

IV. Ueber Endophyten der Pflanzenzelle,

eine gesetzmässige

den Samenfäden oder beweglichen Spiralfasern analoge Erscheinung.

Von

Siegfried Reissek.

Mitgetheilt am 28 September 1846 in einer Versammlung von Freunden der Naturwissenschaften in Wien.

Beobachtungen.

§. 1.

Bei einer Reihe von Untersuchungen, welche mit den Amylum- und Chlorophyllkörnern verschiedener Pflanzen bezüglich ihrer Metamorphosen angestellt wurden, war es mir gelungen, das directe Auswachsen derselben zu Pilzen zu beobachten, und so neue Thatsachen für die Urzeugung gestützt auf die Entwicklungsgeschichte zu erhalten, welche sich unmittelbar an jene anschliessen, welche in den Abhandlungen der Leop. Carol. Academie der Naturforscher Bd. XXI über die Entstehung der Pilze aus Pollenzellen mitgetheilt wurden. Die ausführliche Darlegung dieser Thatsachen bleibt einer späteren Gelegenheit vorbehalten, doch wird es nicht überflüssig sein, hier der Entstehungsart der Pilze aus dem Amylum und Chlorophylle in Kürze zu gedenken, weil dieselbe zum besseren Verständnisse und zur Anknüpfung an das Folgende dient. Die Pilze entstanden, indem das Amylum- und Chlorophyllkorn sich durch Wasseraufnahme in sein Inneres höhlt, hierauf die äussere, die Höhlung umgebende Substanz des Kornes zur Membran sich differenzirte, und so eine Zelle gebildet wurde, welche sich streckte, schlauchartig verlängerte, durch Aussackungen Aeste erzeugte, im Innern Scheidewände bildete und endlich Sporen hervortrieb. Diese Umwandlung der Amylumkörner fing unter begünstigenden äussern Umständen schon innerhalb der Mutterzelle an. So sah ich es bei *Gymnadenia viridis*, *Platanthera bifolia* und *Orchis latifolia*. Die entstandenen Pilze waren Arten von *Botrytis*, *Penicillium* und *Cladosporium*.

Diesen Beobachtungen zufolge lag der Wahrscheinlichkeitsschluss nahe, dass die Amylumkörner unter Umständen vielleicht schon im Gewebe lebender Pflanzen, wenn auch nicht zu sporentragenden Pilzen, doch zu einer niederen Entwicklungsstufe derselben sich erheben. Diese Wahrscheinlichkeit gewann noch mehr für sich in Rück-

sicht auf die Beobachtungen, welche MEYEN *) und vorzüglich NÄGELI **) über das Vorkommen von Pilzen in geschlossenen Pflanzenzellen gemacht haben. Obgleich uns beide Forscher die Entwicklungsgeschichte in den betreffenden Fällen nicht gegeben, so konnte ich doch diese Erscheinung naturgemäss nicht anders deuten, als dass die Pilze aus dem Zellinhalte selbst entstanden. Dafür boten sich positive und negative Beweise. Ein positiver Beweis lag in der gemachten Erfahrung, dass Amylum- und Chlorophyllkörner des Inhaltes zu Pilzen auswachsen, ein negativer Beweis in dem Baue der Zelle selbst, welche durch ihre vollständige Abschliessung den Zutritt der Sporen von aussen her unmöglich macht, daher auch, wenn Pilze in derselben vorhanden sind, ihre Entstehung aus dem Inhalte nothwendig bedingt.

§. 2.

NÄGELI fand die Pilze in den Wurzelfasern mehrerer Irisarten. Bei den angestellten Untersuchungen im Bereiche der Monocotyledonen fand ich zuerst in den Wurzelfasern von *Orchis Morio*, und hierauf in denen der meisten einheimischen Orchisarten, in den Zellen der äussersten Schichte zahlreiche Pilzfäden und dichte verfilzte Ballen derselben. Bei Vergleichung mit den Beobachtungen NÄGELI's stellte sich eine ziemliche Uebereinstimmung in beiden Fällen heraus. Da dieselbe Erscheinung auch von SCHLEIDEN an *Neottidium nidus avis* bemerkt, und ohne alle Rücksichtnahme auf die Beobachtungen NÄGELI's mit einer abweichenden Deutung veröffentlicht wurde ***) , so wird es nothwendig sein, die Beobachtung SCHLEIDEN's in Kürze anzuführen:

SCHLEIDEN sagt a. a. O.: „Wenn man die Wurzelfasern von (blühendem) *Neottidium nidus avis* untersucht; findet man zunächst unter der Oberhaut gewöhnlich drei Lagen von Zellen, die erste aus Zellen etwa dreimal so lang als die Oberhautzellen und ebenso breit wie diese, die zweite und dritte aus ebenso langen Zellen, die aber so breit als lang sind, bestehend. Nach innen folgen dann sogleich ebenso breite, aber dreimal so lange Zellen, welche Stärke enthalten. Jede Zelle der äussersten jener drei Lagen enthält eine längliche unregelmässige Masse eines halb festen, gelblichen Stoffes (coagulirten Schleim?), die Zelle fast ganz ausfüllend. Jede Zelle der inneren Lage ebenfalls, doch mischen sich darin einzelne Fasern, die Zellen der mittleren Lagen endlich enthalten einen sie fast ausfüllenden Ballen einer etwas mehr bräunlichen Masse, die aus wenig formloser Substanz, dagegen fast ganz aus ineinander gewundenen Fasern besteht, die denen in der inneren Zellschicht vorkommenden sehr ähnlich sind. Diese Fasern, die man auf den ersten Blick geneigt sein könnte für Spiralfasern anzusehen, zeigen bei genauerer Untersuchung sich einmal ganz unordentlich durcheinander geschlungen, und zweitens sind sie nicht solide, sondern derbwandige

*) Wiegmanns Archiv. 1837. I. p. 418.

**) Linnaea 1842. p. 278. tab. 11.

***) Grundzüge der Botanik. 2. Auflage I. p. 290.

Röhren mit ziemlich weitem Lumen. Oft sind sie unregelmässig angeschwollen, zeigen kürzere, blind endigende Aeste, oft sind sie langverästelt, ihre Enden sind gewöhnlich etwas breiter und besonders in der Nähe derselben bemerkt man in völlig regellosen Abständen Scheidewände, aus einem hellgelblichen (schleimigen?) Stoffe bestehend, so dass sie einigen Conferven nicht ganz unähnlich scheinen. Ueber die Bedeutung dieser eigenthümlichen Bildungen weiss ich gar nichts zu sagen. Als einzige, eben so isolirt als räthselhaft dastehende Analogie kann man das von Gottsche in *Preiszia commutata* entdeckte Gefässsystem anführen. Hier werden die einzelnen Zellen von ähnlichen Röhren durchsetzt, die, wie es scheint, selbst die Zellwand durchbohren. In beiden Fällen kann nur die Entwicklungsgeschichte Aufklärung hoffen lassen.“

Diese Beobachtung kann ich als vollkommen richtig bestätigen. Aus der gegebenen Deutung geht jedoch, wie es dem mit der Structur der Pflanzensubstanz bekannten Leser von selbst einleuchtet, ziemlich deutlich hervor, dass die beschriebene Bildung schwerlich mit irgend einer Gefässbildung in Analogie zu stellen sei. Untersucht man selbst, so wird diess zur Gewissheit. Jeder unbefangene Beobachter wird auf den ersten Blick in den beschriebenen Gebilden unzweifelhafte Fadenpilze erkennen.

§. 3.

Verfolgt man die Entwicklungsgeschichte bei *Neottidium nidus aris*, was sich im Frühjahr und Sommer leicht thun lässt, so lehrt sie Folgendes. In den äusseren Zelllagen der Wurzelspitze unter der Oberhaut, sparsamer oder gar nicht in den inneren finden sich einzelne, meist den Wänden anliegende, im Anfange farblose, später schwach bräunliche, ellipsoidische oder eirunde im Innern feinkörnige Cytoblasten. Die Cytoblasten in den äusseren 3—6 Zelllagen vergrössern sich bei fortschreitendem Wachstume der Wurzel fortwährend, und zwar durch Stoffaufnahme aus dem umgebenden flüssigen Inhalte. Oft behalten sie dabei ihre Gestalt, oft werden sie unregelmässig, eckig und abgeplattet, besonders an den Seiten, die der Zellwand anliegen. Ihre Substanz ist eine halbfest gewordene Schleimmasse, in welche Körnchen eingebettet sind. Die Färbung geht hierauf in das Gelbbräunliche über (bei durchfallendem Lichte). Mit fortschreitender Vergrösserung füllen die Cytoblasten das Lumen der Zelle grösstentheils aus, und man bemerkt meist nur einen schmalen Raum zwischen ihrer Oberfläche und der Zellwand. Die Entwicklungsstufen bis zu diesem Zeitpunkte sind in Taf. II, Fig. I (vergr. 120mal) zu sehen. Sie stellt ein Rindenstück aus der Wurzelspitze dar. Bei a, a, a sind junge, farblose, ziemlich durchsichtige Zellkerne, bei b, b sich vergrössernde, deutlicher körnige, bei c noch weiter angewachsene, sich bräunende, bei d, d solche, welche das Lumen der Zelle schon grössten Theils ausfüllen, und braun und undurchsichtig geworden sind. In Fig. II (vergr. 120mal) ist ein Längsschnitt aus einer älteren Wurzelfaser des *Neottidium nidus aris* zu sehen, A Epidermalschichte, B äussere, C innere Rindenschichte. Die Zellen der Schichte B enthal-

ten sehr vergrösserte, undurchsichtige Cytoblasten, die Schichte C sparsam Amylum und hier und da normale, durchsichtige, ungefärbte Cytoblasten, wie bei a. Um die Zeit, wo die Cytoblasten das Lumen der Zelle zum grösseren Theile ausfüllen, beginnen stellenweise die Körnchen, aus denen sie bestehen, an der Oberfläche und im Innern des Zellkernes sich zu strecken, spindelförmig und stabartig zu werden, und endlich zarte Fäden zu bilden. An den sich bildenden Stäbchen und Fäden lässt sich anfangs kein zellenartiger Bau bemerken, sie sind von homogener Substanz gleich einem ungeschichteten Amylumkorne, jedoch viel weicher. Gewöhnlich erst, wenn sie einige Länge und Dicke erreicht haben, entsteht durch Aufnahme von Flüssigkeit aus dem umgebenden Inhalte in das Innere der Substanz des Stäbchens oder Fadens eine oder mehrere Höhlungen, und der Faden erscheint, wenn die Höhlungen sich vergrössern, und in eine einzige verfliessen, röhrig oder schlauchig. Seltener nur erscheint schon frühe, gleich bei beginnender Streckung des Kornes zum Faden die Höhlung in seinem Innern, und derselbe wird in diesem Falle schon sehr frühe schlauchig. Wenn man solche Formen, wo die Höhlungen in der Substanz gleich bei beginnender Streckung erscheinen, und solche, wo sie erst an dem schon ziemlich erwachsenen Faden sich zeigen, vergleicht, so ist die Abweichung beider Formen allerdings auffallend, aber sie lassen sich beide leicht auf dieselbe Grundbildung zurückführen. In einigen Fällen erscheint sogar gar keine Höhlung in dem erwachsenen Faden, so dass derselbe fortdauernd homogen und solide bleibt, und keinen zelligen Bau erlangt. Dieser Fall tritt jedoch nur bei den zartesten und dünnsten Fäden ein. Diese haben dann viel Aehnlichkeit mit den Zahnschleimconserven, welche ebenfalls sehr dünne, solide Fäden bildet.

Die Cytoblasten, an denen das Auswachsen der Körner zu Fäden und Schläuchen erst begonnen hat, und auf ihrer Oberfläche erfolgt ist, erscheinen durch dieselben gleichsam fein gewimpert. Von nun an geht die Vergrösserung der Schläuche am Cytoblasten neben der Entstehung neuer rasch vor sich, die Schläuche werden durch Verdichtung ihrer von Höhlungen durchsetzten Substanz in eine Membran entschieden zellig, hierauf ästig, und erzeugen durch das Rückbleiben und Verdichten der die Höhlungen abgrenzenden Substanz an gewissen Stellen Scheidewände. Die Scheidewandbildung ist also hier durch die Bildung von Höhlungen in einer homogenen Substanz und durch Verdichtung und Erhärtung dieser Substanz zu Scheidewänden bedingt.

Die Schläuche erreichen im Verlaufe das Mehrfache ihres ursprünglichen Durchmessers, und da sie, durch die umhüllende Zellwand gehindert, nicht gerade fortwachsen können, so krümmen sie sich bogenförmig der Zellwand folgend, und verflechten und verfilzen sich später häufig in einander. Daher kommt es, dass der vergrösserte, von den Schläuchen durchsetzte Cytoblast nicht mehr als solcher zu erkennen ist, sondern als ein Convolut von Fäden erscheint, zwischen welchen Reste

der ursprünglichen, schleimigen, erhärteten Cytoblastensubstanz mit zahlreichen Körnchen, welche die Keime der Schläuche abgeben, sich vorfinden. Cytoblasten in diesem Stadium stellen sich dann bei stärkerer Vergrößerung, nachdem sie aus der Zelle durch einen gemachten Schnitt frei geworden, und im Wasser sich aufgelockert haben, wie Fig. III dar (vergr. 500mal). Bei a, a, a ist die körnige Cytoblastensubstanz, durchwebt von ästigen scheidewandigen Schläuchen. Die Schläuche von verschiedener Länge, häufig mehrmal länger als die Mutterzelle, in welcher sie entstanden, hier und da knotig angeschwollen, mit grösseren und kleineren Aesten, welche besonders an den Spitzen zahlreich hervorkommen, ihre Höhlung ist mit einem zarten feinkörnigen (eigentlich feintropfigen) Inhalte erfüllt. Zuletzt erhalten sie einen blassbräunlichen Anlag.

Auf dieser Ausbildungsstufe stellen sich die Schläuche als unzweifelhafte Pilze dar. Man kann alle Entwicklungsstufen, von dem ersten Auftreten des Cytoblasten, bis zum ausgebildeten Pilze in derselben Wurzelfaser, wenn man von ihrer Spitze zur Basis herabsteigt, gut überblicken. Die Entwicklungsstufen des Pilzes sind in Fig. IV (vergr. 500mal) dargestellt. In fig. 1 die zarten, sich nach und nach vergrößernden, homogenen Körnchen des Cytoblasten, welche hierauf sich strecken und spindelförmig werden, fig. 2; endlich bei fortschreitender Streckung durch Flüssigkeitsaufnahme in das Innere ihrer homogenen Substanz rundliche und längliche Höhlungen erzeugen, fig. 3; zuletzt bei Vergrößerung und Verschmelzung der Höhlungen schlauchig werden, fig. 4. Die Membran des Schlauches wird wie hier ersichtlich, aus der ursprünglichen homogenen Substanz des gestreckten Kornes gebildet, die Scheidewände von den Resten dieser Substanz, welche die einzelnen Höhlungen scheidet. Diess wird aus der Spitze des Schlauches in fig. 4 deutlich, wo bei a eine, in Folge des Wachstumes erst kürzlich entstandene Höhlung sich zeigt, bei b eine feste Schichte zwischen ihr und der anstossenden Höhlung, welche sich später zur wahren Scheidewand ausbildet. Das Verhalten der Aeste im weiteren Wachstume ist ganz wie jenes beim Hauptstamme, sie erzeugen ebenfalls, wenn sie nicht zu dünn und zart sind, in der Substanz Höhlungen, wie es in fig. 4 zu sehen ist.

So weit meine Beobachtungen an lebenden Wurzelfasern reichen, durchbrechen die Pilze in denselben die Zellwand nicht, und vegetiren abgeschlossen in der Mutterzelle, welche später zum Theile resorbirt wird. Im Alter, wo sie die Zelle ganz ausfüllen, verschwinden die körnigen Reste der Cytoblastensubstanz auch mehr und mehr, und zuletzt findet man in manchen Zellen ausser den Pilzen fast keinen anderweitigen festen Inhalt.

§. 4.

Auf eine wesentlich gleiche Weise treten die Pilze auf in den Wurzelfasern der einheimischen Arten von *Orchis*, *Gymnadenia* und *Ophrys*. Man findet sie konstant zu

jeder Jahreszeit, und zwar so konstant in ihrer Ausbreitung, dass man dieses Merkmal bei einiger Umsicht selbst zur spezifischen Unterscheidung der Art benützen könnte. Die Pilze bilden hier ebenfalls solche, aus den Cytoblasten entstehende Convolute, wie sie bei *Neottidium nidus avis* dargestellt wurden. Bei *Orchis Morio* finden sich die Pilze vornemlich im Herbst und zu Anfang des Winters sehr ausgebildet, und die Erscheinung der grossen, dichten, von ästigen und knotigen Pilzfäden gebildeten Convolute muss Jeden überraschen und fesseln. Man mag so viele Wurzelfasern untersuchen als man will, stets wird man sie finden, doch am besten ausgebildet in der äusseren Rindenschichte der erwachsenen Fasern. Die Pilze sind bei dieser Art gewöhnlich grösser als bei *Neottidium nidus avis*, in ihrem Baue sind sie ganz wie diese beschaffen. In Fig. V (vergr. 500mal) sind einige dargestellt. Die Enden und überhaupt jüngern Theile der Schläuche sind mit einer schleimig gallertigen Masse erfüllt, in welcher sich bald bei fortschreitendem Wachstume durch Flüssigkeitsaufnahme Höhlungen erzeugen a, a. Diese Höhlungen vergrössern sich später, verfliessen meist mehrere in einander, wodurch eine grössere Höhlung entsteht. Die Ueberreste der Füllungsmasse bilden zwischen den Höhlungen durch Erhärtung Scheidewände, welche eben aus dem Grunde, weil sie fast zufällig sind, in ganz ungleichen Abständen sich finden. Ein Ueberrest der Füllungssubstanz bleibt nach der Bildung von Scheidewänden an der Membran zurück, und trägt zu ihrer Verdickung bei, weshalb sie auch doppelartig erscheint, und an den scheidewandigen hohlen Stellen des Schlauches dicker, b, b, an den scheidewandlosen, mit schleimig gallertiger Masse erfüllten aber dünner und unausgebildeter. Später, nachdem die Höhlungen in einander verfloßen und die Füllungsmasse geschwunden, bilden sich durch Differenzirung aus dem flüssigen Inhalte feine Körner, welche fettartig sind, und eine niedere Ausbildungsstufe der im Inhalte stark entwickelter Fadenpilze, und der Pilze höherer Ordnungen allgemein vorkommenden Fetttropfen.

Bei *Orchis Morio* und an andern Arten kommt es gewöhnlich vor, dass sich die Pilze in allen oder den meisten Zellen der Rindenschichte vorfinden. Sie erscheinen dann aber nach innen zu sparsam einzeln oder nur wenige in einer Zelle. Auch bei *Neottidium nidus avis* kommt es nicht selten vor, dass ausser den dichten Pilzmassen in der äusseren Rindenschichte sich einzelne zerstreute Pilzfäden in der inneren Rindenschichte bilden. Diese Abweichung lässt sich jedoch unschwer auf die oben beschriebene Entwicklungsweise aus den Cytoblasten zurückführen. Die Pilze entstehen nämlich, wie angegeben wurde, aus den feinen Körnern der Cytoblasten. Nun sind aber solche Körner, welche den Cytoblasten zusammensetzen, entweder vor der Bildung des letzteren, oder nachdem der Cytoblast sich aufgelöst hat, zerstreut im flüssigen Inhalte der Zelle vorhanden; sehr häufig sind sie auch, wie bekannt, als Ueberreste der durch die Schleimströmchen veranlassten Cytoblastbildung neben demselben zu treffen. In allen diesen Fällen können die Körner zu Pilzen eben so auswachsen, wie es auf und im Innern des Cytoblasten geschieht. Bei Körnchen, welche im Inhalte der Zelle zerstreut sind, werden daher zerstreute Pilze angetroffen. Bisweilen bilden sie später, wenn sie

anwachsen und sich verschlingen, ähnliche Convolute wie die aus den Cytoblasten entstandenen Pilzfäden. Bisweilen bildet sich durch Zellenentstehung um den ganzen Inhalt eine rudimentäre schlaife und faltige Tochterzelle (Primordialschlauch MOHL's) um die Pilze. Meist ist aber diese Bildung nur eine unvollständige und ephemere.

§. 5.

Das konstante und allgemeine Auftreten der Wurzelpilze bei den einheimischen Orchideen liess hoffen, dass sie sich auch bei den tropischen Arten finden würden. Diess bewährte sich auch. Ich fand sie bei *Phajus (grandifolius)*, *Goodyera (discolor)*, *Stanhopea (insignis, tigrina)*, *Dendrobium (connivens)*, *Bletia (verecunda)*. An allen Arten, welche ich untersuchte, war wenigstens eine Andeutung zu dieser Bildung vorhanden, so z. E. in den verlängerten Luftwurzeln der *Vanilla plantifolia*. Hier finden sich blos bräunliche Cytoblasten, sehr ähnlich den unausgebildeten bei *Neottidium nidus avis* beschriebenen. Eine weitere Entwicklung derselben erfolgt aber an dieser Pflanze nicht.

Im Allgemeinen ist die Pilzbildung in den unterirdischen Wurzeln häufig, minder häufig in den oberflächlichen, sehr selten in den Luftwurzeln, welche dem Lichte ausgesetzt sind. Ebenso lassen sich auch im Ganzen zwei deutliche Extreme in der Menge und dem Ausbildungsgrade der Pilze beobachten. Bei einigen Arten, z. E. *Orchis Morio*, ist der grösste Theil der Rinde bis nahe an den centralen Gefässbündelkreis der Wurzelfasern mit solchen Pilzmassen erfüllt, bei vielen der ausgebildeten tropischen Arten zeigen sich nur einzelne zerstreute Pilzmassen an der Peripherie. Das sparsame Auftreten oder Fehlen der Pilze in den Luftwurzeln erklärt sich zum Theile durch die Eigenthümlichkeit, dass die Pilze vornemlich in der äusseren Wurzelschichte auftreten. Bei den Luftwurzeln der Orchideen verwandeln sich nämlich, wie bekannt, die Zellen der äusseren Schichte in Spiralfaserzellen, welche Luft führen, ihr bildungsfähiger Inhalt verschwindet, und somit ist auch die Möglichkeit zur Pilzerzeugung aus denselben genommen.

§. 6.

Ein eigenthümliches erwähnenswerthes Verhalten der Pilzbildung zeigt *Goodyera discolor*, eine auch sonst in mehrfacher Beziehung ausgezeichnete Pflanze. Hier finden sich in jungen Wurzelfasern die Zellen um den centralen Gefässbündelkreis mit dichten, gelblichen, körnigen Schleimmassen erfüllt, aus welchen später auf die beschriebene Weise eine rudimentäre Pilzbildung hier und da hervorgeht. In den Grundtheilen der Stengel, wo sich keine ausgebildeten Pilze zeigen, trifft man in den äussersten drei bis acht Zelllagen-Büschel von unregelmässigen gehäuften Stäbchen, in welchen man leicht die niedere Entwicklungsstufe eines Pilzes erkennt, Fig. VI, d (vergr. 500mal). Diese Stäbchen entstehen auf folgende Weise: Zuerst bilden sich centrale, feinkörnige, farblose Cytoblasten, welche in ihrer Jugend durch Schleimfäden mit der Zellwand verbunden sind, Fig. VI, a und b. Die Schleimfäden

verschwinden später, die Cytoblasten vergrössern sich um ein Geringes, die Körnchen derselben strecken sich und werden spindelförmig, c, und endlich stabförmig, d, wobei sie bisweilen einen schwachgrünen Anflug erhalten. Hier ist der Cytoblast, indem die Stäbchen, welche ihn bilden, auseinandertreten, nicht mehr als solcher zu erkennen. Die Stäbchen erreichen ungefähr die in Fig. IV, 2 dargestellte Entwicklungsstufe des Wurzelpilzes von *Neottidium nidus avis*, sie haben weder eine deutliche, ausgeprägte, vom Inhalt determinirte Membran, noch Scheidewände, sie bestehen bloss aus einer homogenen nach aussen unbedeutend erhärteten Substanz, in welcher Erhärtung eine Andeutung der sich bildenden Membran liegt.

§. 7.

Der Regelmässigkeit und Beständigkeit wegen, mit welcher die Pilzbildung bei den Orchideen auftritt, muss dieselbe als eine gesetzmässige und vitale Erscheinung angesehen werden. Es ist zuzugeben, dass die Gegenwart der Pilze für das Bestehen und Gedeihen der Pflanze ganz unwesentlich sei, ihre Unwandelbarkeit und Allgemeinheit stempelt sie nichts desto weniger zum Gesetze. Es ist kein das Leben der Art bedingendes, aber doch von demselben bedingtes Gesetz. Es ist ein Gesetz, welches man in gewisser Beziehung mit der Blüthenzeugung bei Phanerogamen vergleichen könnte. So wie die Mehrzahl der Phanerogamen ohne gerade Blüten zu erzeugen, fortbestehen und sich vermehren könnte, so auch die Orchideen ohne den Wurzelpilz hervorzubringen.

§. 8.

Die Pilzbildung bei Orchideen wies darauf hin, dass vielleicht auch in andern Familien, vornemlich unter den Monocotyledonen, eine entschiedene Pilzbildung oder Entwicklungsstufen dazu vorkommen. Die Untersuchung ergab, dass sich in den Wurzeln sehr vieler Mono- und Dicotyledonen, aus den verschiedensten Familien, regelmässig, wenn nicht deutliche Pilze, doch grosse, die Zellen ausfüllende, dichte, körnige, gelbliche Schleimmassen als Entwicklungsgrade zur Pilzbildung vorfinden, welche, wenn man die Entwicklungsgeschichte bei Orchideen richtig aufgefasst hat, sich unzweifelhaft als solche erkennen lassen. Immer aber ist es nothwendig, zuerst bei Orchideen, wo die Bildung am ausgezeichnetsten auftritt, sie gründlich studirt zu haben, ehe man zu einer andern Familie übergeht. Es folgen hier einige Notizen über mehrere der untersuchten Pflanzen. Die Untersuchung geschah an denselben im Herbste.

Irideae. Ich untersuchte *Iris florentina*, *germanica*, *arenaria*. Bei *I. florentina* fanden sich einzelne kurze, verästete Pilzfäden, in dem gelbbraunlichen Inhalte der äusseren Wurzelrinde, aber nur in absterbenden oder bereits abgestorbenen Wurzelfasern, daher sie mehr als anomale Bildung zu betrachten sind, und strenge nicht hierher gehören. Jedoch führe ich sie des Zusammenhanges mit dem Folgenden halber an. In den lebenden Wurzelfasern der erwähnten drei Irisarten fanden sich blos einzelne vergrösserte Cytoblasten und mitunter körnige Inhaltmassen, als die tiefste

Entwicklungsstufe zur Pilzbildung. Vielleicht benützte NÄGELI, welcher die *Schinzia cellulicola* in den Wurzelzellen antraf, bereits absterbende Wurzelfasern bei seiner im Eingange erwähnten Untersuchung? Leider hat er auch die Arten, an denen er seine Beobachtungen machte, nicht angegeben. Von der Richtigkeit der Beobachtungen, in so fern sie den fruchttragenden Pilz, die *Schinzia cellulicola* betreffen, kann man versichert sein. Dagegen habe ich mich mit Bestimmtheit überzeugt, dass die von ihm a. a. O., Tab. III, Fig. 1, d und Fig. 11, a abgebildeten Fäden nur Spiralfasern sind. Bei *Iris florentina* kann man sich an einem Längsschnitte der Wurzelfaser leicht davon überzeugen. Die Fäden in den angeführten Figuren fallen auch durch die gleichförmigere Ausfüllung und Vertheilung in der Zelle auf, wie solches bei den Wurzelpilzen in der Regel nicht vorkommt.

Aroidae. Anthurium digitatum enthält in den äussersten vier bis fünf Zelllagen jüngerer Luftwurzeln fast gleichförmige, hier und da unbedeutend granulöse, die Zellen ausfüllende, gelbbräunliche feste Schleimmassen. *A. crassinerve* ebenfalls. *A. lucidum* und *Harrisonii* granulöse, gelbbräunliche, denen bei *Goodyera discolor* in den innern Schichten vor der Pilzkeimung vorkommenden ähnliche Inhaltmassen.

Palmae. Phoenix dactylifera. Sie enthält in den äusseren Zelllagen der jüngeren und jüngsten Wurzelfasern einzelne, bräunliche, stark granulöse, die Zellen ganz ausfüllende Schleimmassen. Die Körner bilden sparsam kurze Pilzfäden. *Chamaedorea humilis*. Sie besitzt in den äusseren Zellen ausfüllende Schleimmassen. Bei Auflockerung und beginnender Auflösung der Zellen, in in welchen sie enthalten sind, bilden sie einzelne sehr zarte Pilzfäden von geringerem Durchmesser als bei Orchideen. Es ist hier, so wie überhaupt darauf zu achten, dass man nicht Spiralfasern für Pilzfäden ansehe, was bei minder genauer Untersuchung leicht zustossen kann. *Chamaedorea elatior* ist wenig verschieden von *Phoenix dactylifera*.

Gramineae. Saccharum officinarum. Es enthält einzelne kleine Schleimmassen hervorgegangen aus Cytoblasten, nicht bis zur vollständigen Ausfüllung der Zelle gelangend. Das, was LINK Anat. plant. I. tab. IV. fig. 6 darstellt, sind ältere, bereits vergrösserte Cytoblasten im Uebergange zu unförmlichen, die Zelle ausfüllenden Massen.

Piperaceae. Peperomia blanda besitzt zerstreute bräunliche Schleimmassen in der äusseren Schichte der Aeste des Wurzelstockes. Hier kann man die Entwicklung aus Cytoblasten gut verfolgen. Die Cytoblasten, ursprünglich wasserhell, werden später grüngelblich, endlich bräunlich und füllen dann die Zelle als Massen aus.

Moreae. Ficus bengalensis enthält in der Rindenschichte der Wurzel einzelne Ausfüllungsmassen der Zellen.

Gesneraceae. Aeschynanthus parasiticus besitzt einzelne bräunliche, die Zellen ausfüllende Massen in der Rindenschichte der Luftwurzeln.

Lonicereae. Sambucus Ebulus. In den äusseren Zelllagen der jungen Wurzelfasern finden sich körnige Massen und grosse wasserhelle Cytoblasten, deren Uebergänge

zu den körnigen, die Zelle ausfüllenden Massen sich verfolgen lassen. In den äusseren absterbenden Zellen der zum Rhizome umgewandelten Wurzel (im strengsten Sinne des Wortes findet hier eine solche Umwandlung statt) finden sich bisweilen zarte einfache Pilzfäden, welche aus den Körnern des Inhaltes hervorgehen.

Cruciferae. Bei *Cochlearia Armoracia* treten in den äussersten absterbenden Zellen der erwachsenen Wurzel bisweilen, wie bei *Sambucus Ebulus*, einzelne, zarte Pilzfäden auf. In den jüngeren Wurzeltheilen fehlen sie ganz.

Es dürften ausser andern vornemlich noch die Parasiten mit unterirdischem Wurzelstocke der Untersuchung auf Pilze zu empfehlen sein.

§. 9.

Der Wurzelpilz erzeugt innerhalb seiner Mutterzelle keine Sporen, was erklärlich ist, indem er hier von Flüssigkeit allseitig umgeben ist, und wahre Sporen der Fadenpilzen nur in der Luft sich bilden. Wohl erzeugen sich hier und da Anschwellungen, zuweilen selbst an den Enden der Schläuche, allein diese können als wirkliche Sporen nicht angesehen werden. Auch lehrt die Erfahrung, dass, wo ein Pilz solche, wenn auch in der Form ziemlich constante Pseudosporen innerhalb einer Flüssigkeit bilde, er ausserhalb derselben doch anders gestaltete Sporen erzeuge, und diese vielmehr als die typischen zu betrachten seien*). Da der Wurzelpilz sonach unter seinen natürlichen Verhältnissen nicht sporentragend zu beobachten und systematisch zu bestimmen ist, so mussten die Sporen künstlich hervorgerufen werden. Denn die systematische Bestimmung, die schon an und für sich wichtig ist, hat bei einem durch sein Auftreten so merkwürdigen Gebilde um desto grössere Wichtigkeit. Um den Pilz zur Sporenerzeugung zu bringen, machte ich denselben Versuch, den ich bei früheren ähnlichen Gelegenheiten mit viel Erfolg und Belehrung angestellt hatte. Es wurde dazu *Orchis Morio* gewählt, die Wurzelfasern, ohne sie von der Pflanze abzutrennen, theils der Länge nach gespalten, theils mit einer Messer- oder Nadelspitze aufgeritzt, und der Stengel der Pflanze sammt Knollen und Wurzel in feuchtes Fliesspapier gewickelt und an einen halbdunkeln Ort gelegt. Durch das Spalten und Aufritzen der Wurzel wurden viele Pilze entblösst, in Berührung mit der Luft gebracht, und konnten in der umgebenden feuchten Atmosphäre sich frei entwickeln. Nach zwei bis vier Tagen (im Herbste) begann sich das fortgeschrittene Wachsthum der Wurzelpilze durch zarten schimmelartigen Anflug der Wurzelfasern zu äussern. Die meisten der freigewordenen Pilze wuchsen, ohne sich unter einander gleichwie in den Zellen zu verschlingen, gestreckt fort, erreichten in dieser Zeit selbst die Länge eines Zolles, und wurden auch zugleich derbwandiger. Zum Theile blieben sie farblos, zum Theile bräunten sie sich oft ziemlich intensiv. In Fig. VII (vergr. 500mal) sind solche an freier Luft ausgewachsene Pilze, a, b farblose, c gebräunte. Beide haben einen sparsamen fettkörnigen Inhalt.

*) So beim Kleisterpilz. Auch glaube ich, gestützt auf diese und ähnliche Erfahrungen, dass NÄGELI'S *Schinzia cellulicola* in freier Luft anders gestaltete Sporen erzeuge.

Die verlängerten und derbwandigen, mit körnigem Inhalte versehenen Pilze gelangten aber zu keiner Sporenbildung, woran vorzüglich die grössere Consistenz der Membran Schuld zu sein schien. Nur an den jungen und zarten Schläuchen bildeten sich nach einigen Tagen Sporen. Sie hatten das Ansehen von Fig. VIII, 1 (vergr. 500mal). Die verschiedenen Abweichungen der Spore sind in Fig. VIII, 2 zu sehen. Gleichzeitig hiermit wuchsen aber auch viele der, mit den Pilzen gleichzeitig entblösten Körnchen des Zellinhaltes, welche sich früher nicht zu Stäbchen und Schläuchen entwickelt hatten, jetzt in dieselben aus, und erzeugten Sporen. Die äussere Umgebung war ihnen hierzu günstig, und so konnte die Entwicklung rasch erfolgen. Sie geschah auf wesentlich gleiche Weise wie innerhalb der Zelle. Auch differenzirten sich unter den entblösten Körnchen und Pilzen aus dem flüssigen Zellinhalte, welcher mit ihnen zugleich frei geworden, und mit Bildungsstoff geschwängert war, fortwährend feine Körner. Diese Entstehung kann nicht befremden, sie liegt in der Natur der Sache und muss erfolgen, es wäre auffallend, wenn sie nicht stattfände. Die Körnchen differenzirten sich aus der freigewordenen Flüssigkeit auf gleiche Weise, wie sie sich im eingeschlossenen Zellinhalte bilden. Sie bildeten sich an der Luft schneller, als diess in der Zelle stattgehabt, was erklärlich ist, indem hier die Verdunstung des Flüssigen rascher vor sich geht, somit auch die Bildung des Festen rascher erfolgen kann. Die so entstandenen Körnchen vergrösserten sich schnell, und boten, wo sie in Klümpchen beisammen lagen, das Ansehen von Fig. IX, 1 (vergr. 500mal). Später legten sie sich bisweilen aneinander, wie die Kügelchen, aus welchen die Fäden bei *Torula* gebildet werden, Fig. IX, 2.

Der Wurzelpilz gehört der Sporenbildung zufolge zur Gattung *Fusisporium*, und hat viel Aehnlichkeit mit *F. Solani*. Freilich könnte er, unbeschadet seinem Vegetationscharakter, eben so gut wie das *F. Solani* zur Gattung *Solenosporium*, *Cryptosporium*, *Fusarium*, *Sporocadus* oder andern gezogen werden. Hier liegt die Schuld an der Oberflächlichkeit und Nachlässigkeit, mit welcher viele Gattungen der Fadenpilze aufgestellt wurden. Die Entwicklungsgeschichte wird uns, wir hoffen es, ein besseres Pilzsystem schaffen als das bestehende. Dazu mag auch die vorstehende erste ganze Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte einer Art einen kleinen Beitrag liefern. Ich führe diese Art als *Fusisporium endorhizum* auf. In ihrer Entwicklungsgeschichte liegt ihr Charakter und ihre Diagnose.

Um das Verhalten des Wurzelpilzes im Wasser zu beobachten, machte ich eine Infusion mit Wurzelfasern von *Neottidium nidus avis*. Hierbei war das Fortwachsen der Pilze, und später bei Auflösung der Mutterzellen ihr Hervordringen aus denselben deutlich zu verfolgen. Der Pilz stellte sich dann als diejenige Form der Fadenpilze dar, welche man als *Hygrococis* zu den Algen gestellt hat. Auch war zu bemerken, dass sich in den inneren Schichten der Wurzelfasern, um den Gefässbündelkreis, nach 1—3 Wochen aus den Körnern des Inhaltes Pilzfäden erzeugten. Die Entstehungsweise war hier gleichwie in der lebenden Pflanze. Die stärkeren Pilzfäden in der

Infusion füllten sich nicht selten mit einem zarten Chlorophylle an, welches sich durch Ansatz an die Fettkörnchen des Inhaltes erzeugte. Auf gleiche Weise wie bei *Neottidium* verhielten sich die Pilze von *Orchis maculata* in einer Infusion.

Wenn man die Wurzelfasern solcher Pflanzen, welche keine ausgebildeten Fadenpilze, sondern nur grosse, granulöse Ausfüllungsmassen als Vorbildungs- und Entwicklungsstufe dazu einschliessen, auf solche Weise behandelt, wie es oben behufs der Sporenerzeugung aus dem Orchideenpilze angegeben wurde, so entwickeln sich aus den feinsten Körnern der Ausfüllungsmasse ebenfalls Pilze. Die Entwicklungsart ist dieselbe wie innerhalb der Zelle. Nach Verschiedenheit der Umstände und der Mutterpflanzen entwickeln sich aber verschiedene Arten der Pilze. Meine Erfahrungen über diesen Punkt sind noch zu unvollständig, um die charakteristische Pilzart für verschiedene Mutterpflanzen angeben zu können. Das, was indessen angeführt wird, ist Thatsache, und reicht hin, den wirklichen Zusammenhang dieser Metamorphose mit der Pilzentstehung innerhalb der Zelle auch von dieser Seite zu zeigen.

R e s u l t a t e.

§. 10.

1. In den Rindenzellen der Wurzel verschiedener Mono- und Dicotyledonen tritt eine normale Bildung von Fadenpilzen in verschiedenen Entwicklungsgraden auf.
2. Am höchsten entwickelt sind die Pilze in den unterirdischen Wurzeln der Orchideen, am niedersten in den Wurzeln der meisten andern Mono- und Dicotyledonen. Hier sind nur die Keime derselben vorhanden.
3. Die Pilze entstehen aus den zartesten Körnchen, welche den Cytoblasten zusammensetzen, oder Ueberreste der Cytoblastenbildung, oder Anfänge einer solchen sind. Die Körnchen sind die Sporen des Pilzes. Die Ausbildung zu Pilzen erfolgt durch Streckung der Körnchen zu Fäden, durch Hohlwerden der Fäden, und dadurch bewirkte Umwandlung zu Schläuchen, und durch Verästelung und Scheidewandbildung der Schläuche. In Zellen, wo diese Bildung stattfindet, nimmt aber immer der grössere Theil der Körnchen, so wie auch die gröbereren Körner nicht an derselben Theil.
4. Innerhalb der Mutterzelle erzeugt der Pilz keine Sporen. In künstlich herbeigeführter Berührung mit feuchter Luft bildet er sich bei *Orchis* zu *Fusisporium* aus. In Wasser versetzt zeigt er lebhaftes Wachsthum, und nach Auflösung der Mutterzelle auch Chlorophyllbildung.
5. Bei denjenigen Pflanzen, wo innerhalb der Mutterzelle die Ausbildung der Körnchen zu Pilzen nicht erfolgt, findet sie bei künstlich herbeigeführter Berührung mit der Luft unter entsprechenden äussern Umständen statt. Die Entwicklung ist in diesem Falle mit jener innerhalb der Zelle im Wesen gleich. Auch aus den zarten Körnchen, die neben innerhalb der Zelle entstehenden Pilzen unentwickelt bleiben, findet in Berührung mit Luft oder Wasser häufig das Auswachsen zu Pilzen statt.

6. Die Pilze entstehen durch Urzeugung aus dem normalen Zellinhalte. Sie verhalten sich als pflanzliche Bildungen zur Mutterpflanze oder Mutterzelle, in welcher sie entstehen, analog, wie die thierähnlichen Bildungen der Samenfäden oder beweglichen Spiralfasern zur Mutterpflanze oder Mutterzelle, in welcher sie auftreten.

Folgerungen und Reflexionen.

§. 11.

Es ist hier vorerst das berührte Verhältniss, welches zwischen den beweglichen Spiralfasern oder Samenfäden und den Wurzelpilzen stattfindet, zu beleuchten. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass beide Erscheinungen in Parallele und Analogie gestellt werden müssen. Beide sind: 1. Beständige und gesetzliche Bildungen; 2. Entwickeln sie sich in bestimmten Zellen; 3. Entstehen sie aus Bestandtheilen des Zellinhaltes. Nur insofern wäre dagegen eine Einwendung zu machen, als die Pilze entschieden selbstständige Pflanzen sind, die Samenfäden aber gegenwärtig nicht als Thiere angesehen werden, und auch wieder anderseits keine selbstständigen Pflanzen sind. Die Anatomie beweist jedoch bei genauer Untersuchung entschieden die thierische Natur der Samenfäden. Sie sind in die unmittelbare Verwandtschaft der Monaden und Vibrionen zu stellen. Jeder der Infusorien im Geiste der Zellentheorie und Zurückführung auf die Zelle studirt hat, wird diess klar einsehen. Genau und illustrirend kann ich an diesem Orte nicht näher in den Gegenstand eingehen, doch wird sich darüber bei einer andern Gelegenheit, im Zusammenhange mit comparativen Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Infusorien, mehr sagen lassen. Gegenwärtig beschränke ich mich, auf zwei Erscheinungen aufmerksam zu machen, welche das in Sprache stehende Verhältniss beleuchten, und für die gegebene Ansicht sprechen. 1. Auf die Samenfäden der Fucoiden und Florideen*), welche ganz den Monadenbau besitzen; 2. auf die Beobachtung NÄGELI's, welcher in *Conserva glomerata marina* sich *Bodo viridis* EHNH. entwickeln sah**), welche Bildung ein Analogon der Pilzbildung innerhalb der Zelle ist.

Eine andere Einwendung noch könnte man gegen die angenommene Analogie zwischen den Wurzelpilzen und Samenfäden machen, nämlich dass der Pilz Sporen erzeuge, und somit fortpflanzungsfähig sei, der Samenfaden aber keine Fortpflanzung besitze. Diese Einwendung ist jedoch einseitig. Der Pilz erzeugt die Sporen, wo er in der Zelle eingeschlossen bleibt, nicht, ist also im natürlichen Zustande fortpflanzungslos. Anderseits wäre zu beweisen, dass das, was wir Spore nennen, wirklich die Art fortpflanze. Diess ist wohl angenommen aber unerwiesen. Die Wissenschaft

*) DECAISNE et THURET in ANN. d. sc. nat. 1845. p. 5, tab. I. Diese Beobachter fanden sie bei Fucoiden. Ich sah sie bei den Florideen in der Gattung *Gigartina*, von gleicher Gestalt und Grösse.

**) SCHLEIDEN und NÄGELI Zeitschrift II, p. 28.

besitzt bis jetzt keine einzige vollständige, auf Zellbildung zurückgeführte und begründete Entwicklungsgeschichte eines Fadenpilzes. Die Annahme, dass die Spore gesetzmässig die Art fortpflanze, ist deswegen eben nur eine fictive Annahme. In der Wirklichkeit aber zeigt es sich bei Verfolgung der Entwicklungsgeschichte, dass aus der Spore in vielen Fällen gar kein Pilz mehr, in vielen eine ganz andere Art, und in den wenigsten dieselbe sich entwickle.

Dass der Pilz durch Urzeugung aus den feinsten Körnern des Zellinhaltes entstehe, hat die Entwicklungsgeschichte dargethan. Doch abgesehen hiervon, wird auch bei gänzlicher Unkenntniss der Entwicklungsgeschichte die Annahme seiner Entsteherung aus Sporen mehr als unwahrscheinlich. Denn einmal erzeugt der Pilz unter seinen natürlichen Verhältnissen keine Sporen, selbst nicht etwa ablösbare Glieder oder Aeste, welche zur Fortpflanzung dienen könnten. Doch zugegeben, dass er Sporen besitze, müssten diese durch die Wand der Mutterzelle nach aussen sich vordrängen, hierauf wieder in eine gesunde Zelle eindringen, um sich zum Pilze zu entwickeln. Was Alles mit unseren gegenwärtigen Erfahrungen über den Bau, das Leben und Fortbestehen der Zelle unvereinbar ist. Aber selbst diese Reihe von Unwahrscheinlichkeiten zugegeben, müsste man dann die eingedrungenen Sporen in der Mutterzelle antreffen, und ihre Fortentwicklung beobachten können. Davon aber kann man nirgends etwas sehen. Ich habe bis jetzt im Frühjahre, Sommer, bis in den Winter, wo die Orchideenwurzel aus dem gefrorenen Boden genommen wurde, die Untersuchung gemacht, und nie eine Andeutung von solchen eingedrungenen Sporen bemerken können.

Die Körner des Zellinhaltes, aus welchen der Pilz entsteht, gehören dem Körper der Mutterpflanze als bildende, lebendig verbundene Bestandtheile an. Aus diesem Gesichtspunkte, unabhängig von andern Erscheinungen betrachtet, sind die Pilze integrierende Bestandtheile des Körpers der Mutterpflanze, indem sie nichts anderes als eine höhere Entwicklungsstufe der Körner darstellen. Andererseits aber sind sie, ihrem Baue nach betrachtet, selbständige Pflanzen. Es tritt hier sonach das besondere Verhältniss ein, dass dasselbe Gebilde nach Verschiedenheit der Betrachtungsweise als selbstständig oder abhängig erscheint, und beide Betrachtungsweisen begründet sind. In diesem Falle ist es die Urzeugung, welche so schön den Uebergang und Zusammenhang zwischen dem selbstständigen und abhängigen Gebilde vermittelt.

§. 12.

Die Entwicklungsgeschichte des Pilzes ist vom anatomischen Standpunkte insofern von Interesse, als sie zwei neue Thatsachen für die Morphologie der Pilze nicht allein, sondern für unseren Erfahrungskreis über die Zellbildung überhaupt bringt. Sie beweist, dass der ganze Fadenpilz, so sehr verästet oder mit Sporen belastet er auch sein mag, eine einfache, zu einem vielverzweigten und ausgesackten Schlauche angewachsene Zelle sei, welche, abweichend von den gewöhnlichen Zellen, ziemlich unbe-

grenzt und periodisch forzuwachsen im Stande ist. Sie zeigt ferner, dass die Scheidewände nicht Andeutungen oder Producte einer endogenen Zellbildung seien, sondern einfache, durch Verdichtung der gallertigen Füllungssubstanz gebildete Querplättchen in der Zelle. Tochterzellenbildung in der Mutterzelle fehlt ganz. Die Sporenablösung ist eine mechanische Lostrennung von angeschwollenen, mit Scheidewänden versehenen Endtheilen der Zelle.

Die zwei erwähnten Thatsachen stehen übrigens in unmittelbarer Beziehung zu zwei Beobachtungen der neuesten Zeit von NÄGELI und MOHL. Die Einzelligkeit und Formbildung des Pilzes zu der von NÄGELI nachgewiesenen und morphologisch gründlich beleuchteten Einzelligkeit der *Caulerpa prolifera* *). Die Bildung von Höhlungen in der gallertigen Füllungsmasse der Schläuche, als Vorläufer der Scheidewandbildung, zu den gleichen Beobachtungen von MOHL über die Bildung von Höhlungen in der homogenen Füllungsmasse (Protoplasma MOHL's) bei höheren Ordnungen **).

§. 13.

Schliesslich erlaube ich mir noch einige Bemerkungen zu den im Eingange angeführten Untersuchungen von MEYEN und NÄGELI. Die Beobachtungen MEYEN's über die Entstehung des Maisbrandes kann ich nach wiederholter Untersuchung der ganzen Entwicklungsgeschichte, welche ich gelegentlich illustriren werde, nicht bestätigen. MEYEN sah nur die ersten Metamorphosen im Gewebe, und wurde dadurch zu einer irrigen Ansicht geführt. Was er zeichnete, sind ästige Zellschlauchbildungen um den ganzen Inhalt (Primordialschläuche MOHL's). Aus ihnen entstehen die Brandzellen nie, sondern aus den feinen, sich im Inhalte differenzirenden Körnern. Die Brandzellen entstehen auch viel später, nachdem die Zellen, welche die angeführten ästigen und lap-pigen Schlauchbildungen enthalten, schon aufgelöst sind. SCHLEIDEN, der die Beobachtungen MEYEN's bestätigt, lässt durch das Zugeständniss, das er demselben macht, die Unvollständigkeit der eigenen Untersuchungen erkennen ***).

NÄGELI äussert sich in seiner erwähnten Abhandlung über die wahrscheinliche originäre Entstehung der Pilze innerhalb der Zelle folgendermassen: „Wenn die Pilzfäden von aussen durch die Zellen nach innen gedrungen wären, so müsste doch wohl die

*) SCHLEIDEN und NÄGELI Zeitschrift 1. p. 134.

***) Botanische Zeitung 1846. Nr. 5 und 6. — So weit mir der Gegenstand bei Phanerogamen durch Untersuchung bekannt geworden, kann ich die vortrefflichen Beobachtungen MOHL's vollkommen bestätigen.

****) Grundzüge der Botanik II. p. 38. — Dem Abschnitte über die Pilze in seinem Werke wäre überdiess auch eine grössere Vollständigkeit zu wünschen. Wie er ist, steht er ziemlich weit hinter den gegenwärtigen wenn auch unvollkommenen Erfahrungen über die Morphologie dieser Familie zurück. Ausser den deutschen hätten namentlich die Untersuchungen von LÉVEILLÉ mehr berücksichtigt werden sollen.

Lebensthätigkeit dieser Zellen vernichtet worden sein. Auf Längsschnitten sind es gewöhnlich senkrechte Reihen von Zellen, die inmitten anderer lebender mit Pilzbildungen sich angefüllt zeigen. Diess Alles macht nun zwar unwahrscheinlich, dass dieselben von aussen hineingekommen, und dass sie nicht in den Zellen selbst aus dem krankhaft veränderten Inhalte entstanden seien.“ — Was die Entstehung der Pilzconvolute aus den Cytoblasten betrifft, wie es oben in der Entwicklungsgeschichte beschrieben wurde, so hat NÄGELI in seinen Abbildungen eine Stelle, welche darauf hinweist, wenn auch der Autor keine Erwähnung davon gethan hat. In seiner Abhandlung ist auf Tab. XI, Fig. 1 von h rechts nach oben in der zweiten Zellenreihe ein rundliches Häufchen in der ersten Entwicklung begriffenen Pilze gezeichnet, welches seiner Stellung, Form und Grösse nach sehr an den Cytoblasten der Nachbarzelle mahnt, und dessen Entstehung aus einem Cytoblasten bei Vergleichung der Abbildung ziemliche Wahrscheinlichkeit erhält. Dieses Häufchen hat Aehnlichkeit mit den bei *Goodyera discolor* an der Peripherie der Stengelblasen vorkommenden Cytoblasten, welche oben in Fig. VI c abgebildet wurden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel II.

- Fig. I. Rindenstück einer jungen Wurzelspitze von *Neottidium nidus avis*, a farblose durchsichtige Cytoblasten, b und c dieselben sich vergrößernd und bräunend, d noch mehr vergrössert in Pilzconvolute übergehend.
- Fig. II. *Neottidium nidus avis*. Längsschnitt einer erwachsenen Wurzel. A Oberhaut, B äussere, C innere Rindenschicht. In der äusseren Rindenschicht sind grosse, die Zellen ausfüllende Pilzconvolute, in der inneren kleine, ungefärbte Cytoblasten und Amylum enthalten.
- Fig. III. Eine Pilzmasse aus der Wurzel von *Neottidium nidus avis*, wie sie in den Zellen der Schichte B in Fig. II vorkommen, stark vergrössert. Sie besteht aus verschlungenen Pilzfäden, zwischen denen sich körnige Ueberreste der Cytoblastensubstanz vorfinden, a.
- Fig. IV. Entwicklungsstufen des Pilzes aus der Wurzel von *Neottidium nidus avis*, fig. 1 Körnchen des Zellinhaltes, fig. 2 und 3 diese in der Streckung und Aushöhlung begriffen, fig. 4 mit Scheidewänden und Aesten versehen.
- Fig. V. Pilze aus der Rindenschicht der Wurzelfasern von *Orchis Morio*, a jüngere Theile mit gallertiger Füllungsmasse, in welcher Höhlungen vorfindlich sind, b ältere Theile mit fettkörnigem Inhalte.
- Fig. VI. Zellpartie aus der Rindenschicht des Stengelgrundes von *Goodyera discolor*, a, b Cytoblasten mit Resten der Schleimfäden, c veränderte Cytoblasten, deren Körnchen in Stäbchenbildung begriffen sind, d weitere Stufe, wo die Stäbchen sich zu unterschiedenen Pilzen gestalten.
- Fig. VII. Wurzelpilze von *Orchis Morio*, welche ausserhalb der Mutterzelle sich fortentwickelt haben, a ungefärbte, b gebräunte Schläuche.
- Fig. VIII. Wurzelpilze von *Orchis Morio* ausserhalb der Mutterzelle sporentragend.
- Fig. IX. Körnchen des Inhaltes der Wurzelzellen von *Orchis Morio*, in Berührung mit der Luft sich vergrößernd und zu Pilzkeimen werdend. Fig. 1 unverbundene, Fig. 2 an einander gelagerte, kurze Gliederfäden bildende Körner.

