Ueber Hexenbesen an tropischen Farnen.

Von

K. Giesenhagen.

Hiezu Tafel XII und XIII.

I.

Bisweilen findet man in den Herbarien auf Exemplaren von *Aspidium aristatum Sw.* eigenthümliche, fast centimeterlange, stiftartige Auswüchse, welche einzeln oder zu kleinen Gruppen vereinigt auf den Wedelfiedern entspringen. In der Litteratur sind diese Gebilde, soweit ich übersehen kann, nirgends eingehend erwähnt worden, eine Thatsache, die um so sonderbarer erscheint, als das Vorkommen dieser Auswüchse auf *Aspidium aristatum* in den Tropenländern Asiens ziemlich weit verbreitet ist und in den Wäldern Ceylons nicht gerade zu den Seltenheiten zu gehören scheint.

In Clarke's Rewiew of the Ferns of Northern India (Transact. of the Linnean soc. 1875) fand ich bei *Aspidium aristatum* die Bemerkung: *A. Cornu-cervi,* Don, Prodr.-Fl. Nep. 5, is foundet on an unhealthy example collected by Wallich. Da nun von den drei mir bekannt gewordenen Herbarexemplaren des Farns mit Auswüchsen zwei aus Nepal stammen und das eine derselben auch von Wallich gesammelt ist, da ausserdem der Name *Cornu-cervi* nicht übel für die Missbildungen passt, so vermuthete ich, dass bei Don in dem Prodromus Florae Nepalensis eine Angabe über die Auswüchse gemacht sein werde. Ich sah mich indess in meiner Erwartung getäuscht, denn in der Bemerkung Don's: „Stipite rachique sulcatis" dürfte kaum eine Anspielung auf die stiftartigen Wucherungen zu finden sein. Den durch Clarke's Bemerkung in der Farnsystematik überflüssig gewordenen Speciesnamen *Cornu cervi* werde ich später bei dieser Gelegenheit in anderer Weise verwerthen.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0134-2

Leider ist es mir bis jetzt nicht gelungen, lebendes Material von dem mit derartigen Auswüchsen behafteten *Aspidium* zu erlangen, indess stand mir aus der Sammlung des Herrn Professor Goebel, die mir in freundlichster Weise zur Untersuchung überlassen war, ein reichliches getrocknetes Material zur Verfügung, welches durch eine gütige Zusendung des Herrn J. G. Baker, F. R. S. u. F. L. S., in Kew noch vervollständigt wurde. Ausserdem waren mir von der Direction des Berliner botanischen Museums alle in der dortigen Sammlung vorhandene Exemplare von *Aspidium aristatum* leihweise überlassen worden, unter denen freilich nur ein einziges, und zwar in wenig ausgedehntem Maasse, die erwähnte Erscheinung zeigt. Es drängt mich, für alle mir gewordene Unterstützung durch Ueberlassung von Untersuchungsmaterial auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Mit Hilfe des reichlichen getrockneten Materials war es mir möglich, wenigstens in der Hauptsache einen Aufschluss über die Natur der fraglichen Auswüchse zu gewinnen; vielleicht werde ich später, wenn die Bemühungen, frisches Untersuchungsmaterial zu erlangen, jemals von Erfolg gekrönt sein sollten, Gelegenheit haben, die vorliegenden Untersuchungen noch in einzelnen Punkten zu ergänzen und zu erweitern.

In Fig. 1 auf Taf. XII ist eine Wedelfieder zweiter Ordnung von *Aspidium aristatum* abgebildet, welche sehr reichlich mit Wucherungen versehen ist. Die Auswüchse sind entweder einfach walzenförmig, oder sie gabeln sich ein Mal, bisweilen mehrere Male, so dass geweihähnliche Bildungen zu Stande kommen. Der Querschnitt der so gebildeten Verästelungen ist ebenfalls annähernd kreisrund. In der Mehrzahl der Fälle entspringt eine grössere Anzahl von Stiften (ich zählte deren gelegentlich bis 10) aus einer einzelnen eng umgrenzten Stelle der Blattoberfläche, bisweilen kommen freilich auch einzelnstehende Auswüchse vor. Die Ursprungsstelle der Wucherungen kann sowohl an der Ober- als an der Unterseite des Blattes gelegen sein; immer befindet sie sich in der Nähe eines Blattnerven. An den getrockneten Exemplaren haben die Wucherungen stets eine tief dunkelbraune Färbung. Ihrem ganzen Aussehen nach könnte man sie für die Fruchtkörper eines *Xylaria*-ähnlichen Pilzes halten.

Die anatomische Untersuchung lehrt indess, dass die Gebilde nicht pilzlicher Natur sind. Es zeigt sich nämlich, dass die Stifte ihrer ganzen Länge nach von einem Gefässbündelstrang durchzogen sind, welcher mit dem in der Nähe der Insertionsstelle befindlichen Blattnerven in Verbindung steht. Bei den verästelten Auswüchsen sind

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0135-7

auch die seitlichen Zweige bis dicht unter dem fortwachsenden Scheitel mit dem Bündelstrang durchzogen. Wie der Querschnitt eines Stiftes in Fig. 2 Taf. XII erkennen lässt, hat der Gefässbündelstrang einen kreisförmigen Querschnitt und ist durch eine Endodermis von typischer Ausbildung gegen das Rindengewebe abgegrenzt. Das letztere besteht aus einem gleichmässigen Parenchym, dessen isodiametrische Zellen meist lückenlos an einander schliessen. Die äusserste Schicht des Rindenparenchyms wird von etwas kleineren Zellen gebildet, welche nach aussen hin von einer sehr zarten Cuticula überkleidet sind. Gelegentlich sieht man aus den letzteren ein- oder wenigzellige Haare entspringen. Gegen den Scheitel des Auswuchses hin finden sich auch mehrzellige Haargebilde vor. Dieselben scheinen später abgeworfen zu werden, so dass sie an den älteren Theilen der Wucherungen gänzlich fehlen. In den Zellen des Rindengewebes ist Stärke in grosser Menge gespeichert. Der gesammte Zellinhalt ist dunkelbraun gefärbt und erschwert dadurch das Studium der histologischen Einzelheiten.

Wenn man gute Querschnitte eines Auswuchses mittlerer Grösse durch Behandlung mit Eau de Javelle bleicht, darauf durch Kalilauge die Stärke entfernt und sodann den in Wasser liegenden Präparaten Jod-Jod-Kalium zusetzt, so sieht man in der noch erst schwach gebläuten Aussenwand der Epidermiszellen unterhalb der Cuticula an einzelnen Ansatzstellen von Radialwänden dunkelblaue Kreise von sehr geringem Durchmesser hervortreten (vgl. Fig. 3 Taf. XII). Es sind die Querschnittflächen von Pilzhyphen, welche die Wand durchsetzen. Ein zarter Flächenschnitt von der Oberhaut eines Auswuchses, der in gleicher Weise behandelt wurde, wie der Querschnitt, gestattet, den Verlauf der Pilzfäden zu verfolgen (vgl. Fig. 4 Taf. XII). Es zeigt sich, dass die Hyphen, dem Verlauf der innern Wände der Epidermiszellen folgend, die Aussenwand durchziehen. Sie theilen sich und senden seitliche Aeste aus, welche ebenfalls in den Ansatzstellen der Zellwände verlaufen. Auf diese Weise kommt ein Maschenwerk zu Stande, welches subcuticular das ganze stiftförmige Gebilde umspinnt und in seinen äussersten Ausläufern bis in die fortwachsende Region am Scheitel des Auswuchses hinaufreicht.

Es scheint, als ob die Vertheilung der Pilzfäden rings um die Wucherung nicht immer gleichmässig ist, als ob an manchen Stellen die Hyphen ein dichteres Netzwerk bilden, während andere Stellen ganz oder fast ganz frei davon sind. Da indess die Sichtbarmachung der Pilzfäden an dem Trockenmaterial ziemlich schwierig ist und auch bei aller Sorgfalt nicht immer gleichmässig gelingt,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0136-3

so habe ich über diesen Punkt keine volle Sicherheit erlangen können.

An älteren Auswüchsen sieht man häufig, dass die Pilzinfection nicht auf die Aussenwand der Epidermiszellen beschränkt ist, sondern dass auch in den Wänden der weiter innen gelegenen Zellen die Pilzhyphen in allen Richtungen hin- und herziehen. So ist in Fig. 5 auf Taf. XII ein kleines Stück eines Querschnittes gezeichnet, auf welchem die Schnittflächen der Hyphen in grosser Zahl sowohl in der Aussenwand als auch in den innern Wänden der Rindenzellen sichtbar waren. Auffällig war dabei, dass bei der Behandlung mit Jod-Jod-Kalium nur die in der Aussenwand verlaufenden Hyphen blau gefärbt wurden, während die übrigen Hyphen gelbliche Färbung annehmen. Es scheint das darauf hinzudeuten, dass die weiter innen wachsenden, rein vegetativen Pilzfäden immer einen andern Inhalt besitzen, als die in der Aussenwand verlaufenden Fäden, von denen aus später die Sporenbildung eingeleitet wird, oder dass doch früh eine stoffliche Verschiedenheit zwischen dem Inhalt der vegetativen und reproductiven Hyphen auftritt.

Die Fructification des Pilzes wird dadurch eingeleitet, dass von den in der Aussenwand hinziehenden Fäden seitliche Aeste auswachsen, welche nun aber nicht dem Verlauf der inneren Epidermiswände folgen, sondern sich in dem bisher zwischen den einzelnen Pilzmaschen freigebliebenen Flächenstück der Aussenwand ausbreiten. Indem sich die Fäden dort reichlich verzweigen, sich nahe an einander legen, auch wohl seitliche Anastomosen eingehen, wird allmählich fast der ganze Raum zwischen den ursprünglichen Maschenfäden mit Pilzgewebe ausgefüllt und dadurch die Cuticula von der inneren Celluloseschicht der Epidermisaussenwand abgedrängt. Aus den neuentstandenen Pilzgeweben gehen nun im Laufe der Entwickelung Sporenschläuche hervor, welche die Cuticula durchbrechen und auf kurzen Stielzellen dichtgedrängt neben einander stehend grössere Partieen von der Oberfläche der stiftartigen Auswüchse bedecken.

Mein Material gestattete mir nicht, den Entwickelungsgang des Pilzes von dem ascogenen Gewebe bis zu den ausgewachsenen Asci in allen Einzelheiten zu verfolgen. Da indess unter und zwischen den ausgebildeten Sporenschläuchen keine Pilzfäden mehr gefunden wurden, so kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass Asci und Stielzellen aus den Zellen der Pilzfäden direct hervorgegangen sind. Man wird sich den Vorgang so denken müssen, dass zunächst die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0137-9

Zellen der ascogenen Pilzfäden durch Querwände in kurze Glieder zertheilt werden, dass dann die Fadenglieder durch reichliche Stoffaufnahme anschwellen und senkrecht zu der Fläche zu Schläuchen auswachsen, welche die Cuticula durchbrechen. Durch eine Querwand wird endlich der Schlauch in Stielzelle und eigentlichen Ascus getheilt. Fig. 6 auf Taf. XII zeigt im Schnitt ein Stück von der Oberfläche eines Auswuchses, auf dem zahlreiche Asci vorhanden sind. Zwischen den Schläuchen sind noch einzelne Stücke der zersprengten Cuticula sichtbar.

Wie schon erwähnt, werden die ascogenen Hyphen bei der Ausbildung der Asci vollständig aufgebraucht, die weiter innen verlaufenden vegetativen Hyphenäste scheinen dagegen noch nachträglich eine weitere Entwickelung zu erfahren. Statt der vereinzelten Pilzfäden, welchen in früheren Stadien (vgl. Fig. 5 Taf. XII) die inneren Zellwände durchsetzen, finden sich nämlich in Querschnitten durch Auswüchse, an denen die Asci schon gänzlich entleert sind, an manchen Stellen in den Wänden dichte Knäuel von Hyphen, deren Zellen angeschwollen und mit einer in Aether theilweise löslichen stark lichtbrechenden Substanz angefüllt sind. Die Zugehörigkeit dieser Hyphenknäuel zu dem Ascomyceten kann nicht zweifelhaft sein, da zwischen dem einfachen Hyphenverlauf und der Knäuelbildung alle Uebergänge gefunden werden, und da man ausserdem gelegentlich direct beobachten kann, dass die Knäuel mit einzeln verlaufenden Hyphen des Pilzes in ununterbrochener Verbindung stehen. Ich nehme an, dass die Knäuel ein nährstoffreiches Dauermycel darstellen, welches nach einer Ruhezeit bei Beginn der nächsten Vegetationsperiode aufs neue eine Entwickelung des Pilzes einleiten kann. Dadurch wird die Fortpflanzung des Pilzes gesichert, selbst für den Fall, dass durch ungünstige Verhältnisse die Keimung der Schlauchsporen verhindert wird.

Ueber die Grösse und die Anzahl der in den Asci gebildeten Sporen vermag ich keine sicheren Angaben zu machen. In der Mehrzahl der von mir beobachteten Fälle waren die entwickelten Asci schon gänzlich entleert, einen noch völlig geschlossen Ascus mit gut erhaltenem Sporeninhalt habe ich an meinem Material trotz eifrigsten Suchens nicht auffinden können.

Es scheint mir indess auch ohne die Kenntniss der die Schlauchsporen betreffenden Merkmale leicht möglich, die systematische Stellung des Pilzes anzugeben. Der Parasitismus des Pilzes, das intercellular und subcuticular ausgebreitete Mycelium und die freistehenden Asci

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0138-5

lassen keinen Zweifel, dass wir es mit einer Art der Gattung *Taphrina* im Sinne Sadebeck's zu thun haben.

Von allen bisher bekannten *Taphrina*-Arten unterscheidet sich die vorliegende Species hauptsächlich durch die Wahl des Wirthes und durch die eigenthümlichen pathologischen Erscheinungen, welche sie an der befallenen Pflanze hervorruft. Sodann aber lassen sich auch die Form und die Ausmaasse der Asci und ihrer Stielzellen zur Feststellung der differentia specifica verwenden. Die Sporenschläuche sind keulenförmig. Die grösste Breite liegt meist im oberen Drittel. An dem oberen Ende sind die Schläuche abgerundet, nach unten hin verschmälern sie sich allmählich bis zu der Breite der säulen- oder würfelförmigen Stielzelle. Die Länge der Asci beträgt höchstens 24 µ, ihre grösste Breite bis zu 6 µ. Die Stielzellen wechseln in der Grösse ziemlich stark; die grösste gemessene Höhe betrug 6 µ, die grösste Breite 4 µ. Gleich geringe Maasse finden sich nur bei sehr wenigen *Taphrina*-Arten, und wo ähnliche Grössenverhältnisse bei den Asken auftreten, wie bei *Taphrina nana Johannson, T. Celtis Sadebeck, T. Farlowii Sadeb.* und ähnlichen, da haben die Asci eine andere Form, oder es weichen die Stielzellen in Form und Grösse bedeutend von dem geschilderten Vorkommen ab, oder die Abtrennung der Stielzelle durch eine Querwand unterbleibt ganz, wie z. B. bei *Taphrina filicina Johanns.*, einem Parasiten auf *Polystichum spinulosum*, der sonst sowohl hinsichtlich der Askenform und Grösse, als auch in Betreff der Auswahl des Wirthes sich dem Verhalten des oben geschilderten Pilzes nähert. Die übrigen bekannten *Taphrina*-Arten sind meist in gleicher Weise durch Form und Grösse der Schläuche und ihrer Stielzellen oder durch irgend welche sonstigen auffälligen Merkmale unterschieden. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Pilzparasit auf *Aspidium aristatum* eine neue *Taphrina*-Art ist, der die folgende Diagnose zukommt:

Taphrina Cornu cervi n. sp. Der eindringende Pilz erzeugt an den Wedeln von *Aspidium aristatum Sw.* stiftförmige oder geweihartige Auswüchse, in denen das Mycel sich intercellular und subcuticular ausbreitet. Die Asci durchbrechen die Cuticula und bedecken dicht gedrängt stehend grössere Theile von der Oberfläche der Auswüchse; sie besitzen eine Stielzelle; die Schlauchzellen sind keulenförmig am vordern Ende abgerundet, nach unten hin etwas verschmälert. Länge der Asci bis 24 µ, grösste Breite derselben 5—6 µ. Höhe der Stiel-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0139-3

zellen 4—6 μ, Breite derselben 2—4 μ. Ein Dauermycel ist vorhanden.

Heimath: Nepal leg. Wallich.
Ceylon leg. Goebel 1885.

II.

Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass sich auf und in den Auswüchsen des von *Tapharina Cornu cervi* befallenen *Aspidium* häufig noch andere Pilze angesiedelt haben. Sehr auffällig war z. B. ein Mycelium, dessen ziemlich starke Hauptäste in nächster Nähe des Centralcylinders von Zelle zu Zelle aufwärtswachsend den ganzen Auswuchs durchzogen, während die seitlich an den Hauptästen entspringenden Hyphen sich in den Zellen des Rindenparenchyms verbreiteten. Die Bräunung des Inhalts der Rindenzellen, welche sonst in den Auswüchsen die Regel bildet, fehlte, soweit als das Mycel reichte, nur rings die äussersten Schichten waren mit schwarzbraunen Massen erfüllt. Die am Bündelstrang aufwärts wachsenden Hyphen waren ca. 5—6 μ dick, die seitlichen Hyphenäste etwa 2—3 μ. Die Ausbildung irgend welcher Sporen an dem Mycelium habe ich nicht beobachten können.

Die auffällige Art, in welcher dieser Pilz in seiner Ausbreitung der Form und dem Wachsthum der Auswüchse angepasst ist, liess mich anfänglich vermuthen, dass er der eigentliche Verursacher der Wucherungen des Aspidiumlaubes sei. Da der Pilz indess in der oben beschriebenen Ausdehnung nur wenige Male in den Auswüchsen gefunden wurde, in vielen Auswüchsen aber gänzlich fehlte, so war diese Vermuthung nicht aufrecht zu erhalten. Anzunehmen ist aber wohl, dass dieser Pilz häufig die Wucherungen sehr früh inficirt und, durch die dort gebildete Stärke reichlich ernährt, mit dem Wachsthum des Auswuchses gleichen Schritt hält.

Ein anderer Pilz, der häufiger an den Auswüchsen beobachtet wurde, bewohnt nur die Oberfläche und die äussersten Schichten des Rindengewebes. Die Hauptmasse des Myceliums bildet aussen auf der Oberfläche der Auswüchse spinnwebartige Rasen. Sehr zarte Hyphenäste erstrecken sich von dort aus in die Zellen der äussersten Lagen hinein und legen sich dicht an die dort vorhandenen Stärkekörner an.

Die Sporenbildung geht an dem oberflächlichen Mycel vor sich. An einzelnen Zellen der dort verlaufenden Fäden entsteht ein seitlicher Ast, der bedeutend dicker ist als die vegetativen Hyphen. Der-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0140-4

selbe wird durch Querwände in zwei (oder seltener in drei) Zellen getheilt. Die untere Zelle bleibt cylindrisch, ihre Wände sind viel stärker als die Wände der vegetativen Hyphen und zeigen eine leichte Bräunung. Die obere Zelle schwillt sehr stark an und wird durch ungleichseitiges Wachtsthum mit ihrer Spitze seitlich herübergebogen, so dass keulenförmige einseitig sehr kurz geschnäbelte Zellgebilde entstehen, deren Wand ebenfalls stark verdickt und gewöhnlich durch einen schwarzbraunen Farbstoff völlig undurchsichtig gemacht ist. Der hier auftretende Farbstoff ist sehr resistent und selbst durch mehrere Stunden lange Einwirkung von Eau de Javelle nicht zu bleichen. Da die Maasse der hier geschilderten Zellformen ziemlich constant zu sein scheinen, so mögen sie hier mitgetheilt werden. Die Länge der cylindrischen Zelle beträgt ca. 7 μ, ihre Breite 5 μ. Die Länge der oberen Zelle von der Basis bis zum Scheitel beträgt 14 μ, die Breite von der Schnabelspitze bis zum Rücken ist gleich 10 μ.

An zwei bestimmten Stellen der oberen Zelle, nämlich an der Schnabelspitze und auf dem Scheitel, entspringen zwei sehr zartwandige dünne Schläuche, welche als Sterigmen zu bezeichnen sind. An der Spitze derselben werden nämlich die kugelrunden Sporen des Pilzes abgeschnürt, deren Durchmesser 7—8 μ beträgt. Eine Gruppe der geschilderten Sporenträger, von denen zwei noch mit Sporen versehen sind, ist in Fig. 7 auf Taf. XII bei starker Vergrösserung dargestellt.

Die Fruchthyphen, aus denen die Sporenträger hervorwachsen, sind aus ungleichmässigen Zellen gebildet. Die Zellen, welchen die Stiele der Sporenträger aufsitzen, sind fast doppelt so dick als die übrigen Theile der Fruchthyphe, welch' letztere ebenso wie die rein vegetativen Hyphen des Pilzes kaum mehr als 1 μ im Durchmesser haben. An einer Fruchthyphe können mehrere Sporenträger entspringen, es sind dann in der Regel die dickeren Zellen, auf denen die Sporenträger sitzen, durch kurze dünnere Fadenstücke von einander getrennt, nur selten finden sich zwei dickere Zellen unmittelbar neben einander. Gelegentlich sieht man, dass eine dickere Zelle mit völlig entwickeltem Sporenträger das äusserste Ende einer Fruchthyphe einnimmt. Das freie Ende der Zelle ist glatt abgerundet, die Wand ringsherum gleichmässig schwach verdickt und leicht gebräunt. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass eine solche vollständig ausgewachsene Zelle, nachdem sie dem Sporenträger den Ursprung gegeben hat, erneut das Längenwachsthum der Hyphe fortführen kann. Die Fruchthyphen besitzen also ein begrenztes Wachsthum und unterscheiden

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0141-0

sich dadurch wesentlich von den rein vegetativen Hyphen, die ausserdem in ihrer ganzen Länge annähernd gleichen Durchmesser besitzen, und, so viel sich erkennen lässt, auch niemals durch Querwände septirt sind.

Ob ausser der Sporenbildung an den angeschwollenen Seitenästen der Fruchthyphen noch Nebenfructificationen bei dem Pilz vorhanden sind, das muss ich, da mir lebendes Untersuchungsmaterial nicht zur Verfügung stand, dahingestellt sein lassen; an dem von mir untersuchten trockenen Material war nichts derartiges zu bemerken.

Was nun das Verhältniss des Pilzes zu den Auswüchsen an den Wedeln von *Aspidium aristatum* anbetrifft, so ist zunächst festzustellen, dass der Pilz an jüngeren Auswüchsen nicht vorhanden ist. Erst an älteren Exemplaren, bei denen die Asci der *Taphrina Cornu cervi* bereits die Cuticula des Auswuchses durchbrochen haben, findet der Pilz sich ein und zwar stets nur an solchen Stellen, an denen die Cuticula zerrissen ist, d. h. auf oder zwischen den Asken der *Taphrina*. Es scheint also, als ob der Pilz nicht allein im Stande ist, die unverletzte Oberhaut der Auswüchse zu durchbohren. Jedenfalls kann das Auftreten des Pilzes nicht Ursache der Entstehung der Auswüchse an dem *Aspidium* sein.

Wenn wir noch einmal kurz alle Eigenschaften des Pilzes, besonders die Art seiner Sporenbildung, überblicken, so kann wohl darüber kein Zweifel sein, dass wir es hier mit einem sehr einfachen Basidomyceten zu thun haben, dessen Basidien nicht zu einem Lager vereinigt sind. Wir kennen nun durch die Arbeiten einiger Mycologen eine Anzahl solcher Basidiomyceten, von denen indess kein einziger dem von uns geschilderten Pilz besonders nahesteht. Der einzige Pilz, der zahlreiche Vergleichsmomente mit der vorliegenden Art aufzuweisen hat, ist das *Zygosporium oscheoides Montagne,* welches von den Systematikern an einer andern Stelle im System untergebracht wird.[1]) Montagne gibt in Ramon de la Sagras' Werk über Cuba von dem *Zygosporium* die folgende durch eine Abbildung erläuterte Diagnose: Flocci steriles caespitosi, repentes, continui. Flocci fertiles uni- aut saepius biseptati, fuliginosi, apice subincrassato-clavato pellucido, basin versus hinc unicum ramum uniarticulatum clavaeformem sursum recurvum et apice sursum emarginatum emittentes. Sporidia ovalia, pellucida, nucleo vix colorato, cuique emarginaturae lateri imposita Hob. Ad folia dejecta Palmarum in Cuba insula a. cl. Ramon

1) Saccardo stellt es bei den Hyphomyceteen zur Familie der Dematieae Syll. Fung. IV p. 329.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0142-6

de la Sagra inventum. Als Grösse der Sporen gibt er $^1/_{150}$ Millimeter (= 6,67 μ) an.

Ziehen wir die übereinstimmenden Eigenschaften beider Pilze heraus, so zeigt sich, dass beide ein farbloses, regulatives Mycel aus unseptirten Fäden besitzen, dass ferner die aus diesem entspringenden Fruchthyphen septirt sind, eine theilweise gefärbte Wand und ein begrenztes Wachsthum haben, dass endlich seitlich an den Fruchthyphen pistolenkolbenähnliche Basidien entstehen, an denen je zwei farblose Sporen ausgebildet werden. Als wesentlichste Differenzpunkte müssen die folgenden Thatsachen angeführt werden. Die Fruchthyphen von *Zygosporium* sind aufrecht, an ihrer farbenlosen Spitze keulenförmig aufgeblasen und bilden nahe ihrer Basis nur eine einzige einzellige Basidie aus, welche zwei schnabelförmige Vorsprünge besitzt, an denen die Sporen direct aufsitzen. Die Fruchthyphen unseres Pilzes sind dagegen niederliegend abwechselnd in gefärbte Zellen und farblose Fadenstücke getheilt; aus jeder gefärbten Zelle wächst eine zweizellige Basidie hervor, deren keulig angeschwollenes Vorderende nur eine Schnabelspitze besitzt. Die Sporen werden am Ende kurzer Sterigmen abgeschnürt. Ich will die durch den neuen Pilz repräsentirte Gattung *Urobasidium* nennen, um dadurch anzudeuten, dass die Basidien hier geschwänzt d. h. mit einer cylindrischen Stielzelle versehen sind.

Urobasidium n. gen.

Der Pilz besteht aus einem äusserst feinen spinnwebartigen Mycel von zarten, kriechenden, vegetativen Fäden, von denen aus feine Aeste in das Substrat hineinwachsen. Die fertilen Hyphenäste sind durch Querwände septirt und besitzen ein begrenztes Wachsthum. Aus einzelnen Zellen derselben wachsen seitlich die zweizelligen Basidien hervor, an deren vorderer Zelle je zwei farblose Sporen auf kurzen Sterigmen gebildet werden. Die Basidien sind nicht zu einem Fruchtlager vereinigt.

U. rostratum n. spec.

Die fertilen Hyphen sind abwechselnd in dickere, schwach bräunliche Zellen und in farblose Fadenstücke getheilt, die aus den ersteren entspringenden Basidien sind dunkelbraun gefärbt, ihre Endzelle ist kolbenförmig aufgetrieben und einseitig kurz geschnäbelt,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0143-1

Sporen kugelig, Durchmesser 7—8 μ. Bildet zarte Ueberzüge auf den durch *Taphrina Cornu cervi* verursachten Auswüchsen von *Aspidium aristatum*. Nepaul leg. Wallich.

Es erübrigt noch die Stellung zu bestimmen, welche die Gattung *Urobasidium* im System der Pilze einnimmt. Brefeld[1]) theilt die Basidiomyceten in die Protobasidiomyceten mit getheilten Basidien und in Autobasidiomyceten, welche ungetheilte Basidien haben. Bei dem *Urobasidium* ist, wie wir gesehen haben, immer eine cylindrische Stielzelle vorhanden, welche ihrer ganzen Anlage und Ausbildung nach als zu der Basidie gehörig angesehen werden muss. Wir können also das *Urobasidium* bei den Protobasidiomyceten einreihen, wobei freilich bemerkt werden muss, dass die Basidien hier gegenüber der bei den Auricularieen, Pilecreen und Uredineen bekannten Basidienform schon eine weitgehende Differenzirung erfahren haben. Von den drei Querwänden, welche sich dort in der Basidie finden, ist hier nur die mittlere vorhanden. In dem untern Theil der Basidie ist die Sporenbildung unterdrückt. Wir können uns die Basidie des *Urobasidium* aus der quergetheilten Basidie, wie sie bei *Pilacre* und *Auricularia* vorhanden ist, in ähnlicher Weise entstanden denken, wie etwa die Autobasidie von *Tylostoma mammosum*,[2]) nur mit dem Unterschied, dass bei *Urobasidium* die eine Theilungswand noch erhalten geblieben ist, und dass die beiden Theile der Basidie die oben beschriebene differente Ausbildung erfahren haben.

Die eigenartige Ausgestaltung, welche die Basidie des *Urobasidium* aufweist, deutet darauf hin, dass diese Form das Endresultat einer eigenen phylogenetischen Entwickelungsreihe darstellt, deren Ausgangspunkt wir bei den Urformen der Pilacreen und Auricularieen zu suchen haben. Dass die Abspaltung dieser Reihe sehr früh erfolgt sein muss, geht aus dem gänzlichen Mangel einer Fruchtkörperbildung hervor, der unter den Protobasidiomyceten nur noch bei den Uredineen gefunden wird. Zu dieser Gruppe lässt sich bei dem *Urobasidium* noch eine andere Beziehung auffinden. Wir haben gesehen, dass die Fadenzellen des *Urobasidium*, aus welchen die Basidien entspringen, sich durch eine derbere, bräunlich gefärbte Membran wesentlich von den vegetativen Hyphen unterscheiden. Wir können darin den Anfang eines Entwickelungsvor-

1) Unters. a. d. Gesammtgebiet der Mycologie Heft VII.

2) Man vergleiche die Abbildung Fig. 54, 4 und 9 in v. Tavel's Werk „Vergleichende Morphologie der Pilze". Jena 1892.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0144-7

ganges erblicken, der bei den Uredineen zur Bildung der Teleutosporen geführt hat. Es soll damit natürlich nicht gesagt sein, dass das *Urobasidium* als directer Vorfahr der Uredineen anzusehen sei, vielmehr soll nur gezeigt werden, dass in zwei nebeneinander verlaufenden Entwickelungsreihen die gleiche „Tendenz" einer differenten Ausbildung der dem Basidium zunächst liegenden vegetativen Zelle aufgetreten ist, welche im äussersten Falle zur Chlamydosporenbildung führte. Im übrigen ist ja das *Urobasidium* auf das schärfste von den Uredineen geschieden, sowohl durch die Form der Basidie als auch besonders durch den Umstand, dass bei ersterem die Wand der Basidienzellen selbst eine erhöhte Differenzirung erfahren hat, welche sich in der Wanddicke und in der intensiven Färbung ausspricht, und welche, soviel ich übersehen kann, nirgends sonst bei den Basidiomyceten ein Analogon hat.

Nach dem Vorstehenden können wir auf Grund der Basidienform und mit Berücksichtigung der Fruchtkörperbildung die Protobasidiomyceten in der folgenden Weise eintheilen:

Protobasidiomyceten.

Pilze mit getheilten Basidien.

I. Basidien quergetheilt.

A. Die Basidien bestehen aus vier gleichartigen sporenbildenden Zellen.

1. Die Basidien entspringen aus Chlamydosporen.

Uredineen.

2. Die Basidien entspringen direct aus dem vegetativen Mycel, es wird ein Fruchtkörper gebildet.

a) Fruchtkörper gymnocarp.

Auricularieen.

b) Fruchtkörper angiocarp.

Pilacreen.

B. Die Basidien bestehen aus zwei ungleichen Zellen, von denen nur die obere Sporen bildet.

Urobasidieen.

II. Basidien längsgetheilt.

Tremellineen.

Der phylogenetische Zusammenhang der einzelnen Gruppen in der Abtheilung I der Protobasidiomyceten lässt sich nach dem

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0145-3

gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntisse durch die folgende Tabelle veranschaulichen.

Ausgangspunkt:			
Urformen mit vierzelligen quergetheilten Basidien, welche sich von den Conidienträgern der Ustilagineen ableiten lassen.	Die Basidie bleibt vierzellig.	Die Mycelzelle, aus welcher die Basidie entspringt bleibt unverändert.	Es wird ein offener Fruchtkörper gebildet. ..... Auriculariceen.
			Es wird ein geschlossener Fruchtkörper gebildet. ..... Pilacreen.
		Die Mycelzelle, aus welcher die Basidie entspringt wird zur Chlamydospore. ..... Uredineen.	
	Die Basidie wird durch Unterdrükkung zweier Wände zweizellig und erfährt weitere Differenzirung. ..... Urobasidium.		

III.

In Fig. 1 auf Taf. XIII ist ein Stück eines Fiederabschnittes von *Pteris quadriaurita Retz* in natürlicher Grösse abgebildet, aus dessen Unterseite ein ziemlich mächtiger, buschiger Auswuchs hervorsprosst.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0146-9

Diese Missbildung, welche sich auf manchen in Ceylon gesammelten Herbarexemplaren des genannten Farns antreffen lässt, veranlasste Hooker in den *Species filicum* Vol. II pag. 180 zu der folgenden Bemerkung: „Dr. Maxwell's specimens are proliferons from the vains on the under side of several of the segments in a very remarkable manner; or can these productions be parasites? These do not appear to become frondose or even herbaceons, but are tuftet and branched so as, in the herbarium, very much to resemble in size and appearance dried specimens of the well-known Alga, *Laurencia obtusa*, but of a dark-brown colour."

Clarke schreibt in seiner Review of the Ferns of Northern India darüber bei *Pteris quadriaurita*: „Proliferous forms, as noticed by Sir W. J. Hooker, are not rare; the are not parasites." Während der eine Autor also die Frage offen lässt, ob etwa die Auswüchse an den *Pteris*-Wedeln parasitischer Natur sind, nimmt der andere das direct in Abrede und hält die Gebilde für normale Proliferationen, wie sie ja auch sonst an Farnwedeln vorkommen. Er gibt dabei leider nicht an, worauf er sich bei seiner Behauptung stützt. Ueber eine eingehende Prüfung der Natur dieser Auswüchse durch Clarke oder durch irgend einen andern Forscher habe ich in der Litteratur nichts finden können.

Ich lernte die fraglichen Gebilde im letzten Winter beim Ordnen der Farne im Münchener Kryptogamenherbar kennen; ein unbestimmtes Farnexemplar, welches leicht als *Pteris quadriaurita* zu erkennen war, besass einen solchen Auswuchs von colossaler Dimension. Das Exemplar war von Griffith in Ostindien gesammelt worden. Ein weiteres Exemplar von *Pteris quadriaurita* mit Auswüchsen befand sich in der Farnsammlung des Herrn Professor Goebel und wurde mir gütigst zur Untersuchung überlassen. Besonders werthvoll war für mich ein älterer in Alkohol conservirter Pterisauswuchs, den Herr Professor Goebel ebenso wie das Exemplar seines Herbariums im Jahre 1885 auf Ceylon in der Nähe von Hakgala gesammelt hatte, und der mir gleichfalls in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt wurde. Eine dankenswerthe Zusendung von Material erhielt ich ferner von Herrn J. G. Baker in Kew und aus dem Berliner Herbarium, welches mir alle vorhandenen Exemplare von *Pteris quadriaurita* leihweise überliess, unter denen zwei aus Ostindien stammende *Specimina* ebenfalls schön entwickelte Auswüchse besitzen. Der Versuch, lebendes Material zu erlangen, ist leider hier ebenso wie bei dem *Aspidium aristatum* bisher ohne Resultat geblieben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0147-5

Der Vergleich, den Hooker in der oben citirten Notiz zwischen den Auswüchsen der Pteriswedel und den Herbarexemplaren von *Laurencia obtusa* macht, ist nach meiner Erfahrung, auch abgesehen von dem Unterschied in der Färbung, nicht ganz zutreffend, übrigens existiren eine ganze Anzahl von Formen in dieser Algenspecies, die habituell unter einander recht verschieden sind. Am ersten liessen sich die Auswüchse mit gewissen Formen von *Laurencia pinnatifida Lamour.* vergleichen, indess ist auch durch diesen Vergleich eine Beschreibung der morphologischen Verhältnisse der Auswüchse an den Farnwedeln nicht zu umgehen.

Meist finden sich in den von mir untersuchten Fällen die Auswüchse auf der Unterseite der Wedel oder seitlich an der Mittelrippe des Wedels oder einer Fieder inserirt. Sie stehen stets in unmittelbarem Zusammenhang mit einem Hauptnerven. Gewöhnlich ist die Blattfläche an der Basis des Auswuchses zu einem Polster angeschwollen, aus welchem sich in einfachen Fällen ein mit Schuppen bedeckter Höcker erhebt, der den einzelnen Verzweigungssystemen den Ursprung gibt, aus welchen das ganze buschige Gebilde sich zusammensetzt. Acceptiren wir zunächst einmal des leichteren Verständnisses wegen die Ansicht Clarke's, dass hier normale Knospenbildung vorläge — wir werden später zu untersuchen haben, wie weit diese Annahme berechtigt ist —, so müssen wir den Höcker an der Basis des Auswuchses als die junge Sprossachse bezeichnen, welche sehr kurz geblieben ist. In manchen Fällen entspringen mehrere solcher Sprossachsen dicht neben einander aus der angeschwollenen Blattfläche. Die Zahl der Wedel an den Sprossungen ist in vielen Fällen ungewöhnlich gross, in einem Falle waren gegen dreissig vorhanden. In der Fig. 1 auf Taf. XIII habe ich absichtlich einen Fall zur Darstellung gebracht, in dem die Zahl der Wedel nicht übermässig gross ist; immerhin waren auch dort 14 solcher Wedel vorhanden, von denen freilich einige, wie die Figur zeigt, nicht mehr vollständig erhalten waren.

Was nun die Form der Wedel anbelangt, so muss zunächst constatirt werden, dass sich sehr wenige Vergleichspunkte beibringen lassen mit den morphologischen Verhältnissen, welche bei den normalen Wedeln von *Pteris quadriaurita* die Regel bilden. Auf Stielen von wechselnder Länge breiten sich die Wedelflächen aus, welche ganz aus schmalen riemenförmigen Stücken zusammengesetzt sind. Die Zertheilung der Fläche ist eine unregelmässig fiederförmige in der Weise, dass häufig die seitlichen Abschnitte eine kräftigere Ausbildung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0148-1

erfahren haben als der Haupttheil. Die äussersten Verzweigungen der Wedelflächen sind am Rande meist grob gesägt oder gekerbt oder auch fiederig gelappt und häufig unregelmässig hin- und hergebogen. Sporangienanlagen sind auch an den grössten Wedeln in keinem Falle zu finden. Was die Farbe der Gebilde anbetrifft, so wechselt dieselbe bei den getrockneten Exemplaren von röthlichbraun bis zu tief schwarzbraun. Aus einer Aufzeichnung, welcher Herr Professor Goebel bei der Einsammlung des Materials gemacht hatte, ergibt sich, dass die Färbung der Wedel im frischen Zustande eine andere ist. Die Oberfläche ist grün gefärbt, während die Unterseite röthlich erscheint.

Der anatomische Bau der Wedel ist fast genau so einfach wie derjenige der Auswüchse bei *Aspidium aristatum*, nur durch die äussere Form wird eine Abweichung in der Querschnittform der einzelnen Gewebetheile herbeigeführt. Während dort die stielrunden Gebilde in ihrer ganzen Ausdehnung einen Centralcylinder mit kreisförmigem Querschnitt besitzen, sehen wir hier nur in der kurzen Hauptachse einen cylindrischen Bündelstrang, dagegen ist die Bilateralität der abgeflachten Wedel auch in dem Bau der Bündel ausgeprägt. Der Stiel der Wedel hat meist einen breit dreieckigen Querschnitt, das Gefässbündel, welche typische Xylem- und Phloëmelemente führt und mit einer deutlich ausgeprägten Endodermis versehen ist, besitzt einen schwach halbmondförmigen oder bohnenförmigen Querschnitt. In den flächenartig verbreiterten Wedelabschnitten sind auch die Bündelquerschnitte noch mehr verflacht. Ihre Vertheilung in der Wedelfläche ist eine solche, dass jeder äusserste Abschnitt der Fläche in der Mitte bis nahe zur Spitze hin von einem zarten Bündel durchzogen wird. Das ausserhalb der Endodermis gelegene Gewebe ist aus weiten in der Längsrichtung etwas gestreckten Parenchymzellen gebildet, welche dicht zusammenschliessen; nur an sehr alten Wedeln findet man gelegentlich enge Intercellularlücken vor. Die äusserste Lage des Parenchyms, die Epidermiszellen, sind ein wenig kleiner als die übrigen Zellen und nach aussen mit einer zarten Cuticula überzogen. Spaltöffnungen kommen nirgends vor. Der Inhalt der parenchymatischen Zellen in den Wedeln ist sehr reich an Stärke, sowohl an dem getrockneten als auch an dem in Alkohol conservirten Material ist derselbe stark gebräunt.

Man sieht, dass sich hier fast alle Einzelheiten wiederholen, welche in den durch *Taphrina Cornu cervi* veranlassten Auswüchsen des *Aspidium* bemerkt wurden. Ein Analogieschluss legt also die Ver-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0149-9

muthung nahe, dass auch die Auswüchse der Pteriswedel durch eine Pilzinfection veranlasst seien. In der That ist es mir gelungen, einen parasitischen Pilz in dem Gewebe der Auswüchse nachzuweisen und den Entwickelungsgang desselben im Allgemeinen festzustellen.

Am auffälligsten ist der Pilz in dem Stadium mittlerer Entwickelung, in welchem er zuerst meine Aufmerksamkeit auf sich zog, und welches in Fig. 2 auf Taf. XIII dargestellt ist. Die Abbildung zeigt ein kurzes Stück der Epidermis eines Auswuchswedels, in deren Zellen der eigentliche Inhalt auf den inneren Theil zusammengedrängt ist, während der übrige Raum der Zelle von kurzen schlauchförmigen Zellen erfüllt ist, welche pallisadenähnlich senkrecht zur Oberfläche dicht neben einander stehen. Ein Flächenschnitt lehrt, dass in den meisten Epidermiszellen die ganze Aussenwand von dem Lager der pallisadenähnlichen Zellen eingenommen wird, gelegentlich finden sich aber auch Epidermiszellen, in welchen nur ein mehr oder minder grosses Theilstück der Aussenwand von einer Gruppe solcher Zellen besetzt ist. Der eigentliche Inhalt der Epidermiszellen ist von den Schlauchzellen durch eine zarte Haut abgegrenzt. Unterhalb der Lamelle, also im eigentlichen Inhalt der Zelle, bemerkt man gelegentlich zarte Pilzfäden. Die Pallisadenzellen besitzen einen völlig homogen erscheinenden, stark lichtbrechenden Inhalt, welcher mit Chlorzinkjod behandelt intensiv blaue Färbung annimmt. Ich muss freilich dabei bemerken, dass ich das hier geschilderte Entwickelungsstadium des Pilzes nur an getrocknetem Material untersuchen konnte, so dass also dahingestellt bleiben muss, ob die über den Inhalt der Pallisadenzelle gemachten Angaben auch für den lebenden Pilz Geltung haben.

Verfolgen wir die Entwickelung des Pilzes von dem beschriebenen Stadium aus weiter, so zeigt sich, dass die pallisadenartigen Zellen zu gestielten Sporenschläuchen auswachsen, welche nach Durchbrechung der Aussenwand der Wirthszelle frei über die Oberfläche hervorragen, wie das in Fig. 3 Taf. XIII an einem Querschnitt dargestellt ist. Die eigentlichen Asci sind durch eine Querwand von den Stielzellen abgetrennt. Die letzteren haben ungefähr die Dimension der vorher allein vorhandenen ascogenen Zellen beibehalten, sie messen in der Länge bis zu 18 μ, in der Breite bis zu 6 μ, die zarten von ihnen getragenen Schläuche sind keulenförmig und haben eine Länge bis zu 24 μ, ihre grösste Breite kann bis zu 7 μ betragen. An dem von mir untersuchten Material waren die Schläuche meist schon völlig entleert, entwickelte Schläuche mit ausgebildeten Sporen habe ich nicht gefunden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0150-0

Die Form und Entwickelung der Sporenschläuche lässt erkennen, dass wir es hier wie auf den Auswüchsen an *Aspidium aristatum* mit einem *Taphrina*-artigen Pilz zu thun haben. Um indess volle Klarheit über die Natur und die systematische Stellung des Pilzes zu erlangen, ist es nöthig, den Entwickelungsgang desselben von dem Stadium aus, welches wir zum Ausgangspunkt genommen haben, auch weiter rückwärts aufzusuchen. Es handelt sich vor allem darum, die vegetativen Hyphen und die Art ihres Parasitismus kennen zu lernen. Zunächst lag es für mich nahe, die vegetativen Pilzfäden dort zu suchen, wo dieselben ausnahmslos bei allen bekannten *Taphrina*-Arten wie ja auch bei der oben besprochenen *Taphrina Cornu cervi* zu finden sind, nämlich in den Zellwänden der Wirthspflanze. Allein alles Suchen war vergeblich, dagegen wurde in allen Schnitten durch Theile der Auswüchse im Innern mancher Zellen ein feines Pilzgeflecht aus zarten septirten Hyphen aufgefunden. Wenn nun auch gelegentlich in der Nähe der ascogenen Zellen, wie oben mitgetheilt wurde und wie Fig. 2 auf Taf. XIII zeigt, ähnliche Pilzhyphen gefunden wurden, so war doch zunächst nicht anzunehmen, dass diese Pilzfäden im Innern der Zellen mit den so sehr *Taphrina*-ähnlichen Fructificationsorganen zusammen gehörten. Viel näher lag der Gedanke, dass die Asci etwa einer Art angehörten, welche, wie z. B. *Ascomyces endogenus*, überhaupt kein entwickeltes vegetatives Mycelium besitzen. In diesem Falle konnte natürlich der Ascomycet nicht der Verursacher der sonderbaren Auswüchse von *Pteris quadricurita* sein, diese Rolle hätte dann wohl dem unbekannten Pilze zugewiesen werden müssen, dessen Hyphen überall in den Zellen der Auswüchse zu finden sind. Auffällig war dabei freilich, dass der Ascomycet, dessen Ansiedelung auf den von einem andern Pilz veranlassten Auswüchsen dem Zufalle überlassen wäre, in allen Fällen und auf allen Wedeln der erwachsenen Auswüchse gefunden wird. Die Thatsache schien eher dafür zu sprechen, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Auftreten des Ascomyceten und der Entstehung der Auswüchse an *Pteris quadriaurita* besteht.

Nach langem Zweifeln gelang es mir, ein Entwickelungsstadium aufzufinden, welches klaren Aufschluss über die Sachlage zu geben vermag. Fig. 4 auf Taf. XIII zeigt ein kleines Flächenstück von der Epidermis eines Auswuchses. Man sieht in der dargestellten Epidermiszelle eine junge Anlage ascogener Zellen, welche mit einem aus septirten Hyphen bestehenden Mycel in directer Verbindung steht. Der Querschnitt durch denselben Auswuchs (vgl. Fig. 5 auf Taf. XIII)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0151-5

zeigt, dass sowohl die angelegten Gruppen ascogener Zellen als auch die mit ihnen in Zusammenhang stehenden Hyphen nicht subcuticular in der Zellwand liegen, sondern wirklich im Zellinnern sich befinden und nur der Aussenwand der Zelle dicht aufgelagert sind. Eine Durchmusterung gelungener Präparate lässt erkennen, dass die hier auftretenden Hyphen mit den weiter im Innern der Auswüchse beobachteten Hyphen gleichgeartet sind und mit ihnen direct in Verbindung stehen.

Es ergibt sich also als Resultat, dass die Ascusfructification in der That zu dem Mycel gehört, welches alle Theile der Auswüchse von Zellraum zu Zellraum durchzieht, und die Annahme, dass der Ascomycet durch sein Wachsthum die Missbildung an *Pteris quadriaurita* veranlasst, findet ihre Bestätigung.

Wie erklärt sich nun der Umstand, dass die heranwachsenden ascogenen Zellen und die erwachsenen Ascen durch eine zarte Wandlamelle von dem Inhalt der Epidermiszellen abgetrennt sind? Offenbar dadurch, dass in den Zellen noch nachträglich eine secundäre Membranbildung stattgefunden hat, auf welche auch wohl die grössere Dicke aller übrigen Zellwände gegenüber den jüngeren Stadien zurückzuführen ist. Der Protoplast grenzt sich also gegen die als Fremdkörper im Zellinnern auftretenden Ascusanlagen durch eine neugebildete Celluloselamelle ab, welche freilich die fortwachsenden Enden der vegetativen Hyphen, denen ja die Fähigkeit, Zellwände zu durchbohren, zukommen muss, nicht zurückhalten kann, aufs neue in das Zellinnere vorzudringen, um den Fruchtanlagen von dort aus Wasser und Nährstoffe zuzuführen.

Die Erscheinung, dass der Protoplasmakörper von Zellen höherer Pflanzen durch das Eindringen von Pilzfäden nicht zum Absterben gebracht wird, sondern sich durch eine zarte Hautschicht von dem Parasiten abgrenzt, ist durchaus nicht selten, man hat, zumal an den endophyten Mycelien mancher Ustilagineen, beobachtet, dass die in die Zellen eindringenden Fäden von einer zarten Cellulosescheide umhüllt werden. An den vegetativen Pilzfäden habe ich in den Auswüchsen von *Pteris quadriaurita* eine solche Cellulosescheide nicht nachweisen können, wenngleich es mir wahrscheinlich ist, dass sie auch dort vorhanden ist. Bei den ascogenen Zellen tritt sie aber ziemlich früh auf und nimmt im Lauf der Entwickelung dieser Zellen merklich an Dicke zu, ein Beweis dafür, dass der Inhalt der Zellen, welche der Pilz bewohnt, sehr lange lebt und activ bleibt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0152-1

In seinen kritischen Untersuchungen über die durch *Taphrina*-Arten hervorgebrachten Baumkrankheiten gibt Sadebeck die Erklärung ab: „Ich fasse demnach in der Gattung *Taphrina* alle diejenigen parasitischen Ascomyceten zusammen, deren Ascen zu einem Fruchtkörper nicht vereinigt sind, sondern frei und in grosser Anzahl und oft dicht an einander gedrängt die Blätter oder Blüthen des befallenen Pflanzentheiles bedecken und von einem das Gewebe des befallenen Pflanzentheiles intercellular oder subcuticular durchziehenden, niemals aber die Zellen selbst durchbohrenden Mycelium ihren Ursprung nehmen." Ich glaube, diese Diagnose der Gattung *Taphrina* würde anders gefasst worden sein, wenn vor ihrer Feststellung der oben beschriebene Pilz bekannt gewesen wäre, der ja nur in einem einzigen Punkte von der Gattungsdiagnose abweicht und dazu in einem rein physiologischen Merkmal, welches wohl nicht die nächste phylogenetische Verwandtschaft des neuen Pilzes mit den *Taphrina*-Arten ausschliesst. Es ist ja nicht undenkbar, dass der intercellulare oder intracellulare Verlauf der Hyphen bei den parasitischen Pilzen bedingt wird durch die Natur der Zellwände oder des Zellinhaltes des bewohnten Pflanzentheiles, und dass also dem darauf bezüglichen Merkmal in der Diagnose der Gattung *Taphrina* gar nicht eine Eigenschaft des Pilzes, sondern eine Eigenschaft des Wirthes zu Grunde liegt. Man wird mir einwenden, dass in der Kryptogamensystematik viele Fälle vorhanden sind, in denen physiologische Eigenthümlichkeiten zur Diagnostizirung von Gattungen oder gar von grösseren Gruppen Verwendung gefunden haben und dass diese Verwendung sich in vielen Fällen gut bewährt hat. Ich gebe zu, dass es Fälle geben kann, in denen alle Glieder eines Verwandtschaftskreises durch ein und dasselbe physiologische oder biologische Merkmal ausgezeichnet sein können, wie etwa alle Uredineen Parasiten, alle Characeen Wasserbewohner sind; aber ein besonderer Nachdruck darf in der Charakteristik auf diese Merkmale nicht gelegt werden. Sie können in der Diagnose immer nur einen untergeordneten Werth beanspruchen, und zwar nur, so lange nicht eine negative Instanz ihren Unwerth erweist. Sobald eine saprophytische Uredinee entdeckt wird, oder sobald sich eine Land bewohnende Characee findet, können die angeführten biologischen Eigenschaften der jetzt bekannten Formen nicht mehr uneingeschränkt in der Familiencharakteristik angeführt werden.

Wie dem auch sein mag, ich kann mich nicht entschliessen, für den neuen Pilz eine neue Gattung zu begründen; ich halte es

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0153-7

für richtiger, den Gattungsbegriff *Taphrina* so weit zu fassen, dass auch die neu beschriebene Form unter denselben gebracht werden kann. Das bisher in der Gattungsdiagnose verwendete Merkmal des Hyphenverlaufes kann dann zur Unterscheidung zweier Subgenera dienen, von denen das eine *Eutaphrina* alle bisher beschriebenen *Taphrina*-Arten umfasst, während das zweite Taphrinopsis bisher einzig durch den auf *Pteris quadriaurita* vorkommenden im Vorstehenden beschriebenen Pilz repräsentirt wird, welchen ich im Hinblick auf den von Hooker angestellten Vergleich zwischen einer *Laurencia* und den durch den Pilz veranlassten abnormen Sprossungen der Pteriswedel, *Taphrina Laurencia* nennen will. Das Ergebniss der vorstehenden Untersuchung für die Systematik kann also in der folgenden Weise dargestellt werden:

Genus Taphrina Fries.

Parasitische Ascomyceten, deren cylindrische oder keulenförmige Asken nicht zu einem Fruchtkörper vereinigt sind, sondern in grosser Anzahl und meist dichtgedrängt aus der Oberfläche des von dem vegetativen Mycel bewohnten Pflanzentheiles hervorbrechen.

I. Subgenus Eutaphrina.

Die vegetativen Hyphen dringen niemals in die Zellen des Wirthes ein, sondern durchziehen subcuticular oder intercellular den befallenen Pflanzentheil. Hieher alle bisher bekannten Arten und *Taphrina cornu cervi* Ghgn.

II. Subgenus Taphrinopsis.

Die vegetativen Hyphen durchbohren die Zellwände des Wirthes und dringen von Zelle zu Zelle in dem Gewebe vor.

Taphrina Laurencia n. sp.

Der Pilz ruft an den Wedeln von *Pteris quadriaurita* buschige Sprossungen hervor, welche von dem die Zellwände durchbohrenden Mycelium durchzogen sind. Die Asci werden in den Epidermiszellen angelegt und nachträglich durch eine zarte Membran von dem Zellinhalt abgetrennt. Die heranwachsenden Asci durchbrechen die Aussenwand der Zelle und ragen bei der Reife in zahlreichen, den einzelnen Epidermiszellen entsprechenden Gruppen über die Oberfläche hervor. Die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0154-3

keulenförmigen Asci stehen auf einer cylindrischen Stielzelle.

Länge der Asci bis 24 μ, Breite bis 7 μ, Länge der Stielzelle bis 19 μ, Breite bis 6 μ.

Heimat: Ceylon.

Assam, leg Simons.

IV.

Wie wir gesehen haben, verursachen die beiden oben beschriebenen *Taphrina*-Arten an ihren Wirthspflanzen eigenartige Auswüchse, welche in dem einen Falle bei *Aspidium aristatum* stift- oder geweihartige Gebilde darstellen, im andern Falle bei *Pteris quadriaurita* aus einem kurzen Achsengebilde bestehen, an welchem entfernt-wedelähnliche seitliche Organe in grosser Zahl entspringen. Es bleibt uns noch die Frage zu entscheiden, als was diese Gebilde ihrer Natur nach zu betrachten sind? ob dieselben etwa durch abnormes Wachsthum normal an der Nährpflanze vorhandener Theile zu Stande kommen, oder ob wirkliche Neubildungen vorliegen, welche zu den normalen Organen des Wirthes nicht in Beziehung gebracht werden können.

Am leichtesten gelingt die Lösung dieser Frage bei den von *Taphrina Laurencia* bewohnten Auswüchsen von *Pteris quadriaurita*. Wir hatten oben bei der Beschreibung dieser Auswüchse, um für die einzelnen Theile leichtverständliche Bezeichnungen zu haben, vorläufig Clarke's Annahme gelten lassen, dass die Gebilde normale Sprossungen seien, wie sie sich ja bei sehr vielen Farnen finden. Dass die Sprossungen bei *Pteris* nicht normal sind, hat unsere Untersuchung zweifellos ergeben. Die Form der Wedel weicht bedeutend von der Jugendform der Pteriswedel ab; die geringe Differenzirung des Blattgewebes, der Mangel der Spaltöffnungen und der sonstigen Intercellularräume und endlich das Vorkommen des Pilzes in den Zellen beweisen zur Genüge den abnormen Charakter der Auswüchse.

Indess muss doch zugestanden werden, dass die Auswüchse in ihrer Grundform, d. h. in Hinsicht auf die Ausbildung eines Achsenorganes, welches seitlich blattähnliche Gebilde hervorbringt, mit normalen Sprossen, denen man bei anderen Farnspecies begegnet, übereinstimmt. Auch die Bekleidung der Achse und der Wedelbasis mit Paleae finden wir dort wie hier. Ein weiteres Vergleichungsmoment bietet das Wachsthum der Organe dar, welches an den Wedeln der Auswüchse von *Pteris* wie bei den Farnwedeln durch typisches Rand-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0155-9

zellwachsthum erfolgt. Die Achse der Auswüchse besitzt wie die normalen Sprosse der Farne eine Scheitelzelle, welche das Wachsthum vermittelt. Alles in Allem rechtfertigen die Befunde die Annahme, dass die Auswüchse an *Pteris quadriaurita* blattbürtige Sprosse sind, welche durch die Pilzvegetation in ihrem Innern eine abnorme Umbildung erfahren haben.

Bestätigt wird diese Annahme noch durch eine Beobachtung, welche ich freilich nur ein einziges Mal, aber dort mit aller Sicherheit gemacht habe. Ich fand nämlich an einem Exemplar von *Pteris* einen Auswuchs (vgl. Figur 6 auf Tafel XIII), bei welchem aus dem Knäuel abnormer Wedel ein einziges, normal ausgebildetes Wedelchen hervorsprosst, welches die Jugendform der Pteriswedel zeigt. Anfänglich vermuthete ich, dass hier zwischen den abnormen Wedeln eine zufällig angeflogene Spore zur Keimung gelangt sei, und dass das normale Wedelchen einer Keimpflanze angehöre, allein die genauere Untersuchung ergab, dass der normale Wedel wirklich zwischen den abnormen aus der Hauptachse des Auswuchses entsprang. Es muss also angenommen werden, dass die Anlage dieses einen Wedels von der Einwanderung der Pilzfäden verschont blieb, während alle übrigen durch den Pilz zu abnormer Entwicklung angeregt wurden.

Die Veränderungen, welche die inficirten Wedel von dem normal entwickelten Wedel unterscheiden, bieten im Grund nichts Auffälliges dar, sie weichen nicht wesentlich von den Erscheinungen ab, welche bei anderen von Pilzparasiten befallenen Pflanzen bekannt sind. Dr. J. H. Wakker[1]) hat in einer vorläufigen Mittheilung über den Einfluss der parasitischen Pilze auf ihre Nährpflanzen die wesentlichsten Resultate seiner Untersuchungen über diesen Gegenstand zusammengestellt. Er sagt, dass in der Mehrzahl der Fälle die parasitischen Pilze Ursache sind, dass die von ihnen befallenen Pflanzentheile, wenn sie erwachsen sind, weniger von dem jugendlichen Zustand verschieden sind, als es sonst der Fall ist, mit anderen Worten, die Anwesenheit des Parasiten verhindert mehr oder minder die Differenzirung der primären Gewebe oder wenigstens die Bildung der secundären Gewebe mit ihren Bestandtheilen. In vielen Fällen treten daneben Eigenschaften auf, die in normalen Pflanzentheilen nicht vorkommen.

Was das Unterbleiben der primären Differenzirung der Gewebe anbelangt, so constatirt er zunächst, dass sehr häufig die Ausbildung

1) Nederlandsch kruidkundig Archief 6e Deel — 1e Stuk. p. 136 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0156-5

mechanischen Gewebes in den von parasitischen Pilzen bewohnten Pflanzentheilen unterbleibt. Auch der Zellinhalt wird in seiner Entwickelung gehemmt, indem sehr häufig die Ausbildung normaler Chlorophyllkörner unterbleibt. Auffällig ist ferner eine oft sehr beträchtliche Anhäufung von Stärkemehl in den Zellen. Sodann erwähnt Wakker, dass die Intercellularräume in den verpilzten Geweben meistens fast ganz fehlen. Hinsichtlich der neuen Eigenschaften, welche gelegentlich durch die Pilze erst an den Pflanzentheilen hervorgerufen werden, gibt Wakker unter anderem folgendes an: „Die Zellen der Nährpflanze werden in den befallenen Theilen oft sehr stark vergrössert, der Zellsaft färbt sich häufig intensiv."

Vergleichen wir nun mit diesen Befunden, welche Wakker aus einer ansehnlichen Zahl von Untersuchungen pilzbewohnter Nährpflanzen abgeleitet und mit Beispielen belegt hat, die Vorkommnisse, welche bei den abnormen Wedeln der Auswüchse von *Pteris quadriaurita* beobachtet werden, so finden wir, dass Punkt für Punkt alle Verschiedenheiten, welche zwischen den normalen und den abnormen Bildungen vorhanden sind, aus der Analogie als durch den Pilz veranlasst erklärt werden können.

Wir haben gesehen, dass die abnormen Wedel, abgesehen von dem schwach entwickelten Gefässbündel, ganz aus parenchymatischen Zellen bestehen, die wie die Zellen jugendlicher Gewebe lückenlos aneinander schliessen. Die Ausbildung differenter Epidermiszellen und der Spaltöffnungen unterbleibt. Der Inhalt der Zellen weist reichlich Stärke und — auch im frischen Zustande — eine abnorme Färbung auf.

Ausser diesen Eigenschaften, welche sich auf den anatomischen Bau der von Wakker allein berücksichtigt ist, beziehen, will ich noch ein anderes und zwar ein morphologisches Moment erwähnen, das eine Uebereinstimmung zwischen dem Verhalten der Auswüchse von *Pteris quadriaurita* und demjenigen anderer von Pilzen befallener Pflanzen ergibt. An vielen Holzgewächsen, welche von Taphrinaarten befallen werden, sehen wir an den inficirten Theilen eine eigenthümliche Gestaltveränderung vor sich gehen. Die stark anschwellende Achse beschränkt ihr Längenwachsthum auf ein geringes Maass, legt aber reichlich seitliche Knospen an, welche sich üppig entwickeln und heranwachsend ein dichtes Büschel von Aesten und Zweigen bilden. Man bezeichnet diese Bildungen als Hexenbesen. Die Auswüchse der Pteriswedel können sehr leicht mit solchen Hexenbesen verglichen werden. Es ist auch hier eine kurzbleibende

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0157-1

Hauptachse vorhanden, an welcher seitlich die Wedel in grosser Anzahl entspringen und zu einem dichten strauchigen Büschel heranwachsen. Wir kommen also zu dem Schluss, dass in der That die Auswüchse an *Pteris quadriaurita* den Sprossungen entsprechen, welche auf den Wedeln mancher Farne nicht selten beobachtet werden, dass aber diese Sprossungen in allen ihren Theilen von frühester Jugend an durch den Pilz beeinflusst und zu abnormer Entwickelung gebracht sind.

Noch eine Frage bleibt uns hinsichtlich dieser Gebilde zu erledigen. Wo bei höheren Pflanzen infolge von Pilzinfection Hexenbesen gebildet werden, da handelt es sich immer nur um eine abnorme Entwickelung normal schon vorhandener Anlagen. Es fragt sich, ob für die Hexenbesen von *Pteris quadriaurita* das gleiche gilt, ob also vor der Pilzinfection schon eine Knospenanlage an dem Wedel vorhanden war, welche nach Einwanderung des Parasiten zu dem abnormen Auswuchs sich heranbildete. Diese Frage muss verneint werden. Im normalen Zustande tragen die Wedel von *Pteris quadriaurita* keine Knospen; ich habe alle mir zugänglichen sowohl lebenden als getrockneten Exemplare des Farns darauf hin durchmustert, ohne dass mir jemals an der normalen Pflanze eine Knospe oder auch nur eine Knospenanlage auf den Wedeln vorgekommen wäre. Die Systematiker erwähnen als proliferirende Formen immer nur die von *Taphrina* befallenen, wie ja aus der oben mitgetheilten Beschreibung Hooker's und der sich darauf beziehenden Notiz Clarke's zur Genüge erhellt. Würden aber diese Beobachter jemals eine normale Sprossung an den vielen von ihnen untersuchten Exemplaren gefunden haben, so würden sie sicher nicht unterlassen haben, ihre Angaben über die abnormen Auswüchse durch Mittheilung des Fundes zu berichtigen.

Es bleibt also nur die Annahme übrig, dass die *Taphrina Laurencia* zuerst in die normalen Wedel der *Pteris quadriaurita* an irgend einer zugänglichen Stelle eindringt, dass das in die Blattzellen einwandernde Mycel dort durch den ausgeübten Reiz die Anlage einer Knospe veranlasst, und dass die Pilzfäden mit dem Wachsthum dieser Anlage gleichen Schritt haltend die ganze aus derselben hervorgehende Sprossung durchwachsen.

Es ist wahrscheinlich, dass der Pilz schon frühzeitig in die Pteriswedel eindringt, während das Blattgewebe sich noch in einem jugendlichen, zur Weiterentwickelung befähigten Zustande befindet. Ob die inficirenden Pilzfäden bei der Invasion die Cuticula durchbohren oder ob dieselben von den Intercellularräumen aus in die Blattzellen vordringen; ob die Knospenanlage direct an der Infections-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0158-7

stelle erfolgt, oder ob der Pilz längere Zeit im normalen Pteriswedel fortwächst: das sind Fragen, deren Lösung der Untersuchung lebenden Materials vorbehalten bleiben muss.

An den Wedeln von *Aspidium aristatum* sind normale Sprossungen gleichfalls unbekannt. Wir müssen also auch dort die Entstehung der Auswüchse auf Rechnung des die Wedel befallenden Pilzes setzen. Die stift- oder geweihförmigen Gebilde, welche bisweilen einzeln, meist aber zu kleinen Gruppen vereinigt aus den Wedeln hervorwachsen, können, wenn man von den auf Rechnung des Pilzes zu setzenden anatomischen Abnormitäten absehen will, mit Sprossachsen verglichen werden. Die cylindrische Form, der kreisförmige Querschnitt des Bündelstranges und die Vertheilung der Elemente in demselben, ferner das Vorhandensein einer Scheitelzelle, von welcher das Wachsthum ausgeht, unterstützen diese Ansicht. Das Fehlen aller seitlichen Organe ist freilich an diesen Sprossen eine sehr auffällige Erscheinung. Wir müssen, um die Auswüchse von normalen Sprossungen ableiten zu können, die Annahme machen, dass durch den Pilz die Ausbildung seitlicher Organe verhindert wird. Es mag das damit zusammenhängen, dass der Pilz dem Wachsthum der Auswüchse schrittweise folgt und unmittelbar hinter der Scheitelzelle die jüngsten Segmente umspinnt, so dass die Entwickelung derselben schon in aller frühester Jugend beeinflusst werden muss. Da Uebergänge zwischen den Auswüchsen und normalen, Wedel tragenden Sprossungen nicht gefunden wurden, so behält die Annahme, dass die Auswüchse durch abnorme Umbildung wirklicher Knospen zu Stande gekommen seien, einen hypothetischen Charakter.

Die durch die *Taphrina* veranlassten Auswüchse an *Aspidium aristatum* lassen sich am ersten mit den Gebilden vergleichen, welche durch *Exobasidium Lauri Geyler* an den Stämmen von *Laurus Canariensis L.* hervorgerufen werden. Die letzteren werden freilich viel grösser, sind aber ebenfalls sprossähnlich und geweihartig verzweigt und bringen niemals Blätter oder blattähnliche Organe hervor. Ursprünglich sind diese Auswüchse von Bory de St. Vincent als *Clavaria Lauri* beschrieben worden, bis die anatomische Untersuchung ergab, dass sie ihrem Bau nach als Anhangsgebilde des *Laurus* angesehen werden müssen. Schacht bezeichnet sie desshalb als Luftwurzeln des Lorbeerbaumes. Geyler[1]) zeigte dann endlich, dass die Auswüchse von einem *Exobasidium* bewohnt sind. Da gelegentlich

1) Bot. Zeitg. 1874. S. 321.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0159-5

an gesunden Lorbeerbäumen normale Schösslinge aus den Stämmen hervorwachsen, so nimmt Geyler an, dass die vom Pilz bewohnten Auswüchse verbildete Stammschösslinge seien. Uebergänge zwischen normalen und verkrüppelten Schösslingen hat er nicht finden können.

Mag man nun hier wie bei den von *Taphrina Cornu cervi* bewohnten Auswüchsen an *Aspidium aristatum* annehmen, dass normale Sprossanlagen durch den Pilz zu abnormer Ausbildung gelangt sind, oder mag man die Auswüchse in beiden Fällen für völlig eigenartige Neubildungen halten, welche infolge der Pilzvegetation von dem betreffenden Pflanzentheil erzeugt werden; mag man also hier von Hexenbesen oder von Pilzgallen sprechen: jedenfalls liegt in diesen beiden Beispielen der extremste Fall von Beeinflussung lebender Pflanzentheile durch einen parasitischen Pilz vor.

Figurenerklärung.

Tafel XII.

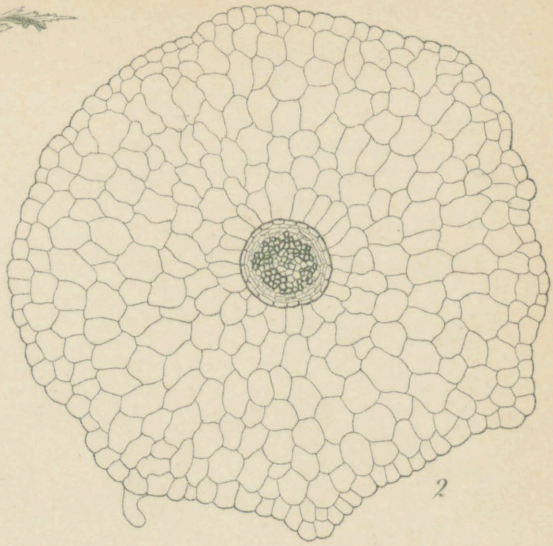
Fig. 1. Wedelfieder von Aspidium aristatum Sw. mit zahlreichen abnormen Auswüchsen (natürl. Grösse).
Fig. 2. Querschnitt durch einen Auswuchs (Vergr. 52/1).
Fig. 3. Stück vom Rande eines solchen Querschnittes mit subepidermal verlaufenden Pilzfäden (Vergr. 460/1).
Fig. 4. Flächenansicht der von Pilzfäden durchzogenen Epidermis der Auswüchse (Vergr. 460/1).
Fig. 5. Theil vom Querschnitt eines älteren Auswuchses (Vergr. 460/1).
Fig. 6. Entwickelte Asken von Taphrina Cornu cervi nov. spec. auf der Oberfläche eines Auswuchses (Vergr. 650/1).
Fig. 7. Sporenbildung von Urobasidium rostratum nov. gen. (Vergr. 650/1).

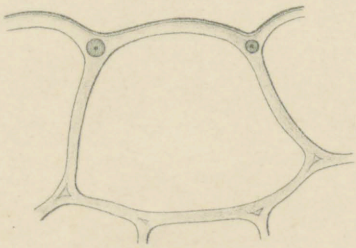
Tafel XIII.

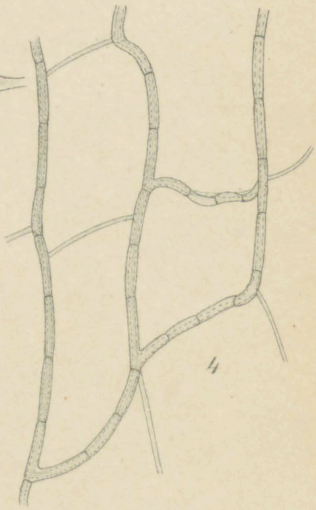
Fig. 1. Hexenbesen auf Pteris quadriaurita Retz. (natürl. Grösse).
Fig. 2. Theil eines Querschnittes durch einen Wedel des Hexenbesens mit ascogenen Pilzzellen in den Epidermiszellen (Vergr. 460/1).
Fig. 3. Entwickelte Asken von Taphrina Laurencia n. sp. aus der Epidermis der Wedel des Hexenbesens hervorwachsend (Vergr. 650/1).
Fig. 4. Jüngeres Stadium eines abnormen Wedels. Epidermiszelle von der Fläche gesehen. Anlage der ascogenen Pilzzellen an intracellularen Pilzhyphen (Vergr. 650/1).
Fig. 5. Das gleiche Stadium im Querschnitt (Vergr. 650/1).
Fig. 6. Ein Hexenbesen an Pteris, bei welchem zwischen den abnormen Wedeln ein einzelner normaler Wedel hervorsprosst (natürl. Grösse).

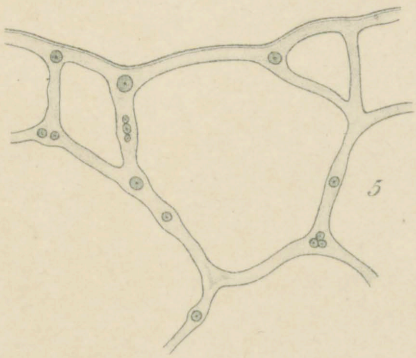
Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0160-5

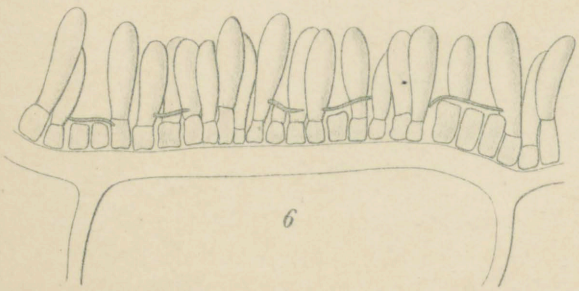


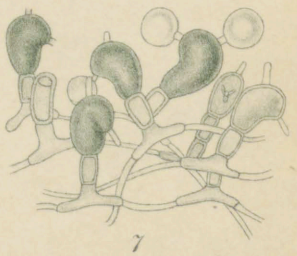












Giesenhagen del. W.A. Meyn lith.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0310-8



Giesenhagen del. W.A. Meyn lith.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05169-0311-4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 76

Autor(en)/Author(s): Giesenhagen C.

Artikel/Article: Ueber Hexenbesen an tropischen Farnen. 130-156