaceen will ich jetzt vier Formen der **Gattung Doassansia** hier anschliessen, die ich erfolgreich cultivirt habe. Unter der Familie der Tilletiaceen steht die Formenreihe von Doassansia, die *Cornu*[2]) zuerst untersucht und richtig unterschieden hat, in der Grösse und Differenzirung der Sporenhaufen zweifellos am höchsten. Die Haufen sind gross und vielsporig, sie gleichen äusserlich einem kleinen Samen. Das Innere des Haufens ist von der Masse der Sporen, die fast gewebartig verbunden sind, eingenommen, äusserlich findet sich eine in den höchsten Formen ganz geschlossene Schicht von sterilen Hüllzellen, welche die Sporenmasse einschliessen. Die Haufen bilden sich, ähnlich wie ein Sclerotium (Fig. 2 Taf. XII), aus der Differenzirung dicht verflochtener Mycelfäden in der Nährpflanze aus, in der Art, dass die central gelegenen Fadentheile zu einer einheitlichen Masse von Sporen werden, während eine peripherische Zellschicht derselben Fäden nicht zu fertilen Sporen, sondern zu grösseren sterilen Hüllzellen wird, die bald palli-sadenartig zusammenschliessen (Taf. XII, Fig. 2 und 3), nachträglich den Inhalt verlieren und mit Luft gefüllt erscheinen. Die Zellen der Hülle, die um den ganzen Haufen geht, sind morphologisch gleichwerthig den Zellen der Sporen im Innern, die Inhalt behalten und zur Keimung bestimmt sind. Der Haufen mit seiner einschichtigen Hülle erinnert lebhaft an die Aecidien der Uredineen unter den Protobasidiomyceten, welche die gleich umhüllten Fruchtkörper aus Chlamydosporen bilden,[3]) nur eine regelmässigere nebenläufige Fadenlage in diesen zeigen, welcher auch eine regelmässigere Anordnung der Chlamydosporen im Innern entspricht. Es ist vom höchsten Interesse, diese Formübereinstimmungen in den morphologisch gleichwerthigen Chlamydosporen-Fruchtkörpern hier bei einer Familie der Hemibasidii, dort bei einer Familie des höheren Typus der Protobasidiomyceten anzutreffen. Die sterile Inft erfüllte Hülle bei den schon zu Fruchtkörpern gesteigerten Sporenhaufen der Doassansien hat unzweifelhaft den Werth eines Schwimmapparates, durch welchen die Fruchtkörper an die Oberfläche des Wassers zur Keimung und Fructification getrieben werden. Der Schwimmapparat würde überflüssig sein, wenn die Nährpflanzen nicht wasserbewohnend

[1]) l. c. der Beiträge, Tafel III, Figur 13—18.

[2]) *Cornu*, Bull. soc. bot. de France, 1883 (Août), Comp. rend. 3. p. 132 u. Ann. sc. nat. 6. Serie, Tome XV. p. 286.

[3]) *Brefeld*, Heft VIII, Autobasidiomyceten p. 230—237.

wären, und im directen Zusammenhang hiermit findet sich die Hülle am stärksten bei den Doassansia-Arten auf typischen Wasserpflanzen ausgebildet vor, während sie bei Sumpfpflanzen z. B. bei der D. Limosellae auf Limosella lacustris weniger vollkommen oder nur rudimentär zur Erscheinung kommt. Mit Hülfe des Schwimmapparates lassen sich die Sporenfruchtkörper vortheilhaft und leicht isoliren, sie werden, wenn der Inhalt der Zellen der Hüllschicht völlig durch Luft ersetzt ist, durch diese nach der Oberfläche des Wassers getrieben und sind hier, wenn sie aus dem Gewebeverbande der Nährpflanzen losgelöst werden, leicht zu reinigen und zur Keimung vorzubereiten. Während andere Sporen oder Sporenhaufen durch längeren Aufenthalt unter Wasser leiden, befinden sich die Fruchtkörper der Doassansien dauernd wohl in Wasser und keimen nahe an der Oberfläche des Wassers und oft noch von diesem benetzt ohne Schwierigkeiten aus. Es dauert aber lange, bis in dieser Art die Keimung eintritt, und es ist zweckmässiger, zugleich auch zur leichteren Isolirung der Fruchtkörper aus den Geweben der Nährpflanzen, die von den Pilzen befallenen Theile von der einen bis zur anderen Vegetationsperiode im kalten Keller in feuchter Erde auszulegen, wenn man die Keimung sicher erreichen will. Inzwischen welken die Pflanzentheile oder werden doch im Gewebeverbande so weit gelockert, dass nachträglich schon durch blosses Zerreissen und Schütteln in Wasser die Fruchtkörper des Pilzes frei werden und, durch den Schwimmapparat nach oben getrieben, an der Oberfläche leicht gesammelt und durch öfteres Abschütteln mit reinem Wasser leicht hinreichend rein gewonnen werden können. Es schadet nachträglich nichts, wenn die Fruchtkörper noch Monate hindurch in einer reinen Glasröhre unter Wasser gehalten werden, welches nur täglich gewechselt werden muss, bis endlich die Keimzeit gekommen ist.

Trotz aller Bemühungen habe ich nur vier Formen von Doassansien im Laufe von 10 Jahren auftreiben können. Die nachträglich beschriebenen Keimungen und die Culturen sind schon vor mehr als fünf Jahren ausgeführt. In dieser Zeit hat nun ein amerikanischer Botaniker[1]) ausgedehnte Keimversuche mit den Sporenhaufen mehrerer Formen gemacht, die er vor 2 Jahren, also früher als ich, mitgetheilt hat, auf deren Resultate ich bei den einzelnen Formen zurückkommen werde. Ich will mit D. Sagittariae beginnen, deren Cultur die weitgehendsten Resultate ergeben hat.

Doassansia Sagittariae Fuckel auf Sagittaria Sagittifolia.

Auf den Blättern von Sagittaria Sagittifolia erzeugt der Pilz bis 2 cm. grosse unregelmässige Flecken, welche anfangs gelblich erscheinen, später eine bräunliche

---

[1]) *W. Setchell.* Examination of the Species of the Genus Doassansia, Annals of Botany, Vol. VI, Nro. XXI, April 1892.

Farbe annehmen. Die Farbenveränderung erfolgt mit der Ausbildung der Chlamydosporen-Fruchtkörper, welche in Masse als braune Körperchen in dem Blattgewebe ausgebildet und fast mit blossem Auge, namentlich auf der Unterseite des Blattes zu sehen sind. Sie liegen bald vereinzelt, bald zu mehreren reihenförmig bei einander und zeigen ganz verschiedene Grösse und Form, welche sich nach der zufälligen Lage und dem hier verfügbaren Raum richten dürften. Ich habe in Figur 1_{1-3} Tafel XII drei Fruchtkörper in verschiedener Grösse und Gestaltung abgebildet. Allen gemeinsam ist eine geschlossene Hüllschicht aus einer Lage dicht pallisadenartig seitlich zusammenschliessender Zellen (Fig. 3), die nach vollendeter Ausbildung und Membranverdickung nachträglich den Inhalt durch Luft ersetzen und hierdurch das äussere Ansehen des Haufens verändern. Innerhalb dieser Hüllschicht befinden sich die gewebeartig zusammenschliessenden inhalterfüllten Sporenzellen, welche durch gegenseitigen Druck polyedrisch erscheinen und im ausgebildeten Zustande eine dicke gelbliche Membran besitzen. Nach vollendeter Ausbildung schliessen die Fruchtkörper scharf gegen das Gewebe der Nährpflanze ab, sind aber nicht leicht zu isoliren, wenn nicht erst das abgestorbene umgebende Gewebe durch längeres Liegen in feuchter Erde gelockert ist.

Die Bildung der Fruchtkörper ist aus feinen Schnitten jüngerer Zustände leicht zu beurtheilen. Es bilden sich in und zwischen dem parenchymatischen Gewebe der Nährpflanze dicht verflochtene Hyphenknäuel von verschiedener Grösse, die sich zu einer morphologischen Einheit verbinden und fest zusammenschliessen, nicht unähnlich den ersten Anlagen von Sclerotien bei den höheren Pilzen (Fig. 2). In den innen gelegenen Fäden erfolgt intercalar, wie immer bei der Bildung der Chlamydosporen der Brandpilze, die Anlage der Chlamydosporen, die mit ihrer fortschreitenden Vergrösserung gegen einander wachsen und zu einem geschlossenen Zellverbande aus polyedrischen Zellen werden. In der gleichen Art wie in den inneren Hyphenlagen erfolgt die Anlage von intercalaren Zellen auch am Umfange in einer bestimmten Zone, welche zur Oberfläche der Fruchtkörper wird. Hier schliessen die benachbarten Zellen noch fester zusammen und gleichen das Bedürfniss der Ausdehnung durch Wachsen nach der freien Aussenseite aus, wodurch die Zellen meist länger und pallisadenartig gestellt erscheinen (Fig. 3). Sobald der Haufen seinen Umfang erreicht hat und die Verdickung der Membran beginnt, zeigt sich die scharfe Abgrenzung der Fruchtkörper von den Hyphen der Umgebung. Die äussere Schicht aus etwas grösseren Zellen wird zur sterilen Hülle, indem hier weiterhin der Inhalt der Zellen durch Luft ersetzt wird, die innerhalb der Hülle gelegenen Zellen werden zu keimfähigen Sporen und bleiben inhalterfüllt. Die Aussenschicht und die Sporenmasse des Innern sind gleichen Ursprungs und morphologisch gleichwerthig, durch verschiedene Ausbildung werden sie ungleich und physiologisch verschieden angepasst, die äusseren werden zu

sterilen Hüllzellen, die inneren zu fertilen Sporen. In der Zeichnung der Figur 2 sind die Anlagen der Hülle und der Sporen schon erfolgt, in Figur 3 ist die Vergrösserung vorzugsweise in der Hüllschicht eingetreten, durch welche auch die Ausdehnung der inneren Zellen ermöglicht wird. Nachträglich erfolgt die Verdickung der Membranen, welche in Figur 6 von aussen, in Figur 7 an einzelnen Sporenpartien des Innern erkennbar wird. Die später luftführende Aussenschicht, die unter Wasser dunkel erscheint, ist in Figur 4 an einem in Keimung begriffenen Fruchtkörper anzudeuten versucht worden. Die Ausdehnung des Pilzes in den Blättern von den einzelnen Infectionsstellen aus ist nur eine beschränkte. In den meist nicht über 1—1½ cm. hinausgehenden Flecken sind die Fruchtkörper in der Mitte am zahlreichsten und oft dicht in undeutlichen Längsreihen vereinigt, nach dem Umfange des Fleckens nehmen sie gewöhnlich an Zahl ab und liegen vereinzelt.

Die Keimversuche mit frischem Materiale waren stets vergeblich. In der Erwägung, dass draussen im Freien die mit den Blättern abwelkenden Fruchtkörper wohl wahrscheinlich zu Boden resp. ins Wasser fallen und bis zum folgenden Jahre liegen bleiben werden, legte ich die befallenen Blätter in feuchter Erde aus, die unter häufiger Anfeuchtung den Winter hindurch im kalten Keller stehen blieb. Zur Zeit der Entwicklung der Nährpflanze im Freien holte ich sie dann aus der Erde heraus und brachte sie in Wasser, wo sich der Sand absetzte und die vergangenen Blatttheile mit den Fruchtkörpern nach oben kamen. Die erste Reinigung vollzog sich in dieser Weise auf's Leichteste. Sobald ich dann bemerkte, dass die Fruchtkörper noch leichter wie die vergangenen Blattheile der Nährpflanze, oben schwammen, zerriss ich die Gewebe mit Nadeln und trennte die befreiten, schnell nach oben kommenden Fruchtkörper durch Schütteln so rein als möglich ab. Noch während dies geschah, fiel mir das veränderte Aussehen einzelner Fruchtkörper auf, die dann unter dem Mikroskope das prachtvolle Bild einer ganz allgemeinen Auskeimung der Sporen aus dem Innern der Fruchtkörper nach der Oberfläche darboten (Fig. 4). Aus der ganzen Oberfläche waren die überaus zierlichen Fruchtträger, die sterile Hüllschicht durchbrechend, frei nach aussen gewachsen und hüllten die Fruchtkörper in ein förmliches Lager von Fruchtträgern ein, wie es in Figur 4 so gut als möglich bei schwacher Vergrösserung gezeichnet ist. Bei stärkerer Einstellung sieht man die Fruchtträger mit ihren zierlichen Conidienköpfchen in Figur 5 deutlich herausragen. Will man sie sicherer unterscheiden, so muss man sehr kleine Fruchtkörper auswählen, an welchen die Hüllzellen unterscheidbar sind. Man kann nun feststellen, wie durch diese hervorbrechend die Fruchtträger nach aussen treten (Fig. 6), um hier Conidien in Köpfchen zu bilden, die schon wieder zu secundären Conidien auf der Spitze der ersten direct ausgetrieben haben. Die Keimungen der Chlamydosporen-Fruchtkörper finden schon unter Wasser statt und unter Wasser,

freilich der Oberfläche nahe, werden auch die primären und secundären Conidien gebildet, welche die Köpfchen der Träger ausmachen.

Als alles gesehen war, was an den auskeimenden Haufen gesehen werden konnte, handelte es sich um die genauere Beobachtung der Keimung an den einzelnen Sporen. Zu diesem Zwecke mussten die Haufen vorsichtig zertrümmert und die Sporenzellen des Innern, natürlich ohne Schädigung, vereinzelt werden. Bei dem losen Verbande des Ganzen hatte dies keinerlei Schwierigkeiten. Sowohl die Hüllzellen wie die Füllzellen, die Sporen der Fruchtkörper, zerfielen bei leichtem Drucke. Für die Sporen wurde die Vereinzelung erleichtert durch eine Lockerung in der sie gewebeartig verbindenden Membran. Mit dem Beginn der Keimung schwellen die Sporenzellen an. Eine mittlere Membranschicht der verbundenen Zellen wird hierbei, da sie nicht mitquillt, abgesprengt und so trennen sich die Sporen mit Leichtigkeit auseinander, wie es in den kleinen Bildchen der Figur 7_{1-4} dargestellt ist. Die mit dichtem Protoplasma und einer deutlichen Vacuole versehenen Sporen von 9—12 μ stehen nun unmittelbar vor der Keimung, sie haben eine dicke, kaum gefärbte Membran, die aufgesprengt wird (Fig. 9—11 sp.), wenn die Keimung beginnt, um einen dicken Keimschlauch austreten zu lassen. Der Keimschlauch erreicht eine verschiedene Länge, bis sein Spitzenwachsthum aufhört und auf der Spitze ein zierlicher Quirl von 3—8 Aesten in die Erscheinung tritt (Fig. 8—11). Die verschiedene Länge, welche die Fruchtträger bis zur Quirlbildung erreichen, wird erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Fruchtträger aus dem Haufen frei nach aussen treten, um hier zu fructificiren, und dass die nach aussen gelegenen eine geringere, die inneren eine grössere Strecke zu durchwachsen haben, bis sie nach der Oberfläche kommen. Die ersten Quirläste erreichen eine bedeutende Länge, sie erinnern in Form und Stellung an die Fadenconidien von Tilletia und Neovossia auf Tafel X. Aber ganz verschieden von diesen treiben sie auf der Spitze zu neuen, aber kürzeren Conidien aus, die, einzeln neben und nach einander gebildet, nur scheinquirlig gestellt sind und die, noch im Zusammenhange des Ganzen mit dem Fruchtträger, nochmals an den Spitzen zu tertiären Conidien von noch geringerer Länge austreiben. In den Figuren 8—11 ist eine Reihe von Fruchtträgern vom Beginn der Keimung der Sporen bis zur Bildung von Tertiärconidien in den möglichen Variationen zusammengestellt, wie sie die Beobachtung an dem reichen Materiale ergab. Die Schwankungen zeigen sich nicht bloss in der Länge der Fruchtträger und in der wechselnden Zahl der ersten Quirläste, sondern auch in der grösseren oder geringeren Ueppigkeit der secundären und tertiären Conidien in Scheinquirlen, die allerdings und ganz natürlich an Zahl abnehmen. Sobald für die Ausbildung der Conidienköpfchen der Inhalt der Fruchtträger und der Keimsporen, die Kammerungswände mit fortschreitender Entleerung an Protoplasma nicht zeigten, völlig erschöpft ist, genügt die leiseste Erschütterung,

um die nur lose verbundenen Köpfchen zum Zerfall zu bringen und sich an den Trümmern (Fig. 11_{1-4}) noch deutlicher als vorher zu überzeugen, wie die primären und secundären Conidien, die sämmtlich abfallen, an Grösse verschieden und auch in der Form dahin abweichend sind, dass die ersten eine Spindelform erkennen lassen, die an den secundären nicht mehr deutlich zu unterscheiden ist. Keine Fusion ist zwischen den primären Conidien zu finden und niemals ist der Ort der Bildung der Secundärconidien seitlich, vielmehr stets an der Spitze gegeben.

Nach der allgemeinen und üppigen Keimung der Sporenzellen in Wasser war es von vorn herein wahrscheinlich, dass der Pilz der Ernährung in Nährlösungen leicht zugänglich sein würde. Es wurde ein rein gewaschener Haufen in Nährlösung zerdrückt, dessen Sporenzellen sogleich ohne Ausnahme auskeimten. Die Keimung war zunächst nicht verschieden von der in Wasser erfolgten, aber die hier mit der Erschöpfung des Inhaltes der Sporen abschliessende Entwicklung ging nun in ununterbrochener Folge fort. Die ersten längeren Conidien am Träger bildeten dichte Köpfchen von secundären Conidien, diese trieben weiter aus, bis ein vollständiger Wall von Conidien an jedem Sporenköpfchen gebildet war. Die Conidien trennten sich dann frei in Nährlösung ab und sprossten hier, wie es früher die Sprossconidien von so vielen Formen von Ustilago thaten, in directer Sprossung weiter, bis zur förmlichen Anhäufung der Conidien in der Nährlösung. Sehr bald ging aber schon die Sprossung von dem Inneren der Nährlösung zur Oberfläche über, an welcher sie sich noch reicher als vorher fortsetzte. Auf neuen Zusatz von Nährlösung bildete sich bald eine Oberflächenschicht von Conidiensprossungen, die dann zusammenschloss und zu einer continuirlichen Kahmhaut sich gestaltete, wie sie gleich üppig und geschlossen nur an einer Luftconidien bildenden Ustilago-Art jemals früher gesehen wurde. Von der gebildeten Haut wurden neue Proben auf neue Nährlösung gesäet, die sich ebenso rapide mit einer Kahmhaut überzogen, wie die ersten Culturen. Es war klar erkennbar, dass sich die Conidiensprossungen erst an der Oberfläche in ihrem Element befanden, und die von diesen Culturen gezeichneten Luftcolonien in Sprossung von Figur 13_{1-4} geben eine Vorstellung von der Ueppigkeit dieser Entwicklung. Erst hier trat auch in den Conidien eine etwas gebogene, an die Sichelform der ersten Conidien am Fruchtträger sich natürlich anschliessende Gestalt hervor, die in den Zeichnungen wiederzugeben versucht ist. Diese Bilder sind nur zu gewinnen bei der Uebertragung der Conidien auf neue Nährlösung, wenn sie hier einzeln auszusprossen fortfahren. Schon bald nachher sind die Einzelheiten nicht mehr zu unterscheiden, und eine neue geschlossene Haut von Conidien schiebt sich über die ganze Oberfläche des Culturtropfens hin, die sich dann einzufalten beginnt. Die Entwicklung dieser Kahmhäute von Doassansia Sagittariae geht mit phänomenaler Geschwindigkeit fort.

In der kürzesten Frist ist immer wieder der Culturtropfen überhäutet und von der geschlossenen Kahmschicht überzogen. Natürlich war das Gleiche der Fall, als die Kahmconidien auf grosse Massen von Nährlösungen in Kolben übertragen wurden, und als endlich in offenen Geschirren die Aussaat auf der Oberfläche der Nährlösung versucht wurde, sammelten sich solche Massen von Kahmconidien an, dass sie mit Löffeln abgeschöpft werden konnten, ein Bild der Ueppigkeit und der Schnelligkeit der Entwicklung, wie ich es bisher von keinem Kahm-bildenden Pilze beobachtet habe. Selbstverständlich ging die Bildung des Kahmes in derselben Art unendlich fort, ohne dass eine andere Form als die der Sprossung angenommen wurde und ohne dass jemals die höhere Fruchtform in Chlamydosporen mit ihren Köpfchenkeimungen zur Ausbildung kam, die ebenso ausschliesslich und allein auf den Nährpflanzen zur Ausbildung kommt, wie die Sprossconidien in Kahmform in oder auf den Nährlösungen sich bilden.

Wer würde hier als unbefangener Beobachter der stetig gleichen Kahmhäute auch nur von Ferne ahnen, dass diese Bildungen, welche aussehen wie eigene Pilzformen und sich verhalten wie diese in immer gleicher Fortbildung, dennoch nichts anderes sind wie die abgelösten Entwicklungsglieder eines höheren Pilzes und im speciellen Falle des Pfeilkraut bewohnenden Parasiten, der D. Sagittariae? Und doch ist dies eine erwiesene Thatsache, die eben vorher Schritt für Schritt aus der Entwicklungsgeschichte dieses Pilzes abgeleitet ist. Aus der höheren Fruchtform allein ist es möglich, die niedere als zugehörige abzuleiten, die niedere für sich geht in Nährlösungen in unendlicher Cultur nicht in die höhere zurück, — wenn nicht das bestimmte Substrat der Nährpflanze, also hier das Pfeilkraut gegeben ist. Nur der erste Weg, die Cultur der höchsten Fruchtform, führt zur Aufklärung, der zweite, die Cultur der niederen Form, führt in das Labyrinth des ewigen Einerlei, der ewigen Sprossungen, die nichts aussagen und nichts lehren können. Es ist bemerkenswerth, dass für die Formenreihe der Tilletiaceen in der Doassansia Sagittariae zugleich der erste Fall der Conidienbildung in directer Sprossung in Hefenform und zwar sowohl in der Form der Flüssigkeits- wie der Luftconidien vorliegt.

Für die natürliche Infection der Nährpflanzen dürfte die Luftconidienbildung von nicht geringem Vortheil sein, indem die Conidien mit den über Wasser tretenden jungen Blättern leicht in Berührung kommen, um dann hier einzudringen und an jeder Eindringstelle die bekannten Flecken auf den Blättern zu erzeugen, in welchen nachträglich wieder die Fruchtkörper allein zur Ausbildung kommen, die in der nächsten Vegetationsperiode zur Keimung gelangen.

Die Cultur des Pilzes gehörte zu den amüsantesten und schönsten, die ich gemacht habe. Ich habe sie lange mit immer gleichem Vergnügen fortgeführt und dabei auch nicht unterlassen zu verfolgen, wie sich die Conidiensprossungen verhielten, wenn die Nährlösungen der Erschöpfung zuneigten. Es fand sich, was zu erwarten war nämlich — die Auskeimung der Conidien zu Fäden. Sie ist in Figur 12 3 u. 4 abgebildet. Die feinen Conidien, die schon mit abnehmender Sprossung auch an Grösse abnehmen (Fig. 12 1 u. 2), trieben an einem oder an beiden Enden zu äusserst feinen Fäden aus, die wieder an den Spitzen zu noch feineren und neuen Conidien in Luft austrieben, welche ich dann nicht weiter verfolgen konnte (4). Bei der öfteren Untersuchung der Kahmmasse fanden sich zwischen den Sprossconidien sehr häufig längere Fäden vor, welche wieder die zierlichen Kahmconidien als kleine Auszweigungen ausgetrieben hatten. Diese Fäden stammen von fadig austreibenden Conidien ab, die aus der Nährlösung über die Masse der Kahmconidien frei hinauswachsen, sich an den Spitzen auch verzweigen und dann nach rückwärts in einzelne Gliederzellen kammern (Fig. 14), die je zu einem Kahmconidienbäumchen, oft sogar zu mehreren an einer Stelle austreiben (Fig. 15) und ihren Inhalt allmählich erschöpfen. In Figur 16 sind 3 Fäden dieser Art aufgenommen, die vom Rande eines Culturtropfens über die freie Fläche des feucht stehenden Objectträgers hinwuchsen und hier mit schwacher Vergrösserung in halbschematischer Zeichnung leicht wiedergegeben werden konnten; ein ausführlicheres Bild bei stärkerer Vergrösserung ist in der Figur 15 dargestellt.

Sowohl bei den Keimculturen der Fruchtkörpersporen in Wasser wie in Nährlösungen waren die primären wie die secundären Conidien leicht von dem Keimfaden abzutrennen und gleich nach den ersten Stadien der Auskeimung der Sporen für sich zu verfolgen (Fig. 11 1–4). Die ersten längeren Conidien blieben auch nachträglich noch zu erkennen in der verschiedenen Grösse gegen die weiteren secundären und tertiären, welche in neuen Scheinquirlen aus ihren Spitzen sprossten. In dem Maasse als die letzteren zunehmen, sieht man die primären endlich nur selten und zufällig mehr, ein Beweis, dass sie nur einmal bei der Keimung auftreten. Ausser ihrer Grössenverschiedenheit haben sie im Uebrigen nichts vor den kleineren Conidien voraus, als die simultane Bildung in ächten Quirlen auf den Sporenfruchtträgern (Fig. 8 1–5). Die Spaltung in zwei Formen von Conidien ist also noch nicht eigentlich vollzogen, es ist aber gerechtfertigt, sie in der Verschiedenheit hier und dort als angedeutet anzunehmen. In blossem Wasser gehen die Conidiensprossungen nur eine beschränkte Zeit weiter, sie werden schmächtiger und dünner, dann stehen sie still, um zu den feinen Keimfäden auszutreiben, deren Spitzen in Luft mit den äusserst feinen Luftconidien enden (Fig. 12 1–4). Bei trockener Aufbewahrung waren die Conidien noch nach drei Monaten lebendig und wieder keimfähig.

Doassansia Limosellae Kunze auf Limosella aquatica.

Da die Nährpflanze in hiesiger Gegend nicht anzutreffen ist, war ich auf die Zusendung fremden Materials, hier speciell von *W. Krieger* in Königstein angewiesen. In dem sehr spärlich erhaltenen Materiale fanden sich nur vereinzelte Fruchtkörper, die nicht auskeimen wollten und erst ein Jahr lang in feuchter Erde ausgelegt wurden. Die Fruchtkörper bestehen im Wesentlichen aus Sporenzellen und eine gleich entwickelte Hüllschicht aus lufterfüllten Zellen, die als Schwimmapparat dienen, wie bei D. Sagittariae, ist nicht zu unterscheiden. Dies hat zur Folge, dass die Sporenmassen schwerer zu trennen und rein für sich zu gewinnen sind. Sie schwimmen nicht oben und lassen sich durch Schütteln nicht isoliren und an der Oberfläche des Wassers sammeln. Es wurde nöthig, sie einzeln aus dem Gewebe der Nährpflanzen frei zu machen und so wie sie waren, in mangelhafter Reinheit zur Cultur heranzuziehen. Das einjährige Ausliegen der Fruchtkörper in feuchter Erde hatte wider alles Erwarten keinen Einfluss auf die Keimfähigkeit ausgeübt, die Sporen keimten noch nicht. Ich liess das Material dann in Wasser stehen, welches während 2 Monate täglich gewechselt wurde. Dieser wässerige Aufenthalt rührte die Sporen auch nicht, sie zeigten lebhaften protoplasmatischen Inhalt, sogar eine schöne grosse Vacuole in diesem, als ob die Keimung jeden Augenblick losgehen sollte, aber sie ging nicht los und die Sporen blieben passiv. Da überkam mich das Gefühl, als ob den so keimlustig aussehenden Sporen zum Keimen nur eine Kleinigkeit fehlen möchte, und dass diese Kleinigkeit in der Nährlösung gegeben sein könnte. Es wurden nun eine Anzahl von Fruchtkörpern isolirt und so gut als möglich gereinigt, dann zerdrückt und die einzelnen Sporen von 9—12 μ Grösse in Nährlösung beobachtet. Nun begann in der That die Keimung sofort, sie ist in einem Falle in Figur 17 dargestellt. Sie stimmt in allen Punkten überein mit der Keimung von D. Sagittariae. Quirlig sprossen die ersten Conidien in schönen Köpfchen aus der Spitze der einzelligen Fruchtträger und kaum ausgebildet sprossen sie noch am Träger zu neuen secundären, die secundären zu tertiären Conidien aus etc., bis das Ganze sich zu noch reicheren Verbänden von Conidien gestaltet, als sie bei D. Sagittariae beobachtet werden konnten. Die primären Conidien waren hier wohl etwas stattlicher und dicker, ihre Grösse im Vergleich zu den secundären Conidien trat darum auch schärfer hervor als bei der vorigen Form (Fig. 17—21). Auch machte sich die Fähigkeit der primären Conidien, an beiden Enden zu Conidien auszutreiben, hier schon am Fruchtträger geltend, wo auch nach unten die Conidiensprossungen angelegt wurden (Fig. 17). Der Zusammenhang der reichen Bildungen auf dem Fruchtträger der Keimsporen wurde durch langsames Wachsthum begünstigt. Dies hatte aber auch zur Folge, dass die Unreinlichkeiten der Cultur aus den unreinen Sporenhaufen stärker zur Geltung kamen und eine gleich üppige Weiterentwicklung der Conidien, wie bei D. Sagittariae,

verhinderten. Es konnten aber die abgefallenen primären Conidien in ihren weiteren Sprossungen, wie in Figur 18 u. 19, sicher verfolgt, auch die Fortdauer der Sprossungen der secundären Conidien eine Zeit lang verfolgt werden, bis die fremden Pilzkeime endlich die Oberhand gewannen. In wenigen Fällen theilte sich eine primäre Conidie durch eine Wand in zwei Zellen und an der Wand sprossten dann auch (Fig. 21) neue Conidien aus, ein auffälliges Bild im Vergleich zu den Figuren 18—20 mit einseitiger Aussprossung.

Nach den beobachteten Einzelheiten schliesst sich D. Limosellae sehr nahe an D. Sagittariae an, die mangelhafte Hüllbildung gibt die wesentliche Abweichung an. Viel grösser aber, als zwischen diesen beiden Formen, ist der Unterschied in den morphologischen Einzelheiten gegenüber den zwei weiteren Formen der Gattung, welche in D. Alismatis und D. punctata cultivirt wurden.

Doassansia Alismatis Nees auf Alisma Plantago.

In der äusseren Erscheinung auf der Nährpflanze ist dieser Parasit kaum verschieden von D. Sagittariae. Auch hier zeigen die befallenen Blätter verfärbte Flecken, auf welchen man später die Chlamydosporen-Fruchtkörper auf beiden Blattseiten als rundliche, gelb-braune Knötchen leicht unterscheiden kann. Die einzelnen Fruchtkörper zeigen eine deutliche einschichtige Hülle aus lufterfüllten Zellen, welche die durch gegenseitigen Druck polyedrisch gewordenen Sporenzellen des Innern umschliessen. Die Hüllzellen sind wohl etwas länger und pallisadenartig fester verbunden, als bei D. Sagittariae, doch tritt diese Verschiedenheit in manchen Haufen weniger hervor. In sumpfigen Gegenden, wo die Nährpflanzen verbreitet sind, ist auch der Parasit keine Seltenheit und das ausgereifte Material zur Cultur unschwer zu beschaffen.

Die Keimung der Sporen ist schon von *Cornu*,[1]) der die Gattung Doassansia begründet hat, beobachtet und später (abgesehen von den unrichtigen Beobachtungen von *Fisch*) nachträglich noch von *Setchell*[2]) ausführlich beschrieben. Nach den Angaben dieser beiden Autoren erfolgt die Keimung schon mit der Reife der Fruchtkörper. Dies war bei dem von mir gesammelten Material nicht der Fall.

Als einige vorläufige Versuche der Sporenkeimung in Wasser negativ verlaufen waren, wurde daher das gesammelte Material in feuchte Erde eingepackt und nach Jahresfrist zur neuen Cultur herangezogen. Die Ausbildung der luftführenden Hüllschicht und ihre Eigenschaft, dem Fruchtkörper als Schwimmapparat zu dienen, wurde wiederum zur Reingewinnung des Materials benutzt. Es genügte ein längeres Ver-

---

[1]) *Cornu*, Ann. sc. nat. Sér. 6, Tom. 15. Taf. 16 Fig. 1—4. 1883.

[2]) *Setchell*, examination of the Genus Doassansia. Ann. of Bot. Vol. 6. Nro. 21. April 1892. p. 3—8.

weilen der halb vergangenen Blatttheile und starkes Schütteln in Wasser, um die Fruchtkörper zu isoliren und an der Oberfläche des Wassers zu sammeln. Durch häufiges Abschütteln mit reinem Wasser konnten sie dann völlig rein und frei von allen Beimengungen gewonnen werden. Die Sporenhaufen zeigten in Wasser nicht so reiche Keimungen, dass sie von den Fruchtträgern ganz umhüllt wurden, wie es bei D. Sagittariae geschah. Die Sporen des Haufens trieben vereinzelter aus und es wurden, um die Einzelheiten genauer beobachten zu können, die Haufen gleich zerdrückt und die Keimung der vereinzelten Sporen verfolgt. Die Sporen von 9—12 μ Grösse und dem Ansehen der D. Sagittariae bildeten aus dem aufgesprengten Exospor einen langen Keimschlauch, der von seiner Spitze im Quirl selten mehr wie acht spindelförmige Conidien trieb (Fig. 16 u. 17 Taf. XI). Schon während sie apical austreiben, entleerte sich der Fruchtträger unter Bildung von Kammerungswänden langsam von hinten und wenn die Sporen ausgebildet sind, ist er schon meistens von Inhalt ganz entleert. Die Conidien fusioniren paarweise noch auf dem Träger, und wenn sie hier nicht durch Erschütterung abfallen, treibt jedes fusionirte Paar an der Spitze einer Conidie direct zu einer Secundärconidie aus, welche in der Form nicht wesentlich von der primären abweicht (Fig. 17). Für die Bildung dieser Conidien entleeren sich langsam beide Conidien unter Zurücklassung der bekannten Kammerungswände. Diese Keimungsart zeigt eher mit den bekannten Keimungen von Tilletia, als mit D. Sagittariae Uebereinstimmung, nur dass die Secundärconidien hier an den Spitzen der primären gebildet werden. Dies zeigte sich namentlich deutlich an abgefallenen fusionirten Conidien, wie in Figur 18_{1-3}. Bald trieben beide Conidien, bald nur eine von diesen und zwar bald oben bald unten aus. Von der Mehrheit der Triebe kommt aber nur einer zur vollen Entwicklung, also zur Bildung der secundären Conidie. Durch Zusatz von Nährlösungen konnten die ersten Stadien der Keimung, die aus dem Inhalte der Keimsporen begliehen werden, nur wenig beeinflusst und abgelenkt werden, wie dies auch früher bei den Tilletia-Keimungen der Fall war. Nur die Fusionen zwischen den Conidien traten zurück und die vereinzelten Conidien konnten zum Abfall vom Träger gebracht werden. Die abgefallenen Conidien sprossten in Nährlösungen bald direct zu neuen Conidien aus (Fig. 19_{1-5}), bald keimten sie zu Fäden aus, mitunter geschah beides an den beiden Enden der Conidien. Die Sprossungen waren aber nicht bedeutend, die Conidien vergrösserten sich sprossend alsbald zu längeren dicken Fäden, welche zwei bis drei Scheidewände bekamen und auch an diesen eine geringzählige Conidienbildung einleiteten und dann zu Fäden auszuwachsen begannen, die keine Conidien mehr bildeten (Fig. $19_{6\text{ u. }7}$). Aber auch die Fäden zeigten eine langsame Entwicklung und liessen nicht ohne Grund vermuthen, dass die Ernährung in den Nährlösungen keine besonders gedeihliche sein möchte. Die möglichen Veränderungen der Nährlösung hatten zunächst auch keinen Erfolg.

Jedenfalls ist der Pilz ein stark angepasster Parasit, dessen Ernährung in Nährlösungen nicht gleich leicht verläuft, wie bei D. Sagittariae. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass der weitere Verlauf der Cultur nicht wesentlich anders verlaufen wird, als bei der D. punctiformis, zu welcher wir jetzt übergehen wollen.

Doassansia punctiformis Niessl auf Butomus umbellatus.

Dieser Parasit ist leicht zu übersehen. Die befallenen Stellen der Blätter sind etwas verblasst, sonst aber nur wenig verändert. In den befallenen Flecken heben sich die Chlamydosporen-Fruchtkörper wie einzelne bräunliche Punkte mit der Lupe deutlich erkennbar ab, was wohl auch zu der Speciesbezeichnung als D. punctiformis die Veranlassung gegeben haben mag. Das untersuchte Material stammt aus der Umgebung von Königstein an der Elbe, wo es, ebenso wie D. Limosellae, von *W. Krieger* gesammelt und mir gütigst zugeschickt worden ist. Das Material, im Anfange keimungsunfähig, keimte nach mehr als einjährigem Liegen in feuchter Erde aus. Die meist rundlichen Sporenhaufen waren, Dank ihrer lufterfüllten Hüllschicht, leicht frei und rein zu gewinnen. An den einzelnen Knötchen war niemals ein Fruchtträger zu sehen, trotzdem diese allmählich weicher und mürber wurden. Endlich platzte ein Fruchtkörper auf und er war angefüllt mit den Keimlingen der Sporen, die nicht nach Aussen getreten waren, sich vielmehr im Innern des Haufens bis zur Bildung von langen Conidien ausgebildet hatten, die schon einzeln eine Scheidewand zeigten und hier oder an den Enden kleine Conidien unterscheiden liessen (Fig. 22). Ich habe aus Raumrücksichten das Bild eines im Innern ausgekeimten Sporenhaufens weggelassen, weil es aus den weiteren Einzelheiten der Sporenkeimung der Vorstellung zugänglich ist. Sobald festgestellt war, dass die Sporenkeimlinge nicht an der Aussenfläche der Fruchtkörper zur Erscheinung kommen, wurden die Haufen zerdrückt und an den einzelnen Sporen die Keimung genauer verfolgt. Die ersten Stadien der Keimung, Aufsprengung der Sporenhaut und Austreten eines Keimschlauches, sind nicht bemerkenswerth (Fig. 20_{1-3}). Auffällig ist nur die Kürze des Keimschlauches, der sich mitunter dicht an der Keimspore zum Fruchtträger ausbildet, hier einen Quirl aus kurzen dicken Conidien treibt, dessen Glieder alsbald auf dem Träger dicht an der Ansatzstelle paarweise fusioniren und dann an der Spitze einer der beiden Conidien zu einer viel längeren secundären Conidie auswachsen, in welche der Inhalt aus beiden langsam, unter Kammerung in den entleerten Theilen, übertritt (Fig. 21 u. 23). Diese Conidien von der Form der Bilder 1–3 in Figur 24 spitzten sich wohl durch Längenwachsthum an beiden Enden zu, um dann, selten direct, meist erst nach Eintritt einer oder zweier Scheidewände, kleine spindelförmige Conidien zu bilden, die aber höchstens noch einen kurzen Keimfortsatz zu bilden vermochten (Fig. 24_{4-7}). Hiermit stand die Entwicklung in Wasser still. Angesichts der

äusserst kurzen Fruchtträger der Sporen konnte es nun nicht anders als ganz natürlich erscheinen, dass die auskeimenden Sporen eines Haufens mit ihren Fruchtträgern nicht nach Aussen frei hervorgetreten sind. Trotz der Kürze des Fruchtträgers wird aber bei der Sporenkeimung in Wasser in diesem gewöhnlich eine Kammerungswand sichtbar.

Unter dem Einflusse von Nährlösung trat die Keimung der Sporen an einem zertrümmerten Haufen schneller ein. Die nicht immer fusionirten Conidien bildeten Secundärconidien, von welchen einzelne noch am Träger zu beträchtlicher Länge auswuchsen, sich gliederten und an den Scheidewänden neue kleinere Conidien bildeten, z. B. Figur 22. Diese Conidien trieben nur zu wenigen Sprossconidien (Fig. 28_{1-3}) direct aus, verlängerten sich dann, bildeten Scheidewände, um an diesen und auch an den Enden weitere Conidien zu bilden (Fig. 25). Die wenig ergiebige Conidienbildung zeigte das Charakteristische, dass die Conidien sich immer wieder zu längeren Fäden vergrösserten, aber mit der Vergrösserung die Conidienbildung fortsetzten (die Figuren 24 u. 25). Die mit dieser Vergrösserung weiterhin heranwachsenden Bildungen sind in Figur 26—27 noch in Conidienbildung gezeichnet, gleichzeitig aber schon zu dünnen langen Fäden an den Stellen der früheren Conidienabgliederung austreibend. Dies Austreiben wurde mit der Erschöpfung der Nährlösung allgemein. Die Fäden wuchsen der Oberfläche zu und gingen hier an der Spitze zur Bildung von Luftconidien über (Fig. 29 u. 30). Diese Bildung von Luftconidien war aber nicht so reich, dass sich vollständige Kahmhäute ausbildeten, wie bei D. Sagittariae. Die Conidien, in neue Nährlösung übertragen, wuchsen immer wieder zu dicken gegliederten Fäden mit Conidienbildung heran, die nachträglich zu dünnen Fäden übergehend wiederum Luftconidien erzeugten. War schon D. Alismatis bis zu diesen geförderten Stadien wie D. punctiformis in Nährlösungen nicht zu bringen und darum nicht sicher zu unterscheiden, ob sie sich dieser gleich verhielt, so lässt auch die fortgeschrittene Cultur von D. punctiformis deutlich erkennen, dass die Entwicklung in Nährlösungen erschwert und die Anpassung an parasitische Ernährung schon stark ausgeprägt ist.

Die Verschiedenheiten, wie sie mit der Sporenkeimung und in der weiteren Cultur bei D. Alismatis und D. punctiformis verglichen mit den beiden früheren Formen D. Sagittariae und D. Limosellae sich zeigen, sind ausgeprägt genug, um zu erkennen, dass hier und dort ein eigenartig ausgeprägter Typus vorliegt, der den Abstand zwischen den beiderlei Arten grösser erscheinen lässt, als zwischen den je zwei Arten unter sich. Ich glaube aber nicht, dass eine generische Trennung hier richtig sein würde, da sich die Abweichungen, genau erwogen, nur in so engen Grenzen bewegen, wie wir sie überall zwischen den Arten einer Gattung antreffen. Leider habe ich nicht mehr Formen als die vier untersuchten auftreiben können. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich bei den Formen, welche nicht Wasserpflanzen bewohnen, sondern auf Landpflanzen auftreten, noch weitere Abweichungen von den untersuchten Formen heraus-

stellen, welche die Gestaltungsformen in den Grenzen der Gattung erweitern. Die von *Setchell*[1]) untersuchten 5 Formen, welche, ausser D. Alismatis, andere sind, als ich cultivirt habe, lassen allerdings, soweit man nach den Sporenkeimungen in Wasser urtheilen kann, noch keinen anderen Typus als die beiden vorhin charakterisirten, hier durch D. Sagittariae und D. Limosellae, dort durch D. Alismatis und D. punctata vertretenen erkennen. Die D. obscura und D. occulta stimmen mit dem Typus von D. Sagittariae, die beiden anderen, D. Lemnae und D. deformans, mit dem Typus von D. punctata in der Hauptsache überein.

Mit den Doassansia-Formen sind nun die Tilletiaceen überhaupt erschöpft, soweit das Material reichte, was ich in der Zeitfrist von 12 Jahren mir verschaffen konnte. —

Es erübrigt jetzt noch, nachdem die beiden natürlichen Familien der Brandpilze nach dem Formtypus der Ustilaginaceen und nach dem zweiten Typus der Tilletiaceen in dem verfügbaren Materiale zu Ende geführt sind, eine weitere Formenreihe anzuschliessen, welche in der äusseren Erscheinung mit den Brandpilzen übereinstimmt, aber in den morphologischen Charakteren von dem Typus der Hemibasidii eine weitgehende Verschiedenheit zeigt und eigentlich nur dazu dienen kann, durch ihre interessanten Abweichungen die natürlichen Grenzen der Formenreihe der Hemibasidii (der Brandpilze) zu illustriren. Der Anschluss dieser besonderen Formenreihe, die schon mit den eigentlichen, hier vorzugsweise betrachteten Hemibasidii nichts mehr zu thun hat, rechtfertigt sich in der Form eines Anhanges einmal nach der äusserlichen secundären Aehnlichkeit mit den Brandpilzen, dann namentlich aber nach der früheren Beurtheilung, welche die damals einzig bekannte Form auf Grund dieser ganz untergeordneten äusseren Uebereinstimmung auch sogleich zu einem Brandpilze, ja sogar zu einer Form der Gattung Tilletia, gestempelt hat.

Der Formtypus wird vorzugsweise vertreten durch den sogenannten Reisbrand, durch den auf den Inflorescenzen von Reis auftretenden scheinbaren Brandpilz, der in und durch seine eigenartige Entwicklungsgeschichte als ein ganz vortreffliches Beweisstück dienen kann, dass nicht die äussere Erscheinung eines Pilzes, sondern allein seine Entwicklungsgeschichte über die Natur der Form entscheiden kann.

Ustilaginoidea Oryzae nov. genus auf Oryza sativa.

Von der Existenz des Reisbrandes hatte ich schon verschiedentlich gehört und mich lange bereits vergeblich bemüht, ihn aufzutreiben, als ich endlich erst aus Japan durch Professor *Müller* in Berlin eine nicht keimfähige Probe, dann durch den vortrefflichen *Barclay* aus Indien ein herrliches Material des Pilzes bekam, dessen Cultur

[1]) l. c. der Ann. of. Botany 1892.

über alles Erwarten hinaus gelang und zu den scheinbar weitesten Endzielen führte, die noch bei den gesammten Arbeiten über die Brandpilze bis dahin erreicht wurden, nämlich zur Bildung der (vermeintlichen) Brandlager mit reifen Sporen in der künstlichen Cultur. Wenn auch die weitere Cultur die weiten Abweichungen des Pilzes von den eigentlichen Ustilagineen klar darthat, so sprach doch das Aeussere des Pilzes und sein Vorkommen vorzugsweise auf den Früchten von Oryza zunächst ganz zu Gunsten eines Brandpilzes, als welcher der sogenannte Reisbrand verzeihlicher Weise ja auch allgemein beurtheilt worden ist. Der Pilz ist als Tilletia Oryzae von *Patouillard* nov. sp. beschrieben und auch abgebildet in dem Bulletin de la Société mycologique 1887. p. 124. Taf. X. Fig. 2.

Unter den grossen und volständigen Rispenständen des Reis, die mir Barclay sandte, waren immer nur einzelne Körner von dem Pilze befallen, die grössere Masse der Früchte, die den Zustand völliger Reife wohl noch nicht erlangt hatten, war pilzfrei, wie es in den brandigen Rispenständen vom Hafer und von der Hirse etc. in ähnlicher Art vorzukommen pflegt. Die befallenen Körner waren mehr wie doppelt so dick, aber nicht viel länger wie die gesunden. Zwischen den fest angedrückten Spelzen trat der Fruchtknoten, aussen ganz von den dicken Schichten der schwarzen Sporenmasse eingehüllt, stark hervor. Er hatte den Umfang einer dicken Erbse angenommen und die schwarzen Sporenlager, die ganz frei nach aussen lagen, zeigten einen eigenthümlich, tief grünlich schimmernden Farbenton, wenn man sie gegen das Licht besah. Als versucht wurde, die Brandlager abzukratzen, stiessen die Nadeln bald auf einen festeren Kern, der nicht aus Brandsporen bestand. Eine genauere Einsicht in diese eigenthümlichen, scheinbar nur in einer äusseren Schicht der befallenen Früchte vorkommenden Brandlager konnte natürlich nur der Querschnitt geben. An diesem zeigte sich zunächst, dass die Anschwellung der Frucht vorzugsweise nach zwei Seiten eingetreten war, welche durch die fest an- oder sogar eingedrückten Spelzen markirt waren, die an diesen Stellen eine Einschnürung, also eine Beschränkung der Wucherung durch den Pilz bewirkt hatten. An den freien Seiten zwischen den Spelzen waren die krustenartigen schwarzen Brandlager in einer dicken äusseren Schicht in allmählichem Uebergange nach der nicht gefärbten, festen centralen Masse der Frucht, nicht unähnlich den bekannten Erscheinungen in der Anlage der Brandsporenlager von Cintractia und Anthracoidea, sehr deutlich zu unterscheiden. Es machte den Eindruck, als ob nur die äusseren Theile der Frucht der Nährpflanze vom Pilz zerstört seien, die inneren von diesem noch nicht ergriffen wären. Durch sehr feine Schnitte und vorsichtige Präparation war aber leicht festzustellen, dass in Wirklichkeit die ganze Masse der Frucht eine einheitliche Pilzpseudomorphose darstellte, dass die inneren Theile ebenso verpilzt waren wie die äusseren und eine dicht verflochtene, gewebeartig verbundene Hyphenmasse darstellten, welche nach Aussen durch

die dicke Kruste von Brandsporen bedeckt wurde. Es konnte kein Zweifel sein, dass die Brandsporen von der inneren Hyphenmasse nach Aussen gebildet waren; die hier radial ausstrahlenden Fäden führten direct nach dem anfangs noch nicht gefärbten und nur in den äusseren und älteren Schichten stark geschwärzten Sporenlager hin. Dennoch gelang es nicht, auch nicht nach vorsichtigem Abschlemmen der äusseren schwarzen Sporenschichten, die Bildung der Sporen an diesen Fäden genügend sicher zu sehen.

Als an dieser Stelle die weitere Beobachtung aufhörte, wurde die Cultur der Sporen versucht. Leider waren die Sporen, so ganz frei nach Aussen gebildet, nicht frei von fremden Pilzkeimen geblieben. Es wurden die äusseren Lagen der Sporen entfernt und dann mit den inneren, muthmasslich reineren die Cultur versucht. Die Sporen waren aber schwer zu isoliren, sie waren wie verklebt von einer Substanz, welche scheinbar zwischen ihnen lag und ihnen so fest anhaftete, dass sie bei ihrer Kleinheit = 4—6 μ und ganz runden Form fast nicht zu vereinzeln waren. Die Aussenhaut der Sporen erschien warzig und rauh (Taf. XII Fig. 22—30 sp.), die Rauhheit war aber nicht immer die gleiche, indem eben jene dunkle schwarze Substanz bald mehr, bald weniger der Oberfläche anklebte, die dem Exosporium nicht anzugehören schien. Durch eine Behandlung der Sporen mit Alkohol oder mit Ammoniak löste sich diese Substanz mit tief grünlicher, stark tingirender Farbe auf und die Sporen erschienen nachher viel weniger rauh und gefärbt, zeigten aber eine auffallend dicke Membran.[1]) Die schwarze Farbe der Sporen machte sie in den Culturmedien leicht kenntlich, sonst würden sie bei ihrer Kleinheit im Verlaufe der lange währenden Culturen gar nicht zu verfolgen gewesen sein.

Die Aussaaten der Sporen in blossem Wasser blieben zunächst erfolglos. Als Nährlösung angewendet wurde, machte sich das nichts weniger als reine Material in den fremden Pilzkeimen sehr unangenehm geltend, namentlich die beigemischten Bacterien, welche sich zu förmlichen Klumpen um die Sporen anhäuften. Dank ihrer dunklen Farbe blieben aber die Sporen unterscheidbar, und es konnten bald auch einzelne auskeimende Sporen beobachtet werden, welche aus dem aufgesprengten Exospor einen dicken Keimschlauch getrieben hatten (Fig. 22—28 sp.). Der Keimschlauch zeigte schon bei sehr geringer Länge Scheidewände, die nahe zusammenstanden und dadurch besonders deutlich wurden, dass die also begrenzten Zellen der Fäden tonnenförmig anschwollen (Fig. 27 und 28), wie es meist bei Pilzmycelien leicht beobachtet werden kann, welche in sauren Medien vegetiren. Die gegliederten Pilzfäden bildeten bald Verzweigungen, die mit weiterer Verlängerung zu kleinen

[1]) Ob die stark färbende Substanz von der Membran der Sporen gebildet wird, kann man nicht direct sehen, es ist aber wahrscheinlich, da die Färbung erst in den älteren Sporenschichten auftritt und in den inneren und jüngeren Lagen an den hier noch glatten Sporen nicht zu sehen ist.

Mycelien das Bild der vegetativen Zustände höherer Pilze darboten, und keine Uebereinstimmung zeigten mit den bekannten Mycelien der Brandpilze. In Figur 27 ist der mittlere Theil eines solchen Myceliums mit der Keimspore gezeichnet. Durch vorsichtige Uebertragung einzelner eben auskeimender Sporen in neue Nährlösung gelang es endlich, die Entwicklung der Keimlinge so zu fördern, dass bald ein dichteres Fadengeflecht erreicht wurde, welches aber in allen seinen Fäden den anfänglichen Charakter beibehielt. Es war interessant zu bemerken, wie wenig die Mycelien gegen die Bacterien, die doch sonst die Entwicklung der Fadenpilze in den Culturen zu lähmen, wenn nicht gar stillzustellen pflegen, empfindlich sich zeigten, ähnlich den früheren Culturen z. B. von Thecaphora Lathyri im V. Hefte, Tafel XI. Sie wuchsen mitunter durch die Bacterienklumpen hindurch und gelangten siegreich ins Freie. So geschah es auch, dass mit dem weiteren Heranwachsen die Bacterien allmählich überwunden wurden und ganz normale und üppige Culturen des Pilzes zur Entwicklung kamen. Wohl nicht unwesentlich werden diese Entwicklung die hier sehr bald gebildeten Luftfäden und Luftmycelien begünstigt haben, die so stark auftraten, dass schliesslich über jeder einzelnen Cultur ein förmliches Flöckchen aus Luftmycel sich frei erhob. Die Fäden dieses Luftmycels waren entschieden dünner, wie die submersen Hyphen desselben Myceliums (Fig. 26 u. 28), sie nahmen in dem Maasse, als sie sich häuften, einen gelben Farbenton an. Aber auch die submersen Fäden blieben nicht farblos und die hier entstehende Färbung beschränkte sich nicht bloss auf die Fäden allein, die einen grünlichen Farbenton annahmen, sie ging auch auf die Flüssigkeit, also auf die Nährlösung selbst über, die grünlich zu schillern begann und einen Farbstoff abschied, der gar nicht verschieden war von der eigenthümlichen, grünlich schwarz opalisirenden, stark färbenden Masse, welche an den schwarzen Sporenlagern wahrgenommen wurde, und diesen in kleinen Körnchen, einem sehr rauhen Exosporium gleich, anhing. Wenn von den Mycelmassen die Culturtropfen abgesaugt und neue zugesetzt wurden, waren auch diese bald grünlich dunkel gefärbt und auf der Flüssigkeit war eine zarte Haut in feinen Körnchen, ebenso am Boden derselben auf dem Objectträger haftend, ein körniges dunkles Sekret wahrnehmbar. So lange die Culturen währten, nahm das Sekret zu, und da sie mehrere Monate standen, fanden sich die Abscheidungen auch an den Luftfäden im Innern der Hyphenknäuel.

Die sämmtlichen Culturen, die einzeln für sich auf Objectträgern gehalten wurden und eine Anzahl von Glocken füllten, gediehen dauernd vorzüglich. Um die Anhäufung des Sekretes zu verhindern, wurden immer neue Objectträger genommen und die dicht verfilzten und darum leicht abhebbaren Culturen hier in neue reine Nährlösung übertragen (Fig. 32 u. 33). Mit der Zunahme des Luftmycels zeigte sich der gelbliche Farbenton der Fäden immer deutlicher, und namentlich auf oder an den abschüssigen Rändern deutlicher Erhöhungen, die oft klein und gruppenweise, oft gross und

einzeln wallartig auf den Culturobjecten sich zeigten. Meine Neugier, was aus diesen sonderbaren Culturen mit der Zeit wohl werden möchte, wurde bald befriedigt durch Aufbrechen der Erhöhungen mit einem tief schwarzen Innenkern (Fig. 32 u. 33). Die gelben Fäden rissen unregelmässig auf, sanken ein und verschwanden auch auf den grösseren Kratern zwischen schwarzen Massen, die sich krustenartig vordrängten. Hier war deutlich zu unterscheiden, dass die gelben Fäden keine Hülle um einen dunklen Kern bildeten, vielmehr nur lose verbundene Endfäden darstellten, die an den weiteren Vorgängen im Innern einen Antheil nicht hatten, also langsam verschrumpften und vergingen, wobei durch die schwarze Unterlage bald der Schein eines Loches oder einer Spalte erweckt wurde, bald ein regelrechtes Einschrumpfen stattfand. Ich liess die Culturen ungestört, bis die gelben Hüllfäden vergangen waren und die schwarze innere Masse ohne irgend welchen störenden Eingriff mit der Nadelspitze abgehoben werden konnte. Hier erwiesen sie sich als regelrechte Brandsporenmassen ganz und gar gleich den Sporen des Brandlagers an den Fruchtknoten der Nährpflanzen, nur noch üppiger und reicher als dort. Als der höchst erfreuliche Befund, ein gewiss seltener Erfolg der fortschreitenden Culturmethode, sicher festgestellt und also zweifellos erwiesen war, dass hier unter den Brandpilzen zum ersten Male ein förmliches Brandlager, in künstlicher Cultur aus den Brandsporen der Nährpflanze erzogen, ausgebildet war, wurden die schönsten Culturen unter ausgiebiger weiterer Ernährung der ungestörten Beobachtung überlassen und eine Anzahl kleiner Culturen der engeren Untersuchung der Sporenbildung geopfert, die ja an dem Material der Nährpflanze zu Anfang nicht genau und sicher genug verfolgt werden konnte. Von dem weiteren Verlaufe der Culturen kann ich hier noch kurz berichten, dass diese an Ueppigkeit und Schönheit zunahmen, bis die Herbstferien kamen und mit einer Ferienreise die weitere Pflege aufgegeben werden musste. Es sind aber vorher die zwei Bilder der Figuren 32 u. 33, etwa um die Hälfte vergrössert, aufgenommen worden, welche die fortschreitenden Anlagen der Sporenlager, aber immer nur Neubildungen derselben Art, zur Anschauung bringen.

Aus der Untersuchung der Sporenbildung in den übrigen Culturen sind die Zeichnungen der Figuren 29—31 zur Darstellung gebracht, die an Deutlichkeit nichts zu wünschen lassen. Es sind dicke von Scheidewänden durchsetzte Fäden, die häufig bündelweise auftreten und sich nach dem Umfange reicher verzweigen, welche die Bildung der Sporen übernehmen. Die Anlage der Sporen erfolgt an den Fäden direct ohne Sterigma, sie stehen einzeln, bald an den Seiten der Fäden, bald auf den Spitzen (Fig. 29—31). Im Beginn ihrer Anlage sind sie glatt und fast ungefärbt, dann zeigen sie mit zunehmender Grösse eine deutliche Membrandifferenzirung und eine Verfärbung der Aussenhaut ins Schwärzliche mit gleichzeitigem Auftreten von

Rauheiten an der Aussenhaut. Die fertigen Sporen sind meistens rund, mit geringer Grössendifferenz, wenn sie seitlich an den Fäden sitzen. Die Form ändert sich ins Längliche, wenn sie auf den Enden der Fäden sitzen (Fig. 30 u. 31). Hier finden sich auch vereinzelt zwei Sporen hinter einander. Bei dem gänzlichen Mangel an Sterigmen ist es schwer, den Ursprung der Sporen an den Fäden sicher zu sehen, es kann in jedem Falle, wo fertige Sporen an den Fäden sitzen, angenommen werden, dass sie hier nur äusserlich anhaften, und es ist nothwendig, junge Zustände, in welchen die Sporen noch nicht fertig ausgebildet sind, und Fäden mit apicalen Sporen zur sicheren Beurtheilung heranzuziehen. Jedenfalls ist die Anlage der Sporen an oder auf den Fäden keine ganz regelmässige, sie machen äusserlich und namentlich der Anlage nach, wohl am meisten den Eindruck von Chlamydosporen, wie sie bei anderen Brandpilzen ähnlich beobachtet werden. Ganz besonders tritt dies hervor in den apical gestellten stumpf aufsitzenden Sporen, die ja auch zu zweien nacheinander folgen (Fig. 30 u. 31). Die seitliche Anheftung der Sporen, wie sie aus der Fläche der Fäden aussprossen, ist sonst nicht anders, als wie sie bei Conidien allgemein beobachtet wird, und nach dieser würden sie, in der Zahl unregelmässig, und in der Stellung unbestimmt, einer niederen Formbildung von Conidien gleichkommen, die noch nicht zur Regelmässigkeit und Bestimmtheit der Basidien fortgeschritten ist, wenngleich kleine Stücke von conidientragenden Fäden einer Basidie von Pilacre mit sitzenden Sporen nicht unähnlich sehen (vergl. Heft VII, Taf. II).

Die in den Culturen neu und rein gewonnenen Sporen wurden nun abermals zum Ausgange neuer Culturreihen benutzt. Diese wurden unterstützt durch die leichtere Auskeimung der Sporen und durch die völlige Reinheit des Materials. In concentrirteren Nährlösungen wurden wiederum grosse Mycelien gezogen, die alle früheren Stadien bis zur Sporenbildung wiederholten. Daneben wurden aber auch Culturen in sehr verdünnten Nährlösungen gemacht, in welchen die Sporen eben noch zur Auskeimung kamen. Am besten erreichte ich diese Culturen durch Aussaat der Sporen in concentrirter Nährlösung, um erst die ausgiebige Keimung zu erreichen, und durch spätere Uebertragung der ausgekeimten Sporen in dünne Nährlösung. Hier gediehen die Keimlinge langsam weiter. Es kam nicht zur Bildung grösserer Mycelien, sondern nur zu kleinen zierlichen Fadenverzweigungen, die aber stets von Scheidewänden durchsetzt waren und den vegetativen Zuständen höherer Pilze glichen (Fig. 22—26). Die letzten Verzweigungen verjüngten sich dann pfriemförmig lang und bildeten durch Anschwellung der Spitze eine sehr kleine birnförmige und farblose Conidie. Ihre Natur als Conidie wurde durch Nachschiebung einer zweiten allein schon erwiesen, indem die Spitze unter der ersten Conidie nach oben wuchs und nun wieder zur Conidie anschwoll, wobei selbstverständlich die erste zur Seite geschoben wurde. Das Fortwachsen der Axe unter

der neugebildeten Conidie ging weiter, es entstand die dritte, vierte etc. Conidie in acropetaler Folge, die zuletzt gebildete an der Spitze, die älteste am tiefsten nach unten verschoben (Fig. 22—26). Die Bildung der Conidien ging in der Flüssigkeit ebensogut wie an der Oberfläche vor sich, ich habe an einzelnen Fruchtträgern über 20 Conidien nach einander sich bilden sehen, bis die älteren abzufallen begannen und die weitere Bestimmung unmöglich wurde. Bald sassen die sterigmenlosen Conidien dicht zusammen, bald war die Gruppirung eine losere, wenn die Axenstücke, bis zur Erzeugung einer neuen Conidie an der Spitze, mal etwas länger auswuchsen; dies wechselte an ein und demselben Träger ab. In Figur 26 sind sämmtliche Auszweigungen des kleinen, noch mit der Keimspore in Verbindung stehenden Myceliums zu Fruchtträgern geworden; in Figur 22 ist schon der erste Keimfaden an der Spitze zum Conidienträger geworden. Wenn die Mycelien grösser und üppiger ernährt wurden, dann trat die Bildung der Conidien zurück und an den Mycelien, die in concentrirter Nährlösung gezogen wurden, kamen sie gar nicht zur Erscheinung, sie wurden nicht gebildet. In der Art des Auftretens würden die Conidien den rudimentären Bildungen gleich zu setzen sein, wie sie vielfach z. B. bei Ascomyceten vorkommen, und ihre geringe Keimfähigkeit, die über eine blosse Anschwellung nicht hinausging, würde mit dieser Beurtheilung im Einklange stehen; in der Form der Bildung würden die Conidien eher mit denen von Pilacre übereinstimmen, wie sie im VII. Hefte auf Tafel II abgebildet sind.

Von den uns bekannt gewordenen Fruchtträgern, welche aus den verschiedenen Formen der Brandpilze austreiben, also von den typischen Hemibasidien der Ustilagineen, zeigen diese Bildungen des Reisbrandes einen weit abweichenden Charakter. Sie stellen offenbar keine zu Hemibasidien fortgeschrittene Fruchtträger dar, sondern einfache Conidienträger, wie sie als Nebenfruchtformen bei so manchen Basidiomyceten und Ascomyceten vorkommen. Es kann schon allein hiernach in dem Brande des Reis keine Ustilaginacee, keine Form der Hemibasidii vorliegen, mit welcher auch die Gliederung der Mycelien im Widerspruche steht.

Wie ist aber die Form zu beurtheilen, wenn nur die Aeusserlichkeiten in den Brandsporenlagern mit den Brandpilzen übereinstimmen, die Hauptsache aber, die Hemibasidien fehlen? Hier sind wir genau an der gleichen Stelle angelangt, an welcher auch die frühere Untersuchung von Geminella Delastrina abgebrochen werden musste. Auch die Conidienträger von Geminella mit ihren Sporenketten und keimungsunfähigen kleinen Conidien, ebenso wie die gegliederten Mycelien passten absolut nicht zu den Charakteren der übrigen Ustilagineen, deren Conidienträger unzweifelhaft Hemibasidien sind. Bei der Geminella und ihren Brandlagern auf Veronica konnte die Anlage der Sporenzwillinge an den Myceläden in den Fruchtknoten von *Winter* beobachtet werden, aber irgend ein weiterer Aufschluss war weder in den Sporenlagern der Nährpflanze,

noch auch durch die Keimung der Sporen zu gewinnen. Bei dem sogenannten Reisbrande war wenigstens der Versuch einer abermaligen Untersuchung der befallenen Fruchtknoten der Nährpflanze zu machen.

Ich liess das schöne Material von *Barclay* einige Tage auf feuchter Erde liegen und machte nun durch die ganzen Fruchtknoten übersichtliche Querschnitte, die mir folgendes zeigten. Das Brandsporenlager bildete eine dicke Sporenkruste um die auf das Dreifache angeschwollenen vom Pilze befallenen Fruchtknoten. Die dunklen, völlig freien Sporenmassen der äusseren Umrandung gingen nach Innen zu auf dicht verbundene Fäden mit ausgeprägtem Längsverlauf zurück, an deren oberen Theilen sich die Sporenbildung der vermeintlichen Brandlager noch in vollem Gange befand. Die Sporen sassen deutlich seitlich an den Fäden in halber Grösse der äusseren völlig ausgebildeten und waren noch ganz farblos; aber zwischen diesen eben angelegten Sporen und dem äusseren schon völlig freien dicken Sporenlager waren die Mittelstufen mit beginnender Färbung und schon voller Grösse der Sporen an den Fäden leicht zu finden. Hier waren auch die sporentragenden Fäden noch erhalten, weiter nach Aussen waren sie bis auf die Sporen vergangen, aber die etwaigen Reste zwischen diesen als grumöse Masse noch sichtbar. Die in der Sporenbildung begriffenen inneren Schichten der Fäden führten noch weiter nach Innen in helleren Tönen auf ganz weisse Hyphengeflechte zurück, welche das Innere des Fruchtknotens ausmachten. Diese innersten Geflechte waren steril an Sporen und zeigten keinen Längsverlauf der Fäden wie die äusseren, sondern ein dichtes pseudoparenchymatisches Fadengeflecht, wie es gewöhnlich bei Sclerotien angetroffen wird. Nur waren die Fäden in dem dichten Geflechte noch nicht verdickt, wie sonst bei Sclerotien, aber schon reich mit Oeltröpfchen, die eingelagert erschienen, versehen. Man bekam nun den Eindruck, dass hier im Innern die Anlage eines Sclerotiums vorgesehen sei, und dass die äusseren Sporenlager nur die vorausgehenden Conidienlager seien, deren Bildung mit der Ausbildung des Sclerotiums dem Stillstande zugeführt werde, wie es ja in ähnlicher Art bei der Bildung der Sclerotien und Conidienlager z. B. von Claviceps purpurea geschieht.

In dieser neuen Beleuchtung waren die vermeintlichen Brandsporen nun nicht mehr als Chlamydosporen, sondern vielmehr als Conidien anzusehen, und ihre Bildung seitlich an den Fäden war von den kleinen farblosen Conidien an den Mycelien nicht weiter verschieden, wie es zwei Conidienformen eines Typus zu sein pflegen, welche einer höheren Pilzform angehören und von welchen die grössere Form noch keimfähig, die andere schon rudimentär und fast unfähig zum Keimen geworden ist (man vergleiche hierzu die im X. Hefte behandelten Formen der Ascomyceten).

Zu einer weiteren und sicheren Beurtheilung liess mich leider das erhaltene Material im Stich. Die befallenen Früchte waren unter sich nur unwesentlich verschieden, und zwar allein in dem Verhältniss der äusseren schwarzen Sporenmasse zu dem farblosen Kerne, der kleiner war in kleineren Fruchtknoten und erheblich grösser erschien, wenn auch die Grösse des Fruchtknotens eine weit ansehnlichere wurde.

Das Material wächst leider nicht bei uns, und es musste hier für den Reisbrand zunächst fraglich bleiben, ob neue Zusendungen Aufschluss geben werden, der am Ende nur durch Beobachtungen am natürlichen Standorte des Reisbaues möglich sein wird. Aber eine bessere und noch sichere Entscheidung des Befundes war — wenn auch nicht direct an diesem für Untersuchungen im Norden Europas nicht geeigneten, weil nur südlich vorkommenden Materiale — doch immerhin noch zu hoffen durch Auffindung einer ähnlichen und verwandten Form, welche in der Entwicklung auf den Nährpflanzen nach der sclerotialen Seite weiter ginge als der sogenannte Reisbrand und also mit geringeren Conidienlagern die vermutheten Sclerotien noch ausgebildet zur Reife förderte.

Ustilaginoidea Setariae n. sp. auf Setaria Crus Ardeae Willd.

Dieser Gedankengang war kaum bis zu einer Klärung des möglichen Zieles gediehen, als ich durch Dr. *Möller* aus Blumenau eine neue Brandform auf Setaria Crus Ardeae Willd. zugesandt erhielt. Die lange Rispe des Grases hatte ein schmutzig staubiges Ansehen, welches dadurch entstanden war, dass von einzelnen brandigen Früchten, die um das 5—10fache der Grösse der normalen kleinen Früchte angeschwollen waren, der schwarze, grünlich schillernde Brandstaub sich abgerieben und auf die ganze Rispe staubig vertheilt hatte. Es mochten in der ganzen grossen Rispe etwa 50—60 Körner brandig sein, die schon in dem Fruchtstiel unter der Frucht eine birnförmige Anschwellung zeigten, an welche sich nach oben die eigentliche brandige, wiederum grünlich schwarz schillernde Brandmasse der Frucht anschloss. Die Brandsporen lagen frei nach Aussen und zeigten unter dem Mikroskop eine so völlige Uebereinstimmung mit dem vermeintlichen Brandlager vom Reis, dass ich zunächst glaubte, der Reispilz könnte auch auf andern Gräsern, also im speciellen Falle auf Setaria Crus Ardeae, zur Ausbildung kommen. Bei näherer Besichtigung zeigte sich aber in der geringen Dicke der Sporenmasse auf den befallenen Früchten und in der grösseren Rauhheit der Sporen, die sich in Ammoniaklösung weniger verlor, ein deutlicher Unterschied gegen den Reispilz, der noch darin gesteigert wurde, dass die Sporen nicht auskeimen wollten. Sonst haftete auch hier an der runden, gleich grossen Spore dieselbe grünliche in Ammoniak und Alkohol unter starker Färbung sich lösende krümelige Masse fest an, welche auch die gleiche grünliche Schillerung veranlasste. Die Bildung der

Sporen an den Fruchtknoten war kaum noch deutlich zu sehen. Die Entwicklungsstadien waren schon weiter fortgeschritten als beim Reisbrand, die Sporenbildung am Umfange der Frucht war schon zu Ende und im Zusammenhange hiermit — war auch der neue Kern des verpilzten Fruchtknotens nicht mehr aus bloss dicht verflochtenen Fäden gebildet, es war hier die Anlage eines wirklichen Sclerotiums in jedem Fruchtknoten bereits vollendet. Feine Schnitte von diesem zeigten genau dasselbe, was fertige Sclerotien von höheren Pilzen, von Asco- oder von Basidiomyceten, die schon genugsam abgebildet sind, zu zeigen pflegen, eine corticale Gewebsschicht aus mehreren Lagern cuticularisirter und geschwärzter Zellen, denen sich das farblose Gewebe des Innern aus stark verdickten, hier sehr englumigen Zellen anschloss. Alle Fruchtknoten, die vom Pilze befallen waren, bestanden in gleicher Art aus einem sclerotialen Kern, einem fertigen Sclerotium, an welchem und auf welchem die vorausgegangenen Sporenlager bereits vollendet, fast schon abgestossen und verstäubt waren.

Also gerade das, was dem Maisbrande in der Entwicklung fehlte, das war hier vollendet ausgebildet, und das, was der Reisbrand noch besass, das Conidienlager in voller Thätigkeit, ebendas war hier schon fast verblüht und nicht anders mehr als in den fertigen Sporen vorhanden. In dieser Art ergänzen sich die Entwicklungszustände beider Pilze, seltsam genug, mit einander zu einem einheitlichen Bilde, welches keinen Zweifel lässt, dass hier in dem sogenannten Reisbrande und dem Brande auf Setaria Crus Ardeae gar keine Formen der eigentlichen Brandpilze vorliegen, sondern ganz andere und höhere Pilzformen, welche nur die äussere Erscheinung einer Brandform in dem vorausgehenden Conidienlager an sich tragen, an dessen Abschluss sich ein sclerotialer Zustand anschliesst, aus welchem erst die zugehörige höhere Fruchtform, wahrscheinlich ein Ascomycet(?) nach Analogieschluss mit allen gleichen Bildungen, sich durch die spätere Keimung entwickeln wird. Die Keimung der Sclerotien pflegt nach Ueberwindung der Ruheperiode einzutreten, sie allein kann entscheiden, welcher höheren Pilzform die vermeintlichen Brandpilzformen auf Reis und auf Setaria angehören.

Leider haben nun die Sclerotien bis jetzt nicht gekeimt, trotzdem sie ganz gesund aussahen und noch aussehen. Möglicher Weise haben sie durch die weite Reise gelitten, und es wird neuer Sendungen von Material oder der Untersuchung an Ort und Stelle bedürfen, um das fehlende Ende der Beobachtung zu ergänzen, wenn nicht etwa noch eine nachträgliche Keimung erfolgen sollte, was nicht ausgeschlossen ist.

Noch ehe der Druck diese Stelle erreicht hatte, ist vor 14 Tagen (Mitte Mai 1895) unerwartet eine prachtvolle Sendung neuen Materiales mit den schönsten Sclerotien

des Pilzes von *Frit*: *Müller* aus Blumenau, (dem Dr. *Möller* den Standort, wo er den Pilz gefunden, mitgetheilt hatte), hier angekommen. Die Sporenlager waren an dem sehr ausgiebigen Material auf einzelnen Fruchtknoten noch in voller Ausbildung, gleich dem Pilze auf Oryza, sie bedeckten in dicken, grün schillernden Lagen die noch in der Anlage begriffenen Sclerotien des Innern. Die Sporen selbst keimten schon in Wasser aus und bildeten auf feinem Sterigma eine eiförmige, nicht gefärbte Conidie in der Form der Figuren 22—26 des Reispilzes. Die weiteren Einzelheiten, sowie die nun wohl sicher zu erwartende Keimung der Sclerotien, werde ich in dem sehr bald folgenden XIII. Hefte nachtragen.[1])

---

[1]) Dass auch Geminella Delastrina einer höheren Pilzform und nicht den Brandpilzen angehört, versteht sich nach der früher im V. Hefte auf Tafel XII abgebildeten Conidienform, welche aus den Zwillingssporen austreibt, ganz von selbst. Vielleicht findet sich auch hier bei erneuter Aufmerksamkeit in den Fruchtknoten von Veronica-Formen, die der Pilz bewohnt, die zugehörige Sclerotienform, sobald nur erst methodisch danach gesucht wird. — *Schroeter* hat aus Geminella-, Thecaphoracte. Formen eine dritte Familie der früheren Ustilagineen als »Thecaphorei« gebildet, die gar nicht existirt und auch schon nach vergleichend-morphologischen Erwägungen nicht existiren kann. *Schroeter* hat die Brandpilze als Formen der Hemibasidii nicht erkannt, er konnte demnach auch das morphologische Prinzip der natürlichen Eintheilung in die zwei Familien der Ustilaginaceen mit Protohemibasidien und der Tilletiaceen mit Autohemibasidien nicht verstehen und damit zugleich auch nicht einsehen, dass seine Thecaphorei jeder morphologischen Unterlage entbehren. Als eine dritte Familie der Brandpilze sind höchstens noch Formen möglich mit Hemibasidien nach dem Typus der Tremellinen-Basidien, also mit vertical getheilten Basidien. Sie sind bisher nicht bekannt geworden, werden indess möglicher Weise noch aufgefunden. Ich muss hier aber bemerken, dass der Unterschied zwischen horizontal getheilten Auricularien-Basidien und vertical getheilten Tremellinen-Basidien durch sehr geringe Verschiebung schon verwischt wird, nämlich durch eine blosse Verkürzung der Auricularien-Basidie mit gleichzeitiger Schrägstellung der Wände, wie sie thatsächlich auch schon bei den Tremellinen-Formen häufig genug vorkommt. Der Unterschied zwischen beiden Basidien erscheint nur in extremen Fällen überhaupt gerechtfertigt, in allen übrigen neigt er zum Verschwinden, was mich auch zurückgehalten hat, eine andere Bezeichnung als die der Auricularien- und der Tremellinen-Basidien für die nur sehr wenig verschiedenen und auf einen Typus zurückgehenden Basidienformen einzuführen, welche ich zuerst richtig unterschieden habe und darum zu benennen die alleinige Berechtigung hatte. Leider haben sich, statt meiner, Andere an meinen mycologischen Entdeckungen mit unnützen neuen Namen betheiligt. Ich sollte meinen, dass das Prinzip der Priorität in der Benennung auf morphologischem Gebiete mindestens die gleiche Berechtigung hat als auf systematischem, wo es dem Anscheine nach allein zur Geltung gekommen ist. Wohin soll es führen, wenn sich Jeder, der eine neue Entdeckung bloss liest, für berechtigt hält, sie auch neu zu benennen? Für die von mir durch vergleichende Untersuchungen festgestellte Unterclasse der Basidiomyceten, die ich als Autobasidiomyceten benannt habe, sind z. B. nachträglich die Namen von *Schroeter*: Holobasidiomyceten, von Anderen: Hymenomyceten im alten Sinne eingeführt, die ebenso unrichtig als unhaltbar sind. Hymenien haben auch die Protobasidiomyceten, und nicht alle Autobasidiomyceten haben Hymenien; hieraus folgt, dass die alte Bezeichnung »Hymenomyceten« für die Autobasidiomyceten allein nicht haltbar ist. Den Namen Holobasidiomyceten habe ich absichtlich vermieden, weil ich es für wahrscheinlich hielt, dass für die Protobasidiomyceten (wie inzwischen schon geschehen) gleich hoch differenzirte Formen noch gefunden

Nach der äusserlichen Aehnlichkeit mit einem Brandpilze habe ich für die neuen Formen den Namen »Ustilaginoidea« gewählt und diesen auch bereits in der Ueberschrift angewendet. Mein Wunsch, diesen bemerkenswerthen neuen Typus eines brandähnlichen Parasiten dem verstorbenen *Barclay* zu Ehren als »Barclaya« zu benennen, konnte leider nicht mehr erfüllt werden, da der Name schon für eine Nymphaeacee gebraucht ist. — Der zufällige Umstand, dass der alles benennende *Patouillard* dem Pilze auf Reis den Namen Tilletia Oryzae verliehen hat, zeigt mal wieder, wie werthlos die Benennungen eines Sporenmaterials ohne die Entwicklungsgeschichte sind. Diese zeigt, dass nicht eine Form von Tilletia, auch nicht einmal eine Brandpilzform, sondern eine Form aus der Reihe der höchsten Pilzformen in der vermeintlichen Tilletia Oryzae Patouillard vorliegt.[1])

Schlussbetrachtung.

Absichtlich habe ich die Formen des sogenannten Reis- und des Setaria-Brandes an das Ende der Betrachtung verschoben. Sie illustriren gleichsam die eigentlichen und ächten Brandpilzformen in ihren wirklichen Charakteren und in ihrer scharfen natürlichen Umgrenzung. Diese kommen in erster Linie zum Ausdrucke in den Basidien ähnlichen Fruchtträgern, die aus den Brandsporen keimen, und die als Vorstufen der eigentlichen Basidien der Classe der Basidiomyceten in unverkennbarer Deutlichkeit sich kennzeichnen. Gegenüber diesen Fruchtträgern in Probasidien- oder Hemibasidienform tritt gerade die untergeordnete Gestaltung der Conidienträger des Reis- und Setaria-Brandes so klar und deutlich zu Tage, dass auch ohne die Auffindung der zugehörigen Sclerotien und des hiermit geführten Nachweises der Zugehörigkeit zu einer weiteren höheren Fruchtform, diese vermeintlichen Brandformen, ebenso wie Geminella, von den Hemibasidien, also von den Brandpilzen ausgeschlossen bleiben mussten.

---

werden würden, als sie von den Autobasidiomyceten schon bekannt sind. Und dass die Autobasidie an sich keine höhere morphologische Bildung ist wie die Protobasidie, das bedarf keiner Ausführung. Die von mir gewählten Namen, die allein eine Berechtigung haben, bezeichnen dagegen die Unabhängigkeit der beiden Reihen der »Proto- und der Autobasidiomyceten« richtig, wie ich sie schon damals ahnte, freilich erst durch die vergleichenden Untersuchungen der Hemibasidii, wie sie jetzt vorliegen, als richtig erweisen konnte.

[1]) Bei den höheren Pflanzenformen ist es längst gebräuchlich, dass sie von den speciellen Monographen beurtheilt und bestimmt werden, bei den Pilzen geschieht dies leider noch nicht. Hier wird aufs Geradewohl benannt und bestimmt, auch wenn nicht die geringste Unterlage für die Richtigkeit der Benennung und der Bestimmung vorhanden ist, wie z. B. hier bei dem Reisbrande, den *Patouillard* als eine Tilletia bestimmt, ohne dass er auch nur die Keimung der Sporen, die doch allein entscheiden kann, gesehen hätte.

Die so gereinigten und in ihren Grenzen und Gliedern nun überaus natürlich umschriebenen Formen der Hemibasidii vermitteln jetzt in der einfachsten und natürlichsten Art den Uebergang zu den eigentlichen Basidiomyceten, von welchen wir nach den vergleichenden Untersuchungen im VII. und VIII. Hefte d. W. wissen, dass ihre zu regelmässigen und typischen Basidien gesteigerten Fruchtträger in den zwei verschiedenen Typen der Proto- und der Autobasidien zur Geltung kommen, hier in den ungetheilten einzelligen Basidien mit apical gestellter bestimmter Sporenzahl, dort in den gegliederten, in eine bestimmte Zahl von Zellen getheilten Basidien, die aus jeder Zelle eine Spore treiben. Gleichsam wie lebendige Zeugen der Phylogenese der Basidien und der Basidiomyceten ordnen sich die früheren Ustilagineen als Hemibasidii und als die einzig möglichen Mittelformen zwischen den niederen Conidien tragenden Pilzen einerseits und der höchsten Steigerung dieser Formen in den Basidiomyceten andererseits natürlich ein. Und auch der leiseste Zweifel in der Beurtheilung dieser so klar und überzeugend ausgeprägten Formgestaltungen und ihrer schrittweisen Steigerung von dem Unregelmässigen und Unbestimmten zu dem Typischen und Regelmässigen muss verstummen angesichts der frappirenden Thatsache, dass schon die beiden Typen der vollendeten Formbildung der Basidien in den vorhandenen Vorstufen mit überzeugender Deutlichkeit vorgebildet sich vorfinden, hier die Hemibasidii mit der Protohemibasidie von Ustilago, dort die Hemibasidii mit der Autohemibasidie der Tilletia. Hiermit ist in der Erkenntniss des Charakters der Classe auch zugleich die natürliche Eintheilung ihrer Formen in die zwei parallelen Reihen der **Protohemibasidii** und der **Autohemibasidii** von selbst gegeben, die hier durch die Formen der Familie der **Tilletiaceen**, dort durch die Familie der **Ustilaginaceen** vertreten werden.

Wenn wir jetzt auf die Resultate der vergleichenden Untersuchungen der Basidiomyceten in dem VII. und VIII. Hefte d. W., durch welche eine natürliche Scheidung der Formen nach der Gestalt der Basidien in Proto- und in Autobasidien herbeigeführt wurde, einheitlich zurückblicken, so müssen wir es begreiflich finden, dass schon durch sie allein das morphologische Verständniss für die bisher unverstandenen Ustilagineen ganz von selbst angebahnt war. Sie wurden zunächst als Mittelformen bezeichnet und die Fruchtträger der Tilletiaceen als Vorstufen der Autobasidien der Autobasidiomyceten, die der Ustilaginaceen als Vorstufen der Protobasidien der Protobasidio-

mycceten gekennzeichnet, bis dann die Auffindung der homologen Reihe in den Hemiasci, die als Vorstufen nach den Ascomyceten hinüberführen, dem natürlichen System der Pilze seinen Abschluss gab und die richtige Bezeichnung Hemibasidii (oder Probasidii) für diese Mittelformen in sich schloss, wie sie in der Schlussbetrachtung und in der systematischen Uebersicht im X. Hefte schon ausführlich gegeben worden ist. Die Eintheilung und die Zusammenstellung der Formen der Hemibasidii konnte sonach schon im Voraus für dieses Heft getroffen werden, um die gleichartigen Formen zusammenzufassen und sie im natürlichen Zusammenhange vergleichend zu betrachten.

Gehen wir nun auf die morphologischen Einzelheiten, welche in den Untersuchungen des vorliegenden Heftes und in der zugehörigen Hälfte im V. Hefte im Verein mit anderweiten vereinzelten Beobachtungen gegeben sind, näher ein, so ergiebt sich das Uebereinstimmende, dass die Formen einmal in den Brandsporen fructificiren, dann in Conidien, welche wieder in zwei Formen auftreten können, einmal in einer nach der Stellung und Anordnung der Conidien höheren und regelmässigeren Form als Hemibasidien, welche vorzugsweise oder allein bei der Keimung der Brandsporen auftritt, dann in einer weniger regelmässigen und niederen Form, die späterhin zur Ausbildung kommt, wobei die Gestalt der Conidien an sich in beiden Fällen die gleiche oder in der Form nur wenig abgeänderte sein kann.

Es wird nun am einfachsten sein, wenn wir die drei Fruchtformen in ihrer Formbildung und in ihrem morphologischen Werthe nach einander näher und vergleichend betrachten.

1. Die Brandsporen, deren Bildung vorzugsweise oder allein auf den Nährpflanzen erfolgt und hier die Brandkrankheiten zur Erscheinung bringt, treten bald einzeln, bald zu mehreren fest verbunden auf. Die morphologische Einheit der zu Haufen verbundenen Sporen tritt in den Fällen deutlich hervor, wo die Sporen eines Haufens eine verschiedene Differenzirung zeigen, nach Aussen zu keimungsunfähigen Hüllsporen oder Hüllzellen werden, und nur im Innern zu normalen keimfähigen Sporen sich ausbilden.

Die näheren Untersuchungen über die Anlage und über die Ausbildung der Sporen lassen in jedem Falle deutlich erkennen, dass die Sporen gemmenartig als Chlamydosporen in den Mycelien angelegt und ausgebildet werden. Die Bildung von verbundenen Sporen kommt dadurch zu Stande, dass die zur Sporenbildung bestimmten Fäden sich vorher dicht verflechten und dass die unmittelbar neben einander veranlagten Sporen mit ihrer nachträglichen Ausbildung zusammenwachsen und so in Haufen verbunden bleiben. Geschähe diese feste Verbindung nicht,

so würden die Sporen, auch wenn sie in Haufen veranlagt wären, sich doch, wie z. B. bei Ustilago Scorzonerae, wieder von einander trennen und so den freisporigen Formen gleich sein. Es erhellt hieraus, dass der morphologische Unterschied zwischen Formen mit freien und mit verbundenen Sporen kein grosser ist, wie es ja auch die übereinstimmende Keimung schon von selbst ergiebt. Der Unterschied steigert sich aber in den Fällen, wo fertile innere und sterile äussere Sporen gebildet werden. In diesen Bildungen tritt die morphologische Einheit der Frucht als ein Ganzes in jedem Haufen zu Tage, und es kann nicht zweifelhaft sein, dass die Formreihe von Sphacelotheca und namentlich die Formen der Gattung Doassansia mit ihrer vollendet ausgebildeten Peridie, die hier sogar als Schwimmapparat dient und wohl für die Keimung an geeigneter Stelle Dienste leistet, den Höhepunkt der Differenzirung darstellt, den diese Chlamydosporen-Fruchtkörper bei den bis jetzt bekannten Formen der Brandpilze erreicht haben.

Die Formausbildung erinnert hier durchaus an die bekannten Chlamydosporen-Fruchtkörper in den Aecidien der Uredineen unter den Protobasidiomyceten, nur dass hier die Anlage der Chlamydosporen, die von der gleichen Peridie umschlossen sind, eine noch höhere und regelmässigere, nämlich in Reihen angeordnete sein kann. Die Bildung von Sporenhaufen tritt sowohl in der Reihe der Ustilaginaceen wie in der der Tilletiaceen auf, aber sie erreicht hier und dort nicht die gleiche Höhe der morphologischen Differenzirung. Bei den Ustilaginaceen sind bis jetzt ausser Sphacelotheca nur Formen mit peridienlosen Chlamydosporen-Fruchtkörpern bekannt geworden. Bei den Tilletiaceen beginnt die Peridienbildung schon in den kleinen Fruchtkörpern der Gattung Urocystis und steigt in Doassansia zur typischen Peridie, zur Fruchthülle mit der Function als Schwimmapparat an. Wenn nun auch die Tilletiaceen mit ihren zur Zeit bekannten Formen in den Chlamydosporen-Früchten wohl höher stehen als die Ustilaginaceen, so frägt es sich doch, ob nicht mit fortschreitender Formenkenntniss auch für die Ustilaginaceen noch die gleichen oder ähnliche Formen nachgewiesen werden.

Mit der Bildung der Chlamydosporen als Brandsporen erschöpfen sich die Mycelien der Brandpilze und auch in den grössten Lagern dieser Brandsporen, wie z. B. in den riesigen Brandbeulen des Maisbrandes findet sich nichts als die zur Grossartigkeit gesteigerte Massenbildung derselben Brandsporen in Chlamydosporen-Form vor.

Nur die eine Verschiedenheit in der Bildung der Brandsporen macht sich in der Summe der Einzelfälle darin geltend, dass bei den Formen von Cintractia und Anthracoidea die Anlage der Sporen localisirt ist und dass diese von einer hymenienartigen Zone in centripetaler Richtung fortschreitend angelegt und in dichten Lagern nach Aussen vorgeschoben werden. Es fehlt nur die Anordnung der Sporen in Reihen, um auch

hier wieder die Uebereinstimmung in ihrer Bildung mit den Aecidiensporen der Uredineen herzustellen. Dieser von *Cornu*[1]) zuerst erkannte Charakter weist den Formen der Gattung Cintractia und Anthracoidea mit Recht eine höhere Stellung an.[2])

Mit der Keimung der Brandsporen, nach längerer oder kürzerer Ruhezeit oder auch ohne diese, tritt die höchst differenzirte Fruchtbildung bei den Brandpilzen in die Erscheinung, von welcher ihre systematische Stellung im Vergleich zu den Basidien der Basidiomyceten als Hemibasidii ganz vorzugsweise beurtheilt werden muss.

2. Die Fruchtträger der keimenden Chlamydosporen, früher als Promycelien mit Sporidien beurtheilt, scheiden die Formen der Brandpilze in die Formen mit Conidienköpfchen bei den Tilletiaceen und in die getheilten Träger der Ustilaginaceen mit seitlichen Conidien. Beider Fruchtträger sind in allen Formen nicht anders verschieden, als wie die Proto- und Autobasidien der beiden Unterclassen der Basidiomyceten und beide führen als Vorstufen dieser beiden Basidienformen, als Hemi- oder Protobasidien, getrennt für sich nach diesen hin.

Das Bemerkenswertheste an diesen Basidien-ähnlichen Fruchtträgern kommt darin zum Ausdrucke, dass sie in dem Entwicklungsgange der Brandpilze in fast allen Fällen nur einmal und zwar nur bei der Keimung der Brandsporen zur Ausbildung kommen, und dass nach ihnen dieselbe Fructification in Conidien, die auch auf den Mycelien auftritt, zu dem gleichen Höhepunkte der Gestaltung nicht anders als durch die Vermittlung der Chlamydosporenbildung wieder anstieg.

Da schon hiernach die morphologischen und phylogenetischen Beziehungen der beiden Conidienfruchtformen einmal in den Hemibasidien der Brandsporenkeimung, dann in den freien Conidien ohne Hemibasidien und meist auf den Mycelien als sehr nahe sich kundgeben, so muss es von selbst einleuchten, dass wir diese beiden Fruchtformen in Conidien auch nicht wohl anders als im Zusammenhange vergleichend und richtig

[1]) l. c. der ann. sc. nat.

[2]) Es ist nicht zu verkennen, dass in den Charakteren von Doassansia und Cintractia die Anklänge an die Chlamydosporenfrüchte der Uredineen besonders deutlich hervortreten. Wären die Charaktere der beiden Gattungen auf eine Form vereinigt, so hätten wir eine fast völlige Uebereinstimmung mit den Aecidien der Uredineen. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass noch Formen dieser Art aufgefunden werden und dass mit diesen die Verbindung der Ustilaginaceen als Vorformen der Uredineen noch enger als bisher hergestellt werden wird. Wenn nun auch die Ustilaginaceen die morphologischen Steigerungen in der Ausbildung der Chlamydosporen-Fruchtformen, welche die Uredineen bereits erreicht haben, noch nicht besitzen, so sind dafür die Anlagen zu der gleichen morphologischen Differenzirung schon so ausgeprägt vorhanden, dass an der Gleichwerthigkeit der Bildungen als Fructificationen in Chlamydosporen hier und dort gar nicht mehr zu zweifeln ist.

beurtheilen und besprechen können, und dass das Nachfolgende zugleich für die höheren Conidienformen in Hemibasidien und für die einfacheren in freien Conidien mitgelten muss, die nicht wohl von einander trennbar und also auch nicht einzeln nach einander zu behandeln sind. Wir beginnen mit den Tilletiaceen und lassen die Ustilaginaceen nachfolgen.

Die Reihe der freisporigen Formen der **Tilletiaceen** zeigt in der Gattung **Neovossia** (Taf. X, Fig. 8—28) Conidienköpfchen mit vielen zu einem Köpfchen vereinigten Conidien. Die Conidien des Köpfchens erzeugen etwas veränderte sichelförmige Conidien in Form einer directen Secundärconidienbildung. Die Conidien in beiden Formen trieben in Nährlösungen Mycelien, an welchen wieder beide Conidienformen auftraten, aber niemals in der Form von Hemibasidien, sondern stets einzeln, wenn auch bei den Fadenconidien schon in dichter Stellung (Taf. X, Fig. 17). Die durchaus übereinstimmende Form der einzeln und der auf den Hemibasidien in Köpfchen gebildeten Fadenconidien lässt deutlich erkennen, dass sie in den Köpfchen auf einzelligen dicken Trägern, wie sie aus den Chlamydosporen keimen, sowohl in der Form des Trägers wie in der Stellung in Köpfchen zu einer höheren morphologischen Form gesteigert sind, als sie auf den Mycelien in der Einzelstellung erreicht wird. Nehmen wir die Ausnahmefälle in den getheilten Köpfchen (Fig. 24 u. 25) hinzu, so steht der Vorstellung nichts im Wege, dass diese Steigerung der Conidienbildung in Köpfchen mit der Einschaltung der Chlamydosporenbildung sich einfach und natürlich als höhere Form aus der einfachen Conidienbildung auf den Mycelien gebildet hat. Und dieser Unterschied zwischen den Mycelconidien in der Einzelstellung und den Hemibasidienconidien in der Köpfchenstellung wird nun noch namentlich schärfer ausgeprägt durch die Generationsfolge in Reihen auf den Mycelien und durch die nur einmalige Bildung allein bei der Keimung der Chlamydosporen. Wir haben hier, gleichsam noch in ihrem Ursprunge natürlich verfolgbar, die Spaltung einer Fruchtform in zweie deutlich vor Augen, die beide noch die Form der Conidien, nicht aber die Fruchtträger, die Stellung der Conidien und die regellose Fruchtfolge mehr gemein haben.

Die Conidien der Mycelien zeigen aber zugleich den Uebergang von der Nadelform zur Gestalt der Sichel, beide durch Uebergänge verbunden und bald an der einen Stelle der Myceliums allein, bald an einer andern gemeinsam vorkommend (Fig. 16—19). Die Sichelconidien treten aber niemals in den Köpfchen der Sporenfruchtträger auf, hier sind nur Nadelconidien zu finden. Es ist nach diesem Vorkommen wahrscheinlich, dass sich die Sichelconidien nachträglich auf den Mycelien aus den Nadelconidien ausgebildet haben, als diese schon in der Form der Köpfchen bei der Chlamydosporenkeimung abgespalten waren, dass mithin die Nadelconidien die ursprüngliche Form gewesen sind, die sich erst mit der Formbildung

der Träger gespalten hat und dann auch nachträglich auf den Mycelien ihre Gestalt in die Sichelform umgeändert hat. Gesetzt den Fall, die Fadenconidien seien aus dem Entwicklungsgange bis auf die Sporenkeimungen in Köpfchen ausgeschieden, sie würden also zu Gunsten der Sichelconidien auf den Mycelien nicht mehr gebildet, so hätten wir die Formausbildung von zwei Conidienformen, die in der Gestalt und in der Stellung verschieden wären und in dieser Verschiedenheit schon schwerer auf einen einheitlichen Typus zurückführbar sein würden.

Und dieser Fall liegt, wie ihn die Vorstellung nicht schöner ersinnen könnte, in der **Gattung von Tilletia** vor, für deren Morphologie Neovossia gleichsam die Erläuterung vorbereitet hat. Hier sind nur noch die Sichelconidien auf die Mycelien beschränkt (Heft V, Taf. XIII) und ebenso die Nadelconidien auf die Köpfchenfruchtträger der Sporenkeimung (Taf. X, Fig. 1—5 d. H.), die Spaltung in eine niedere Conidienform, die in Generationen auf den Mycelien wiederkehrt, und in eine höhere in Hemibasidienform, die nur einmal auftritt, ist hier vollendet. Die Fadenconidien erzeugen die Sichelconidien, und die ersteren werden nur mehr durch Einschaltung des Chlamydosporenzustandes indirect und nicht mehr direct auf den Mycelien gebildet. Es kommt hier für die Tilletia noch hinzu, dass die Fadenconidien in viel kleineren Köpfchen geringzähliger auftreten und dass hier, wie auch bei Entyloma, die höchstens als eine Untergattung von Tilletia gelten kann, Fusionirungen zwischen den Fadenconidien eines Köpfchens erfolgen, die bei Neovossia niemals vorkommen. Bei den Formen von Tilletia sind die Sichelconidien auf den Mycelien der Nährpflanzen bis jetzt nicht gefunden worden, sie kommen nur zur Erscheinung auf den in künstlicher Cultur gezogenen Mycelien; bei einzelnen Entyloma-Formen finden sich aber schon z. B. bei E. Ranunculi, die Sichelconidien auf den Nährpflanzen vor, wo sie, wie auch auf den Mycelien von Tilletia, der Chlamydosporenbildung vorangehen. Die continuirliche Fortdauer der Conidienbildung wird aber hier alsbald unterbrochen durch die Einschiebung der Chlamydosporen, als eine Fruchtanlage im Sporenzustande, die ihre Entwicklung später fortsetzt und dann mit Hemibasidien oder Nadelconidien in Köpfchen auskeimt.

Von den Gattungen Tilletia und Entyloma ist mit nicht genügender Begründung auch die Gattung Melanotaenium abgeschieden, bei welcher mit der Sporenkeimung nur noch die erste Anlage der Conidienköpfchen, aber ohne frei werdende Conidien gebildet wird, wie bei M. cingens und M. caulium (Taf. X, Fig. 30) und ähnlich bei dem von *Woronin* untersuchten Melanotaenium endogenum. Hier treten die Quirlköpfchen ähnlich wie bei Entyloma auf, aber die Quirläste fallen nicht ab, sie fusioniren und treiben vegetativ aus. Diese Thatsachen lassen keine andere Beurtheilung zu, als die, dass die Conidienfructificationen bei der Sporenkeimung erlischen, die Conidien

nicht mehr gebildet werden oder durch Anwachsen nicht mehr frei abgelöst werden, dass mithin die Conidienbildung zu Gunsten der bevorzugten und alleinigen Chlamydosporenanlage dem Erlöschen nahe gekommen ist.

Schon in etwas grösserer Mannigfaltigkeit und in weiter fortgeschrittener Differenzirung treffen wir die Conidienbildung in den Hemibasidien und auf den Mycelien bei den sorisporen Formen der Tilletiaceen an.

Die Gattung Urocystis ist in Urocystis Violae (Taf. XI) wohl am vollkommensten vertreten. In den Conidienköpfchen der Sporenkeimung bleiben die ersten Quirläste, als ob sie den dicken Sterigmen von Pachysterigma (Taf. I Heft VIII) gleichwerthig wären, angewachsen. Aus diesen, die selten mehr als zu acht in einem Köpfchen vereinigt sind, treiben lange cylinderförmige Conidien aus, die dann, oft erst nach weiterer Secundärconidienbildung, abfallen. Die abgefallenen Conidien bilden Mycelien, auf welchen dieselben oder fast die gleichen Conidien einzeln und direct gebildet werden und sich in directer Sprossung als Luftconidiensprosse auf den Mycelien unbegrenzt vermehren, ohne auch nur den Anlauf zu den gleichen Hemibasidienköpfchen zu nehmen, wie sie aus den Sporen keimen. Nur wieder durch die Vermittlung der Chlamydosporen, die in fruchtkörperähnlicher Bildung auftreten, wird die Formsteigerung der Conidienfructification zu den höheren quirligen Köpfchen erreicht, die hier in der Form schon weit abweichen von den einfachen Myceleonidien und die vollzogene Spaltung in die zwei differenten Conidienformen darthun, von welchen wiederum die höhere nur einmal in dem geschlossenen Entwicklungsgange zur Ausbildung kommt. — Die drei anderen cultivirten Formen von Urocystis: U. Ranunculi, U. occulta und U. Filipendulae (Taf. XI d. H.), zeigen gegen U. Violae schon einen lückenhaft gewordenen Entwicklungsgang. Freie Conidien treten nicht auf und die ersten Quirläste bleiben schon angewachsen und treiben direct vegetativ aus. Hier ist das gleiche Verhältniss unter den Formen der Gattung Urocystis, wie vorhin zwischen Tilletia und der vermeintlichen Gattung Melanotaenium, die in nichts von dieser verschieden ist, als darin, dass keine freie Conidien mehr gebildet werden. Das Unrichtige in der Abtrennung der Gattung Melanotaenium von Tilletia muss hier ohne weiteres einleuchten. Was würde man sagen, wenn man für die conidienlosen Formen von Urocystis eine neue Gattung machen wollte, wie es für die conidienlosen Formen von Tilletia in der Gründung der Gattung Melanotaenium geschehen ist? Wir wollen also hier den Fehler nicht fortsetzen und die conidienlos gewordenen Formen ruhig bei der Gattung Urocystis belassen, zu welcher sie zweifellos natürlich gehören. Wir werden später noch das Zurücktreten der Conidien und ihr Verschwinden aus dem Entwicklungsgange, ganz in der gleichen Art wie hier bei den Tilletiaceen, auch bei den Formen der Ustilaginaceen in der nächsten Formverwandtschaft wieder finden.

Der Gattung Urocystis mit sterilen Hüllsporen um den Haufen steht die

Gattung Tubercinia, der die Hüllzellen fehlen, sehr nahe. Bei Tubercinia Primulicola bleiben die ersten Quirläste im Köpfchen angewachsen, die bei T. Trientalis nach *Woronin* (Heft IV der Beiträge) frei werden, ganz unten fusioniren und dann spindelförmige Conidien bilden, während sie bei T. Primulicola (Taf. XI d. H.) ohne Fusion kugelförmige Conidien austreiben. Bei T. Trientalis bestehen noch freie Mycelconidien, die an langen Fäden auf den Nährpflanzen gebildet werden, und hierin und in der Form abweichend sind von den Köpfchenconidien, die aus den Brandsporen keimen. Zu der höheren Conidienform in Köpfchen stehen hier die Mycelconidien schon in dem Verhältnisse einer Nebenfruchtform zu der Hauptform.

Weniger als hier bei den Formen von Tubercinia tritt dies Verhältniss bei der hüllenlosen Gattung Thecaphora hervor. Hier sind die Köpfchen der Hemibasidien möglichst arm an Conidien (Heft V Taf. XI), es wird meistens nur eine ausgebildet und die gleichen Conidien kommen als Mycelconidien vor, wo mehrere nacheinander und dicht nebeneinander, aber nicht gleichzeitig in ächten Köpfchen gebildet werden. Es ist natürlich, dass mit der Reduction der Conidien in den Köpfchen auf eine einzige der unterschiedliche Charakter der Köpfchen gegen die Einzelconidien der Mycelien verschwindet und hier eine mehr als sonst hervortretende Uebereinstimmung sich zeigt, die übrigens auch bei den Formen der Ustilaginaceen mit einsporigen Fruchtträgern in höchst interessanter Weise wiederkehrt.

Höher als alle vorhergehenden Formen steht nun die Gattung Doassansia (Taf. XII d. H.) in ihren morphologischen Einzelheiten da. Die aus sterilen Hüllsporen gebildete Peridie der Chlamydosporen-Fruchtkörper, welche die fertile Sporenmasse umschliesst, ist besonders für die Gattung charakteristisch und gibt ihr allein schon die höchste Stellung unter den zur Zeit bekannten Tilletiaceen. Die fertilen Sporen keimen in Fruchtträgern mit Conidienköpfchen. Bei D. Sagittariae und D. Limosellae ist der erste Quirl von Conidien lang und spindelförmig. Die ersten Conidien treiben direct zu neuen secundären aber kleineren Conidien aus und so entstehen in Nährlösungen unbegrenzt Conidiensprossungen in Hefenform, die stets in directer Folge ohne Conidienträger weiter gebildet werden und den Eindruck eigenartiger selbständiger Pilzformen erwecken. Abgesehen von der geringeren Grösse sind die Secundärconidien also namentlich durch ihre einfachere Bildung ohne Fruchtträger ausgezeichnet. Sie stellen in dieser Form die deutlich unterscheidbare Nebenfruchtform zu den Fruchtträgern mit Conidienköpfchen dar, die nur einmal mit der Chlamydosporenkeimung zur Erscheinung kommt und auch hierin den Unterschied gegen die spätere und einfachere Bildung der secundären Conidien in ihren directen Sprossungen steigert. Wohl können die secundären Conidien auch unter Umständen zu Fäden austreiben und an diesen wieder in denselben Conidien fructificiren, ohne aber auch hier jemals die Formhöhe der Sporenfruchtträger mit Conidienquirlen zu erreichen. — Ab-

weichend von der Doassansia Sagittariae und D. Limosellae verhalten sich die beiden anderen Formen D. Alismatis und D. punctata. Hier fusioniren wieder die Conidien des ersten Quirles auf den Fruchtträgern und treiben eine grössere Secundär-Conidie, die nicht bloss an den Enden Conidien aussprosst, sondern sich vergrössernd durch Scheidewände theilt und auch an diesen neue Conidien treibt. Diese Conidien und auch die Gliederzellen der getheilten Conidien treiben endlich vegetativ aus, und an diesen Fäden erfolgt die Bildung von Conidiensprossungen in Luft, die aber auch hier nie quirlig in der Stellung und in der Form der Sporenfruchtträger zur Erscheinung kommen. Im grossen Ganzen bleibt hier wieder der Unterschied zwischen den primären und secundären Conidien bestehen, die in der Form weniger abweichen, aber in der Bildung in den höheren Conidienköpfchen und in der einfachen directen Sprossung die gleiche unterschiedliche Differenzirung in die einmal auftretende höhere Form und die sich stets wiederholende Formbildung als Nebenform zu der höheren wie in allen früheren Fällen klar erkennen lassen.

Den vorbetrachteten Tilletiaceen mit ungetheilten Autobasidien-ähnlichen Hemibasidien und apicalen Conidienköpfchen stehen nun die **Ustilaginaceen** als besondere Reihe zur Seite, charakterisirt durch die getheilten Protobasidien-ähnlichen Hemibasidien mit seitlich gestellten Conidien. Die Hemibasidien zeigen hier in den meisten Fällen eine bestimmte Gliederung gleich den Protobasidien, nur die Zahl der Sporen ist keine bestimmte, sie haben noch den Charakter von Conidien, nicht den der Basidiensporen, die nur in der Einzahl aus jeder Zelle der Basidie gebildet werden.

Die artenreiche Gattung Ustilago umfasst die meisten Formen der freisporigen Ustilaginaceen. Ueberblicken wir hier die Reihe der untersuchten Formen im V. Hefte d. W. und in diesem vorliegenden Theile, so zeigt sich die Hemibasidie, die aus den Chlamydosporen keimt, gewöhnlich in vierzelliger Form. Neben den vorherrschenden Formen mit vierzelligen Hemibasidien finden sich aber auch andere, deren Hemibasidien dreizellig sind, und ungefähr ebenso viele oder so wenige, die nur zweizellige Fruchtträger in Hemibasidien bilden, und endlich auch ein paar Vertreter mit einzelligen Hemibasidien, in welchen natürlich der Charakter der Ustilaginaceen, ebenso wie der Tilletiaceen in Thecaphora, dem Verschwindungspunkte zugeführt ist. In allen Fällen werden die Conidien, wofern sie noch bestehen, seitlich an den Scheidewänden der Hemibasidienzellen oder auch an der Spitze der obersten Zelle gebildet. Die Conidien der Hemibasidien sind einer mendlichen Vermehrung durch directe Sprossung in Hefenform ohne Fruchtträger fähig. Fast die denkbaren Formen und Grössen der Conidien sind hier allein schon in den Sprossconidien, in den Hefen der Ustilago-Arten vertreten, die wieder in mendlichen Sprossungen den Charakter eigenartiger Pilzformen äusserlich annehmen.

Diese secundären Conidiensprossungen sind in ihren einzelnen Conidien durchaus den Conidien der Hemibasidien gleich, es fehlt nur der Fruchtträger, an welchem sie dort gebildet werden. Nur in dieser Verschiedenheit des Ursprungs ist der morphologische Unterschied der Fruchtträgerconidien und der Sprossconidien allein gegeben. Dieselbe Fruchtform in Conidien erhebt sich nur einmal und nur durch Einschaltung der Chlamydosporenbildung auf den Mycelien der Nährpflanzen und durch die Vermittlung dieser Sporen bei ihrer Keimung zu der morphologischen Steigerung der Fruchtträger in Hemibasidienform, um nachträglich in einfacherer Art ohne Fruchtträger fortzubestehen. Der Unterschied in der verschiedenen Bildung der Conidien hier an bestimmt gestalteten Fruchtträgern, dort ohne diese in einfacher Sprossung erheischt die Scheidung in die höhere Hauptform mit Fruchtträgern und in die einfachere Nebenform in einfacher Sprossung. Im Laufe der ganzen Entwicklung einer Form wird die höhere Fruchtträgerform nur einmal, die niedere Sprossform in unendlichen Reihen fortgebildet. Die zweifellos gleiche Fruchtform lässt die Steigerung vom einfachen zum höheren und hiermit ihre Spaltung in zwei morphologisch unterschiedliche Bildungen mit einer Natürlichkeit ohne Gleichen verfolgen.

Aber auch dem hier fehlenden Mittelgliede zwischen den Sprossconidien und Fruchtträgerconidien bei der Sporenkeimung fehlt es nicht. Es gibt noch einzelne Formen, bei welchen die Conidien noch nicht direct sprossen, sondern erst wieder zu Fruchtträgern heranwachsen, gleich denen, die aus den Sporen keimen, ehe sie wieder Conidien bilden (Heft V, Taf. VII—X und Taf. VI d. H.). Diese Formen sind als ein besonderer und, wie ich glaube, einfacherer Typus aufzufassen, der zu der directen Conidiensprossung natürlich hinüber führt. Ohne Zweifel stellen die Fruchtträger der Sporen eine höhere, zum Zwecke der Fructification ursprünglich veranlagte Bildung dar, die bei den Brandpilzen nicht (soweit die bisherigen Beobachtungen reichen) frei auf den Mycelien erfolgt, sondern nur mittelbar mit Einschaltung der Chlamydosporen zur Entwicklung kommt. Wir finden aber noch bei den Tilletiaceen dieselben Conidien frei auf den Mycelien, die in der höheren Steigerung später durch die Vermittlung der Chlamydosporen auf den Fruchtträgern auftreten. Bei den hier in Rede stehenden Mittelformen unter der Gattung Ustilago werden nun die Hemibasidien nicht bloss einmal mit der Sporenkeimung, sondern immer wieder und zwar ohne Chlamydosporen- und ohne Mycelbildung aus den Conidien weitergebildet. Hier ist demnach die Conidienbildung nur erst in einer Form vorhanden und noch nicht in zwei verschiedene Formen gespalten.

Diese Spaltung lässt sich erst aus diesem Formentypus ableiten, indem die Fruchtträgerbildung eine Einschränkung erfährt, auf eine einmalige Ausbildung mit der Sporenkeimung zurückgeht, und dann weiterhin die directe Sprossung der Conidien an ihre Stelle tritt, welche nun die abweichende einfachere Fruchtform gegenüber dem Fruchtträger darstellt.

Sehen wir uns jetzt die im V. Hefte beschriebenen Formen von Ustilago longissima, Ust. grandis und Ust. bromivora und hierzu noch Ust. Vaillantii in diesem Hefte näher an, so finden sich hier bei den einzelnen Formen noch sogar die bemerkenswerthesten Uebergänge. Ustilago longissima hat bei der Keimung der Brandsporen in Wasser nur einzellige Fruchtträger, die in der Spore bleiben und Conidien bilden. Diese Conidien wachsen stets gleich nach ihrer Bildung zu reich verzweigten, von Scheidewänden durchsetzten Bildungen heran, die wie ein sparriges Mycel aussehen, aber an allen Scheidewänden neue Conidien bilden, die auch wieder niemals direct Conidien weiter bilden, sondern immer nur an dem neu erzeugten, verzweigten Fadensysteme, gleichsam ein Mittelding zwischen Mycelium und Fruchtträger, neue Conidien treiben (Heft V, Tafel VIII). — Bei Ustilago grandis haben wir bei der Sporenkeimung dreizellige Fruchtträger als Hemibasidien mit Conidien (Heft V, Tafel IX). Die Conidien sprossen schon direct zu neuen Conidien aus, aber sie wachsen, während dies geschieht, zu neuen, von Scheidewänden durchsetzten Fadenbildungen aus, die an allen Scheidewänden wieder Conidien treiben. Aber auch der mit der Sporenkeimung schon typisch dreizellige Fruchtträger verändert in Nährlösung seine Gestalt, er wächst ebenfalls zu Fäden unbestimmter Gliederung mit Conidienbildung an allen Scheidewänden aus, er wird gleichsam in seiner Constanz erschüttert und geht auf unregelmässige Bildungen zurück, von welchen er sich immer nur mit der Chlamydosporenbildung und ihrer Keimung wieder zu typischer Regelmässigkeit erhebt. — Gehen wir nun zu Ustilago Vaillantii, Tafel VI in diesem Hefte, und zu Ustilago bromivora, Tafel X im V. Hefte, über, so finden wir bei Ust. Vaillantii dreizellige Sporenfruchtträger, deren Conidien unter sofortiger directer Conidiensprossung langsam immer wieder zu dreizelligen Fruchtträgern mit Conidienbildung an den Enden und an den Scheidewänden heranwachsen. Hier ist der Fruchtträger schon in seiner Dreizelligkeit unerschütterbar, er geht nicht auf die unbestimmte Fadenbildung bei Ust. longissima und Ust. grandis zurück. Und endlich haben wir in Ustilago bromivora zweizellige Fruchtträger bei der Sporenkeimung; die ebenso typisch zweizellig bleiben, wie Ust. Vaillantii die Dreizelligkeit zeigt; auch hier wachsen die Conidien unter sofortiger Sprossung neuer Conidien stets zur Zweizelligkeit heran, ohne diese mit fortdauernder Conidienbildung zu überschreiten.

Die Reihe dieser interessanten und wichtigen Formen zeigt uns

in aufsteigendem Gange der morphologischen Differenzirung, wie die bestimmte Bildung der Fruchtträger, die sich zu Hemibasidien erheben, aus früher unbestimmten Bildungen hervorgegangen ist. In Ustilago longissima haben wir nur erst verzweigte Fäden unbestimmter Grösse und Gliederung, welche die Conidien bilden, sie haben eigentlich noch kaum den Charakter von Fruchtträgern, sie sind noch im myceliähnlichen Zustande, von welchem sie nur die abweichende Formbildung in der Dicke und Gliederung der Fäden unterscheidet. Wir können uns noch einfachere Bildungen denken, die von Mycelien nicht verschieden sind und gleich den Mycelien von Tilletia die Conidien bilden. Formen dieser Art sind bei den Brandpilzen nach dem Typus von Ustilago bisher nicht gefunden, sie bestehen vielleicht und werden noch gefunden und geben dann die Grundform ab, auf welcher der einfachste Formtypus, in Ust. longissima vorliegend, sich erhebt, den ersten Schritt von Myceleonidien zur undeutlichen Fruchtträgeranlage zeigend. An Ust. longissima schliesst sich Ust. grandis mit schon bestimmteren Sporenfruchtträgern als Hemibasidien, aber noch in der Form erschütterbar und sich zu unregelmässigen, conidientragenden Fadensystemen, gleich Ust. longissima, weiter entwickelnd. In Ust. Vaillantii und Ust. bromivora ist die typische Form, die nicht mehr schwankende Hemibasidie, hier in der Zweizelligkeit, dort in der Dreizelligkeit erreicht. Aber noch ist sie nicht zu einmaliger Ausbildung bei der Sporenkeimung allein gesteigert, noch wächst auch hier jede Conidie, aber schon gleich nach ihrer Bildung, direct sprossend, zu neuen, aber immer wieder typischen Fruchtträgern aus. Noch bestehen hier die Fruchtträger ausser der Sporenkeimung, aber schon typisch fort[1]), noch ist die Fructification in nur einer Form verhanden. Es braucht aber nur die hier schon scharf ausgeprägte directe Sprossung der Conidien das Uebergewicht zu erreichen, die Ausbildung der Conidien ohne Fruchtträger sich auf diese Sprossung allein einzuschränken, so haben wir die typischen Fruchtträger bestimmter Gestaltung mit Conidienbildung als Hauptform und dazu als Nebenfruchtform niederer Art die directe Sprossung derselben noch formgleichen Conidien in Hefenform, wie sie den meisten Formen der Gattung Ustilago eigenthümlich ist.

Diese morphologischen Ableitungen, vergleichend aus dem untersuchten Materiale in schrittweisen Abstufungen und in den möglichen Uebergängen verfolgt, geben uns wieder eine klare Vorstellung, wie aus der fortschreitenden Reihe natürlicher Gestaltungen der Formtypus mit Hemibasidien und Conidien in der Hauptfruchtform und nebenher mit directen Conidiensprossungen in Hefenform natürlich entstanden

[1]) Es ist bemerkenswerth, dass diese wiederholte Fruchtträgerbildung nur bei den Ustilaginaceen und hier in der Gattung Ustilago angetroffen worden ist, dass sie bei den Tilletiaceen bis jetzt nicht gefunden ist, wo immer nur die einmalige Hemibasidienbildung bei der Sporenkeimung allein vorzukommen scheint.

sein kann, und wie wir hiernach die Formenreihen mit Ustilago longissima als einfachsten Ausgangspunkt beginnend und mit U. Vaillantii und bromivora abschliessend, als die Vorstufen der Ustilago-Formen mit Hefeconidien in der Nebenfruchtform anzusehen haben.

Als einfachere Vorstufen zu der höheren Formsteigerung klar gekennzeichnet, ist es nun meines Erachtens nothwendig, sie für sich abzutrennen, somit also unter der Summe der Formen der bisherigen Gattung Ustilago eine natürliche Scheidung dahin eintreten zu lassen, dass aus ihnen drei Gattungen (oder auch nur Untergattungen) gebildet werden, dass erstens die Formen nach dem Typus von Ustilago longissima, Ust. grandis etc. mit wiederholter, aber noch in der Form schwankender Fruchtträgerbildung als »Proustilago«, zweitens die Formen gleich der Ust. Vaillantii, Ust. bromivora etc. mit wiederholter, aber schon constant gewordener Hemibasidienbildung als »Heniustilago« ausgeschieden und benannt werden und endlich drittens der übrige Rest der Formen mit nur einmaliger, in der Sporenkeimung allein sich vollziehender Hemibasidienbildung als »Eustilago« bezeichnet wird.[1])

Unter den Formen der Gattung (oder Untergattung) Eustilago (und auch schon bei den wenigen Formen von Heniustilago) finden sich nun die Hemibasidien in verschiedener Ausbildung vor, und zwar charakteristisch für die einzelnen Arten in »vier-«, »drei-« und in »zweizelliger« Form (vergl. die Tafeln I—X des V. Heftes und I—IX dieses Heftes). Endlich geht und zwar in Eustilago olivacea und Eust. Goeppertiana die Hemibasidie auf die Einzelligkeit zurück, wodurch sie gleichsam ihre Eigenart einbüsst und zugleich der charakteristische Unterschied in der Gliederung der Hemibasidien, der die Ustilaginaceen von den Tilletiaceen trennt, verloren geht, ja sogar, darüber hinaus, auch noch die scheidende Grenze der Hemibasidii nach den eigentlichen Basidiomyceten mit einsporigen Basidien, wie Kneiffia und Mucronella, mit Nothwendigkeit verwischt erscheinen muss. Diese scheinbaren Schwächen in den unterscheidenden Charakteren der Formen sind aber in Wirklichkeit nur ihre Stärke, sie sind nicht anders zu beurtheilen als natürliche Erscheinungen, welche den nahen phylogenetischen Zusammenhang aller Formen darthun. Es wäre unnatürlich, wenn sie nicht beständen, da es sich hier um morphologische Charaktere handelt, die in den Beziehungen der Phylogenese zu einander stehen und die bestimmt sind, zugleich mit der Scheidung der Formen auch ihre

[1]) Mit den Namen Proustilago, Heniustilago und Eustilago würden die zugehörigen Formen als »Untergattungen« der Gattung Ustilago bezeichnet sein. Will man sie zu Gattungen erheben so könnte man die Namen Prohemibasidion, Polyhemibasidion und Monohemibasidion für sie wählen, was mir aber weniger einfach zu sein scheint.

natürliche verwandtschaftliche Verbindung erkennen zu lassen. Die Formen, in welchen sich die morphologischen Hauptcharaktere in dieser Weise bis zur scheinbaren Uebereinstimmung verlieren, werden indess in jedem einzelnen Falle durch den Vergleich mit verwandten Formen den Beobachter in der richtigen Beurtheilung nicht im Stiche lassen; hier kommen dann die weiteren Formübereinstimmungen und Abweichungen zur Geltung, die sich stets ausreichend im Gange der Entwicklungsgeschichte darbieten.

Innerhalb der Gattung Ennstilago, mit nur einmal bei der Sporenkeimung auftretenden Hemibasidien als Hauptfruchtform und Conidiensprossungen in der Nebenfruchtform, kommen nun Formen mit überaus reicher Conidiensprossung, z. B. in Ustilago Maydis, Ust. Carbo, Ust. cruenta etc., neben anderen vor, bei welchen, wie z. B. in Ustilago destruens, in Ust. Ischaemi und Ust. Tulasnei etc., die Conidienbildung zurücktritt. Dies Zurückgehen der Conidien (vergl. die Abbildungen der genannten Formen in dem V. und in diesem Hefte) kann bis zum Sporenfruchtträger, also bis zur Hemibasidie fortschreiten, wo die Conidien anwachsen und endlich auch in der Form nicht mehr erkennbar sind. In der Ustilago hypodytes, in Ust. Panici glauci, in Ust. Hordei etc. haben wir Fälle dieser Art, die aber trotz des Fehlens der Conidien an den Hemibasidien mit Leichtigkeit zu beurtheilen sind, da der Vergleich ergibt, dass der Charakter des Verlustes der Conidien in den langsamsten Uebergängen allmählich zurücktritt, ja sogar bei derselben Form in den Grenzen der noch freien Conidien bis zu ihrem steten Anwachsen an dem Träger z. B. bei der Ust. Tulasnei schwanken kann. In einer Anzahl von Einzelfällen treten bei den Sporenkeimungen in Wasser die Fruchtträger, die Hemibasidien, conidienlos auf, sie gehen aber zur Bildung von Conidien zurück bei besserer Ernährung, also bei der Sporencultur in Nährlösungen, wie es z. B. bei Ust. cruenta, Ust. bullata etc. geschah. Dieses Schwanken in der Conidienbildung bei den einzelnen Formen vom überschwenglichen Reichthum bis zur spärlichen Bildung und endlich bis zum Verschwinden durch Anwachsen kann innerhalb der Grenzen der Gattung nicht anders als natürlich erscheinen. Generische Charaktere sind auf solchen Verschiedenheiten nicht gründbar, darum müssen alle Formen mit diesen oft weitreichenden und äusserlich sehr ins Gewicht fallenden Schwankungen zu dem Formenkreise derselben Gattung vereinigt bleiben, wie es ja auch bei den Tilletiaceen in der Gattung Urocystis geschehen, wie es aber z. B. bei der schon neu gegründeten Gattung Melanotaenium, die dem Formenkreise von Tilletia mit angewachsenen Kranzconidien zweifellos angehört, leider nicht geschehen ist. Ein richtiges Urtheil über generische Grenzen ist nur aus der richtigen Werthschätzung der morphologischen Charaktere möglich, und für diese Schätzung der Charaktere kann nicht der einzelne Fall, sondern nur der Vergleich aus der Summe der Einzelfälle, also die vergleichende Untersuchung mit Hülfe der Entwicklungsgeschichte ein zutreffendes Verständniss anbahnen.

Wie wir nun nach der einen Seite aus der formenreichen alten Gattung Ustilago die Formen der neuen Gattungen oder Untergattungen Pronstilago, Hemiustilago von der Eunstilago ausgeschieden haben, die noch keine bestimmt gegliederten Hemibasidien haben, oder die sie nicht einmal, sondern noch wiederholt, aber schon in bestimmter Gliederung ausbilden, so ist auch, abgesehen von der Eigenart in der Bildung der Chlamydosporen, die Ausscheidung der Formen der Gattung Anthracoidea nach der anderen Seite nöthig gewesen, weil diese an den Hemibasidien Conidien bilden, die keiner directen Sprossung in Hefenform zugänglich sind, sondern unmittelbar zu Fäden auswachsen. Hier fehlt, wie es scheint, die Nebenfruchtform, und die Conidien der Hemibasidien stehen vorläufig unvermittelt da. Ein weiterer Aufschluss steht von neuen Formen der Gattung Cintractia zu erwarten, die aber bis dahin der Cultur nicht zugänglich geworden sind.

Die sorisporen Formen der Ustilaginaceen in Schizonella und Tolyposporium ohne Nebensporen und Peridien, in Sphacelotheca mit kapselartiger Ausbildung der Nebensporen, zeigen sonst keine weiteren Verschiedenheiten von den Formen der Gattung Ustilago, sie besitzen Hemibasidien mit Conidien gleich dieser und daneben Sprossung der Conidien in Hefenform. —

Gegenüber den morphologischen Charakteren, in welchen die Eigenart der Hemibasidii zum Ausdrucke kommt, und den Variationen dieser Charaktere, in welchen die charakteristischen Verschiedenheiten der Formen innerhalb des Formenkreises sich ausprägen, tritt eine Erscheinung, der man früher grösseren Werth beigelegt hat, zu einem nebensächlichen Vorkommnisse in den Hintergrund. Es ist dies die Fusion der Conidien oder auch die Fusionirung zwischen den Gliederzellen der Hemibasidien. Aus der grossen Reihe der Einzelbeobachtungen, vorzugsweise der rauhsporigen Formen der Gattung Ustilago unter den Ustilaginaceen, wie sie in diesem Hefte auf Tafel VIII dargestellt und zu einem weiteren Theile schon auf den ersten sechs Tafeln des V. Heftes gezeichnet sind, ergibt sich, dass diese Fusionirung unter den nächst verwandten Formen bei der einen vorkommt, bei der anderen nicht auftritt. Auf der Tafel VIII sind zur besseren Anschaulichkeit die fusionirenden Formen auf der oberen Hälfte der rechten Seite, die nicht fusionirenden auf der linken Seite und unten einander gegenübergestellt. Das Vorkommen der Fusionirung ist hier ganz ohne Regel und bei einem Vergleiche dieser Formen zu der Masse der Formen, die nichts von den Verbindungen zeigen, eine vereinzelte Erscheinung. Dass beide der fusionirenden Zellen den Inhalt wie früher behalten, dass beide in jedem Fusionspaare, und auch beide für sich ohne jede Fusion entwicklungsfähig sind, zeigt ausreichend, dass es sich hier um eine blosse Protoplasmaverbindung handelt, die bei schlechter Ernährung eintritt und die bei fast allen höheren Pilzen in den vegetativen Theilen ein häufiges Vorkommniss ist, die bei besserer Ernährung wieder unterbleibt,

und als endgültigen Effect hier bei den Hemibasidii nichts anderes als einen etwas längeren Keimfaden hervorbringt. In den Schnallenbildungen höherer Pilze und hier bei den Ustilaginaceen in den Fusionen der Conidien von Ustilago Holostei, Ust. Bistortarum etc. sind die fusionirenden Zellen und Conidien ihrer Anordnung und auch ihrer Wachsthumsrichtung nach offenbar zur Fusionirung veranlagt, die auch, wenn man sie nicht durch Störungen verhindert, mit Regelmässigkeit zu Stande kommt. Hier erreicht also die Erscheinung eine Art von Formbestimmtheit, die sonst nicht zu Stande kommt. Gehen wir von den Formen der Ustilaginaceen auf die Tilletiaceen zurück, so finden wir dieselbe Erscheinung bei den Formen einer Gattung vorkommend, bei denen der anderen fehlend, wie z. B. bei Neovossia und Tilletia und endlich bei den Arten von Doassansia, der D. Alismatis und D. punctata eigenthümlich, der D. Sagittariae und D. Limosellae wieder gänzlich fehlend. Also auch hier eine Erscheinung nebensächlicher Art.

Und alles das, was in der grösseren Formenreihe der Hemibasidii an sogenannten Copulations-, aber in Wirklichkeit nur Fusionserscheinungen beobachtet ist, eben das kehrt in der vorläufig viel formenärmeren Reihe, nämlich der homologen Reihe der Hemiasci wieder: Bei Ascoidea nicht die Spur einer Fusion, bei Protomyces die Fusion der Sporen des Hemiascus, bei Dipodascus[1]) die Fadenfusion an den Stellen, wo später die Hemiascen zur Ausbildung kommen.[2]) —

Durch die richtige Werthschätzung der früheren Ustilagineen auf vergleichend morphologischer Grundlage als Hemibasidii und als die natürlichen und verbindenden Mittelformen zwischen den Algen-ähnlichen Pilzen, den Phycomyceten, und den eigentlichen höheren Pilzen, den Mycomyceten, ist nun auch die Reihe der in Conidien

---

[1]) *von Lagerheim,* Dipodascus, eine geschlechtliche Hemiascee, Jahrb. f. wiss. Botanik. 1893.

[2]) Wenn der Herr *v. Lagerheim* die Summe der Einzelheiten, wie sie in der Erscheinung der Fusionirung bei den homologen Formen der Hemibasidii und der Hemiasci jetzt vorliegen, und zu einem ausreichenden Theile damals schon bekannt waren, etwas ruhiger und reiflicher vergleichend morphologisch erwogen und für die Form von Dipodascus in Betracht gezogen hätte, so würde er wahrscheinlich in dem voreiligen Vorgehen, die Fusionserscheinung bei Dipodascus ohne Weiteres als einen Sexualact und die Form als eine geschlechtliche Hemiascee zu erklären, etwas vorsichtiger gewesen sein. Es sollte doch in der Morphologie als erste Regel gelten, nicht bloss den Fall an sich, sondern aus dem Vergleiche mit anderen verwandten Fällen und Vorkommnissen zu beurtheilen. Ich würde gewiss nicht der letzte sein, der die Auffindung einer geschlechtlichen Form bei den Mesomyceten nicht freudig begrüsste. Diese Form, deren Existenz ich fast nicht bezweifle, würde den Uebergang von den geschlechtlichen Formen der Phycomyceten nach den ungeschlechtlichen höheren Pilzen nur noch natürlicher erscheinen lassen können, als er in dem jetzigen Systeme schon vorliegt, ohne dies im mindesten zu verrücken. Dass aber die von *Lagerheim* angeführten Beobachtungen, vergleichend beurtheilt, mit den Vorkommnissen bei den übrigen Hemiasci und Hemibasidii in einem anderen Lichte erscheinen, als der Autor sie beurtheilt, bedarf keiner weiteren Ausführung.

(oder in Schliesssporangien) fructificirenden Pilze in derselben Weise natürlich geschlossen, wie dies im IX. Hefte für die erste, in Sporangien fructificirende homologe Reihe durch die hier neu begründeten Formen der Hemiasci bereits geschehen ist. Die Formen der Hemiasci und der Hemibasidii leiten, hier durch die Fructification in Basidien-ähnlichen Conidienträgern, dort in Ascen-ähnlichen Sporangien, getrennt für sich, ihren Ursprung von den ungeschlechtlichen Fruchtformen der Phycomyceten natürlich ab, sie bilden bereits unabhängige parallele Reihen, welche in der natürlichsten Art die hier möglichen Formen zu der Classe der Mittelformen »der Mesomyceten« vereinigen und von diesen aus wiederum, unabhängig von einander, zu den höchsten Pilzformen hinüberführen, die in den Ascomyceten mit den typischen Sporangien »in den Ascen«, in den Basidiomyceten mit den typisch gewordenen Conidienträgern »in den Basidien«, fructificiren. Diese Verbindungen, die den Aufbau des natürlichen Systemes der Pilze in der natürlichsten und einfachsten Weise auf vergleichend morphologischer Grundlage darthun und die in der graduellen Steigerung von einfachen und niederen zu den vollkommneren und höheren sich auf die allein überzeugende und unangreifbare Unterlage stützen, konnten schon im VIII. und eingehender im X. Theile dieses Werkes dargelegt werden. Die jetzt in der engeren Ausführung vorliegenden Hemibasidii bilden gleichsam die nachträgliche und letzte Ergänzung zu der Beweisführung, welche an der Stelle, wo nun die neuen Thatsachen für die Hemibasidii sich einfügen, noch offen geblieben war oder doch wenigstens als nicht ganz geschlossen angesehen werden konnte.

Greifen wir kurz auf den fortschreitenden Gang der Erkenntniss der jetzigen Hemibasidii zurück, so sind es ursprünglich die Resultate der vorausgegangenen vergleichenden Untersuchungen über die Formen der Basidiomyceten gewesen, welche für die Morphologie und Systematik der früheren Brandpilze das erste aufklärende Verständniss brachten. Es wurde durch sie allein schon geradezu unmöglich, die Brandpilze als Hemibasidii zu verkennen, als Formen mit Basidien von bestimmter Gliederung, aber mit Conidien in noch unbestimmter Zahl, die also noch nicht zu der Höhe der eigentlichen Basidien fortgeschritten sind. Und wie mit einem Schlage erschienen die bislang dunkelsten Formen auf dem Gebiete der Pilzkunde, beleuchtet von der vergleichenden Morphologie der Basidiomyceten, als die natürlich verbindenden Mittelglieder im System der Pilze. Jetzt sind den gleichsam im Voraus gewonnenen, aber noch mehr oder weniger theoretischen Ableitungen die engeren Untersuchungen über die Brandpilze nachgefolgt, und die Gesammtheit der Resultate der neuen und der alten Arbeiten gestaltet sich zu einem harmonischen Ganzen, in welchem nichts anderes erkannt werden kann, als eine glänzende Bestätigung aller Voraussetzungen. Konnte vorher von den Basidien der Basidiomyceten auf die Gestaltung der Fruchtträger der Brandpilze als Hemibasidien geschlossen werden, so kann jetzt umgekehrt die Reihe

der Gestaltungen der Hemibasidii als die unumstössliche Stütze für die morphologische Werthschätzung und für die richtige Beurtheilung der Basidien selbst dienen. Und geradezu wundervoll ergänzen sich die Formen der Hemibasidii unter sich schon in ihrem jetzigen Umfange, um das Verständniss für die fortschreitende Gestaltung nach der Richtung der Basidien voll und ganz zu gewinnen. Bestänlen die Formen der früher so unverständlichen Brandpilze nicht, so müssten sie ersonnen oder noch gesucht werden, um die Lücke an ihrer Stelle auszufüllen. Innerhalb der Reihe der Tilletiaceen sind bei der Einfachheit der Hemibasidien die Variationen in der Formbildung an sich beschränkte, dafür finden wir in der Reihe der Ustilaginaceen mit getheilten Hemibasidien noch alle Abstufungen, bis erst die bestimmte Gliederung der Hemibasidie erreicht ist, die dann nur noch schwankend bleibt in der Zahl der Conidien, die erst bei den eigentlichen Basidien zu einer festen und bestimmten geworden ist. Man kann fast sagen, jeder einzelne Fall in seiner Variation fügt sich hier als lebendiges Glied der Kette der Formsteigerungen von dem Conidienträger bis zu den Formen der Hemibasidien und von diesen zu den eigentlichen Basidien gleichsam von selbst und natürlich ein.

Könnte es noch weitere Einzelheiten geben, welche die Richtigkeit der Ableitungen vom Conidienträger durch die Mittelformen der Hemibasidii zu den eigentlichen Basidien und ebenso der Sporangien durch die Mittelformen der Hemiasci zu den Ascen zu bestätigen vermöchten, so würden diese allein nur bei den höchsten Fruchtformen, bei den Basidien und den Ascen, in etwa noch zu beobachtenden vereinzelten und geringen Formschwankungen zu suchen sein, die hier schon mit Wahrscheinlichkeit als bestehend angenommen werden können, wenn die Voraussetzung eine richtige ist, dass diese höchsten Fruchtformen aus den noch formschwankenden niederen in allmählichen Fortschritten zu bestimmter Form, zu bestimmter Gliederung und zu bestimmter Sporenzahl hervorgegangen sind und dass sie nichts anderes als die typisch gewordene Ausbildung vor diesen voraushaben. Bei näherer Untersuchung, die sich leicht über die sämmtlichen bekannten Formen der Asco- und Basidiomyceten ausdehnen lässt, finden sich vereinzelte Fälle geringer Formschwankungen nun thatsächlich vor. Ich selbst habe für die Basidiomyceten z. B. in Pachysterigma, in Exobasidium, in Heterobasidion etc. diese Schwankungen in der Sporenzahl, gewöhnlich von 4—6 Sporen, beobachtet und auch im VIII. Hefte abgebildet. Bei einzelnen Ascomyceten fanden sie sich, z. B. in Taphrina im IX. Hefte, in Pyxidiophora Nyctalidis im X. Hefte etc., sie sind weiter für die Formen der Gattung Tuber etc. seit längerer Zeit beobachtet und bekannt geworden; auch hier beziehen sie sich auf die Sporenzahl, die von 2 zu 4, einzeln bis zu 8 Sporen schwanken kann. Im Ganzen genommen trifft man diese höchst interessanten und für die phylogenetische Beurtheilung der höchsten Fruchtformen der Pilze überaus wichtigen Formschwankungen im Vergleich zu der Regelmässigkeit allerdings nur mehr sehr selten an, bei den Formen der Ascomyceten noch eher wie bei

den Basidiomyceten, wo sie als Ausnahmen in einzelnen Fruchtkörpern meist nur nach mühsamem Suchen ganz vereinzelt zu finden sind. Aber die Seltenheit der Funde thut ihrem Werthe keinen Abbruch, sie erhöht ihn vielmehr. Es ist genug, dass sie bestehen und mehrfach gesichert sind. Dafür sind sie von überzeugender Klarheit und Schönheit, man könnte es beklagen, wenn sie nicht beständen und entbehrt werden müssten.[1])

Inzwischen hat das von mir aufgefundene und neu begründete natürliche System der Pilze die allgemeinste Anerkennung gefunden, auch ohne dass das wichtige Mittelglied in den Formen der Hemibasidii in der jetzt gegebenen Ausführlichkeit eingefügt war. Schneller als es erwartet werden konnte, hat es bereits in allen Lehrbüchern, die auf der Höhe der Zeit stehen, seinen Eingang gefunden, sogar in solchen, die noch vor kurzem der alten und veralteten Auffassung huldigten.[2]) Die Ableitung der einfachsten Formen der Fadenpilze, der Phycomyceten, von den geschlechtlich noch fast homologen Formen der Algen ist in den ebenfalls noch geschlechtlichen Zygomyceten und Oomyceten ganz unverkennbar, wenn auch schon in der ungeschlechtlichen Fructification die terrestrischen Einflüsse in der aufsteigenden Formgestaltung sich geltend machen, die wohl auch mit ihrem Ueberwiegen zu Ungunsten der geschlechtlichen Fruchtform im natürlichen Zusammenhange stehen dürften. Bei den Formen der Mesomyceten kommen schon die ungeschlechtlichen Fruchtformen, die sich, von dem Sporangium als Grundform ausgehend, in Sporangien und Schliesssporangien Conidien« mit eingeschobenen Chlamydosporen bei den niederen Pilzen in charakteristischer Gestaltung bereits

[1]) Sollte man es nun für möglich halten, dass es einen Menschen geben konnte, der es fertig gebracht hat, diese gar nicht zu missdeutenden Thatsachen dennoch misszuverstehen und sie sogar in dem Grade zu verkennen, dass er sie für einen Angriff auf das jetzt erschlossene und geschlossene natürliche System der Pilze für geeignet hielt? Nur der Präcedenzfall, dass derselbe Autor, der Herr *Zopf*, schon mal eine Lycopodium-Spore für einen neuen Myxomyceten angesehen und mit dem Namen Haplococcus reticulatus beschrieben hat, kann das Unerklärliche des Vorfalles erklärlicher machen. Der seiner Aussage nach »vom reinsten Pflichtgefühl inspirirte Angriff« gegen mich — von dem übrigens kein Mensch Notiz genommen hat — findet sich in den sogenannten Beiträgen von *Zopf*, Heft III, bei *Arthur Felix* in Leipzig 1893.

[2]) In besonders auffälliger Weise macht sich dies bei *J. Schroeter* bemerkbar. In dem System der Pilze, welches er gleichzeitig mit meinen neuen Aufklärungen im VII. u. VIII. Hefte dieses Werkes in seiner Pilzflora von Schlesien p. 91 aufgestellt hat, steht er ganz auf dem alten, durch ihn selbst in nichts veränderten Standpunkte der Anschauungen, während er, bald nachher, in den »natürlichen Pflanzenfamilien«, Fungi p. 62, das neue natürliche System der Pilze, wie ich es durch meine Untersuchungen erschlossen habe, voll und ganz angenommen hat. Leider ist dies nicht ohne einige ganz unnütze Veränderungen der von mir gegebenen Benennungen geschehen, die um so störender wirken, als sie eine sachliche Aenderung nicht bedeuten. Die mancherlei Fehler, die sich in seiner Zusammenstellung finden, sind eine persönliche Zugabe des Autors, die sich, wenigstens zu einem Theile, bei der engeren Bearbeitung noch wieder begleichen lassen werden.

verschieden ausgebildet vorfanden, zur alleinigen Geltung, ohne dass bis jetzt eine Sexualität und geschlechtliche Fruchtformen auch nur in dem Entwicklungsgange einer einzigen Form mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten. In den Mesomyceten spalten sich die Formen, nach der Fructification in der Hauptfruchtform, in die zwei parallelen Reihen der Hemiasci und der Hemibasidii, hier durch den Hemiascus, dort durch die Hemibasidie charakterisirt, mit eventuellen Nebenfruchtformen in Conidien und Chlamydosporen. Von den Mesomyceten führt der Hemiascus nach dem Ascus der Ascomyceten, die Hemibasidie zu der Basidie der Basidiomyceten, den beiden Classen der Mycomyceten, hinüber, bei welchen Nebenfruchtformen in Conidien und Chlamydosporen vielfach sogar in mehrfachen Spaltungen die Hauptfruchtform begleiten. Die nach den Basidien scharf geschiedenen beiden Unterclassen der Basidiomyceten finden sich schon in den beiden Vorstufen der Basidien, in den Hemibasidien der Ustilaginaceen und in denen der Tilletiaceen bei den Mesomyceten gleichsam vorgebildet vor, die Hemibasidien der Ustilaginaceen führen zu den Proto-, die Hemibasidien der Tilletiaceen zu den Autobasidiomyceten natürlich hinüber.

Der Zusammenschluss der Formen der Pilze von den einfachsten bis zu den höchsten ist ein so klarer und so einfacher, die Steigerung in den morphologischen Charakteren von dem Einfachen zu dem Vollkommenen eine so überzeugende und natürliche, dass es unmöglich ist, sich den gewonnenen Anschauungen und der richtigen Beurtheilung der Thatsachen, die diesen zu Grunde liegen, zu verschliessen.

So einfach und natürlich in dem nunmehr abgeschlossenen Ganzen alle Einzelheiten dem Aufbau des natürlichen Systemes der Pilze und der harmonischen Verbindung der Formen jetzt sich einfügen, so mühsam ist dagegen die Arbeit gewesen, die eingesetzt werden musste, das jetzt scheinbar so naheliegende Ziel zu erreichen. Es war die Arbeit meines Lebens! Vornehmlich verwirrend und längere Zeit irreführend für eine klare Einsicht war das vorhandene bislang geltende System, sozusagen das Sexualsystem der Pilze, in welchem nach wenigen Einzelfällen unhaltbar construirte Sexualitäten die Formen der niederen mit den höheren Pilzen verbinden sollten, in welchem dagegen die morphologischen Charaktere der Fruchtformen und ihrer phylogenetischen Beziehungen zu einander ganz ausser Acht gelassen wurden.[1])

[1]) Der Gegensatz in dem jetzigen natürlichen Systeme der Pilze im Vergleich zu dem nun überwundenen unnatürlichen Sexualsysteme ist allerdings so gross, dass man die nicht gerade freudige Stimmung recht wohl begreiflich finden kann, mit welcher die früheren und in vereinzelten Ueberresten noch vorhandenen Anhänger des einstigen Hefeascus, der weiblichen (ascogonen) Schraube (P. Magnus), der männlichen Spermatien und der fünfzehnzelligen Trichogynen bei den Pilzen etc., die neuen Fortschritte und Aufklärungen in der Mycologie bisher begleitet haben, und gelegentlich noch mal wieder zu begleiten sich nicht enthalten können. (Man vergleiche hierzu die kritischen Bemerkungen in den letzten 9 Heften dieses Werkes, durch welche zugleich alle nachträglichen Auslassungen von dieser Seite mitbedacht sind.)

Es bedurfte der Arbeit von mehreren Decennien, durch die Summe der entwicklungsgeschichtlichen Einzeluntersuchungen das vergleichend-morphologische Material in ausreichendem Umfange neu zu schaffen, das schon vorhandene kritisch zu sichten, um nun aus dem Ganzen das Construirte vom Richtigen, das Wichtige vom Nebensächlichen zu scheiden, die morphologische Einheit aller Fruchtformen der Pilze klar zu legen und dann aus der Steigerung vom Einfachen zum Vollkommenen, aus der einfachen Grundform in natürlich aufsteigender Formausbildung die höheren Fruchtformen und aus dem Ganzen das natürliche System der Pilze selbst abzuleiten.

Der Gang der Erkenntniss zeigt schlagend, dass keine anderen als umfassende vergleichende Arbeiten, denen sich alle noch so mühsam gewonnenen Einzelresultate als Material unterordnen müssen, in morphologischen und systematischen Dingen die Entscheidung bringen können.

Dabei waren hier für die mycologischen Arbeiten besondere Schwierigkeiten vorab zu überwinden, die anderswo nicht bestehen. Die neuen Resultate konnten nur gewonnen werden durch die Auffindung besonderer Cultur-Methoden zur Untersuchung der Pilze, Methoden, die nur allmählich in schrittweisem Fortschritte unter peinlichster Ausscheidung aller Fehlerquellen auf die Gesammtheit der Pilzformen ausgedehnt und für die einfachsten wie für die vollkommensten, für die kleinsten wie für die grössten, der Vervollkommnung zugeführt werden konnten.

Es ist jetzt an der Zeit, die angewandten Culturmethoden ausführlicher mitzutheilen, die vorzugsweise dazu beigetragen haben, den jetzigen Standpunkt in der Mycologie zu erreichen. Hierfür ist das nächste und XIII. Heft d. W. bestimmt, welches den beiden vorliegenden so schnell als möglich nachfolgen soll.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1 1–3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Aristidae Cyananthae. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 2 1–3. $\frac{350}{1}$. Abgetrennte Hemibasidien in Conidienbildung.

Fig. 3. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Sprossung in Hefenform.

Fig. 4 1–4. $\frac{350}{1}$. Bildung von Luftconidien b aus einer Flüssigkeitsconidie a treibend.

Fig. 5 1–3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Panici frumentacei. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 6 1–2. $\frac{350}{1}$. Keimung der Sporen wie in Figur 5 mit langen Sterigmen an den Hemibasidien.

Fig. 7. $\frac{350}{1}$. Anomale Sporenkeimung.

Fig. 8. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung mit Luftconidien.

Fig. 9. $\frac{350}{1}$. Conidien zu Fäden auskeimend.

Fig. 10. $\frac{350}{1}$. Luftconidienbildung an den zu Fäden auskeimenden Conidien.

Fig. 11. $\frac{350}{1}$. Ustilago Cynodontis. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 12 1–3. $\frac{350}{1}$. Brandsporenkeimung in Nährlösungen mit zwei Hemibasidien.

Fig. 13. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung mit Luftconidien.

Fig. 14. $\frac{350}{1}$. Flüssigkeitsconidien in directer Sprossung in Hefenform.

Fig. 15. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung unten Wasserconidien, oben Luftconidien bildend.

Fig. 16. $\frac{350}{1}$. Der obere Theil einer anderen Keimung mit Luftconidien.

Fig. 17. $\frac{350}{1}$. Ustilago Spinificis. Keimung einer Brandspore in Nährlösung.

Fig. 18. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung in Nährlösung; die Hemibasidie in der erschöpften Nährlösung zu Luftconidien-bildenden Fäden auswachsend.

Fig. 19 1–3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Arundinellae. Keimung der Brandsporen in Nährlösungen.

Fig. 20. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Nährlösung unten mit Wasserconidien, oben mit Luftconidien.

Fig. 21. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Sprossung in Hefenform.

Fig. 22 1–2. $\frac{350}{1}$. Eine fadig austreibende Conidie in 1, welche in 2 an den Fäden Luftconidien bildet.

Fig. 23. $\frac{350}{1}$. Ein lang ausgetriebener Faden einer Conidie, mit zahlreichen Luftconidien-Sprossungen.

Fig. 24 1–3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Andropogonis tuberculati. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 25. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Sprossung in Hefenform.
Fig. 26 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Sacchari ciliaris. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.
Fig. 27 1—2. $\frac{350}{1}$. Ustilago Androgoponis annulati. Keimung der Brandsporen in Wasser.
Fig. 28 1—3. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Nährlösung.
Fig. 29. $\frac{350}{1}$. Ein weiter entwickeltes Stadium einer Sporenkeimung in Nährlösung.
Fig. 30. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Sprossung in Hefenform.
Fig. 31 1—3. $\frac{350}{1}$ Zu Fäden ausgewachsene Conidien in neuer Conidienbildung.
Fig. 32 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Vaillantii. Keimung einer Brandspore in Nährlösung, 1—3 in den nach einander folgenden Stadien, in der feuchten Kammer continuirlich beobachtet. Wiederholte Hemibasidienbildung aus den Conidien, abermals Conidien bildend.
Fig. 33 1—5. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Wasser, 1—5 in den weiteren Entwicklungsstadien des Keimlinges.
Fig. 34. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung mit zwei Sterigmen.
Fig. 35 1—4. $\frac{350}{1}$. Conidie in den einzelnen Entwicklungsstadien zur dreizelligen Hemibasidie heranwachsend.
Fig. 36 1—2. $\frac{350}{1}$. Conidien fadig auskeimend.
Fig. 37. $\frac{350}{1}$. Zu einer dreizelligen Hemibasidie ausgewachsene Conidie, wiederum Conidien bildend.
Fig. 38. $\frac{350}{1}$. Hemibasidien in Fusion.
Fig. 39. $\frac{350}{1}$. Ustilago Coicis. Keimung einer Brandspore in Nährlösung, Hemibasidien erst zweizellig.
Fig. 40 1—3. $\frac{350}{1}$. Normale Sporenkeimungen in Nährlösung.
Fig. 41 1—6. $\frac{350}{1}$. Conidien zu Conidien bildenden Fäden ausgewachsen.
Fig. 42 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Panici leucophaei. Keimung der Brandsporen in Nährlösungen.

Tafel VII.

Fig. 1 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago bullata. Keimung der Brandsporen in Wasser.
Fig. 2. $\frac{350}{1}$. Keimung einer Brandspore in Nährlösung.
Fig. 3. $\frac{350}{1}$. Keimung einer Brandspore mit mehreren Hemibasidien.
Fig. 4. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Sprossung in Hefenform.
Fig. 5. $\frac{350}{1}$. Conidien fadig auskeimend.
Fig. 6. $\frac{300}{1}$. Ustilago Schweinfurthiana. Keimung der Brandsporen in Wasser in den ersten Stadien.
Fig. 7 1—3. $\frac{300}{1}$. Brandsporenkeimung in Wasser in den weiteren Stadien.
Fig. 8. $\frac{300}{1}$. Brandsporenkeimung in Nährlösung.
Fig. 9. $\frac{300}{1}$. Eine weiter entwickelte Keimung in Nährlösung.
Fig. 10 1—3. $\frac{300}{1}$. Conidien, 1 in Fadenkeimung, 2 und 3 in directer Sprossung in Hefenform.
Fig. 11. $\frac{300}{1}$. Eine grössere Colonie von Conidiensprossungen.
Fig. 12 1—2. $\frac{350}{1}$. Ustilago Adoxae. Keimung der Brandsporen in Wasser.
Fig. 13 1—4. $\frac{350}{1}$. Ustilago Boutelonae. Keimung der Brandsporen in Wasser.

Fig. 14 1—6. $\frac{350}{1}$. Ustilago Ulei. Brandsporenkeimung in Wasser und in Nährlösung.
Fig. 15. $\frac{350}{1}$. Keimung einer Brandspore in Nährlösung.
Fig. 16. $\frac{350}{1}$. Keimung einer Brandspore in Nährlösung mit zwei Hemibasidien.
Fig. 17. $\frac{350}{1}$. Ein Ausläufer mit Lufteonidien.
Fig. 18. $\frac{350}{1}$. Ein grösserer Ausläufer unten mit Wasserconidien, oben mit Lufteonidien.
Fig. 19 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Tulasnei (Sorghi). Keimung der Brandsporen in Nährlösung in verschiedenen Stadien.
Fig. 20. $\frac{250}{1}$. Brandsporenkeimung in Nährlösung mit angewachsenen Conidien.
Fig. 21. $\frac{250}{1}$. Ein weiter entwickeltes Stadium von einer Sporenkeimung in Nährlösung, mit angewachsenen Conidien in b und mit Ausläufern in c.
Fig. 22. $\frac{350}{1}$. Ein Ausläufer fadig austreibend.
Fig. 23 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Paspali dilatati. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.
Fig. 24 1—3. $\frac{350}{1}$. Conidien in Sprossung 1 u. 2 und fadig austreibend in 3.
Fig. 25 1—3. $\frac{350}{1}$. Ustilago Avenae von Arrhenatherum elatius. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.
Fig. 26 1—2. $\frac{350}{1}$. Zwei weitere Fälle von Sporenkeimung in weiter entwickelten Stadien mit reichlicher Conidienbildung in Sprossung.
Fig. 27. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung mit sehr langer Hemibasidie.
Fig. 28. $\frac{350}{1}$. Ein älteres Stadium einer Sporenkeimung, Hemibasidie fadig auskeimend.
Fig. 29 1—5. $\frac{350}{1}$. Ustilago Hordei. Keimung der Brandsporen, 1—5 in nach einander folgenden Entwicklungsstadien in der feuchten Kammer beobachtet.
Fig. 30, natürliche Grösse. Cultur einer Brandspore nach Ablauf von einem Monat.
Fig. 31 1—4. $\frac{350}{1}$. Ausläufer von Ustilago Hordei in verschiedenen Grössen.
Fig. 32 1—3. $\frac{350}{1}$. Ausläufer in weiteren Stadien der abermaligen Fadenauskeimung.
Fig. 33 1—2. $\frac{350}{1}$. Ustilago Jensenii. Sporenkeimungen in Nährlösung.
Fig. 34 1—2. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung 1, mit abgetrennter Hemibasidie 2.
Fig. 35. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung, bei welcher die 4. Zelle der Hemibasidie in der Spore sitzt.

Tafel VIII.

Fig. 1 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Ustilago Goeppertiana. Keimung der Brandsporen in Wasser, 1 die keimenden Sporen, 2 die Conidien in Sprossung.
Fig. 2 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Keimung der Brandsporen in Nährlösung, 1 die keimenden Sporen, 2 die Conidien in Sprossung.
Fig. 3 1 u. 2. $\frac{300}{1}$. Ustilago Pinguiculae. Keimung der Brandsporen in Nährlösung, 1 die abgefallenen Hemibasidien, 2 die Conidien in Sprossung.
Fig. 4 1—4. $\frac{350}{1}$. Ustilago Polygoni hispidi. Brandsporenkeimung. 1 die vierzellige Hemibasidie in Conidienbildung, 2 Conidien in Sprossung, 3 u. 4 fusionirte Conidien.
Fig. 5. $\frac{350}{1}$. Ustilago Polygoni barbati. Keimung einer Brandspore in Wasser.
Fig. 6 1—5. $\frac{350}{1}$. Brandsporenkeimung in Nährlösung, 1 u. 2 in Conidienbildung an den vierzelligen Hemibasidien, 3 Conidien in Sprossung, 4 fusionirte Conidien, 5 diese (aa) in Fadenauskeimung.

Fig. 7. $\frac{350}{1}$. Ustilago major. Auskeimende Brandsporen mit noch ungetheilter Hemibasidie.

Fig. 8. $\frac{350}{1}$. Brandsporenkeimung in Nährlösung; die Hemibasidien, von der Keimspore (sp.) abgestossen, in Conidienbildung begriffen.

Fig. 9 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Conidien in Sprossung.

Fig. 10. $\frac{300}{1}$. Ustilago anomala. Keimung der Brandsporen in Wasser.

Fig. 11. $\frac{300}{1}$. Brandsporenkeimung in Nährlösung.

Fig. 12 1—9. $\frac{300}{1}$. Conidien, 1—4 in Fusion und Fadenauskeimung, 5 u. 6 fusionirte Conidien (aa) aussprossend, 7—9 nicht fusionirte Conidien aussprossend in den verschiedensten Stadien.

Fig. 13. $\frac{300}{1}$. Ustilago vinosa. Keimung der Brandsporen in Wasser.

Fig. 14 1 u. 2. $\frac{300}{1}$. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 15 1—5. $\frac{300}{1}$. Abgetrennte Hemibasidien, in 1 Conidien, 2 in Sprossung, 3 u. 4 fusionirt und fadig austreibend, 5 nicht fusionirt in Fadenkeimung.

Fig. 16. $\frac{300}{1}$. Ustilago (Sphacelotheca) Hydropiperis. Keimung der Brandsporen in Wasser.

Fig. 17. $\frac{300}{1}$. Keimung einer Brandspore mit 2 Hemibasidien.

Fig. 18. $\frac{300}{1}$. Keimung mit sehr langer dreizelliger Hemibasidie.

Fig. 19 1—2. $\frac{300}{1}$. Abgetrennte Hemibasidien, 1 in Conidienbildung, 2 Conidien in directer Sprossung.

Fig. 20. $\frac{300}{1}$. Keimung in Nährlösung.

Fig. 21. $\frac{300}{1}$. Keimung wie in Fig. 20 mit zwei Hemibasidien.

Fig. 22. $\frac{300}{1}$. Keimung mit drei Hemibasidien.

Fig. 23 1—3. $\frac{300}{1}$. Conidien in Sprossung, 1—3 in verschieden grossen Colonien lose verbunden.

Fig. 24. $\frac{300}{1}$. Eine abgetrennte Hemibasidie in lebhafter Conidiensprossung.

Fig. 25. $\frac{300}{1}$. Ein ähnlicher Fall wie in Fig. 24.

Fig. 26. $\frac{350}{1}$. Ustilago domestica. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 27. $\frac{350}{1}$. Conidien, 1 in Sprossung, 2 fusionirt und wieder sprossend, aa die fusionirten Conidien.

Fig. 28. $\frac{350}{1}$. Ustilago Lagerheimii. Keimung einer Brandspore in Wasser.

Fig. 29. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Nährlösung.

Fig. 30 1—5. $\frac{350}{1}$. Conidien, 1 in Sprossung, 2—4 fusionirt und weiter sprossend, 5 fusionirt und fadig auskeimend.

Fig. 31. $\frac{350}{1}$. Ustilago Bistortarum. Brandsporenkeimung im Beginn der Conidienbildung an den vierzelligen Hemibasidien.

Fig. 32 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Nährlösung, die Conidien in seitlicher Ansicht.

Fig. 33 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Keimung wie in Fig. 32, die Conidien in der Fläche.

Fig. 34 1—4. $\frac{350}{1}$. Conidien, 1 in Sprossung, 2—4 in den verschiedensten Formen und weiter sprossend (aa die fusionirten sprossenden Conidien).

Fig. 35. $\frac{350}{1}$. Ustilago Duriaeana. Eine Sporenkeimung in Wasser im Beginn der Conidienbildung.

Fig. 36. $\frac{350}{1}$. Ein weiter entwickelter Zustand wie in Fig. 35, die Conidien an der Hemibasidie in Fusion.

Fig. 37. $\frac{350}{1}$. Ustilago Holostei. Keimung einer Brandspore, Hemibasidie noch ungetheilt.

Fig. 38. $\frac{350}{1}$. Weiteres Stadium einer Keimung, Hemibasidie vierzellig.

Fig. 39. $\frac{350}{1}$. Die vierzellige Hemibasidie in Conidienbildung.

Fig. 40. $\frac{350}{1}$. Die Conidienbildung weiter fortgeschritten.

Fig. 41 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Die Conidien, 1 in Fusion an der Hemibasidie, 2 abgefallen und fusionirt, 3 fusionirte Paare fadig ausgekeimt.

Fig. 42 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Ustilago utriculosa. Keimung der Brandsporen in Wasser.

Fig. 43. $\frac{350}{1}$. Keimung der Brandsporen in Nährlösung.

Fig. 44. $\frac{350}{1}$. Weiteres Stadium einer Keimung in Nährlösung mit reicher Conidienbildung.

Fig. 45. $\frac{350}{1}$. Conidien in Sprossung.

Fig. 46. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Nährlösung, die Hemibasidie von Conidien fast verdeckt.

Fig. 47. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung in Nährlösung, unten an der Hemibasidie zwei leere Zellen abgekammert, oben lebhafte Conidienbildung.

Fig. 48. $\frac{350}{1}$. Abgetrennte Hemibasidie in lebhafter Conidiensprossung.

Fig. 49. $\frac{350}{1}$. Ustilago Scorzonerae. Sporenkeimung im Beginn der Conidienbildung.

Fig. 50. $\frac{350}{1}$. Ein weiteres Stadium der Sporenkeimung mit reicherer Conidienbildung.

Fig. 51. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimungen in Nährlösung, in verschiedenen Stadien der Conidienbildung.

Fig. 52. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimung reich an Conidien.

Fig. 53. $\frac{350}{1}$. Abgetrennte Conidien in Sprossung.

Fig. 54. $\frac{350}{1}$. Ustilago marginalis. Sporenkeimung in Wasser.

Fig. 55 1—5. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimungen in den verschiedenen Stadien der Conidienbildung, die bald einseitig, bald allseitig gruppirt sind.

Fig. 56. $\frac{350}{1}$. Abgefallene Conidien in Sprossung.

Fig. 57. $\frac{356}{1}$. Einzelne Conidien in verschiedener Grösse, am Ende der Sprossung in den erschöpften Nährlösungen gebildet.

Tafel IX.

Fig. 1 1—3. $\frac{300}{1}$. Anthracoidea subinclusa. Keimung der Brandsporen in Wasser, der zweizellige Fruchtträger Hemibasidie unten abgekammert, oben in Luft in Conidienbildung.

Fig. 2 1—3. $\frac{300}{1}$. Keimung der Sporen wie in Fig. 1, die Conidien-bildenden Hemibasidien untergetaucht.

Fig. 3. $\frac{300}{1}$. Conidien fadig auskeimend.

Fig. 4 1—6. $\frac{150}{1}$. Anthracoidea Carycis. Keimung der Brandsporen in Wasser in den verschiedenen Stadien.

Fig. 5. $\frac{150}{1}$. Conidien fadig auskeimend.

Fig. 6. $\frac{350}{1}$. Schizonella melanogramma. Keimung eines Brandsporenpaares in Nährlösung.

Fig. 7. $\frac{350}{1}$. Zwei vereinzelte Sporen auskeimend.

Fig. 8 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Ein Sporenpaar je mit zwei Hemibasidien auskeimend, 1 u. 2 in den nach einander folgenden Zuständen.

Fig. 9 1—4. $\frac{350}{1}$. Auskeimung eines Sporenpaares in continuirlicher Beobachtung in der feuchten Kammer, 1—4 in den auf einander folgenden Zuständen.

Fig. 10 1—3. $\frac{350}{1}$. Auskeimung eines Sporenpaares in den einzelnen Entwicklungsstadien, 1—3 in der feuchten Kammer verfolgt. In diesem Falle sind die Hemibasidien schon früh von den Keimsporen abgestossen.

Fig. 11 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Conidien in Sprossung, 1 u. 2 in zwei verschieden grossen Colonien.

Fig. 12 1—3. $\frac{350}{1}$. Conidien fadenförmig auskeimend.

Fig. 13. $\frac{250}{1}$. Tolyposporium Junci. Ein Sporenhaufen auskeimend.

Fig. 14. $\frac{150}{1}$. Eine einzelne Spore in Keimung, Wasser und Luftconidien bildend.

Fig. 15. $\frac{150}{1}$. Eine Spore in Keimung, Luftconidien bildend.

Fig. 17. $\frac{150}{1}$. Eine Sporenkeimung, in den Zellen der Hemibasidie fadig austreibend.

Fig. 18. $\frac{250}{1}$. Ein Sporenhaufen, in Nährlösung auskeimend.

Fig. 19. $\frac{250}{1}$. Eine abgelöste Hemibasidie, in Conidienbildung.

Fig. 20 u. 21. $\frac{250}{1}$. Conidien in directer Sprossung in Hefenform.

Fig. 22. $\frac{250}{1}$. Stück einer Hemibasidie in Conidienbildung.

Fig. 23. $\frac{250}{1}$. Conidien fadig austreibend.

Fig. 24 1—3. $\frac{250}{1}$. Conidien in Sprossung und fadig keimend.

Fig. 25. $\frac{40}{1}$. Tolyposporium bullatum. Ein runder Sporenhaufen auskeimend.

Fig. 26 $\frac{40}{1}$. Ein grösserer ovaler Sporenhaufen in Keimung.

Fig. 27 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Einzelne Sporen nach der Keimung in Luftconidienbildung.

Fig. 28 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Fadenspitzen in Luftconidienbildung.

Fig. 29 1—3. $\frac{350}{1}$. Einzelne Sporen in Nährlösung auskeimend, 1—3 in verschiedenen Stadien.

Fig. 30 1—3. Zwei weitere Sporenkeimungen in Wasser, 1 u. 3 noch ohne, 2 mit Kammerungswänden.

Fig. 31. $\frac{40}{1}$. Tolyposporium Cenchri. Ein kleiner Sporenhaufen in Keimung.

Fig. 32 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Zwei einzelne Sporen in Nährlösung auskeimend.

Fig. 33 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Abgelöste Hemibasidien in Conidienbildung.

Fig. 34. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung mit sehr langer Hemibasidie in Luftconidienbildung.

Fig. 35 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Tolyposporium Penicillariae. Einzelne Sporen auskeimend, 1 u. 2 in verschiedenen Grössen der Hemibasidien.

Fig. 36 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Zwei weitere ausgekeimte Sporen.

Fig. 37. $\frac{350}{1}$. Eine ausgekeimte Spore mit reicher Conidienbildung.

Fig. 38. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Sprossung.

Fig. 39 1—3. $\frac{350}{1}$. Conidien in Fäden auskeimend, 1 noch steril, 2 u. 3 in Luftconidienbildung.

Fig. 40 1—3. $\frac{350}{1}$. Conidien in directer Bildung von Luftconidien.

Tafel X.

Fig. 1. $\frac{350}{1}$. Tilletia decipiens. Keimung einer Brandspore in Wasser.

Fig. 2. $\frac{350}{1}$. Tilletia controversa. Keimung einer Brandspore in Wasser.

Fig. 3. $\frac{350}{1}$. Tilletia zonata. Keimung einer Brandspore in Wasser im ersten Stadium.

Fig. 4. $\frac{350}{1}$. Weiter vorgerücktes Stadium einer Keimung.

Fig. 5 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Zwei Fadenconidien unten in Fusion, oben an einer der beiden Conidien beginnende Fadenauskeimung.

Fig. 6 1—3. $\frac{350}{1}$. Einzelne Fadenconidien auskeimend, 3 mit der Bildung einer Sichelconidie.

Fig. 7 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Sichelconidien, 1 in directer Sprossung zu einer neuen Sichelconidie.

Fig. 8 1—4. $\frac{200}{1}$ u. $\frac{350}{1}$. Neovossia Moliniae. Keimung der Brandsporen in Wasser in verschiedenen Stadien der Conidienbildung und in verschiedener Vergrösserung.

Fig. 9 1—4. $\frac{350}{1}$. Weitere Sporenkeimungen in Wasser in vorgerückterem Stadium der Conidienbildung.

Fig. 10. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung mit sehr langem, nach hinten gekammerten Fruchtträger, die Fadenconidien des Köpfchens schon zerfallen.

Fig. 11. $\frac{300}{1}$. Ein auf Wasser zerfallenes Köpfchen mit Fadenconidien b, die zu Fäden mit Sichelconidien auskeimen, in a die Spitzen des Fruchtträgers, von welchen die Conidien abgefallen sind.

Fig. 12 1 u. 2. $\frac{500}{1}$. Zwei reife Brandsporen, 1 in nicht ganz normaler Bildung, in 2 zerdrückt.

Fig. 13. $\frac{500}{1}$. Ein Mycelknäuel aus dem Fruchtknoten der Nährpflanze, die einzelnen Fadenenden zur Sporenbildung angeschwollen.

Fig. 14 1—5. $\frac{400}{1}$. Fadenconidien mit der Bildung von Sichelconidien auskeimend, 1—4 an kurzen Keimfäden, 5 an kleinen Mycelien.

Fig. 15. $\frac{400}{1}$. Fadenconidien zu neuen Fadenconidien auskeimend.

Fig. 16 1—3. $\frac{400}{1}$. Fadenconidien zu kleinen Mycelien auskeimend, in 3 schon mit neuen Fadenconidien.

Fig. 17. $\frac{400}{1}$. Stück eines grösseren Myceliums in Nährlösung auf dem Objectträger aus einer Fadenconidie gezogen, in reicher Fadenconidienbildung in dichter, köpfchenähnlicher Stellung.

Fig. 18 1—2. $\frac{400}{1}$. Zwei kleine Mycelien aus Sichelconidien auf dem Objectträger gezogen in neuer Bildung von Sichelconidien.

Fig. 19. $\frac{400}{1}$. Ein grösseres Mycelium aus einer Sichelconidie gezogen mit reicher Sichelconidienbildung.

Fig. 20. $\frac{200}{1}$. Sporenkeimung in Wasser mit langer verzweigter Fruchtträgeranlage.

Fig. 21. $\frac{200}{1}$. Sporenkeimung mit verzweigter Fruchtträgeranlage, an einem Seitenzweige ein Köpfchen mit Conidien bildend.

Fig. 22 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Neovossia Barclayana. Keimung der Brandsporen in Wasser.

Fig. 23. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung mit kurzem Fruchtträger von oben gesehen.

Fig. 24 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Zwei Spitzen von Fruchtträgern der Sporenkeimung mit verzweigten Köpfchen.

Fig. 25. $\frac{350}{1}$. Abgefallene Fadenconidien.

Fig. 26. $\frac{350}{1}$. Die Conidien in Keimung mit Sichelconidien auf Wasser.

Fig. 27. $\frac{350}{1}$. Ein kleines Mycelium aus einer Fadenconidie in Nährlösung gezogen, nach der einen Seite in Sichel-, nach der anderen Seite in Fadenconidienbildung.

Fig. 28. $\frac{350}{1}$. Stückchen eines Myceliums aus Nährlösung, in Fadenconidienbildung.

Fig. 29 1—4. $\frac{350}{1}$. Conidienbildung an Mycelien in succedaner Folge, 1—4 in den verschiedenen Formen.

Fig. 30 1—5. $\frac{350}{1}$. Melanotaenium cingens. Keimung der Brandsporen in Wasser, 1—5 in den verschiedenen Formen.

Tafel XI.

Fig. 1 1 u. 2. $\frac{150}{1}$. Urocystis occulta. Keimung der Brandsporen in Wasser, in den verschiedenen Stadien.

Fig. 2 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Urocystis Anemones. Keimung der Brandsporen in Wasser, in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 3 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Urocystis Filipendulae. Sporenkeimung in Wasser, in den verschiedenen Stadien der Keimung.

Fig. 4. $\frac{120}{1}$. Tubercinia primulicola. Ein grosser Sporenhaufen in Keimung.

Fig. 5. $\frac{350}{1}$. Ein kleiner Sporenhaufen in Wasser auskeimend.

Fig. 6. $\frac{350}{1}$. Ein etwas grösserer Sporenhaufen in Keimung.

Fig. 7 1—4. $\frac{350}{1}$. Einzelne Sporen in Wasser auskeimend, 1—4 in verschiedenen Keimstadien.

Fig. 8. $\frac{350}{1}$. Conidien in Fadenkeimung.

Fig. 9. $\frac{350}{1}$. Urocystis Violae. Ein kleiner Sporenhaufen in Keimung in Wasser.

Fig. 10. $\frac{350}{1}$. Ein anderer Sporenhaufen in weiter vorgerückten Stadien der Auskeimung.

Fig. 11 1—7. $\frac{350}{1}$. Einzelne Köpfchen von Hemibasidien, 1—7 in verschiedenen Stadien der Secundärconidienbildung.

Fig. 12. $\frac{150}{1}$. Conidien auskeimend.

Fig. 13. $\frac{150}{1}$. Mycelium, aus einer Conidie in Nährlösung gezogen, wiederum Conidien bildend.

Fig. 14 1 u. 2. $\frac{150}{1}$. Zwei kleinere Mycelien, aus der Conidie in sp. in Nährlösung gezogen, schon wieder in Conidienbildung.

Fig. 15. $\frac{150}{1}$. Stück eines grossen Myceliums mit reicher Conidienbildung.

Fig. 16 1—3. $\frac{350}{1}$. Doassansia Alismatis. Keimung einzelner Sporen in Wasser, in verschiedenen Stadien.

Fig. 17. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung in Wasser in vorgerücktem Stadium der Keimung.

Fig. 18 1—3. $\frac{350}{1}$. Abgefallene paarweise fusionirte Conidien, in Secundärconidienbildung.

Fig. 19 1—7. $\frac{350}{1}$. Conidien in Nährlösung, 1—4 in Sprossung und Fadenkeimung, 5—7 zu gegliederten, wiederum Conidien tragenden Fäden ausgewachsen.

Fig. 20 1—3. $\frac{350}{1}$. Doassansia punctata. Sporenkeimung in den ersten Keimstadien.

Fig. 21 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Weiter entwickelte Keimstadien wie Fig. 20.

Fig. 22. $\frac{350}{1}$. Eine Sporenkeimung in Nährlösung in fortgeschrittenem Stadium.

Fig. 23 1—3. $\frac{350}{1}$. Abgefallene paarweise verbundene Conidien, in verschiedenen Stadien der weiteren Auskeimung.

Fig. 24 1—7. $\frac{350}{1}$. Secundärconidien in ihrer weiteren Entwicklung in Nährlösung, 4—7 zu gegliederten, wiederum Conidien bildenden Fäden ausgewachsen.

Fig. 25. $\frac{350}{1}$. Ein gegliederter Faden in Conidienbildung.

Fig. 26 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Zwei gross ausgewachsene gegliederte Fäden in Conidienbildung.

Fig. 27 1 u. 2. $\frac{350}{1}$. Zwei weitere gegliederte Fäden dieser Art an den Gliederzellen theils Conidien bildend, theils fadig austreibend.

Fig. 28 1—4. $\frac{350}{1}$. Die wieder abgefallenen Conidien sprossend und fadig auskeimend.

Fig. 29. $\frac{350}{1}$. Eine Conidie dieser Art zu einem Mycelium ausgekeimt, in Luftconidienbildung.

Fig. 30. $\frac{350}{1}$. Ein kleines Myceistück in Luftconidienbildung begriffen.

Tafel XII.

Fig. 1 1—3. $\frac{20}{1}$. Doassansia Sagittariae. Isolirte Sporenhaufen in verschiedener Form und Grösse.

Fig. 2. $\frac{150}{1}$. Schnitt von einem jungen Sporenhaufen.

Fig. 3. $\frac{350}{1}$. Stückchen eines Schnittes von einem etwas älteren Sporenhaufen.

Fig. 4. $\frac{50}{1}$. Ein Sporenhaufen in Keimung in Wasser.

Fig. 5. $\frac{150}{1}$. Stückchen eines keimenden Sporenhaufens, stärker vergrössert.

Fig. 6. $\frac{350}{1}$. Ein weiteres Stückchen noch stärker vergrössert; es sind nur die randlings ausgekeimten Fruchtträger gezeichnet.

Fig. 7 1—4. $\frac{350}{1}$. Sporen aus einem zerdrückten Haufen vor der Keimung, die Verbindung der Sporen im Haufen und ihre Isolirung andeutend.

Fig. 8 1—5. $\frac{350}{1}$. Einzelne Sporen eines Haufens in Wasser auskeimend, in den verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fig. 9 1—5. $\frac{350}{1}$. Die weiteren Keimstadien von Sporen, die in Wasser auskeimen.

Fig. 10 1—3. $\frac{350}{1}$. Sporenkeimungen in Nährlösungen.

Fig. 11 1—4. $\frac{350}{1}$. Abgefallene Primärconidien in Nährlösung, in der Bildung von Secundärconidien in den verschiedenen Stadien.

Fig. 12 1—4. $\frac{350}{1}$. Abgefallene Secundärconidien in ihrem Verhalten in Wasser, 1 u. 2 direct sprossend, 3 u. 4 zu Fäden auskeimend.

Fig. 13 1—4. $\frac{350}{1}$. Luftconidien in hefenartiger Sprossung.

Fig. 14. $\frac{350}{1}$. Ein lang ausgetriebener Faden einer Conidie noch unfruchtbar, aber schon getheilt durch Querwände.

Fig. 15. $\frac{350}{1}$. Ein Faden wie in Fig. 14, mit zahlreichen Luftconidiensprossungen.

Fig. 16 1—3. $\frac{60}{1}$. Längere Fäden dieser Art in Luftconidienbildung, bei schwacher Vergrösserung in ganzer Ausdehnung gezeichnet.

Fig. 17. $\frac{350}{1}$. Doassansia Limosellae. Keimung einer Spore in Nährlösung, die primären Conidien auch unten an dem Träger zu secundären Conidien aussprossend.

Fig. 18. $\frac{350}{1}$. Eine abgefallene Primärconidie, zu neuen secundären Conidien an einer Seite aussprossend.

Fig. 19. $\frac{350}{1}$. Eine andere Primärconidie an beiden Enden aussprossend.

Fig. 20. $\frac{350}{1}$. Seltener Fall der Aussprossung einer Primärconidie.

Fig. 21. $\frac{350}{1}$. Eine in der Mitte getheilte Primärconidie, welche an den beiden Enden und in der Mitte an der Scheidewand aussprosst.

Fig. 22. $\frac{350}{1}$. Ustilaginoidea Oryzae. Keimung einer sogenannten Brandspore mit der Bildung von Conidien in Scheinköpfchen.

Fig. 23. $\frac{350}{1}$. Eine ähnliche Keimung wie in Fig. 22.

Fig. 24. $\frac{350}{1}$. Eine Keimung mit mehreren Conidienköpfchen.

Fig. 25. $\frac{350}{1}$. Conidienköpfchen von einem Mycelstück, besonders reich mit Conidien besetzt.

Fig. 26. $\frac{350}{1}$. Ein kleines Mycelium aus einer Keimspore gezogen mit vielen noch jungen Conidienköpfchen.

Fig. 27. $\frac{550}{1}$. Centrale Partie eines grösseren Myceliums aus der Keimspore sp. gezogen.

Fig. 28. $\frac{350}{1}$. Stück eines kleinen Myceliums mit der Keimspore, einzelne Fäden in Conidienträger ausgehend.

Fig. 29 1—3. $\frac{350}{1}$. Mycelstücke in Bildung der sogenannten Brandsporen.

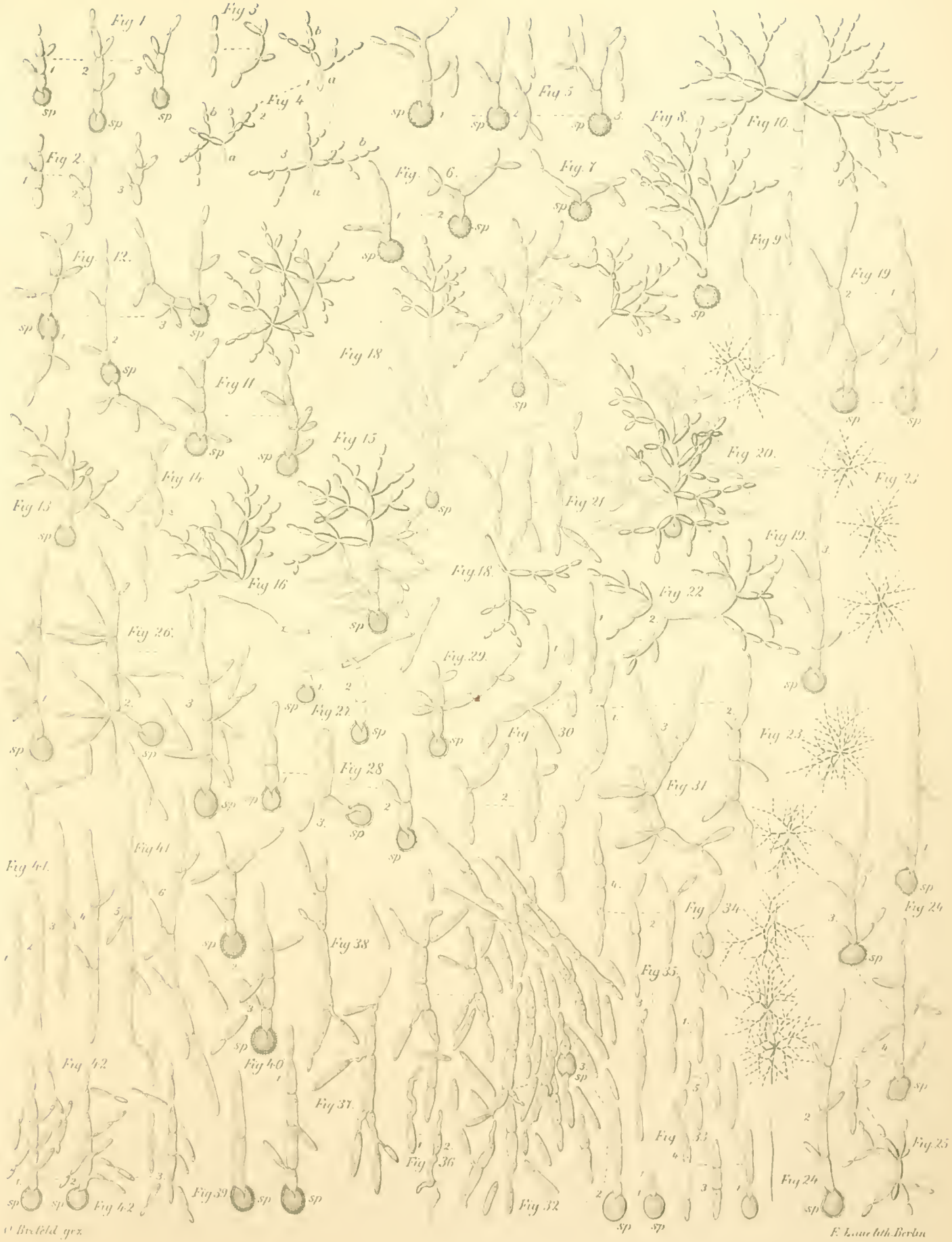
Fig. 30. $\frac{350}{1}$. Ein weiteres Mycelstück mit länglichen Sporen.

Fig. 31. $\frac{350}{1}$. Ein Mycelstück mit runden und länglichen Sporen.

Fig. 32, mehr wie um die Hälfte der natürlichen Grösse vergrössert. Eine Cultur in Nährlösung gezogen mit sogenannten Brandsporenlagern.

Fig. 33. Ein ähnliches Bild wie in Fig. 32.

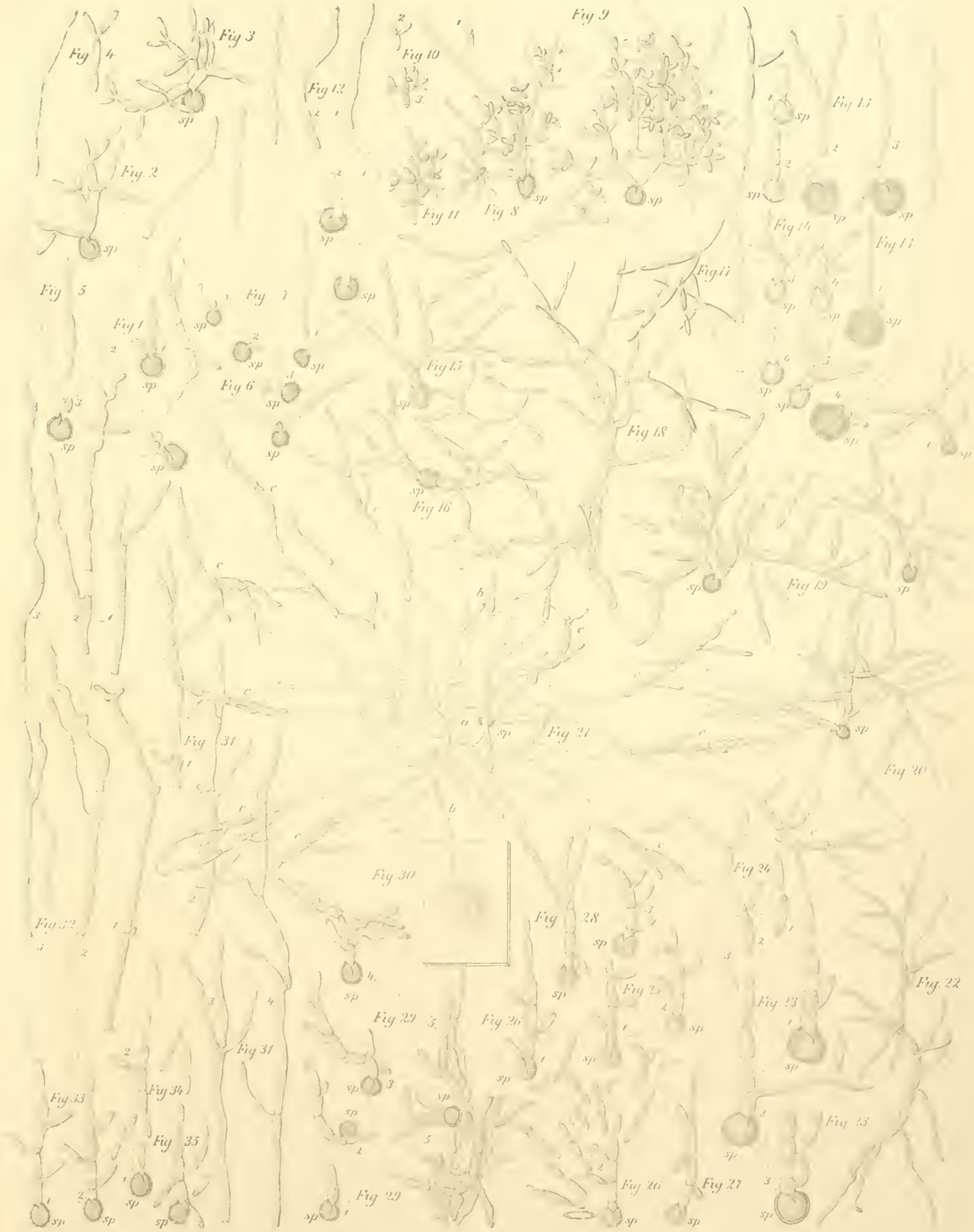
Druck der Westfälischen Vereinsdruckerei vormals Coppenrath'schen Buchdruckerei in Münster i. W.



C. Brefeld gez.

F. Laue lith. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.



O Brefeld gez

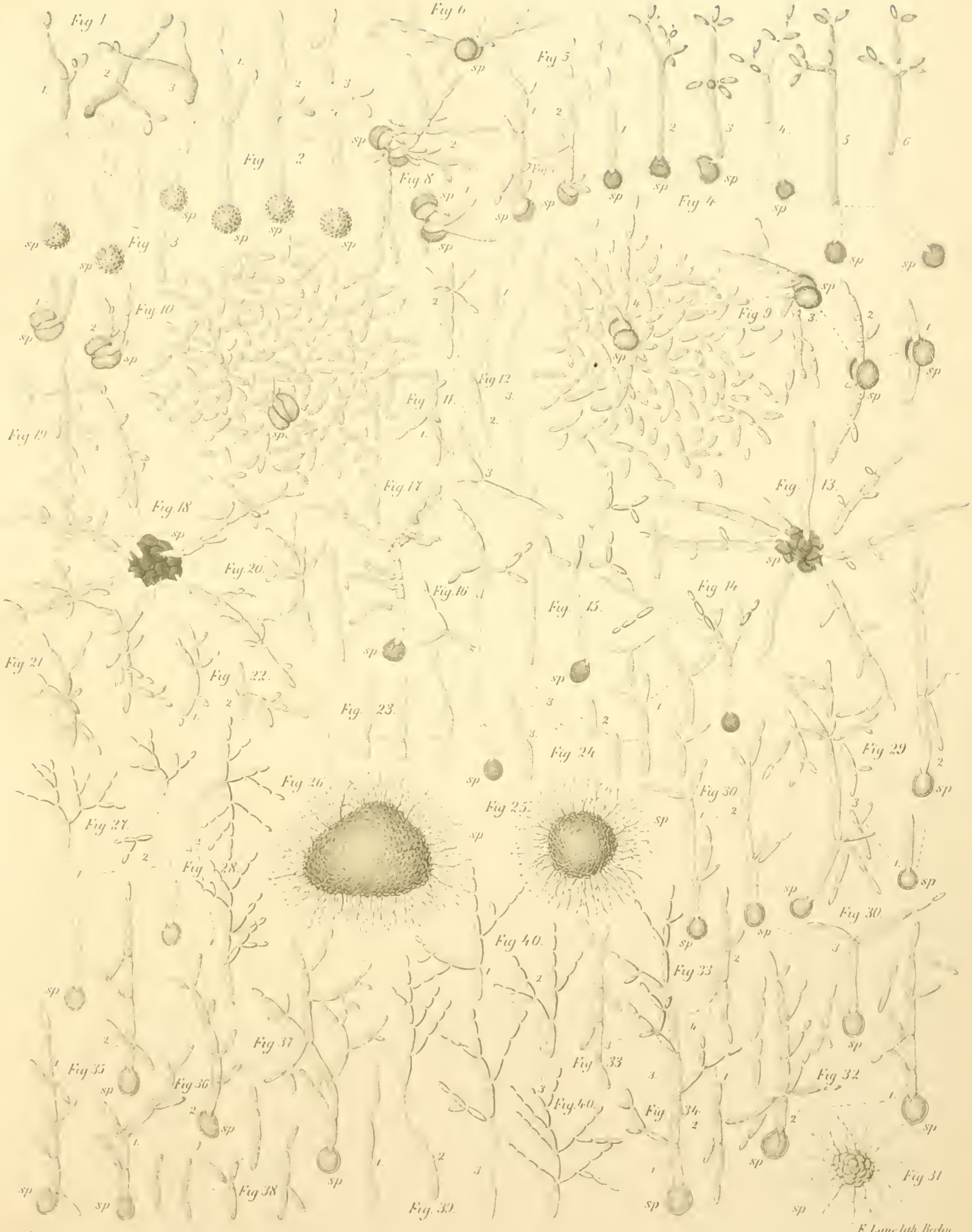
E Laue lith Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

O Brefeld gez.

E Lane lith Berlin

BRARY
W YORK
ANICAL
RDEN.



O Brefeld gez.

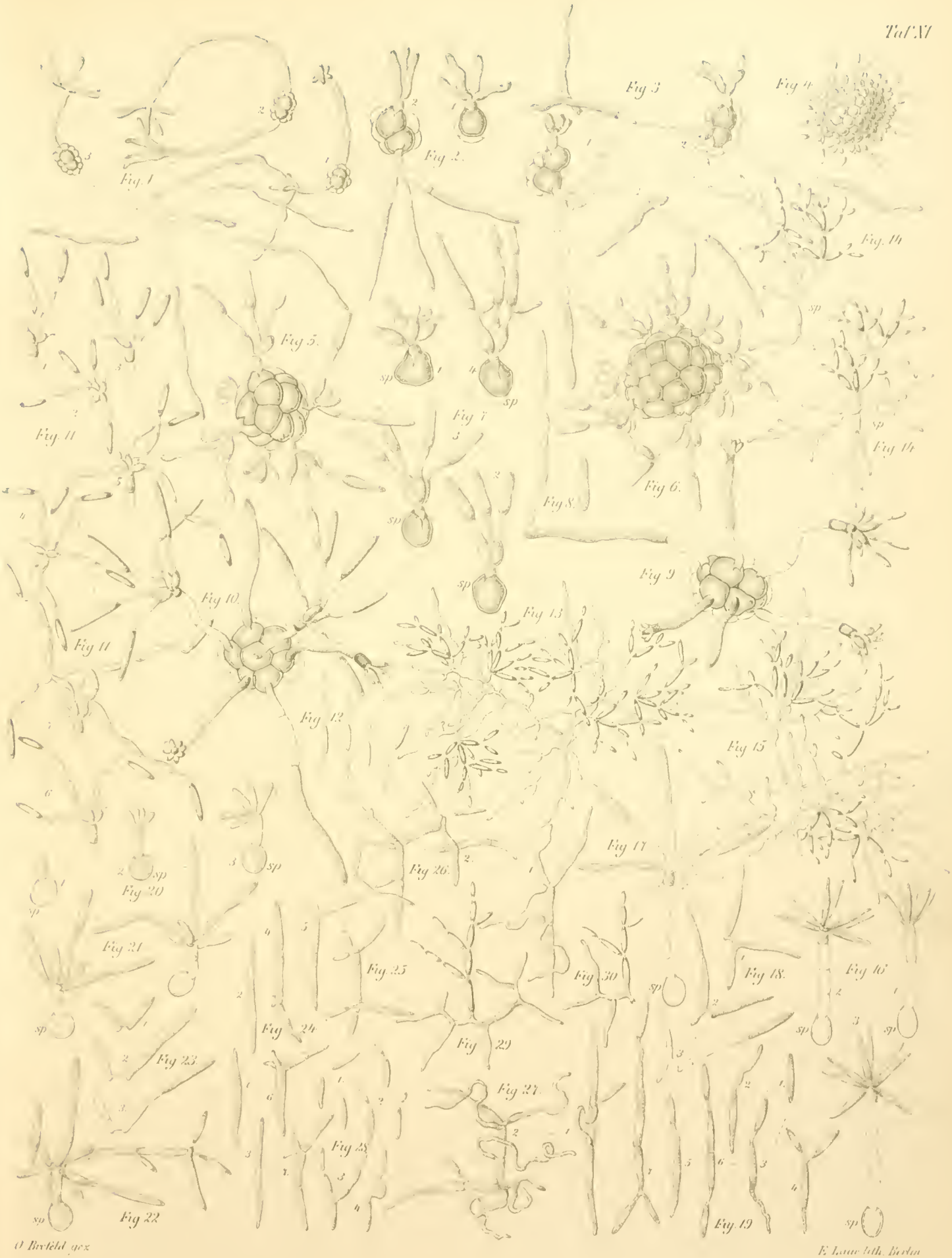
E. Lane lith. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL

C. Bretfeld jun.

E. Lane lith. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.



O. Brefeld gez.

E. Laue lith. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

O. Brefeld u. F. von Tavel gez.

E. Lauchh. Berlin

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN.

Inhaltsangabe der elf ersten Hefte dieses Werkes.

Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze.

Von **Oscar Brefeld.**

I. Heft:

Mucor Mucedo. — Chaetocladium Jonesii. — Piptocephalis Freseniana. — Zygomyceten.
Mit 6 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1872. VIII u. 64 Seiten. Preis 11 Mk.

II. Heft:

Die Entwicklungsgeschichte von Penicillium. Mit 8 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1874. IV u. 98 Seiten. Preis 15 Mk.

III. Heft:

Basidiomyceten I. — Mit 11 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1877. V u. 226 Seiten. Preis 24 Mk.

IV. Heft:

Culturmethoden zur Untersuchung der Pilze. — Bacillus subtilis. — Chaetocladium Fresenianum. — Pilobolus. — Mortierella Rostafinskii. — Entomophthora radicans. — Peziza tuberosa und P. Sclerotiorum. — Pycnis sclerotivora. — Weitere Untersuchungen von verschiedenen Ascomyceten. — Bemerkungen zur vergleichenden Morphologie der Pilze.
Mit 10 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1881. VIII u. 191 Seiten. Preis 20 Mk.

Botanische Untersuchungen über Hefenpilze.

(Fortsetzung der Schimmelpilze.)

V. Heft:

Die Brandpilze I (Ustilagineen) mit besonderer Berücksichtigung der Brandkrankheiten des Getreides. — Die künstliche Cultur parasitischer Pilze. — Untersuchungen über die Brandpilze (Ustilagineen) Abhandlung I—XXIII. — Der morphologische Werth der Hefen.
Mit 13 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1883. VIII u. 220 Seiten. Preis 25 Mk.

Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie.

(Fortsetzung der Schimmel- und Hefenpilze.)

VI. Heft:

Myxomyceten I (Schleimpilze): Polysphondylium violaceum und Dictyostelium mucoroides. — Entomophthoreen II: Conidiobolus utriculosus und minor.
Mit 5 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1884. VI u. 78 Seiten. Preis 10 Mk.

VII. Heft:

Basidiomyceten II: Protobasidiomyceten.
Mit 11 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1888. XII u. 178 Seiten. Preis 28 Mk.

VIII. Heft:

Basidiomyceten III: Autobasidiomyceten und die Begründung des natürlichen Systems der Pilze. — Autobasidiomyceten (Fortsetzung des VII. Heftes). — Schlussbetrachtung zum VII. u. VIII. Hefte: Conidien als Nebenfruchtformen der Basidiomyceten. Chlamydosporen als Nebenfruchtformen der Basidiomyceten. — Der morphologische Werth der Chlamydosporen bei den Pilzen: Die Chlamydosporen bei den Zygomyceten. Die Chlamydosporen bei den Ustilagineen. Die Chlamydosporen bei den Uredineen. — Der morphologische Werth der Conidien bei den Pilzen. — Der morphologische Werth des Ascus und der Basidie bei den Pilzen. — Das natürliche System der Pilze. — Die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung einiger Pilzformen.
Mit 12 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1889. IV u. 305 Seiten. Preis 38 Mk.

IX. Heft:

Die Hemiasci und die Ascomyceten I: Die Spermatien und ihre Cultur in Nährlösungen. — Die Ascen der Ascomyceten in ihren Beziehungen zu den Basidien und zu einfacheren Fruchtformen. — Die Formen der Hemiasci und ihre Cultur in Nährlösungen. — Die Formen der Ascomyceten und ihre Cultur in Nährlösungen. A. Exoasci.
Mit 4 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1891. VIII u. 156 Seiten. Preis 16 Mk.

X. Heft (Fortsetzung des IX. Heftes):

B. Carpoasci. a. Angiocarpe Formen. b. Hemiangiocarpe Formen. — Schlussbetrachtung zum IX. u. X. Hefte.
Mit 10 lithogr. Tafeln. gr. 4°. 1891. IV u. 222 Seiten. Preis 26 Mk.

XI. Heft:

Die Brandpilze II. (Fortsetzung des V. Heftes.) Die Brandkrankheiten des Getreides.
Mit 5 lithogr. meist farbigen Tafeln. gr. 4°. 1895. VIII u. 98 Seiten. Preis 16 Mk.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.

WE[illegible]

New York Botanical Garden Library
QK628.A1 B7 Heft 11-12 gen
Brefeld, Oscar/Untersuchungen aus dem Ge
3 5185 00066 0538