

Untersuchungen  
über die  
**Pilzgattung Exoascus**  
und  
die durch dieselbe um Hamburg hervorgerufenen  
Baumkrankheiten.

Von

**R. Sadebeck.**

Mit 4 Steindrucktafeln und einem Holzschnitt.



Die zum Theil sehr argen Verwüstungen, welche einzelne Arten der Pilzgattung *Exoascus* um Hamburg auf der Wirthspflanze hervorrufen, hatten mich bereits im Sommer 1881 veranlasst, darauf hinzuweisen,<sup>1)</sup> wie sehr unter Anderen der Weissdorn, einer der wichtigsten Bildner der Wiesen- und Weideneinfriedigungen, der sog. „Knicks“, durch das Ueberhandnehmen des *Exoascus bullatus* bedroht sei. In den beiden darauf folgenden Jahren habe ich die auf diese Krankheitsformen gerichteten Beobachtungen weiter ausgedehnt und das Resultat erhalten, dass gerade um Hamburg die verschiedensten Laub- und Obstbäume von einzelnen Arten der Gattung *Exoascus* in viel grösserem Umfange befallen werden, als man vermuthen konnte, und in vielen Fällen derart, dass es angezeigt erscheint, auf die in der That ersten Gefahren aufmerksam zu machen, welche bei einem weiteren Unsichgreifen der durch diese Pilze hervorgerufenen Baumkrankheiten den Alléebäumen, Obstbäumen und allerlei Anpflanzungen erwachsen müssen.

Um aber erfolgreich diese Parasiten bekämpfen zu können, ist es in erster Linie nöthig, ihre Natur auf das Genaueste zu erforschen und daher möglichst vollständige Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und specifische Umgrenzung dieser Pilzformen anzustellen. Die bis jetzt gewonnenen Resultate sind im Nachfolgenden niedergelegt.

## 1) Entwicklungsgeschichte und Biologie.

Diejenigen beiden *Exoascus*-Arten, welche in der Umgegend von Hamburg am häufigsten und vielleicht auch am verheerendsten auftreten, nämlich *Exoascus alnitorquus* (*Tul.*) *Sadcb.* und *Exoascus Ulmi* *Fuckel*, gaben das Material zu genaueren Untersuchungen ihrer bis jetzt entweder gar nicht, oder, wie von *E. alnitorquus*, unrichtig ermittelten Entwicklungsgeschichte.

---

<sup>1)</sup> Beobachtungen und Untersuchungen über die Pilzvegetation in der Umgegend Hamburgs. Festschrift, Seitens der botanischen Gesellschaft zu Hamburg Sr. Magnificenz Herrn Bürgermeister Dr. Kirchenpauer zur Feier seines fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums gewidmet. Hamburg 1881.

*Exoascus alnitorquus* (Tul.) Sadebeck. — Die bisherigen Untersuchungen <sup>1)</sup> hatten für *E. alnitorquus* zu dem Resultat geführt, „dass die Asken keinem gemeinsamen Hymenium entspringen, sondern jeder Ascus ein Pflänzchen für sich darstelle. Im jüngsten, der Untersuchung zugänglichen Zustande liege in fast jeder Oberhautzelle des inficirten Blatttheiles eine dieselbe ganz ausfüllende, mit stark lichtbrechendem Inhalte versehene Zelle. Diese parasitische Zelle durchbreche mit ihrem weiteren Wachsthum die freie Aussenwand der befallenen Oberhautzelle und das herausgetretene Ende wachse zum Ascus aus. Während seines Wachsthums ziehe dieses das untere in der Zelle steckende Ende etwas mit sich in die Höhe, so dass der erwachsene Ascus mit einem kurzen Ende in dem Lumen der befallenen Oberhautzelle stecke und dieses untere Ende sei durch den Rand der Wunde der durchbrochenen Membran ziemlich stark eingeschnürt.“ Diesem Letzteren entgegen mag gleich an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass *E. alnitorquus* keineswegs innerhalb der Epidermiszellen seine Asken anlegt, wie *Magnus* <sup>2)</sup> glaubte, sondern subcuticulär, wie alle bis jetzt untersuchten *Exoascus*-Arten. Ausserdem aber gaben die oben mitgetheilten Untersuchungen keine Erklärung für die durch *E. alnitorquus* hervorgerufene Infection ganzer Sprosssysteme, welche in der Umgegend von Hamburg ungleich häufiger auftritt, als diejenige Form der Infection desselben Pilzes, welche auf einzelnen Blättern von *Alnus glutinosa* mehr oder weniger grosse, meist blasig aufgetriebene, nach dem Hervorbrechen der Asken aber weiss-grau bereifte Flecken erzeugt. <sup>3)</sup> Diese letztere Form der Infection hatte

1) Magnus, Sitzungsberichte des botanischen Vereins für die Provinz Brandenburg, Sitzung vom 31. Juli 1874, wo auch die frühere Literatur angegeben ist, und in der Hedwigia, 1874. — Ferner Frank, Pflanzenkrankheiten, in der Encyclopaedie d. Naturw., Erste Abtheilung; Handbuch der Botanik, herausgegeben von Professor Dr. A. Schenk, pag. 483. — Man vergl. auch bei Hartig, Baumkrankheiten, 1882, pag. 117 und meine eigenen Angaben vom Jahre 1881 a. a. O.

2) Auf Grund dieser Annahme hatte Magnus (a. a. O.) eine generische Trennung dieses Pilzes von den übrigen *Exoascus*-Arten für nothwendig gehalten und den Namen *Ascomyces Tosquinetti Westendorp* als den richtigeren vorgeschlagen. Wir werden im Folgenden sehen, dass unter diesem Namen zwei morphologisch und biologisch gänzlich verschiedene Pilze zusammengeworfen wurden; beide Pilze aber sind echte *Exoasci*. — Man vergl. meine Mittheilungen im siebenten Tageblatt der 55. Naturforscherversammlung in Eisenach (1882) und im botanischen Centralblatt, 1882, Band XII, pag. 129.

3) Die im südlichen Deutschland häufige, nach meinen Untersuchungen ebenfalls durch *Exoascus alnitorquus* hervorgebrauchte Deformation der weiblichen Kätzchen von *Alnus glutinosa* und *A. incana* ist bis jetzt in der Umgegend von Hamburg noch nicht beobachtet worden.

*Magnus*, als er die Entwicklung des in Rede stehenden Pilzes studirte, allein vorgelegen und es erklärt sich zum Theil hieraus, dass er das Wesentlichste der Entwicklungsgeschichte des Pilzes in der oben mitgetheilten Weise dargelegt zu haben glaubte. Diese Form der Infection<sup>1)</sup> ist auf eine directe Keimung der Sporen zurückzuführen und wird daher niemals im ersten Frühjahr beobachtet, sondern beginnt, wie auch *Magnus* angiebt,<sup>2)</sup> erst im Juni, während die Infection ganzer Verzweigungssysteme sich an der Deformation der Blätter bereits mit dem ersten Hervorbrechen derselben zu erkennen giebt und in günstigen Jahren schon Anfang Mai an den älteren Blättern eines inficirten Zweiges die Ansbildung reifer Asken eingetreten ist.

Indessen zeigt auch die letztere Form der Infection noch zweierlei Modificationen, je nachdem sie an den ersten Frühjahrstrieben oder an den im Laufe des Sommers entwickelten Zweigen auftritt. Im ersten Falle äussert sie sich für das unbewaffnete Auge zuerst darin, dass die in der Entfaltung begriffenen Blätter entweder ganz und gar, oder nur zu einem Theil dunkelroth erscheinen, dadurch bewirkt, dass der wässrige Inhalt der Epidermiszellen, sowie auch der der Zellen der Hypodermis eine violetrothe Färbung erhält, welche bei Zusatz von Alkohol verschwindet, im übrigen aber chemisch noch näher zu untersuchen ist. Diese rothe Färbung erhält sich in den inficirten Blättern lange und ist auch noch deutlich zu erkennen, wenn das Blatt seine definitive Grösse erreicht hat, wobei indessen hervorzuheben ist, dass zum Unterschiede von der unten zu erörternden Modification hypertrophische Bildungen hier nicht stattfinden, oder wenigstens in kaum wahrnehmbarer Weise. Mit dem Hervorbrechen der Asken wird das Blatt, soweit die Infection reicht, wie mit einem leichten Reif überzogen, trocknet jedoch da, wo die Asken die schützende Cuticula abgehoben haben, allmählich aus. Bei der zweiten Modification der Infektion ganzer Sprosssysteme, auf den im Laufe des Sommers entwickelten Zweigen zu beobachten, findet eine Rothfärbung der befallenen Theile des Blattes nicht statt, die ersten Anzeichen der Erkrankung bestehen vielmehr nur darin, dass die befallenen Blätter kraus und wellig werden und hiermit zugleich mehr oder minder bedeutende Hypertrophien erfahren, welche besonders eine gesteigerte Flächenentwicklung des Blattes hervorrufen, so dass ein derartig inficirtes Blatt — namentlich in der vorgeschrittneren Entwicklung des Triebes — bereits durch seine Grösse, meist durch das 2—3fache vor der Grösse der gleichaltrigen Blätter gesunder Zweige

1) Man vergl. S. 94.

2) a. a. O.

ausgezeichnet ist. Die hervorbrechenden Asken ziehen hier dieselben Folgen nach sich, wie bei der ersten, der Frühjahrsmodification, und das der Cuticula zum grössten Theile beraubte Blatt trocknet auch hier allmählich aus; hierbei rollt sich das Blatt — die Oberseite nach innen — etwas zusammen, so dass es die Form einer Mulde erhält, und fällt dann bald ab. Bei anhaltend feuchter Witterung erfolgt ein derartiges Austrocknen natürlich nicht, aber es finden dadurch, dass die hervorbrechenden Asken die schützende Cuticula zum grössten Theile abgehoben haben, die verschiedensten Schimmel- und Spaltpilze Zutritt zu dem inneren Blattgewebe und vollziehen das Zerstörungswerk meist in wenigen Tagen. Sehr bemerkenswerth aber ist es, dass bei dieser Form der Infection die Blätter des inficirten Triebes stets in acropetaler Reihenfolge von dem Parasiten ergriffen werden, so dass man sämtliche Stadien der Deformirung gleichzeitig an einem und demselben Zweige beobachten kann; aber es werden nie sämtliche Zweige eines Baumes von der Infection betroffen, sondern dieselbe beschränkt sich in der Regel nur auf einige, relativ wenige Zweige oder Verzweigungssysteme, von denen aber dann stets ganz ausnahmslos sämtliche Blätter die Erscheinungen der Infection zeigen. Diese Thatsache besonders, alsdann aber auch die schon früher von mir gemachte Beobachtung<sup>1)</sup>, dass bei der Keimung der Sporen unter gewissen Bedingungen fadenförmige Keimschläuche entstehen, erregten mir Zweifel an der Richtigkeit und Vollständigkeit der von *Magnus* gegebenen Entwicklungsgeschichte.<sup>2)</sup>

Die Vermuthung, dass, wie bei den anderen bisher untersuchten *Exoascus*-arten, so auch hier der Entwicklung der Asken diejenige eines Myceles vorangehe, fand bei der darauf gerichteten Untersuchung ihre volle Bestätigung und es konnte das Mycel nicht nur in den Blättern, sondern auch in den Blattstielen und jungen Zweigen nachgewiesen werden. Diese Thatsachen sind nur auf den Flächenansichten losgelöster Epidermis- und Cuticulaheile mit Sicherheit zu beobachten, auf Längs- und Querschnitten aber, welche durch das Blatt geführt worden sind, leicht zu übersehen; es lässt sich hierauf wohl die irrthümliche frühere Ansicht zurückführen, dass dieser *Exoascus*-Art die Entwicklung eines Myceles abgehe. Während aber das Mycelium des *Exoascus Pruni*, *deformans*, *bullatus* und *insititiae* auch in die tiefer gelegenen Gewebeparthien sich verbreitet, findet man das Mycelium des *Exoascus abitorquus*, sowohl in den Blättern als auch in den Blattstielen und jungen Zweigen, ganz ausnahmslos nur subcuticulär, d. h. nur

1) a. a. O.

2) a. a. O.

zwischen den Epidermiszellen und der Cuticula. Dasselbe ist daher in den älteren Zweigen, deren Epidermis bereits durch resistenterere und stärkere Hautgewebeformen ersetzt worden ist, nicht mehr zu finden, sondern mit der Epidermis abgeworfen worden. Wenn aber hierin das Verschwinden des Mycels in den älteren Zweigparthien a priori seine volle Erklärung finden würde, so war doch damit der Nachweis nicht erbracht, dass das Mycel der jüngeren Zweige in der That auch von dem der älteren Theile entstamme. Um dies nachzuweisen, wurden am 2. August 1881 fünf inficirte Erlenzweige zweier strauchartiger Erlen genau bezeichnet und nummerirt, so dass sie im nächsten Jahre wieder gefunden werden konnten; darauf wurde von der oberen Hälfte eines jeden diesjährigen Sprosses je ein kleines Epidermisstückchen sorgfältig herausgeschnitten und die Wundfläche durch einen kleinen, dicht darunter angebrachten Messingring markirt. Jedes der losgelösten Epidermisstückchen wurde ebenfalls nach der Nummer des Zweiges, von welchem es entnommen war, bezeichnet und der Untersuchung unterzogen; dieselbe constatirte in allen fünf Fällen die Anwesenheit des Mycels. Da durch das Loslösen so kleiner Epidermisstückchen das Wachsthum des Zweiges keinerlei Einbusse erlitt, so wurden die jüngsten Triebe derselben Zweige im September 1882 in gleicher Weise markirt und untersucht; auch bei diesen wurde die Anwesenheit des Mycels constatirt. Im September 1883 endlich wurden sämtliche fünf Zweige abgeschnitten und auf das Vorhandensein des Mycels geprüft. Das Resultat der Untersuchung war auch hier bei sämtlichen fünf Beispielen das nämliche; in den älteren Trieben, nämlich denen der Jahre 1881 und 1882 war ein Mycelium weder in einiger Entfernung, noch in der Nähe der im August 1881 und im September 1882 durch je einen Ring bezeichneten Stellen aufzufinden, d. h. also auch nicht an denselben Stellen, an welchen es thatsächlich in den beiden vorhergegangenen Jahren beobachtet worden war, während es in den Trieben des Jahres 1883 leicht nachgewiesen werden konnte. Der Beweis ist somit erbracht, dass das Mycelium — welches übrigens wie dasjenige einer jeden *Exoascus*form sehr wohl characterisirt ist — in die jüngeren Triebe sich ausbreitet, in den älteren Trieben aber verschwindet, da es hier zugleich mit der Epidermis abgeworfen worden ist. Demnach tritt aber jetzt die Frage auf, wo findet die Ueberwinterung des nachgewiesenermaassen perennirenden Mycels statt? Auch diese Frage wurde durch die Untersuchung vorher markirter Zweige zu beantworten gesucht; es wurden im Sommer 1882 und 1883 eine grössere Anzahl von inficirten Zweigen bezeichnet und nummerirt und einzelne derselben Ende October, Mitte Januar, Anfang März und Mitte April beider Jahre der genaueren Untersuchung unterzogen.

Dieselbe ergab, dass das Mycel sich überall bereits in die jüngsten Knospen oder Knospenanlagen verbreitet hatte, während es bereits Ende October nur noch in den jüngsten Trieben desselben Jahres aufgefunden wurde; wir werden daher die jungen, am Ende einer jedesmaligen Vegetationsperiode gebildeten Knospenanlagen als den wesentlichsten Ort der Ueberwinterung des perennirenden Mycels zu betrachten haben.

Als weitere Fragestellung aber ergab sich nun die, ob und in welcher Weise die Asken aus diesem perennirenden Mycel hervorgehen. Zur Beantwortung dieser Frage konnten zwei Wege der Untersuchung eingeschlagen werden, nämlich, entweder die Entwicklungsgeschichte des Pilzes, von der keimenden Spore ausgehend, auf künstlich hergestelltem Nährsubstrat zu verfolgen, oder die Beobachtung der Entwicklung des Mycels in der Nährpflanze selbst.

*Exoascus abitorquus* lässt sich auf künstlichem Nährsubstrat ziemlich leicht zur Keimung und Entwicklung bringen, namentlich, wenn man die Sporen der ersten in der jedesmaligen Vegetationsperiode gebildeten Asken gleich nach ihrer Reife zur Aussaat verwendet. Dagegen sind bis jetzt alle nur erdenklichen Versuche fehlgeschlagen, auch *Exoascus Ulmi* auf einem künstlich hergestellten Nährsubstrat von der keimenden Spore bis zur Askenbildung zu verfolgen. Da aber die Entwicklung des auf künstlichem Nährsubstrat erzeugenen *Exoascus abitorquus* nur einige für den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse unwesentliche Abweichungen von dem in der Nährpflanze selbst stattfindenden Entwicklungsgange zu erkennen gab — die Abweichungen beschränken sich auf die äusserlich weniger ausgeprägte Differenzirung des Mycels bei der Anlage des fertilen Hyphensystems und auf die Lostrennung der ascogenen Zellen aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange —, so mögen im Nachfolgenden besonders die Untersuchungen eingehender mitgetheilt werden, welche die Verbreitung und das Wachstum des Pilzes in der Nährpflanze selbst zum Gegenstande hatten, zumal der Entwicklungsgang des Pilzes auch auf diese Weise lückenlos verfolgt werden konnte.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Eine vorläufige Mittheilung dieser im Wesentlichen bereits im Jahre 1882 abgeschlossenen Untersuchungen habe ich in einem Vortrage auf der Eisenacher Naturforscher-Versammlung gegeben (Tageblatt No. 7 der 55. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Eisenach; auch abgedruckt in dem botanischen Centrablatt. 1882, Band XII, pag. 179 ff.) — In dem darauf folgenden Jahre machte auch noch Brefeld (Untersuchungen über Hefepilze, 1883, pag. 196) eine hierauf bezügliche Mittheilung, die jedoch in ihrem auffallend kurzen Wortlaut meinen ein Jahr vorher veröffentlichten Resultaten kaum etwas hinzufügt. Die ganze Mittheilung

Das in den Knospen der inficirten Zweige überwinternde Mycel nimmt gleichzeitig mit dem Beginn der neuen Vegetationsperiode der Nährpflanze sein Wachstum wieder auf, verbreitet sich aber anfangs nur durch mehr oder weniger vereinzelt Mycelfäden (Fig. 1). Diese einfache Form der vegetativen Entwicklung behält der Parasit fortan auch während der ganzen Dauer der Vegetationsperiode in den jungen Zweigen und in den Blattstielen bei und gelangt so mit der fortschreitenden Entwicklung der inficirten Zweige immer wieder in die jüngsten Parthien derselben. Während also die jungen Zweige allein der vegetativen Verbreitung des Parasiten dienen, findet in den Blättern (resp. in den Fruchtblättern) die weitere Entwicklung des Pilzes zu der Fruchtform statt. Die in das Blatt eintretenden Mycelfäden (Fig. 1) verästeln sich daselbst bald sehr reichlich und gehen mehrfach Anastomosen ein (Fig. 2), worauf die erste Anlage des fertilen Hyphensystems erfolgt (Fig. 3, f). Dieselbe wird eingeleitet durch mehr oder weniger bedeutende Anschwellungen, in der Regel an den Enden der Mycelfäden, seltener auch in den Mitten derselben, worauf stoffliche Differenzirungen stattfinden, denen zu Folge die fertile Hyphe durch ihre Inhaltmassen sehr bald vor dem ursprünglichen Mycel ausgezeichnet wird. Die nun erfolgende sehr reichliche Volumenzunahme der fertilen Hyphe äussert sich in einem ziemlich energischen Längenwachsthum und in reichlichen Verästelungen und hält daher mit dem zu dieser Zeit meist noch sehr ausgiebigen Wachsthum des Blattes der Nährpflanze Schritt, gleichzeitig sich durch vielfache Querwände gliedernd (Fig. 4, f).

Eine in gleicher Weise scharf ausgeprägte Differenzirung der fertilen Hyphe habe ich weder bei der Entwicklung dieses Pilzes in Nährlösungen oder auf Nährsubstrat, noch auch bei den durch Sporenaussaat bewirkten Infectionen beobachten können. Die analogen Vorgänge vollzogen sich in diesen beiden Fällen viel schneller, namentlich auf dem künstlich hergestellten Nährsubstrat, wo das sterile Mycelgeflecht nur zu einer relativ geringen Entwicklung gelangte und stoffliche Differenzirungen bei der Anlage der fertilen Hyphe daher auch weniger hervortraten. Dagegen stimmten die weiteren Stadien der Entwicklung in allen beobachteten Fällen im Wesentlichen überein und wurden daher in der nachfolgenden Schilderung zusammengefasst.

Brefeld's lautet wörtlich folgendermassen: „Dass die Schläuche bei *Taphrina aurea* und *Exoascus Alni* etc. nicht einzelne Pflänzchen darstellen, sondern von Mycelien, die unter der Cuticula der Nährpflanze verlaufen, ungeschlechtlich ihren Ursprung nehmen, will ich hier nur kurz andeuten.“ Die ausführliche Publikation der darauf bezüglichen Untersuchung wird alsdann in Aussicht gestellt.

Die unter der Cuticula sich ausbreitende fertile Hyphę folgt in ihrem Längenwachsthum meist dem Verlauf der Querwände der Epidermiszellen und bedeckt daher diese Querwände, wie dies auf Oberflächenansichten der Epidermis besonders zur Anschauung gelangt, auf den Querschnitten durch das Blatt aber dadurch sich zu erkennen giebt, dass sie in der Regel nur über der zwei Epidermiszellen trennenden Wand zu beobachten ist. Nur bei sehr intensivem Wachsthum, wie namentlich im ersten Frühjahr zeigt die fertile Hyphę diese Beschränkung ihres Verlaufes nicht mehr, sondern beansprucht dann auch noch mehr oder weniger den übrigen Raum unter der Cuticula zu ihrer Ausbreitung (man vergl. Fig. 4). In den älteren Parthien des fertilen Hyphensystems, wo die Gliederung durch Querwände häufiger wird, erfolgt dann die Anlage der ascogenen Zellen (Fig. 4, a) und gleichzeitig hiermit auch die Sistirung des bisherigen Längenwachsthums. Die durch Querwände abgegliederten Zellen der älteren Parthien werden nämlich direct zu ascogenen Zellen; sie runden sich hierbei allmählig ab (Fig. 4, a), geben somit ihren ursprünglichen Zusammenhang auf und werden je nach der Energie der meist auch weiterhin noch stattfindenden Volumenzunahme des Blattes mehr oder weniger von einander entfernt (Fig. 4, a).

Die ascogenen Zellen sind zuerst annähernd kugelig; mit ihrer weiteren Entwicklung aber strecken sie sich senkrecht zur Oberfläche der Nährpflanze und heben dabei einerseits die Cuticula empor, während sie sich andererseits auch nach dem Blattinnern zu verjüngen und zwischen die Epidermiszellen zwängen (Fig. 5). Darauf durchbrechen sie die sie bedeckende Cuticula (Fig. 5, II und III) und gelangen so ans Freie; sie wachsen alsdann zu einer länglich-cylindrischen Zelle aus, welche die Oberfläche der Nährpflanze weit überragt. Wenn die auf diese Weise in ihrer äusseren Gestalt nunmehr sehr veränderte ascogene Zelle ihre definitive Grösse erreicht hat, wird, etwa in ihrem unteren Viertel eine Querwand gebildet, welche den sich nun zum Ascus ausbildenden oberen Theil (Fig. 6, A) von dem denselben tragenden unteren, der Stielzelle (Fig. 6. st) abtrennt. Hierbei treten die plasmatischen Inhaltmassen fast gänzlich in den Ascus über, so dass die Stielzellen in der Regel inhaltsleer erscheinen. In dem Ascus findet darauf die Bildung der Sporen statt, ein Vorgang, dessen genauere Schilderung ich mir bis auf weitere ausführlichere Untersuchungen noch vorbehalten muss; indessen haben die von mir gemachten Beobachtungen, wie sie auf Figur 17 a<sub>3</sub> für *Exoascus bullatus* und auf Figur 20 a<sub>2</sub> und a<sub>3</sub> für *Exoascus turgidus* bildlich wiedergegeben sind, ergeben, dass die Bildung der Sporen

auf eine Theilung der Zellkerne zurückzuführen ist und höchst wahrscheinlich sich in einer im Wesentlichen übereinstimmenden Weise vollzieht, wie die homologen Vorgänge im Embryosack der Angiospermen. Ganz abgesehen davon, dass die Beobachtung der in Theilung begriffenen Kerne die Stadien der Spindelfaserbildung mit Sicherheit constataren konnte (man vergl. Fig. 17 a3 und Fig. 20 a2 und a3), musste die bisherige Annahme über die Bildung der Ascosporen schon deswegen Bedenken gegen ihre Richtigkeit hervorrufen, als mit der Entwicklung der ascogenen Zelle der Zellkern derselben (Fig. 20, etc.), sowie auch seine Bedeutung bei der Bildung der den Ascus von der Stielzelle scheidenden Querwand nachzuweisen ist. Bei der geringen Grösse der hier zur Beobachtung gelangenden Objecte wird ja eine gewisse Vorsicht bei der Untersuchung der in Rede stehenden Vorgänge a priori schon geboten sein; ich füge daher ganz ausdrücklich hinzu, dass die hierauf bezüglichen Zeichnungen (Fig. 17 und 20) nach Alkohol-Präparaten entworfen wurden, welche nach der von *Flemming* und *Strasburger*<sup>1)</sup> empfohlenen Methode mit Safranin Alkohol und Nelkenöl behandelt und in Damarlack eingebettet worden waren. Als optisches Hilfsmittel für die Untersuchung wurde die homogene Immersion  $\frac{1}{18}$  von *Zeiss* verwendet, welche mit Ocular 2 die auf der Tafel dargestellten Vorgänge (Fig. 17 und 20) durchaus deutlich erkennen liess. Die Zeichnung selbst wurde mit Hilfe der *Zeiss*'schen Camera lucida auf das Genaueste angefertigt — d. h. bei einer Vergrößerung von  $\frac{820}{1}$  —, aber behufs der bequemeren Vergleichung mit den übrigen *Exoascus*-formen nachträglich verkleinert auf der Tafel wiedergegeben.

In der Regel finden sich im reifen Ascus 8 Sporen; indessen ist es eine durchaus häufige Erscheinung, dass bereits im Ascus selbst, während er noch geschlossen ist, die Keimung der Sporen erfolgt. Relativ seltener beobachtete ich hierbei die Entwicklung von Keimschläuchen<sup>2)</sup>, ungleich häufiger dagegen hefeartige Conidien, welche

1) *Strasburger*, über den Theilungsvorgang der Zellkerne und das Verhältniss der Kerntheilung zur Zelltheilung, Bonn, 1882, pag. 2: Die Präparate haben in einer Lösung von Safranin in absolutem Alkohol, nachdem diese etwa halb mit destillirtem Wasser verdünnt wurde, 12—24 Stunden zu liegen, worauf man sie in absolutem Alkohol überträgt und hier so lange hin und her bewegt, als noch sichtliche Farbenwolken abgehen. Darauf bringt man die Schnitte in Nelkenöl und, sobald völlig durchtränkt, in kalte Damarlösung, wo sie sich unverändert halten.

2) Man vergl. a. a. O. S. 18.

dann nebst den Sporen den Ascus anfüllen (Fig. 7 A). Derartige Keimungen hefeartiger Conidien finden fast immer bei anhaltend feuchtem und regnerischem Wetter statt, und zwar nicht blos in den Asken von *Exoascus alnitorquus*, sondern vielmehr in den Asken sämtlicher *Exoascus*-Arten, wenn auch bei einigen Arten fast constant oder doch wenigstens häufiger, bei anderen seltener. Es ist daher völlig unrichtig, die in dem noch geschlossenen Ascus bereits stattfindende Bildung von hefeartigen Conidien als Unterscheidungsmerkmal einzelner *Exoascus*-Arten zu verwerthen.

Die Ejaculation der Sporen erfolgt in der Regel durch eine apicale Oeffnung des Ascus (Fig. 7, B); nur seltener wird die Wandung des Ascus seitlich zerrissen oder der obere Theil des Ascus gänzlich abgeworfen.

Die directe Infection gesunder Erlen mittelst der Sporen des *Exoascus alnitorquus* liess sich — nach einer grossen Anzahl vergeblicher Versuche — nachweisen, wenn junge Knospen oder, noch besser, ganz junge Keimlinge als Aussaat-Objecte verwendet werden, welche aus den wenige Wochen vor der Infection angestellten Versuchsaussaaten hervorgegangen waren. Aber es gelingt nur sehr selten, das Eindringen des Keimschlauches ganz direct zu beobachten, da in den jungen Stadien der Knospenentwicklung die Blätter mehr oder weniger von den Hautdrüsen bedeckt erscheinen. In einem der wenigen für die Beobachtung günstigen Fälle, wo das Blatt schon etwas weiter in der Entwicklung vorgeschritten war, war es möglich, an abgelösten Epidermisstücken eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung mit dem Eindringen der Keimschläuche zu constatiren, welche die Conidien von *Phytophthora omnivora* aussenden. Die Keimschläuche krochen auch hier erst eine kleine Strecke auf der Cuticula der Nährpflanze hin und drangen dann in die Zellenwände ein, welche zwei Epidermiszellen von einander trennen.

In einem Falle wurde eine höchst bemerkenswerthe Form der Infection beobachtet. Es waren Erlenkeimlinge, welche während des ganzen Sommers 1883 von jeder Infection fern gehalten und daher auch gesund geblieben waren, am Ende der Vegetationsperiode (10. October 1883) mit Sporen von *Exoascus alnitorquus* überschüttet worden und darauf sich selbst überlassen. Am 12. April 1884 wurde die Infection eines Keimlings an einem noch ganz jungen, kaum 2 cm. langen Blättchen wahrgenommen, welche sich darin äusserte, dass das obere Drittel des letzteren ganz auffallend dunkelroth und geschwollen erschien. Ausserdem bestätigte die Untersuchung abgelöster Epidermis-

<sup>2)</sup> Hartig. Baumkrankheiten. Berlin 1882. S. 44.

stückchen die auf Fig. 4 wiedergegebenen Stadien der Entwicklungsgeschichte des Pilzes auf das Deutlichste.

*Exoascus Ulmi Fwckel.* — Dieser Parasit richtet auf *Ulmus campestris* L. und seinen Formen noch schlimmere Verheerungen an, als *Exoascus alnitorquus* auf seiner Wirthspflanze; es ist daher völlig unbegreiflich, dass dieser höchst gefährliche Pilz bis jetzt beinahe ganz übersehen worden ist; auf *Ulmus effusa Willd.* dagegen ist diese *Exoascusspecies* bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Die Infection äussert sich an der Wirthspflanze dem unbewaffneten Auge in einer z. Th. sehr verschiedenen Weise von derjenigen des *Exoascus alnitorquus*, obgleich der Parasit, soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, sich ebenfalls nur äusserst selten auf ein oder einige wenige Blätter der Nährpflanze beschränkt, sondern meist ganze Zweige oder Sprosssysteme befällt und die einzelnen Blätter derselben in acropetaler Folge ergreift, so dass man auch hier an einem infectirten Zweige sämtliche Stadien der Erkrankung studiren kann. Die Infection des *Exoascus Ulmi* ist keine so auffallende, wie diejenige des *Exoascus alnitorquus*, da die Blätter nicht immer in ihrer ganzen Ausdehnung von den Parasiten ergriffen und von demselben auch nicht hypertrophisch deformirt werden; auch erhalten die Inhaltmassen der Epidermiszellen nicht die röthliche Färbung, wie bei der oben erörterten Frühjahrsmodification der Erlenkrankheit. Immerhin aber ist die Infection daran leicht zu erkennen, dass beim Beginn derselben die Oberflächen etwas wellig gekräuselt werden und darauf blasige Auftreibungen erfahren, welche auch für das unbewaffnete Auge kenntlich sind und mit dem Hervorbrechen der Asken wie von einem leichten Reif überflogen erscheinen. Dabei wird auch die Cuticula theilweise abgehoben, die befallenen Stellen vertrocknen dann ausserordentlich schnell und die Infection giebt sich nach einiger Zeit, z. Th. auch in Folge inzwischen eingetretener Verwesungsprocesse, durch dunkelbraune bis fast schwarze mehr oder weniger grosse Flecken zu erkennen. In diesem Stadium ist die durch *Exoascus Ulmi* hervorgebrachte Zerstörung des Blattes am auffallendsten; später, wenn das Gewebe der befallenen Stellen völlig ausgetrocknet und zerrissen ist, entstehen daselbst Löcher. Nach dem im Wesentlichen übereinstimmenden Verlauf, welchen die äusseren Infectionserscheinungen der Ulme mit den vorher beschriebenen der Erle nehmen, ergab sich die Frage, ob und wie weit die Entwicklungsgeschichte dieser *Exoascus*-Art Uebereinstimmungen zeigt mit derjenigen des *Exoascus alnitorquus*. Da die Sporenaussaat auf Nährsubstrat zu keinem Resultat führte, blieb nur der einzige Weg übrig, die Entwicklungsgeschichte aus der Beobachtung der aufeinander folgenden Stadien auf der Wirthspflanze selbst abzuleiten.

Die Verbreitung des perennirenden Mycels erfolgt in einer durchaus übereinstimmenden Weise wie bei *Exoascus alnitorquus* und der Nachweis hierfür wurde auch in völlig gleichen Versuchsreihen<sup>1)</sup> geführt; auch hier beschränkt sich die Entwicklung der Asken nur auf die Blätter, die Stengel dienen nur zur Verbreitung des vegetativen Mycels. Die weitere Ausbreitung desselben im Blatte (Fig. 8) findet in analoger Weise wie bei *Exoascus alnitorquus* statt, ebenfalls übereinstimmend erfolgt auch noch die Anlage des fertilen Hyphensystems, beginnend mit dem allmählichen Anschwellen einzelner Zellen, besonders der Endzellen (Fig. 9). Gleichzeitig mit der darauf sich vollziehenden Differenzirung des fertilen Hyphensystems nimmt dasselbe eine ausserordentlich kräftige, zunächst allerdings nur rein vegetative Entwicklung und wächst sehr schnell zu grösseren Zellkomplexen aus (Fig. 10f), durch welche die Cuticula des Blattes wellig emporgehoben wird, wie auf abgenommenen Cuticulatheilchen auch mikroskopisch deutlich erkannt werden kann (Fig. 11). Orientirt man das zu beobachtende Präparat so, dass die Cuticula unter das Pilzgewebe zu liegen kommt, so sieht man die Hyphen in den durch sie emporgehobenen Falten gleichsam wie in einer Furche liegen (Fig. 11).

Die Zellen der zu grösseren Zellkomplexen ausgebildeten fertilen Hyphe werden bei Beispielen sehr kräftiger Entwicklung auch fast sämmtlich oder doch wenigstens zum grössten Theile zu ascogenen Zellen (man vergl. Fig. 12 und 13); bei weniger kräftiger Entwicklung treten dagegen in dem fertilen Hyphensystem gewissermassen nochmalige stoffliche Differenzirungen ein, indem auch die benachbarten Zellen ihre Inhaltmassen behufs der Entwicklung der ascogenen Zellen abgeben. Die auf Fig. 15 abgebildeten reifen Asken sind z. B. aus solchen ascogenen Zellen hervorgegangen, welche — *sit venia verbo* — erst auf Kosten mehrerer Nachbarzellen zur weiteren Entwicklung gelangen konnten. In jedem Falle aber behalten die ascogenen Zellen — im Gegensatz zu denen des *Exoascus alnitorquus* — auch im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung ihren ursprünglichen Zusammenhang und runden sich daher auch nicht ab. Bei der ersten Anlage des Ascus (man vergl. Fig. 11 und 13) wölbt sich senkrecht zur Ebene des fertilen Zellenkomplexes und etwa in der Mitte der ascogenen Zelle eine Papille hervor, welche zum Ascus heranwächst. Hierbei gehen sämmtliche plasmatische Inhaltmassen in den sich entwickelnden Ascus über (Fig. 11 und 13), welcher nun sehr bald durch eine Querwand von der ursprünglich ascogenen Zelle abgeschieden wird; die letztere wird

<sup>1)</sup> Man vergl. Seite 97.

hier zur Stielzelle und lehrt uns zugleich ganz im Allgemeinen die morphologische Bedeutung der Stielzellen der Exoasceen kennen.

Die directe Infection gesunder Ulmen mittelst Sporenaussaat ist bis jetzt auch unter den Bedingungen nicht gelungen, unter welchen die Infection der Erlen mittelst Sporen des *Exoascus alnitorquus* relativ leicht erfolgte. Auch die Versuche, welche behufs der Infectionsfähigkeit anderer Arten angestellt worden sind, führten bisher zu keinem Resultat, ausser bei *Exoascus bullatus*, bei welchem jedoch die direkte Beobachtung des Eindringens der Sporen in die Nährpflanze nicht gelang, aber die Infection allerdings in den bereits vorgeschrittneren Stadien constatirt werden konnte.

Die Verwüstungen, welche *Exoascus Ulmi* auf der Wirthspflanze anrichtet, haben aber in der That auch um Hamburg, namentlich in Billwärder, Hamm, hinter Barmbeck und um Flottbeck einen derartigen Umfang erreicht, dass es geboten scheint, das weitere Umsichgreifen der Erkrankungen zu verhindern. Es mag daher darauf hingewiesen werden, dass die im Obigen mitgetheilte Entwicklungsgeschichte auch die erfolgreiche Bekämpfung des Parasiten lehrt. Da das perennirende Mycel nur subcuticular sich ausbreitet und daher in den älteren Trieben zugleich mit der Epidermis abgeworfen worden ist, so ergibt sich, dass ein Zurückschneiden bis auf das vorjährige Holz das perennirende Mycelium entfernen und also dem weiteren Fortschreiten der Krankheit vorbeugen muss. Ein gleiches gilt auch von der Erle, welche von *Exoascus alnitorquus* befallen ist, während beim Weissdorn ein Zurückschneiden bis auf das alte Holz nöthig ist, da das Mycel des *Exoascus bullatus* in den inneren Gewebeparthien der jüngeren Aestchen perennirt.

---

Es ist bereits im Obigen mitgetheilt worden, dass bei sämtlichen *Exoascus*-Arten die Entwicklung hefeartiger Conidienmassen unter ganz bestimmten Bedingungen bereits im Ascus erfolgt, und es ist auch gezeigt worden, dass dieser Vorgang ganz ausnahmslos eintritt, wenn die Asken, welche bereits zur Ausbildung ihres Inhaltes vorgeschritten sind, in Wasser gebracht werden. In solchen Asken gelangen oft nur sehr wenige Sporen zur Entwicklung, und diese wenigen Sporen bilden sofort und ganz unmittelbar Conidien von der Form der Hefespaltungen, welche dann den Ascus mehr oder weniger vollständig anfüllen.

Es drängt sich daher nach dem oben erörterten Entwicklungsgange der *Exoascen* die Frage auf, ob und in welcher Weise dieselben auch in anderen Entwicklungsstadien beeinflusst werden, wenn ihnen ebenfalls destillirtes Wasser, oder, wenn auch in gewisser Verdünnung, gährungsbegünstigende Flüssigkeiten zugeführt werden.

Was zunächst die Keimung der Sporen anlangt, von denen wir ja aus den vorangegangenen Erörterungen wissen, dass sie im normalen Entwicklungsgange Keimschläuche treiben, aus welchen sich ein mehr oder weniger reichlich verzweigtes Mycelium entwickelt, so ist darauf hinzuweisen, dass die Bildung von Keimschläuchen unterbleibt, wenn die reifen Sporen der *Exoascen* in destillirtes Wasser oder gährungsbegünstigende Lösungen gebracht werden, und dass in diesem Falle vielmehr die Sporen sämtlicher *Exoascus*-Arten ganz direct und unmittelbar Conidienfruchtformen erzeugen und zwar in der bei den Hefesprossungen bekannten und ausgiebigen Weise, wie dies zuerst von *De Bary* beobachtet worden ist. Es wird also — unter den eben angeführten Bedingungen — der normale Entwicklungsgang der keimenden Spore reducirt auf die unmittelbare Ausbildung der Conidienfruchtform.

Auch dann, wenn Sporen, welche bereits Keimschläuche entwickelt haben, in die oben bezeichneten Lösungen gebracht werden, unterbleibt die weitere Entwicklung des Mycels meistens ganz plötzlich; an den Enden der Mycelfäden tritt an Stelle des bisherigen Längenwachsthums ebenfalls die Conidienentwicklung ein. Es erfolgt also auch hier eine Verkürzung des normalen Entwicklungsganges bis auf die unmittelbare Erzeugung der Conidienfruchtformen.

Eine gleiche Entwicklungsreduction findet bei allen darauf untersuchten Arten der Gattung *Exoascus* auch dann statt, wenn junge Asken, welche auf der Nährpflanze zur Anlage gelangt sind, in Wasser gebracht werden. Selbst dann, wenn der Ascus bereits seine definitive Grösse erreicht hat, verliert er im Wasser die Fähigkeit der weiteren normalen Entwicklung seines Inhaltes; es unterbleibt in diesem Falle nicht nur die Ausbildung der Sporen, sondern der Ascus wird ganz direct und unvermittelt wieder zur Hyphe, d. h. er erhält wieder den morphologischen Werth eines Hyphefadens und entwickelt an seiner Spitze Conidien (man vergl. den Holzschnitt). Diese Conidienbildungen werden zwar sehr häufig durch mycelartige Aussprossungen der reducirtten Asken eingeleitet, entstehen aber auch nicht selten ganz unmittelbar an der Spitze der Asken; in beiden Fällen erzeugen sie im Weiteren hefeartige Conidien in der ausgiebigsten Weise.



Junge Asken von *Exoascus Carpini*, auf den Epidermiszellen der Nährpflanze im Querschnitt des Blattes gesehen. — Die Asken hatten etwa 24 Stunden in destillirtem Wasser zugebracht und vor dem Einlegen in Wasser zwar ihre definitive Grösse erreicht, waren aber noch nicht zur Entwicklung ihres Inhaltes vorgeschritten. Unter der Einwirkung des Wassers haben sie ein nachträgliches Längenwachsthum erfahren und dadurch etwa das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge erhalten. Die hierbei eingetretene Verschmälerung der Asken giebt sich besonders deutlich bei einer Vergleichung mit den Basalparthieen kund, welche ihre normale Dicke ungefähr beibehalten haben. Bei a, b, c Conidienbildungen. — Vergrößerung 600.

Bei *Exoascus Carpini* findet fast regelmässig der sehr bemerkenswerthe Fall statt, dass die jungen, noch nicht zur Sporentwicklung vorgeschrittenen Asken, welchen destillirtes Wasser oder Regenwasser 12—24 Stunden lang zugeführt worden ist, ein nachträgliches Längenwachsthum erfahren, vermöge dessen sie ungefähr das Doppelte ihrer normalen Länge erreichen, dafür aber auch um die Hälfte dünner werden, als die normal ausgebildeten Asken (man vergl. den Holzschnitt und die Fig. 26). Bei anderen *Exoascen*, z. B. bei *E. almitorqus* findet in solchen Fällen kein nachträgliches Längenwachsthum statt.

Die angeführten Beispiele involviren eine nicht zu unterschätzende Beweiskraft für die allerdings schon von *Brefeld*<sup>1)</sup> ausgesprochene, aber auf andere Begründungen sich stützende Ansicht, dass die Conidienfruchtformen als reducirte Asken, resp. Sporangienformen zu betrachten sind.

Für die Morphologie der *Exoascen* aber ergibt sich hieraus, dass dieselben in jedem ihrer Entwicklungsstadien zu der Bildung der Conidienfruchtformen zurückzukehren vermögen, sowie ihnen einige Zeit lang Wasser oder gährungsbegünstigende Lösungen zugeführt werden.

<sup>1)</sup> Botanische Untersuchungen über Hefenpilze, 1883.

Dass die Conidien der Exoasceen in den für ihre Bildung günstigen Fällen auch in der That die Erscheinungen der alkoholischen Gährung hervorzurufen vermögen, habe ich auf Grund ausgedehnter Untersuchungen nachgewiesen.<sup>1)</sup> Es dürfte demnach und zwar besonders auch mit Rücksicht auf das häufige Vorkommen und die ausserordentliche Verbreitung der Exoasceen kaum mehr in Frage stellen zu sein, dass die *Exoascus*-Conidien einen durchaus thätigen Antheil an den Vorgängen der alkoholischen Gährung nehmen oder doch wenigstens zu nehmen im Stande sind. Andererseits ist allerdings darauf hinzuweisen, dass auch die Sporen vieler anderer Pilzfamilien unter bestimmten, mit den oben bezeichneten nahezu übereinstimmenden Bedingungen den normalen Entwicklungsgang ebenfalls bis auf die Conidienfruchtform zu reduciren vermögen, wie mehrere neuerdings eingeleitete und später näher zu erörternde Untersuchungen ergeben haben.<sup>2)</sup>

---

<sup>1)</sup> a. a. O.

<sup>2)</sup> Man vergl. auch bei Th. Bail, Regensburger Flora 1857, wo zuerst dem Gedanken Ausdruck gegeben ist, dass „die gährungsfähigen Flüssigkeiten den gewöhnlichen Keimungsact vieler Fortpflanzungsorgane zur Sprossung oder, was dasselbe heisst, zur Hefenbildung modificiren“ und „die Hefenzellen nicht selbstständige Pilze sind“. (Neuerdings abgedruckt in der Botanischen Zeitg. vom 23. Mai 1884: „Ergänzung und Berichtigung zu Brefeld's Behandlung der Gährungsfrage“ von Th. Bail.) — Man vergl. auch bei Brefeld a. a. O. und in Nr. 154 der Nachrichten aus dem Club der Landwirthe.

## 2) Zusammenstellung der bis jetzt um Hamburg beobachteten Arten.

Bei den bedeutenden Verheerungen, welche die Gattung *Exoascus* gerade um Hamburg an den Wirthspflanzen hervorbringt, war es nicht bloß von wissenschaftlichem, sondern auch von weiterem Interesse, zu erfahren, welche und wie viele Species der Gattung *Exoascus* hierbei in Frage kommen. Leider bestand unter den Autoren in der Begrenzung und Beurtheilung der einzelnen Arten eine so geringe Uebereinstimmung, namentlich bezüglich des *Exoascus deformans*, *abitorquus* und *Betulae*, dass eine erneute Untersuchung nothwendig war, wenn die Lösung der Frage in Angriff genommen werden sollte. Da nun, wie schon mitgetheilt, die Infectionsversuche ihrer grösstentheils negativen Resultate wegen zu einer kritischen Umgrenzung der Arten nicht verwendet werden konnten, so blieb nur der Weg der vergleichenden Untersuchung der ausgebildeten Formen und ihrer Entwicklungsgeschichte. Die Untersuchung führte hierbei zu dem Resultat, dass die Verschiedenheiten der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge und der äusseren Form bedeutend genug waren, um ohne Weiteres für die Umgrenzung der Arten verwendet werden zu können. Die Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchungen sind in der nachfolgenden „Systematik der Gattung *Exoascus*“ zusammengefasst.

### ***Exoascus* Fuckel.<sup>1)</sup>**

(Enumerat. Fung. Nassov., pag. 29.)

#### Charakter der Gattung:

Parasitische Ascomyceten, deren cylindrische Asken zu einem Fruchtkörper nicht vereinigt sind, sondern in grosser Anzahl und meist dicht aneinander gedrängt die Blätter oder Blüthen des befallenen Pflanzentheiles bedecken, nachdem sie — da sie nur zwischen den

<sup>1)</sup> Diese Gattung ist die einzige Vertreterin der Familie der Exoasceen. Eine etwas gedrängtere Zusammenstellung derselben habe ich vor einigen Wochen Herrn Dr. G. Winter auf dessen Wunsch bereits mitgetheilt für die von demselben in der 2. Auflage von Rabenhorst's Kryptogamenflora bearbeitete Abtheilung der „Pilze“. Man vergl. daselbst I. Bd., II. Abth. (14. Lieferung), pag. 3—11.

Epidermiszellen und der Cuticula zur Anlage gelangen — entweder die Cuticula durchbrochen oder von den Epidermiszellen abgehoben haben. In den Asken gelangen in der Regel 8 Sporen zur Ausbildung, welche durch eine meist apicale Oeffnung aus den Ascus heraustreten, häufig<sup>1)</sup> aber auch schon im Ascus selbst keimen, bevor derselbe sich geöffnet hat. In diesem Falle findet nur relativ selten die Entwicklung von Keimschläuchen statt, ungleich häufiger werden hierbei Conidien von der Form hefeartiger Sprossungen gebildet, welche dann in grosser Anzahl den Ascus erfüllen und zu dem Irrthum Veranlassung werden können, als seien sie selbst die Sporen und der Ascus also polyspor. Diese hefeartigen Conidien unterscheiden sich durch die meist sehr deutlich ausgesprochene länglich-ovale Form von den kugeligen Ascosporen. Ausser durch die Sporen wird die Erhaltung der Art noch durch ein intercellular im Gewebe der Mutterpflanze perennirendes resp. überwinterndes Mycelium gesichert, welches gleichzeitig mit dem Beginn der neuen Vegetationsperiode der Nährpflanze sein Wachstum wieder aufnimmt, sich in die jungen Triebe verbreitet und in den Blättern resp. Fruchtblättern die fertilen Hyphen entwickelt, aus welchen die Asken hervorgehen.

### I. Eintheilung.

A. Das Mycelium perennirt in den inneren Gewebetheilen der Nährpflanze und breitet sich im Frühjahr auch nur in den inneren Gewebetheilen der jungen Triebe aus; dagegen entsendet es ungefähr gleichzeitig mit dem Beginn der neuen Vegetationsperiode der Nährpflanze in die in der Entwicklung begriffenen jungen Blattorgane derselben Verzweigungen bis zur Epidermis, wo die Anlage des fertilen Hyphensystems subcuticular, zwischen Epidermis und Cuticula erfolgt. Die fertile Hyphe geht in übereinstimmender Weise wie bei *Exoascus alnitorquus* ganz und gar in der Bildung von Asken auf; dieselben stehen dicht aneinander gedrängt und werden zur Zeit der Sporentwicklung von einer Stielzelle getragen, welche durch eine Querwand von dem Askus geschieden ist.

- 1) *Exoascus Pruni* *Fuekel* (l. c. pag. 29.)
- 2) *E. bullatus* (*Berk. & Broome*) *Fuekel*.
- 3) *E. Insititiae* *Sadebeck* *nov. spec.*
- 4) *E. deformans* (*Berk.*) *Fuekel*.

<sup>1)</sup> Man vergl. S. 101, 106 u. s. w.

B. Das Mycelium perennirt nur subcuticular und breitet sich mit dem Beginn der neuen Vegetationsperiode der Nährpflanze auch in den jungen Trieben nur zwischen den Epidermiszellen und der Cuticula aus, woselbst auch — jedoch nur in den Blattorganen — die Anlage des fertilen Hyphensystems erfolgt.

a. Die fertile Hyphe geht ganz und gar in der Bildung von Asken auf.

aa. Die Asken werden von einer Stielzelle getragen.

5) *E. alnitorquus* (Tul.) Sadebeck.

6) *E. turgidus* Sadebeck *nov. spec.*

7) *E. flavus* Sadebeck *nov. spec.*

8) *E. Betulae* Fuekel.

bb. Eine Differenzirung von Ascus und Stielzelle findet nicht statt.

9) *E. aureus* (Pers.) Sadebeck.

*E. coeruleus* (Desmar. & Mont.) Sadebeck.

10) *E. Carpini* Rostr.

b. Nur ein Theil des fertilen Hyphensystems wird zur Bildung der Asken verwendet; dieselben stehen daher nicht dicht aneinander gedrängt, sondern mehr oder weniger zerstreut, die Stielzelle wird durch die den Askus tragende Hyphenzelle, ihrer entwicklungsgeschichtlichen Bedeutung nach zugleich die ascogene Zelle, dargestellt, welche nie zwischen die Epidermiszellen eindringt.

11) *E. epiphyllus* Sadebeck *nov. spec.*

12) *E. Ulmi* Fuekel.

## II. Charakteristik.

1) ***E. Pruni*** Fuekel (l. c. pag. 29) (Fig. 16).

Synon.: *Taphrina Pruni* Tul. (in Ann. sc. nat., V. Ser., 5. Bd., pag. 129).

Excicc.: *Fungi rhenani* 1081; *Künze*, *Fungi selecti* 167; *Rabenhorst*, *Fungi europ.* 1167; *Rehm*, *Ascomyceten* 130; *v. Thümen*, *Fungi austriac.* 504; *Thümen*, *Mycothec.* 876; *Mycoth. March.* 147, 339.

Die Asken sind 40—55  $\mu$  lang und 8—15  $\mu$  dick; die Stielzelle ist 10—16  $\mu$  hoch und bedeckt mit einer etwa 8  $\mu$  breiten Basis die Epidermiszellen, dringt aber nicht zwischen dieselben hinein. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von ungefähr 4,5  $\mu$ .

Erzeugt die sogenannten „Narren“ oder „Taschen“ von *Prunus domestica*, *Padus* und *spinosa*, hypertrophische Deformationen des Fruchtknotens, auf dessen Epidermiszellen die Asken zu Entwicklung gelangen.

Hie und da in Obstgärten, z. B. in Flottbeck an mehreren Stellen, bei Harburg, in Winterhude u. s. w.

Juni, seltener schon im Mai.

2) ***E. bullatus*** (*Berk. & Broome*) *Fuekel* (Fig. 17).

Synon.: *Oidium bullatum* *Berk. & Broome* (in Journ. horticult. Soc. of London t. IX [1854], pag. 48—51).

*Ascomyces bullatus* *Berk.* (Introd. to Crypt. Bot. pag. 284).

*Ascosporium bullatum* *Berk.* (Outl. pag. 444, Taf. I, Fig. 9, b).

*Taphrina bullata* *Tulasne* (l. c. pag. 127).

*Exoascus bullatus* *Fuekel* (Symb. II, Nachtr. pag. 49).

Exsicc.: *Fuekel*, Fungi rhenani 2551: v. *Thümen*, Fung. austr. 972, 1056.

Die Asken sind 25—35  $\mu$  lang und 8  $\mu$  breit, die Stielzelle ist 6—8  $\mu$  hoch und etwa ebenso dick; sie dringt nicht zwischen die Epidermiszellen ein. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von ca. 4,5  $\mu$ .

*E. bullatus* entwickelt die Asken auf den Blättern und Blüten von *Crataegus*, seltener auf denen von *Pirus communis* und erzeugt auf den Blättern von *Crataegus* zuerst röthliche Anschwellungen und Blasen, welche später, nach dem Hervorbrechen der Asken wie mit feinem Reif bedeckt erscheinen. Die übrigens nicht durchweg an den von dem Parasiten befallenen Blättern beobachtete rothe Färbung der inficirten Stellen hat hier dieselbe Ursache wie bei *E. alnitorquus* (man vergl. pag. 95) und ist also auf die Rothfärbung der Inhaltmassen der Epidermiszellen zurückzuführen. Auf den Blättern von *Pirus communis* ruft der Parasit wohl ebenfalls blasige Anschwellungen hervor, aber keine röthliche Färbung; die inficirten Stellen werden vielmehr dunkelbraun oder gänzlich schwarz. Das perennirende Mycel dringt entweder gar nicht, oder nur ganz vereinzelt in den inneren Gewebe des Blattes vor; in den Blättern findet vornehmlich nur das fertile Hyphensystem zwischen Cuticula und Epidermiszellen seine Verbreitung. Daher ist zu der Zeit der Askenbildung ein Zusammenhang der Asken mit dem ursprünglichen vegetativen Mycel nicht mehr oder nur sehr selten zu erkennen, wodurch *E. bullatus* auch entwicklungsgeschichtlich von *E. Pruni*, *deformans* und *Institiae* gut unterschieden ist.

Hexenbesenbildungen werden am Weissdorn nur äusserst selten durch diesen Parasiten veranlasst, ich selbst habe nur eine einzige derartige Deformation am Hornerweg in Hamm beobachtet. Dieselbe war ausgezeichnet einerseits durch die höchst auffallenden Hypertrophien, welche die Hauptachse besonders an ihrer Basis erfahren hatte, andererseits durch die ausgeprägt negativ-geotrope Richtung der Zweige zweiter und dritter Ordnung. Dieses bis jetzt vielleicht als Unicum zu bezeichnende Exemplar eines Hexenbesens von *Crataegus Oxyacantha* ist dem botanischen Museum einverleibt worden.

Abgesehen von dieser Hexenbesenbildung tritt die Infection des *E. bullatus* um Hamburg am Weissdorn in der verheerendsten Weise auf (man vergleiche oben), nur sehr selten dagegen auf *Pirus communis* und ist um Hamburg bis jetzt nur auf dem wilden Birnbaume beobachtet worden.

April, Mai; nur in sehr ungünstigen Jahren noch im Juni.

### 3) *E. Insititiae* Sadebeck nov. sp. (Fig. 18).

Die Asken erreichen eine Länge von  $25\ \mu$  und sind  $8\text{--}10\ \mu$  dick, die Stielzelle ist etwa  $8\ \mu$  hoch und oben  $8\text{--}10\ \mu$  breit, verjüngt sich aber etwas nach unten und ragt zu einem kleinen Theile zwischen die Epidermiszellen hinein. Die Ascosporen enthalten etwa  $3,5\ \mu$  im Durchmesser.

Erzeugt die Hexenbesen von *Prunus insititia*<sup>1)</sup> und entwickelt die Asken auf der Unterseite der Blätter des Hexenbesens; dieselben erscheinen daher unterseits wie von einem dünnen Reif überzogen, während sie oberseits wellig gekräuselt werden.

Um Hamburg sehr selten; bis jetzt nur an drei Bäumen in Billwärder beobachtet. Ein Exemplar eines solchen Hexenbesens befindet sich in der pathologischen Abtheilung des botanischen Museums.

April, Mai; selten noch im Juni.

1) Ist auch schon von Rostrup auf Fünen beobachtet, aber zu *E. deformans* gezogen worden. Botan. Centralbl. 1881, V. Band pag. 154 (Wissenschaftl. Original-Mittheilungen): — „ich habe seit mehreren Jahren die Entwicklung von Hexenbesen an einer cultivirten *Prunus insititia* verfolgt und fand, daß die Ursache hier ein *Exoascus* war, welcher jedoch mit der Art, die die bekantene Taschen der Pflaumen hervorbringt, nicht identisch zu sein scheint, welche letztere auch nicht an dem beobachteten Baume vorkam. Der betreffende Baum trug eine beträchtliche Anzahl grösserer und kleinerer Hexenbesen, deren Menge mit jedem Jahre zunahm. Die Art scheint eher wie schon früher angegeben, (*Tidsskrift for Skovbrug*, IV, pag. 155) zu *Exoascus deformans* Fockel gebracht werden zu müssen. Im letzten Sommer habe ich mehrere solcher Bäume an verschiedenen Orten auf Fünen beobachtet.“

4) ***Exoascus deformans*** (*Berk.*) *Fuckel.* (Fig. 19.)

Synon.: *Ascomyces deformans* *Berk.* (Introd. to Crypt. Bot. pag. 284.

*Ascosporium deformans* *Berk.* (Outlines, pag. 449).

*Taphrina deformans* *Tul.* (l. c., pag. 128).

*Exoascus deformans* *Fuckel* Symb., pag. 252).

*Exoascus Wiesneri* *Rathay* (in Österr. bot. Ztg. 1880, No. 7 und im LXXXIII. Bande der Sitzb. d. K. Akad. d. Wissensch. I. Abthl. März-Heft. Jahrg. 1881).

Exsicc.: *Fungi rhenan.* 2063, 2275. *Kunze*, *Fungi selecti* 168, 274. *Rabh.*, *Fungi europ.*, 2035. *Rehm*, *Ascom.* 370, 628. *Mycotheca* March 192.

Die Asken brechen in der Regel auf der Unterseite der Blätter hervor und sind durch ihre aufrechte, schlanke Gestalt vor denen aller übrigen *Exoascus*-Arten ausgezeichnet (Fig. 19); sie sind 35—50  $\mu$  lang, aber nur 5—7  $\mu$  dick, die noch dünnere Stielzelle ist 10—16  $\mu$  hoch und höchstens 5  $\mu$ , meist aber nur 1,5—2  $\mu$  dick. Trotz ihres relativ spitzen unteren Endes dringen die Stielzellen nicht zwischen die Epidermiszellen ein, sondern sitzen denselben auf. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von 3—5  $\mu$ .

Diese weit verbreitete Art erzeugt sowohl die Hexenbesen von *Prunus avium*, *Cerasus*, *Chamaecerasus* und *domestica*, als auch — nach den Angaben der Autoren — die um Hamburg noch nicht beobachtete sog. Kräuselkrankheit von *Persica vulgaris* und *Amygdalus communis*.

Die Infection der Kirschbäume beschränkt sich in der Regel nur auf einen Ast und dessen Verzweigungssystem, an dessen Basis eine ganz auffallende Geschwulst den Beginn der Erkrankung anzeigt, während sowohl die Hauptachse des inficirten Astes als auch alle weiteren Verzweigungen desselben, die bereits mehrfach beschriebenen negativ-geotropen Krümmungen erfahren.<sup>1)</sup> Ein höchst auffallender Hexenbesen in Horn bei Hamburg wurde im Jahre 1883 am 8. Mai, im Jahre 1884 aber schon am 6. April beobachtet, an welchen beiden Beobachtungstagen die Infection ungefähr zu gleichen Stadien vorgeschritten war. Dieselbe gab sich schon von der Ferne durch die

1) Rathay, über die Hexenbesen der Kirschbäume und über *Exoascus Wiesneri* *Rathay*. Sitzungsber. d. Wiener Akademie der Wissenschaften, Bd. LXXXIII, Abth. I, Märzheft 1881. — Kutsomitopulos, Beitrag zur Kenntniss des *Exoascus* der Kirschbäume. Sitzungsber. d. medic. physik. Soc. z. Erlangen, Sitzung vom 11. Decbr. 1882.

röthliche, zum Theil fast dunkelrothe Färbung der Blätter zu erkennen, welche bereits völlig entfaltet waren, während die Blätter der nicht inficirten Aeste sich noch in den ersten Zuständen der Knospenentwicklung befanden. Dagegen waren die Blüthen der gesunden Aeste in reichlichster Anzahl zur Entwicklung gelangt, diejenigen der inficirten Aeste aber ihrer Anlage und Entwicklung nach mit ganz vereinzelt Ausnahmen fast gänzlich zurückgeblieben. Die Asken dieses Hexenbesens gelangten 1883 erst am 25. Mai zur Reife.

Sehr häufig tritt die Infection auch auf den Wurzeltrieben auf.

Um Hamburg nicht so sehr verbreitet, wie im mittleren Deutschland. Hausbruch bei Harburg, Hamm, Mühlenkamp, Flottbeck, Eidelstädt, u. s. w.

April-Juni.

5) **E. alnitorquus** (*Tul.*) *Sadebeck* (Fig. 6).

Synon.: *Taphrina alnitorqua Tul.* (in Ann. sc. nat. V. Sér., 5. Bd., pag. 130).

*Ascomyces Tosquinetii Westd.* (in Bullet. de l'Académie royale de Belgique, II. Sér., tome XI, pag. 655, pro parte).

*Exoascus Alni de By.* (in *Fuehls* Symbolae pag. 252, pro parte).

Die Exsiccaten sind durchweg unsicher, nur dann, wenn die Deformation der weiblichen Kätzchen durch dieselben demonstrirt wird, ist *E. alnitorquus* als solcher sicher zu bestimmen.

Die Asken erreichen eine Länge von 31—37  $\mu$  und eine Dicke von 6—7  $\mu$ ; die Stielzelle ist 11—20  $\mu$  hoch und 6—7  $\mu$  dick, spitzt sich nach unten etwas zu und ragt fast mit ihrer ganzen Länge zwischen die Epidermiszellen hinein. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von 3—5  $\mu$ .

Ruft an den Schuppen der weiblichen Kätzchen von *Alnus glutinosa* und *incana* Gewebewucherungen hervor, welche den hypotrophischen Deformationen der sog. Narrentaschen von *Prunus domestica* u. s. w. vergleichbar sind; noch häufiger in den Zweigen und Blättern von *Alnus glutinosa* und *Alnus glutinosa*  $\times$  *incana*, aber nach den bisherigen Beobachtungen nicht auf den vegetativen Theilen von *Alnus incana*.<sup>1)</sup>

Die häufigste aller *Exoascus*-Arten, welche wohl kaum fehlen dürfte, wo *Alnus glutinosa* ein kräftiges Gedeihen findet; dagegen ist es zu bemerken, dass die in den meisten deutschen Gebirgen ziemlich häufige Deformation der weiblichen Erlenkätzchen um Hamburg noch nicht beobachtet worden ist.

April—October.

<sup>1)</sup> Man vergleiche auch S. 94, ff.

6) *E. turgidus* *Sadebeck nov. spec.* (Fig. 20).

Synon.: *Taphrina betulina* *Rostr.* (in *Botan. Centralblatt* XV, pag. 149).

Die durch ihre Grösse vor denen der vorigen Arten ausgezeichneten Asken sind 46—50  $\mu$  lang, etwa 15  $\mu$  dick und haben eine Stielzelle von ca. 17  $\mu$  Höhe, welche sich jedoch mitunter bis 30  $\mu$  verlängern kann. Die Stielzelle, welche an der den Aseus abtrennenden Scheidewand ca. 15  $\mu$  dick ist, verjüngt sich kegelförmig nach unten und dringt tief zwischen die Epidermiszellen ein. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von 3—4  $\mu$ .

Erzeugt auf den Birken die „Nester“ oder „Hexenbesen“, welche durch die erheblichen Hypertrophien des inficirten Zweiges schon von Weitem auffallen. Die Anlage der Asken erfolgt — soweit die bisherigen Beobachtungen reichen — allein auf der Unterseite der Blätter, welche mit dem Hervorbrechen der Asken wie von einem dichten, grauweißen Reif bedeckt erscheinen.

Die Oberseiten der Blätter werden dagegen nur von dem vegetativen Mycel durchzogen und ebenso auch die Oberseiten der Blattstiele, d. h. die der Blattoberseite gleichsinnigen Theile der Blattstiele, während auf den Unterseiten der Blattstiele Mycelfäden überhaupt nicht gefunden wurden.

Die Oberseiten der Blätter erleiden hierbei ebenfalls mehr oder weniger bedeutende Veränderungen; sie werden fast immer wellig kraus, verlieren das frische Grün des gesunden Blattes und erhalten einen ziemlich auffallend dunklen Ton.

Um Hamburg an mehreren Stellen; Eppendorf, Winterhude, Hohenfelde, Hamm, Billwärder, u. s. w.

Mai — August.

7) *E. flavus* *Sadebeck nov. spec.* (Fig. 21).

Synon.: *Ascomyces Tosquinetti* *Westend.* (in *Bullet. de l'Académie royale de Belgique*. II. Ser. tome XII, pag. 655. pro parte).

*Exoascus Alni* *De Bary* (in *Fuchs's*, *Symbol.* pag. 252. pro parte).

Die Exsiccaten sind wie bei *E. ahitorquus* durchweg unsicher, da in manchen Sammlungen unter gleichen Namen das eine Mal *E. flavus*, das andere Mal *E. ahitorquus* angegeben ist.

Die durch gelbliche Inhaltmassen charakterisirten Asken sind 41—55  $\mu$  lang und ca. 15  $\mu$  dick. Die Stielzelle ist 18—22  $\mu$

hoch und ziemlich ebenso dick, sie ist etwas abgerundet und bedeckt mit breiter Basis die Epidermiszellen, dringt aber nicht zwischen dieselben ein. Die Ascosporen sind relativ sehr gross und haben einen Durchmesser von etwa  $6,5 \mu$ .

Diese bisher verkannte und übersehene Art erzeugt auf der Unterseite, seltener auch auf der Oberseite der Blätter von *Alnus glutinosa* gelbe, rundliche Flecken von 2—4 mm Durchmesser und ist nach meinen Beobachtungen überall verbreitet, namentlich auch in den mitteldeutschen Gebirgen.

Um Hamburg ebenfalls fast überall auf *Alnus glutinosa*.

Juni—August. Anfang September nur noch vereinzelt.

Wenn auch die Bezeichnung „*Exoascus flavus*“ für diese bisher nicht erkannte Art allerdings erst in der Sitzung der botanischen Gesellschaft vom 26. October 1882 (man vergl. die Sitzungsberichte der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg) zum ersten Male von mir vorgeschlagen und angewendet worden ist, so ist doch auf diesen zweiten Erlen-*Exoascus* bereits auf der Naturforscherversammlung zu Eisenach <sup>1)</sup> ganz ausdrücklich aufmerksam gemacht worden: „die im Weiteren zu besprechenden Untersuchungen stellten zunächst fest, dass in den Blättern der Erle zwei *Exoascus*-Arten Schmarotzen, von denen der eine stets nur gelbliche Flecken auf der Unterseite der Blätter erzeugt und gelblich gefärbte Inhaltmassen führt, ganz übereinstimmend mit *Exoascus Populi*, der andere dagegen völlig farblose Inhaltmassen enthält und in der Regel sich über ganze Zweige oder Verzweigungssysteme einer Vegetationsperiode verbreitet.“ Ausserdem habe ich daselbst, mehr gegen den Schluss meiner Mittheilung hin, gesagt: „Hieraus ergibt sich aber andererseits, daß die von *Magnus* vorgeschlagene Abtrennung der Gattung *Ascomyces* für den besprochenen Erlen-Parasiten nicht weiter zu rechtfertigen ist und es daher angezeigt erscheint, die Bezeichnung *Exoascus Alni* wieder einzuführen. Dagegen musses zur Zeit noch als unentschieden betrachtet werden, ob der die gelblichen Flecken auf der Unterseite der Erlenblätter erzeugende *Exoascus* mit *Exoascus Populi* (*Taphrina aurea*) identisch ist oder nicht, da directe Versuche bebufs der Entscheidung dieser Frage noch nicht zum Abschluss gebracht werden konnten.“

Wenn *Brefeld* <sup>2)</sup> sich mit Bezug auf diese eben angeführten Stellen äussert: „Dass *E. Alni* und *E. Populi* (*Taphrina aurea*) verschiedene Formen sind, was *Sadebeck* unentschieden lässt, geht schon aus den oben angegebenen Beobachtungen hervor,“ so stellt sich bei einer Vergleichung der *Brefeld*'schen Bemerkung mit dem Wortlaute meiner Mittheilung das Irrthümliche der *Brefeld*'schen Angaben sofort heraus, zumal von mir gerade die Verschiedenheit dieser beiden Arten betont worden ist.

1) Aus dem Tageblatt No. 7 der 55. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte zu Eisenach, 1882.

2) Botanische Untersuchungen über Hefenpilze, pag. 197.

8) **E. Betulae** *Fuckel* (Symbolae Nachtr. II, pag. 49) (Fig. 22).

Synon.: *Ascomyces Betulae* *Magnus* (in *Rabh.*, Fungi europ. 2734).

Exsicc.: *Fuckel*, Fungi rhen. 2553; *Kunze*, Fungi sel. 370; *Rabh.*, Fungi europ. 2734; *Rehm*, Ascom. 626; *Thümen*, Fungi anstr. 1159.

Die Asken sind etwa 25—35  $\mu$  lang und 8—10  $\mu$  dick; die Stielzelle ist 8—12  $\mu$  hoch und häufig etwas dicker als der Ascus, dringt aber nicht zwischen die Epidermiszellen ein, sondern bedeckt dieselben mit einer mehr oder weniger breiten Basis. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von 3—4  $\mu$ .

Ruft auf der Oberseite der Blätter von *Betula alba* anfangs blasig-aufgetriebene Stellen hervor, welche zur Reifezeit der Asken, nachdem die Cuticula des Blattes durch dieselben abgehoben worden ist, gelbliche Flecken oder Pusteln bilden.

Um Hamburg stets nur vereinzelt; Winterhude, Harburg, Billwälder u. s. w.

Juni — August.

9) **E. aureus** (*Pers.*) *Sadebeck*. (Fig. 23).

Synon.: *Erineum aureum* *Pers.* (Synopsis., pag. 700).

*Erineum populinum* *Schum.* (Enum. II, pag. 446).

*Taphrina aurea* *Fries* (Observ. I, pag. 217).

*Taphrina populina* *Fries* (Syst. myc. III, pag. 520).

*Exoascus Populi* *Thüm.* (in *Hedwigia* 1874, pag. 98).

Exsicc.: *Kunze*, Fungi sel. 169, 275; *Rabh.*, Fungi europ. 2350;

*Rehm*, Ascomycetea 273; *Thümen*, Mycoth. 80, 1461; Mycoth. march. 61.

Die durch ihre gelblichen Inhaltmassen ausgezeichneten und darin mit denen des *E. flavus* übereinstimmenden Asken erreichen bei der Reife eine Länge von 92—105  $\mu$  und sind an dem die Epidermis der Nährpflanze überragenden, also freien Theile 16—25  $\mu$  dick, also die grössten aller bis jetzt beobachteten *Exoascus*-Arten. Sie drängen mit einem durch eine Scheidewand nicht abgetrennten Stiel von 30—50  $\mu$  Länge zwischen die Zellen der Epidermis und theilweise auch des Hypoderms ein, daselbst sich an ihrem unteren Ende bis auf ca. 8  $\mu$  verjüngend; so besonders in den inficirten Carpellen von *Populus tremula*, auf dessen Parasiten sich die angegebenen Maasse beziehen. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von 4  $\mu$ , keimen jedoch sehr häufig bereits im Ascus zu hefeartigen Conidien, welche dann in mehr oder weniger grosser Anzahl den Ascus anfüllen.

*E. aureus* veranlasst Gewebewucherungen der Carpelle von *Populus tremula* und *alba*, welche in Folge dessen etwa das Doppelte

ihrer normalen Grösse erreichen und mit dem Hervorbrechen der Asken von einem goldgelben Reif überzogen werden. Auf den Blättern von *Populus nigra* erzeugt der Pilz blasig aufgetriebene Stellen, zur Reifezeit der Asken goldgelbe Flecken oder Pusteln; letztere bis Anfang October zu beobachten.

Auf den Blättern von *Populus nigra* um Hamburg durchaus häufig. Sehr selten dagegen auf den Carpellen von *Populus tremula* beobachtet, um Hamburg bis jetzt nur an einer Stelle am Bramfelder Teiche.

Juni — October, auf den Carpellen im April.

Dieser Art nahe verwandt ist *Exoascus coerulescens* (*Desmar. et Mont.*) *Sadebeck*, die einzige um Hamburg noch nicht beobachtete deutsche *Exoascus*-Species. Die Asken dieser Art sind 55—70  $\mu$  lang, 15—20  $\mu$  dick und dringen mit ihrem unteren Ende bisweilen bis 25  $\mu$  tief zwischen die Epidermiszellen ein, wobei sie sich sehr beträchtlich verjüngen, während sie in anderen Fällen kaum 10  $\mu$  tief in das Gewebe der Nährpflanze eindringen und relativ stumpf endigen. Die Ascosporen keimen fast ausnahmslos bereits in dem Ascus, während die Inhaltmassen desselben in der Differenzirung begriffen sind; daher sind die reifen Asken stets mit einer Unzahl kleiner ellipsoïdischer hefeartiger Coudien angefüllt (Fig. 24).

Auf den Blättern von *Quercus pubescens* blasig aufgetriebene Stellen und später mehr oder weniger grosse Flecken erzeugend, welche oft beinahe eine ganze Blatthälfte überziehen und deformiren. Im südlichen und westlichen Deutschland stellenweise; aber nirgends in bedrohlicher Weise auftretend.

Juli, August.

10) **E. Carpini** *Rostr.* (In Botan. Centralbl. V. Bd. [1881] pag. 154) (Fig. 25).

Die Asken, welche nur auf der Unterseite des Blattes zwischen den Blattrippen zur Ausbildung gelangen, sind ca. 25  $\mu$  lang, 8—12  $\mu$  dick und verbreitern sich zu einer etwa 20—24  $\mu$  Durchmesser enthaltenden Basis, mit welcher sie die Epidermiszellen bedecken. Die Ascosporen haben einen Durchmesser von ca. 4  $\mu$  und keimen ebenfalls zu einem grossen Theile bereits im Ascus, wenn derselbe noch geschlossen ist.

Erzeugt auf *Carpinus Betulus* die bekannten „Nester“ oder „Hexenbesen“, deren wellig gekräuselte Blätter sich durch ihre intensiv gelbe Färbung von den grünen Blättern der gesunden Zweige deutlich abheben.

Um Hamburg bis jetzt nur bei Flottbeck und Volksdorf häufiger beobachtet; scheint im westlichen und südlichen Deutschland, namentlich in den gebirgigen Theilen verbreiteter zu sein.

Ende Mai bis Ende August.

11) **E. epiphyllus** *Sadebeck nov. spec.* (Fig. 26).

Die Asken sind sehr verschieden gross, meistens 33—37  $\mu$  lang und 13—20  $\mu$  breit, zuweilen aber auch nur 20  $\mu$  hoch. Die die Stielzelle darstellende (ascogene) Zelle ist 8—9  $\mu$  hoch und 20—33  $\mu$  lang. Der Durchmesser der Ascosporen beträgt etwa 5  $\mu$ .

Diese neue Species bewirkt zuerst eine wellige Kräuselung des Blattes von *Alnus incana* und erzeugt mit dem Hervorbrechen der Asken auf der Oberseite des Blattes oder eines Theiles desselben seltener auch auf der Unterseite einen intensiven, grauweissen Reif.

Bis jetzt überhaupt nur an einer Stelle am Mühlenkamp beobachtet; daselbst aber sehr verbreitet.

Mai bis Juni.

12) **E. Ulmi** *Fueckel* (Symb. Nachtr. II, pag. 149 (Fig. 14 und 15).

EXSICC.: *Fueckel*, Fungi rhen. 2552: *Thümen*, Fungi austr. 874; *Thümen*, Mycoth. 1462.

Die reifen Asken sind 16—20  $\mu$  hoch und etwa 8—10  $\mu$  dick; es sind die kleinsten aller bisher beobachteten *Exoascus*-Arten. Die die Stielzelle darstellende (ascogene) Zelle ist 3—6  $\mu$  hoch und 15—17  $\mu$  breit. Der Durchmesser der Ascosporen beträgt 3,5  $\mu$ .

Ueber die verschiedenen Infectionsformen vergleiche man auf S. 103, ff.

Diese Art, welche bisher nur von *Fueckel* am Rhein beobachtet wurde, ist eine der verbreitetsten und zugleich auch gefährlichsten aller *Exoascus*-species. Um Hamburg (man vergl. S. 103) auf *Ulmus campestris* nur selten fehlend, verbreitet sich dieser Parasit bis an die Alpen, (Berechtesgaden, nach Prof. Thomas) und tritt z. B. auch im Fichtelgebirge (Goldmühl bei Berneck, Zell am Waldstein u. s. w.) in einer die Wirthspflanze durchaus verheerenden Weise auf.

Juni bis October.

---

## Figuren-Erklärung.

Die Figuren, welche die reifen Asken der verschiedenen Formen darstellen, sind sämmtlich 600 mal vergrößert; dagegen sind einige der Figuren, welche einzelne Phasen der Entwicklungsgeschichte von *Exoascus Ulmi* erläutern, nämlich die Figuren 11, 12 und 13, sowie auch Figur 7 behufs der grösseren Deutlichkeit einiger Einzelheiten 720 mal vergrößert

### Tafel 1.

Fig. 1—7 *Exoascus alnitorquus* (Tul.) Sadebeck.

Fig. 1. Epidermisstück eines von *Exoascus alnitorquus* befallenen Blattes von *Alnus glutinosa* mit dem zwischen der Cuticula und den Epidermiszellen sich ausbreitenden Mycelium. *m* das Mycelium, *e* die Epidermiszellen. Flächenansicht.

Fig. 2. Bildung des vegetativen Mycelgewebes; die Epidermiszellen des inficirten Erlenblattes sind auf dieser Figur, sowie auf Fig. 3 nicht mitgezeichnet. Flächenansicht.

Fig. 3. Differenzirung der fertilen (ascusbildenden) Hyphe aus dem vegetativen Mycel. *f* die fertile Hyphe, *m* das ursprüngliche, vegetative, jetzt inhaltsärmere Mycel. Flächenansicht.

Fig. 4. Wachstum und weitere Entwicklung des fertilen Hyphen-systems. Während in den älteren Theilen desselben bereits die Bildung und Abschnürung der ascogenen Zellen (*a*) erfolgt, findet in seinen jüngeren Theilen (*c*) noch ein vegetatives Wachstum statt. *e* die Epidermiszellen des befallenen Erlenblattes. Flächenansicht.

Fig. 5. Weitere Entwicklung der ascogenen Zellen; bei I, II und III die aufeinander folgenden Stadien im Querschnitt des Blattes gesehen. *e* die Epidermiszellen des Blattes, *c* die Cuticula, welche bei II und III von den in der Entwicklung begriffenen ascogenen Zellen bereits durchbrochen, bei I nur etwas gehoben ist. Die ascogenen Zellen ragen andererseits schon ziemlich tief zwischen die Epidermiszellen hinein.

Fig. 6. Reife Asken (*a*) von der Oberseite eines Blattes von *Alnus glutinosa* nebst den von denselben durch je eine Scheidewand abgetrennten Stielzellen (*st*), welche letztere zwischen die Epidermiszellen (*e*) hineinragen; im Querschnitt des Blattes gesehen. *c* die Cuticula des Blattes, an mehreren Stellen von den Asken durchbrochen.

Fig. 7. Zwei bei feuchtem Wetter im September von einem befallenen Blatte von *Alnus glutinosa* entnommene Asken. Bei *A* ist in dem noch geschlossenen Ascus die Keimung der Sporen bereits

erfolgt und hefeartige Conidien erfüllen in verschiedener Form und Grösse den Ascus an. Bei *B* der an der Spitze geöffnete und seines Inhaltes entleerte Ascus.

## Tafel 2.

Fig. 8—15 *Exoascus Ulmi* *Fuekel*.

Fig. 8. Erstes Wachstum und Verzweigung des in das Blatt eintretenden Mycels.<sup>1)</sup>

Fig. 9. Weitere Entwicklung des Mycels; die Volumzunahme erfolgt nicht mehr allein durch ein Längenwachsthum, sondern auch durch das allmähliche Anschwellen einzelner Zellen; Einleitung zur Differenzirung der fertilen Hyph.

Fig. 10. Die Anlage des fertilen (ascusbildenden) Hyphensystems ist bereits erfolgt; *f* das fertile Hyphensystem; wie bei *E. alnitorquus* (Fig. 4) findet auch hier zunächst eine vegetative Weiterentwicklung statt; nur an einzelnen Stellen ist die Anlage der ascogenen Zellen (*a*) bereits erfolgt.

Fig. 11. Weiterer Entwicklungszustand als auf Figur 10. Bei *a* die Entwicklung der Asken aus den ascogenen Zellen, *f* der übrige Theil des fertilen Hyphensystems, welcher in seiner Entwicklung noch nicht so weit vorgeschritten ist. Das Präparat ist so orientirt, daß die Cuticula des befallenen Blattes unter den Hyphen zu sehen ist, welche in der von ihm emporgehobenen Falte der Cuticula hier wie in einer Furche derselben zu liegen scheinen.

Fig. 12. Beispiel eines sehr ausgiebigen Wachsthum des fertilen Hyphensystems; bei *st* die Reste des in das Blatt eingetretenen vegetativen Mycels. Von einem Blatte von *Ulmus campestris*; die Epidermiszellen sind, wie auf den folgenden Figuren nicht mitgezeichnet. Am 17. Juli 5 Uhr Nachmittags gezeichnet.

Fig. 13. Dasselbe Präparat wie auf Fig. 12, am 18. Juli, 9 Uhr Morgens gezeichnet. Bei *a* die Anlage und erste Entwicklung der Asken.

Fig. 14. Reife Asken (*a*) von oben gesehen; von demselben Ulmenblatte entnommen, wie das auf Fig. 12 und 13 dargestellte Präparat; aber erst am 18. Juli Nachmittags gezeichnet. Ebenfalls ein ausgiebig entwickeltes Beispiel.

Fig. 15. Asken (*a*) eines weniger kräftig entwickelten Beispiels, in halber Seitenansicht.

Fig. 16. *Exoascus Pruni* *Fuekel*. Von einem Querschnitt durch den inficirten Fruchtknoten von *Prunus domestica*; *a* die reifen

<sup>1)</sup> Auf den Figuren 8—10 sind die doppelten Contouren der Zellwände vom Lithographen nicht durchweg genau wiedergegeben worden.

Asken, *st* die Stielzellen, welche die Epidermiszellen bedecken, aber nicht zwischen dieselben hineinragen; *c* die Cuticula des befallenen Fruchtknotens. *e* die Epidermis desselben; *m* Theile des intercellularen sterilen Mycels. Bei I sind in dem noch geschlossenen Ascus hefeartige Conidien zur Entwicklung gelangt, bei II sind in den Asken noch keine Keimungen der sonst ausgebildeten 8 Ascosporen erfolgt.

Fig. 17. *Exoascus bullatus* (*Berk. et Broome*) *Fuekel*, von der Unterseite des Blattquerschnittes von *Crataegus Oxyacantha*; *a<sub>4</sub>* die reifen Asken, *st* die Stielzellen derselben, *a<sub>3</sub>* ein in der Ausbildung der Inhaltmassen begriffener Ascus, in welchem die Zellkernteilung deutlich zu beobachten war; *a<sub>2</sub>* drei in der Entwicklung begriffene Asken; *a<sub>1</sub>* ascogene Zellen. *e* die Epidermiszellen des befallenen Blattes. *c* die Cuticula. — Nach einem mit Safranin tingirten und in Damar eingebetteten Präparate.

Fig. 18. *Exoascus Insititiae* *Sadebeck*, von der Unterseite des Blattes eines zu einem sog. Hexenbesen deformirten Zweiges von *Prunus insititia*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a<sub>2</sub>* die reifen Asken, *a<sub>1</sub>* die in der Entwicklung begriffenen ascogenen Zellen, *m* das intercellulare, sterile Mycel; *e* die Epidermiszellen, *c* die Cuticula.

Fig. 19, A und B. *Exoascus deformans* (*Berk.*) *Fuekel*, von der Unterseite des Blattes eines zu einem sog. Hexenbesen deformirten Zweiges von *Prunus Cerasus* *L.*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. Auf Fig. 19, A das intercellulare Wachstum und die Verbreitung des sterilen Mycels zwischen Cuticula und Epidermiszellen, woselbst erst die Anlage der ascogenen Zellen erfolgt; auf Fig. 19, B die reifen und in der Entwicklung begriffenen Asken. *a<sub>1</sub>* ascogene Zellen. *a<sub>2</sub>* weitere Entwicklung der ascogenen Zellen zu den Asken, *a<sub>3</sub>* reife Asken mit Sporen, *st* die Stielzellen. *m* das sterile, intercellulare Mycel, *e* die Epidermiszellen, *c* die Cuticula.

### Tafel 3.

Fig. 20. *Exoascus turgidus* *Sadebeck*, von der Unterseite des Blattes eines zu einem Hexenbesen deformirten Zweiges von *Betula alba*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a<sub>1</sub>*, *a<sub>2</sub>*, *a<sub>3</sub>*, *a<sub>4</sub>* die Entwicklung der Asken in den aufeinander folgenden Stadien, bei *a<sub>4</sub>* die der Sporenbildung vorhergehende Zellkernteilung und die Bildung von hefeartigen Conidien, letztere bereits in einem noch keineswegs völlig entwickeltem Ascus; *e* die Epidermiszellen des Blattes, *c* die Cuticula, welche bei *a<sub>2</sub>* eben durchbrochen worden ist; *st* die tief zwischen die Epidermiszellen hineinragenden Stielzellen. — Nach einem mit Safranin tingirten und in Damar eingebetteten Präparate.

Fig. 21. *Exoascus flavus Sadebeck*, von der Unterseite des Blattes von *Alnus glutinosa*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a* die reifen Asken, in denen die Bildung der hefeartigen Conidien erfolgt ist, in ausgiebigster Weise namentlich bei *a*<sub>2</sub>, *st* die die Epidermiszellen bedeckenden, nicht aber zwischen dieselben hineinragenden Stielzellen, *e* die Epidermiszellen; die Cuticula ist bei der Entwicklung der Asken gänzlich abgehoben worden, und daher auf dem Präparat nicht mehr zu sehen.

Fig. 22. *Exoascus Betulae Fuekel*, von der Oberseite des Blattes von *Betula alba*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a*<sub>1</sub> die ascogenen Zellen, *a*<sub>2</sub> die reifen Asken, *a*<sub>3</sub> ein Ascus, in welchem bereits die Bildung der hefeartigen Conidien erfolgt ist, *st* die die Epidermiszellen bedeckenden, aber, wie bei Figur 21, ebenfalls nicht zwischen dieselben hineinragenden Stielzellen, *e* die Epidermiszellen, *c* die Cuticula.

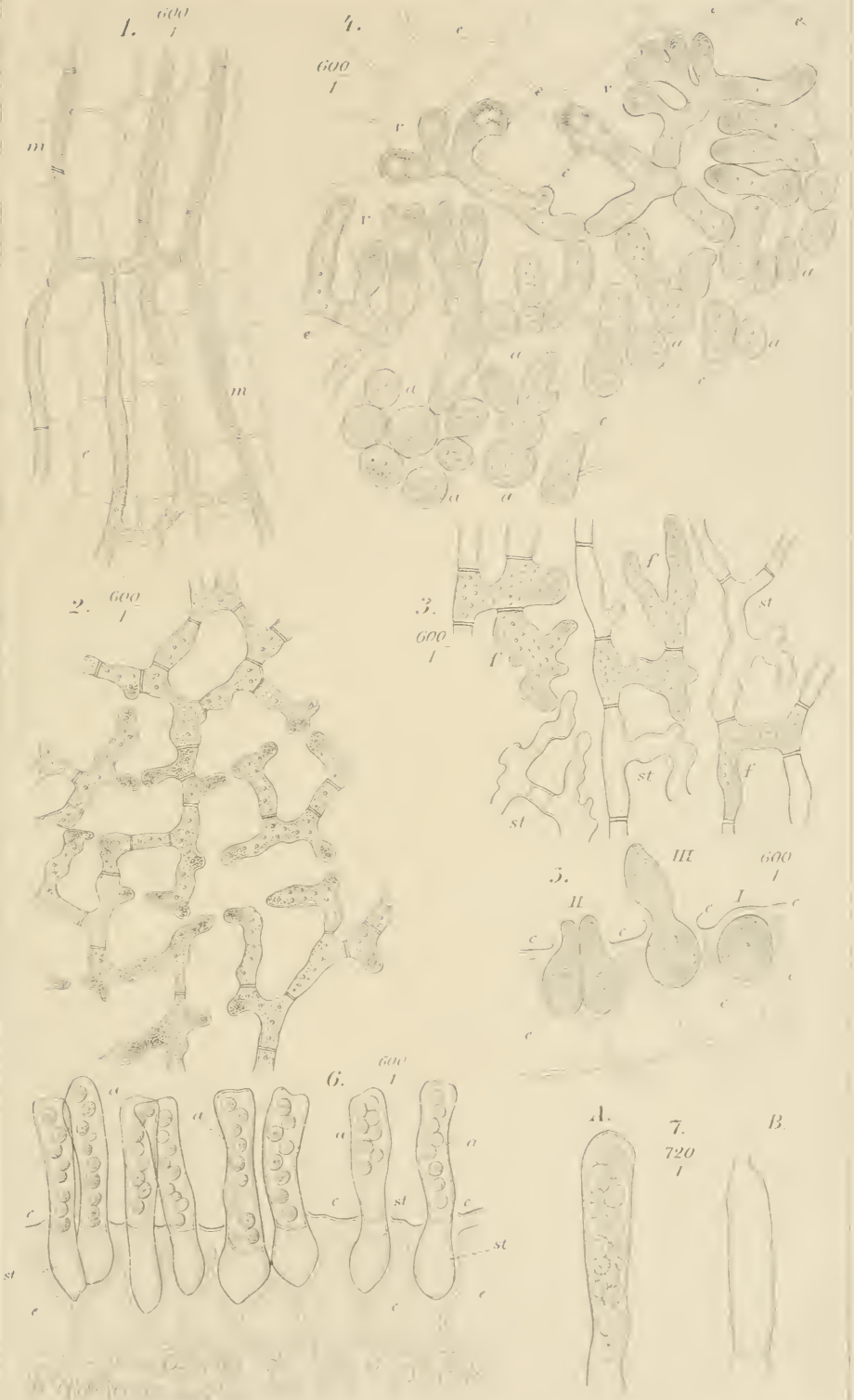
#### Tafel 4.

Fig. 23. *Exoascus aureus (Pers) Sadebeck*, von dem Querschnitt durch den inficirten Fruchtknoten von *Populus tremula*. — *a* die Asken, in welchen die Bildung hefeartiger Conidien mehrfach erfolgt ist; *e* die Epidermiszellen, zwischen welche die Asken tief hineinragen; *c* die von den Asken durchbrochene Cuticula.

Fig. 24. *Exoascus coerulescens (Desmar. et Mont.) Sadebeck* von der Unterseite des Blattes von *Quercus pubescens*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a* die mit hefeartigen Conidien mehr oder weniger angefüllten Asken, welche zum Theil tief zwischen die Epidermiszellen hineinragen, *c* die mehrfach durchbrochene Cuticula, *e* die Epidermiszellen.

Fig. 25. *Exoascus Carpini Rostr.*, von der Unterseite des Blattes eines zu einem Hexenbesen deformirten Zweiges; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a* die reifen, mit Sporen und hefeartigen Conidien angefüllten Asken, welche mit breiter Basis die Epidermiszellen bedecken, *e* die Epidermiszellen, *c* die Cuticula.

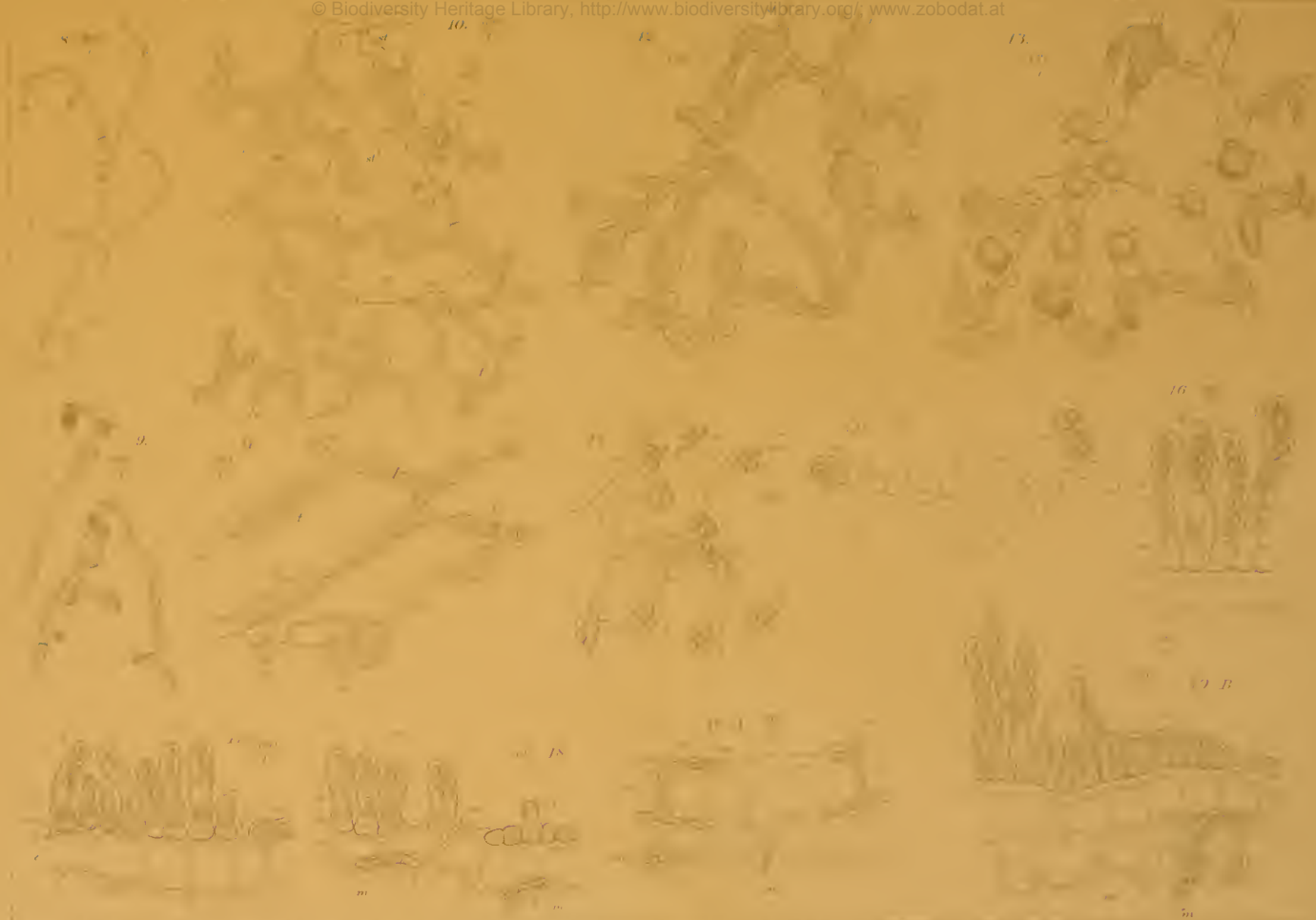
Fig. 26. *Exoascus epiphyllus Sadebeck*, von der Oberseite eines inficirten Blattes von *Alnus incana*; auf dem Querschnitt des Blattes gesehen. *a* die reifen Asken, in denen zum Theil schon die Bildung hefeartiger Conidien erfolgt ist. *st* die Stielzellen, *c* die von den Asken durchbrochene Cuticula, *e* die Epidermiszellen.













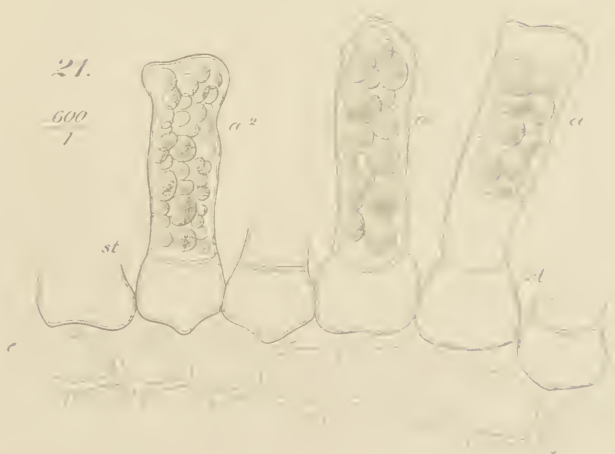


Fig. 20. Equisetum arvense L. (Linn.) Fig. 21. Equisetum arvense L. (Linn.)  
Fig. 22. Equisetum arvense L. (Linn.)



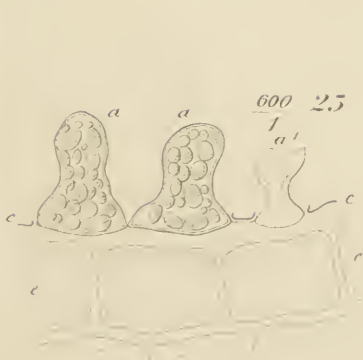
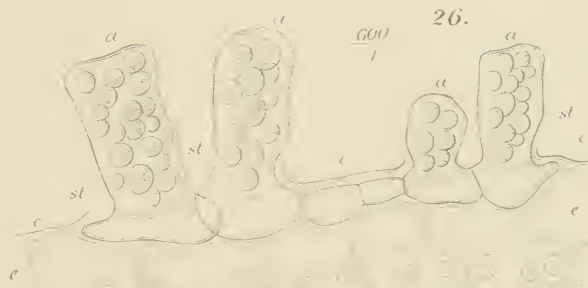
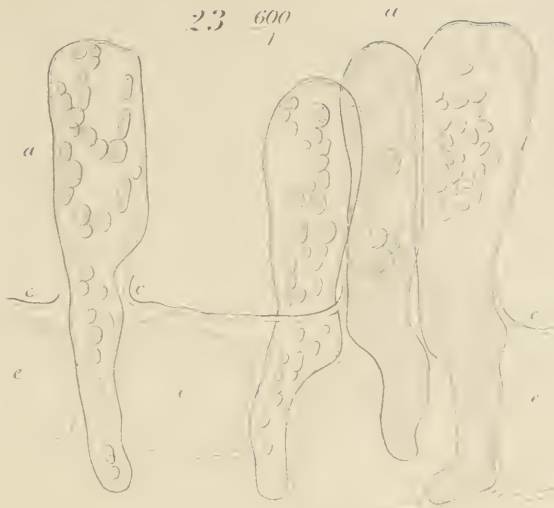


Fig. 23. F. Carpinus 1890.

Fig. 24. F. Carpinus 1890.

Fig. 25. F. Carpinus 1890. Fig. 26. F. Carpinus 1890.

Fig. 23. F. Carpinus 1890. Fig. 24. F. Carpinus 1890.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Sadebeck Richard

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Pilzgattung \*Exoascus\* und die durch dieselbe um Hamburg hervorgerufenen Baumkrankheiten. 91-124](#)