

Ueber

# Schimmel und Hefe.

Von

A. de Bary,

Professor an der Universität Halle.

Mit 7 Holzschnitten.

---

Berlin, 1869.

C. G. Lüdewig'sche Verlagsbuchhandlung.  
A. Charisius.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

126771

II.



In dem Haushalte der belebten Natur kommt der Pflanzenwelt als Hauptfunction diese zu, aus den Bestandtheilen des Wassers, der Luft und der verwitterten Mineralien die organisirbaren Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff darzustellen, aus welchen der Körper der lebenden Wesen, der Pflanzen selbst und der Thiere sich aufbaut.

Die Vegetation allein producirt diese organisirbaren Stoffe; die Thierwelt consumirt sie, und setzt sie endlich wieder um in die einfachen unorganischen Verbindungen wie Kohlensäure, Wasser, Ammoniak u. s. w., welche ihr erstes Baumaterial bildeten. Das Gleiche geschieht durch die Proceße der Fäulniß und Verwesung, welchen auch der Pflanzenkörper nach dem Absterben verfällt.

Diese die organische Schöpfung aufbauende Thätigkeit kommt ausschließlich der grün gefärbten Vegetation zu; sie ist eine Function des für das grüne Laub charakteristischen Farbstoffs, des Chlorophylls. Selbst an der grün belaubten Pflanze sind die nicht grünen Theile nur Orte der Umsetzung oder der Aufspeicherung organisirbarer Stoffe, nicht ihre ersten Bildungsstätten.

Wenn man von der Vegetation schlechtthin redet, so meint

man gewöhnlich die grün gefärbte oder grün belaubte. Man vergißt dabei, daß diese zwar ein gewaltiger, aber doch nur ein Bruchtheil der ganzen Pflanzenwelt ist. Eine Menge von Gewächsen entbehren überall und zu jeder Zeit jenes Chlorophylls oder eines ihm äquivalenten Farbstoffes und hiermit auch der Fähigkeit organisirbare Stoffe aus unorganischem Rohmaterial darzustellen. Sie sind daher gleich den Thieren, zu ihrem Aufbau auf bereits vorhandene organische Substanz, welche von der grünen Vegetation direct oder mittelbar herkommt, angewiesen. Sie kommen demgemäß nicht fort in dem aus Verwitterung der Gesteine hervorgegangenen, einfach wasserdurchtränkten und luftumspülten Boden, der der grünen Pflanzenwelt genügt; sie erfordern vielmehr als Nährboden bereits vorgebildete, von Pflanzen oder von Thieren herstammende organische Körper. Sie siedeln sich daher entweder auf den lebenden Organismen selber an als deren Schmarotzer oder Parasiten, oder auf deren abgestorbenen Theilen und Producten, die der Zersetzung anheimfallen, als Zersetzungs-, Fäulnißgewächse, Saprophyten.

Zu dieser chlorophyllfreien Vegetation stellen die verschiedensten Classen und Abtheilungen des Pflanzenreiches ihr Contingent. Blüthentragende nie grün gefärbte Schmarotzer kommen in großer Formenmannigfaltigkeit in heißen Zonen vor und aus unseren Gegenden sind für sie die Wurzelwürger (Orobanchen), wie sie z. B. auf Hanf, Taback, Klee vorkommen, die Klee- und Flachsseide (Cuscuta) allgemein bekannte Beispiele. Auch chlorophyllfreie Saprophyten giebt es aus den verschiedensten Familien blüthentragender Gewächse, wie Ericaceen, Gentianeen, Orchideen u. a. m. Von einheimischen seien das Vogelnest (*Neottia nidus avis*), der Fichtenspargel (*Monotropa*) als allbekannte bleiche Bewohner moderreichen Waldbodens beispielsweise genannt.



Die weitaus überwiegende Mehrzahl der chlorophyllfreien Gewächse wird von nicht blüthentragenden, kryptogamischen Arten dargestellt, und man pflegt diese in der Regel allesammt, wenn auch nicht ganz correct mit dem Namen Pilze zu bezeichnen. Lassen wir diesen in seiner vulgären Anwendung einstweilen gelten um auf die Berichtigung später zurückzukommen.

Daß die Pilze eine gewaltige Zahl von Formen und Individuen aufweisen, braucht Niemanden ausdrücklich versichert zu werden, der den Boden des Waldes in feuchtem Spätjahre einmal angeschaut hat. Und doch ist die respectable Menge, die sich hier schon der flüchtigen Betrachtung bemerkbar macht, nur ein kleiner Theil der Gesamtzahl, denn die meisten Pilze sind mikroskopisch klein, mit bloßem Auge schwer unterscheidbar oder selbst kaum bemerkbar. Es ist bei dem derzeitigen Stande unserer Kenntnisse nicht möglich genau zu sagen, wie viele Arten von Pilzen es gibt, oder wie viele man kennt, aber wenn man bedenkt, daß sehr vielen Arten blüthentragender Pflanzen wenigstens ein Pilz als Schmarozer oder Saprophyt eigens zukommt, und wenn man dazu die Arten rechnet, die anderswo als auf blüthentragenden Gewächsen vorkommen, so ist es jedenfalls keine übertriebene Schätzung, wenn man die Artenzahl der jetzt lebenden Pilze der der Blüthenpflanzen gleichsetzt, also etwa = 150,000. Jede einigermaßen aufmerksame Betrachtung ergibt weiter, daß die meisten Pilzarten an Individuenzahl gewiß nicht hinter den blüthentragenden zurückstehen. Man kann daher ohne Fehler die in Rede stehende Vegetation für mindestens ebenso reich und ebenso mannichfaltig wie die Blüthen- und Chlorophyllführende halten, wenn sie dieser auch an Masse gewaltig nachsteht.

Die Pilzvegetation ist überall verbreitet; ihre Glieder sind überall angesiedelt auf, zwischen und neben denen der anderen; es

gibt kaum einen Ort wo organische Körper sind, der nicht auch Pilzen zum Aufenthalte diene.

Es liegt von vornherein nahe anzunehmen, daß eine so reiche und verbreitete Gruppe von Organismen in irgend einer Weise mächtig eingreift in die Deconomie der Natur, und bei näherer Betrachtung stellt sich heraus, daß ein solches Eingreifen in einer Form, die man etwa Polizeidienst nennen kann, stattfindet.

Die Schmarogerpilze befallen zunächst einzelne Individuen, jeweils bestimmter, zu ihrer Ernährung geeigneter Pflanzen- und Thierarten. Sie siedeln vermittelst ihrer Keime auf neue Individuen über, wiederum auf vereinzelte, so lange diese zerstreut zwischen Arten leben, welche dem Parasiten gleichgültig sind. Die vom Schmaroger befallenen Individuen erkranken selbstverständlich und ihr Absterben wird beschleunigt. Je mehr eine Species welche einen Parasiten ernährt sich vermehrt, je ausschließlicher und dichter sie von einem Areal (auf Kosten anderer) Besitz nimmt, um so leichter wird der Parasit und die durch ihn verursachte Krankheit von einem Individuum auf andere übersiedeln, die Krankheit mithin den Character einer Epidemie annehmen. Die epidemischen Krankheiten vieler Culturpflanzen, mit denen wir große Bodenflächen ausschließlich bestellen, aber auch sehr vieler gewöhnlich nur minder beachteter wildwachsender, liefern hierfür bekannte Beispiele; große Mengen von Raupen, Stubenfliegen u. s. w. werden alljährlich durch Schmarogerpilze getödtet. Der Polizeidienst der Parasiten richtet sich somit gegen das Ueberhandnehmen einzelner geselliger Species auf Kosten anderer.

Diese Thätigkeit fällt jedoch wenig ins Gewicht gegen die energische Handhabung der Straßenpolizei durch die auf todter organischer Substanz vegetirenden Saprophyten.

In den todtten organischen Körpern treten, wenn sie bei bestimmter Temperatur und Gegenwart von Wasser der atmosphäri-



ischen Luft ausgesetzt sind, Spaltungen der sie während des Lebens zusammensetzenden complicirten Verbindungen in einfachere ein. Das Ende hiervon ist die Verwesung: die organische Substanz verschwindet, indem sie zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verbrannt in die umgebende Luft entweicht; die relativ geringe Menge der unverbrennlichen (Mineral-) Bestandtheile bleibt als Asche zurück. Die Verwesung wird meistens eingeleitet, vorbereitet durch Spaltungen in Verbindungen, welche einfacher als die ursprünglichen organisationsfähigen, aber verschiedenen von den endlichen Verwesungsproducten sind. Wir nennen diese letzterwähnten Spaltungen Fäulniß und Gährung; Namen, welche keineswegs scharf unterschiedenen Begriffen entsprechen, sondern lediglich der im gewöhnlichen Leben conventionellen Unterscheidung, je nach dem sich spaltenden Material und den Eigenschaften gewisser Spaltungsproducte, nach welcher man sagt, der Most gährt und altes Fleisch fault.

Gährungs- und Verwesungsprocesse lassen sich im Laboratorium auf sehr verschiedene Weise erzeugen. Sie mögen auch in der Natur in mannichfaltiger Art zu Stande kommen. Sieht man aber genau zu, so zeigt sich, wie hier einstweilen anzudeuten und später genauer zu erörtern ist, daß die weitaus überwiegende Menge dieser Vorgänge thatsächlich erregt und unterhalten wird durch den Vegetationsproceß von den allüberall in dem zersetzungsfähigen Material angesiedelten Pilzen. Ohne diese Thätigkeit der Pilze müßten sich die todten Thier- und Pflanzenkörper, in langsamer Drydation begriffen, auf der Erdoberfläche anhäufen zu Massen, welche bald jegliches Leben hinderten, anstatt rasch neuen Generationen Platz zu machen und zugleich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, die Nährstoffe jeglichen Lebens, in die Circulation zurückzugeben.

Jede Pilzform oder -Art hat wie jede andere Thier- und

Pflanzenart ihre eigenen Vegetationsbedingungen; nach diesen theilen sich die verschiedenen Species vielfach in das zu zersetzende Material; doch bewohnen auch oft mehrere differente den gleichen Boden. Diesen Verschiedenheiten entsprechend erregen theils viele Arten in dem gleichen Substrat gleiche oder ähnliche Zersetzungen, theils kommen besonderen Arten besondere Zersetzungswirkungen zu. Die der Form nach verschiedenen Arten können sich in dieser Hinsicht durchaus verschieden verhalten und umgekehrt.

Die bisher kurz angedeuteten physiologischen Eigenthümlichkeiten, die Mannigfaltigkeit, und wie hier einstweilen hinzugefügt sein mag, auch die oft wunderbare Bildung und Entwicklung der Formen geben den Pilzen jedenfalls ein hohes wissenschaftliches Interesse. Dazu kommt bei vielen ein für den menschlichen Haushalt practisches. Wir wissen, daß viele unserer Culturpflanzen durch parasitische Pilze krank gemacht und zerstört werden; daß von anderen manchen Nuthieren, wie z. B. der Seidenraupe, und selbst dem menschlichen Körper Gefahr droht. Eine Menge Gährungs-, Fäulniß-, Verwesungsprocesse spielt in der menschlichen Deconomie eine wichtige, theils Gefahr und Verderben, theils Nutzen bringende Rolle und wird von Pilzen geleitet. In diese Erscheinungen ist vielfach Klarheit gebracht, Vortheile sind vielfach dadurch erreicht worden, daß man die theiligten Pilze auffand und sorgfältig studirte. Kein Wunder daher, daß man jetzt allüberall, wo es sich um Krankheiten, Zersetzungen und dergleichen handelt, Pilze sucht und im blinden Eifer gar oft auch das erste beste gefundene Geschöpf, welches wie ein Pilz aussieht, flugs für den Uebelthäter erklärt, der eine Reihe bisher räthselhafter Erscheinungen verschuldet haben muß.

Dieser Pilzjagd unserer Tage und dem vielen dabei aufgeworfenen Staube gegenüber wird sich Jeder, der sich unbefangenen Sinnes für naturwissenschaftliche Dinge interessirt, oft fragen,



was man denn eigentlich von dem Leben und Wirken der Pilze sicher weiß. Der Versuch, hierauf wenigstens eine theilweise Antwort zu geben, soll in dem Folgenden gemacht werden.

Um die Wirkungen beurtheilen zu können, welche ein lebender Organismus eben durch seinen Lebensproceß ausübt, ist es vor allen Dingen nothwendig, diesen Organismus selbst, seine Form und Entwicklungsbewegung zu kennen. Auf die Darstellung dieser wird daher hier ein Hauptgewicht zu legen sein. Es ist das vielfach eine trockene und langwierige Sache, darum weil viele Pilze einen sehr complicirten Entwicklungsgang haben, weil oft eine Species in verschiedenen Formen auftritt, die einander wechselsweise erzeugen, oder Fortpflanzungsorgane verschiedenen Baues zeigt, die von demselben Individuum in mehr oder minder regelmäßiger Aufeinanderfolge gebildet werden; weil in Folge hiervon bei gesellig wachsenden Formen Controversen darüber bestehen können, ob dieselben dem Entwicklungskreise einer oder verschiedener Arten angehören; — Controversen deren Discussion oft nicht umgangen werden kann, wenn eine klare Einsicht in Fragen von allgemeinem Interesse gewonnen werden soll. Will man alle diese Dinge mit der zur Deutlichkeit unerläßlichen Ausführlichkeit erörtern, so reicht die für einige Vorträge zugemessene Zeit bei weitem nicht aus, um die Besprechung auch nur auf Haupt-Repräsentanten sämtlicher Pilzgruppen auszudehnen. Es ist vielmehr geboten, sie auf eine kleinere Anzahl von Beispielen einzuschränken und als solche seien hier die Bewohner todter organischer Körper gewählt, welche im gewöhnlichen Leben Schimmel und Hefe genannt werden.

Schimmel und Hefe sind keine wissenschaftlichen Begriffe, eine scharfe Definition beider Namen läßt sich nicht finden. Wollen wir etwas geben, was einer Definition von ferne ähnlich sieht, so können wir uns nur an die Praxis des täglichen Lebens

halten und mit dem ersteren Namen die flockigen, fädigen Pilzbildungen bezeichnen, welche auf in Zersetzung begriffenen organischen Körpern auftreten; mit dem Namen Hefe jene, welche in und auf genannten Körpern als wolkige oder schmierige Niederschläge oder Ueberzüge sich finden. Erstere bestehen aus langfadenförmigen ästigen Schläuchen, oder ebenso gestalteten Reihen festverbundener Zellen; letztere meistens, aber nicht immer, aus Anhäufungen untereinander freier oder locker verbundener kurzer Zellchen.

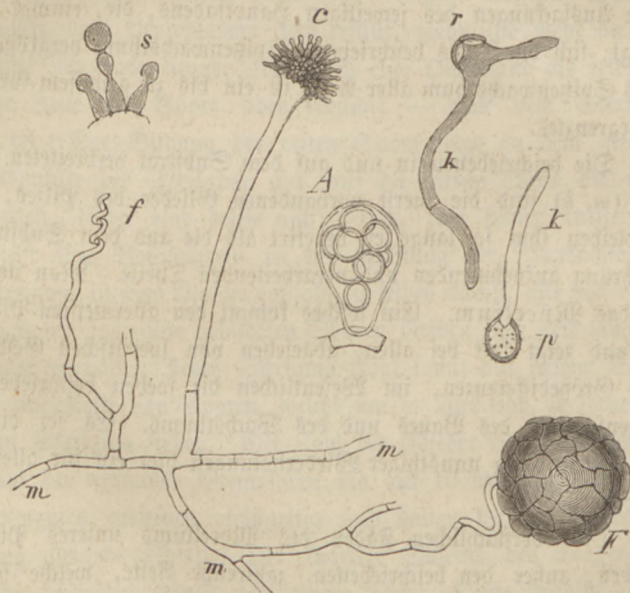
Auch unter den somit etwas näher bezeichneten Gegenständen müssen wir sogleich noch eine weitere Einschränkung für die folgende Betrachtung vornehmen. Aus denselben Gründen welche oben für die Concentration unserer Darstellung auf ein relativ kleines Gebiet geltend gemacht wurden, verbietet sich hier ein Eingehen auf die ganze große Reihe bekannter Formen, welche im gewöhnlichen Leben Schimmel und Hefe genannt werden würden. Wir können von denselben daher nur einige Beispiele herausheben und als solche seien aus selbstverständlichen Gründen die verbreitetsten, häufigsten, dem alltäglichen Leben und zugleich den sogenannten Pilzfragen unserer Tage nächststehenden gewählt.

Der Verfolg der Darstellung wird es rechtfertigen, wenn wir mit den Schimmelformen beginnen.

In jedem Haushalte ist ein häufiger unbetener Gast, der sich besonders gern auf eingemachten Früchten einfundet, der Schimmelpilz, welcher die Namen *Aspergillus glaucus* oder auch *Eurotium herbariorum* führt. (Fig. 1.) Als wollig-flockiger Ueberzug des Substrats, erst rein weiß, allmählich mit kleinen, fein gestielten, graugrün oder schwarzgrün-staubigen Köpfchen sich über und über bedeckend, macht er sich dem bloßen Auge zunächst bemerkbar. Genauere, mikroskopische Untersuchung zeigt, daß der Pilz



besteht zunächst aus reichlich verzweigten feinen Fäden, welche theils in dem Substrat verbreitet sind, theils sich über dieses schräg aufsteigend erheben. Sie haben Cylinderform mit abgerundeten Enden und sind durch Querswände in langgestreckte Glieder getheilt, jedes von diesen hat die Eigenschaften, welche es als eine Zelle in dem gewöhnlichen Sinne dieses Wortes legitimiren; innerhalb einer zarten structurlosen Wand enthält es jenen Körper von feinkörnig-schleimigem Ansehen, den die Zellenlehre mit dem Namen Protoplasma bezeichnet, und welcher den



Figur 1. *Aspergillus glaucus*.

m-m Myceliumfaden, einen Conidienträger c (von dem die Conidien abgefallen), eine Schlauchfrucht F und die erste Anlage einer solchen, f, tragend, bei 190 facher Vergrößerung gezeichnet. — s 3 Sterigmen vom Scheitel eines Conidienträgers, die Sporen-Abknüpfung zeigend. p Keimende Conidie (vergr. 250 — 300). A Sporenschlauch (vergr. 600), r keimende Schlauchspore. k Keimschläuche.

Zellraum entweder gleichförmig anfüllt oder von wässerig erfüllten Hohlräumen (Vacuolen genannt) durchschnittlich um so reichlicher durchsetzt wird, je älter die Zelle ist. Alle Theile sind zunächst farblos. Das Wachsthum der Fäden in die Länge geschieht durch vorwiegenden Zuwachs nächst ihrer Spitze; diese rückt stetig vor, in einiger Entfernung von ihr treten successive neue Querswände auf; in größerer Entfernung von ihr erlischt das Längenwachsthum. Man bezeichnet diese Art des Wachstums als Spitzenwachsthum. Die Aeste und Zweige entstehen als seitliche Ausfackungen des jeweiligen Hauptfadens, die, einmal angelegt, sich durch das beschriebene Spitzenwachsthum vergrößern. Das Spitzenwachsthum aller Aeste ist ein bis zu gewissem Grade unbegrenztes.

Die beschriebenen in und auf dem Substrat verbreiteten Fäden (*m*, *k*) sind die zuerst vorhandenen Glieder des Pilzes, sie verbleiben ihm so lange er vegetirt als die aus dem Substrate Nahrung aufnehmenden und verarbeitenden Theile. Man nennt sie das Mycelium. Ein solches kommt den allermeisten Pilzen zu und zeigt fast bei allen, abgesehen von specifischen Gestalt- und Größedifferenzen, im Wesentlichen die soeben beschriebenen Eigenschaften des Baues und des Wachstums. Es sei dieses zur Vermeidung unnöthiger Wiederholungen hier ein für allemal hervorgehoben.

Die oberflächlichen Fäden des Myceliums unseres Pilzes treiben, außer den beschriebenen, zahlreiche Aeste, welche seine Fruchträger oder specieller bezeichnet Conidienträger sind (*c*). Diese sind durchschnittlich dicker als die Myceliumfäden, nur sehr ausnahmsweise verzweigt oder mit Querswänden versehen; sie erheben sich ohngefähr senkrecht in die Luft, erreichen eine Länge von durchschnittlich etwa  $\frac{1}{2}$  Millimeter, selten mehr, dann steht ihr Längenwachsthum still. Ihr freies oberes Ende schwillt



zu der Gestalt eines kugeligen Kolbens an und dieser treibt auf seiner ganzen oberen Hälfte dicht nebeneinandergestellte strahlig divergirende Ausstülpungen, welche längliche Form und eine Länge erhalten, die dem Radius, oder bei schwachen Exemplaren dem Durchmesser ihres kugeligen Trägers ohngefähr gleichkommt. Die strahlig divergirenden Ausstülpungen sind die directen Erzeuger und Träger von der Fortpflanzung dienenden Zellen, von Sporen oder Conidien; sie heißen Sterigmen. Jedes Sterigma treibt zunächst auf seiner Spitze eine kleine, rundliche Ausstülpung, die mit stark verschmälerter Basis dem Sterigma aufsitzt. Dieselbe schwillt, vom Protoplasma stets erfüllt, mehr und mehr an und grenzt sich nach einiger Zeit durch eine Querwand als selbständige Zelle — Spore oder Conidie — von dem Sterigma ab (s). Der Bildung der ersten Spore folgt an dem gleichen Endpunkte des Sterigma und auf die gleiche Weise die einer zweiten, dieser eine dritte und so fort, jede später entstehende schiebt ihre Vorgängerin in der Richtung der Längsachse des Sterigma in dem Maße vor als sie selber wächst, alle von einem Sterigma successive gebildeten Sporen bleiben eine Zeit lang aneinandergereiht. Jedes Sterigma trägt somit auf seinem Scheitel eine Kette von Sporen, welche um so älter sind, je ferner sie vom Sterigma stehen. Die Zahl der Glieder einer Sporenkette steigt bei normalen Exemplaren bis auf 10 und darüber. Alle Sterigmen entstehen gleichzeitig und halten bei der Sporenbildung gleichen Schritt. Der kugelige Scheitel des Trägers ist daher schließlich bedeckt von einem dichten Kopfe strahlig geordneter Sporenketten. Jede Spore wächst nach ihrer Anlegung eine Zeit lang und trennt sich schließlich von den benachbarten ab. Die Gesamtmenge der abgegliederten Sporen stellt jenen feinen graugrünen Staub dar, welcher oben erwähnt wurde. Der beschriebene Proceß der Sporenbildung, bei welchem eine Aus-

stülpung des Sterigma sich zur selbständigen Sporenzelle abgliedert und schließlich lostrennt, wird, seinem Aussehen nach, Abschnürung genannt; in dem uns beschäftigenden Falle werden also die Sporen reihenweise nach einander auf den Enden der Sterigmen abgeschnürt. Auch dieser Ausdruck wird weiter unten öfters Anwendung zu finden haben. Die reife Conidie ist eine kugelige oder breit eiförmige Zelle, meist etwa  $\frac{1}{5}$  Mm. groß, erfüllt mit farblosem Protoplasma und versehen mit einer bei Einzelbetrachtung bräunlichen, fein warzig punctirten Wand (*p*).

Daselbe Mycelium, welches die Conidenträger bildet, erzeugt, wenn diese dem Ende ihrer Entwicklung nahe sind, bei normaler Vegetation eine zweite Art Fruchträger, die als die Träger der Schlauchfrüchte zu bezeichnen sind. Sie beginnen als zarte dünne dem bloßen Auge nicht einzeln unterscheidbare Zweiglein, welche nach bald begrenztem Längenwachsthum ihr Ende nach Art eines Korkziehers in meist 4—6 Windungen zu krümmen beginnen (*f*). Die Windungen nehmen dann an Steilheit mehr und mehr ab, bis sie schließlich einander zur festen Berührung genähert sind, das ganze Ende also aus der Form eines Korkziehers in die einer hohlen Schraube übergegangen ist. In und an dem schraubenförmigen Körper gehen nun Veränderungen complicirter Art vor, deren detaillirte Beschreibung hier zu weit führen würde, von denen daher nur angedeutet sein mag, daß sie als ein geschlechtlicher Zeugungsproceß zu bezeichnen sind. In Folge desselben wird aus dem Schraubenkörper rasch ein kugeligter Behälter (Schlauchfrucht, *F*), bestehend aus einer dünnen, von einer Lage zarter Zellen gebildeten Wand und einer von dieser umschlossenen dichten Masse fest verschlungener Zellreihen. Unter Vergrößerung aller dieser Theile wächst der kugelige Körper so weit, daß er zur Reifezeit für das bloße Auge eben deutlich sichtbar ist. Die Außenfläche der Wand nimmt



hierbei ziemliche Verheit und lebhaft gelbe Farbe an. Die Zellen der innern Masse werden zum größten Theil (eine Anzahl wird zu Gunsten der übrigen aufgelöst) zu sporenbildenden Schläuchen (Sporenschläuchen, Asci), indem sie sich aus dem gegenseitigen Verbande lösen, breite Eiform annehmen, und jede in ihrem Innenraume acht Sporen erzeugt (4). Diese erfüllen alsbald vollständig den Raum des Schlauches. Bei völliger Reife schwindet letzterer; die Wand der Schlauchfrucht wird brüchig und aus ihren bei Berührung leicht entstehenden unregelmäßigen Rissen gelangen die stets farblosen rundlichen Sporen ins Freie.

Mit der Reifung der Schlauchfrüchte nimmt gewöhnlich auch das Mycelium eine gelbe oder gelbrothe Farbe, der ganze Pilzüberzug also ein verändertes Aussehen an, das Wachsthum des Myceliums erreicht gleichzeitig sein Ende, andere bestimmt charakterisirte Entwicklungsproducte als die beschriebenen kommen nicht vor, wohl aber sehr oft mannigfach verkümmerte und wunderlich gestaltete Conidienträger, die als solche leicht zu erkennen sind.

Es wurde bisher der Ausdruck Sporen ohne nähere Erklärung gebraucht. Derselbe bezeichnet hier und anderwärts von der Mutterpflanze sich ablösende Zellen, welche zu neuen Individuen werden und ungeschlechtlich entstehen, d. h. nicht als das unmittelbare Product einer geschlechtlichen Zeugung: Die Schlauchfrüchte sind, wie angedeutet wurde, Producte geschlechtlicher Zeugung, die von ihnen gebildeten Asci also mittelbar auch, aber die Sporen in ihnen entstehen ohne sexuelle Befruchtung, daher der Name in der gegebenen Definition für sie anzuwenden ist. Wir finden also hier zweierlei Sporen bei einer Species, die in den Schläuchen gebildeten und die von den Sterigmen reihenweise abgeknüpften; es ist hier wie in anderen Fällen nöthig beide Arten von einander durch besondere Namen zu unterschei-

den und man ist übereingekommen, die von freien fadenförmigen Trägern abgefehnürten mit dem Namen Conidien, die anderen als Schlauchsporen, Ascosporen zu bezeichnen.

Die Träger von beiderlei Sporen werden in der angegebenen zeitlichen Aufeinanderfolge von demselben Mycelium gebildet. Man kann bei aufmerksamer Untersuchung oft beide nebeneinander von einem Myceliumfaden entspringen sehen. Ganz leicht ist dies bei der oft dichten Verwirrung der Fäden eines Pilzrasens, ihrer Zartheit und Zerreißbarkeit allerdings nicht immer. Bevor man ihre Zusammengehörigkeit kannte, hielt man die Schlauchfrüchte und Conidienträger für Organe zweier weit verschiedener Pilzgattungen und nannte die den Schlauchfrüchten entsprechende Eurotium, die andere Aspergillus — dies der Grund der Namensduplicität.

Die vollständige Formentwicklung eines Pilzes hängt selbstverständlich wie die jedes andern Organismus von bestimmten äußern Bedingungen ab. Sind diese nur theilweise gegeben, so wird die Entwicklung eine unvollständige bleiben. Aus diesem Grunde findet man nicht selten unsern Aspergillus nur Conidien, keine Schlauchfrüchte tragend; letztere bleiben sicher aus, wenn man ihn geflissentlich kümmerlich ernährt. — Der umgekehrte Fall, daß das Mycelium nur Schlauchfrüchte und keine Conidien producirt, ist nicht bekannt und dürfte kaum vorkommen.

Es erübrigt schließlich, die Sporen unseres Pilzes als Zellen, welche der Fortpflanzung dienen, zu legitimiren. Eine in alle Einzelheiten gehende Beschreibung ihres, zumal bei den Schlauchsporen eigenthümlichen Baues kann hier, unter Hinweisung auf das oben Angedeutete, unterbleiben. — Sät man die beiderlei Sporen auf ein geeignetes Substrat, wie verdünnte Zuckerlösung, Fruchtsäfte oder die feuchte Oberfläche der vom fertigen Pilze bewohnten Körper, so keimen sie, d. h. sie schwellen

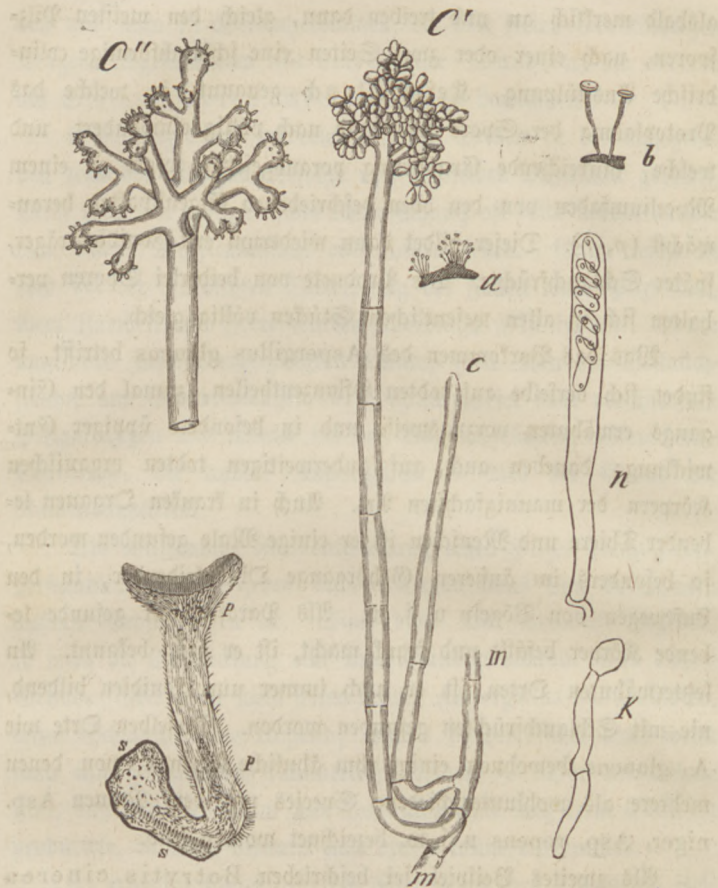


alsbald merklich an und treiben dann, gleich den meisten Pilzsporen, nach einer oder zwei Seiten eine schlauchförmige cylindrische Ausstülpung, Keimschlauch genannt, in welche das Protoplasma der Spore nach und nach völlig einwandert, und welche, hinreichende Ernährung vorausgesetzt, sofort zu einem Myceliumsfaden von den oben beschriebenen Eigenschaften heranwächst (*p*, *r*). Dieser bildet dann wiederum erst Conidienträger, später Schlauchfrüchte. Die Producte von beiderlei Sporen verhalten sich in allen wesentlichen Stücken völlig gleich.

Was das Vorkommen des *Aspergillus glaucus* betrifft, so findet sich derselbe auf todtten Pflanzentheilen, zumal den Eingangs erwähnten vorzugsweise und in besonders üppiger Entwicklung; daneben auch auf anderweitigen todtten organischen Körpern der mannigfachsten Art. Auch in kranken Organen lebender Thiere und Menschen ist er einige Male gefunden worden, so besonders im äußeren Gehörgange Ohrenleidender, in den Luftwegen von Vögeln u. s. w. Als Parasit, der gesunde lebende Körper befällt und krank macht, ist er nicht bekannt. An letzterwähnten Orten ist er auch immer nur Conidien bildend, nie mit Schlauchfrüchten gefunden worden. Dieselben Orte wie *A. glaucus* bewohnen einige ihm ähnliche Formen, von denen mehrere als wohlunterschiedene Species mit dem Namen *Asp. niger*, *Asp. repens* u. s. w. bezeichnet worden sind.

Als zweites Beispiel sei beschrieben *Botrytis cinerea* (Fig. 2). Wir werden sehen, daß dieser Pilz sehr verbreitet ist auf mancherlei Substraten, wollen uns aber, aus später anzuführenden Gründen, zunächst ausschließlich an eines derselben halten, auf dem er sich fast immer findet, nämlich todtte, feucht liegende Blätter der Weinrebe.

In dem braun werdenden Gewebe dieser verbreitet sich sein Mycelium (*m*), und dieses zeigt zunächst, abgesehen von hierfüg-



Figur 2. *Botrytis cinerea*.

*a* u. *b*. Natürliche Größe; Sclerotien, aus denen bei *a* Conidienträger, bei *b* Schlauchfrüchte hervordringen. *c*, *c'* Conidienträger (*c'* mit eben reifen Conidien) von dem Myceliumfaden *m* entspringend (Vergr. etwa 200). *C''* Ende eines Conidienträgers mit dem ersten Beginn der Conidienabschnürung auf den Zweigenden. *k* Keimende Conidie (Vergr. 300). — *d* (schwach vergr.) Durchschnitt durch ein Sclerotium *s*, aus welchem ein sehr kleiner Schlauchträger (*p*, *p*) hervordringt. *n* (Vergr. 390) Einzelner Sporenschlauch mit 8 reifen Sporen.



lich zu vernachlässigenden specifischen Eigenthümlichkeiten, wesentlich den gleichen Bau und dasselbe Wachsthum, welche für die Mycelfäden von *Aspergillus* beschrieben wurden. An dem Mycelium entstehen alsbald, außer den im Blattgewebe verbreiteten, starke, meist büschelig zu mehreren nebeneinanderstehende Nester, welche aus dem Blatte hervorbrechen und sich senkrecht erheben: die Conidienträger (*C, C'*). Sie wachsen auf die Länge von gegen 1 Mm. heran, theilen sich durch successive entstehende Querswände in einige gestreckt-cylindrische Gliederzellen, dann steht ihr Längenwachsthum still, die oberste Gliederzelle treibt nahe ihrer Spitze 3—6 fast rechtwinklich abstehende Nestchen. Von diesen sind die untersten die längsten, sie treiben unter ihrem Ende wiederum einen bis einige wenige kurze Seitenzweiglein. Je weiter nach oben um so kürzer und weniger verzweigt sind die Nester, die obersten sind ganz unverzweigt und ihre Länge übersteigt kaum die Breite des Hauptstammes. Es entsteht somit ein System von Zweigen, welches im Kleinen einer Blüthenrispe, etwa einer Weintraube ähnlich gestaltet und gegliedert ist (*C''*). Alle Nestchen stehen in ihrem Längenwachsthum sehr bald still. Alle trennen ihren Innenraum durch eine Querswand dicht bei dem Hauptstamme von diesem ab. Ohngefähr gleichzeitig schwillt das Ende aller, und das des Hauptstammes ebenfalls, etwas blasig an, und auf der oberen, freien Hälfte jeder Anschwellung treten, wiederum gleichzeitig, nebeneinander mehrere — etwa 6—10 feine Ausstülpungen, hervor (*C'''*), die rasch zu ovalen, mit stielartig verschmälelter Basis ihrem Träger aufsitzenden, protoplasmaerfüllten Bläschen heranwachsen, um sich endlich von ihrem Stielchen durch eine Querswand zu trennen und abzulösen — abzuschneiden nach der bei *Aspergillus* erklärten Bezeichnungsweise. Die abgeschnürten Zellchen sind die Conidien unseres Pilzes. Auf einem Stielchen bildet sich hier immer nur eine. Ist ihre

Bildung in der ganzen Risse vollendet, so sind die Aestchen, welche diese zusammensetzten, ihres (zu Gunsten der Conidien verbrauchten) Protoplasmas beraubt; desgleichen das durch eine Querwand unten abgegrenzte Ende des Hauptfadens. Die zarte Wand dieser Theile schrumpft nun bis zur Unkenntlichkeit; alle Conidien der Risse werden einander genähert, um eine unregelmäßig traubige, dem Träger locker aufsitzende Anhäufung zu bilden (C'), aus der sie leicht verstäuben. Bringt man sie in Wasser, so fallen sie sofort sämmtlich ab; von ihren Tragästchen lassen sich nur mehr die leeren zernitterten zarten Häute spurweise auffinden; nur die früheren Ansatzstellen dieser treten am Hauptfaden wie Narben deutlich hervor als kreisrund umschriebene, meist etwas nach außen gewölbte Flächen.

Die Entwicklung des Hauptfadens ist hiermit nicht zu Ende. Er bleibt derb und von Protoplasma erfüllt bis zu der fein conidienbildendes Endstück abgrenzenden Querwand. Sein unter dieser befindliches Stück spitzt sich nach Reifung der ersten Risse zu, schiebt das geschrumpfte Endglied zur Seite und wächst um die Höhe von 1—2 Rissen in die Länge, um dann still zu stehen und eine der ersten gleiche zweite Risse zu bilden. Diese wird später ebenso durchwachsen wie die erste, es folgt eine dritte, und so können eine ganze Anzahl Rissen nach- und übereinander an demselben Faden entstehen. Jede durchwachsene Risse hängt, bei völlig unversehrten Exemplaren, an ihrem ursprünglichen Orte der Oberfläche des Fadens locker an, um bei Erschütterung oder Wasserzutritt sofort in die einzelnen Conidien und Aestrefe zu zerfallen, nur die erwähnten runden Narben zurücklassend. Selbstverständlich wird der Faden bei jeder Durchwachsung ein Stück länger; er kann bei üppigen Exemplaren die Länge von ein Paar Linien erreichen. Seine Wand wird schon bei der Reifung der ersten Risse vom Grunde an beginnend derb und braun, sie ist immer



nur an dem in Streckung und Neubildung begriffenen Ende farblos. — Bei allen diesen Veränderungen bleibt der Faden entweder, abgesehen von den vergänglichen Rispenästchen, unverzweigt; oder er treibt hie und da an den Durchwachungsstellen, besonders von der untersten aus, ein oder zwei gegenüberstehende starke, den Hauptfäden sich gleich verhaltende Äste.

Das im Blatte wuchernde Mycelium erzeugt häufig weitere Produkte, die den Namen Sclerotien führen und ihrem Wesen nach knollenförmige dichte Geflechte von Mycelfäden sind. Ihre Bildung beginnt damit, daß in irgend einer Stelle, meistens, doch nicht immer, in den Blattrippen, die Mycelfäden sich überaus reich verästeln; die Äste verflechten sich sofort zu einem lückenlosen Körper, die schrumpfenden Gewebetheile des Blattes ins Innere dieses vielfach einschließend. Der ganze Körper schwillt zu größerer Dicke als die des Blattes an und ragt daher alsbald wie eine Schwiele über die Fläche dieses vor. Seine Gestalt ist sehr wechselnd, kreisrund bis schmal spindelförmig, seine Größe ebenfalls sehr ungleich, schwankend zwischen einigen Linien und etwa  $\frac{1}{2}$  Millimeter im größten Durchmesser (*a, b*). Anfangs ist er farblos; schließlich nehmen seine äußersten 1—2 Zellenlagen braune bis schwarze Farbe an bei rundlicher Form — er wird somit ringsum von einer rundzelligen schwarzen Rindenschicht umgeben und vom benachbarten Blattgewebe abgegrenzt. Das Gewebe innerhalb der Rinde bleibt farblos, es ist ein wirres lückenloses Geflecht von Pilzfäden, die allmählich sehr derbe knorpelig-harte Wände erhalten. Das mit dem Schwarzwerden der Rinde reife Sclerotium löst sich leicht von seiner Bildungsstätte los, es bleibt erhalten, wenn diese vermodert.

Die Sclerotien sind — hier wie bei vielen Pilzen — Dauerorgane, dazu bestimmt, nach einem Zustande anscheinender Ruhe eine neue Vegetation zu beginnen, speciell Fruchträger zu treiben.

Sie lassen sich in dieser Hinsicht passend vergleichen den Knollen und Wurzelstöcken von Staudengewächsen.

Die gewöhnliche Entwicklungszeit der hier in Rede stehenden ist das Spätjahr, die Zeit nach der Entlaubung der Weinrebe. So lange kein Frost eintritt, entstehen ihrer in dieser Zeit immer neue, jedes Einzelne erreicht seine Reife in wenigen Tagen. Ist diese einmal eingetreten, so kann es jedenfalls ein Jahr lang trocken liegen und aufbewahrt werden, ohne die Fähigkeit zur Weiterentwicklung zu verlieren. Letztere tritt ein, wenn das Sclerotium, bei der gewöhnlichen Temperatur unserer wärmeren Jahreszeiten, auf feuchten Boden gebracht wird. Geschieht dieses bald, spätestens einige Wochen nach der Reifung, so hebt die neue Vegetation meist rasch, nach wenigen Tagen wieder an: an beliebigen Punkten beginnen die farblosen Fäden des Innengewebes büschelweise neben einander stehende starke Zweige zu treiben, die sich, die schwarze Rinde durchbrechend, senkrecht zur Oberfläche strecken, auseinanderweichen und sofort alle Eigenschaften der beschriebenen Conidienträger annehmen (a). Auf einem Sclerotium können mehrere solche Büschel entstehen, so daß alsbald die Oberfläche größtentheils von fadenförmigen Conidienträgern mit ihren Rispen bedeckt ist. In dem Maaße als die Conidienträger wachsen wird das farblose Gewebe des Sclerotiums aufgelöst, schließlich bleibt die schwarze Rinde leer und schrumpfend zurück. Bringt man die reifen Sclerotien erst nach mehreren Monaten, etwa in dem auf ihre Reifungszeit folgenden Sommer oder Herbst auf feuchten Boden, so tritt die Weiterentwicklung langsamer als in dem erst erwähnten Falle und in wesentlich anderer Form ein. Es wird zwar auch von der innern Gewebemasse ein auf Kosten dieser wachsendes Büschel zahlreicher, fadenförmiger Zweige getrieben, das die schwarze Rinde durchbricht; seine Fäden bleiben aber in ohngefähr paralleler Stel-



lung fest verbunden zu einem cylindrischen Strange, der als solcher eine Zeit hindurch sich verlängert und dann sein freies Ende zu einer flach tellerförmigen Scheibe ausbreitet. Diese ist auch immer aus fest vereinigten Fäden, Verzweigungen derer des cylindrischen Stranges, gebildet (*a*). Auf der freien oberen Fläche der Scheibe treiben die Fäden wiederum zahlreiche Nester, die, nahezu gleich hoch werdend, dicht und parallel neben einander gestellt die genannte Fläche bedecken. Die einen, zahlreichern bleiben schmal-cylindrisch, stellen feine Haare dar (Paraphysen genannt); andere, ebenfalls zahlreiche, nehmen die Gestalt keulenförmiger Schlauchzellen an und jede bildet in ihrem Innern 8 frei schwimmende ovale Sporen (*n*). Sene Schlauchzellen sind also sporenbildende Asci in dem bei *Aspergillus* bezeichneten Sinne des Wortes, die gestielte Scheibe die Schlauchfrucht unseres Pilzes. Nach Reifung der Sporen reißt die ins Freie sehende Spitze des Schlauches auf, die Sporen werden durch einen hier nicht näher zu erörternden Mechanismus auf ziemlich weite Strecken hinausgeschleudert. Zwischen den reifenden und welkenden älteren Schläuchen schieben sich neue ein, eine Scheibe kann so unter günstigen Verhältnissen Wochen lang immer neue Sporen bilden.

Die Zahl der beschriebenen Schlauchfrucht-Träger ist nach der Größe des Sclerotiums verschieden. Kleinere Exemplare erzeugen gewöhnlich nur einen, größere oft 2—4 (*b*). Die Größe richtet sich ebenfalls nach der der Sclerotien und schwankt zwischen 1 und mehreren Millimeter Stiellänge und  $\frac{1}{2}$ —3 (selten darüber) Millimeter Scheibenbreite an erwachsenen Exemplaren.

Von der Weiterentwicklung der reifen Conidien und Schlauchsporen ist endlich zu berichten, daß beide in geeigneten Medien, (in reinem Wasser schwierig oder gar nicht) zumal, was hier speciell von Interesse ist, auf der verwundeten und feuchten

Oberfläche von Nebenblättern, Keimschläuche treiben, ganz ähnlich denen von *Aspergillus* (*k*); und die Keimschläuche wachsen direct zu Mycelfäden heran, welche direct Conidienträger und schließlich wieder Sclerotien bilden können.

Es mag auffallend scheinen, daß als Beispiel eines allverbreiteten Schimmelpilzes soeben ein specieller Bewohner von Nebenblättern beschrieben wurde. Mycelium und Conidienträger von *Botrytis cinerea*, oder richtiger gesagt, solche, welche von den beschriebenen nicht unterschieden werden können, sind aber in der That allverbreitete Schimmel auf abgestorbenen Pflanzentheilen jeglicher Art — faulende Weinberen, „schimmelige“ Pflanzentheile in feuchten Gewächshäusern sind Orte, an denen sie kaum je fehlen, reife Kürbisse, abgestorbene saftige Stengel der verschiedensten Gewächse werden von ihnen oft auf Strecken von mehreren Quadratfollen bedeckt. Auch fehlt es auf letztgenannten Substraten nicht an Sclerotien, die oft etwas größer, als die eben beschriebenen, sonst in allen Stücken gleich gebaut sind. Auch Conidienträger sieht man von diesen Sclerotien in der eben beschriebenen Weise oft massenhaft producirt werden. Gestielte Schlauchfruchtträger hat man dagegen nur selten beobachtet und dann immer zwar den von Nebenblättern stammenden sehr ähnliche, aber doch in manchen Einzelheiten von ihnen verschiedene. Es ist möglich, daß diese verschiedenen Schlauchfruchtformen verschiedenen, wenn auch sehr nahe verwandten Arten angehören, welche Arten in den Conidienträgern und den Sclerotien bis jetzt keine scharfen Unterschiede haben auffinden lassen; oder mit andern Worten, daß die allverbreiteten Conidienträger, welche wir für sich allein jetzt alle zu *Botrytis cinerea* rechnen müssen, einigen nächstverwandten, durch ihre Schlauchfrüchte unterschiedenen Pilzspecies angehören. Dies der Grund, warum sich die obige Beschreibung zunächst an die eine, in ihrem Entwicklungs-



gange-vollständig bekannte Form von der Rebe hielt. — Es kann jetzt zu dem Gesagten hinzugefügt werden, daß von den mancherlei pflanzlichen Substraten nur solche die Sclerotienbildung ermöglichen, welche einigermaßen massiges und derbes Gewebe zeigen, wie viele Laubblätter, Kürbisse, stärkere Stengel u. Auf sehr zarten und hinfalligen Theilen, wie z. B. Blumen, unterbleibt die Sclerotienbildung so gut wie immer, es wird nur fädiges Mycelium und meist sehr reichliche Conidienträger gebildet, der Pilz pflanzt sich auf diesen Substraten also nur in der einen soeben genannten Form fort.

Mit der Kenntniß der Zusammengehörigkeit der beschriebenen Formen in einen Entwicklungskreis stand es lange Zeit ähnlich wie mit *Aspergillus*: bis man neuerdings den Entwicklungsgang genau studirt hatte, hielt man die Conidienträger, die Sclerotien, die Schlauchfrüchte für je besondere und verschiedenen Gattungen angehörige Pilzarten. Die ersten standen, als *Botrytis cinerea*, *Botrytis vulgaris* u. s. f., in der Gattung *Botrytis* (auch *Polyactis* genannt); die zweiten führten den Namen *Sclerotium* mit anderen ähnlichen knollenförmigen Bildungen als Gattungsnamen (*Scler. durum*, *Scler. echinatum* hießen die Artnamen der zunächst hierher gehörenden Formen) — der ehemalige Gattungsname wird jetzt zur Bezeichnung eines vielen Gattungen zukommenden Organs oder Entwicklungszustandes verwendet; die Schlauchfrüchte endlich stehen in der formreichen Gattung der Becherchwämme, *Peziza*, *Peziza Fuckeliana* ist speciell die Form auf Nebenblättern genannt worden.

Es ließe sich hier nun noch eine große Anzahl verbreiteter Formen anfügen, welche bei großer Verschiedenheit in den Einzelgestalten mit *Aspergillus glaucus* und *Botrytis cinerea* insofern übereinstimmen, als sie auf dem aus den Sporen entstehenden Mycelium bei voller Entwicklung successive bilden Conidien

(und deren oft zweierlei Formen) und Schlauchfrüchte. Bei der Unmöglichkeit, diese weiteren Formen auf dem zugemessenen Raume einigermaßen eingehend zu besprechen, dürfte es aber zweckmäßiger sein, zu einem Beispiele etwas anderer Art als die bisherigen überzugehen.

*Mucor stolonifer* (Fig. 3) ist der Name eines stattlichen Schimmels, der als weiß-wolliger Ueberzug mit schwarzen gestielten Köpfchen, zumal auf saftigen Früchten überlästig werden kann, übrigens auch andere organische Körper nicht verschmäht. Wie bei den oben beschriebenen Pilzen beginnt seine Entwicklung (meistens) mit der Bildung eines Myceliums, welches dem von *Aspergillus* ähnlich, wie dieses auch im Substrate verbreitet, dadurch aber ausgezeichnet ist, daß seine reichverzweigten Fäden querwandlos, also lange verästelte Schläuche sind. Erst in späteren Entwicklungsstadien treten in ihnen öfters Querwände in ordnungsloser Vertheilung auf. Von diesem im Substrat verbreiteten Mycelium erheben sich zunächst sehr dicke und querwandlose Schläuche, — Stolonen, Ausläufer (*s*) — schräg in die Luft, wachsen bis zur Länge von  $\frac{1}{2}$  Zoll und darüber, senken dann ihre Spitze zur Unterlage und treiben sofort von dieser aus dreierlei Aeste. Die einen dieser erheben sich senkrecht zur Unterlage, werden 1—2 Linien lang und bilden dann an ihrem Ende einen kugeligen, sporenbildenden Behälter — Sporangium (*p*); sie können hiernach Sporangienträger heißen. Sie entstehen am bezeichneten Orte zu 1—6, wo zu mehreren, leicht divergirend vom Substrat aufsteigend. — Die anderen, neben der Basis der Sporangienträger entspringend, werden zu Wurzelhaaren: sie schmiegen sich als ungemein reich verzweigte Schläuche dem Substrat an und befestigen die Sporangienträger an dieses. — Die dritten, meist je 2, nehmen die Eigenschaften von Stolonen an, an ihrer Spitze wiederholt sich der gleiche Verästelungsproceß. Er



kann sich bei hinreichender Nahrungszufuhr mehrmals hintereinander wiederholen, der Pilz also durch mehrmalige successive Stolonenbildung auf ein Paar Zoll im Umkreise des ernährenden Substrats sich ausbreiten, und zwar über beliebige Körper, auf denen sich die Wurzelhaare fixiren. Schließlich hört die Stolonenbildung auf, die Ausbreitung erreicht damit ihre Grenze.

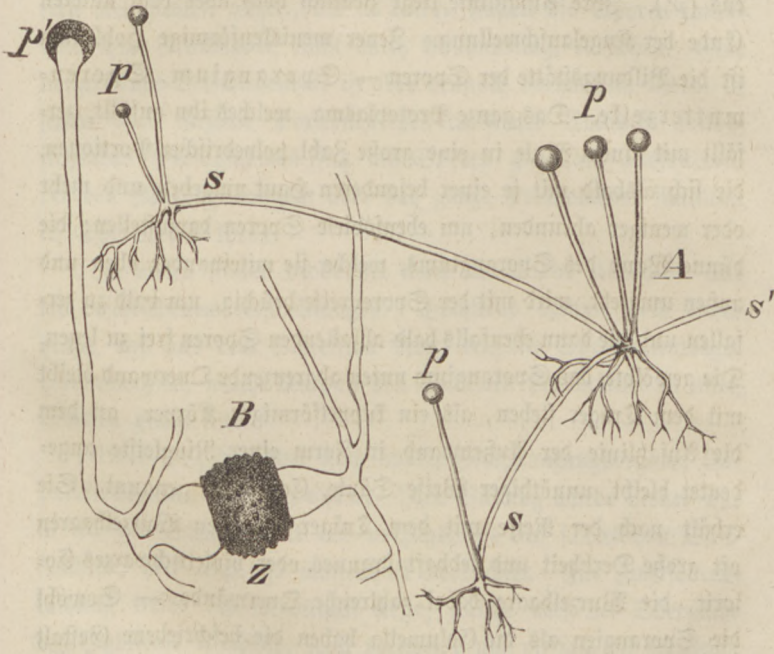


Fig. 3. *Mucor stolonifer*.

A, schwach, B etwa 60 mal vergrößert.

A. s' Ende eines Ausläufers (stolo), welcher sich in 3 Sporangienträger (p), ein Büschel Wurzelhaare und 2 Stolonen zweiter Ordnung (s) verzweigt hat; die Enden letzterer wiederum mit Sporangienträgern (p) und Wurzelhaaren.

B. z Zygosporie mit ihren Trägern. Von den Fäden, denen diese anstehen, entspringt ein Sporangienträger p', dessen Sporangium schematisch im Längsschnitt gezeichnet ist.

Die Sporangienträger schwellen an ihren Enden zu kugelförmigen, protoplasmareichen Blasen an, die sich bald von ihrem cylindrischen Träger abgrenzen durch eine Querswand. Die Gestalt dieser ist von Anfang an nicht flach, sondern stark kuppelförmig nach oben gewölbt, der von ihr nach oben abgegrenzte Hohlraum daher von der Form eines stark gekrümmten Meniscus ( $p'$ ). Ihre Ansatzlinie liegt ziemlich hoch über dem unteren Ende der Kugelanschwellung. Dieser meniskenförmige Hohlraum ist die Bildungsstätte der Sporen — Sporangium, Sporenmutterzelle. Das ganze Protoplasma, welches ihn anfüllt, zerfällt mit einem Male in eine große Zahl polyedrischer Portionen, die sich alsbald mit je einer besonderen Haut umgeben und mehr oder weniger abrunden, um ebensoviele Sporen darzustellen; die dünne Wand des Sporangiums, welche sie miteinander oben und außen umgiebt, wird mit der Sporenreife brüchig, um bald zu zerfallen und die dann ebenfalls bald abfallenden Sporen frei zu legen. Die gewölbte, das Sporangium unten abgrenzende Querswand bleibt mit dem Träger stehen, als ein kuppelförmiger Körper, an dem die Ansatzlinie der Außenwand in Form einer Ringleiste angedeutet bleibt, unnöthiger Weise Säule, Columella genannt. Sie erhält nach der Reife mit dem Träger und den Wurzelhaaren oft große Dichtigkeit und lebhaft braunes oder violett-schwarzes Colorit, die Wurzelhaare dabei zahlreiche Querswände. — Sowohl die Sporangien als die Columella haben die beschriebene Gestalt im turgiden, wasserreichen Zustande. Wenn sie durch Verdunstung etwas welk werden, so sinken sie von oben nach unten zusammen, zur Gestalt einer concavconveren Linse oder eines Hutpilzes, um bei erneuter Wasserzufuhr die ursprüngliche Turgescenzform wieder anzunehmen — einfache, aber vielfach mißverständene Verhältnisse.

Die Bildung der Stolonen und die Anordnung der Sporan-



gienträger an ihnen, nicht minder bestimmte, hier bei Seite zu lassende Structurverhältnisse der einzelnen Sporen sind der in Rede stehenden Art eigenthümlich. Die Entwicklung des Sporangiums und der Sporen in ihm finden sich bei den zahlreichen Arten der Gattung *Mucor* im Wesentlichen gleichförmig wieder. Die Sporenentwicklung mag bei oberflächlicher Betrachtung mit der in den *Asci* von *Botrytis cinerea* und *Aspergillus* insofern Aehnlichkeit zeigen, als in beiden Fällen die Sporen innerhalb ihrer Mutterzelle, nicht durch Abschnürung, entstehen. Eine tiefgreifende Verschiedenheit ist aber dennoch vorhanden, indem in jenen *Asci* einzelne Portionen des in seiner Totalität fortbestehenden Protoplasmas sich als Sporen gleichsam aussondern, bei den *Mucor*sporangien aber das ganze Protoplasma simultan in Sporen sich theilt.

In vielen Fällen beobachtet man an *Mucor stolonifer* nur die beschriebenen Erscheinungen. Höchstens kommt noch dieses hinzu, daß aus dem Mycelium direct einzelne Sporangienträger hervornachsen, welche den von den Stolonen producirten in allen Stücken gleich sind.

Unser Pilz hat aber noch andere Fortpflanzungsorgane, Copulationszellen, Zygosporen. Ihre Bildung wurde bisher nur in warmer Sommerszeit und vorzugsweise auf säuerlichen Obstfrüchten, hier aber oft massenhaft beobachtet. Zur Zygosporenbildung treibt das Mycelium Aeste, welche auf der Oberfläche des Substrats kriechend, reich verzweigt und vielfach sich kreuzend, heranwachsen. An den Punkten, wo 2 Aeste sich kreuzen, treibt jeder eine kurze Ausfackung, welche mit ebener Endfläche der gleichartigen des anderen fest anliegt. In dieser Verbindung wachsen beide miteinander zu gewaltiger Größe heran, zusammen einen spindelförmigen Körper, jede einzelne eine Keule oder etwa einen Nagel darstellend, dessen ebene Grundfläche die Berührungs-

fläche der beiden Ausfackungen ist. Sie erreichen dabei eine Dicke, welche die ihres Tragfadens mehrmals übertrifft, in ihnen sammelt sich massiges Protoplasma. Nahe der Berührungsfläche und dieser parallel tritt nun in jeder Keule eine Scheidewand auf, das breite Ende als besondere kurz cylindrische Zelle — Copulationszelle, — von dem übrigen feuligen Theile, dem Träger der Copulationszelle abgrenzend. Beide Copulationszellen eines Paares sind ziemlich constant ungleich: die eine so hoch als breit, die andere nur halb so hoch. Beide verschmelzen nun zu einer, indem die trennende, der ursprünglichen Berührungsfläche entsprechende Querwand aufgelöst wird. Das Product der Verschmelzung, die Zygospore ( $z$ ) wächst nun weiter heran, unter Annahme von Kugel- oder Tonnenform, sie erhält eine sehr dicke Haut, welche schließlich aus mehreren Schichten besteht, und eine mit Ausnahme der Ansatzflächen an die Träger grobwarzige Oberfläche; zur Zeit völliger Ausbildung sitzt sie als schwarze, von dichtem fettreichen Protoplasma erfüllte runde Zelle zwischen dem erst mitwachsenden, schließlich vertrocknenden Trägerpaare ( $z$ ). Nachträglich treiben dieselben Fäden, welche Zygosporen bildeten, oft dicht neben diesen, auch einzelne Sporangienträger von oben beschriebener Beschaffenheit.

Was die Keimung der Sporen und Zygosporen unseres *Mucor* betrifft, so verhalten sich die ersteren den *Aspergillus*-Conidien im wesentlichen ähnlich; auf geeignetem Substrat treiben sie Keimschläuche, diese wachsen zu einem Mycelium heran, von dem der beschriebene Bildungsproceß von neuem ausgeht. — Anders steht es mit den Zygosporen. Kommen dieselben nach der Reife auf feuchten Boden, so treiben sie allerdings auch einen Keimschlauch, der von der innersten Schichte der Wand umgeben die äußere sprengt und ins Freie tritt — um sich aber hier nicht zum Mycelium zu entwickeln, sondern, auf Kosten der in der



Zygospore aufgespeicherten Nährstoffe wachsend, sich aufzurichten und zu einem den oben beschriebenen gleichen Sporangienträger auszubilden.

Mit der Reife und Keimung der von ihm erzeugten Sporen beginnt der beschriebene Entwicklungs-Cyclus von neuem. Hier muß nun freilich das Geständniß abgelegt werden, daß die Keimung und Keimungsproducte der Zygosporen von *Mucor stolonifer* noch nicht direct beobachtet sind, die Beschreibung derselben vielmehr nach Beobachtungen an anderen Arten der Gattung gegeben ist; diese sind dem *M. stolonifer* aber überhaupt, und besonders in der Zygosporenbildung so ähnlich, daß unbedenklich gesagt werden darf, die Zygosporen unserer Species keimen wie die jener anderen.

Ein Rückblick auf die beschriebenen Pilze, denen sich eine Menge ähnlicher anreihen ließen, zeigt für ihren Entwicklungsgang das Gemeinsame, daß derselbe seinen Höhepunkt, meist auch der Zeit nach sein Ende erreicht mit der Bildung eines der Fortpflanzung dienenden Körpers, welcher von allen Theilen des Pilzes die größte Complication des Baues und der Entstehungsgeschichte zeigt. Wir bezeichnen die Bildung dieses Körpers zum Unterschiede von anderen Arten der Fortpflanzung als die Fructification; die Zygosporen sind für *Mucor*, die Schlauchfrüchte für *Botrytis* und *Aspergillus* die Fructificationsorgane. Bei den Pilzen, welche wir genauer kennen, finden wir jeweils ein bestimmtes Fructificationsorgan bei jeder Species. Der Copulationsproceß, welcher für *Mucor* dargestellt wurde, ist ein Vorgang, welcher sich an die Proceße geschlechtlicher Zeugung, wie sie bei niederen Pflanzen bekannt sind, unmittelbar anschließt als eine besondere Form dieser Proceße. Die Schlauchfrucht von *Aspergillus* ist, wie hier nur angedeutet werden konnte, ein Product geschlechtlicher Zeugung. Daselbe ist außer Zweifel für

einige nicht hierher gehörige Pilzformen, und es sind Andeutungen genug vorhanden dafür, daß die von Botrytis und von der sehr großen Zahl der mit Schlauchfrüchten versehenen Pilze sowohl wie die Fructificationsorgane nicht schlauchbildender Pilze sämtlich ferneller Zeugung ihre Entstehung verdanken. Jedenfalls ist soviel gewiß, daß jene sporenbildenden Schläuche, Asci, wie sie beschrieben wurden, immer nur der Fructification in dem bezeichneten Sinne des Wortes bei den betreffenden Pilzen angehören.

Auf dem Wege ihrer Entwicklungsbewegung, welcher mit der Fructification sein Ziel erreicht, bilden viele Pilze — nicht alle — noch andere der Fortpflanzung dienende, immer ungeschlechtliche Organe, die im Gegensatz zur Fructification Propagationsorgane genannt werden können, und die vielfach, wie in unsern Beispielen, vermöge der großen Zahl, in der sie auftreten, der Vermehrung der Species ganz vorzugsweise dienen. Die Conidien unserer Beispiele, die Sporangien und Sporen von *Mucor* gehören dahin. Es giebt selbst Pilze, welche der Propagationsorgane mehrerlei bilden, wie unten anzuführende Beispiele zeigen werden; jede Art zeigt in diesen Beziehungen ihre scharf ausgeprägten Eigenthümlichkeiten. Jede dieser Arten ist sonach nicht durch eine bestimmte Form, in der sie auftritt, sondern durch eine bestimmte Entwicklungsbewegung ausgezeichnet, in der successive oder in bestimmter Abwechselung verschiedene Formen, zumal der Fortpflanzungsorgane, auftreten; durch eine bestimmten Regeln folgende Pleomorphie, wie die Erscheinung genannt wird. Die meisten, aber wie schon gesagt wurde, nicht alle bekannten Pilze sind in Beziehung auf ihre Fortpflanzungsorgane pleomorph. Die verschiedenen Organe pleomorpher Arten entstehen auf dem Mycelium meist nicht gleichzeitig, letzteres erreicht oft, zumal bei nicht völlig genügenden



Vegetationsbedingungen, das Ziel des Entwicklungsganges, die Fructification nicht, bildet nur Conidien oder andere Propagationsorgane, wie die beschriebenen Beispiele lehren; sehr selten tritt der umgekehrte Fall, Ueberspringung der Conidienbildung ein.

Nach diesen Erörterungen läßt sich zunächst die Frage, was Schimmel ist, für die betrachteten Beispiele bestimmter, als Eingangs möglich war, dahin beantworten: Es sind fadenförmige Mycelien mit fadenförmigen Fruchtträgern von *Mucor* und von Pilzen, welche durch Schlauch-Fructification characterisirt, demnach Schlauchpilze, Ascomyceten genannt sind. Für die meisten Schimmelpilze gilt jedenfalls genau dasselbe; manche mögen zu pleomorphen Pilzarten gehören, welche, der Form ihrer Fructification nach, anderen Abtheilungen als denen von *Mucor* und Ascomyceten einzureihen sind.

Aus den obigen Erörterungen ergibt und erklärt sich ferner, daß man nicht immer die einzelnen Formen einer Species beisammen und in deutlichem Zusammenhange miteinander, daß man die Propagationsorgane häufiger finden wird als Fructificationen. Wo solche einzelne Formen auftreten, werden dieselben — und die Erfahrung bestätigt dies in allen Fällen — mit Propagations- oder Fructificationsformen, deren genetischer Zusammenhang bekannt ist, Ähnlichkeiten zeigen, vergleichbar sein und ihre morphologische Bedeutung hiernach mit einiger Sicherheit bestimmen lassen; ein nach Art der Conidenträger von *Botrytis* und *Aspergillus* Sporen abspinnender Apparat also z. B. für Propagationsform, Conidenträger zu halten sein, Sporenschläuche (Asci) aber immer für Fructificationsorgane.

Von einer ziemlich Anzahl häufiger Schimmel kennt man erst einzelne Formen, die nach diesen Grundsätzen zu beurtheilen sind. Einige Beispiele solcher unvollständig bekannter Arten sollen zunächst hier folgen.

Wenn man ganz frischen Pferdemist in eine feuchte, abgeschlossene Atmosphäre, also z. B. unter eine Glasglocke bringt, so erscheint nach wenigen Tagen fast ausnahmslos auf seiner Oberfläche eine riesige weiße Schimmelvegetation. Aufrechte stark haar- dicke und bis über zolllange Fäden erheben sich über die Oberfläche, jeder derselben zeigt alsbald an seinem Ende ein kugeliges, nach und nach schwarz werdendes Köpfschen, dessen nähere Untersuchung lehrt, daß es in allen Hauptpunkten mit den Sporangien des *Mucor stolonifer* übereinstimmt. Man stellt die Form, von der die Rede ist, daher in die Gattung *Mucor*, ihr Artnamen ist *Mucor Mucedo* (Fig. 4). Sene weißen Fäden sind ihre Sporangienträger. Sie entspringen von einem in dem Mist verbreiteten (daselbst zuerst vorhandenen), dem unseres *M. stolonifer* ähnlichen Mycelium. Sie treten einzeln an demselben auf, nicht büschelweise an Stolonen. Hierin liegt ein Hauptunterschied dieser und anderer Arten von *M. stolonifer*. Für die vorliegende Art sind noch gewisse hier nicht zu erörternde Formeigen- thümlichkeiten des Sporangiums und die kleinen, länglich cylin- drischen, einzeln betrachtet ganz glatten und farblosen Sporen charakteristisch. Sät man letztere in geeignete Medien, z. B. Zuckerlösungen, so schwellen sie an, treiben Keimschläuche und diese wachsen rasch zu einem wiederum die gleichen Sporangien- träger bildenden Mycelium heran (4). Es läßt sich dieses leicht auf den mannigfaltigsten organischen Körpern erziehen, und *M. Mucedo* kommt daher auch spontan auf allen möglichen des Ver- schimmeln fähigen Körpern vor, auf dem oben genannten nur meist am schönsten und reichsten.

Die Sporangienträger sind anfangs immer unverzweigt und ohne Querswände. Nach Reifung des Sporangiums auf ihrem Ende treten in ihrem Innenraume oft Querswände in ordnungs- loser Stellung und Zahl und an ihrer Oberfläche Zweige ver-



schiedener Zahl und Größe auf, deren jeder an seinem Ende wiederum ein Sporangium bildet (A). Von den erstentstandenen sind diese später erzeugten Sporangien oft gar nicht, oft aber dadurch verschieden, daß ihre Wand sehr derb ist, bei der Reife

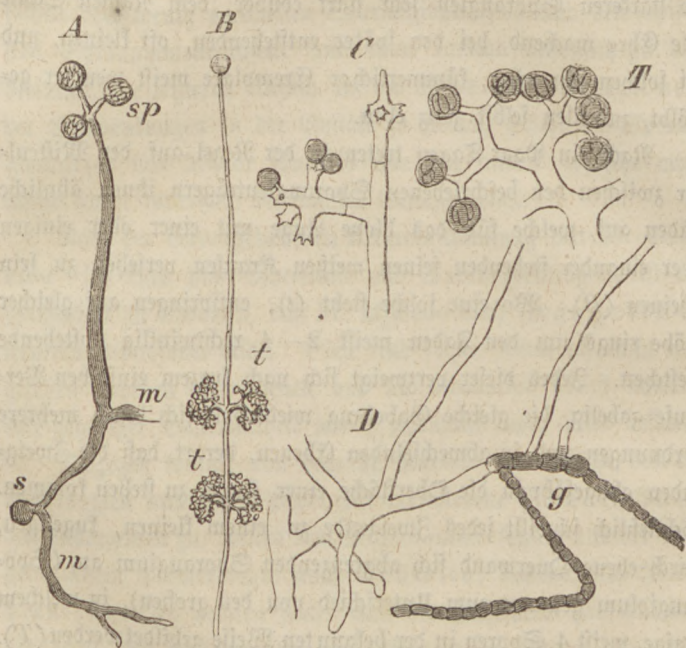


Fig. 4. *Mucor Mucedo*.

- A (Vergr. 100) *s* keimende Spore, von der Myceliumsfäden (*m*) und von diesen ein vorgeneigter Sporangienträger mit 3 Sporangien (*sp*) entspringt.
- B (schwach vergr.) Ende eines Sporangienträgers mit einem großen Sporangium auf dem Scheitel und 2 Wirteln sporangiolentragender Nistchen (*n*).
- T Ende eines solchen Nistchens, mit reifen Sporangiolen (Vergr. 200).
- C Zweigende eines Conidienträgers, 3 Conidien sitzen noch an, die übrigen abgefallen (Vergr. 390).
- D (Vergr. 190) Stück eines Myceliumfadens, von dessen Zweigen zwei (*g*) in zahlreiche kurze Glieder, = Gemmen, getheilt sind. Aus einer Cultur in Zuckerlösung.

nicht zerfällt, sondern nur unregelmäßig zerreißen oder unversehrt die Sporen umschließend beim Abwelken des Pilzes schließlich zu Boden fällt. Die Querswand, welche die Sporangien von ihrem Träger trennt, ist bei den erstgebildeten, immer relativ stärkeren Sporangien sehr stark conver, dem Namen Säule alle Ehre machend, bei den später entstehenden, oft kleinen, und bei solchen schwacher, kümmerlicher Exemplare meist weniger gewölbt, zuweilen selbst ganz eben.

Nach ein Paar Tagen treten in der Regel auf der Mistcultur zwischen den beschriebenen Sporangienträgern ihnen ähnliche Fäden auf, welche für das bloße Auge mit einer oder einigen über einander stehenden feinen weißen Krausen versehen zu sein scheinen (*B*). Wo eine solche steht (*t*), entspringen auf gleicher Höhe rings um den Faden meist 2—4 rechtwinklig abstehende Aestchen. Jedes dieser verzweigt sich nach kurzem einfachen Verlaufe gabelig, die gleiche Gabelung wiederholt sich durch mehrere Ordnungen und in abwechselnden Ebenen, derart, daß die Zweigenden ohungefähr in die Oberfläche einer Kugel zu stehen kommen. Schließlich schwillt jedes Zweigende zu einem kleinen, kugeligen, durch ebene Querswand sich abgrenzenden Sporangium an, (Sporangiolum genannt zum Unterschied von den großen), in welchem einige, meist 4, Sporen in der bekannten Weise gebildet werden (*T*).

Für sich allein sehen die Sporangiolen mit ihren reich verzweigten Trägern so eigenthümlich aus, daß man sie für etwas ganz anderes als Organe des *Mucor Mucedo* halten kann und früher auch wohl gehalten hat. Daß sie zu letzteren in der That gehören, ergibt sich sofort daraus, daß die sie tragenden Hauptfäden nicht immer, aber sehr oft mit einem der für *M. Mucedo* charakteristischen großen Sporangien endigen (*B*); noch evidentere wird es, wenn man die Sporen der Sporangiolen ausläßt, denn bei der Keimung entwickelt sich aus ihnen ein Mycelium, welches nebeneinan-



der einfache Träger großer Sporangien und solche von Sporangiolen bilden kann, erstere wohl immer in beträchtlich vorwiegender Menge, oft ausschließlich. Untersucht man eine große Menge von Exemplaren, so finden sich sogar alle möglichen Mittelformen zwischen den einfachen oder wenig verästelten Sporangienträgern und den typischsten Sporangiolenträgern, und man kommt schließlich zu dem Resultat, die letzteren einfach in die Reihe der Variationen, der Schwankungen in der Gestalt zu stellen, welche die Sporangienträger von *Mucor Mucedo* wie jede andere typische organische Form innerhalb bestimmter Grenzen zeigt.

Nach der hervorgehobenen Uebereinstimmung mit *M. stolonifer* im Bau von Mycelium und Sporangienträgern ist mit Sicherheit zu erwarten, daß *M. Mucedo* auch Zygosporen als Fructificationsform bilde. Diese sind sogar, wenn ich nicht irre, gesehen worden und denen das *M. stolonifer* höchst ähnlich; mit gehöriger Bestimmtheit jedoch jedenfalls noch nicht bekannt.

Dagegen kommt nun dem *M. Mucedo* eine weitere, von den Sporangien und ihren Producten verschiedene Form von Propagationsorganen zu, welche dem *M. stolonifer* fehlen und der oben gebrauchten Terminologie nach Conidien, beziehentlich Conidienträger zu nennen sind. Auf der Mistkultur (auf anderem Substrat sind sie jedenfalls sehr selten) treten letztere gleichzeitig oder meist etwas später auf als die Sporangiolenträger und sind diesen für das bloße Auge nicht unähnlich. Anders bei genauer Untersuchung. Ein vom Substrat sich erhebender starker, querwandloser Faden theilt sich in etwa 1''' Höhe meist dreigablig durch mehrere Ordnungen. Die Gabeläste letzter Ordnung tragen unter ihrer meist haarförmigen Spitze kurze abstehende Zweiglein, und diese, oft auch die Hauptastenden selbst schnüren auf ihrem etwas verbreiterten Scheitel mehrere Sporen, Conidien neben einander ab, ganz in der für *Botrytis cinerea* beschriebenen Weise;

auf einem Endzweiglein werden deren etwa 15—20 gebildet. (C.) Die Einzelheiten und öfters vorkommenden Variationen der Verzweigung mögen hier unerörtert bleiben. Nach Abschnürung der Conidien sinken ihre Träger nach und nach zusammen und gehen zu Grunde. Die reifen Conidien selbst sind kugelförmig, ihre Oberfläche meist kaum gefärbt und fast völlig glatt (C.).

Nach dem Mitgetheilten liegt von vornherein der Gedanke sehr fern, daß unsere Conidienträger dem Entwicklungskreise von *Mucor Mucedo* angehören und Berkeley hatte gewiß recht, wenn er sie, nach einfacher Untersuchung der fertigen, vereinzelter Form für der *Botrytis cinerea* verwandt hielt und *Botr. Jonesii* (nach dem Entdecker) nannte. Warum gehören sie nun doch zu *Mucor*? Das gesellige Vorkommen beweist hier für sich natürlich so wenig ein genetisches Zusammengehören wie anderwärts. Versuche, den Ursprung der Conidien- und Sporangienträger von einem und demselben Myceliumsfaden nachzuweisen, etwa wie bei *Aspergillus*, können vielleicht einmal gelingen. Bis jetzt war dies nicht der Fall, und wer je versucht hat die Fadenmasse einmal zu entwirren, welche bei einer bis zur Conidienbildung vorgeschrittenen *Mucor*vegetation das Substrat bedeckt und durchwuchert, der wird sich über das Mißlingen nicht wundern.

Der auf das gesellige Vorkommen und äußerliche Aehnlichkeit gegründete Verdacht des Zusammengehörens findet aber seine volle Rechtfertigung, wenn man die Conidien in geeignete Medien z. B. Zuckerlösungen aussetzt. Sie keimen hier und produciren ein Mycelium, welches dem für *M. Mucedo* bekannten in jeder Hinsicht und vor allem darin gleicht, daß es reichlich die typischen Sporangien desselben auf ihren Trägern erzeugt. Letztere sind sogar bis jetzt allein, Reproduction von Conidienträgern noch nie an dem aus Conidien erwachsenen Mycelium beobachtet worden.

Die beschriebenen Entwicklungserscheinungen treten in *M.*



Mucedo dann ein, wenn er (die erforderlichen Nährstoffe selbstverständlich enthaltendes) feuchtes und dem freien Zutritt der atmosphärischen Luft ausgesetztes Substrat bewohnt. Sein in letzterem verbreitetes Mycelium stellt, wie schon angedeutet wurde, zunächst verästelte starke Schläuche dar, ohne Querrwände, die Nester höherer Ordnungen meist in äußerst reichliche und höchst fein endigende Zweige getheilt. In dem älteren Mycelium treten oft Querrwände da und dort auf. An alten Mycelien und wohl auch Sporangienträgern, deren Inhalt größtentheils zur Sporenbildung verbraucht und deren Substrat für unsern Pilz erschöpft ist, grenzen sich nicht selten einzelne kurze von Protoplasma erfüllt bleibende Stücke durch Querrwände als besondere Zellen ab, um, in geeignete Entwicklungsbedingungen gebracht, gleich Sporen zu keimen, d. h. zu einem neuen fruchtbaren Mycelium heranzuwachsen. Man hat diese Zellen Gemmen, Brutzellen genannt, und solchen vegetativen Knospen und Sprossen blattbildender Gewächse passend verglichen, welche nach dem Absterben der übrigen Vegetationsorgane entwicklungsfähig zurückbleiben, um unter geeigneten Bedingungen zu neuen vegetirenden Stöcken auszuwachsen; wie z. B. die Brutzwiebeln der Laucharten u. a. m.

Bringt man vegetirendes Mycelium von *Mucor Mucedo* in ein Medium, welches zwar die geeigneten Nährstoffe enthält, aber vom freien Luftzutritt abgeschlossen ist, so erfolgt Sporangienbildung nur kümmerlich oder gar nicht, um so reichlicher tritt Gemmenbildung ein. Einzelne interstitielle Stücke der Ästenden oder Nester oder selbst ganze Zweigsysteme füllen sich strotzend mit fettreichem Protoplasma, die kurzen Stücke und Enden grenzen sich durch Querrwände zu besonderen, oft tonnen- oder kugelförmig anschwellenden Zellen ab, die längeren wandeln sich durch Querrwandbildung in Ketten ebensolcher Zellen um (Fig. 4, D. bei g),

letztere erhalten nach und nach oft derbe dicke Wände, ihr Fettinhalt formt sich oft zu zahlreichen Tropfen von nicht selten sehr regelmäßiger Kugelform und gleicher Größe. Ähnliche Erscheinungen treten nach Ausfaat keimfähiger Sporen in besagte von der Luft abgeschlossene Medien ein. Entweder werden kurze Keimschläuche getrieben, welche sich bald zu Gemmenreihen umbilden; oder die Sporen schwellen gewaltig an zu großen, protoplasma=erfüllten kugeligen Blasen, lassen an beliebigen oft zahlreichen Punkten ihrer Oberfläche zahlreiche Ausstülpungen hervorsprossen, die, mit schmaler Basis ansitzend, alsbald ebenfalls zu kugelig-blasigen Zellen werden und an denen sich dieselbe Sprossung, der sie ihre Entstehung verdanken, wiederholt — Bildungen, welche von ferne an die unten zu beschreibenden Hefepilze erinnern und hiernach den Namen Kugelhefe erhalten haben. (Vergl. Fig. 7, A, unten, Seite 60)! Zwischen allen erwähnten Gemmenformen findet man eine überaus mannigfaltige Reihe von intermediären Gestaltungen; alle zeigen, unter die normalen Entwicklungsbedingungen gebracht, das gleiche Verhalten, die gleiche Keimung wie die erstbeschriebenen.

Hiermit schließt die Reihe der an *M. Mucedo* sicher beobachteten Formen. Es möge zum Schlusse nicht unerwähnt bleiben, daß mit dem Namen *Mucor racemosus* eine Form bezeichnet worden ist, welche von starkem *M. Mucedo* meistens ausgezeichnet ist durch geringere Größe aller Theile und dadurch, daß an ihren Sporangienträgern zahlreiche zerstreute kurze, ebenfalls ein Sporangium tragende Seitenäste vorkommen. *M. racemosus* bewohnt die verschiedensten des Verfallsfähigen Substrate, Früchte, alte Speisen u. Ob er von *M. Mucedo* wirklich scharf unterscheidbar ist, mag hier dahingestellt bleiben. Er ist zur Gemmenbildung ganz besonders geneigt und hat durch diese den Pilzenthufiaften schon manchen Vosses gespielt. So sind solche



schon, weil sie in Choleradejecten auftreten, theils für sich, theils mit anderen Dingen vereinigt, als besonderer Pilz, *Urocystis cholerae* gefeiert worden, der, weil vermeintlich neu, nichts geringeres als der Erzeuger der asiatischen Brechruhr, der „Cholerapilz“ sein sollte.

Zu den unvollständig bekannten Schimmelformen gehört leider auch der verbreitetste aller Schimmel, der Schimmel par excellence, *Penicillium glaucum* Lk. (= *P. crustaceum* Fries), Fig. 5, eine Form, die fast nirgends ganz fehlt, wo

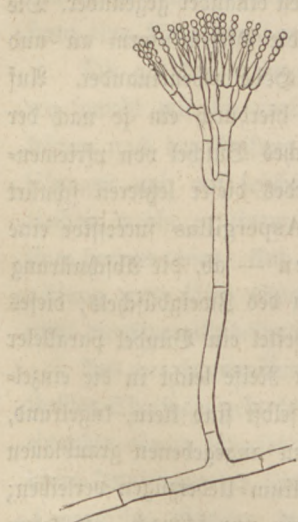


Fig. 5.

*Penicillium glaucum*. Conidienträger von einem Myceliumsfaden entspringend. Vergrößerung 375.

Schimmel überhaupt vorkommen kann und von seinem Terrain oft ausschließlich Besitz nimmt, als dichter kurzer Ueberzug, erst weiß, bald graublau und schmutzig grünlich-grau bestäubt. Das Mycelium dieses Pilzes stellt meist ziemlich straffe, querwändige, reich verzweigte, cylindrische Fäden dar, die jedoch auch wellig geschlängelt vorkommen, und zuweilen einzelne oder reihenweise hintereinander stehende zu weiten Blasen angeschwollene Zellen zeigen. Von beliebigen Zellen des Myceliums, auch von den letztgenannten blasigen erheben sich als aufrechte, den Myceliumsfäden gleichstarke Nester die Conidienträger in die Luft. Die Gliederung dieser ist in einfachster Form folgende. Erst unverzweigt, und durch einige Querwände in gestreckt cylindrische Zellen getheilt, bleiben sie im Längenwachsthum bald stehen, ihre Endzelle spitzt sich pfriemensförmig zu. Von dem

obersten Theile der nächstunteren Zelle aus werden gleichzeitig 1 oder 2—3 gegenüberstehende Zweiglein getrieben; die sich dicht neben der Endzelle, ihr nahezu parallel aufrichten und gleich ihr aus einer pfriemenförmig zugespitzten Zelle bestehen. Die Enden der drei pfriemlichen Zellen stehen in gleicher Höhe. Bei stärkeren Exemplaren entspringen auch vom oberen Ende der dritt- und selbst viertobersten Zelle Aeste, welche sich aufrichten und sich nach dem angegebenen Schema verzweigen (Fig. 5). Je nach der Stärke des Exemplars stehen die Aeste der verschiedenen Ordnungen einzeln oder zu 2 und mehreren einander gegenüber. Die der letzten Ordnung nehmen immer die Pfriemenform an und richten sich nahezu parallel in gleiche Höhe nebeneinander. Auf dem Ende eines Fruchttägers kommt hierdurch ein je nach der Stärke der Exemplare verschieden reiches Büschel von pfriemenförmigen Endästchen zu Stande. Jedes dieser letzteren schnürt nun genau wie die Sterigmen von *Aspergillus* successive eine lange Reihe von Sporen — Conidien — ab, die Abschnürung hält gleichen Schritt in allen Gliedern des Zweigbüschels, dieses trägt daher schließlich auf seinem Scheitel ein Bündel paralleler gleichhoher Sporenreihen, die nach der Reife leicht in die einzelnen Sporen zerstäuben. Die Sporen selbst sind klein, kugelförmig, glatt, in Masse gesehen von der oben angegebenen graublauen Farbe, welche eben sie älteren *Penicillium*-Ueberzügen verleihen; einzeln betrachtet übrigens die Färbung nur schwach, oft kaum erkennbar, zeigend.

Eine niedliche, früher unter dem Namen *Coremium glaucum* beschriebene Varietät des *Penicillium* zeichnet sich dadurch, aber auch nur dadurch aus, daß die fruchttragenden Stäben sich von der Unterlage erheben, fest vereinigt zu garbenähnlichen, bis 1 Linie hohen und etwa halb so dicken Bündeln, auf deren Scheitel dann die Conidienbildung erfolgt.



Eine andere, nach den vorliegenden Beschreibungen als Variation hierher gehörende Form, welche zuerst in dem äußeren Gehörgange eines Patienten gefunden wurde, übrigens auch anderwärts vorkommt, gleicht dem conidientragenden *Aspergillus* insofern, als ihre Fruchträger dicke einfache, am Ende blasig-kugelig angeschwollene Fäden darstellen, und auf der End-Anschwellung mit strahlig divergirenden Sterigmen dicht besetzt sind. Diese haben längliche Form, treiben an ihren Enden mehrere nebeneinanderstehende, ebenfalls divergirende einzellige Aestchen und jedes dieser schnürt wie bei der gewöhnlichen *Penicillium*-form eine Kette kugelig glatter Sporen ab.

Die auf den *Aspergillus*-ähnlichen Trägern gebildeten Sporen sowohl wie die zuerst beschriebenen der gewöhnlichen Form keimen nach der Reifung leicht im Wasser, wässerigen Nährstofflösungen und auf feuchtem Substrat, indem sie Keimschläuche treiben, welche zu einem bald wieder Conidien erzeugenden *Mycelium* heranwachsen. Und zwar sind bis jetzt aus allen zur Beobachtung ausgefäeten Sporen nur die gewöhnlichen büscheligen, nicht die *Aspergillus*-ähnlichen Conidienträger reproducirt worden.

Aus der letzterwähnten, nach Cramer's Angaben hier mitgetheilten Thatsache geht hervor, daß die beschriebenen Formen miteinander einer Species angehören. Weitere Entwicklungsglieder dieser kennt man bis jetzt nicht. *Penicillium glaucum* hat mit *Aspergillus glaucus* durch die Art seiner Sporenabschnürung und ganz besonders durch diejenigen Fruchträger, welche als die *Aspergillus*-ähnlichen bezeichnet wurden, unverkennbare Aehnlichkeit. Es wird daher unbedenklich als Conidienform irgend einer Pilzspecies zu betrachten sein. Aus den eben genannten Gründen, und wegen sehr häufigen geselligen Vorkommens beider liegt ferner der Gedanke nahe, daß *Penicillium* in den Formenkreis von *Aspergillus glaucus* selbst gehören möchte, um so mehr als

bei einer nicht geringen Anzahl von Pilzen, wie schon gelegentlich angedeutet wurde, zweierlei Conidienbildungen und manchmal Zwischenformen zwischen denselben vorkommen. Wäre dieser Gedanke richtig, so würde unser *Penicillium* somit dem Formenkreise eines bekannten Ascomyceten angehören. Es ist nun aber bisher schlechterdings nicht gelungen, einen bestimmten Nachweis hierfür zu liefern und es muß daher dahingestellt bleiben, wo der Formenkreis, dem dieser gemeinste aller Schimmel angehört, seinen Abschluß findet. — An Versuchen, *Penicillium glaucum* anderweitig, z. B. in dem Formenkreise von *Mucor*-Arten, von *Oidium lactis* und anderen unterzubringen, hat es freilich nicht gefehlt. Wie es mit denselben aussieht, davon später.

Zum Schluß der Beispiele noch ein Paar Worte über eine Form, die nicht unerwähnt bleiben darf, wenn von den gewöhnlichsten Schimmelformen die Rede sein soll. Sie hat nach ihrem häufigen (aber durchaus nicht constanten) Vorkommen auf saurer Milch den Namen *Oidium lactis* erhalten und findet sich außer dem genannten auf den verschiedenartigsten Schimmelsubstraten, sehr häufig z. B. auch auf thierischen Excrementen. Auch auf menschlichen wird sie nicht selten sein; auf denen von Cholera-kranken ist sie gefunden, für etwas neues gehalten und *Cylindrotaenium cholerae* genannt worden. Aus nicht viel mehr That- sachen als den eben genannten schloß dann der Entdecker des *Cylindrotaenium*, dieses sei der „Cholerapilz“, der Träger des Cholera-Contagiums.

Die gewöhnliche Form des in Rede stehenden Pilzes (Fig. 6) erscheint dem bloßen Auge immer schneeweiß; wo reichlich entwickelt in Form eines dicht-flaumigen Ueberzugs. Mit dem Mikroskop erkennt man an ihr ein querwändiges, reich verzweigtes Mycelium (m), dem des *Penicillium glaucum* ähnlich, häufig durch große Straffheit seiner Verästelungen ausgezeichnet. Von



dem im Substrate verbreiteten Mycelium erheben sich Nester, die nur wenig stärker sind als die Myceliumfäden selbst, aufrecht in die Luft als Conidienbildner. Sie erreichen verschiedene, meist

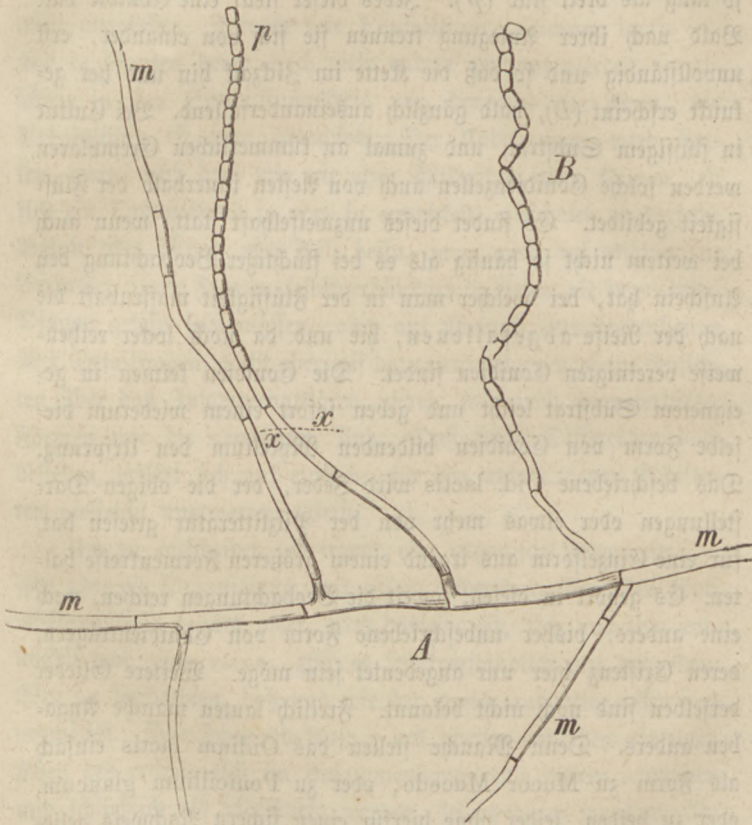


Fig. 6. *Oidium lactis* (Bergr. etwa 350).

A Verzweigte, in dem flüssigen Substrat horizontal ausgebreitete Myceliumfäden *m — m*, mit einem bei der Linie *x — x* schräg in die Luft sich erhebenden, durch Querwände in eine Kette cylindrischer Sporen getheilten Aste. B Sporenkette im Beginne der Trennung ihrer Glieder von einander.

unter  $\frac{1}{2}$  Millim. bleibende Länge und theilen sich dann, mit Ausnahme eines kurzen untersten Stückes, ihrer ganzen Ausdehnung nach in eine Reihe cylindrischer Glieder, welche 1—2mal so lang als breit sind (*p*). Jedes dieser stellt eine Conidie dar. Bald nach ihrer Anlegung trennen sie sich von einander, erst unvollständig und so daß die Kette im Zickzack hin und her geknickt erscheint (*B*), bald gänzlich auseinanderfallend. Bei Cultur in flüssigem Substrat, und zumal an kümmerlichen Exemplaren werden solche Conidienzellen auch von Nesten innerhalb der Flüssigkeit gebildet. Es findet dieses unzweifelhaft statt, wenn auch bei weitem nicht so häufig als es bei flüchtiger Beobachtung den Anschein hat, bei welcher man in der Flüssigkeit massenhaft die nach der Reife abgefallenen, hie und da noch locker reihenweise vereinigten Conidien findet. Die Conidien keimen in geeignetem Substrat leicht und geben sofort einem wiederum dieselbe Form von Conidien bildenden Mycelium den Ursprung. Das beschriebene *Oid. lactis* wird Jeder, der die obigen Darstellungen oder etwas mehr von der Pilzlitteratur gelesen hat, für eine Einzelform aus irgend einem größeren Formenkreise halten. Es gehört in diesen, soweit die Beobachtungen reichen, noch eine andere, bisher unbeschriebene Form von Conidienträgern, deren Existenz hier nur angedeutet sein möge. Weitere Glieder derselben sind noch nicht bekannt. Freilich lauten manche Angaben anders. Denn Manche stellen das *Oidium lactis* einfach als Form zu *Mucor Mucedo*, oder zu *Penicillium glaucum*, oder zu beiden, leider ohne hierfür einen sichern Nachweis geliefert zu haben.

Es kann Niemanden befremden, daß es auch unter den gewöhnlichen Schimmelformen solche giebt, bei denen die Kenntniß des Formenkreises noch nicht zum vollen Abschlusse gediehen ist, denn die Verfolgung eines so vielgliedrigen Entwicklungsganges



wie der von den in Rede stehenden Pilzen erfordert Zeit und Sorgfalt und die eingehende Beschäftigung mit diesen Dingen ist erst neuern Datums. Dagegen wird sich der Leser billiger Weise darüber wundern, daß hier mehrmals gesagt wurde, es wird angegeben, Formen wie *Penicillium*, *Oidium lactis* — und es könnten deren noch viele andere genannt werden — gehören in den Entwicklungskreis von der und der Form, die Behauptung ist aber grundlos. Der Unbefangene wird denken, man muß doch mit wie ohne Mikroskop sehen können, ob sich ein Organismus so oder so entwickelt, gleichviel ob derselbe Baum oder Moos oder Pilz heißt, man wird auf mißlungene Versuche, offene Fragen, selbstverständlich in diesen wie in anderen Dingen gefaßt sein müssen, auch auf Meinungsverschiedenheiten über Detailfragen, nicht aber auf diametral entgegengesetzte Ansichten über das Zusammengehören scharf, fast grob characterisirter Formen wie die genannten sind. Daß solche Differenzen doch bestehen, erklärt sich auf einfache, für den unbefangenen Gebildeten vielleicht unerwartete Weise.

Um zu entscheiden, ob irgend eine organische Form, ein Organ oder ein Organismus, mit einem anderen in denselben Entwicklungskreis gehört, oder, was dasselbe ist, sich aus ihm entwickelt und vice versa, gibt es selbstverständlich nur den einen Weg zu beobachten, daß und wie der zweite aus dem ersten hervowächst. Wir sehen die Anlage des zweiten entstehen als einen Theil des ersten, sich im Zusammenhange mit diesem ausbilden und schließlich oft selbständig werden, sei es durch spontane Abgliederung von dem anfänglich vorhandenen, sei es indem letzterer zu Grunde geht, der zweite bestehen bleibt. Beide auseinander hervorgehende Körper stehen somit zunächst immer als Theile eines einzigen im Zusammenhang miteinander, in organischer Continuität; letztere kann früher oder später aufhören. Durch

die Beobachtung der organischen Continuität wissen wir, daß der Apfel ein Entwicklungsproduct des Apfelbaums und nicht zufällig an diesen gehängt, daß der Apfelfern ein Entwicklungsproduct des Apfels ist, daß aus dem Kern endlich wieder ein Apfelbaum sich entwickelt; daß somit alle diese Körper Glieder eines Entwicklungskreises oder Formenkreises sind. Und mit allen ähnlichen Erfahrungen des täglichen Lebens verhält es sich ebenso. Daß da wo ein Apfelbaum steht viele Äpfel am Boden liegen, oder daß an dem Orte, wo Apfelferne gesäet sind, Sämlinge, Apfelbäumchen aus dem Boden wachsen, hat für unsere Ansicht von dem Entwicklungsgange gar keine Bedeutung. Das erkennt Jeder im täglichen Leben an, indem er den auslacht, der meint, eine Pflaume, die unter dem Apfelbaum liegt, sei auf diesem gewachsen oder das Unkraut zwischen den Apfelsämlingen aus Apfelfernen entstanden.

Wäre der Apfelbaum mit seinen Früchten und Samen mikroskopisch klein, so würde es sich mit der Fragestellung und der Methode der Beantwortung um kein Haar breit anders verhalten, die Größe des Objectes kann für letztere keine Bedeutung haben, die Fragen, welche mikroskopische Pilze betreffen, sind daher denen über große Pflanzen durchaus gleich zu behandeln. Wenn bei jenen also behauptet wird, daß zwei Formen oder mehrere dem Entwicklungskreise einer Art angehören, so kann dies nur auf Grund des Nachweises ihrer organischen Continuität geschehen; auf diesen gründet sich, was oben über den Formenkreis von *Aspergillus*, *Botrytis*, *Mucor* u. s. w. angegeben wurde. Es hat dieser Nachweis hier oft etwas mehr Schwierigkeit, als bei größeren Pflanzen, theils wegen der Kleinheit und Zartheit, Zerreißbarkeit der einzelnen Theile, insbesondere der meisten Mycelien; theils wegen der Ähnlichkeit letzterer bei verschiedenen Species und der hieraus folgenden Gefahr solche von verschiedenen Arten



zu verwechseln, theils endlich wegen des häufigen geselligen Vorkommens verschiedener Arten auf demselben Substrat und der hieraus resultirenden Vermengung nicht nur verschiedenartiger Mycelien, sondern auch verschiedenartiger Sporen bei Aussaaten. Bei einiger Uebung und Aufmerksamkeit sind diese Schwierigkeiten jedoch keineswegs unüberwindbar, und sie müssen jedenfalls überwunden, die organische Continuität oder Nichtcontinuität muß klar gelegt werden, wenn nicht die Frage nach dem Entwicklungsgange und Formenkreise der einzelnen Arten als unlösbar bei Seite gelegt werden soll.

So einfach und selbstverständlich diese Grundsätze auch sind, so hat man sie doch nicht immer befolgt, sondern theils einfach vernachlässigt, theils ausdrücklich zurückgewiesen, nicht weil man sie für falsch, sondern weil man die Schwierigkeiten bei ihrer Anwendung für unüberwindlich hielt. Man wählte daher einen anderen Weg der Untersuchung, man säete die Sporen einer Form aus und sah dann früher oder später nach, was aus der Aussaat geworden war — nicht aus jeder einzelnen Spore, sondern aus der Aussaat en gros, also mit anderen Worten, was an dem Orte wuchs, wo man die Aussaat gemacht hatte. Soweit es sich hierbei um allverbreitete und überall gesellig wachsende Formen handelt — und dieses war in den in Rede stehenden Fällen immer der Fall — ist man nie sicher, daß nicht den Sporen der zu prüfenden Form solche einer anderen beigemischt sind. Wer je eine derartige Untersuchung aufmerksam durchgeführt hat, der weiß, daß man im Gegentheil fast sicher ist, solche Beimengungen zu finden, und daß solche da waren, läßt sich manches Mal selbst nachträglich mit Bestimmtheit nachweisen. Von dem ausgesäten Gemenge werden diejenigen Sporen am leichtesten keimen und ihre Keime am schnellsten weiter entwickeln, denen das Substrat am meisten zusagt. Die begünstigten Keime wer-

den die minder begünstigten unterdrücken, beliebige beigemengte auf Kosten der zu prüfenden sich ausbilden können. Es besteht hier ganz das gleiche Verhältniß wie zwischen den Samen, Reimen und Sämlingen einer ausgesäten Sommerpflanze und der unabsichtlich mit ausgesäten Unkräuter, nur in noch auffallenderer Weise wegen der relativ raschen Entwicklung der Schimmelpilze. Daraus, daß von letzteren eine bestimmte Form oder ein Gemenge von mehreren an einem besäten Punkte vorhanden ist, läßt sich für den genetischen Zusammenhang mit einer zu prüfenden ausgesäten also gar nichts schließen, und die Sache wird nur noch confuser, wenn man schließlich die Phantasie zu Hülfe nimmt, und die nebeneinander befindlichen Formen nach wirklicher oder vermeintlicher Ähnlichkeit auf gut Glück zu einer Entwicklungsreihe zusammenstellt. — Angaben über Formenkreis und Zusammengehörigkeit, welche auf Grund solcher Arbeiten gemacht und nicht durch klare Darlegung der Entwicklungscontinuität begründet sind, wie die des genetischen Zusammenhangs von *Mucor* und *Penicillium*, *Oidium lactis* und *Mucor*, *Oidium* und *Penicillium*, wurden oben als grundlos zurückgewiesen.

Eine Fehlerquelle, welche bei den letztbesprochenen groben Culturen noch mit ins Spiel kommen kann, nämlich daß fremdartige unerwünschte Sporen von außen her in die gemachte Ausfaat gelangen, wurde bisher ganz unberücksichtigt gelassen. Sie ist wichtig genug in praxi, ist aber für unsere gegenwärtige Erörterung im Grunde mit der soeben besprochenen gleichbedeutend. Ihre Wichtigkeit ist von den Gelehrten der Engros-Cultur ganz besonders betont, und zu ihrer Ausschließung sind mancherlei sogenannte Reincultur-Apparate construirt worden, zur Zerstörung etwa im Substrat vorhandener und zur Abhaltung von außen kommender Sporen. Die Beimengungen zu dem Ausfaatmaterial vermögen sie natürlich nicht zu beseitigen. Ihren



Zweck mögen sie im übrigen erfüllen, die Fragestellung können sie aber nicht ändern und die Aufmerksamkeit und den Verstand des Beobachters zu ersetzen, vermag auch der sinnreichst construirte Apparat nicht. —

Nachdem wir nunmehr eine Anzahl Schimmelformen kennen gelernt haben, können wir daran gehen, die denselben allgemein zukommenden Eigenthümlichkeiten, insonderheit die physiologischen, in Betrachtung zu ziehen. Als Ausgangspunkt für diese können beliebige aus der Gesamtzahl herausgegriffene Beispiele dienen. Die oben angeführten sind hierfür besonders geeignet, weil physiologische Untersuchungen vorzugsweise an ihnen, weniger an anderen Pilzen angestellt worden sind.

Wer sich ein wenig umgesehen hat in dem Pflanzenreich und den festen Resultaten der Pflanzenkunde, wird vor allem erkennen, daß die Schimmelpilze zwar wie alle Einzelarten ihre Besonderheiten in Bau und Entwicklung zeigen, daß sie aber hinsichtlich der Hauptpunkte ihrer Organisation mit den typischen Gliedern des ganzen Gewächsreiches übereinstimmen, Pflanzen sind wie andere auch. Selbst die Erscheinungen des Frucht-Pleomorphismus sind ihnen oder den Pilzen überhaupt keineswegs speciell eigen; ähnliche und zum Theil ganz streng vergleichbare Erscheinungen finden sich vielmehr allgemein in der großen Reihe kryptogamer, d. h. anders als durch Blüthen sich fortpflanzender Gewächse.

Auch hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung aus organisirbarer und organischer, verbrennlicher Substanz und aus unverbrennlichen Mineral- oder Aschenbestandtheilen besteht zwischen Pilzen und anderen Gewächsen der Hauptsache nach volle Uebereinstimmung; wie bei letzteren ist auch bei jenen das Mengungsverhältniß der Stoffe je nach Species und Organ im einzelnen verschieden.

Demgemäß sehen wir die Schimmelpilze im Wesentlichen auch von denselben Vegetationsbedingungen abhängig wie die übrigen Gewächse. Jede normale Function jeder Species ist an bestimmte Wärmegrade, viele, wenn auch allerdings nicht alle, an bestimmte Beleuchtung gebunden; stete Wasser- und Sauerstoffzufuhr für die normale Vegetation unbedingt nothwendig. Aus der Gleichartigkeit der stofflichen Zusammensetzung ergibt sich von selbst, daß ihnen im großen und ganzen in den Nährstoffen die gleichen Elemente der verbrennlichen, organischen und der unverbrennlichen Substanz zugeführt werden müssen, wie den übrigen Gewächsen. Eine Eigenartigkeit zeigen die Pilze — aber auch alle chlorophyllfreien Nichtpilze — hinsichtlich der Aufnahme der ihre verbrennliche Substanz bildenden Nährstoffe. Die chlorophyllführenden Pflanzen nehmen diese, wie schon Eingangs angedeutet wurde, auf in Form meist hochoxydierter anorganischer Verbindungen und zwar (wenn wir vom Schwefel absehen) ihren Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in Form von Wasser, Ammoniak- und Salpetersäureverbindungen, ihren Kohlenstoff in Form von Kohlensäure. Ihre Assimilation, insbesondere die Umsetzung der Kohlensäure in die complicirten Kohlenstoff-Verbindungen, die wir organische nennen, ist an den grünen Farbstoff, das Chlorophyll gebunden. Entsprechend dem steten Mangel dieses Körpers bedürfen die Pilze zu ihrer Ernährung bereits vorgebildeter organischer Verbindungen und zwar ist es, nach den durch Pasteur theils ausgeführten, theils angeregten Untersuchungen speciell ihr Kohlenstoffbedarf, der ihnen durch solche geliefert werden muß. In einem Medium, welches alle übrigen Nährstoffe in geeigneter Form, Kohlenstoff aber nur in Kohlensäure enthält, findet keine Massenzunahme eines Pilzes statt; solche erfolgt nur, wenn eine organische Kohlenstoffverbindung zugelegt wird. Für die darauf untersuchten Pilze können sehr heterogene



Verbindungen, wie Zucker, Glycerin, organische Säuren, Gerbstoffe u. s. w. einander ersetzen. Stickstoff kann dagegen, soweit die vorliegenden Untersuchungen reichen, in Form unorganischer (Ammoniak, Salpetersäure) sowohl wie organischer Verbindungen aufgenommen werden; ob auch, wie behauptet wurde, als freies Stickgas aus der Luft, ist noch näher zu untersuchen und mag hier dahingestellt bleiben. Daß alle Nährstoffe in gelöster oder doch wenigstens bei Berührung mit dem nahrungsaufnehmenden Organe (Mycelium) löslicher Form zugeführt werden müssen, ist für die Pilze aus denselben Gründen wie für die übrigen Pflanzen selbstverständlich.

Mit dem Vegetationsproceß eines jeden Pilzes ist eine stete Respiration, Athmung, d. h. Aufnahme von Sauerstoff unter gleichzeitiger Kohlensäureabgabe verbunden: ein Verhalten, welches wiederum mit dem aller nicht grünen Pflanzen und Pflanzentheile übereinstimmt. Andere Gasabscheidungen mögen hier unberücksichtigt bleiben.

Der zur Respiration verwendete Sauerstoff wird, mit Ausnahme bestimmter unten zu erwähnender Fälle, direct aus der Luft aufgenommen; die Nährstoffe dagegen (abgesehen von den zweifelhaften Angaben über die Aufnahme von Stickgas) durch das Mycelium aus dem Boden. Die stoffliche Zusammensetzung dieses kommt daher für die Ernährung der Pilze in erster Linie in Betracht. Daß auch seine physikalische Beschaffenheit, Aggregatzustand, Consistenz wenn der Ausdruck erlaubt ist, Durchfeuchtung, für viele Arten von wesentlicher Bedeutung ist, dafür liegen Anzeichen genug, wenn auch noch kaum strenge Untersuchungen vor.

Wenn nun auch die Vegetationsbedingungen der einzelnen Arten zumeist noch specieller zu verfolgen und ihre Differenzen noch schärfer zu ermitteln sind, so reicht das über diesel-

ben Bekannte und soeben übersichtlich Mitgetheilte vollkommen aus, um zu erklären, warum bestimmte Schimmelarten ausschließlich oder ganz vorzugsweise bestimmte Substrate bewohnen — z. B. *Botrytis cinerea* spontan fast ausschließlich abgestorbene, noch nicht desorganisirte Pflanzentheile; warum andere, wie *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor stolonifer* auf sehr verschiedenartigen Substraten gedeihen; warum die weniger wählerischen Arten, wie die letztgenannten, so oft gesellig vorkommen, sei es daß sie sich mehr oder minder gleichmäßig in ihr Terrain theilen, sei es daß die eine die andere verdrängt und unterdrückt. Nach den ganz ähnlichen Erfahrungen, die Jeder täglich an größeren Pflanzen, Culturpflanzen und Unkraut vor Augen hat, ergibt sich die Erklärung so sehr von selbst, daß es ausführlicheren Eingehens auf dieselbe nicht bedarf.

Allerdings ist, wenn man Verbreitung, Geselligkeit, gegenseitige Verdrängung der Schimmelformen wie die ähnlichen Erscheinungen in der übrigen Pflanzenwelt aus der Dualität des Substrats und den sonstigen Vegetationsbedingungen erklären will, eine Voraussetzung nothwendig, nämlich diese, daß die entwicklungsfähigen Keime, Sporen, Conidien u. s. w. der einzelnen Arten auf die Substrate gelangen wie die Samen von Kraut und Unkraut auf Feld oder Wiese.

Alle sicher bekannten Thatsachen ergeben die Richtigkeit dieser Voraussetzung. Ein Rückblick auf die im Einzelnen besprochenen Formen, und die täglich zu machende Beobachtung, daß in einem einigermaßen kräftigen Schimmelrasen die Fruchträger dicht gedrängt nebeneinander stehen, genügt, um die ungeheure Fruchtbarkeit der Schimmelpilze, zumal ihre ungeheure Productivität an Conidien und anderen Propagationszellen anschaulich zu machen, und wer große Ziffern liebt, kann sich solche für die auf einem kleinen Flächenraum producirte Conidienmenge leicht aus-



rechnen. Eine Rückerinnerung an die Einzelbeschreibungen zeigt ferner, daß die massenhaft erzeugten Sporen zumeist nach ihrer Reise sofort frei werden und verstäuben; daß sie vermöge ihrer Leichtigkeit, eben des „Stäubens“, leicht durch Luftzug, durch alles was sich von einem Orte zum anderen bewegt, verschleppt und verbreitet werden können oder richtiger müssen. In Uebereinstimmung hiermit haben die in besonders sinnreicher Form von Pasteur ausgeführten Versuche, bei denen man größere Mengen Luft durch reine Baumwollbäusche oder ähnliche Körper streichen ließ, ergeben, daß sich in letzteren Sporen von gewöhnlichen Schimmelformen absetzten; und in oft überraschender Menge findet man letztere fast immer der Oberfläche beliebiger fester Körper anhaftend, mögen dieselben nach der gewöhnlichen Bezeichnung „staubig“ sein oder nicht. Daß bei dieser Allverbreitung die Sporen der gewöhnlichen Schimmelformen auch auf die ihrer Keimung und Weiterentwicklung günstigen Körper gelangen müssen, wenn diese frei zugänglich sind, ist selbstverständlich. Und es kann auch geradezu behauptet werden, daß kein Fall vorliegt, in welchem Schimmel austrat, ohne daß bei rechtzeitiger Untersuchung und gehöriger Aufmerksamkeit seine Entstehung aus seinen Sporen (Conidien u. s. w.) nachweisbar gewesen wäre. Man macht hier freilich oft noch den Einwurf, daß ja auch in verschlossenen Gefäßen oder gar im Innern unverletzter Eier, Nüsse, Schimmel öfters gefunden würde, in Räumen also, wo die Sporen nicht hinstäuben können. Die Sporen stäuben aber auf die Oberfläche solcher Körper, keimen hier bei einiger Feuchtigkeit, und die Keimschläuche, resp. die aus ihnen erwachsenden Myceliumfäden dringen in jene geschlossenen Räume ein, indem sie, wie die directe Beobachtung zeigt, den Gefäßverschluß, die Eischalen, selbst die harten und festen Membranen von

Fruchtsteinen, Nüssen, Holzfasern durchbohren. Jener scheinbare Einwurf fällt somit weg.

Erscheinungen wie die letzterwähnten, zusammen mit dem allgemeinen Auftreten der Schimmel in Körpern, welche in Zersetzung begriffen sind, wurden und werden bis in die neueste Zeit vielfach als Stützen für die Ansicht aufgeführt, welche die Schimmelpilze durch sogenannte *Urzeugung*, elternlose Zeugung entstehen läßt, d. h. nicht aus ihren Eltern entstammenden Sporen, sondern aus Keimen, die aus den schimmelbewohnten Körpern als organisirte Zersetzungsproducte gleichsam auskrystallisiren. Wir kennen bis jetzt keine sicher constatirte Thatsache, durch welche diese Ansicht für Schimmelpilze erwiesen würde. Vielmehr folgt aus den mitgetheilten Facten und aus vielen, mit größter Sorgfalt angestellten Versuchen, daß sich Schimmel und Pilze überhaupt hinsichtlich ihrer Entstehung, ihrer behaupteten Elternlosigkeit oder Erzeugtseins durch Eltern in keiner Weise anders verhalten als die übrigen Pflanzen. Die hier nicht näher zu discutirende allgemeine Frage nach dem elternlosen ersten Entstehen von Organismen in den verschiedenen Schöpfungsperioden wird hierdurch nicht berührt; für ihre Entscheidung dürften übrigens, wie hier im Vorbeigehen bemerkt sein mag, Pilze überhaupt schwerlich die geeigneten Untersuchungsobjecte sein.

Im Gegensatz zu der Ansicht, welche die Schimmelpilze Producte der Zersetzung sein läßt, erweisen sich dieselben vielmehr, wie schon oben angedeutet wurde, als Producenten, mächtige Erreger der Zersetzungsprozesse, welche an todtten organischen Körpern auftreten. Bestimmte Zersetzungen treten ein, wenn ein bestimmter Pilz sich auf einem zersetzungsfähigen Körper, der ihm selbstverständlich die nöthigen Vegetationsbedingungen, von denen oben die Rede war, bieten muß, ausbildet, sei es spontan oder nach absichtlicher Aussaat. Sie un-



terbleiben bei Fernhaltung des Pilzes. Sie werden sistirt durch Tödtung des Pilzes; sie sind somit Wirkungen seines Lebens- oder Vegetationsprocesses.

Wir unterscheiden bei diesen Zersetzungen zweierlei Vorgänge: Verwesung und Gährungs- oder Fermentationsprocesse.

Die erstere tritt ein, wenn ein Schimmelpilz auf der freien Oberfläche seines Substrats und unter unbeschränktem Zutritt sauerstoffhaltiger Luft vegetirt. Unter Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft wird die organische Substanz des Substrats in Kohlenensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Kohlenensäure und Wasser resultiren aus der Verbindung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der stickstofffreien Substanz in dem Substrat mit dem aufgenommenen Sauerstoff, oder, wie der übliche Ausdruck hierfür lautet, aus einer Drydation, einer Verbrennung derselben. Letztere findet nicht, oder doch nur äußerst langsam statt, wenn *caeteris paribus* Sauerstoff in ausreichender Menge vorhanden, aber die Pilzvegetation ferngehalten ist. Hieraus folgt, daß letzterer den Sauerstoff aus der umgebenden Luft aufnimmt, und auf eine noch näher zu ermittelnde Weise an die Verbindungen des Substrats überträgt. Eine relativ kleine Menge der letzteren wird selbstverständlich als Material für die Vermehrung der Substanz des wachsenden Pilzes verwendet.

Derselbe Pilz, welcher bei unbeschränktem Zutritt sauerstoffhaltiger Luft Verwesung erzeugt, kann, bei Beschränkung oder Ausschließung des Zutritts atmosphärischen Sauerstoffs Fermentation, Gährung in dem Substrate erregen, d. h. Spaltung der vorhandenen organischen Verbindungen in andere, einfachere, aber von den Verwesungsproducten verschiedene.

Als Beispiel hierfür sei zunächst das Resultat einer Arbeit von van Tieghem berichtet über die Gährung des Tannins, des Galläpfel-Gerbstoffs. Es ist seit lange bekannt, daß sich die-

fer an der Luft, unter Schimmelbildung, mit Aufnahme von Wasser spaltet in Gallussäure und Zucker. Die Schimmelpilze, welche van Tieghem hierbei beobachtete, sind *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger*, eine dem *A. glaucus* verwandte aber gut unterschiedene Form.

Wenn man Tanninlösung, welcher die zur Pilzvegetation nöthigen stickstoffhaltigen und mineralischen Stoffe zugesetzt sind, vom atmosphärischen Sauerstoff absperrt, so bleibt sie unverändert, mögen Pilzsporen in sie gesäet sein oder nicht. Ebenso bei Zutritt beliebiger Menge Sauerstoffs und Fernhaltung des Pilzes. Säet man diesen in die Lösung bei Gegenwart von Sauerstoff, so keimen die Sporen, der Pilz beginnt seine Vegetation. Läßt man ihn an der freien Oberfläche der Lösung bei illimitirtem Luftzutritt wachsen, so entwickelt er sich massenhaft unter Verbrennung des Tannins zu Kohlensäure und Wasser. Beschränkt man nach Beginn der Vegetation den Luftzutritt, und sorgt dafür, daß das Mycelium in der Lösung untergetaucht ist, so wächst es langsam weiter, und alles Tannin wird in Gallussäure und Zucker umgesetzt, eine relativ kleine Quantität des letzteren wird auch hier wiederum zur Vermehrung der stickstofffreien Substanz des Pilzes verbraucht.

Zur Erklärung dieser veränderten Wirkung des vom unbegrenzten freien Luftzutritt abgesperrten Pilzes auf das Substrat ist vor allem festzuhalten, daß experimentell festgestellt werden kann, wie die Spaltung des Tannins nicht etwa dadurch zu Stande kommt, daß von den stofflichen Bestandtheilen des Pilzes irgend einer an die Lösung abgegeben wird um mit dieser eine chemische Verbindung zu bilden. Die Spaltung des gelösten Körpers erfolgt vielmehr nur neben der allerdings langsam fortschreitenden, aber doch fortschreitenden Pilzvegetation.

Wenn man nun sieht, daß unter sonst völlig gleichen Verhältnissen derselbe lebende Pilz in demselben Substrat das eine



Mal massenhaft vegetirt und Verwesung erregt, das andere Mal bei langsamer Vegetation als Gährungserreger wirkt, lediglich je nachdem der Zutritt atmosphärischen Sauerstoffs beschränkt oder unbeschränkt ist, so wird man in dem letzteren Punkte die Ursache des verschiedenen Verhaltens suchen müssen. Wie man sich von dieser eine bestimmtere Vorstellung zu bilden hat, dafür hat Pasteur, allerdings zunächst nicht mit Bezug auf den in Rede stehenden, aber einen ganz analogen Fall, eine geistvolle Hypothese gegeben. Er sagt, der Pilz muß, wenn er vegetirt, Sauerstoff aufnehmen. Wird ihm dieser reichlich durch die Luft zugeführt, so nimmt er ihn aus dieser auf, unter üppiger Vegetation und Verbrennung des Substrats; findet er ihn nicht frei und in der Luft, so entzieht er ihn den Verbindungen, aus welchen das Substrat selber besteht, und gibt hierdurch zur weiteren Spaltung dieser Verbindungen den Anstoß.

Es ist fast selbstverständlich, daß ein Pilz, der auf einem organischen Körper wächst, gleichzeitig Verwesung und Fermentation erzeugen wird; jene auf der der Luft ausgesetzten Oberfläche, letztere, wo sein Mycelium in die von dem Sauerstoff der Luft abgeschlossene Tiefe des Substrats gedrungen ist. Bei jeder Verwesung werden daher zunächst mit den Verwesungsproducten auch Gährungsproducte auftreten, die schließlich bei fortdauernder Pilzvegetation ebenfalls der Verwesung anheimfallen, wie dies für die Gallussäure und den Zucker unseres Beispiels nachgewiesen ist.

Ohne Zweifel werden von den Schimmelpilzen, die man als Verwesungserreger kennt, viele oder alle unter den bezeichneten Bedingungen als Gährungserreger wirken, selbstverständlich in verschiedenen Substraten zu verschiedenartigen Spaltungen den Anstoß geben. Für die meisten ist dieses Verhalten noch gar nicht studirt. Ein Beispiel kann jedoch hier noch angeführt werden von dem oben beschriebenen *Mucor Mucedo* und *racemo-*

sus. Auf geeignetem Substrat an der Luft wachsend ist derselbe unter üppiger Sporenbildung, Verwesungserreger. In eine gährungsfähige Zuckerlösung ausgesäet unter Beschränkung des Luftzutritts entwickelt er in der Lösung untergetaucht Mycelium u. reichlich jene sprossenden Gemmen, keine Sporenträger und erregt Alkoholgährung, Spaltung des gelösten Zuckers in Alkohol und Kohlensäure.

Die Alkoholgährung, welche wir im practischen Leben so vielfach verwerthen, wird allerdings gewöhnlich nicht durch *Mucor* erregt. Wir verdanken sie vielmehr zum größten Theile einem andern Organismus, der Bierhefe, deren Betrachtung uns zu dem zweiten Theil unseres Themas, zu der Hefe und zwar zunächst zu den Hefepilzen führt.

Die Bierhefe, mit ihrem botanischen Namen *Saccharomyces cerevisiae*, auch *Cryptococcus*, *Hormiscium cerevisiae* genannt, setzt sich in der vergohrenen Flüssigkeit ab als feine, gleichförmige thonfarbig-weißliche Masse. Diese besteht, wenn die möglichen Beimengungen einstweilen unberücksichtigt bleiben, aus einer ungeheuren Zahl pflanzlicher Zellen (Fig. 7, B.) welche im erwachsenen Zustande rundlich oder eiförmig und durchschnittlich etwas

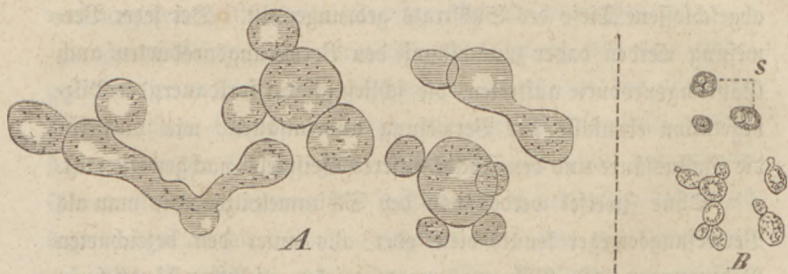


Fig. 7. Vergrößerung 375.

A. Kugelige und unregelmäßig längliche sprossende Gemmen von *Mucor Mucedo* in Traubenzuckerlösung erzogen.

B. Bierhefe, *Saccharomyces cerevisiae*. s fast reife Asci, der eine mit 3, der andere mit 2 Sporen.



unter  $\frac{1}{100}$  Mm. groß sind, im übrigen, gleich den oben beobachteten Pilz-Zellen, farblos, zartwandig, innerhalb ihres Protoplasma eine oder mehrere wassererfüllte Vacuolen führend. Die einzelnen Zellen sind in der abgesetzten Hefe untereinander frei oder zu wenigen locker verbunden. Bringt man sie in eine ihrer Vegetation günstige Flüssigkeit, z. B. eine der Alkoholgährung fähige Zuckerlösung, so beginnt ihre Vermehrung durch Sprossung, d. h. jede Zelle treibt, ähnlich wie die Fruchttträger der Schimmelpilze bei der Sporen=Abschnürung, eine kleine Ausstülpung, die zur Gestalt und Größe ihrer Mutterzelle heranwächst und sich dann als selbständige Zelle abgrenzt. An der Zelle zweiter Ordnung kann sich derselbe Vorgang wiederholen, und ebenso in einer unbegrenzten Zahl fernerer Ordnungen oder Generationen. Die Sprossung findet an einem beliebigen Punkte der jeweiligen Zelle statt, oft gleichzeitig oder successive an mehreren Punkten. Nach geschehener Abgrenzung trennen sich die neuen Sprossungen entweder von ihrer Erzeugerin: man findet dann immer nur 2 oder wenige Zellen vereinigt. Oder, zumal bei sorgfältig gehaltenen Culturen, bleiben viele Generationen lange mit einander vereinigt zu verzweigten Reihen rundlicher Glieder, die sich recht wohl mit verzweigten, sehr kurzgliedrigen Pilzfäden vergleichen lassen. Durch diese Sprossungen vermehrt sich die Hefe so gewaltig, wenn sie in die gährungsfähige Flüssigkeit gebracht ist, und die sprossenden Zellen sind es, welche in der gährenden Flüssigkeit suspendirt, ihre Trübung verursachen, um sich nach Ablauf der Gährung wiederum abzusetzen.

Die beschriebene Vermehrung durch Sprossung gleicht ihrer Form nach theils dem Wachsthum verzweigter Pilzfäden, theils der Bildung von Conidien durch Abschnürung, sie kann als eine Mittelbildung zwischen beiden betrachtet werden. Sie ist die einzige Formentwicklung, welche man an dem *Saccharomyces*

in der gährungsfähigen Lösung und während des Verlaufes der Gährung beobachtet. Bringt man lebende Hefezellen aus der Flüssigkeit auf die feuchte Oberfläche eines saftigen Pflanzentheils, z. B. eines Rübenstückes, so dauert die Sprossung eine Zeit lang langsam fort, um nach einigen Tagen ganz oder so gut wie ganz aufzuhören. Gegen den sechsten Tag bemerkt man, wie ein Theil der Zellen abstirbt, andere etwas größer werden, und von letztern bildet die Mehrzahl in ihrem Innenraume Sporen durch freie Zellbildung, wie solche bei den Ascis von *Aspergillus* oder *Botrytis cinerea* beschrieben wurde (Fig. 7, B, s). Es entstehen in einem Ascus 2—4 Sporen, als runde Zellchen, anfangs frei in dem Protoplasma des Ascus suspendirt, bald auf Kosten des Protoplasmas derber werdend, zuletzt die Membran des Ascus allein anfüllend. Dieselbe Erscheinung erhält man, wenn man frische Hefe rein auswäscht und mit wenig reinem Wasser versetzt stehen läßt. Die Sporenbildung erfolgt daher auf Kosten der während der Gährung assimilirten organischen Substanz bei hinreichender Wasserzufuhr; sie wird in der technisch verwendeten Hefe da zu suchen sein, wo diese nach vollendeter Gährung rein und naß bei Seite gelegt wird.

Die Sporen selbst beginnen, wiederum in geeignete Flüssigkeit gebracht, zu sprossen wie die vegetativen Zellen, um neue wiederholte Generationen letzterer zu erzeugen. Andere Formentwicklung kennt man bei dem Bierhefepilz nicht. Dieser erzeugt somit als Endglied oder Anfangsglied seiner Entwicklung Sporenschläuche, Ascis, welche sich den gleichnamigen Organen anderer Ascomyceten durchaus gleich verhalten. Ascis sind überall anderswärts, wo wir sie fanden, die den Entwicklungsang abschließenden Fructificationsorgane der Ascomyceten, es ist ihnen auf Grund der beobachteten Thatfachen und der Vergleichung für den Hefepilz dieselbe morphologische Bedeutung zuzuschreiben, dieser



also ein höchst einfacher Ascomycet ohne deutliche Scheidung von Mycelium- und Conidienbildung. So sehr er übrigens durch diese Einfachheit der Gliederung seines Entwicklungsganges von den hier beschriebenen Schimmelpilzen verschieden erscheint, so steht er doch damit keineswegs isolirt und unvermittelt in der Reihe der Pilzformen. Er wird vielmehr mit dieser verbunden durch eine Anzahl pflanzenbewohnender Schmarogerpilze, den Gattungen *Taphrina*, *Exoascus*, deren einzelne Arten eine vollständige Reihe von Mittelgliedern zwischen der Hefeform und den typisch Myceliumbildenden Ascomyceten darstellen.

Form und Entwicklungsgang des Hefepilzes sind sonach sehr einfach. Die mitgetheilten Thatsachen über seine abschließende Fructification sind aber ganz neuen Datums und bevor man sie kannte, wurden die verschiedenartigsten Ansichten über die Natur der Bierhefe geltend gemacht. Sehen wir ab von denjenigen, welche den Hefepilz durch elternlose, spontane Zeugung, und zum Theil ausschließlich durch solche aus der gährenden Flüssigkeit entstehen ließen und von denen wörtlich dasselbe gilt, was oben über die vermeintliche spontane Entstehung von Schimmel aus dem Substrat gesagt wurde, so liegen allen jenen Ansichten folgende Thatsachen zum Grunde. Erstlich die Ähnlichkeit des Hefepilzes mit typischen Pilzen in allen Beziehungen außer der vegetativen Form. Zweitens die Erfahrung, daß manche typische Pilze, sei es bei der Conidienbildung, sei es anderwärts, ganz ähnliche Sprossungen zeigen wie die Hefezellen. So von Ascomyceten bei der Keimung der Sporen ganz besonders jene oben genannten *Taphrinae*, aber auch andere, z. B. *Dothidea ribesia* Fr.; bei der Conidienbildung sehr viele; von Nicht-Ascomyceten *Mucor*, wenn er in Flüssigkeiten Gemmen bildet. — Drittens die Thatsache, daß alle diese Pilze in ihrer typischen Entwicklung ein Fadenmycelium mit Fruchtträgern u. s. w. ent-



wickeln. — Da man von der Hefe eine Fructification nicht finden konnte, sagte man daher, sie ist eine sterile, bis ins Endlose sprossende Form typisch Myceliumbildender Pilze, eine Form wie sie auch anderwärts vorkommt; und da man sie in bestimmten flüssigen Medien auftreten sah, sagte man weiter, sie ist durch die Natur des Mediums bedingt, ein Pilz erzeugt also in gährungsfähiger Flüssigkeit Hefezellen, während er auf anderem, der Luft ausgesetztem Substrat Mycelium mit Fruchträgern bildet.

Welche Pilzarten speciell die typisch entwickelte Form der Bierhefe darstellen, darüber gehen die Meinungen weit auseinander. Nach den Einen sind es bestimmte Schimmelspecies, *Mucor Mucedo* und *racemosus*, *Penicillium glaucum*, *Oidium lactis* oder eine einzelne von diesen; nach den Anderen bilden alle möglichen beliebigen Pilze in geeigneter Flüssigkeit Bierhefe.

Der Beweis für diese Ansichten wurde auf zwei im Grunde selbstverständlichen Wegen experimentell zu führen gesucht, nämlich indem man einerseits Sporen oder Mycelium der fraglichen Pilztypen in gährungsfähige Lösungen, andererseits Hefe auf schimmelnährendes Substrat aussetzte. Da man häufig — keineswegs immer — in dem einen Falle nach der Aussaat Auftreten von Hefezellen und Alkoholgährung, in dem anderen Falle Auftreten von *Mucor*, *Penicillium* u. s. w. beobachtete, so wurde der Beweis für geliefert betrachtet. Es ist klar, daß bei solchem Verfahren zwei Haupt-Fehlerquellen auch durch die sorgfältigste Abschließung der einmal gemachten Culturen nicht zu vermeiden waren, nämlich die unabsichtliche Einbringung von Hefezellen mit den absichtlich gesäten Pilzsporen in die Cultur, und umgekehrt die Beimengung keimfähiger anderweitiger Pilzsporen zu der ausgesäten Hefe. Erstere, die typischen Bierhefzellen sind unbestritten allverbreitet, zumal an schimmelbewohnten Orten. Und daß Hefe, wie sie bei Gärungen im Großen gewonnen wird, ganz



frei von den Keimen gewöhnlicher Schimmelpilze sei, ist bei der Beschaffenheit der Räume und des Materials, um welche es sich dabei handelt, kaum denkbar, es lassen sich auch in der relativ reinsten „Hefe“ meist ohne alle Schwierigkeit und oft in erschreckender Menge Sporen und Gemmen von *Mucor*, *Oidium lactis*, *Penicillium* auffinden. Die Keime dieser Pilze müssen sich auf dem für sie geeigneten Boden auf Kosten der minder begünstigten Hefezellen, die den in Flüssigkeit gesäten Sporen beigemengte Bierhefe auf Kosten der im Wachsthum zurückbleibenden aus den Sporen entstehenden Keimschläuche vorwiegend entwickeln. Daß es sich wirklich so verhält, zeigt jede einigermaßen reinliche Beobachtung, bei welcher der Beobachter nicht seine Aufmerksamkeit durch eine Glasglocke ersetzen zu dürfen glaubt. Versuche, eine organische Continuität zwischen Bierhefzellen und typischer Pilzform, das wechselsweise Herauswachsen der einen aus der anderen nachzuweisen, sind kaum gemacht worden; bei dem einzigen, von Berkeley angestellten, welcher Hervorwachsen von *Penicillium glaucum* aus der Bierhefzelle zu erweisen schien, erklärt sich das genannte Resultat aus Beimengung einzelner *Penicillium*sporen zu der angewendeten Hefe.

Zu obigen Fehlerquellen, auf welche wir wegen ihrer Identität mit den oben bei Gelegenheit der Schimmelformen besprochenen hier nicht weiter einzugehen brauchen, kommt für die Bierhefe noch eine ganz besondere. Mit ganz vorzugsweiser Hartnäckigkeit ist immer wieder behauptet worden, die Bierhefe sei ein Abkömmling der mehrfach genannten zwei *Mucor*formen. Ein Hauptargument hierfür war dieses, daß *Mucor*, in geeignete Flüssigkeit gebracht, Alkoholgährung erregt. Das ist unzweifelhaft, ohne daß damit gesagt wäre, daß die Form, oder Formenreihe, die wir *Mucor* nennen, wegen ähnlicher Einwirkung auf das Substrat mit der Form *Saccharomyces* identisch sein müsse.

Die in Rede stehenden *Mucorea* bilden aber ferner in der gährenden Flüssigkeit jene hefeähnlich sprossenden Gemmen. In der Sprossung gleichen diese der Bierhefe, im übrigen sind sie (vergl. Fig. 7, A und B) mit dieser unmöglich zu verwechseln, die Verschiedenheit beider auch meines Wissens immer anerkannt worden. Nichtsdestoweniger sagte man, *Mucor* erregt Alkoholgährung unter Gemmenbildung, also sind seine Gemmen Bierhefe, also die Bierhefe ein Abkömmling von *Mucor*. Der unbefangene Leser wird sich auch hierüber wundern und die Fehlerquelle vielleicht mehr anderswo als in den angeführten Thatfachen suchen; vielleicht wird er hierzu noch mehr Neigung empfinden, wenn er erfährt, daß die Zweifel unbefangener Kritiker an der Zulässigkeit besagter Schlußfolgerung von den Urhebern letzterer fast mit Entrüstung aufgenommen worden sind.

Kehren wir jedoch endlich zurück zu unserm Bierhefepilz, über den der unerquicklich confuse Streit, auf den wir zuletzt hindeuteten, mit der Auffindung seiner eigenartigen Fructification und Keimung sein definitives Ende erreicht hat, und werfen wir nach Betrachtung seiner Formentwicklung noch einen Blick auf seine Beziehungen zu den Alkoholgährungen, bei denen er vorkommt und angewendet wird. Es ist zur Zeit, zumal durch Pasteur's Arbeiten, eine ausgemachte Sache, daß bei diesen Gährungen der Bierhefepilz der Gährungserreger ist, und daß er zu dem Vorgange, den wir Gährung nennen, durch seinen Vegetations- oder Ernährungsproceß den Austoß giebt. Lebende Hefezellen, fähig zu wachsen und zu sprossen, sind zur Einleitung einer Gährung unbedingt nöthig; Tödtung der Hefe, z. B. durch Erhitzung der Flüssigkeit auf den Kochpunkt, sistirt sofort den Fermentationsproceß; die todte Substanz der Hefe ist für sich allein unwirksam. Eine minimale Menge lebender Hefezellen genügt in geeigneter Flüssigkeit, um die Gährung in Gang zu



bringen; diese nimmt an Lebhaftigkeit in dem Maaße zu, als die Hefezellen sprossen und sich vermehren.

Gährungsfähig ist nur die Zuckerlösung, welche, wie die Maischen und Würzen, neben Zucker die für den Bierhefepilz wie für jeden andern erforderliche Menge stickstoffhaltiger und mineralischer Nährstoffe enthält; eine chemisch reine Zuckerlösung also für sich nicht. Setzt man solcher eine mehr als minimale Menge gewöhnlicher Hefe zu, so macht man sie gährungsfähig, weil die gewöhnliche Hefe in abgestorbenen Zellen und deren Desorganisationsproducten immer ein Quantum jener Nährstoffe enthält, die in löslicher Form in die zuckerhaltige Flüssigkeit übergehen, zu Gunsten der lebenden, sprossenden Zellen.

Bei jeder Gährung vermehrt sich gewaltig die Zahl der Hefezellen, wie schon bei flüchtiger Beobachtung in die Augen fällt; und Wägung und Analyse weisen aufs genaueste nach, wie hierbei eine beträchtliche Vermehrung der organischen und organisirten Substanz der Hefe stattfindet, auf Kosten eines Theils des gelösten Zuckers und der vorhin bezeichneten beigemengten Nährstoffe. Der Rest des Zuckers, d. h. gegen 95 Procent der angewendeten Menge, geht dann jene Spaltung ein in Alkohol und Kohlensäure, nebst einer geringen Quantität Bernsteinäure und Glycerin — jene Spaltung, welche bei der Alkoholgährung die Hauptsache ist.

Worin die gährungserregende Wirkung des Bierhefepilzes ihren Grund habe, dafür läßt sich, auf Grund vollkommen analoger Thatsachen und Beobachtungen, dieselbe Hypothese festhalten, welche oben zur Erklärung der Fermentwirkungen von Schimmelpilzen vorgetragen wurde.

Der Bierhefepilz, von welchem bisher die Rede war, ist jedenfalls der Erreger eines großen Theils der im practischen Leben vorkommenden Alkoholgährungen; speciell der meisten Bier- und

Brauntweingährungen. Was man bei diesen mit dem Namen Oberhefe und Unterhefe unterscheidet, ist in vielen Fällen — wohl nicht in allen — derselbe Pilz, der bei niedriger Temperatur des Gährraumes auf dem Boden des Gefäßes bleibt und sich sammelt als Unterhefe; bei höherer Temperatur als Oberhefe im Schaume der Flüssigkeitsoberfläche sich anhäuft. Kleine Formverschiedenheiten zwischen beiden Hefen sind vorhanden, die eine Form kann aber durch Aenderung der Gährtemperatur in die andere übergeführt werden. — Es gibt aber neben dem Bierhefepilz sicher noch andere, ihm ähnliche, wie er Sporenschläuche bildende und sprossende, aber der Form nach gut unterschiedene Hefepilze oder Species der Gattung *Saccharomyces*. Mehrere derselben sind gleich dem *S. cerevisiae* Erreger von Alkoholgährung; so der Weinhefepilz oder die Weinhefepilze, denn es kommen als Weinhefe vielleicht mehrere gut unterschiedene Formen vor, so eine noch näher zu untersuchende von der gewöhnlichen Bierhefe verschiedene Form, welche bei bestimmten Biergährungen benutzt wird. Die meisten dieser Formen bedürfen noch genauerer Untersuchung, insonderheit auch in Beziehung auf ihre qualitative und quantitative Verschiedenheit als Gährungserreger.

Es gibt aber auch Hefepilze, d. h. Formen, welche der Gattung *Saccharomyces* zuzurechnen und dem *S. cerevisiae* sehr ähnlich sind, welche Alkoholgährung nicht erregen. Der Rahm verderbenden Weines und Bieres besteht aus einer solchen Form, deren einzelne Zellen sich von denen der Bierhefe durch etwas geringere durchschnittliche Größe und bestimmte Form- und Structurdifferenzen unterscheiden. Diese Zellen finden sich in den genannten Flüssigkeiten untergetaucht und dann langsam vegetirend; wenn die Flüssigkeit freiem Zutritt sauerstoffhaltiger Luft ausgesetzt ist, vermehren sie sich auf der Oberfläche reichlich, erheben sich selbst über das Niveau der Flüssigkeit und bilden so mitein-



ander die allbekannte weiße Rahmhaut. Die Sporen, beziehungsweise Sporenschläuche des Rahmpilzes sind noch nicht mit hinreichender Sicherheit bekannt, es liegen jedoch Angaben vor, denen zufolge sie ebenso gebildet werden wie die des Bierhefepilzes.

Bei der Aehnlichkeit beider Formen und ihrem fast selbstverständlichen häufigen Zusammensein in derselben Flüssigkeit kann und konnte leicht der Gedanke aufkommen, der Rahm und der Bierhefepilz seien überhaupt eines und dasselbe. Dem ist aber nicht so; trotz der Aehnlichkeit erhalten beide Pilze constant ihre Differenzen in der Formbildung, und ebenso constant ist die Verschiedenheit ihrer Einwirkung auf gährungsfähiges und gegohrenes Substrat: der Rahmpilz ist Verwesungserreger, er oxydirt den Alkohol und den Zucker zu Kohlensäure und Wasser (unter Bildung geringer Mengen von Essigsäure, wenigstens in alkoholphaltiger Flüssigkeit), er erregt, in gährungsfähige Zuckerlösung untergetaucht, keine Alkoholgährung.

Botanische Namen des Rahmpilzes gibt es mehrere: *Hormiscium vini*, *Mycoderma vini*, *Mycoderma cerevisiae* sind die meist angewendeten.

*Mycoderma* bedeutet eine Pilzhaut oder eine schleimige Haut, der Name ist also nach der äußeren Erscheinung des auf der Flüssigkeits-Oberfläche vorhandenen Pilzes gewählt, er stammt aus einer Zeit, wo man sich weniger an mikroskopische Untersuchung als an die Wahrnehmungen des bloßen Auges halten konnte. Es führen nun, auf Grund ihres Auftretens im Großen, den Namen *Mycoderma* noch andere pflanzliche Formen, welche mit *M. vini* nur die eben bezeichnete oberflächliche Aehnlichkeit, dagegen von ihm gänzlich verschiedene Form und Entwicklung haben.

*Mycoderma aceti*, zu deutsch die Essigmutter, ist eine der bemerkenswerthesten von diesen. Sie führt uns von den

Hefepilzen zu einer anderen, noch sehr der genauern Untersuchung bedürftigen Reihe von „Hefe“-Formen, die wir die Bacterien- oder Schizomyceten-Reihe nennen wollen.

Bei der gewöhnlichen Bereitung des Essigs, d. h. verdünnter Essigsäure, setzt man die sogenannte Essig-Mischung — im Wesentlichen verdünnten Alkohol — bei geeigneter Temperatur der Einwirkung des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft aus. Der Alkohol nimmt Sauerstoff auf, wird durch diesen zu Essigsäure oxydirt. Hierbei stellt sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine schleimige Haut ein, die zuweilen theilweise zu Boden sinkt, dann sich wieder erneuert, und die den Namen Essigmutter führt. Dieselbe besteht aus einer Unzahl kurzer, stabförmiger, kaum  $\frac{1}{1000}$  Mm. breiter Körperchen, welche sich bei genauerer Untersuchung als chlorophyllfreie pflanzliche Zellchen erweisen. Sie vermehren sich lebhaft durch Theilung; nach Streckung auf eine bestimmte, etwa das Doppelte des Querdurchmessers betragende Länge zerfallen sie der Quere nach in zwei Hälften, in deren jeder wiederum der gleiche Vorgang eine unbegrenzte Zahl von Generationen hindurch sich wiederholt. Alle Theilungsebenen haben die gleiche Richtung, ihrem genetischen Zusammenhange entsprechend angeordnet bilden daher die successiven Generationen gleicher Abstammung eine Reihe oder Kette, welche die Zahl ihrer Glieder fort und fort an allen Punkten durch Zweitheilung der vorhandenen vermehren kann. Diese Ketten beobachtet man in vielen Fällen wirklich, sie sind in großer Zahl zu der schleimigen Haut zusammengestellt und versflochten und durch eine homogene schleimige Gallerte fester zusammengehalten. Andernseits finden sich dieselben Körperchen nicht selten aus ihrem genetischen Zusammenhange verschoben, innerhalb der verbindenden Gallerte zu mehr oder minder dichtem Ballen gruppiert; ferner sieht man dieselben oft aus der Gallerte getreten, einzeln oder zu Ketten ver-



einigt in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen, entweder regungslos, oder aber mehr oder minder lebhaft beweglich, d. h. unter oszillirendem Hin- und Herschwanke nach wechselnder Richtung vorrückend. Es ist mit Bestimmtheit festzustellen, daß die fettweise oder unregelmäßige Gruppierung und die freien beweglichen Zustände wechselnd denselben Körperchen zukommen können. Weitere Formentwicklungen, zumal eigenartige Fortpflanzungsorgane, sind von diesen Wesen noch nicht bekannt.

Von diesem kleinen Organismus hat Pasteur gezeigt, wie er seinerseits die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure vermittelt, in derselben Weise wie der Rahm oder Schimmelpilze die Verwesung der Körper, auf deren Oberfläche sie vegetiren. Die Essigbildung unterbleibt, wenn die Mischung der Sauerstoffeinwirkung allein, ohne Gegenwart der Essigmutter, ausgesetzt ist; sie findet nur statt, wenn letztere in der Mischung die zu ihrer Vegetation nöthigen Nährstoffe findet. Versenkt man die Mycodermahaut auf den Boden des Gefäßes, so unterbleibt die Essigbildung bis sich eine neue Haut durch Vermehrung der emporsteigenden Einzelkörperchen an die Oberfläche gebildet hat. Ist aller Alkohol zu Essigsäure oxydirt, so wird diese bei fortgehender Vegetation des Mycoderma weiter verbrannt zu Kohlensäure und Wasser. Auch bei der Schnell-Essigfabrication ist der beschriebene Organismus wirksam, indem er sich auf den Fäden oder Holzspänen ansiedelt, über welche die Essigmischung abfließt.

In den Lösungen der Zuckerarten, wenn sie die der Vegetation nöthigen Nährstoffe beigemengt enthalten, erfolgen, unter bestimmten Bedingungen die den Chemikern lange bekannt sind und hier unerörtert bleiben mögen, eigenthümliche Gährungsprozesse, deren Hauptproducte Milchsäure und Buttersäure sind: die Milchsäure- und Buttersäuregährung der Zuckerarten. Die Untersuchungen, welche zumal wiederum durch Pasteur ge-

führt worden sind, haben ergeben, daß die hierbei stattfindenden Vorgänge ihrem Wesen und ihrem ursächlichen Zusammenhange nach durchaus parallel gehen den oben für die Alkohol- oder die Gallusjähre-Gährung erörterten. Dieselbe Zuckerlösung, welche unter Einwirkung der besprochenen Hefepilze der Alkoholgährung fähig ist, gibt Milchsäuregährung unter bestimmten Bedingungen, und unter diesen ist die oberste das Vorhandensein eines bestimmten lebenden Fermentorganismus, welcher Milchsäurehefe heißen mag. Seiner Organisation und Entwicklung nach ist derselbe, soweit die vorliegenden Untersuchungen reichen, nicht sicher zu unterscheiden von der Essigmutter; nur daß wohl die freien beweglichen Zustände relativ zahlreicher als bei dieser sein mögen. — Ähnliches gilt von dem Erreger der Buttersäuregährung, der Buttersäure-Hefe. Die Stäbchen, aus denen sie besteht, sind nach Pasteur's Angabe durchschnittlich länger, oft erheblich länger als bei der Milchsäurehefe; ein scharfer morphologischer Unterschied ist aber auch hier noch nicht festzustellen.

Bei einer Reihe minder bekannter Gährungsproceße hat Pasteur ähnliche und analog wirkende Fermentorganismen gefunden, deren Lebensgeschichte noch näher festzustellen ist.

Endlich schließen sich hier an, jene in faulenden organischen Körpern allverbreiteten Körperchen, welche unter den Namen der Bacterien, Vibrionen, Zoogloea bekannt und oft genannt sind. Was soeben gesagt wurde über die Form, Größe und Vermehrung, über die wechselnde Verbindung und Lösung, Beweglichkeit und Regungslosigkeit der Glieder der Essig- und Milchsäurehefe, kann einfach wiederholt werden für diese Wesen, deren bewegliche freie Formen den Namen Bacterien und Vibrionen führen, während der Name Zoogloea für die durch Gallerte zusammengehaltenen Gruppen gebildet worden ist. Es unterliegt keinem Zweifel, daß von diesen Organismen verschiedene Species



existiren. Allein für die gewöhnlichsten kleinen Formen derselben, welche allüberall beobachtet und beschrieben sind, ist eine scharfe Unterscheidung von Essig-Milchsäure- und Buttersäurehefe derzeit nicht möglich.

In den todtten Körpern, in welchen man sie überall findet, sind die Bacterien ohne Zweifel intensive Erreger der Zersetzung- und Fäulnißerscheinungen, die ihr Auftreten begleiten. Es läßt sich nun denken, daß eine und dieselbe Species und Form in Medien sehr verschiedener specialer Qualität vegetiren könne und je nach der Natur des Mediums verschiedene Zersetzungsercheinungen erzeuge; also eine und dieselbe Form auf verdünntem Alkohol als Essigmutter, in geeignet hergestellter Zuckerslösung bei Luftabschluß als Milch- und Buttersäureferment, in eiweißreichen Körpern als Erreger jener mit Ammoniak- und Schwefelwasserstoffbildung u. s. w. verbundenen Fäulnißerscheinungen auftritt. Es lassen sich aber auch, zumal auf Grund von Pasteur's Beobachtungen, Wahrscheinlichkeitsgründe dafür aufstellen, daß jene besprochenen Fermentorganismen verschiedenen, jeweils bestimmte Medien erfordernden und in diesen dann die verschiedenen Zersetzungen erregenden Arten zugehören, deren scharfe morphologische Unterscheidung wegen ihrer Ähnlichkeit und Kleinheit bis jetzt nicht festgestellt werden konnte. Die Entscheidung hierüber ist von fernerer Untersuchungen abzuwarten.

Die lehtbesprochenen Organismen sind, der Form ihres Auftretens im Großen, und ihren Ferment- und Drydationswirkungen nach, den Hefepilzen ähnlich und mögen daher als vulgäre Bezeichnung den Namen Hefe mitführen. Ihrer Formentwicklung nach sind sie von den Hefepilzen und den Pilzen überhaupt wesentlich verschieden, denn es fehlt ihnen vegetativen, bis jetzt allein bekannten Zuständen jene Bildung verzweigter, faden-

förmiger Zellreihen mit Spitzenwachsthum oder Sprossung, wie wir sie für die Mycelien der Schimmel und für die Hefepilze kennen gelernt haben. Ihre Zellen vermehren sich durch Theilung in zwei Hälften, welche Theilung immer gleichförmig sich wiederholt, und die Bildung einfacher Zellreihen zur Folge hat, welche nicht nur an der Spitze, sondern an allen Punkten durch Neubildung (d. h. Zellentheilung) wachsen.

Dies nöthigt, in dem auf Formentwicklung gegründeten Systeme die Formen wie Essigmutter, Bacterien u. s. w. von den Pilzen zu trennen, sie, mit ähnlichen nicht hier zu besprechenden in eine besondere Gruppe zu stellen, welche den schon oben genannten Namen Schizomyceten erhalten hat, und welche sich zu den Pilzen ähnlich verhält, wie die nicht grünen blüthentragenden Gewächse: scharf unterschieden von ihnen durch die Formentwicklung, übereinstimmend mit ihnen in den Bedingungen und Grundercheinungen des Ernährungsprocesses. In dem großen Rahmen des Pflanzensystems stehen die Schizomyceten nicht isolirt. Wie sich in diesem nicht grüne Blüthenpflanzen bestimmten Familien, z. B. den Orchideen, Winden u. a. m. anschließen, wie die ächten Pilze die nächsten Formverwandten der als Conserven bekannten grünen Pflanzen sind, so reihen sich die Schizomyceten nach den dermaligen Kenntnissen einer Gruppe Chlorophyllführender niederer Pflanzen an, welche den Namen der Nostocaceen führt, und deren zum Theil stattliche und der Beobachtung leicht zugängliche Formen vielfach bis ins Einzelne gehende Uebereinstimmung mit dem, was wir von den Schizomyceten kennen, darbieten. Man kann von letzteren geradezu als von kleinen chlorophyllfreien Nostocaceen reden, wie man von chlorophyllfreien Orchideen, Gentianeen u. s. w. spricht.

Wir sind hiermit ans Ende unserer Betrachtung gelangt,



wenn diese die Aufgabe hatte, an einer Reihe von Beispielen zu zeigen, was man von „Schimmel und Gese“ derzeit Seitens der Botaniker weiß und nicht weiß. Wollten wir auf noch mehr eingehen, so wären wir freilich noch lange nicht fertig, denn gerade an die Betrachtung der Schizomyceten knüpfen sich allerlei sonderbare und heutzutage oft wiedererzählte Geschichten.

Es ist zunächst von mancher Seite versucht worden, die Bacterienformen als bestimmte Glieder in den Entwicklungskreis von Schimmelpilzen, wie *Mucor* u. s. w. zu ziehen, auf Grund von Untersuchungen und Argumentationen, von denen im Wesentlichen dasselbe gilt, was über die Versuche, *Mucor* als Stammvater der Bierhefe und vice versa nachzuweisen, oben gesagt wurde. Geht man in solchen Argumentationen noch einen Schritt weiter, so erhält man die neuerdings erfundene Micrococcus-Theorie, deren laute Verkündigung von Seiten ihres Erfinders entschuldigen mag, daß ihrer hier schließlich kurze Erwähnung gethan wird.

Es wurde schon gesagt, daß die gewöhnlicheren Bacterienformen allverbreitete Bewohner organischer Substanzen sind; ihre Kleinheit und daher leichte Verschleppbarkeit, dazu ihre außerordentlich große Resistenz gegen äußere Schädlichkeiten, macht sie hierzu noch geeigneter als die gemeinen Schimmelpilze, von denen ähnliches ausgesagt wurde. Nach dem, was wir oben kennen lernten über die Wettbewerbung verschiedener Pilzformen (und Pflanzenformen überhaupt), deren Keime miteinander auf denselben Boden gekommen sind, und von denen die durch Beschaffenheit des Bodens und der übrigen Vegetationsbedingungen am meisten begünstigte auf Kosten der übrigen überhand nehmen muß, leuchtet ein, daß auch zwischen Schizomyceten und Pilzformen ein ähnliches Verhältniß bestehen wird und muß,

und die Erfahrung hat dies vielfach bestätigt. Nach dem was über die Formen und besonders über die geringe Größe der häufigsten Schizomyceten gesagt wurde, ist ferner einleuchtend, daß es oft sehr schwer halten muß, sie sofort zu unterscheiden von sehr feinkörnigen Niederschlägen, wie sie in den Pflanzenzellen als die Körnchen des Protoplasma, oder wie sie außerhalb lebender Organismen als Niederschläge verschiedenster Art vorkommen. Diese Körnchen solcher Niederschläge können selbst ketten- oder paarweise verbunden, von sehr gleichförmiger Gestalt und Größe und hierdurch wirklichen Schizomyceten täuschend ähnlich sein. Es gehört oft genaue Untersuchung dazu, um sie von diesen sicher zu unterscheiden; ich erinnere mich z. B. eines in verdorbenem Weine vorkommenden Niederschlages, der bei der einseitig mikroskopischen Untersuchung von Jedem wohl für einen Schizomyceten gehalten worden wäre, während er sich bei chemischer Prüfung aufs unzweideutigste als ein Niederschlag von gerbsaurem Eisenoryd erwies.

Säet man einen beliebigen Pilz aus, unter Bedingungen, welche seiner Entwicklung nicht günstig sind, so wird derselbe kümmerlich wachsen oder gar nicht; in letzterem Falle sieht man seine Sporen oder Keimschläuche oft platzen und ihr körniges Protoplasma entleeren, die Körnchen den körnigen Niederschlägen des Substrats sich beimengen. Schizomycetenformen, die bei solcher Aussaat erfahrungsmäßig von Anfang an kaum je fehlen, werden sich häufig auf Kosten des Pilzes reichlich entwickeln. Sie werden entweder das Feld allein behaupten, oder zu Anfang vorherrschen, um später überholt zu werden von Hefe- und Schimmelpilzen, die wesentlich oder unwissentlich mit ausgesäet waren, anfangs langsam wuchsen, zuletzt, vielleicht in Folge der Zersetzungen im Substrate, das Uebrige überwuchern und zurückdrängen.



Bei sorgfältiger Untersuchung läßt sich dieser Gang gegenseitigen Verdrängens und Ueberwucherns von verschiedenen Pilz- und Schizomycetenformen Schritt für Schritt verfolgen, wie oben schon mehrmals angegeben wurde.

Es ist hiernach selbstverständlich, daß man in einem Substrate vielfach verschiedene Formen von den in Rede stehenden Organismen in wechselnder Häufigkeit neben und nacheinander findet, zusammen mit den Niederschlägen und Körnchen u. s. f. welche dem Substrat selbst angehören. Stellt man nun alle diese Dinge, wie sie neben- oder nacheinander gefunden werden, auf Grund ihrer mehr oder minder ungenau constatirten Formähnlichkeit in eine Reihe zusammen und nennt diese eine Entwicklungsreihe; achtet man auf die Reaction und die stoffliche Beschaffenheit des Substrats und nennt diese die Ursachen der verschiedenen Formentwicklungen in der aufgestellten Reihe; nennt man endlich die einfachsten als kleine Körner auftretenden Glieder der Reihe Micrococcus; so hat man das Recept zu einer Theorie, nach welcher aus dem Micrococcus in aufsteigender Folge alle möglichen Schizomyceten- und Pilzformen und wiederum aus allen möglichen Pilzformen Micrococcus gebildet werden, alles durch den bedingenden Einfluß der stofflichen Beschaffenheit des Substrats.

Soweit ein solches Verfahren eine Kritik verträgt, wurde solche für specielle Fälle oben mehrfach gegeben. Einer ernsthaften Darstellung ziemt es nicht, weiter auf solche Dinge einzugehen. Wer sie einfach glauben will, dem möchten wir seinen guten und leichten Glauben nicht anfechten. Wer das Denken nicht ganz verlernt hat, wird sie nach Gebühr zu würdigen wissen, und aus den sicher constatirten Thatsachen ersehen, daß die Organismen, welche wir Schimmel und Hefe und Pilze nennen,

allerdings ihre Besonderheiten zeigen, aber in ihrem Bau und Lebensgange der Hauptsache nach den übrigen Gewächsen sich gleich verhalten; und daß die vielen wichtigen und interessanten Erscheinungen, welche wir an ihnen beobachten, vorzugsweise darin ihren Grund haben, daß sie Pflanzen sind, wie andere auch, nur kleiner als die meisten anderen, daher für die Untersuchung oft etwas mehr Sorgfalt und Aufmerksamkeit erfordernd.

Man hat sich zuweilen bemüht, die Erscheinungen, welche sich bei der Keimung der Samen beobachten lassen, in eine Reihe von Stadien zu bringen, und diese Stadien in eine Reihe von Klassen zu bringen. Man hat sich zuweilen bemüht, die Erscheinungen, welche sich bei der Keimung der Samen beobachten lassen, in eine Reihe von Stadien zu bringen, und diese Stadien in eine Reihe von Klassen zu bringen. Man hat sich zuweilen bemüht, die Erscheinungen, welche sich bei der Keimung der Samen beobachten lassen, in eine Reihe von Stadien zu bringen, und diese Stadien in eine Reihe von Klassen zu bringen.

Man hat sich zuweilen bemüht, die Erscheinungen, welche sich bei der Keimung der Samen beobachten lassen, in eine Reihe von Stadien zu bringen, und diese Stadien in eine Reihe von Klassen zu bringen. Man hat sich zuweilen bemüht, die Erscheinungen, welche sich bei der Keimung der Samen beobachten lassen, in eine Reihe von Stadien zu bringen, und diese Stadien in eine Reihe von Klassen zu bringen. Man hat sich zuweilen bemüht, die Erscheinungen, welche sich bei der Keimung der Samen beobachten lassen, in eine Reihe von Stadien zu bringen, und diese Stadien in eine Reihe von Klassen zu bringen.



In demselben Verlage erschien:

**Grundriss**  
der  
**unorganischen Chemie**  
gemäss  
**den neueren Ansichten.**

Von  
**C. F. Rammelsberg,**

Dr. und Professor an der Universität und der Gewerbeakademie zu Berlin.

2. Auflage. 1867. 306 Seiten. Preis 1 Thlr. 6 Sgr.

In der Chemie hat sich in den letzten beiden Decennien ein vollständiger Umschwung der theoretischen Anschauungen vollzogen und eine neue Sprache in Formeln und Symbolen ist entstanden. Aber nur die Lehrbücher der organischen Chemie redeten bisher die Sprache dieser modernen Wissenschaft, und Rammelsberg's Verdienst ist es, der Erste gewesen zu sein, der diese neuen Anschauungen in einem Lehrbuche der **unorganischen Chemie** zur Geltung gebracht hat.

Das K. preuss. Handels-Ministerium empfahl diesen Grundriss der unorganischen Chemie sämtlichen preussischen Provinzial-Gewerbeschulen zur Anschaffung, und zahlreiche Einführungen machten rasch eine **zweite Auflage** nöthig.

Auch im Auslande fand das Lehrbuch rasche Anerkennung: es erschien bereits in holländischer und russischer Uebersetzung.

**C. F. Rammelsberg, Leitfaden für  
die qualitative chemische Analyse.**

1867. 5. Auflage. VI u. 151 S. gr. 8. 20 Sgr.

Dies für das Studium und für den ersten Unterricht in der analytischen Chemie bestimmte Werk hat seinen Nutzen genügend bewährt. Die rasche Aufeinanderfolge von fünf Auflagen spricht am besten für die Brauchbarkeit des Buches, welches ebenso praktisch als wissenschaftlich gehalten ist und ganz dem gegenwärtigen Standpunkte der Chemie entspricht.

**Handbuch der Zoologie. Sechste um-**

**gearbeitete Auflage.** Nach dem Handbuche von  
**Wiegmann und Ruthe** aufs Neue vermehrt und ver-  
bessert von Prof. Dr. **Fr. H. Troschel.** 1864. IV  
und 698 Seiten gr. 8. 2 Thlr. 20 Sgr.

Die rasche Aufeinanderfolge von sechs Auflagen spricht am sichersten für die Brauchbarkeit dieses Handbuches, welches sich auch im Auslande eines bedeutenden Rufes erfreut.

Es erschienen ferner:

Ueber

## den Kreislauf des Kohlenstoffs in der organischen Natur.

Von

Prof. Dr. **Ad. Baeyer.**

1869. 2. Aufl. 32 S. gr. 8. 7½ Sgr.

Die

## Riesen des Pflanzenreiches.

Von

Prof. Dr. **S. R. Goeppert.**

1869. 32 S. gr. 8. 6 Sgr.

## Licht und Leben.

Von

Prof. Dr. **Ferd. Cohn.**

1869. 32 S. gr. 8. 6 Sgr.

## Alexander von Humboldt.

Von

**H. Bernstein.**

1869. (Im Druck.) Preis ca. 6 Sgr.

Demnächst wird erscheinen:

Ueber

## Pflanzen-Epidemien.

Von

Prof. Dr. **Jul. Kühn.**

Mit Holzschnitten.

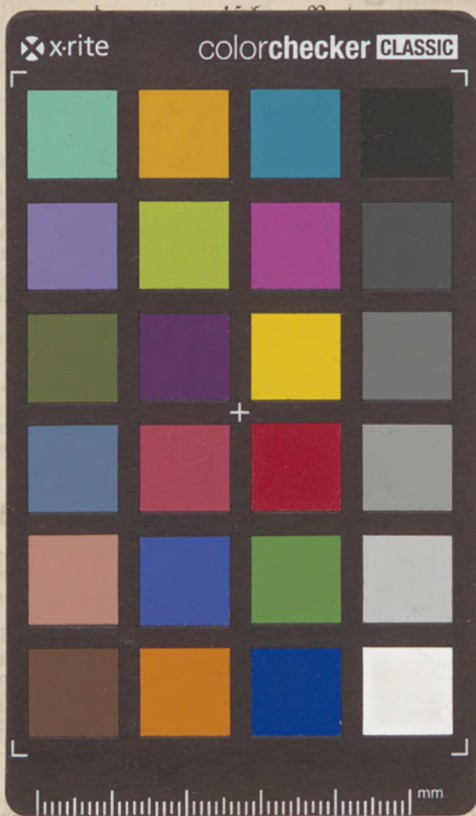


Es erschienen ferner:

Ueber

## den Kreislauf des Kohlenstoffs

in



Demnächst wird erscheinen:

Ueber

## Pflanzen-Epidemien.

Von

Prof. Dr. Jul. Kühn.

Mit Holzschnitten.