

Zur
Kenntniss der Entwicklung bei den Ascomyceten.

Von
Dr. Eduard Eidam.

Mit Tafel XIX—XXIII.

I.
Einleitung.

Allgemein historischer Ueberblick. Bei Durchsicht der Literatur über die gegenwärtig entwicklungsgeschichtlich untersuchten *Ascomyceten* finden wir sehr verschiedene Angaben darüber, wie die Entstehung der Schlauchfrüchte bei diesen Pilzen vor sich geht. Zuerst hat de Bary¹⁾ bei *Eurotium* und *Erysiphe*arten nachgewiesen, dass die Fruchtkörperanlagen im allerjüngsten Zustand bereits sich deutlich vom Mycelium unterscheiden, derselbe entdeckte die auffallenden Primordien der Becher von *Peziza confluens*, welche auch Tulasne²⁾ und jüngst Kihlman³⁾ untersucht haben, Woronin⁴⁾ fand bei *Sphaeria Lemanea*, sowie bei *Sordaria* die Anfänge der Perithechien besonders differenziert und wies bei Arten der Gattung *Ascobolus* und *Peziza* die eigenthümliche Gestaltung des Primordiums der Becher nach. Zu ähnlichem Resultat gelangten Baranetzki⁵⁾ bei *Gymnoascus*, Gilkinet⁶⁾ bei *Sordaria*, Brefeld⁷⁾ bei *Penicillium*, derselbe und Kihlman⁸⁾ bei *Melano-*

1) Bot. Ztg. 1854. — Ueber die Fruchtentwicklung der *Ascomyceten*. Leipzig 1863. — Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze von de Bary und Woronin. III. Reihe. Frankfurt a./M. 1870.

2) Annal. des scienc. nat. Botanique. V. Sér. T. 6. 1866.

3) O. Kihlman, Acta soc. scient. fenn. T. XIII. 1883.

4) de Bary und Woronin, Beitr. z. Morph. d. Pilze. II, u. III. Reihe.

5) Bot. Ztg. 1872. No. 10.

6) A. Gilkinet, Rech. morph. sur les Pyrénomycètes. Bull. de l'Acad. de Belgique. Avril 1874.

7) O. Brefeld, Bot. Untersuch. über Schimmelpilze. II. Heft. 1874.

8) l. c.

spora, van Tieghem¹⁾ bei *Chaetomium*, bei *Ascodesmis*, *Gymnoascus*, *Penicillium* und verschiedenen *Aspergillus*arten. Diese Pilze beginnen den Aufbau ihrer Fruchtkörper stets nur mit einer einzigen oder mit zwei Hyphen, welche als besondere, vom Mycel durch ihre Form specifisch abweichende Auszweigungen entstehen und sehr häufig schraubig eingerollt sind. Eine Hyphe verhält sich als Ascogon und sie wird in der Regel von der anderen gemeinsam mit zahlreichen Hüllschläuchen umwachsen, wodurch die Anfänge der Peritheciumwand, resp. der sterilen Theile an der Frucht gebildet werden.

Hiervon weicht die Art der Entstehung ab, welche Bauke²⁾ für die Peritheciën von *Pleospora herbarum* angegeben hat, die wie Pyeniden sich entwickeln durch Aufschwellung einer oder weniger benachbarter Zellen eines Mycelfadens und Theilung derselben vermittelst Scheidewänden nach verschiedenen Richtungen hin. Es kommt so zunächst ein parenchymatischer Körper als junge Peritheciumfrucht zu Stande, die niemals aussen von Hyphen umwachsen wird.

Den Beobachtungen, dass die Ascusfrüchte nur von einer oder von zwei besonders geformten Hyphen ihren Ursprung nehmen und im letzteren Fall unmittelbar in Ascogon und Hüllschläuche sich differenziren, stehen andere Untersuchungen gegenüber, welche als Primordien lediglich nur ein Aussprossen völlig gleichartiger und zahlreicher Mycelfäden ergeben haben, deren rein vegetative Hyphenelemente knäuelartig sich durcheinanderflechten. So ist nach van Tieghem³⁾ der Fruchtanfang bei *Helvella*- und *Peziza*arten nur eine dichte, homogene Verzweigung, bei Anlage der Sclerotien von *Peziza Sclerotiorum* und beim Anwachsen der Becher aus denselben konnte Brefeld⁴⁾ nichts von besonderen einzelnen Initialhyphen unterscheiden, ein ganzer Complex von solchen leitet vielmehr die Bildung ein und die Asci der parasitisch auf Pflanzen lebenden *Gymnoasceen* sind nur direkte Aussprossungen gewöhnlicher und gleichartiger Mycelzellen. Zopf⁵⁾ giebt in einer Monographie über die Gattung *Chaetomium* an, dass die Anlage der Peritheciën dieser Pilze einen besonderen, bisher unbekanntem Typus darstelle, der her-

1) van Tieghem, Annal. des scienc. nat. Botanique VI. Sér. T. 2. 1875. Bull. de la soc. bot. de France. T. 23. 1876, T. 24. 1877.

2) H. Bauke, Bot. Ztg. 1877 No. 20.

3) van Tieghem, Bull. de la soc. bot. de France. T. 23. 1876.

4) O. Brefeld, Bot. Unters. über Schimmelpilze. Heft IV. Leipz. 1881.

5) W. Zopf, Zur Entwicklungsgeschichte der *Ascomyceten*. Nova Acta der Ksl. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturforscher. Band XLII. No. 5. 1881.

vorgehe aus „gleichartigen Adventivzweigen, die eine reiche, unregelmässige Verzweigung eingehen, sich unregelmässig durcheinanderkrümmen und zu einem rundlichen Gebilde verknäulen.“ Die frühe Differenzirung bei *Chaetomium* in ein schraubiges Ascogon und in Hüllhyphen, wie sie van Tieghem gefunden hat, stellt Zopf mit vollster Entschiedenheit als irrthümlich in Abrede.

Es hat sich demnach, trotzdem unsere gegenwärtigen Kenntnisse über die erste Entwicklungsstufe der *Ascomyceten*früchte verhältnissmässig nicht zahlreiche Pilzarten umfassen, bei diesem Vorgang eine grosse Mannigfaltigkeit herausgestellt, die allerdings gar nicht überraschen kann, wenn man die Formenfülle der ganzen Klasse sich vor Augen hält. Es ist nicht möglich, auf Grund der heutigen Forschungsergebnisse, welche theilweise sogar mit einander in Widerspruch stehen, ein allseitig organisch zusammenhängendes Bild über den Gegenstand zu entwerfen.

Die Sexualität bei den *Ascomyceten*. Die Arbeiten, welche von den jüngsten Zuständen der Schlauchpilze handeln, gingen bis in die letzten Jahre von dem Fundamentalsatz aus, dass die *Ascomyceten*frucht das Produkt eines geschlechtlichen Befruchtungsprozesses sei. Nach de Bary's Vorgang wurde das Primordium in ein weibliches Sexualorgan geschieden — Ascogon oder Carpogon genannt — und in ein männliches, das Pollinodium; man nahm an, dass die Befruchtung auf diosmotischem Wege vor sich gehe, manchmal auch durch Copulation. Die Sexualität der *Ascomyceten* erhielt eine weitere Stütze durch die Entdeckung von Stahl¹⁾, dass bei den *Collemaceen* ein schraubig gewundenes Ascogon mit Trichogyne vorhanden ist, welches in Folge seiner Verschmelzung mit Spermastien befruchtet wird.

Als aber van Tieghem und Brefeld bei Untersuchung von Anfangsstadien einiger *Ascomyceten*, wie oben erwähnt, nichts fanden als gleichmässige Hyphenaussprossung ohne jede erkennbare Differenzirung in Geschlechtselemente, wurde die Sexualität der Schlauchpilze überhaupt wieder in Frage gestellt.

Die Gegenwart eines Ascogons freilich kann bei jenen *Ascomyceten*früchten, deren Anlage sich deutlich vom Mycelium unterscheidet, nicht zweifelhaft sein. Auch ist der continuirliche Zusammenhang des Ascogons mit den Sporenschläuchen, das Herauswachsen der letzteren aus dem Ascogon vielfach, zuerst von Janczewski²⁾

1) E. Stahl, Beiträge zur Entwickl. der Flechten. Heft I. Leipz. 1877.

2) Bot. Ztg. Jahrg. 1871. No. 17 und 18.

bei *Ascobolus furfuraceus*, nachgewiesen worden. Der Nachweis des Pollinodiums aber, des männlichen Befruchtungsorgans, zeigt sich stets mit weit grösseren Schwierigkeiten verknüpft. Bald haben die Untersuchungen das gänzliche Fehlen desselben in der Fruchtanlage herausgestellt, bald keine hinreichenden Unterschiede vom Ascogon oder von den umgebenden oder die vegetativen Theile der Fruchtkörper aufbauenden Mycelhyphen.

Und trotz alledem ist es im Hinblick auf schon bekannte That-sachen wohl nicht zu umgehen, die Sexualität der *Ascomyceten* fest-zuhalten¹⁾. Wenn sie auch, soweit wir wenigstens heute wissen, bei einigen Gruppen der Schlauchpilze nur unvollkommen ausgebildet, bei andern gar nicht vorhanden zu sein scheint, so lassen doch die Beobachtungen an *Collema*, die Erscheinungen bei Anlage vieler *Discomyceten*, besonders der *Peziza confluens*, das Vorkommen geschlechtlicher Einwirkung behufs Bildung der Früchte wenigstens bei diesen Pilzen nicht von der Hand weisen und die folgenden Untersuchungen werden einen neuen Fall einfachster Befruchtungs-art den *Ascomyceten* hinzufügen.

Morphologische Variationen beim Aufbau der Fruchtkörperanlagen. Doch abgesehen von der dunklen Sexualitätsfrage, kommt es mir in vorliegender Arbeit wesentlich an auf die Formgestaltung im ersten Entwicklungsstadium der schlauchführenden Pilze. Aus der Literatur ist ersichtlich, dass die Angaben über das Aussehen der jüngsten Fruchtzustände bei ein- und der nämlichen Pilzgattung nicht immer gleichartig lauten: die eine *Peziza* legt den Grund zu ihrer Scheibe mit wohl ausgebildetem Scolecit, die andere mit Antheridium und Ascogonium nebst Befruchtungsschlauch und die dritte mit nichts weiter als gleichmässiger Hyphenaussprossung. Eben solche Sprossung bedingt nach Zopf den Beginn des Peritheciums von *Chaetomium*, während van Tieghem dieser Gattung ein sehr deutliches Carpogon zuschreibt. Bei *Sordaria* fand Woronin als Primärzustand der Frucht zwei Hyphen, deren eine von blasiger Gestalt, nach Gilkenet ist nur eine einzige von schraubiger Krümmung dabei theilhaftig. Diese Schwankungen sind auffallend und es fragt sich doch, ob der Grund für solche Widersprüche, wie es in den beiden letzten Fällen ausgesprochen wurde, nur in blossen Beobachtungsfehlern von einer Seite zu suchen sei.

¹⁾ Vgl. A. Borzi, Studii sulla sessualità degli Ascomyceti. Nuovo gior. bot. ital. Vol. X. No. 1. 1878. Ferner die Arbeit von O. Kihlman l. c. sowie die Auseinandersetzungen von de Bary in seinen Beiträgen 4. Reihe 1881 und Brefeld in „Schimmelpilze“ 4. Heft 1881.

Ich habe mich bei einigen *Ascomyceten* davon überzeugt, dass nicht einmal in der nämlichen Species der Fruchtanfang immer constant dieselbe Gestaltung beibehält.

Zur Begründung dieses Satzes werde ich sogleich einige Beispiele folgen lassen und verweise zuvörderst auf das in meiner Arbeit: „Beitrag zur Kenntniss der *Gymnoasceen*“ über Entstehung der Fruchtanlagen von *Gymnoascus Reessii*¹⁾ Gesagte. Die Sclerotialanfänge der *Peziza Fuckeliana* fand ich auf zwei verschiedene Weisen vor sich gehen²⁾; daraufhin wurden die Sclerotien kurz als „echte“ und „sterile“ von mir bezeichnet.

Ich wende mich nun zur Darstellung der Beobachtungen, welche ich bei *Chaetomium* und zwar hauptsächlich bei *Chaetomium Kunzianum* über die jüngsten Peritheciananlagen gemacht habe. Diese Beobachtungen reichen zum Theil noch in die Jahre 1875 und 1876 zurück und ich bespreche sie hier nur deshalb ausführlicher, weil sie zur Discussion der Frage über die Variabilität der Formgestaltung bei den Fruchtanfängen einer Anzahl von *Ascomyceten* mit beitragen dürften. Ausserdem konnte ich den von Zopf³⁾ als „besonderen Entwicklungstypus“ der Sprossung bezeichneten Modus bei Anlage von *Chaetomium*früchten nicht in der vom Autor angegebenen Weise bemerken, wohl aber die von van Tieghem⁴⁾ beschriebene ausgeprägte Differenzirung in Gestalt eines deutlichen Carpogoniums. Bei Durchsicht der Zopf'schen Schrift erhält man den Eindruck, das Carpogon van Tieghems bei *Chaetomium* sei vollständig aus der Luft gegriffen; ich habe daher auf Tafel XX. Fig. 2—6 die von mir gesehenen primordialen Entwicklungszustände der Perithechien von *Chaetomium Kunzeanum* zur Abbildung gebracht.

Anlage des Perithecium von *Chaetomium Kunzianum* Zopf.

Die Cultur der Ascosporen des Pilzes begann ich durch Aussaat in Mist- und Pflaumenabkochung auf dem Objektträger; sie wurde durch Anwendung einer etwas höheren Temperatur bis zu 25° C. im Wärmkasten beschleunigt. Die jungen Keimlinge vertheilte ich mittelst Uebertragung in neue Nährtropfen und nach 6 Tagen war das entstandene Mycel gross genug, um seine Fruktifikation zu beginnen. Ich beobachtete die Ausbildung von zweierlei Elementen:

1) S. diese Beiträge Band 3. Heft 3. pag. 271.

2) Jahresbericht der schles. Ges. f. vaterl. Cultur pro 1877. Bot. Sektion pag. 151 und 153.

3) l. c. 4) l. c.

der von Zopf auf seiner Tafel 1 dargestellten feinen verästelten und relativ kurzen Hyphenaussprossungen und zweitens der Carpogonien. Die letzteren pflegten schon an jungen Mycelien im Durchmesser von kaum 1 Ctm. aufzutreten und zwar zuerst vollständig isolirt, Taf. XX. Fig. 2; späterhin erschienen an zahlreichen Stellen des Myceliums sowohl die feinen Hyphen als die Carpogonien zusammen und auch letztere begannen an ihren Basaltheilen in dünne Hyphen auszuwachsen, Taf. XX. Fig. 3—5. Häufig sprosst aber auch obige feine Hyphen wie anfangs die Carpogonien ganz allein für sich aus dem Mycel hervor, mehr oder weniger reichlich, oft in dichtem Gewirre und in vollster Gleichartigkeit, ohne dass in ihrer unmittelbaren Nähe ein Carpogon sichtbar geworden wäre. Solche Zustände hat Zopf zahlreich abgebildet.

Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass die Carpogone Veränderungen in ihrer Gestalt annehmen, und zwar im Allgemeinen je nachdem ihr Entstehen früher oder später erfolgt war; die ersten zeigten sich am vollkommensten ausgebildet und waren lang gestielt, Taf. XX. Fig. 2 und 3, fig. 5a; am Stiel sass in gerader Richtung oder im Winkel zu demselben eine dicht zusammengerollte Schraube mit 3 bis 4 Windungen, von Plasma strotzend und schon im sehr jungen Zustand in Zellen getheilt, deren Scheidewände ganz deutlich sichtbar waren. Die Dimension des ebenfalls septirten Stiels gleicht der des Mycelfadens, von welchem er entspringt oder übertrifft dieselbe, Taf. XX. Fig. 2; die Form der Schraube ist je nach Zahl und Weitläufigkeit ihrer Windungen bald kurz gedrängt und rundlich, bald verlängert und conisch zulaufend, die letzten Windungen verjüngen sich etwas, sie sind, entgegen der Schraube bei *Eurotium*, meist sehr unregelmässig durcheinandergeschoben, Taf. XX. Fig. 2. Sämmtliche Theile der Schraube schliessen aber eng zusammen, sie lassen einen Hohlraum im Innern nicht aufkommen.

Am Stiel der Carpogone sowie an den unteren Theilen der Schraube selbst beginnt nun das Aussprossen feiner Hyphen, Taf. XX. Fig. 3—5, welche anfangs ohne bestimmte Richtung zumeist vom Carpogon abwachsen; einige legen sich jedoch dicht an, kriechen auf der Anlage herum und verzweigen sich auf deren Oberfläche; diese Hyphen, welche zuerst von geringem Durchmesser sind, haben jedenfalls die Bestimmung zur Herstellung der Peritheciumwand, einige vielleicht zur Rhizoidenbildung. Bei kümmerlich ernährten Peritheciën unterbleibt aber wohl auch die seitliche Aussprossung der Carpogone und die äussersten Zellen derselben constituiren dann nur eine ganz rudimentäre Peritheciënwandung. Das Aussprossen

der Hyphen geht Hand in Hand mit der Vergrößerung des Carponiums, die Windungen desselben werden immer zahlreicher, schieben sich ineinander und theilen sich in zahlreiche Zellen, doch kann man noch immer deutlich auch an solchen grösseren Exemplaren den ursprünglich schraubigen Verlauf der Anlage unterscheiden. Einzelne oberflächliche Zellen des Gebildes fangen bereits an, in die für die Gattung *Chaetomium* charakteristischen Haare auszuwachsen, Taf. XX. Fig. 6, und im Innern der jungen Peritheciumfrucht erfolgen dann die von Zopf beschriebenen mit dem Heranreifen verknüpften Umwandlungen. Bis zu dem Augenblick, wo die Carpogone durch Auswachsen einzelner ihrer Basalzellen die Bildung der Peritheciumwand einleiten, kann man die Vorgänge an den Anlagen ganz genau übersehen, dann aber vergrössern sich letztere mit äusserster Schnelligkeit und es wird schwierig, ihrem weiteren Verhalten zu folgen. Solche rasche Vergrößerung kräftig ernährter jüngster Fruchtzustände ist bei den *Ascomyceten* ganz allgemein; bei *Chaetomium* jedoch treten noch einige die Untersuchung erschwerende Umstände hinzu.

Rings um die Carpogone nämlich findet, wie schon oben erwähnt wurde, ein ausserordentlich reichliches Aussprossen feinsten Hyphen statt, Taf. XX. Fig. 5; dieselben krümmen sich und theilen sich nach allen Richtungen, sie anastomosiren später vielfach, um schliesslich ein förmliches kompaktes Polster zu bilden, in dem die Carpogone eingebettet liegen. Dieses Hyphenpolster dient offenbar dazu, die Fruchtanfänge mit reichlicher Nahrung zu versehen, nebenbei wohl auch, um eine schützende Hülle für die zarten Gebilde zu liefern. Solche Hyphenpolster zeigen bald nur geringe, bald sehr bedeutende Ausdehnung und wir finden in ihrem Bereich bald nur wenige, bald zahlreiche Carpogone; zwischen die schon vorhandenen werden bei hinreichender Nahrung noch fortwährend neue eingeschoben, so dass sie schliesslich eng gedrängt eines neben dem andern sich befinden.

Nur die zuerst am Mycel entstandenen Carpogone besitzen die volle beschriebene Ausbildung, die späteren dagegen verkürzen meist ihren Stiel und die letzten verlieren ihn endlich ganz, sie sind sitzend, so wie sie van Tieghem gesehen hat, Taf. XX. Fig. 4 und 5 b. c. Dabei verringern sich die Windungen der Schraube, ihre Hyphen werden endlich nicht selten dünn und verschoben, so dass man in der That schliessen könnte, die undeutlich gewordene Anlage sei nur eine unregelmässige Verknäuelung rein vegetativer Hyphensprosse. Auf natürlichem Nährboden, wo sich *Chaetomium* spontan ansiedelt,

scheint sich die Sache nicht anders zu verhalten: auch hier fand ich auf verschiedenen Substraten junge Fruchtzustände, offenbar aus gestielten vollkommenen Schrauben hervorgegangen und andere aus kleinen Zellen zusammengesetzt, bei welchen ohne Zweifel obige Formänderung Platz gegriffen hatte.

So machen also die Primordien der *Chaetomium*-Perithecieen eine vollkommene Rückbildung und Vereinfachung durch: vom wohlausgebildeten Carpogon in Form einer Schraube und mit vielleicht sexueller Bedeutung bis zum dünnen unregelmässig zusammengelegten Faden, der vom Mycelium nicht mehr zu unterscheiden ist. Ob die Ursache dieser Rückbildung nur in Nahrungsverhältnissen oder in sonstigen unbekanntenen Bedingungen zu suchen ist, konnte ich nicht ermitteln, ebensowenig, ob stets, wie es in meinen Culturen der Fall war, nur allein die zuerst erwachsenen Perithecieen aus gestielt-schraubigen Carpogonien hervorgehen. Das Wesentliche ist, dass ich entgegen dem Zopf'schen Ausspruch die von van Tieghem gemachten ziemlich ausführlichen Angaben über das Vorkommen von Carpogonien bei den *Chaetomium*arten als richtig bestätigen kann, dass sie jedoch wie angegeben, nicht immer gleich deutlich auftreten.

Die einfachen Conidienbildungen, welche Zopf bei *Chaetomium* beschrieben hat, sind, wie ich ebenfalls fand, eine Folge schlechter Culturverhältnisse; sie kommen massenhaft zum Vorschein, wenn man die Objektträger mit den Nährtropfen in zu feuchtem Raum aufstellt und dann gelangen auch die Mycelien gar nicht oder kaum zu kümmerlicher Perithecieenbildung. Dagegen sind mir in den oben beschriebenen Culturen mit zahlreichen Fruchtkörperanlagen die Conidien vollständig ausgeblieben.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf die Zopf'schen Tafeln, so hat derselbe auf Tafel 1. Fig. 6 und 7 offenbar vereinfachte Carpogone abgebildet und das kleine Perithecium auf Tafel 3. Fig. 29 zeigt deutlich, dass es aus einem schraubigen Carpogonium hervorgegangen ist. In Folge des Umstandes jedoch, dass Zopf die Carpogonien bei *Chaetomium* als nicht vorhanden bezeichnet, ist er genöthigt, auf Tafel 1 in Fig. 18—22 bei seiner Darstellung von der Fruchtanlage bis zum Perithecium grosse Sprünge zu machen, so dass besonders in Fig. 20 das Hyphenpolster und in Fig. 21 und 22 das bereits fertige Perithecium ganz ohne Vermittlung dastehen.

Im Folgenden gehe ich über zur Beschreibung einiger *Ascomyceten*, deren Entwicklungsgeschichte sehr interessante Einzelheiten ergeben hat. Sie sind ein neues Beispiel für die unerschöpfliche Gestaltungsfähigkeit, welche im Reich der Pilze vorherrscht und in Rücksicht auf die Frage nach der Formenvariabilität an den Primordialanlagen bei den *Ascomyceten* werden sie meine Vermuthung weiter bestätigen, dass die Fruchtanlagen zwar bei vielen Arten aus der Klasse sich als formbeständig erweisen dürften, dass sie jedoch bei andern Arten unter besonderen Verhältnissen, wobei wohl die Ernährungsfrage eine Hauptrolle spielt, mehr oder weniger umgestalteten Modificationen unterworfen sind. Ich habe die nachstehend beschriebenen Pilze bei verschiedenen Gelegenheiten im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Breslau aufgefunden und daselbst mit Hilfe zahlreicher künstlicher Züchtungen ihre Untersuchung ausgeführt.

II.

Eremascus albus nov. gen. et spec.

(Taf. XIX. Fig. 1 bis 25 und Taf. XX. Fig. 1.)

Vorkommen und Reincultur. Im Dezbr. 1881 öffnete ich eine kaum noch zu $\frac{1}{3}$ gefüllte Flasche mit Malzextrakt, um mir zum Zweck anderweitiger Pilzculturen eine Nährlösung daraus herzustellen. Ich fand das Extrakt verdorben und die Oberfläche desselben mit einer dicken verschieden gefärbten Schimmelhaut überzogen. Letztere bestand hauptsächlich aus Conidienträgern und Peritheciën von *Eurotium Aspergillus glaucus*, dazwischen wucherte auch *Asperg. flavus*, ein *Dematium* sprossste üppig und die Sporen einiger anderer Schimmelpilze lagen zahlreich umher. Auf der verschimmelten Fläche befanden sich jedoch mehrere verhältnissmässig reinere und schneeweisse Stellen, deren mikroskopische Untersuchung die Gegenwart eines sehr merkwürdigen *Ascomyceten* herausstellte. Ich bemerkte nämlich in dem Präparat einige schön ausgebildete kugelrunde Sporenschläuche, mit je acht derbwandigen Sporen angefüllt; jeden Sporenschlauch fand ich von zwei Hyphen getragen, die in regelmässigen schraubigen Windungen sich umeinander drehten. Sie standen selbst wieder mit einem septirten farblosen Mycel in Verbindung, an welchem sich auch junge Anlagen des Pilzes befanden. Von einem Perithecium oder von einer sonstigen Umbüllung der Asci war keine Spur zu sehen, sie fanden sich vielmehr sämmtlich vollkommen nackt und nur mit ihren schraubigen Tragfäden direkt dem Mycelium aufsitzend.

Es galt nun, diese Asci, deren Sporen durch Auflösung der Ascusmembran bereits vielfach frei geworden waren, zu isoliren, um wo möglich aus ihnen den Pilz rein auf dem Objektträger in durchsichtiger Nährlösung heranziehen zu können. Bei dem spärlichen Material und bei der grossen Verunreinigung desselben war dies gerade keine sehr leichte Aufgabe.

Als Nährflüssigkeit wählte ich filtrirte Pflaumenabkochung und die Isolirung wurde dadurch erreicht, dass ich den Nährtropfen auf eine sehr grosse Fläche dünn ausbreitete, so dass jedes eingesäte kleine Partikelchen möglichst für sich zu liegen kam. Unter dem Präparirmikroskop erkannte ich, dass die Asci und Ascosporen beim Einbringen in Wasser durch anhaftende Schleimtheilchen leicht an einander klebten, so dass sie beim Uebertragen in neue Tropfen nicht wohl mit andern Sporen zu verwechseln waren. Nach ein bis zwei Tagen vom Beginn der Aussaat an begann die Keimung der Ascosporen, worauf die jungen Keimlinge sofort wieder weiter in neue Tropfen gebracht wurden. Durch öftere Uebertragung erhielt ich nun die noch locker aneinander klebenden Keimlinge völlig rein und frei von fremden Organismen und nachdem sie die richtige Grösse erlangt hatten, konnte ich sie mit der Nadel ohne Beschädigung von einander trennen. Nach einer letzten Uebertragung besass ich hierauf zahlreiche Objektträgerculturen, deren jede nur einen einzigen Keimling enthielt, welcher ungestört zum Auswachsen gelangen konnte. Die Entwicklung des Pilzes geschah in folgender Weise.

Sporenkeimung und Mycelbildung. Die Sporen sind nahezu kugelförmig, glatt, farblos oder höchstens im reifen Zustand mit einem ganz schwachen Stich ins Gelbliche, sie besitzen deutliche doppelte Contouren, Taf. XIX. Fig. 20. Ihre Grösse beträgt 5,2—5,5 Mikr. Vor der Keimung quellen sie nur sehr wenig und der Keimschlauch tritt hervor, indem er die äussere Sporenhaut an einer oder an zwei Stellen aus einander sprengt, Taf. XIX. Fig. 1a und b. Das weitere Verhalten des Keimschlauchs, seine Verzweigung, das Auftreten der Scheidewände entspricht der gewöhnlichen Art bei Mycelentfaltung von *Ascomyceten*, Taf. XIX. Fig. 2 und 3; das junge Mycel ist sehr fein, seine Fäden überall von gleichem Durchmesser, es schwimmt zunächst noch spinnwebartig im Nährtropfen und es vergrössert sich bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zwar nur langsam aber stetig. Anwendung höherer Temperaturgrade beschleunigte wohl die Entwicklung des Pilzes, begünstigt jedoch sehr die Verunreinigung der Nährlösung; ich verliess daher diese Art der Culturmethode.

Erst nach Ablauf von zwei Wochen erhielt ich Mycelflöckchen im Durchmesser von nicht viel über $\frac{1}{2}$ Ctm, die bei genügender Nahrung rings an ihrer Peripherie immer weiter wuchsen, so dass sie nach mehreren Wochen 1 Ctm. überschritten hatten und wahrscheinlich noch fortgewachsen wären, wenn ich nur immer weitere Nährlösung zugesetzt hätte. Mit dem Grösserwerden des Mycels treten einzelne Hyphen desselben über die Oberfläche des Tropfens als Luftmycel. Die Mycelfäden verdicken zwar mit dem Alter ihre Membran, dieselbe bleibt jedoch wie alle andern Theile des Pilzes stets farblos. Sobald die Culturflüssigkeit an Nährstoffen ärmer zu werden beginnt, steht das Längenwachsthum des Myceliums still, die Hyphen septiren sich kurz hintereinander und die Mycelzellen erfahren an vielen Stellen Aufschwellungen und Verbiegungen. Auf allen Seiten beginnt die Entstehung der Fortpflanzungsorgane, Taf. XIX. Fig. 4, welche aus der Flüssigkeit heraus an die Luft wachsen und bei schwacher Vergrösserung von oben betrachtet, als unzählige schwarze Blasen, Pünktchen und Fäden in mancherlei Gestalt und Grösse erscheinen Taf. XX. Fig. 1. In Wirklichkeit sind die Anlagen vollkommen farblos; das schwarze Aussehen unter dem Mikroskop bei durchfallendem Licht rührt von den zahlreichen Luft einschliessenden Wassertröpfchen her, mit welchen die Gebilde sich beschlagen.

Entstehung der Primordien. Copulation. Durch eine Scheidewand von einander abgegrenzte unmittelbar benachbarte Theile zweier Mycelzellen treiben je einen Ast hervor, der beiderseits vollkommen gleichgestaltet ist; aber schon im jüngsten Zustand berühren sich diese Aeste und schlingen sich aufs engste schraubig umeinander, Taf. XIX. Fig. 5, 6, 7. Beide Hyphen wachsen der Regel nach senkrecht vom Mycelium aus, sie besitzen beide nur ein gleichmässig begrenztes Längenwachsthum und nach Beendigung desselben lässt sich die entstandene Doppelschraube von ein bis zu vier Umläufen erkennen, Taf. XIX. Fig. 7 und 9. Die kürzeren dieser Anlagen sind in ihrem jüngsten Zustand von den Primordien der *Penicillium-Sclerotien*¹⁾ oder denen des *Gymnoascus uncinatus*²⁾ nicht zu unterscheiden. In meinen künstlichen Culturen blieben die Anlagen stets viel kürzer als auf dem ursprünglichen trockenen Boden der verschimmelten Malzextrakt oberfläche, welcher den natürlichen Lebensbedingungen des Pilzes besser entsprechen dürfte.

Die Anlagen werden grossentheils vereinzelt am Mycel gebildet,

1) Brefeld, Schimmelpilze. Heft 2. Taf. 3. Fig. 10.

2) S. diese Beiträge Band 3. Heft 2. Taf. 14. Fig. 34.

nicht selten aber entwickeln sich zwei, drei und vier Anlagen gleichzeitig wirtelständig auf derselben oder nahezu derselben Höhe des nämlichen Mycelastes, vgl. Taf. XIX. Fig. 9, 15, 16. Die oberen Enden der Schrauben sind stumpf abgerundet und unmittelbar mit einander in Berührung; unter den Anlagen auf dem Malzextrakt befanden sich aber gar nicht selten sehr üppige Bildungen, Taf. XIX. Fig. 9a, b und c, bei welchen der Endverlauf beider Schrauben auseinandertrat und dieselben zangenartig, nach oben verjüngt und ziemlich parallel neben einander hin verliefen.

Jede Anlage ist die Vorläuferin, das Primordium eines Ascus, welcher stets nur am Ende der Schraubenhyphen erzeugt wird. Die letzteren sind Anfangs nichts weiter als plasmareiche Ausstülpungen einer Mycelzelle, welche mit derselben noch in offener Communication stehen; ja dieselbe Mycelzelle kann an ihren beiden Enden je eine oder bei wirtelständigen Anlagen mehrere solcher Ausstülpungen hervortreiben, Taf. XIX. Fig. 9, ferner Fig. 15 und 16a. Bald aber, nachdem das Längenwachsthum vollendet ist, erhält jede der Schraubenhyphen eine Scheidewand und zwar in einem Fall ganz nahe der Basis, im andern verschieden hoch über derselben, Taf. XIX. Fig. 8, 10, 12a, 15a. Dadurch wird ein mehr oder minder langes Endstück von jeder Schraubenhyphe als selbstständige Zelle abgegliedert und zwar ist dieselbe an den beiden in gegenseitige Umrankung getretenen Schrauben von annähernd gleicher Länge, obwohl auch ausnahmsweise einmal die eine Zelle tiefer unten als die andere ihre Scheidewand bekommen kann, Taf. XIX. Fig. 14a.

Mit Abgliederung dieser beiden Zellen ist ein sehr wesentlicher Schritt in der Entwicklung vorwärts gethan und jede Schraubenhyphe in zwei physiologisch ungleichwerthige Elemente getrennt worden: die unteren Theile derselben übernehmen bloss noch die bescheidene Rolle von Trägern sowie die Plasmazufuhr, während die abgegliederten oberen Zellen Geschlechtszellen sind und direkt in die Ascusbildung eintreten.

Es geschieht dies durch den einfachsten Vorgang geschlechtlicher Befruchtung: die Zellen berühren sich an ihren Enden, zuerst an kleiner, dann immer breiterer Stelle und die trennenden Membranen werden vollständig resorbirt. Das Ergebniss ist die unmittelbare Vermischung des beiderseitigen Protoplasmainhalts, mit einem Wort, die Copulation Taf. XIX. Fig. 11, 12, 15b.

Bildung des Ascus; Reifen desselben; Keimung der neu erzeugten Ascosporen. Sofort wird der Erfolg dieser Copulation bemerkbar, denn an der Copulationsstelle bildet sich eine kug-

lige Auftreibung, Taf. XIX. Fig. 13, 14, 15b, die grösser und grösser heranwächst unter fortwährender Aufnahme feinkörnigen Plasmas, bis sie sich endlich als selbstständige Zelle, als junger Ascus, durch je eine Scheidewand von dem schraubigen Theil der ursprünglichen Anlage für sich abgliedert, Taf. XIX. Fig. 15, 16c, dessen Aufgabe als Träger damit noch deutlicher hervortritt. Die Scheidewände des Ascus von seinen Trägern entstehen jedoch nicht immer so, dass ersterer sofort rein kuglige Gestalt annimmt, sondern öfters entstehen die Wände noch ein kleineres oder grösseres Stück unterhalb in den Trägerzellen Taf. XIX. Fig. 16d, und der Ascus rundet sich dann erst späterhin ab. Es ist natürlich, dass die Stellung der Asci am Mycel, entsprechend der Stellung ihrer Primordien, meist einzeln ist oder fast oder ganz wirtelständig zu zwei, drei oder höchstens vier rings um die Axe des Mycelfadens herum. Sämmtliche Asci aber sind morphologisch und physiologisch für sich isolirte Gebilde: jeder einzelne verdankt einer Copulation seine Entstehung und jeder besitzt für sich ein schraubig gedrehtes Trägerpaar, dessen dem Ascus anstossende Zellen nicht selten ihren Durchmesser sehr vergrössern, Taf. XIX., Fig. 15, 16e. Die oben erwähnten üppigen Anlagen auf dem Malzextrakt, deren schraubige Hyphen nach oben zangenartig auseinanderweichen, Taf. XIX., Fig. 9a, b, c, copuliren ebenfalls, wie ich mich überzeugte, in gewöhnlicher Weise durch Berührung an der Spitze und darauf erfolgende Verschmelzung und Anschwellung zum jungen Ascus.

Es dauert ziemlich lange Zeit, bis die Ascosporen innerhalb des Ascus angelegt werden. Hierbei trennt sich das Plasma der Kugel in acht trüb körnige durch lichtere Partien getrennte rundliche Portionen, Taf. XIX., Fig. 17, die sich immer schärfer begrenzen und vor der Reife acht Kugeln vorstellen mit stark glänzendem Kern und hyalinem Hof, Taf. XIX., Fig. 18, aus welchem späterhin die Membranen der Sporen gebildet werden, Taf. XIX., Fig. 19. Den Ascis hängt bis zur Reife das schraubige Trägerpaar an, dessen Hyphen ihren Inhalt verloren haben, während die Membran allmählich sich auflöst, um endlich am vollkommen gereiften Ascus mit keimfähigen Sporen völlig zu verschwinden, Taf. XIX., Fig. 20. Die Asci haben eine dünne, zarte Membran und einen Durchmesser von 12,5—13 Mikr., die gebildeten Ascosporen sind sofort keimfähig und nach deren Aussaat erfolgte der nämliche Entwicklungsgang, wie er eben beschrieben wurde. Der ganze Lebenslauf unseres Pilzes ist also ein sehr einfacher; er beginnt mit Ascis und Ascosporen und schliesst damit, ohne dass sich Conidien oder eine sonstige andere Fructifi-

cation dabei einschaltet. Der Wachstumsprocess geht zudem sehr langsam vor sich, denn von erfolgter Sporenkeimung an bis zur Vollendung neuer keimfähiger Sporen verläuft bei gewöhnlicher Zimmertemperatur ein Zeitraum von vier bis fünf Wochen. Uebrigens ist es ganz erstaunlich, in welcher ungeheurer Menge das aus einer einzigen Spore hervorgegangene Mycelium Sporenschläuche erzeugt.

Variationen in der Gestalt des Primordium. Abnormitäten. Ausser der bisher beschriebenen normalen Art von Ascus- und Sporenproduktion traten bei meinen Culturen in Nährlösung sowohl als auch auf dem natürlichen Nährboden zahlreiche Differenzen und Abnormitäten auf. Zunächst erwies sich in der Cultur das Primordium des Ascus nur wenig formbeständig: es erfuhr sehr häufige Verminderungen in der Zahl seiner schraubigen Umläufe, wie dies aus meinen Abbildungen sofort hervorgeht, ferner trat wohl auch das gänzliche Unterbleiben des Sichumwindens der beiden Anlagehyphen ein, Taf. XIX. Fig. 14, 15 f, 16; die letzteren wuchsen vielmehr dann gerade oder wenig gekrümmt in verschiedener Länge neben einander hin, um schliesslich aber doch in gewöhnlicher Weise die Copulationszellen durch Scheidewände abzutrennen; es erfolgte hierauf ganz regelmässig die Berührung, Verschmelzung und als Resultat der Copulation die Ausbildung eines typischen Sporenschlauches mit acht Ascosporen, Taf. XIX. Fig. 18. Die Trägerzellen solcher Ascii zeigten sich stets bedeutend vergrössert.

Wieder in andern Fällen ereigneten sich jedoch plötzliche Stillstände im Entwicklungsgang. Da geschah es, dass trotz Anlage der Copulationszellen, trotz deren gegenseitiger Berührung die Resorption der trennenden Wand unterblieb, Taf. XIX. Fig. 21, 23 a, dass die beiden Zellen dann abnorm sich vergrösserten, oder dass trotz geschehener Copulation und Ausbildung der Ascuszelle von letzterer die Sporenbildung versäumt wurde. Sie erfüllte sich vielmehr mit wässrigem, vakuolenreichem Inhalt und schwoll zu einem grossen, unförmlichen Sack auf, dessen Membran schliesslich durch Entstehen von Rissen und Austreten der Flüssigkeit erheblich collabirte, Taf. XIX. Fig. 22, 23 b.

Bei der grossen Menge an einem Mycel gebildeter Sporenschläuche liess es sich nicht ermitteln, ob die zuletzt beschriebenen Abnormitäten nur Nachzügler betrafen und auf Erschöpfung des Myceliums zurückzuführen seien; sie müssen aber jedenfalls nur als Folgen eingetretener Störungen in den Ernährungsbedingungen angesehen werden.

Sehr interessant ist eine von mir wiederholt beobachtete aber

doch nur seltene und von der gewöhnlichen Entstehung ganz abweichende Art von Ascus- und Ascosporenbildung. In diesem Falle unterbleibt die Copulation völlig, die Asci sind nicht geschlechtlichen, sondern parthenogenetischen Ursprungs. Diese Entwicklung ist sehr einfach, Taf. XIX. Fig. 24. Man bemerkt einen langen septirten Hyphenast, dessen Zellen nach oben an Durchmesser zunehmen. Die Endzelle schwillt zu einer Kugel auf von der Grösse eines gewöhnlichen Ascus; ihr reichlicher Plasmavorrath erfährt die zur Ascosporenbildung nöthigen Umwandlungen; die Sporen entstehen zu acht und nach erfolgter Reife sind sie von den auf reguläre Weise gebildeten nicht zu unterscheiden, Taf. XIX. Fig. 24 sp. Die Erfüllung meines Wunsches freilich, dieselben rein zu gewinnen, um durch Aussaat festzustellen, in welcher Weise das aus ihnen entstehende Mycel sich verhält und seine Asci anlegt, lag bei der Kleinheit des Gegenstandes ausser dem Bereiche der Möglichkeit. Auch bei dieser Art von Sporenbildung, wo der Ascus also nur einem einzigen langen Tragfaden aufsitzt, tritt der abnorme Fall ein, dass die offenbar zum Ascus bestimmte Endzelle, Taf. XIX. Fig. 25 ganz colossal aufschwillt; ihr Inhalt zeigt sich in wässrige Flüssigkeit und sehr zahlreiche rundliche scharf contourirte Protoplasmakörper gesondert; dieselben gestalten sich aber nicht zu den echten Sporen, sie sind nur gleichsam ein Anlauf zur Sporenbildung.

Name, systematische Stellung und Verwandtschaft. Der beschriebene Pilz stellt eine *Gymnoascee* dar im vollsten Sinne des Wortes; er repräsentirt eine neue Gattung, welcher ich wegen der isolirten Lage und Stellung ihrer Asci den Namen *Eremascus* (von ἔρημος einsam) gegeben habe. Die Art selbst bezeichne ich wegen ihrer Farblosigkeit in allen vegetativen und reproductiven Theilen als *Eremascus albus*.

Zum Studium der Vorgänge an den jüngsten Fruchtanlagen von Schlauchpilzen bietet der *Eremascus* ein ausgezeichnetes Material dar. Hier wird nicht, wie bei andern *Ascomyceten* durch Hyphenansammlung verschiedener Art die Beobachtung erschwert, man kann vielmehr alle Veränderungen ohne Schwierigkeit klar verfolgen. Die Analogie der Formwandlungen an den Primordien von *Eremascus* mit jenen von mir bei *Chaetomium* beschriebenen ist unverkennbar, ebenso muss die Aehnlichkeit sofort in die Augen fallen, welche der Copulationsvorgang und die Stellung des Ascus auf Trägerzellen mit den Entwicklungen darbietet, wie sie bei der Zygosporienbildung von *Piptocephalis Freseniana* nach Brefeld¹⁾, von *Syncephalis cornu*

¹⁾ Schimmelpilze. I. Heft. Taf. 5 u. 6.

nach van Tieghem¹⁾ vorkommen. Die parthenogenetisch erzeugten Asci von *Eremascus* sind den bei *Sporodinia grandis* beobachteten *Azygosporen* vergleichbar. *Eremascus albus* stellt daher eine sehr merkwürdige und zur Zeit einzig dastehende Vermittlung her zwischen den *Mucorineen* und *Ascomyceten*; in ihm liegt zugleich der einfachste Typus eines solchen Schlauchpilzes vor, dessen Sporenschlauch das Produkt eines geschlechtlichen Vorgangs und zwar der Copulation ist. Der ganze Fruchtkörper zeigt sich aber hier auf einen einzigen nackten Ascus reducirt, der auf zwei schraubigen Traghyphen sich befindet.

Demgemäss lautet der Gattungscharakter von *Eremascus*:

„Asci einzeln und nackt; jeder Ascus von zwei schraubigen „Hyphen getragen. Andeutungen eines Peritheciums oder einer „Mycelhülle fehlen.

„Normale Anlage des Ascus durch zwei schraubig in mehreren „Windungen umeinander gedrehte Hyphen, deren Enden als Copulationszellen abgegliedert werden. Nach der Copulation erfolgt endständig eine Anschwellung, welche zum Ascus sich „entwickelt.

„Conidien oder andere Fortpflanzungsarten als durch Asci „sind bei *Eremascus* nicht vorhanden.

III.

Sterigmatocystis nidulans nov. spec.

(Taf. XX. Fig. 7—17. Taf. XXI. XXII.)

Zur Systematik der Aspergilleen. Bevor ich die Entwicklungsgeschichte des eben genannten Pilzes beginne, dürften einige allgemeinere Bemerkungen über die *Aspergilleen*, das heisst über die Gattungen *Sterigmatocystis*, *Aspergillus* und *Eurotium*, nicht wohl zu umgehen sein.

Die Gattung *Sterigmatocystis* ist bekanntlich von Cramer²⁾ aufgestellt worden. Den Hauptcharakter legte derselbe in die Verzweigung, welche von Seite der dem Kopf des Conidenträgers entspringenden Basidien ausgeht. Van Tieghem³⁾, welcher zuletzt in das Genus gehörige Pilze untersucht hat, nennt *Sterigmatocystis* einen *Aspergillus* zweiten Grades, mit dickerem Kopf, mit stärkerem

1) Annal. des sc. nat. Bot. VI. Sér. T. 1. Pl. 3.

2) C. Cramer, Ueber eine neue Fadenpilzgattung *Sterigmatocystis*. Naturf. Ges. in Zürich 1859 und 1860.

3) I. Bull. de la soc. bot. de France. T. 24. 1877. pag. 101. II. ebendas. pag. 206.

Träger und mit zwei Sterigmenlagen. Derselbe fügte den bereits bekannten Arten noch eine Anzahl neuer hinzu, welche er hauptsächlich nach der Sporenfarbe, oder richtiger wohl nach der durch die Sporen hervorgebrachten Farbe der Pilzrasen unterscheidet. Van Tieghem giebt auch an, dass er bei *Sterigmatocystis nigra* und *St. purpurea* nicht bloß die Propagationsform der Conidienträger, sondern auch die Bildung von Fruchtkörpern, welche zuerst Sclerotien seien, beobachtet habe. Aus der ersten Publikation dieses Forschers ist nicht klar ersichtlich, ob seine Beschreibung über die Entstehung der Sclerotien sich auf beide Species gleichmässig bezieht oder nur auf eine derselben, in der zweiten Arbeit wird berichtet, dass sich die Angabe nur auf *Sterigmatocystis purpurea* zu beziehen habe. Hier geht nach van Tieghem der anfangs sclerotiumartige Fruchtkörper ähnlich wie das Perithecium von *Eurotium* aus einem Carpogon hervor, welches sich unmittelbar in eine Hülle, in ein markiges Füllgewebe und in ascogene Zweige differenzirt; letztere entwickeln nach einer Ruheperiode scheibenförmige Ascosporen. Die van Tieghem'schen Mittheilungen bestehen leider im vorliegenden Fall nur in kurzen, abgerissenen Berichten und lassen viele Lücken übrig; sie gehen rasch über den näheren Entwicklungsgang der angeführten Pilze hinweg.

Daher sind unsere gegenwärtigen Kenntnisse von dem Lebenslauf der *Sterigmatocystis*arten, besonders die Frage nach deren Fruchtkörpern, noch durchaus mangelhaft und neuer Untersuchungen bedürftig.

Wilhelm¹⁾ in seiner Dissertation legt auf das Cramer'sche Merkmal von *Sterigmatocystis*, die Verzweigung der Basidien, weniger Werth, insofern als er beide Gattungen *Sterigmatocystis* und *Aspergillus* wieder in die eine *Aspergillus* zusammenbringt, welche nach ihm zwei Sektionen enthält: 1. Conidienträger mit einfachen Basidien, 2. solche mit verzweigten. Wilhelm bezeichnet übrigens die auf dem *Aspergillusköpfchen* stehenden Basidien sammt deren Zuspitzung, welche unmittelbar die Spore trägt, zusammen als Sterigma und schlägt für die Cramer'schen Basidien mit ihren Sterigmaten den Namen „verzweigte Sterigmen“ vor. Ich werde mich dieser Nomenclatur in der Folge anschliessen.

Die Wilhelm'sche Gattung *Aspergillus* unterscheidet sich von der Gattung *Eurotium* hauptsächlich dadurch, dass die Arten der-

1) A. Wilhelm, Beitr. zur Kenntniss der Pilzgattung *Aspergillus*. In. Diss. 1877.

selben Sclerotienbildung eingehen, während *Eurotium* zarte Peritheccien erzeugt mit kontinuierlicher Entwicklungsweise. Freilich sind von verschiedenen *Aspergillus*species Sclerotien bis jetzt noch unbekannt geblieben, dagegen hat sie Wilhelm bei *Aspergillus flavus*, ferner *Aspergillus* (resp. *Sterigmatocystis*) *niger* und *ochraceus* beobachtet. Bei letzterer Art beruht ihre Bildung „einzig und allein auf der Verflechtung und nachträglichen Verwachsung morphologisch vollkommen gleichwerthiger Fadenelemente.“ Nach Brefeld¹⁾ ist bei Anlage der Sclerotien des *Aspergillus* (*Sterigmatocystis*) *niger* eine Differenzirung von Initialfäden in Hüllschläuche und in ascogene Sprosse nicht zu unterscheiden. Weder Wilhelm noch Brefeld wollte es glücken, aus den *Aspergillus*-Sclerotien Asci und Ascosporen heranzuziehen.

Meine eigenen an einer grossen Zahl von *Aspergillus*- und *Sterigmatocystis*-Arten ausgeführten Untersuchungen veranlassen mich, die Einfachheit des Sterigmas (das Wort im Wilhelm'schen Sinn genommen) gegenüber der Verzweigung desselben, derart, dass dasselbe endständig eine kleinere oder grössere Zahl secundärer Sterigmen trägt, an den normalen ausgewachsenen Conidienträgern vieler hierher gehöriger Pilze als constantes und gutes Unterscheidungsmerkmal anzunehmen. Niemals wird man z. B. bei *Aspergillus fumigatus* Fres. die Sterigmen verzweigt finden, niemals wird man an vollkommenen Conidienträgern der am längsten bekannten *Sterigmatocystis*art, *St. antacustica* Cramer (syn. *St. nigra* van Tiegh.) oder an der von mir unten zu beschreibenden *St. nidulans* die Verzweigung der Sterigmen vermissen. In der Regel ist es leicht, ohne besondere Präparation unter dem Mikroskop zu entscheiden, ob man einen mit einfachen oder mit verzweigten Sterigmen versehenen Conidienträger vor sich habe. Im letzteren Fall sieht man, wie es Cramer in seiner Fig. 6 abbildet, um das centrale Köpfchen einen Ring primärer, um diesen einen solchen von secundären Sterigmen, die endlich allseitig von der Sporenmasse bedeckt sind. Die Verzweigung am einzelnen Sterigma blosszulegen, ist bei üppigen Exemplaren allerdings oft ziemlich schwierig; es gelingt aber vollkommen, wenn man durch Schnitte oder ganz einfach durch sanftes Hin- und Herschieben des Deckgläschens die Sterigmen loslöst und isolirt.

Die botanisch-medicinischen Untersuchungen der Neuzeit über pathogene Wirkungen gewisser Schimmelpilze, deren Sporen, sobald

¹⁾ Schimmelpilze H. 4 pag. 134.

sie in die Blutbahn des thierischen Körpers gelangen, daselbst auszuwachsen vermögen, haben das Interesse für *Aspergillus* und Verwandte, um welche es sich dabei mit hauptsächlich handelt, ganz besonders in den Vordergrund gerückt¹⁾. Soviel aber hat sich bei der Cultur pathogener *Aspergillien* herausgestellt, dass eine grössere Anzahl von Arten oder Varietäten zu existiren scheint, als es bisher angenommen wurde. Dieselben weichen durch ihre Farbe, durch die Form und Grösse der Sporen von einander ab, ebenso durch den Bau ihrer Conidienträger, deren Sterigmen öfters verzweigt sind. Ascusfrüchte oder andere Vermehrungsweisen kennt man bei diesen Pilzen nicht, einige Sclerotien ausgenommen, deren Weiterentwicklung aber nicht gelungen ist. Wo Asci vorkommen und später noch entdeckt werden, da dürften sich wohl mancherlei Verschiedenheiten besonders an den Fruchtkörpern herausstellen.

Ich halte es daher für zweckmässig, das alte Formgenus *Sterigmatocystis* auch jetzt noch beizubehalten und stelle den Pilz, zu dessen Beschreibung ich übergehe, in dasselbe; dessen Ascusfrucht gleicht weder derjenigen von *Eurotium* noch den bei *Aspergillus* bisher bekannt gewordenen Sclerotien und seine Conidienträger besitzen ausgesprochen verzweigte Sterigmen.

Vorkommen. Cultur in künstlichen Nährflüssigkeiten. Die *Sterigmatocystis nidulans* war Anfangs Mai auf Nestern von Hummeln, welche ich im Breslauer botanischen Garten gesammelt hatte, in sehr kräftiger Vegetation aufgetreten. Sie bildete zusammenhängende Rasen von zuerst chromgrüner, mit zunehmendem Alter schmutzig grüner Farbe. Gegen den Herbst gelangten die Sporen in einen mit ausgekochter Cohn'scher Bakteriennährlösung²⁾ halb gefüllten grossen Glaskolben, woselbst sie drei zunächst farblose Mycelflocken entwickelten, die an der Oberfläche der Flüssigkeit sich festsetzten und daselbst massenhaft Conidienträger austrieben. Jede Mycelflocke wuchs rasch heran und zeigte dann eine obere gewölbte mit vielen rundlichen Erhabenheiten versehene, von den massenhaft abgefallenen Sporen bedeckte und von ihnen grün gefärbte kreisrunde Fläche mit concentrischem Wachsthum, welches an der Peripherie langsam weiterschritt. Von dieser auf der Nährlösung schwimmenden Fläche ragte das Mycel nach unten verjüngt in dichter farbloser und mit zahl-

1) Mittheilungen des Kaiserl. Gesundheits-Amtes. Bd. I. Berlin 1881. R. Koch, Berl. klin. Wochenschrift. 1881. No. 52.

F. Siebenmann, die Fadenpilze *Asp. flav. niger* und *fumig.* und ihre Beziehung zur *Otomycosis aspergillina*. Mit 3 Taf. Wiesbaden 1883.

2) Vgl. diese Beiträge Band I. Heft 3. pag. 210.

reich ausgeschiedenen Krystallen durchsetzter flottirender Masse schliesslich an sechs Centimeter tief hinein in die Flüssigkeit, bis es den Grund des Kolbens erreicht hatte, Taf. XX. Fig. 7. Die oberflächliche Ausbreitung betrug etwa 4 Centimeter und in diesem Zustande war auch daselbst bereits reichliche Fruchtkörperbildung eingetreten.

Es wurden zahlreiche Neuculturen mit dem Pilze angestellt: theils durch Aussaat der Sporen in Nährtropfen auf den Objektträger, theils in grössere Mengen sterilisirter Flüssigkeit, welche sich in Bechergläsern und Kolben befand. Sowohl für die Massen- als für die Objektträgerculturen dienten Mistdecoct und die Cohn'sche Bakteriennährlösung.

Keimung der Conidiensporen. Wachsthum des Pilzes bei hohen Temperaturgraden. Die Conidien der *Sterigmato-cystis nidulans* sind im Allgemeinen kugelrund, Taf. XX. Fig. 8a; wo dieselben noch in Ketten zusammenhängen, platten sich die mittleren vereinzelt wohl etwas ab, und die obersten in der Kette zeigen sich öfters ein wenig verlängert; die Aussenhaut der Sporen ist äusserst fein punktiert, bleibt aber bei künstlicher Cultur auch ganz glatt; unter dem Mikroskop gesehen, zeigen sie sich schwach gelblichgrün gefärbt. Ihr Durchmesser beträgt im Mittel 3 Mikr. Die Keimung bietet nichts Auffallendes: das Exosporium wird nach geringer Quellung gesprengt und der heraustretende Keimschlauch verlängert, verzweigt und septirt sich zu einem farblosen Mycelium Taf. XX. Fig. 8b, d. und Fig. 9. Das Mycel kann, wie schon erwähnt, eine sehr beträchtliche Ausdehnung erreichen; erst im Alter bräunen sich einzelne Hyphen, verschleimen und Anastomosen sind dann keine Seltenheit.

Das Wachsthum des Pilzes findet sowohl bei gewöhnlicher Zimmer-temperatur als bei hohen Wärmegraden statt; ja letztere sind seinem Gedeihen äusserst förderlich und ich habe die Sporen, frisch gebildete sowohl als bis 18 Monate alte getrocknete, bei 38—42° C. schon nach 20—24 Stunden zur Mycelentfaltung und Bildung von Conidienträgern gebracht. Auch wächst und fruktificirt bei 40° C. das Mycel rasch und üppig weiter, so dass ich versuchsweise das Aufkochen der Cohn'schen Nährlösung behufs Sterilisirung derselben vor der Aussaat unterlassen konnte, weil dann *Bacterium Termo*, welches in dieser Flüssigkeit fast stets vorhanden ist, nicht mehr dem Gedeihen des Pilzes hinderlich wird, sondern in Wärmestarre verfällt. Ich hatte also hier die nämliche Erscheinung, welche bei meinen Versuchen über den Einfluss der Temperatur auf *Bacterium Termo* so auffallend hervorgetreten war: wie damals blieb über 40° C. die

Flüssigkeit klar, aber an Stelle des Bakterium gedieh noch üppig ein Schimmelpilz¹⁾).

Die Untersuchungen von Koch und Gaffky im Kaiserl. Reichsgesundheitsamt sowie diejenigen von Professor Lichtheim haben dargethan, dass verschiedene *Mucor*- und *Aspergillus*arten (resp. auch *Sterigmatocystis*arten) die Eigenthümlichkeit besitzen, bei Temperaturen von 40° C. und darüber ganz vortrefflich zu gedeihen. Diese Schimmelarten erwiesen sich sämmtlich als pathogene und ihre pathogene Wirkung beruht eben mit darauf, dass die Blutwärme deren Vegetation zu Hülfe kommt. Nach dem von mir beschriebenen Verhalten der Sporen von *Sterigmatocystis nidulans* in der Wärme dürfte mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, dass dieser Pilz die Reihe der bis jetzt bekannten pathogenen Schimmelpilze um eine Art vermehren wird.

Versuche über die pathogene Wirkungsweise der *Sterigmatocystis nidulans*.

Zur Zeit, als ich das Manuskript für vorliegende Arbeit bereits abgeschlossen hatte, fehlten mir direkte Impfversuche mit den Sporen des in Rede stehenden Pilzes. Da aber bis zur Vollendung der Tafeln sich der Druck noch etwas hinauszog, beschloss ich durch das Experiment die Lücke auszufüllen und das Ergebniss hier einzuschalten. Herr Professor Neisser hatte die grosse Güte, in meiner Gegenwart im Breslauer pathologischen Institut die nothwendigen Injektionen an Kaninchen vorzunehmen.

Herstellung der zur Injektion verwendeten Conidien-sporen. Am 30. September 1883 füllte ich mehrere Glaskolben

¹⁾ Diese Beiträge Bd. I. Heft 3 p. 220.

Anmerkung. Ich bemerke an dieser Stelle, dass die *Aspergillus*art, welche ich damals über 40° C. in Nährlösung erhielt, nicht, wie irrthümlich angegeben, *Asp. flavus*, sondern *Asp. fumigatus* gewesen ist, was übrigens aus der Beschreibung der Conidienträger und deren Sporen p. 215 von selbst hervorgeht. Die Conidien tragenden Rasen von *Aspergillus fumigatus* Fres. sind, wie dies wohl bei allen *Aspergillus*arten und auch bei *Sterigmatocystis nidulans* der Fall ist, je nach ihrem Alter von ganz verschiedener Farbe; die allerjüngsten des *Asp. fumigatus* sind weiss, später schön himmelblau, dann grünlichgrau und endlich nehmen sie die schmutzige Rauchfarbe an, welche dem Pilz seinen Namen verschafft hat. Ich trocknete bei meinen Versuchen im Jahre 1873 einzelne der erhaltenen Rasen von *Aspergillus fumigatus* und bewahrte sie im Herbarium auf; wenn ich heute diese 10 Jahre alten Sporen in frische Nährlösung bei 40—42° C. aussäe, so sind sie mit voller Sicherheit schon Tags darauf gekeimt und das Mycel bereits zu neuer Fruktifikation gelangt. Gewiss ein interessanter Beitrag zur Frage über die Keimfähigkeitsdauer bei den Schimmelsporen!

zur Hälfte mit Cohn'scher Bakteriennährlösung, kochte dieselbe auf und säete nach dem Erkalten eine sehr geringe Menge von Conidien der *Sterigmatocystis nidulans* auf die Oberfläche der Flüssigkeit. Diese Conidien befanden sich in getrocknetem Zustand und waren nun bereits zwei Jahre alt. Die Kolben stellte ich in den Wärmkasten, dessen Innenraum Tag und Nacht hindurch auf 40 bis 42° C. erhalten blieb. Bereits am folgenden Tag waren die Sporen ausgekeimt, sowohl die an der Oberfläche schwimmenden als die untergesunkenen; es waren Mycelien entstanden, deren Wachstum rasch fortschritt, die auch bereits neue Conidienträger im Centrum zu bilden begannen¹⁾). Nach 5 Tagen überdeckte das Mycel in dichter Ansammlung die ganze Oberfläche der Flüssigkeit, es hatte ausschliesslich nur Conidienträger gebildet und auf diesen wie auf dem Mycel lagerte eine pulvrige Sporenschichte, welche dem Pilzrasen chromgrünes Aussehen verlieh. Diese neu erzeugten Conidien-sporen gaben das Material ab zur Prüfung der *Sterigmatocystis* auf ihre eventuell pathogenen Eigenschaften.

Ich entfernte die Nährlösung, zerrieb die Pilzmasse mit etwas destillirtem Wasser, goss das trübe Gemenge durch ein reines Tuch und beseitigte auf diese Weise alles Mycelium, so dass nur Sporen in der Flüssigkeit vorhanden waren. Die letztere zeigte schmutzig gelbgrüne Farbe, war undurchsichtig und ihre Menge betrug 15 Gramm. Ich theilte sie in zwei Portionen, deren eine A 10 Gramm, die zweite B nur 5 Gramm mass, und zum Zweck der Einspritzung sowie der möglichst gleichmässigen Vertheilung der Sporen innerhalb des Thierkörpers erfolgte darauf mittelst destillirten Wassers noch eine weitere Verdünnung der beiden Theile auf je 30 Gramm Flüssigkeit. In A waren demnach doppelt so viel Sporen wie in B enthalten.

Injektion mit den Sporen. Krankheiterscheinungen an den Thieren. Tod derselben. Am 5. October Mittags wurde A einem weissen, B einem schwarzen Kaninchen in die *vena jugularis* vorsichtig eingespritzt.

Die Thiere befanden sich nach der Operation anscheinend ganz wohl; sie frassen und erst am andern Tag hatten sie mit grosser Athemnoth zu kämpfen, welche jedoch weiterhin geringer wurde; ja am zweiten Tag waren beide Kaninchen vollständig munter und es schien, als ob sie die Injektionen ohne Schaden überstehen würden.

¹⁾ Die innerhalb der Flüssigkeit schwimmenden Mycelflockchen erreichen zwar beträchtliche Grösse, fruktifizieren aber niemals; erst wenn sie sich auf der Oberfläche festsetzen, fangen sie an, Conidien zu entwickeln.

Am 8. October Morgens befand sich aber das schwarze Kaninchen in hochgradig verfallenem Zustand, es zeigte sich gänzlich entkräftet, fiel um und gegen 11 Uhr war der Tod unter starken Krampfanfällen eingetreten. Das weisse Kaninchen schien an demselben Tag Morgens noch ganz wohl zu sein, gegen Mittag jedoch erfolgte rascher Nachlass der Kräfte, um 3½ Uhr Nachmittags verendete es unter lauten Klageönen und unter krampfhaften Zuckungen.

Der letale Ausgang erfolgte also, vom Beginn der Injektion an gerechnet, bei den zwei Thieren nach annähernd drei Tagen; das schwarze Kaninchen, welches nur die Hälfte der dem weissen Thiere beigebrachten Sporenmenge erhalten hatte, starb dennoch 4½ Stunden früher als letzteres, ein Umstand, der wohl auf die grössere Widerstandsfähigkeit des weissen Kaninchens, welches ein sehr kräftiges Thier war, zurückzuführen sein dürfte.

Sektionsergebnisse. Die Kaninchen öffnete ich sofort nach erfolgtem Tode. Beide zeigten sehr starke Affektionen der Lunge, Emphysem und zahlreiche Infarkte daselbst; die Leber war mit einzelnen weisslichen Pünktchen und Streifen durchsetzt, ebenso das Peritonäum, welche aus spärlichen Pilzmycelien bestanden; in Milz, Herz, Gehirn und dessen Häuten konnte ich kein Mycel auffinden, ebensowenig am Magen und an den Därmen. Die Nieren dagegen waren vergrössert und über und über mit weissen Heerden bedeckt, welche auch auf dem Durchschnitt zahlreich hervortraten. Diese weissen Stellen von verschiedener Grösse ertheilen den Nieren ein sehr charakteristisch geflecktes Aussehen und unter dem Mikroskop erwiesen sie sich als sämmtlich bestehend aus Pilzmycel: lange Hyphen mit Scheidewänden und zahlreichen Verzweigungen, oft in dicke Büschel durcheinander verflochten; die Enden der Hyphen meist knorrig hin und hergebogen oder auch in verschiedenen Formen aufgetrieben.

Es konnte wohl kaum zweifelhaft sein, dass dieses Mycelium den in die Blutbahn gebrachten Conidiensporen der *Sterigmatocystis nidulans* zugehöre. Die Sporen waren demnach wirklich im Thierkörper in Masse zur Keimung gelangt, sie hatten ein Mycel gebildet und dieses hatte sich vor Allem in den Nieren festgesetzt, ein Resultat, wie es ganz ähnlich bei den Versuchen von Koch und Gaffky mit andern *Aspergillus*arten eingetreten war. So viel und schön sich aber auch Mycelium in den Nieren entwickelt hatte, so zeigte sich dasselbe doch stets nur steril, an keiner Stelle war die Bildung von Conidienträgern innerhalb des Körpers vor sich gegangen.

Ich füge noch hinzu, dass ich auch den Urin des zuerst verendeten schwarzen Kaninchens auf etwaigen Eiweissgehalt untersuchte:

derselbe war ganz schwach gelblich gefärbt, vollkommen durchsichtig, beim Erwärmen bis zur Kochhitze trübte er sich aber sehr bedeutend und die entstandene weisse Fällung verschwand nicht auf Zusatz von Essig- und Salpetersäure.

Cultur von Conidienträgern aus dem in den Nieren befindlichen Mycelium. Um aber den endgültigen Beweis zu liefern, dass die Mycelien auch wirklich diejenigen der *Sterigmatocystis nidulans* seien, mussten dieselben unbedingt zur Fruktifikation gebracht werden. Ich schnitt zu diesem Zweck, dem Verfahren der oben genannten Forscher folgend, die Nieren in kleinere Stücke, legte dieselben auf Objektträger in sterilisirte *Agar-Agar*-Gallerte und brachte sie auf Gestellen unter der Glasglocke in den Wärmekasten bei einer Temperatur von 40—42° C. Nach Verlauf von 12 Stunden wuchs aus jedem der Nierenstückchen das Mycel allenthalben in Gestalt farbloser Fäden und Bündel heraus, nach 24 Stunden begann es überall zu fruktificiren, nach zwei Tagen waren sämtliche Stücke völlig verschimmelt, und allein nur bedeckt von den Conidienträgern und von den zahllosen Sporen der *Sterigmatocystis nidulans* in Form schmutzig chromgrüner staubiger Ueberzüge.

Die Zugehörigkeit des Mycels in den Nieren zum Pilze sowie die Thatsache war damit festgestellt, dass die *Sterigmatocystis nidulans* den pathogenen Schimmelarten sich anreicht, dass ihre Sporen im Körper keimen und ein ziemlich grosses Mycel erzeugen können, dessen verderbliche Wirkung auf den Organismus durchaus nichts derjenigen des *Asperg. fumigatus* u. s. w. nachgiebt.

Ich gehe nun dazu über, die Conidienträger des Pilzes selbst und deren Entwicklung einer näheren Besprechung zu unterziehen.

Conidienfruktifikation der *Sterigmatocystis nidulans*.

Farbe der Conidien und der Conidienträger. Entstehung und Bau der letzteren. Wie oben erwähnt, hat man es an der Hand, mit Hilfe jener ungewöhnlich hohen Wärmegrade, welche andere pflanzliche Organismen tödten würden, in weniger als 24 Stunden ein Mycel und neue Conidienträger aus den Sporen der *Sterigmatocystis nidulans* hervorzubringen. Die ersten Conidienträger mit ihren Sporen erscheinen dem blossen Auge von weisslich grauer Farbe, welche aber bald in grün, resp. chromgrün (= Zinnobergrün) übergeht. Diese Farbe herrscht eine Weile im Centrum des Mycelflöckchens, wird aber schliesslich unrein und weicht einem schmutzigen Grün, während rings an der Peripherie noch junge zunächst weissgraue Conidienträger angelegt werden. Bei reichlicher Nahrung kann

es dann zur Bildung einer zweiten Conidienträgerschicht über der ersten auf der ganzen Myceloberfläche kommen, so dass Farbenschattirungen entstehen, und endlich habe ich an etwas älteren Mycelien gesehen, dass deren Conidienmasse, besonders wenn sie bei mangelhaftem Lichtzutritt erzogen wurde, von Grün ins Gelbliche sich verfärbte. Gegen das Ende der Conidienträgerbildung wurden in meinen Culturen die Pilzrasen sehr häufig von mehr oder minder ausgedehnten schneeweissen, zarten und nur höchst spärlich fruktificirenden Luftmycelien überzogen.

Die Anfänge der Conidienträger erheben sich als kräftige farblose Ausstülpungen des Mycels senkrecht von demselben in die Höhe. Nach Beendigung ihres Längenwachstums schwellen sie an der Spitze zu einer nicht grossen runden Blase auf, deren Durchmesser denjenigen des übrigen Theils der Träger-Hyphe höchstens nur um das Doppelte übertrifft. Auch die Länge des Conidienträgers, an und für sich zwar sehr wechselnd, ist im Verhältniss zu andern verwandten *Sterigmatocystis* und *Aspergillus*arten nur gering; der *Sterigmatocystis nigra* oder *sulphurea* Fres. z. B. gegenüber sind die Conidienträger unserer *St. nidulans* als wahre Zwerge zu bezeichnen. Weitaus die grössten erwachsen auf dem ursprünglichen Fundort, dem Hummelnest, sie massen bis zu 0,6—0,8 mm. in der Länge, 8—10 Mikr. in der Breite und zeigten sich durchweg gerade und steif aufgerichtet; die Conidienträger in künstlichen Nährlösungen dagegen wurden gewöhnlich nur halb oder ein Drittel so lang und waren fast immer mit welligen Biegungen versehen, Taf. XX. Fig. 11, 12, Taf. XXI. Fig. 1 und Taf. XXII. Fig. 8. Auf dem flüssigen Nährboden entstanden auch häufig Verzweigungen der Conidienträger, Taf. XX. Fig. 11.

Als Einleitung zur Sporenbildung bemerkt man an dem oberen Theil des Köpfchens äusserst feine bläschenartige Hervortreibungen auf sehr dünnen Stielchen aufsitzend, Taf. XX. Fig. 10b. Dieselben verlängern und verbreitern sich darauf und werden kurze cylindrische Schläuche oder mit andern Worten die Basalzellen der verzweigten Sterigmen, Taf. XX. Fig. 10c, Taf. XXII. Fig. 7. Rings um den oberen Theil des Köpfchens bilden sie einen ersten Kranz von Hyphen und der zweite kommt alsbald ebenfalls zum Vorschein, indem auf jeder einzelnen Basalzelle endständig in gleicher Höhe mehrere neue Zellen mit feiner Zuspitzung, dem unmittelbar sporentragenden Theil, entwickelt werden. Damit ist die Bildung der sogenannt verzweigten Sterigmen vollendet, Taf. XX. Fig. 10a, Fig. 11 u. 12.

Um diese Zeit sind die Conidienträger noch farblos, sie haben jedoch ihre Wandung bereits stark verdickt und besitzen deutlich doppelte

Contouren. Ausserdem beginnen sie sich zu bräunen und zwar vom Kopf angefangen nach abwärts, so dass der Basaltheil längere Zeit, wohl auch immer, ungefärbt bleibt. Die Farbe dieser reifenden Conidienträger ist jedoch kein reines Braun, sondern mit einer ganz schwach röthlichen Beimischung; wenn ich Radde's internationale Farbenskala¹⁾ zu Hülfe nehme, so würde das Braun auf Carton 11 No. 33 sub n hierher gehören. Das Köpfchen des Conidienträgers ist jetzt nicht mehr kugelrund wie zu Anfang, seine obere Fläche wird vielmehr besonders bei den kürzeren Conidienträgern der künstlichen Cultur durch die Last der Sterigmen herabgedrückt und es nimmt in Folge dessen mehr oder weniger deutlich rundlich dreiseitige Gestalt an, Taf. XX. Fig. 10a, Fig. 11, Taf. XXII, Fig. 8. Die Sterigmen bleiben farblos, nur im Alter, wo sie nicht selten unförmig blasig aufschwellen, bräunen sie sich mitunter ebenfalls. Alle die zahlreichen Zweiglein der Sterigmen schreiten rasch zur succedanea Sporenabschnürung, ein Vorgang, der nach dem bekannten analogen bei *Penicillium* oder *Aspergillus* und nach meinen Abbildungen einer näheren Erläuterung nicht bedürftig ist. Die Sporenbildung ist bei *Sterigmatocystis nidulans*, Dank der zahlreichen Sterigmenzweige, äusserst ergiebig; jeder Zweig ist im Stande, eine Kette von 30 und mehr Sporen hervorzubringen, Taf. XX. Fig. 10a. Die kleinen in Nährlösungen künstlich gezüchteten Conidienträger geben an Reichthum der Sporenproduktion den längeren natürlich gewachsenen kaum etwas nach und gewähren nun einen sehr zierlichen Anblick. Sowohl die Sporen der einzelnen Ketten als die Ketten unter einander haben die Eigenschaft, sehr fest zusammenzukleben und es ist ganz erstaunlich, wie es möglich sein kann, dass die kleinen Conidienhyphen die Masse der verzweigten Sterigmen sowohl wie das Gewicht der Sporen zu tragen im Stande sind; die meisten allerdings werfen ihre Last bald ganz bald theilweise ab oder fallen unter der grossen Bürde zusammen.

Die gesammten verkitteten Mengen der Sporenketten jedes Köpfchens besitzen eine für die Art sehr charakteristische Gestalt, Taf. XX. Fig. 10a. Anfangs divergiren die erzeugten Sporen am Conidienträger, Taf. XX. Fig. 10a, Fig. 11, später aber steigen sämmtliche Ketten gerade oder schwach gebogen in die Höhe, so dass sie insgesamt die Form eines mehr oder weniger schlanken Cylinders annehmen, Taf. XX. Fig. 10a. Die Sporenmassen findet man so nach dem Abwerfen von ihrem Träger als undurchsichtige dicke Würstchen zahlreich auf dem Mycel umherliegen. Taf. XX. Fig. 8c.

¹⁾ Verlag der stenochromatischen Anstalt von Otto Radde, Hamburg.

Unregelmässigkeiten an den Conidienträgern. Ausser den bisher beschriebenen normalen Conidienträgern findet sich aber bei der Cultur des Pilzes eine Menge von abnormen und zwerghaften Bildungen ein, in ähnlicher Weise, wie sie de Bary bei *Aspergillus glaucus* beobachtet hat, Taf. XX. Fig. 12—16. Hier wird die Zahl der Sterigmen gewaltig reducirt und man kann bei unserer *Sterigmatocystis* in Folge des lichten Standes die Verzweigung jedes einzelnen derselben sehr gut unterscheiden. Oft verlängern sich solche Sterigmen abnorm, öfters sieht man sie unter sich anastomosirt, Taf. XX. Fig. 13, was übrigens in normalen Zuständen wohl auch sonst vorkommen mag. In allen Fällen bleibt die Sporenerzeugung solcher abnormer Conidienträger nur sehr geringfügig.

Bei der Cultur kommen ferner nicht selten Störungen in der Entwicklung von Conidienträgern dadurch vor, dass dieselben umgeworfen und in der Flüssigkeit untergetaucht werden; dann vermögen die Sterigmen in sparrige gewöhnliche Mycelfäden auszuwachsen. Nicht selten beobachtet man auf einem primären Köpfchen das Entstehen secundärer Conidienträger, welche es auch vereinzelt bis zur Sporenbildung bringen können. Taf. XX. Fig. 17 stellt eine solche abenteuerliche Bildung dar.

Die Fruchtkörper der *Sterigmatocystis nidulans*.

Vorkommen der Fruchtkörper. Beschaffenheit derselben sowie ihrer Umhüllung im erwachsenen Zustand. Wie erwähnt, zeigten die ausgewachsenen Mycelflocken in der Nährlösung auf ihrer fruktificirenden Oberfläche eine Menge kleiner oder grösserer rundlicher Erhabenheiten; diese sind es, unter welchen die Fruchtkörper nebst deren Anlagen verborgen stecken.

Anfangs findet man sie von einer locker verflochtenen Myceldecke überwuchert, welche nach aussen in dichtem Gewühl von Conidienträgern besetzt ist, Taf. XXI. Fig. 1; mit dem Grösserwerden der Fruchtkörper dagegen wird diese Decke auseinandergedrängt und dafür kommt ein hell gelblich weisses rundliches Häufchen mehr und mehr zum Vorschein.

Die Fruchtkörper der *Sterigmatocystis nidulans* befinden sich nicht frei in oder auf dem Mycelium, sie sind vielmehr selbst wieder nestartig in eine ganz eigenthümlich gebaute Umhüllung eingesenkt, Taf. XXI. Fig. 1 und 7.

Diese Hülle wird aus einer grossen Menge kurz und zahlreich verästelter vom übrigen Mycel scharf differenzirter Hyphen hergestellt, deren sämtliche Endverzweigungen die Form auffallend stark

verdickter Blasen annehmen, Taf. XXI. Fig. 6a—d. Bald ist die Gestalt dieser Blasen kugelförmig, bald oval, bald mehr in die Länge gezogen; die Membranverdickung derselben wächst mit dem Ansreifen und lässt dann nicht selten Schichtenbildung erkennen. Stets bleibt an demjenigen Theil der Blasen, wo dieselben ihrem Tragfaden ansitzen, die Verdickung aus; dagegen befindet sich hier eine offene mehr oder weniger breite Kommunikationsstelle, welche nur selten durch eine zarte Membran tüpfelartig abgeschlossen wird. Die fertigen Blasen besitzen einen Durchmesser von 16—19 Mikr. und die Wandverdickung kann bis 4 Mikr. stark sein. Während die Blasen, sobald sie in Haufen beisammen liegen, gelblich gefärbt erscheinen, ist jede einzelne derselben unter dem Mikroskop vollkommen farblos; die verdickte Wand besitzt starken Glanz und zeigt auf ihrer dem Zelllumen zugekehrten Seite unregelmässige Zacken und Vertiefungen, Taf. XXI. Fig. 6b und d. Mit Salzsäure quillt sie bis zum Verschwinden des inneren Zellraums, auf Zusatz von Chlorzinkjod erfolgt ebenfalls Quellung, dabei Bräunung des Inhalts der Blase, aber Farblosbleiben der Membran derselben.

Im Centrum dieser seltsamen und sehr locker gehäuften Blasenmasse von höchst charakteristischem Ansehen findet man den Fruchtkörper eingebettet und zwar in jeder Gruppe stets nur einen einzigen. Wenn derselbe bereits gross geworden ist, kann man ihn unter dem Präparirmikroskop leicht frei bekommen, einfacher noch, sobald man durch Reiben zwischen Daumen und Zeigefinger die Hülle mechanisch abreibt. Man erhält dann ein sehr kleines, kohlschwarzes, rundliches Kügelchen, dessen Durchmesser im reifen Zustand 0,2 bis höchstens 0,3 mm. beträgt.

In dem Kolben mit Cohn'scher Nährlösung befand sich während des September und October 1881 die Fruchtkörperbildung der *Sterigmatocystis nidulans* in vollstem Gange: die centralen Theile der Mycelfläche waren mit ausreifenden, die peripherischen mit jungen und jüngsten Fruchtkörpern sowie mit den ersten Anlagen derselben reichlich durchsetzt. Die letzteren zu isoliren, sie von den anhängenden fremden Bestandtheilen frei zu bekommen, erforderte allerdings einen sehr grossen Aufwand an Geduld und Mühe; es wurden für diesen Zweck zunächst unter dem Präparirmikroskop mit scharfer Lupe diejenigen Stellen aus dem Mycelium losgelöst, welche die Blaszellen erkennen liessen; nach vorsichtigem Auseinanderbreiten der letzteren ergab dann die Beobachtung mittelst starker Vergrösserung, ob der richtige Zustand getroffen war.

In erwähnter Herbstzeit gelang mir die Neuerzeugung von Frucht-

körpern wiederholt nach Aussaat der Conidien sporen in grössere Mengen Nährflüssigkeit, so dass ich Material genug besass, um alle wesentlichen Details der Entwicklung studiren zu können. Meine späteren und neuerdings erst wiederholten Bemühungen zur Wiedergewinnung der Fruchtkörper blieben dagegen erfolglos; ich erhielt nur Conidienträger des Pilzes trotz aller Variationen sowohl in Bezug auf Ernährung, auf die Consistenz des Nährbodens, als auf den Zutritt oder Abschluss der Luft und dergleichen. Es scheint also, dass die *Sterigmatocystis nidulans* gleich so vielen andern Schimmelpilzen nur selten, durch unbekannte Umstände veranlasst, zur Erzeugung ihrer Ascusfrüchte übergeht; hat sie es aber einmal gethan, so scheint auch diese Vermehrungsweise einige Zeit hindurch ergiebig anzuhalten.

Ich gehe über zur Schilderung der Entwicklungsgeschichte des ganzen Fruchtapparates.

Entstehung der Blasenhülle. Erste Bedingung für das Inslebentreten der Fruchtkörper bleibt immer die Gegenwart der umhüllenden Blaszellen, ohne welche ich jene niemals angetroffen habe; sie stellen eine Art von schützendem Bett dar, in dessen Innerem tief verborgen die winzige Anlage vor sich geht.

Die Blasenhülle kommt in folgender Weise zu Stande. An zahlreichen Stellen des älteren Mycels, welches bereits reichlich Conidienträger entwickelt hat, entstehen durch Neusprossung feine Hyphen, die sich in Kürze vielfach verzweigen, sehr häufig miteinander und mit den übrigen Mycelzellen anastomosiren, vollkommen farblos und aufs reichlichste mit Protoplasma angefüllt sind. Die Hyphen, eine Art secundären Mycels, kriechen nach allen Richtungen unter Verästelung über die älteren Mycelfäden hin und an den Stellen, wo sie Anastomosen eingehen, beginnt eine sehr rasche und äusserst dichte Aussprossung, Taf. XXI. Fig. 2a. Diese zuletzt ausgesprossenen Hyphen bleiben durchweg kurz, anastomosiren mit dickeren älteren Mycelfäden und ersetzen das fehlende Wachsthum in die Länge durch ihre vielfachen Theilungen in Seitenäste, Taf. XXI. Fig. 3.

In kürzester Frist hat sich auf diese Weise ein dicht verwobener rundlicher oder länglicher, lokal für sich abgegrenzter Hyphenknäuel entwickelt, Taf. XXI. Fig. 4; die Endverzweigungen desselben nehmen allseitig unter Aufschwellen Blasengestalt an, während sie anfangs noch dünne zarte Membran besitzen und prall mit feinkörnigem Protoplasma angefüllt sind, Taf. XXI. Fig. 5. Dieser Plasmavorrath dient nun weiter zur Ausbildung der Membranverdickung, welche unter gleichzeitiger Vergrößerung der Blase successive nach Taf. XXI. Fig. 6a—d angelegt wird. Die meisten Blasen in je einem Knäuel

wachsen gleichzeitig heran, jedoch werden immer noch eine Zeit lang junge in grösserer Anzahl nachgeschoben.

Die Primordialanlage der Fruchtkörper. Entwicklungsgeschichte der letzteren. Mitten in jedem solchen blasigen Hyphenknäuel, deren viele gleichzeitig auf dem Mycel entstehen, geschieht nun, wie schon erwähnt, die Erzeugung je eines Fruchtkörpers. Dessen Anlage, von winziger Kleinheit und Feinheit, muss aus ihrer umfangreichen Verpackung erst förmlich herausgeschält und blossgelegt werden. Zum Glück färben sich die jüngsten Zustände schon sehr bald schwach gelblich und unterscheiden sich sowohl dadurch als durch ihre Formgestaltung von dem umkleidenden in diesem Zustand völlig farblosen Geflecht der Blasenhülle.

Die Anlage des Fruchtkörpers beginnen zwei Hyphen eines zarten Mycelfadens, deren eine gerade und kurz bleibt und endständig aufschwillt, während die andere sich jener anschmiegt, sie schraubig umwächst und an ihrer Spitze sich in Gestalt lappiger Aussackungen über die Anschwellung verbreitet, Taf. XXI. Fig. 8 und 9. Die ganze Anlage vergrössert sich hierauf etwas, streckt sich in die Länge und zeigt dann ein kugliges Köpfchen und einen langen aus den zopfartig verflochtenen Primordialhyphen bestehenden Stiel, Taf. XXI. Fig. 9. Jene Hyphe, welche anfangs die andere umrankt hatte, fährt fort, sich auf der Oberfläche letzterer zu verzweigen und zu septiren, so dass diese sammt ihrer endständigen Aufschwellung, die, wie mir vorkam, als besondere Zelle abgegliedert wird, bald vollständig von einer pseudoparenchymatischen Hülle, einer Rinde, eingeschlossen ist, Taf. XXI. Fig. 10 im optischen Durchschnitt, Fig. 12 bis 14. In diesem Zustand zeigt sich die Farbe der Anlage bereits schwach hellgelblich und zwar wird diese Farbe nur durch die Rinde hergebracht. Die ganze Grösse des Gebildes ist so gering, dass sie noch nicht einmal dem Durchmesser einer einzigen der ausgewachsenen verdickten Blasenhüllzellen gleichkommt. Taf. XXI. Fig. 12. stellt eine Anlage dar, die ausnahmsweise stiellos und sitzend geblieben ist, während sonst an der nun bald eintretenden raschen Vergrösserung des jungen kugelrunden Fruchtkörpers auch der Stiel theilnimmt, welcher einige Zeit eben so lang oder länger erscheint wie jener selbst und in eine Anzahl isodiametrischer Zellen getheilt wird, Taf. XXI. Fig. 14. An älteren Fruchtkörpern konnte ich dagegen vom Stiel nichts mehr bemerken.

Die pseudoparenchymatische Rinde färbt sich jetzt intensiver gelb, dieselbe bleibt jedoch stets nur ein- oder zweischichtig, überzieht allseitig den jungen Fruchtkörper und scheint sich nicht weiter an den morphologischen Vorgängen im Innern desselben zu betheiligen.

Was diese betrifft, so ist die Untersuchung darüber mit äusserster Schwierigkeit verknüpft. Bei richtiger Einstellung des Mikroskops erkennt man, dass der Innenkern grösser und vielschichtiger geworden ist, Taf. XXI. Fig. 11 (im Durchschnitt); es sieht nicht darnach aus, als ob die aufgeschwollene Endzelle der ursprünglich umwundenen Hyphe sich verzweige oder sonst beim Aufbau des Fruchtkörpers irgend welchen Antheil nehme; sie dürfte sich vielmehr auflösen und ist daher sehr bald spurlos verschwunden. Weit mehr spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die unterhalb dieser Endzelle sich befindenden Zellen der umwundenen Hyphe lebhaft aussprossen und dass so der Innenkern des Fruchtkörpers erzeugt resp. vergrössert wird.

Dieser Kern ist vollkommen farblos; bei Druck auf junge Fruchtkörper und vorsichtigem Zersprengen derselben tritt er heraus und man bemerkt, dass er aus einem durchaus gleichartigen und sehr zarten Geflecht verzweigter, stellenweise aufgetriebener, dann wieder verengter Fäden besteht, an welchen das Erkennen von Scheidewänden durch das stark lichtbrechende Plasma verhindert wird, Taf. XXII. Fig. 1. Dieser Kern füllt allein den ganzen Innenraum aus, er ist ein Bestandtheil des Fruchtkörpers für sich ebenso wie die Rinde, welche mit dem Wachsthum des Kerns gleichen Schritt einhält. Deren Zellen theilen sich äusserst reichlich, sie werden mit der Vergrösserung allmählich wellig verbogen und ungleichartig verlängert; ihre Membranen verdicken sich und erhalten dunklere Färbung. Auch die Schutzhülle, die Masse der verdickten Blasenellen, wird noch ausgedehnt; sie erhält aber den Fruchtkörper stets völlig in sich eingeschlossen; die ganze Anlage gewährt das Bild, wie ich es in Taf. XXI. Fig. 1 und 7 aufgezeichnet habe.

Nicht blos morphologisch, auch chemisch nachweisbar erleiden jetzt die Hyphenelemente des Fruchtkörpers Veränderungen, welche weder an der Blasenhülle, noch an den gewöhnlichen Mycelfäden, noch an den Conidienträgern der *Sterigmatocystis nidulans* stattfinden. Eine sehr merkwürdige, bis jetzt meines Wissens einzig in ihrer Art dastehende Reaktion kann nämlich von dem Zustande des Fruchtkörpers, in welchem er sich Taf. XXII. Fig. 1 befindet, bis zu seiner Reife stets mit Sicherheit vorgenommen werden.

Der ganze farblose Innenkern des Fruchtkörpers sammt der ihn überziehenden Rindenschicht färbt sich auf blossen Zusatz von Ammoniak oder Kali in seiner gesamten Masse prachtvoll himmelblau. Die blaue Farbe wird durch Säurezusatz im Ueberschuss z. B. Essig- oder Salzsäure in roth umgewandelt.

Der Stoff, welcher mit Alkalien die Blaufärbung annimmt, ist in diesen sowohl als in Säuren löslich, denn es fliesst nach deren Hinzufügung ein blauer resp. rother Flüssigkeitsstreifen von dem Fruchtkörper aus. Welcher chemischen Gruppe mag aber wohl dieser eigenthümliche Körper angehören? Bei der Kleinheit des Gegenstandes und der relativ geringen mir zur Verfügung stehenden Menge konnte ich darüber zu keiner Entscheidung gelangen. Doch tritt dieser anfangs sowohl in dem farblosen Geflecht des Innenkerns als in der Rinde gleichmässig verbreitete und nur mit Hülfe von Reagentien nachweisbare Stoff mit vorschreitender Ausbildung des Fruchtkörpers bald sichtbar hervor: er concentirt sich nämlich mehr und mehr in der Wandung des Fruchtkörpers, welche schliesslich dunkel purpurfarben, endlich fast schwarz wird, sowie später in den Sporenschläuchen, wo er sich zuletzt in den Ascosporen ansammelt, welche nach erfolgter Reife schöne Purpurfarbe besitzen.

So schnell auch verhältnissmässig der Fruchtkörper sich entwickelt, so erfährt doch sein Wachsthum, wenn er den Durchmesser von etwa 0,1 mm. überschritten hat, einen bemerkenswerthen Stillstand oder wenigstens eine beträchtliche Verzögerung: er scheint eine Art von kurzem Sclerotialzustand durchzumachen. Die Blasenhülle zeigt sich nun dem blossen Auge mit gelblich weisser Farbe, sie beginnt sich sehr zu lockern und zu vertrocknen, auch erhebt sie sich bis an die Oberfläche des Pilzrasens und kann leicht völlig von dem Fruchtkörper isolirt werden.

In diesem selbst beginnt allmählich die Ausbildung der Sporenschläuche und das Heranreifen der Ascosporen, beides jedoch nur sehr langsam und ungleichmässig, so dass in dem nämlichen Fruchtkörper stets alle Zustände vom eben sich differenzirenden Ascus bis zur bereits fertigen Spore neben einander zu finden sind. Auf dünnen mit Hülfe von Paraffin oder besser von Glycerin gallerte angefertigten Querschnitten zeigen solche Fruchtkörper, welche jetzt die Eigenschaft heranreifender Peritheciën erlangt haben, die folgenden Bestandtheile, Taf. XXII. Fig. 2. Ringsum an der Peripherie befindet sich die zwei-, an einzelnen Stellen dreischichtige und ziemlich stark verdickte Peritheciumwand von dunkel schwarz rother Farbe, davon scharf abgegrenzt besteht der innere Theil aus dicht zusammengedrängten Elementen von sehr verschiedener Gestalt. Neben dünneren Hyphen liegen eckige und rundliche, grössere und kleinere Zellen und daneben sieht man heranreifende Sporenschläuche, endlich solche, in welchen die acht Ascosporen bereits vollständig ausgebildet sind, Taf. XXII. Fig. 2. Die reife Peritheciumwand des Pilzes, von oben

gesehen, besitzt in Folge des welligen Verlaufs ihrer Zellen und deren ungleichmässiger Verdickung ein eigenthümliches Ansehen, Taf. XXII. Fig. 3. Man sieht die Membranverdickungen nur streckenweise und öfters gegabelt verlaufen, dann hören sie plötzlich auf und erst bei tieferer Einstellung gelingt es, ihnen weiter zu folgen. Oeffnet man ein Perithecium des Pilzes, in welchem bereits die Ascosporenbildung ihren Anfang genommen hat, um über die nähere Entwicklung derselben ins Klare zu kommen, so findet man das Innengewebe, im Gegensatz zu den verhältnissmässig noch mehr gleichmässigen Fäden in Taf. XXII. Fig 1 bedeutend angeschwollen und sehr reichlich verzweigt, auf den Enden aller Zweige entstehen zahlreiche kuglige Hervorwölbungen, welche direkt die Erzeugung der Sporenschläuche einleiten, Taf. XXII. Fig. 4. Sämmtliche Verzweigungen strecken sich schliesslich in Traghypphen, von welchen kurze Seitenäste ohne erkennbare Ordnung ausgehen, die sich zu Ascis differenziren. Die letzteren sind fast sitzend, eiförmig, im Durchmesser von 10,5—11 Mikr.; sie befinden sich an demselben Tragfaden in verschiedenen Zuständen der Ausreifung. Taf. XXII. Fig. 5 zeigt solche Ascis, deren Entwicklung theilweise noch weit zurück ist, während andere bereits zur Sporenbildung übergegangen sind, die bei a schon vollendet wurde.

Es erfordert eine Zeitdauer von vielen Wochen, bis der Innenraum eines Peritheciums vollständig seine sämmtlichen Ascis zur Reife gebracht hat. Auch bleibt der Fruchtkörper dabei stets allseitig geschlossen, so dass erst nach Zerstörung der Peritheciumwand die Ascosporen ihre Freiheit erlangen können.

Die Schlauchsporen der *Sterigmatocystis nidulans*. Keimung derselben, Mycelbildung und Entstehung neuer Conidienträger. Die reifen Schlauchsporen sind von schwach ovaler Gestalt, glatt, mit starker purpurfarbener Aussenhaut versehen. In der Länge messen sie 5, in der Breite 4 Mikr. Wenn man sie in Nährlösung auf dem Objektträger aussät, ein Versuch, den ich zur Beschleunigung des Resultats bei einer Temperatur von 20—25° C. vorgenommen habe, so beginnen sie nach 24 Stunden ihre Keimung. Eingeleitet wird dieselbe durch eine beträchtliche Quellung, wodurch die purpurfarbene Aussenhaut, deren Farbe dabei allmählich mehr in Violett übergeht, mitten durch in zwei Halbkugeln auseinandergesprengt wird, Taf. XXII. Fig. 6. Zwischen diesen dringt der Keimschlauch heraus, der sich verlängert, verzweigt und zu einem Mycelium entwickelt. Es ist ein günstiger Umstand, dass die beiden violetten Halbkugeln der Sporenmembran dem Mycel beiderseits fest

anhaften bleiben, Taf. XXII. Fig. 7a und 8a, so dass man stets mit voller Sicherheit sich davon überzeugen kann, dass dieses Mycel auch wirklich aus den Ascosporen hervorgegangen ist.

Schon sehr bald erscheinen neue Conidienträger, Taf. XXII. Fig. 7 und 8 in allen Entwicklungszuständen mit verzweigten Sterigmen auf dem Mycel, in nichts verschieden von denen, welche oben ausführlich beschrieben wurden. Damit aber ist der Entwicklungskreis der *Sterigmatocystis nidulans* in erwünschter Weise abgeschlossen und die Zugehörigkeit der Fruchtkörper in den Lebenslauf des Pilzes mit voller Schärfe dargethan.

Rückblick. Systematisches. Formwandlungen am Primordium. Sowohl die erste Anlage wie die weitere Gestaltung der Ascusfrucht hat sich also bei unserer *Sterigmatocystis* beträchtlich verschieden gezeigt von den Angaben, welche über diese Vorgänge bei anderen *Sterigmatocystis*- und *Aspergillus*- resp. *Eurotium*-Arten bisher gemacht worden sind. Die *Sterigmatocystis nidulans*, welcher ich ihren Namen auf Grund der Einbettung des Fruchtkörpers in die Blasenhülle gegeben habe, stellt gleichsam ein Mittelglied dar zwischen den genannten Pilzgattungen. Hier zeigt sich als Primordium der Frucht weder die elegante, lange und lockere, aus einer einzigen Hyphe bestehende Schraube der *Eurotium*, noch die Verflechtung und nachträgliche Verwachsung morphologisch vollkommen gleichartiger Fadenelemente, wie sie Wilhelm und Brefeld bei Bildung ihrer *Aspergillus*-Sclerotien beobachtet haben. Am Aufbau des Fruchtkörpers der *Sterigmatocystis nidulans* nehmen vielmehr von Anfang an zwei Hyphen Theil, die sehr charakteristisch gestaltet sind. Auch ist die Funktion beider streng gesondert, denn die eine erzeugt nur die Rinde, die andere den ascogenen Kern, während ein Ausfüllungs-gewebe wie bei *Eurotium* nicht gebildet wird. Entgegen der stets zarten, rasch auswachsenden und alle Asci gleichzeitig hervorbringenden *Eurotium*kugel, besitzt das Perithecium der *Sterigmatocystis nidulans* eine starke, verdickte Wand und entwickelt nur sehr allmählich und ungleichzeitig seine Sporenschläuche. Mit diesen Eigenschaften nähert es sich den Sclerotien, ohne dass es jedoch wie diese einer gleich langen Ruheperiode mit Austrocknung benöthigt ist.

Die Blasenhülle hat meiner Ansicht nach dieselben Aufgaben der Ernährung und des Schutzes für den jungen Fruchtkörper zu erfüllen, wie sie oben von mir dem Hyphenpolster von *Chaetomium* zugeschrieben wurden; sie ist mit diesem als physiologisch gleichwerthig zu erachten. Bei *Sterigmatocystis nidulans* zeigt sich dieses Gebilde

nur durch seine Gestaltung weit auffallender und viel mächtiger in seiner Entwicklung.

In Bezug auf Formenwandlungen an den Primordialanlagen ist begreiflicherweise die beschriebene *Sterigmatocystis*art kein günstiges Objekt für Untersuchungen. Denn abgesehen von der Einpackung ihrer Anlagen, aus welcher sie zu befreien schon keine leichte Aufgabe ist, so hat man es bei diesem Pilz nicht an der Hand, die Entwicklung von Fruchtkörpern willkürlich anzuregen. Dennoch konnte ich auch hier, wie angegeben, die Primordien in zweierlei Formen, lang gestielt und in sitzendem Zustand, auftreten sehen. Uebrigens bin ich der Meinung, dass sich die Anlagen der Ascusfrüchte bei vielen Arten der *Aspergilleen* in ihrer Form so ziemlich constant zeigen dürften; bei dem häufigen *Eurotium Aspergillus glaucus* wenigstens habe ich dabei nur geringe Veränderungen wahrgenommen.

In der am Schluss zu beschreibenden dem Genus *Aspergillus* verwandten *Papulaspora* freilich, welche aber auch nie zur Ascusbildung gelangt, werden wir dagegen den höchsten Grad von Variationen nach jener Richtung hin erreicht sehen.

IV.

Helicosporangium parasiticum Karsten.

(Taf. XXIII. Fig. 1—6.)

Im Jahre 1877 untersuchte und beschrieb ich diese zierliche Schimmelbildung¹⁾, welche Karsten²⁾ zuerst auf einer feuchten Mohrrübe gefunden und mit obigem Namen bezeichnet hat.

Entwicklungsgeschichte des Pilzes. Häufiges Vorkommen und Verwandtschaft desselben. Ich fand die Fruktifikation und sonstige Entwicklung des *Helicosporangium* in vieler Hinsicht abweichend von der sehr unklaren Beschreibung Karsten's; die erstere geschieht, mit kurzen Worten zusammengefasst, derart, dass auf lange Strecken des Mycel's hin rechts und links zahlreiche Ausstülpungen wie Aeste hervorgetrieben werden, deren obere Enden uhrfederartig zu lockeren in einer Ebene liegenden Spiralen von 1—1½ Windungen sich zusammenrollen. Auf dem Stiel der Spirale kann eine zweite ähnliche entspringen und die anfangs noch nicht

1) Jahresber. der schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur pro 1877. Bot. Sektion pag. 122.

2) H. Karsten, Bot. Untersuchungen a. d. phys. Laborat. in Berlin. I. Heft. 1865.

sich berührenden Windungen derselben schmiegen sich demnächst innig aneinander, worauf sie von Auswüchsen berindet werden, die aus der Spirale hervorwachsen und sich über deren Oberfläche ausbreiten. Es tritt gleichzeitig reichliche Septirung ein und eine Centralzelle wird abgetrennt, die sich vor allen übrigen vergrössert, mit der Reife rothbraune Farbe erhält und dicht mit Protoplasma angefüllt ist, während die umgebenden Rindenzellen alsdann ganz oder so ziemlich inhaltsleer geworden und nur hellgelblich gefärbt sind. Karsten giebt an, dass die Centralzelle ein Ascus sei, in welchem, wie ihm vorkam, acht elliptische Sporen entstehen sollen. Diese Angabe habe ich nicht bestätigen können; ich vermuthete, dass es sich hier um einen Irrthum handelt, der auf die eigenthümlichen Vorstellungen jenes Forschers über Entstehung der Zellen zurückzuführen sein dürfte.

Die beschriebenen Gebilde sind vielmehr eine Art von Sporen und keimfähig, sie ähneln den Sporenknäueln der *Urocystis occulta*; im reifen Zustande zeigen sie sich lang gestielt und sie besitzen häufig am Scheitel einen nackten, dem Ring der Farnsporangien vergleichbaren Theil, in welchen sich der oberste Spiralbogen umwandelt, Taf. XXIII. Fig. 1e. Das farblose, weithin ausgebreitete Mycel des Pilzes erzeugt massenhaft diese Sporenknäuel, so dass es makroskopisch von denselben ziegelrothe Färbung annimmt.

Zuerst ist mir das *Helicosporangium parasiticum*, bei dem ich übrigens nie wie Karsten etwas von wirklichem Parasitismus bemerken konnte, auf Brodstücken wuchernd begegnet, ich habe es jedoch seitdem, oft in grösster Ueppigkeit, auf den mannigfachsten Substraten: gekochten Kartoffeln, keimenden Samen, auf Stengeln, Wurzeln etc. der verschiedensten Pflanzen angetroffen. Meine früheren Untersuchungen über diesen Pilz konnte ich daher durch neue wesentlich vervollständigen und ich gebe denselben hier eine Stelle wegen der auffallenden Aehnlichkeit bei Anlage der Sporenknäuel des *Helicosporangium* mit jenen morphologischen Vorgängen, welche die Entstehung der Fruchtkörper von *Ascomyceten* einleiten; auch ist der Pilz mit *Papulaspora*, deren Beschreibung unten folgt, äusserst nahe verwandt, dadurch aber trotz mangelnder Sporenschläuche den *Aspergilleen* nahe gerückt.

Variationen bei Anlage und Ausbildung der Sporenknäuel. Ich fand, dass besonders die Art, wie die Berindung der Spirale vor sich geht, von Modificationen begleitet wird. Der häufigste Fall ist allerdings der, dass die Spitze der eng gerollten Hyphe, da sie beim Weiterwachsen keinen Platz mehr in der Spiralebene

vorfindet, sich verbreitert und in zwei Lappen spaltet, Taf. XXIII. Fig. 1 a, die auf beiden Seiten hervortreten, und, von vorn gesehen, wie Ohren herunterhängen, Taf. XXIII. Fig. 1 d; öfters jedoch findet man die ersten Ausstülpungen nicht aus dem obersten Ende der Spirale hervorgegangen, sondern eine ganze Strecke weit hinter demselben, Taf. XXIII. Fig. 1 e. Wieder in andern Fällen können beide Vorgänge zugleich eintreten, Taf. XXIII. Fig. 1 b, oder es kommt die Ausstülpung statt auf beiden Seiten der Spirale nur endständig auf einer einzigen zu Stande, so dass also damit die Spirale aus ihrer Ebene herausrückt und zur Form der Schraube übergeht. Nur im allerjüngsten noch unseptirten Zustand ist die Sache deutlicher zu übersehen; mit eingetretener Scheidewandbildung wird der ursprüngliche Ausgangspunkt der Rindenzellen verwischt; sie verzweigen sich, die rapid vergrösserte Centralzelle überwachsend, Taf. XIII. Fig. 1 e. Letztere allein ist keimfähig, die Rindenzellen bilden nur eine schützende Wand um dieselbe wie die Fruchtwand am Perithecium. Taf. XXIII. Fig. 1 f. zeigt eine berindete Spore des *Helicosporangium* im Durchschnitt, g. im Zustand der Keimung, welche die Centralzelle durch Austreiben von drei Keimschläuchen begonnen hat.

Die angegebene Form der berindeten Sporen ist diejenige, welche am häufigsten vorkommt und in gut wachsenden Culturen des Pilzes nicht selten allein herrscht; sie erleidet jedoch verschiedene Abweichungen, welche mir schon bei meiner ersten Untersuchung zum Theil aufgefallen sind. Was die Grössenverhältnisse betrifft, so besitzen die reifen Sporenknäuel von *Helicosporangium* gewöhnlich einen Durchmesser von 25—30 Mikr.; es hängt jedoch ganz von der Reichhaltigkeit des Nahrungsvorrathes ab, ob diese Dimensionen durch Verkleinerung der Zellelemente oder durch Vergrösserung und Vermehrung derselben verringert oder überschritten werden. Die Rindenzellen fallen bei kümmerlichem Wachsthum mitunter fast gänzlich weg, so dass dann die Spore nackt geworden ist und das charakteristische Aussehen der *Helicosporangium*-Fruchtifikation fast eingebüsst hat. Andererseits jedoch trifft es sich, dass die Berindung sehr vielzellig wird und dass dann nicht blos eine einzige Centralzelle vorhanden ist, sondern zwei bis viele mehr oder weniger grosse, mit beginnender Reife dunkler braun gefärbte Innenzellen gebildet werden, Taf. XXIII. Fig. 2, 3 a. und b., Fig. 4. Die Sporennatur ist hier nahezu verwischt; man hat es mit ansehnlichen knollenartigen Zellenkomplexen zu thun, bei welchen auch die Rindenzellen nicht immer inhaltsleer, sondern öfters mit Protoplasma erfüllt sind. Die grössten dieser Bildungen habe ich bis 80 Mikr. im Durchmesser

gefunden; sie ähneln Fruchtkörpern, unterscheiden sich aber von solchen durch die kleine Zahl der Zellen des Innenkerns, durch deren baldiges Stillstehen im Wachstum, durch die starke Bräunung sämtlicher Zellmembranen derselben und durch ihre Keimfähigkeit.

Die verschiedenen Formen und Grössen der Sporenknäuel sind oft an ein und dem nämlichen Mycel zusammen anzutreffen; die Berindung erstreckt sich mitunter auch auf den Stiel, Taf. XXIII. Fig. 3a., so dass die gewöhnlich runde Gestalt des Knäuels verlängert, nicht selten mit mancherlei unregelmässigen Auswüchsen bedeckt ist.

Endlich unterbleibt wohl auch bei *Helicosporangium* die Bildung der Spirale; der hiezu eigentlich bestimmte Faden wächst dann entweder ganz gerade oder krümmt sich nur wenig, Taf. XXIII. Fig. 5 und 6, er theilt sich in zahlreiche Zellen, deren mittelste sich bräunen, während in verschiedener Höhe Ausstülpungen hervortreten, die eine mehr oder minder regelmässige und ergiebige Berindung einleiten.

Conidienbildung. Das *Helicosporangium parasiticum* besitzt ausser der geschilderten Fortpflanzungsweise noch Conidien, welche von zierlichen Sterigmen einzeln oder reihenweise abgeschnürt werden, Taf. XXIII. Fig. 3c. Man trifft sie nicht regelmässig am Mycel: in dem einen Fall findet man die Hyphen oft auf lange Strecken hin von ihnen besetzt, im andern ist alles Suchen darnach vergebens. Die Sterigmen sind entweder einzellig, von flaschenförmiger Gestalt, oder sie verlängern sich stielartig und werden mehrzellig, oder endlich sie werden auf vollständigen Conidienträgern gebildet, Taf. XXIII. Fig. 3c und d. Im letzteren Fall erhebt sich eine längere septirte Hyphe, welche in verschiedener Höhe ringsum Sterigmenwirtel trägt, und deren Spitze ebenfalls in ein Conidien abschnürendes Sterigma ausläuft.

Die Conidien sind farblos, kuglig oder oval, äusserst klein, sie werden in grossen Mengen erzeugt, ihre Keimung aber wollte mir bei meinen neueren Versuchen schlechterdings nicht gelingen. Sie gehören derselben Kategorie von Bildungen an, welche verschiedene *Ascomyceten* (z. B. *Peziza*arten, *Chaetomium* u. s. w.) besitzen.

V.

Papulaspora aspergilliformis nov. sp.

(Taf. XXIII. Fig. 7—17.)

Die grossen vielzelligen Sporenknäuel sowie die Conidienträger des *Helicosporangium* sind von ähnlichen Bildungen der *Papulaspora* kaum oder gar nicht zu unterscheiden; bei letzterer werden aber

der Regel nach diese Fruktifikationen weit vollkommener, die Knäuel verlieren vollständig den Charakter als berindete Sporen und ausserdem gesellt sich noch eine besondere Art von Chlamydosporen in den Vermehrungszyklus.

Die Gattung *Papulaspora* stammt von Preuss¹⁾; derselbe giebt einem auf halbfaulen zerschnittenen Aepfeln in Form dicker Schimmelüberzüge gewachsenen Pilz den Namen *Papulaspora sepedonioides* und folgende Diagnose: „Lagerung verbreitet, rostfarben; Flocken durchscheinend, weiss; Sporen irregulär, stielförmig eingesetzt, erst weiss, dann rostfarben und in der Mitte dunkler.“

So kurz auch die Beschreibung von Preuss ist und so wenig sie genügende Aufklärung darüber giebt, ob derselbe etwa *Helicosporangium* oder einen andern verwandten Pilz vor sich gehabt habe, so erscheint doch trotz aller sonstiger Verschiedenheit die colorirte Zeichnung dieses Forschers, besonders Fig. c., immer noch charakteristisch genug, um zur Vermeidung neuer Namensaufstellung den von mir gefundenen Schimmel in die Gattung *Papulaspora* einzureihen. Den Speciesnamen jedoch habe ich geändert, denn mit *Sepedonium* hat meine *Papulaspora* nichts zu thun, sie besitzt vielmehr Conidienträger, deren Spitze äusserst elegante *Aspergillus*-köpfchen darstellen. Die vielfachen Abweichungen vom Entwicklungsgang der bis jetzt bekannten *Aspergillen* haben mich veranlasst, den Pilz als *Papulaspora* und nicht direkt als einen *Aspergillus* zu bezeichnen.

Vorkommen des Pilzes. Fruktifikation desselben in Form von Bulbillen. Beschaffenheit der letzteren, Keimung und Abhängigkeit derselben in ihren Grössenverhältnissen von der Ernährung. Die *Papulaspora aspergilliformis* ist durchaus keine Seltenheit und man muss sich nur wundern, dass sie nicht früher schon die Aufmerksamkeit der Forscher hervorgerufen hat.

Wie viele *Aspergillus*arten, scheint auch dieser Pilz durch verhältnissmässig etwas höhere Wärmegrade (bei und über 18—20° C.) in seinem Wachsthum begünstigt zu werden und so kommt es, dass er sich bei Keimungsversuchen mit Sämereien der verschiedensten Art, die ich unter genannten Temperaturen vornehme, das ganze Jahr hindurch besonders auf den verdorbenen keimungsunfähigen Körnern sehr häufig einstellt. Ebenso fand ich diese *Papulaspora* auf feucht gehaltenen Früchten, auf gekochten Kartoffelscheiben

¹⁾ Jakob Sturm, Deutschlands Flora, fortgesetzt von W. Sturm. III. Abtheil. D. Pilze Deutschl. 6. Band von G. Preuss. 1862 pag. 89 u. Taf. 45.

und vielen anderen Substraten und ich erhalte sie, natürlich mit allen möglichen sonstigen zufälligen Pilzbildungen, fast mit Regelmässigkeit innerhalb weniger Tage, auch mitten im Winter, wenn ich dürre krautige Gartenpflanzen ohne bestimmte Auswahl in grössere Stücke zerschneide, dieselben locker mit ihren Stengeln in weite Glasgefässe aufschichte, darauf Wasser über den Boden der Gefässe giesse und dieselben zugedeckt bei Zimmertemperatur stehen lasse.

Dann erscheint die *Papulaspora* oft sehr rein und in grosser Verbreitung zunächst als weisser zarter Mycelschleier, der sich zwischen den Stengelstücken mehrere Centimeter weit ausspannt oder als feines Geflecht an der Wandung der Glasgefässe emporkriecht. Das Mycel besteht aus dünnwandigen oftmals septirten, im Durchmesser ziemlich dicken Hauptästen nebst reichlichen Verzweigungen und man findet es bald mit zahllosen braunrothen Pünktchen übersät, die sich unter dem Mikroskop als solide vielzellige Gebilde von sehr verschiedener Grösse erweisen.

Die kleineren derselben erinnern an die Sporenknäuel von *Tuburcinia* oder sie ähneln, wie schon erwähnt, denjenigen von *Helicosporangium parasiticum*; Fig. 4. Taf. XXIII z. B. würde von einem solchen kleinen *Papulasporakörper* nicht zu unterscheiden sein. Man kann alle Zwischenstufen von verhältnissmässig nur wenigzelligen, bis zu grossen sclerotiumartigen, aus Pseudoparenchym bestehenden Complexen an dem nämlichen Mycel bei *Papulaspora* beobachten, Taf. XXIII. Fig. 7a, Fig. 8, (Querschnitt) Fig. 9a und b. Von den eigentlichen Sclerotien aber weichen diese Körper, welche ich im Hinblick auf physiologisch gleichwerthige Bildungen bei Algen, Moosen und zahlreichen Phanerogamen mit dem Namen Bulbillen bezeichne, in vieler Beziehung ab. Sowohl die Zellen der Oberfläche als die im Innern der Bulbille befindlichen zeigen durchweg dieselbe braungelbe oder braunrothe Membran, dieselbe geringe Verdickung der Zellwände und sämmtlich besitzen sie gleichmässigen Plasmahalt, so dass also keine Differenzirung in verschiedene Theile, in Rinde oder anders gestalteten Innenkern bemerkbar ist, sondern die ganze Knolle innen und aussen gleichförmigen Bau aufweist. Diese Bulbillen sind ferner nicht im Stande, wie Sclerotien nach einer Ruhepause Schlauchsporen oder sonstige besondere Fortpflanzungsorgane zu entwickeln, dagegen sind sie wie Sporen keimfähig und bei Aussaat in Nährlösungen, von welchen die stickstoffreiche Mistabkochung dem Pilz am meisten zusagt, treiben sie aus den äusseren und aus den tiefer liegenden Zellen nach allen Seiten Keimschläuche hervor, Taf. XXIII. Fig. 9a. und b., welche rasch zu einem grossen Mycelium

heranwachsen. An diesem entstehen dann die Anlagen neuer *Papulasporabulbillen*.

Die Grösse der Bulbillen ist ganz von der Reichhaltigkeit der Nährlösung abhängig; die ansehnlichsten fand ich bis zu 0,2—0,4 mm. im Durchmesser, sie bilden sich auf dem grössten und kräftigsten Mycel und es ist dies dasjenige, welches den natürlichen Nährboden überspinnt. Dasselbst erscheinen sie zuerst, mit der Lupe betrachtet, wie kleine farblose Perlen, im Beginn ihrer Färbung hellgelblich, dann im Sonnenlicht schön rubinroth durchschimmernd, um endlich durchweg undurchsichtig zu werden und dunkel rothbraune Farbe anzunehmen. Die Gestalt der reifen Knöllchen wechselt von rund zu länglich, viele besitzen an verschiedenen Punkten ihrer Oberfläche, besonders am Stiel, kurz zellige Auswüchse, öfters sind zwei mit einander zusammengewachsen. Auf dünnen Druchschnitten Taf. XXIII. Fig. 8 zeigen die grösseren Bulbillen im Centrum oft eine kleine leere Höhlung, auch findet man nicht selten dünne Hyphen in ihrem Innern eingeschlossen. Das Gewebe der ganzen Knolle besteht aber allein nur aus länglich parenchymatischen Zellen von verschiedener Grösse mit gebräunten und ungleichmässig verdickten Wandungen.

Wird eine grössere Mycelfläche von den Stengeln aus in Nährlösung auf den Objektträger übergeführt, so wächst das Mycel, wenn auch nicht mit gleicher Ueppigkeit wie vorher weiter, es bildet neue Bulbillenanlagen, welche anfangs noch ziemliche Grösse erreichen, während die späteren immer kleiner werden und in die wenigerzelligen Formen der künstlichen Cultur resp. der mangelhaften Ernährung übergehen.

Gestaltung der Bulbillenanlagen auf dem natürlichen Nährboden. Es ist nun besonders interessant, dass die grösseren und kräftigeren Knöllchen auf dem spontan gewachsenen weithin ausgebreiteten Mycel in anderer Weise angelegt werden, wie diejenigen, welche sich an dem kleineren Mycel im Nährtropfen entwickeln. Die ersteren entstehen selbst wieder unter sich verschiedenartig und ihre Anlage erinnert in vielen Fällen an die Primordien von *Ascomyceten*früchten. Der gewöhnlichste Vorgang ist jedoch der, dass kurze Hyphenäste sich an der Spitze spiralig einrollen, darauf im Längenwachsthum stillstehen und in diesem Zustand der Anlage des *Helicosporangium*-Sporenknäuels gleichen; durch etwas bedeutendere Grösse und durch die schon im jüngsten Zustand eintretende Septirung sind sie vor diesen ausgezeichnet, Taf. XXIII., Fig. 10b. und c. An der Spirale kommen sehr bald Ausstülpungen in verschiedener Höhe hervor, welche sich derselben anlegen, sich ver-

grössern, verzweigen und so durch reichliche Sprossung und Verflechtung die Bulbille zu Stande bringen. In andern Fällen dagegen wächst die Spirale an ihrer Spitze weiter, und gestaltet sich zu einer in Form mehrerer Windungen aufgerollten Schraube, Taf. XXIII. Fig. 10d., die sich septirt, worauf ihre Zellen aussprossen und nun erst diese Sprossen nebst den Zellen der Schraube zum pseudoparenchymatischen Knäuel sich zusammenlegen. Die Schraube habe ich zudem bald länger gestielt bald sitzend gefunden, Taf. XXIII. Fig. 10a und d; an ihrem Ende läuft sie nicht selten in eine kurze Zuspitzung aus. Diese Anlagen gleichen derjenigen von *Eurotium*, sie sind jedoch so zu sagen plumper gebaut, auch tritt mit ihrer Vergrösserung weder irgend welche Differenzirung oder gar Ascusbildung in den jungen Bulbillen ein, sondern dieselben bleiben stehen auf ihrer niedrigen Entwicklungsstufe.

Anlage der kleineren Bulbillen in künstlicher Nährlösung. Die Bulbillen sind schon nach wenigen Tagen ausgereift und sofort keimfähig; bei Aussaat in Nährtropfen auf den Objektträger entstehen jedoch am heranwachsenden Mycel nicht die grösseren sondern nur kleinere *Papulasporaknöllchen* oft dicht an einander in grosser Menge.

Bei Anlage der letzteren konnte ich nichts mehr von einer Spirale oder Schraube bemerken, wohl aber traten aufs reichste mit Plasma erfüllte Seitenäste auf, welche sich in allen möglichen Gestalten kurz lappig verzweigten, septirten und ihre Zweige zu Bulbillen durcheinanderflochten. Letztere sind von der nämlichen Beschaffenheit wie die ausgesäten, nur durchweg von geringerem bis höchstens 80 Mikr. betragendem Durchmesser. Die lappigen Verzweigungen entstehen an dem nämlichen Mycelfaden nicht selten eine an der andern, bald indem sie sich mehr gestreckt hyphenartig gestalten, Taf. XXIII, Fig. 12, bald indem der Mycelfaden sich kurz gliedert, worauf die einzelnen Zellen unregelmässig rundlich aufschwellen und zahlreiche ebenfalls rundliche Auswüchse hervortreiben, Taf. XXIII. Fig. 11.

So variiert also die Anlage der *Papulasporabulbille* innerhalb weiter Grenzen von einer deutlichen ebenen Spirale und Schraube bis zum Undeutlichwerden derselben, endlich zur kurzlappigen Sprossung, stets ist sie aber das Produkt nur eines einzigen Seitenastes. Die Variationen in der Anlage sind hier mit Sicherheit auf den Einfluss der Ernährung des Pilzes zurückzuführen. Denn nach Uebertragung des kräftigen Mycels aus der Glasschale in die Nährtropfen verdankten die ersten Bulbillen an den neu wachsenden Hyphen noch vollkommenen Schrauben, die zuletzt an dem nämlichen Mycel ent-

wickelten von kleinerer Gestalt dagegen nur unregelmässigem Ausprossen ihre Entstehung.

Conidienträger des Pilzes in Form eines *Aspergillus*. Bau der normalen Conidienträger. Zur Frage der Keimfähigkeit kleinster Conidien bei *Ascomyceten*. Ausser den Bulbillen besitzt *Papulaspora aspergilliformis*, wie bereits angedeutet, noch andere Vermehrungsarten. Es gehören zu ihr äusserst zierliche Conidienträger, welche vollständig den Typus eines *Aspergillus* mit Stiel, Köpfchen und auf letzterem sitzenden unverzweigten Sterigmen nachahmen, Taf. XXIII. Fig. 7b. und d. Diese Conidienträger bekommen oftmals in der Entwicklung des Pilzes die Oberhand und ich habe viele Culturen gehabt, wo die Bulbillenerzeugung ganz in den Hintergrund trat, dagegen die Conidienträger um so reichlicher am Luftmycelium sich entwickelten. Sie bedeckten dasselbe über und über in Form gestielter grauweisslicher Pünktchen, welche letztere Farbe makroskopisch den Köpfchen sammt deren Conidien zukommt. Es ist leicht, die Zusammengehörigkeit dieser Conidienträger mit den Bulbillen durch direkten Nachweis zu liefern, durch das Vorkommen beider an dem nämlichen Mycelfaden, Taf. XXIII. Fig. 7, Fig. 13. Ihre eigentliche Bildungsstätte ist das spontan gewachsene Luftmycelium, an welchem sich, wie es scheint, mitunter jeder Ast in einen Conidienträger umwandeln kann; nach Aussaat der Bulbillen in Nährlösung dagegen lieferte das aus letzteren entstandene Mycel fast nur neue Bulbillenanlagen, sehr selten vereinzelte Conidienträger.

Die letzteren sind stets in allen ihren Theilen vollkommen farblos (in älteren mit Alkohol und Ammoniak behandelten, in Glycerin conservirten Präparaten färben sie sich, wie auch die farblosen Bulbillenanlagen schwach gelblich), sie sind überaus zart und mit keiner einzigen der bis jetzt bekannten *Aspergillus*arten zu identificiren¹⁾. Während die Conidienträger der letzteren nach erfolgter Reife stark verdickte Membran besitzen, inhaltsleer geworden sind, in ihrem ganzen Verlauf gleichen Durchmesser, nur selten Verzweigungen und keine Scheidewände zeigen, sind diejenigen der *Papulaspora aspergilliformis* sehr zartwandig, mit Plasma erfüllt, an der Basis gewöhnlich breiter als an dem oberen in das Köpfchen übergehenden Theil; ferner sind sie

¹⁾ An eine Aehnlichkeit mit den derben, grossen Conidienträgern von *Aspergillus* (*Sterigmatocystis*?) *albus* kann nicht im Entferntesten gedacht werden. Ich habe hier speciell die Wilhelm'sche Species *A. albus* im Auge (l. c. pag. 68), welche ich an den in Rabenhorst, *fungi europaei* ausgegebenen Exemplaren verglich.

sehr häufig verzweigt und mit zahlreichen, nicht selten rasch auf einander folgenden Scheidewänden versehen, Taf. XXIII. Fig. 7. Ihre Länge ist sehr gering, höchstens 0,3—0,4 Mill.; die meisten stehen aber weit unter dieser Grösse, besonders wenn sie, wie unten noch auszuführen, mit Chlamydosporen zusammen vorkommen; der Durchmesser der Traghyphae beträgt am Grunde im Mittel 10, an der Spitze unterhalb des Köpfchens 6,5 Mikr.

Das Köpfchen ist bei normalen Conidienträgern stets kugelförmig, Taf. XXIII. Fig. 7b., im Durchmesser von 12—13 Mikr. Auf dem Köpfchen sitzen am oberen und unteren Theil desselben ringsum einfache Sterigmen mit dickerem Bauch und höchst feinem, fast strichförmigem oft sehr verlängertem Halstheil, Taf. XXIII. Fig. 7, Fig. 13c, Fig. 14c und d. Auf dem letzteren werden die Conidien reihenweise abgeschnürt; sie bedecken das Köpfchen dann in dichter Ansammlung, fallen jedoch leicht zu Boden.

Die Conidien sind farblos, rund oder oval, glatt und von spermatienartiger Kleinheit; nach Schätzungen ist ihre Grösse von 1,5 bis 2 Mikr. anzunehmen. Ich machte eine sehr grosse Zahl von Versuchen, um diese Conidien zur Keimung anzuregen; es ist mir trotz aller Mühe niemals gelungen. In der Nährlösung blähten sich viele derselben auf, wurden inhaltsleer und verschwanden durch Auflösung. Andere lagen auch nach Wochen noch unverändert auf dem Objektträger. Damit ist freilich, wie ich glaube, durchaus noch nicht gesagt, dass sie überhaupt keimungsunfähig seien; es kommt mir doch sehr unwahrscheinlich vor, dass diese auf typischen Trägern in so ungeheuren Mengen abgeschnürten Zellen ganz nutz- und zwecklos, nur zur Erschöpfung des Mycels beitragend, erzeugt werden sollten. Ich kann mich daher auch nicht der Theorie anschliessen, dass diese und ähnliche Bildungen bei verschiedenen *Ascomyceten*¹⁾ „rudimentär gewordene Organe“ seien, und vermüthe vielmehr, dass wir dort wie hier nur noch nicht die richtigen Bedingungen für ihre Weiterentwicklung aufgefunden haben.

Variationen und Monstrositäten bei Ausbildung der Conidienträger. Monströse Bildungsabweichungen von der gewöhnlichen Form der beschriebenen Conidienträger kommen bei *Papulaspora aspergilliformis* ausserordentlich häufig vor; an mannigfaltiger Gestaltungsfähigkeit nach dieser Richtung hin wird der Pilz gewiss von keinem einzigen *Aspergillus* übertroffen. Da verkürzt sich der Conidienträger abnorm, das Köpfchen streckt sich bedeutend

¹⁾ Brefeld, Schimmelpilze. IV. Heft, Zopf, l. c. pag. 237.

in die Länge oder gabelt sich wohl auch, einzelne Sterigmen oder deren Hälse verlängern sich auffallend oder rücken an dem Träger herunter, aus dem sie rings vereinzelt hervorbrechen, Taf. XXIII. Fig. 7c und d.

Wieder andere Conidienträger bilden Verzweigungen und Anschwellungen besonderer Art, an welchen die Sterigmen gleichsam verkehrt, mit den Hälsen nach unten, aufsitzen und in seltenen Fällen treibt ein Sterigma zwei Hälse aus, an deren jedem Conidien abgeschnürt werden, Taf. XXIII. Fig. 15. Weitere Vereinfachungen bestehen darin, dass die Conidienträger bloss gerade aufgerichtete Hyphen ohne Köpfchen darstellen, welche in verschiedener Höhe Sterigmen tragen und deren Ende ebenfalls in ein Sterigma ausläuft. Endlich kommen an gewöhnlichen Mycelfäden oft weithin vereinzelt Sterigmen zur Entwicklung, so dass also vom ausgebildeten *Aspergillus*-Conidienträger bis zum isolirten flaschenartig am Mycel festsitzenden und Conidienketten abschnürenden Sterigma alle nur möglichen Uebergänge zu finden sind. Die letzteren Bildungen verhalten sich conform den schon bei *Helicosporangium* erwähnten; die Zeichnung Taf. XXIII. Fig. 3c kann demnach für beide Pilzarten zugleich gelten.

Die Chlamydosporen. Ihr Vorkommen, Entstehen, Aussehen und ihre Keimung. Wir gelangen zur letzten Vermehrungsart im formenreichen Entwicklungsgang der *Papulaspora*: zur Chlamydosporenbildung. Diese Fortpflanzungsweise scheint bei *Papulaspora aspergilliformis* weitaus die gewöhnlichste und oft alleinige zu sein: ich habe das Mycel des Pilzes nur mit Chlamydosporen besetzt und ohne jede Spur von Bulbillen oder Conidienträgern, ungemein häufig in meinen Culturen angetroffen.

Die Entstehung der Chlamydosporen erfolgt auf büschelartig vom Mycel emporsteigenden, verzweigten und septirten Trägern, deren Enden in längere oder kürzere, unten erweiterte, nach oben scharf zugespitzte, fast oder ganz gerade Basidien auslaufen, die farblos sind, im Alter jedoch sich schwach bräunen und doppelte Contouren erhalten, Taf. XXIII. Fig. 14b, Fig. 16. Sie sind unter sich derart inserirt, dass immer die älteren, welche dem Tragfaden aufsitzen, selbst wieder nach allen Seiten jüngere senkrecht oder im Winkel abgehende Basidien tragen; auf jedem von diesen stehen dann bei üppiger Fruktifikation oft 5—6 neue immer eines unmittelbar auf dem andern, wobei das jüngste Basidium häufig am kürzesten ausfällt.

Die Basidiumspitze ist der Ausgangspunkt für je eine Chlamydospore: es kommt daselbst ein kleines farbloses Köpfchen zum Vorschein, Taf. XXIII. Fig. 14c, Fig. 13b, welches rasch anschwillt,

oval wird, sich gelblich färbt und endlich die definitive Grösse der Chlamydospore erreicht, Taf. XXIII, Fig. 14a, Fig. 16.

Die reife Chlamydospore fällt sehr leicht von ihrem Basidium ab, sie ist vollkommen oval, einzellig, von gelbbrauner Farbe, mit doppelter derber Wandung versehen und mit feinkörnigem Plasma erfüllt, in welchem sich eine dichtere Ansammlung, ein Zellkern, befindet, Taf. XXIII. Fig. 14a. Die Chlamydosporen zeichnen sich durch ihre ungewöhnliche Grösse aus; sie messen durchschnittlich 24—26 Mikr. in der Länge, 21—23 Mikr. in der Breite.

Sie sind leicht keimfähig; bei Aussaat in Nährlösung (Mistabkochung) zeigen sie nach 24 Stunden das Exosporium gesprengt und durch den Riss ist eine farblose Blase als Anfang des Keimschlauches hervorgetreten, Taf. XXIII. Fig. 17. Die Blase verlängert sich in ein bis drei Aeste, die ihrerseits sich septieren und zum Mycel verzweigen, auf welchem wiederum Chlamydosporen in reichlicher Menge gebildet werden.

Zugehörigkeit der beschriebenen Fortpflanzungsarten in einen einzigen Entwicklungskreis. Noch aber beweist nichts in der bisherigen Schilderung, dass die beschriebenen Chlamydosporen auch wirklich dem Entwicklungskreis der *Papulaspora aspergilliformis* angehören. Dieser Nachweis ist allein nur zu führen durch Beobachtung des direkten Zusammenhangs dieser Sporen mit den übrigen Fruktifikationen des Pilzes.

Hierfür bietet die Cultur in Nährlösungen kein günstiges Mittel dar; es ist mir unter sehr zahlreichen Aussaaten von Chlamydosporen nur höchst selten gelungen, am Mycel neben neuen Chlamydosporen auch einzelne Conidienträger in Gestalt der charakteristischen *Aspergillus*form zu erhalten, Bulbillen entstanden dabei gar nicht, ebensowenig wie nach Aussaat der letzteren Chlamydosporen sich bildeten. Dagegen habe ich bei den im Grossen von mir vorgenommenen Culturen der *Papulaspora* nicht selten den unmittelbaren Zusammenhang ihrer verschiedenen Fortpflanzungsorgane vor Augen bekommen. Besonders schön zeigte sich dies bei Gelegenheit einer mit Hülfe von sechs Blumentopfuntersätzen im Wärmkasten bei 20—22° C. vorgenommenen Keimungsuntersuchung von alten Sojabohnen, welche statt zu keimen, fast sämmtlich verschimmelten und ein ergiebiges Substrat für *Papulaspora aspergilliformis* abgaben. Hier war der Zusammenhang der Chlamydosporen, der Bulbillen und der Conidienträger in allen Formen und Entwicklungen an einem gemeinsamen Mycel unzweifelhaft mit aller Klarheit zu übersehen. Wegen Mangel an Raum habe ich zur Demonstration dieses Gegenstandes nur zwei

kleinere von meinen Zeichnungen ausgewählt. Aus Taf. XXIII. Fig. 14 geht hervor, dass auf Chlamyosporenbasidien sitzende Aeste, statt selbst in ein Basidium sich zu gestalten, in mehr oder weniger lang gestielte zierliche Conidienträger mit Köpfchen, Sterigmen und daran sich abschnürenden Conidien übergehen können und Taf. XXIII. Fig. 13. zeigt auf langem, oftmals septirtem Tragfaden gleichzeitig einen Conidienträger c, eine verkrüppelte Bulbille a und endständig eine junge Chlamyospore b entwickelt.

Uebrigens fand ich die drei Fruktifikationen der *Papulaspora* nur selten in solcher Weise nahe vereinigt vor, sondern meist räumlich etwas von einander entfernt, aber ebenfalls sämmtlich aus einem gemeinsamen Mycelium hervorgegangen.

Zur Systematik des Pilzes. Die *Papulaspora aspergilli-formis* nimmt meinen Beobachtungen zufolge eine ganz besondere Stellung ein im Pilzsystem. Ist sie auch aus Mangel an Sporenschläuchen kein richtig typischer *Ascomycet*, so muss sie doch als unmittelbares Anhängsel dieser Klasse betrachtet werden. Für das Fehlen der Asci hat die *Papulaspora* reichlichen Ersatz gefunden in ihren Chlamyosporen sowie in der Keimfähigkeit ihrer eigenthümlichen Bulbillen, deren Anlagen morphologisch vollständig die Primordien der Fruchtkörper vieler *Ascomyceten* nachahmen, jedoch nicht bis zur Schlauchbildung gelangen. Die Bulbillen sind es jedenfalls, welche bei dem Pilz die Stelle von Peritheciën vertreten. Und wie die Bulbillen als unvollkommene Fruchtkörper anzusehen sind, so ist auch die Leistung der Conidienträger bei *Papulaspora* wie es scheint nur mangelhaft. Trotzdem dieselben die ausgesprochenste und niedrigste *Aspergillus*form repräsentiren, welche ich kenne, bleiben sie doch stets äusserst zart, mit grösster Vorliebe zu Vereinfachungen und Monstrositäten übergehend; die auf den Köpfchen erzeugten Conidien erscheinen wie verkümmert und sind entgegen den echten *Aspergillus*sporen unter bis jetzt bekannten Verhältnissen unfähig zur Keimung.

So ist es wohl möglich, dass in der *Papulaspora* eine Sprosse vorliegt auf der Stufenleiter von echten Ascosporen führenden Fruchtkörpern aus zu Pilzen mit einfacheren Sporenbildungen. In der That gleicht die in ihrer Zellenzahl reducirte kleine *Papulaspora*-bulbille bereits ganz den vollkommneren Sporenknäueln des *Helicosporangium* und von den einfachsten fast unberindeten Sporenknäueln dieses Pilzes aus wäre es nicht schwierig, den Verbindungsfaden an verschiedene einfachere und, soviel wir wissen, blos Conidien erzeugende *Hyphomyceten* anzuknüpfen.

Schlussbemerkungen.

Ich habe der vorstehenden Arbeit nur wenig hinzuzufügen. Einige Bemerkungen möchte ich mir gestatten über die von Brefeld¹⁾ neuerdings befürwortete Degradirung des Ascus zum blossen Sporangium, sowie über dessen Theorie von der rückschreitenden Metamorphose bei den Pilzen.

Ich muss gestehen, dass mir diese Ansichten nicht gerade auf besonders kräftigen Stützen zu ruhen scheinen. Behufs Erzeugung der Asci werden offenbar bei allen Pilzen ganz besonders complicirte Vorrichtungen getroffen. Immer ist es ein auffallender am Mycel entstehender Apparat, oftmals macht derselbe das Stattfinden eines sexuellen Processes wahrscheinlich oder es finden ausserdem noch reichliche Entwicklungen statt, wodurch Fruchtkörper u. s. w. zu Stande kommen, in deren Innenraum sich die Sporenschläuche eingeschlossen finden. Vielleicht machen die Asci von *Ascomyces*, *Taphrina* und *Exoascus* eine Ausnahme und es entstünde dann allerdings die Frage, ob diese Organe hier wirklich als Sporenschläuche zu bezeichnen sind. Jedenfalls bin ich mit Brefeld darin einverstanden, den Ascus bei *Saccharomyces* fallen zu lassen. Bei allen übrigen *Ascomyceten* aber finden meines Wissens die oben angedeuteten Verhältnisse statt, während das Sporangium²⁾ stets eine nackte und ungeschlechtliche Propagationsform der Pilze darstellt. Am besten zeigen dies die *Mucorineen* und *Saprolegnieen* selbst, wo neben den Sporangien noch die unzweifelhaft sexuell entstandenen Oosporen und Zygosporien gebildet werden.

Was aber die Sexualität der Pilze betrifft, so scheinen hier allerdings sehr abweichende Verhältnisse obzuwalten. Damit aber ist noch lange nicht gesagt, dass die Pilze ihre Sexualität verloren haben oder im Begriff stehen, sie zu verlieren. Ein solcher Vorgang würde mit der übrigen Ordnung in der organischen Natur im Widerspruch stehen, denn dieselbe ist ja, vom einzelnen Individuum natürlich abgesehen, nicht im Rückschritt, im Verlust vollkommener Eigenschaften, sondern nur im stetigen Vorschreiten begriffen. Ich finde es viel wahrscheinlicher, dass die Pilze weder ihre Sexualität verloren haben, noch dass sie dieselbe erst bekommen sollen, sondern dass sie sie mit Ausnahme einer unbekanntem Zahl überhaupt schon

1) Schimmelpilze IV. Heft. 1881.

2) Die Pykniden und Spermogonien müssen überhaupt wohl von anderem Standpunkt aus betrachtet werden.

haben und schon seit unbestimmbaren Zeiträumen gehabt haben. Naturgemässer und unserer Erfahrung mehr entsprechend dürfte die Annahme sein, dass ein Theil der Pilze ausgesprochen sexuell ist und die Primordien ihrer vollkommensten Früchte morphologisch constant sind, dass ein anderer Theil dagegen seltener in die Sexualität eintritt, dieselbe auch in solchen Fällen nicht vollkommen sicher nachzuweisen ist und dass hier die Formen der Primordien in mehr oder minder erheblichem Grade variiren, wohl auch bei massenhafter Entwicklung der Fruchtkörper auf den nämlichen Nährboden zuletzt von deutlich morphologisch differenzirter Anlage aus successive in eine Art von Sprossung übergehen. Bei den übrigen Pilzen endlich finden sich überhaupt gar keine Anzeichen mehr, welche für deren Sexualität sprächen.

Es ist einleuchtend, dass Spekulationen über diese Verhältnisse sowie über Reduktion einzelner Organe und über die Zusammengehörigkeit der Pilze im Allgemeinen stets zur weiteren Forschung anregen und zum Verständniss des Erforschten beitragen helfen. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass alle derartigen theoretischen Erörterungen allein nur von dem augenblicklichen Stand des Wissens ausgehen können; dieses Wissen wird aber im Gegensatz zu dem noch Unbekannten immer seine grossen Lücken haben und demgemäss besitzt auch jede Theorie ihre Gebrechen. Viel wichtiger erscheint es mir daher, neue Thatsachen ans Licht zu fördern; von ihnen hauptsächlich ist der Fortschritt in aller Wissenschaft zu gewärtigen.

Breslau, im October 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Eremascus albus.

- Fig. 1. Keimung der Ascosporen. a. Hervordringen des Keimschlauches an einer, b. an zwei Seiten.
- Fig. 2. Verlängerung und Verzweigung der Keimschläuche.
- Fig. 3. Entstehung des Mycel.
- Fig. 4. Aufschwellungen und Verbiegungen der Mycelhyphen. Entwicklung der Fortpflanzungsorgane.
- Fig. 5, 6 und 7. Primordialanlagen, von zwei benachbarten Hyphen gebildet, die sich ein- oder mehrere male eng schraubig umwinden.
- Fig. 8 und 10. Abgliederung der beiden Copulationszellen am oberen Theil der Schraubenhypen. In Fig. 10 wird die eine Schraubenhyphe von einem ganz kurz endenden Mycelast gebildet.
- Fig. 9. Sehr kräftig entwickelte Primordien, zu vierein in Wirtelstellung rings um einen Mycelfaden entstanden. Auf dem ursprünglichen Fundort des Pilzes, der Oberfläche verschimmelten Malzextraktes, gewachsen. Die Enden der Schraubenhypen in a, b und c verzüngen sich und stehen sich zangenartig gegenüber.
- Fig. 11. Beginn der Copulation bei b; Verschmelzung des Protoplasma der beiden Copulationszellen.
- Fig. 12. Copulation bei b; bei a Scheidewände der Copulationszellen.
- Fig. 13. Kuglige Aufschwellung an der Spitze der beiden copulirten Zellen.
- Fig. 14. Wie vorige Figur; die Copulation hat aber stattgefunden ohne schraubige Umwindung der copulirenden Zellen; deren Scheidewände a stehen in ungleicher Höhe.

- Fig. 15 und 16. Je drei Ascusanlagen an einem Mycelfaden, nahe bei einander stehend und in verschiedenen Alterszuständen befindlich. Bei einigen der Anlagen ist, wie in Fig. 14 die schraubige Umwindung der Primordialhyphen unterblieben, bei den andern dagegen mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Ein und die nämliche Mycelzelle entwickelt öfters zwei und wohl auch mehr Schraubenhyphen (z. B. auch in Fig. 9), welche für sich getrennten Anlagen zugehören. In Fig. 15 bei b eben beginnende Anschwellung an der Spitze der copulirten Zellen. Bei c in Fig. 15 und 16 hat sich die Anschwellung bedeutend vergrössert und die Form einer Kugel angenommen. Dasselbst erfolgte auch schon die Abtrennung der Kugel von ihren Trägerzellen e und f als selbstständige Ascuszelle. Bei d in Fig. 16 entstehen die Scheidewände sehr tief und es wird in Folge dessen noch ein Stück der beiden Trägerzellen mit in den Bereich des Ascus aufgenommen. a ursprüngliche Scheidewände der beiden Copulationszellen.
- Fig. 17 und 18. Differenzirung des Protoplasma innerhalb des Ascus behufs Ausbildung der acht Schlauchsporen.
- Fig. 19. Die Ascosporen sind herangereift; die Traghyphen des Ascus beginnen sich aufzulösen. Fig. 18 ist in künstlicher Nährlösung gewachsen, wobei die schraubige Umwindung der Anlagen resp. Traghyphen oft nur mangelhaft vor sich geht oder ganz unterbleibt, entgegen Fig. 17 und 19 vom natürlichen Nährboden.
- Fig. 20. Reifer Ascus, dessen Träger bereits verschwunden sind und dessen Membran ebenfalls der allmählichen Auflösung anheimfällt.
- Fig. 21 — 23. Verschiedene abnorme Zustände. Fig. 21 und 23 bei a gegenseitige Berührung der Copulationszellen, welche in Fig. 23 bedeutend aufschwellen; die Copulation unterbleibt aber in beiden Fällen. In Fig. 22 ist zwar die Copulation erfolgt, sowie die Abgliederung des Ascus b, letzterer bringt es jedoch nicht bis zur Sporenbildung, sondern er bleibt steril; in Fig. 23 b ist er bedeutend aufgeschwollen.
- Fig. 24. Ein einziger Hyphenast hat, ohne sich wie sonst mit einer zweiten Hyphe schraubig zu umwinden und mit derselben zu copuliren, an seiner Spitze parthenogenetisch einen Ascus mit acht normalen Sporen hervorgebracht.
- Fig. 25. Die Endzelle einer Hyphe ist unförmlich aufgeschwollen; sie enthält entgegen der vorigen Figur statt Ascosporen nur eine Menge verschieden grosser Protoplasma kugeln.

Vergrösserung von Fig. 3 und 4 = 300 fach; Fig. 2 = 500 fach;
 Fig. 5—25 = 900—1000 fach; Fig. 1 = 1200 fach.



Tafel XX.

Eremascus albus.

- Fig. 1. Mycelrasen des Pilzes, in Pflaumenabkochung auf dem Objektträger erzogen; mit zahlreichen Fruktificationen bedeckt. Vergr. 12 fach.

Chaetomium Kunzeanum Zopf.

- Fig. 2. Carpogonium, lang gestielt und oben dicht schraubig zusammengerollt; die letzten Windungen der Schraube sind unregelmässig verschoben. Vergr. 500 fach.
- Fig. 3. Carpogonium mit langem Stiel in weiter vorgerücktem Zustand. Es beginnt an verschiedenen Stellen das Aussprossen von Hyphen-ästen. Vergr. 500 fach.
- Fig. 4. Junges sitzendes Carpogonium; Beginn der Hyphenaussprossung. Vergr. 500 fach.
- Fig. 5. Drei Carpogone a, b und c, das mittlere gestielt, die beiden seitlichen sitzend, alle an dem nämlichen Mycelfaden; sehr reichliches Aussprossen feiner Hyphen. Vergr. 500 fach.
- Fig. 6. Junges Perithecium mit Stiel; einzelne Zellen der Peritheciumwand beginnen in Haare auszuwachsen. Vergr. 500 fach.

Sterigmatocystis nidulans.

- Fig. 7. Fruktificirender Rasen des Pilzes, auf Cohn'scher Bakteriennähr-
lösung schwimmend; das mit Krystallen durchsetzte Mycelium ragt
in Form spitz zulaufender farbloser Flocken tief hinein in die Flüssig-
keit. $\frac{1}{2}$ nat. Grösse.
- Fig. 8. a Conidiensporen der *Sterigmatocystis*; b dieselben im Beginn der
Keimung; d Keimschläuche verzweigt und septirt; c die abgeschnür-
ten Sporenketten bleiben mit einander verklebt und sind von den
Conidienträgern abgefallen in Form undurchsichtiger cylindrischer
Würstchen. a, b und d Vergr. 300 fach; c. Vergr. 50 fach.
- Fig. 9. Auf dem Objektträger cultivirtes Mycel, aus einer Conidienspore
hervorgegangen. Das Mycel hat bereits zahlreiche neue Conidien-
träger entwickelt. Vergr. 12 fach.
- Fig. 10. a die Spitze eines reifen kräftigen Conidienträgers mit Köpfchen,
verzweigten Sterigmen und zahlreichen langen Sporenketten. b und c
Entstehung der Sterigmen. Vergr. 500 fach.
- Fig. 11. Verzweigte Conidienträger der *Sterigmatocystis nidulans*. Vergr. 500 fach.
- Fig. 12. Zwei sehr kleine Conidienträger; die Verzweigung der Sterigmen
ist deutlich sichtbar. Vergr. 500 fach.
- Fig. 13. Ein Conidienträger, dessen Sterigmen vielfach unter sich anastomo-
siren. Vergr. 500 fach.
- Fig. 14 u. 15. Kümmerliche Zwergbildungen von Conidienträgern. Vergr. 500 fach.
- Fig. 16. Wie vorige Figur. Die Conidienträger sind abnorm reducirt auf
einzelne isolirte unmittelbar dem Mycel aufsitzende Sterigmen.
Vergr. 500 fach.
- Fig. 17. Ein Conidienträger hat nach allen Seiten hin zahlreiche secundäre
zum Theil selbst wieder unregelmässig geformte Conidienträger aus-
getrieben. Vergr. 750 fach.

Tafel XXI.

Sterigmatocystis nidulans.

- Fig. 1. Von der fruktificirenden Oberfläche des Rasens auf Taf. XX. Fig. 7 bei stärkerer Vergrößerung. Die Conidienträger entspringen massenhaft vom Mycel; in demselben finden sich zwei Fruchtkörper eingebettet, welche durch ihr Wachstum die Oberfläche wellig emporgewölbt haben. Die im Durchschnitt gezeichneten runden Fruchtkörper sind rings umgeben von der umfangreichen Schicht ihrer Blasenhüllen. Vergr. 120 fach.
- Fig. 2. Entstehung der Blasenhülle. Von den dickeren älteren Mycelhyphen wächst durch Neusproung ein sehr zartes secundäres Mycel hervor, dessen Fäden sich reichlich verzweigen und theils lang hinkriechen, theils kurz bleiben, um an den Stellen a dichte Aussprossungen zu entwickeln. Vergr. 120 fach.
- Fig. 3. Die secundär ausgesprossenen feinen Hyphen von den Stellen a der vorigen Figur bei stärkerer Vergrößerung. Anastomosen mit den älteren Mycelfäden erkennbar. Vergr. 750 fach.
- Fig. 4. Die Verzweigung bei a der Fig. 2 ist weiter fortgeschritten, äusserst dicht geworden und so ein rundlicher Knäuel zu Stande gekommen. Vergr. 750 fach.
- Fig. 5. Die Hyphenenden des Knäuels schwellen auf zur Bildung der Blasenhülle. Vergr. 750 fach.
- Fig. 6. Bei a wird die Membranverdickung der blasig geschwollenen Hyphenzweige erkennbar und ist in b, c und d vollendet. Blasen rund oder länglich, Verdickung auf der Innenseite der Blase mit unregelmässigen Zacken versehen. In b und d findet neben den bereits ausgewachsenen die Neubildung junger Blasen statt durch Aufschwellen einzelner Seitenäste. Vergr. 750 fach.
- Fig. 7. Junger Fruchtkörper, in den weiten Mantel seiner Blasenhülle central eingelagert. Vergr. 300 fach.
- Fig. 8. Primordialanlage des Fruchtkörpers, welche inmitten der Blasenhülle (über die Stellung des Fruchtkörpers vergl. Fig. 1 und 7 dieser Tafel) von Seite zweier äusserst feiner Hyphen ausgeht. Vergr. 750 fach.
- Fig. 9—14. Weiter vorgeschrittene Zustände der Fruchtkörperanlagen; Fig. 10 und 11 im optischen Durchschnitt gezeichnet. Bei Fig. 9, 13 und 14 sind die jungen Anlagen mit einem langen aus zopfartig verflochtenen Hyphen bestehenden Stiel versehen, Fig. 12 dagegen zeigt eine stiellose Anlage, unmittelbar den zwei Mycelhyphen, von welchen sie ausgegangen ist, aufsitzend. Vergl. den Text pag. 406 und 407. Vergr. 750 fach.
-

Tafel XXII.

Sterigmatocystis nidulans.

- Fig. 1. Junger Fruchtkörper; die Peritheciumwand ist durch gelinden Druck gesprengt und der Inhalt hervorgetreten. Letzterer besteht aus langen, durchweg gleichartigen und streckenweise angeschwollenen, farblosen und plasmareichen Hyphen, während die Rinde davon getrennt, gelb gefärbt und aus Pseudoparenchym zusammengesetzt ist. Rinde sowohl als Innenkern färben sich auf blossen Zusatz von Alkalien intensiv blau, auf Säurezusatz roth. Vergr. 750 fach.
- Fig. 2. Querschnitt durch einen erwachsenen Fruchtkörper, in welchem die Bildung von Ascosporen bereits in vollem Gange ist. Ringsum an der Peripherie befindet sich die im reifen Zustand dunkel schwarzrothe, stark verdickte meist zweischichtige Rinde; der Innenraum ist mit dünneren und dickeren Hyphen sowie daran sitzenden jungen und älteren Sporenschläuchen erfüllt. Das Ausreifen der Asci findet ganz ungleichmässig statt: einige sind nahe daran, die acht Ascosporen zu entwickeln, während dieselben bei anderen bereits vollkommen ausgebildet sind und dann purpurfarben erscheinen. Alkalien und Säuren färben die noch unreifen Theile des Fruchtkörpers ebenso, wie es bei voriger Figur angegeben wurde. Vergr. 400 fach.
- Fig. 3. Die Rindenzellen des Perithecium resp. deren Verdickungen von oben gesehen. Vergr. 400 fach.
- Fig. 4. Eine Hyphe aus dem reifenden Perithecium, mit zahlreichen dick aufgeschwollenen Aesten, welche späterhin sich in Sporenschläuche umgestalten. Vergr. 750 fach.
- Fig. 5. Weiter vorgeschrittener Zustand. An der Hyphe sitzt oben ein sehr junger Sporenschlauch, links zwei eben reifende und rechts einer a, in welchem bereits die doppelwandigen, ovalen, purpurfarbenen Ascosporen vollkommen ausgereift sind. Vergr. 750 fach.
- Fig. 6. Die Ascosporen im Zustand der Quellung und Keimung. Das Exosporium wird in zwei Hälften gesprengt, zwischen welchen der Keimschlauch hervordringt. Vergr. 1000 fach.
- Fig. 7. Junges Mycel, an welchem bereits zwei kleine Conidienträger entstanden sind. Bei a die beiderseits anhaftenden Hälften des purpurnen, später violetten Exosporium der Schlauchspore. Vergr. 750 fach.
- Fig. 8. Das aus einer Ascospore von *Sterigmatocystis nidulans* hervorgegangene Mycel ist vielfach verästelt und gross ausgewachsen; es besitzt an dem gezeichneten Theil zwei vollkommen reife Conidienträger mit verzweigten Sterigmen. a wie in voriger Figur. Vergr. 750 fach.
-

Tafel XXIII.

Helicosporangium parasiticum Karsten.

- Fig. 1. a—d. Verschiedene Entstehungsarten der Sporenknäuel. a das Ende der spiralig gerollten Hyphe spaltet sich unter Verbreiterung in zwei Lappen, die seitlich hervortreten; d derselbe Vorgang, von vorn gesehen; b es bilden sich gleichzeitig am Spiralende sowie unterhalb desselben Ausstülpungen; c die erste Ausstülpung erfolgt weit zurück, fast am Anfang der Spirale. In e haben die Rindenzellen schon nahezu die sichtbare stark vergrösserte Centralzelle überwachsen; der oberste Spiralbogen bildet eine Art von Ring. f eine sehr einfache berindete Spore des *Helicosporangium*, im Durchschnitt gezeichnet. g die Centralzelle beginnt zu keimen und schiebt nach drei Richtungen Keimschläuche aus.
- Fig. 2. Ein grösserer reifer Sporenknäuel von *Helicosporangium* mit mehreren keimfähigen Central- und zahlreichen Rindenzellen.
- Fig. 3. Ein Mycelstück mit Sporenknäueln und gleichzeitig mit den verschiedenen Conidienformen des Pilzes. Die Sporenknäuel a und b lassen unter der Rinde einige dunkler braun gefärbte Innenzellen erkennen; die Berindung erstreckt sich bei a auch noch auf den Stiel des Knäuels, welcher in b sehr kurz ist. Bei c einfache Sterigmen von flaschenförmiger Gestalt, bei d ein Conidienträger, dem wirtel- und endständig die Sterigmen ansitzen. Letztere schnüren Ketten sehr kleiner und farbloser Conidien ab.
- Fig. 4. Ein sehr zellenreicher, gleichmässig brauner Sporenknäuel von *Helicosporangium*; derselbe ist den kleineren Bulbillen der *Papulaspora aspergilliformis* vollkommen gleichgestaltet.
- Fig. 5 und 6. Abnorme Zustände der Sporenknäuel von *Helicosporangium*. Bei Entstehung derselben ist die Bildung einer Spiralhyphe unterblieben, so dass die Knäuel nur gekrümmt (Fig. 5) oder ganz gerade (Fig. 6) ausgefallen sind. Jeder Knäuel enthält einige mittlere braune Zellen und die Berindung von Seite farbloser Hyphen ist nur höchst unvollständig.

Papulaspora aspergilliformis.

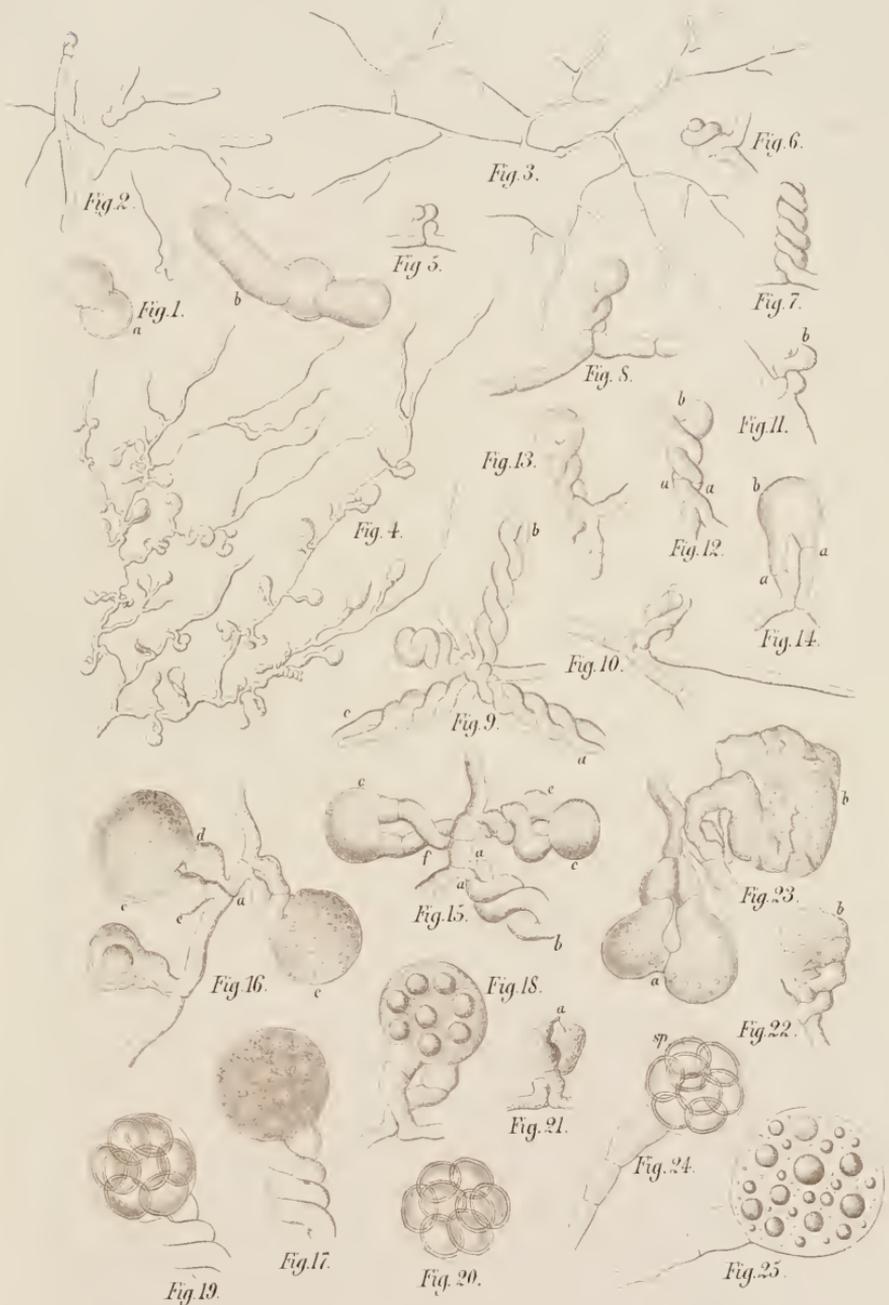
- Fig. 7. Ein Mycelstück mit grossen, braunen, verschieden gestalteten Bulbillen aa und gleichzeitig mit *Aspergillus*-Conidienträgern b und c. Der Conidienträger b ist vollkommen normal, sehr zartwandig, plasmareich, farblos, septirt, unten breiter, mit kugelrundem Köpfchen, an welchem einfache feine Sterigmen Ketten kleinster, farbloser Conidien abschnüren. Der Conidienträger c ist verzweigt, die Sterigmen sind von den Köpfchen aus weit herabgerückt, bei d hat sich noch ein drittes, sehr kleines und kurzgestieltes Köpfchen entwickelt.
- Fig. 8. Querschnitt durch eine sehr kräftige Bulbille. Sämtliche Innen- und Aussenzellen derselben zeigen durchaus gleichartigen Bau; die Zellmembranen sind schwach verdickt und braun gefärbt. Im Centrum befindet sich ein kleiner Hohlraum und daselbst hat die Bulbille mehrere Mycelhyphen eingeschlossen.

- Fig. 9. Keimung kleinerer Bulbillen a und b; es werden gleichzeitig rings herum sehr zahlreiche Keimschläuche ausgesendet.
- Fig. 10. Anlage der spontan auf dem natürlichen Nährboden gewachsenen grösseren Bulbillen. b und c Primordialzustand in Form reich septirter Hyphen, die sich am Ende spiralig einrollen und hierauf berindern; a und d zeigt die Anlagen als sitzende und gestielte Schrauben, die besonders in letzterem Fall mit der *Eurotium*-Schraube Aehnlichkeit haben.
- Fig. 11 und 12. Anlagen der kleineren Bulbillen; in künstlicher Nährlösung auf dem Objektträger erzogen. Es entstehen Fig. 11 auf lange Strecken des Mycels hin neben einander unregelmässig rundliche Aufschwellungen, die ihrerseits bei a zahlreiche ebenfalls rundliche Auswüchse hervortreiben, welche sich knäuelartig zusammenlegen, vergrössern und schliesslich zur Bulbille gestalten. In Fig. 12 zeigen sich die Anlagen nicht rundlich, sondern mehr gestreckt hyphenartig, mit lappigen kurzen Verzweigungen, die schliesslich grössere oder kleinere Bulbillen von rundlicher oder länglicher Gestalt a constituieren.
- Fig. 13. Zeigt unmittelbar neben einander und im direkten Zusammenhang an dem nämlichen Mycelfaden eine verkrüppelte Bulbille a, einen Conidienträger c und eine junge Chlamydo-spore b.
- Fig. 14. Aus geraden scharf zugespitzten Basidien entwickeln sich neben Chlamydo-sporen gleichzeitig zierliche *Aspergillus*-Conidienträger c und d, welche Reihen farbloser Conidien abschnüren d. Bei b b b die spitzen leeren Basidialenden, bei e entsteht eben eine junge Chlamydo-spore, bei aa sitzen zwei reife Chlamydo-sporen noch den Basidien endständig auf.
- Fig. 15. Abnormer verzweigter Conidienträger der *Papulaspora*. (Vergl. den Text pag. 421.)
- Fig. 16. Ein septirter und verzweigter Chlamydo-sporenräger mit jungen und ausgereiften Chlamydo-sporen. Die Verzweigung des Trägers erscheint nur gering den üppigen Bildungen gegenüber, welche man oft an *Papulasporamycel* antrifft, wenn dasselbe ausschliesslich nur mit Chlamydo-sporen besetzt ist.
- Fig. 17. Keimung der Chlamydo-sporen.

Vergrösserung von Fig. 7 und 9 = 120 fach; Fig. 16 und 17 = 300 fach;
Fig. 1—6, Fig. 8, Fig. 10, Fig. 13—15 = 500 fach; Fig. 11 und 12 = 750 fach.

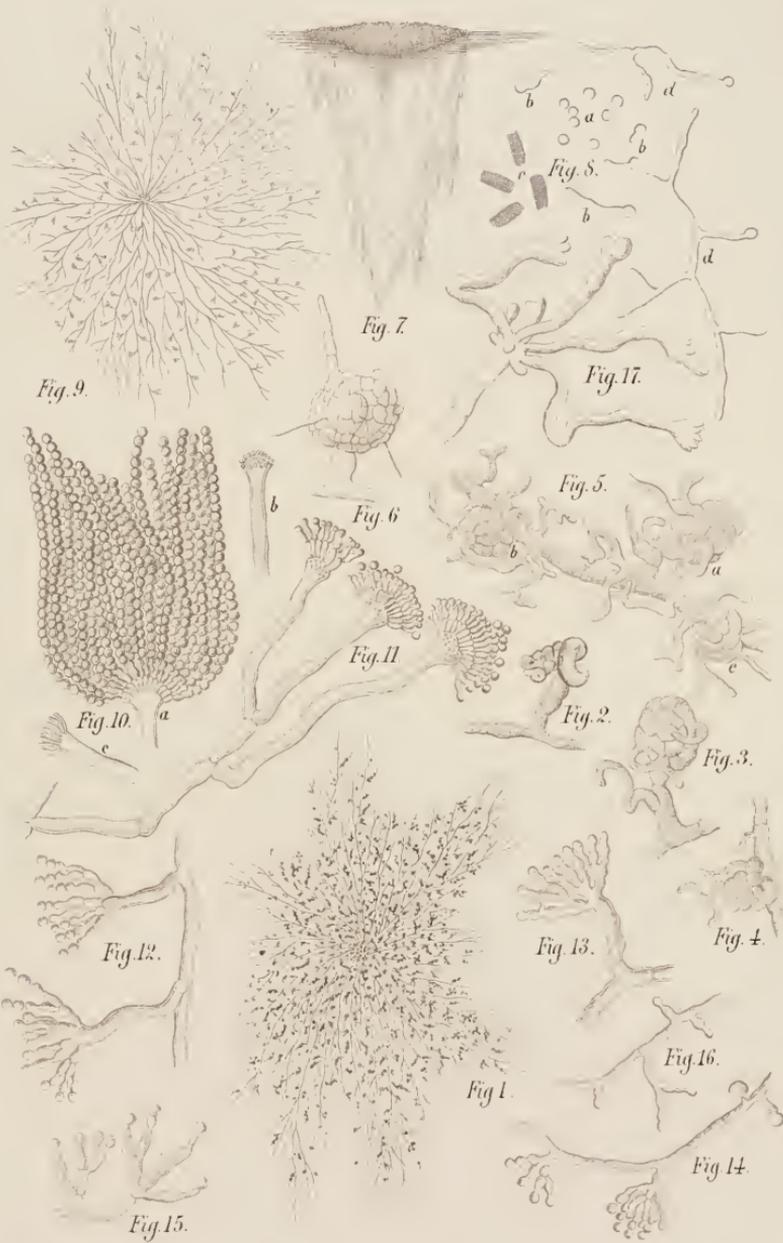
Berichtigung.

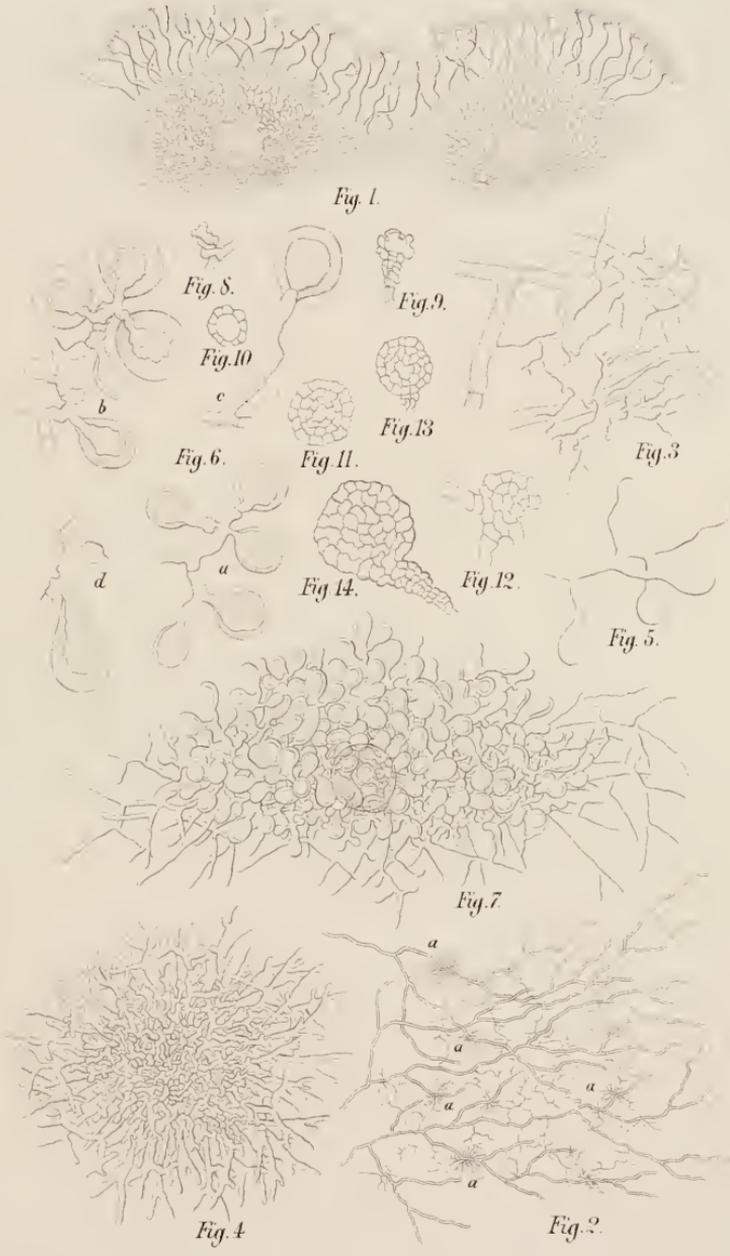
Pag. 381 Zeile 13 und Zeile 28 von oben lies statt *Kunzianum* = *Kunzeanum*.



Evidiam adnat del

Lith. Anst. v. Kros. Leipzig





E. E. Cohn, ad rat del.

Lith. Anst. v. J. Hirt, Leipzig.

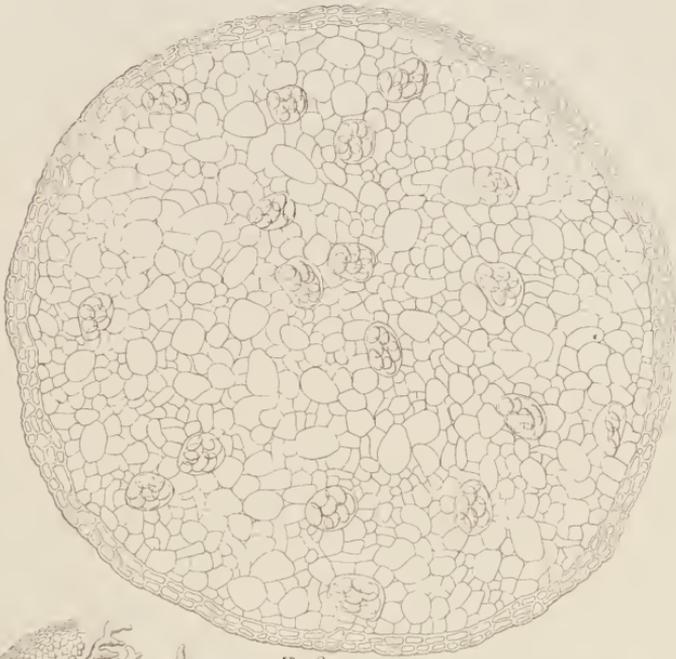


Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 5.



Fig. 8.



Fig. 6.

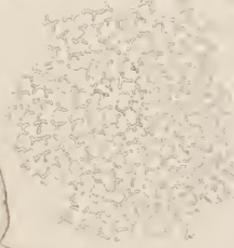


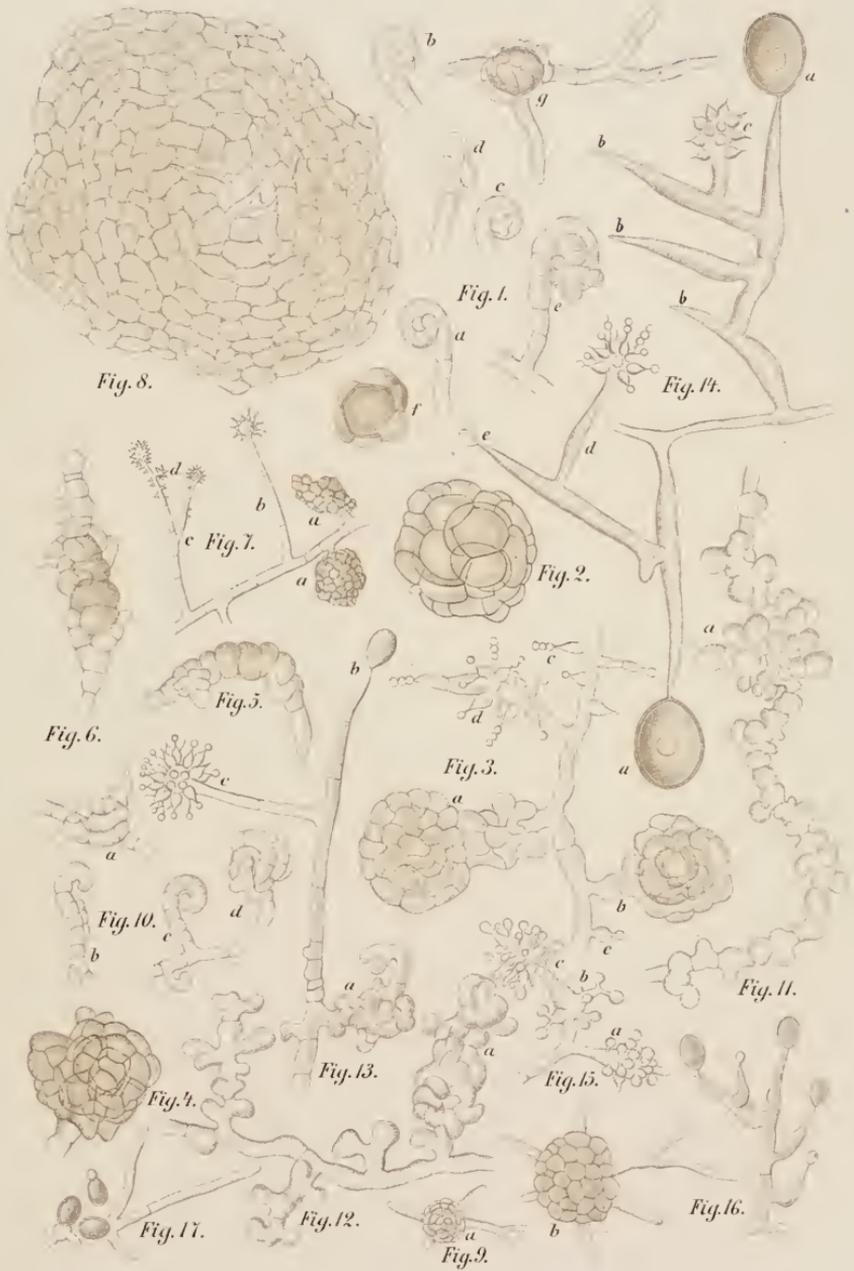
Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 7.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [3_3](#)

Autor(en)/Author(s): Eidam Eduard

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Entwicklung bei den Ascomyceten 377-433](#)