

heliotropischer Reizperzeption, wenn das Licht als Reizursache durch den Druck wirken sollte, den es in seiner Fortpflanzungsrichtung ausübt<sup>1)</sup>. Nach MAXWELL beträgt dieser Druck ungefähr 0,5 mg pro Quadratmeter; LEBEDEW hat ihn in neuerer Zeit experimentell nachgewiesen. Beim Geotropismus wie beim Heliotropismus würde es sich dann um die Perzeption von Druckwirkungen handeln, die in einem Falle durch die Schwerkraft, im andern Falle durch das Licht hervorgerufen werden.

### Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Schematische Darstellung des Ganges der Lichtstrahlen in der papillösen Epidermiszelle *a b c d*; Konstruktion nach der Methode der zwei Kreise; Brechungsexponent = 1,33. Das senkrecht zur Blattfläche einfallende parallele Lichtbündel (ganz ausgezogene Linien) wird so gebrochen, dass auf der Innenwand *c d* das helle Mittelfeld *e f* und die dunkle Randzone *c e* und *f d* zustande kommt. Bei schrägem Lichteinfall (gestrichelte Linien) wird das helle Mittelfeld *e' f'* gegen den Rand verschoben; die dunkle Randzone ist auf der einen Seite breiter (*c e'*), auf der andern Seite schmaler (*f' d*). In *o* der Mittelpunkt der Kugel, deren Kalotte *a b* die vorgewölbte Aussenwand der Epidermiszelle repräsentiert.
- „ 2. Teil eines Querschnittes durch die Laubblattspreite von *Monstera deliciosa*. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind eben, die Innenwände gegen das Palisadengewebe vorgewölbt und zweimal gebrochen. Vergr. 450.
- „ 3. Lichtperzipierendes Organ in der Epidermis der Blattoberseite von *Fittonia Verschaffelti*. Vergr. 370.
- „ 4. Oberflächenansicht der oberen Epidermis von *Fittonia Verschaffelti* mit den lichtperzipierenden Organen. Vergr. 260.

## 18. R. Sadebeck: Einige kritische Bemerkungen über Exoasceen.

Mit Tafel IX.

Eingegangen am 19. Februar 1904.

### II. Über *Exoascus Sebastianae* nov. spec.

Schon vor längerer Zeit (im Januar 1899) hatte ich von Herrn Geheimen Medizinalrat Dr. REHM einige Zweigstücke von *Sebastiania brasiliensis* Müll. Arg. erhalten, welche im November 1889 von Herrn E. ULE bei Tubarão in Brasilien gesammelt worden waren und

1) Vergl. L. JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1904, S. 586.

auf der Unterseite der Blätter mehr oder weniger umfangreiche *Exoascus*-Infektionen enthielten. Da solche auf Euphorbiaceen bisher noch nicht beobachtet worden waren, gewann diese Zusendung für mich ein erhöhtes Interesse, und ich erklärte mich gern bereit, die Untersuchung auszuführen. Die genannten Zweige waren behufs der Aufbewahrung im Herbar getrocknet; aber von anderer Seite wurde mir auch die Beschaffung von Alkoholmaterial in Aussicht gestellt. Ich verschob daher die Untersuchung, bis mir vor einiger Zeit die Nachricht zuging, dass es nicht möglich sei, in absehbarer Zeit das gewünschte Alkoholmaterial einzusenden. Es blieb mir also nichts übrig, als das mir zur Verfügung stehende Herbarmaterial zur Untersuchung zu verwenden, falls ich nicht überhaupt auf eine solche verzichten wollte. Nun hatte bereits im Februar 1899 eine vorläufige, aber nicht veröffentlichte Untersuchung dieser Infektion zu dem Resultat geführt, dass die Asken, welche man in den Infektionsstellen von *Sebastiania brasiliensis* findet, derart polymorph seien, wie es bisher bei keiner Exoasceen-Spezies beobachtet worden war. Es erschien also eine genauere Untersuchung nicht aussichtslos.

Diese Exoasceen-Infektion verursacht auf der Unterseite der Blätter von *Sebastiania brasiliensis* mehr oder weniger grosse Pustelbildungen, welche auf der Oberseite des Blattes als Flecken kenntlich sind; oft wird jedoch das Blattgewebe an den Infektionsstellen auch vollständig zerstört.

Obgleich Herbarmaterial sonst im allgemeinen ausreichend ist für entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen der Exoasceen, so stellten sich in diesem Falle doch ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten der Untersuchung entgegen. Infolge des starken Angriffs des Mycels auf das Blattgewebe war das letztere an den infizierten Stellen nicht nur zusammengeschrumpft, sondern teilweise ganz und gar zerstört. Auch stehen die Asken ausserordentlich dicht nebeneinander, und in der Nähe derselben hatte sich mitunter eine Uredinee angesiedelt, *Uredo Sebastianae* Wint. (nach der gütigen Bestimmung von Prof. P. MAGNUS).

Viele Versuche, gute Präparate zu erhalten, schlugen fehl. Auch durch Kochen in verdünnter Milchsäure liess sich kein einwandfreies Präparat erzielen, sei es, dass ganze Blattstücke oder nur die Schnitte in dieser Weise behandelt wurden. In anderen Fällen hatte ich hierdurch sehr brauchbare Exoasceen-Präparate erhalten. Auch JUEL<sup>1)</sup> hebt das Vorteilhafte dieser Methode hervor. Ich kehrte nun zunächst wieder zu meiner ältesten und einfachen Methode, die

1) *Taphridium* Lagerh. et Juel. Eine neue Gattung der Protomycetaceen. (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 27, Afd. III, No. 16, S. 9 des Sep.-Abdr.).

Präparate vorzubereiten, zurück. Es wurden die für die Untersuchung ausgewählten Blätter 4—5 Stunden lang der Einwirkung von destilliertem Wasser von ca. 50° C. ausgesetzt. Wie in früheren Fällen wurde auch hier Wert darauf gelegt, dass die Temperatur des Wassers während der ganzen Zeit möglichst konstant blieb, was sich durch die Einschaltung eines Wasserbades unschwer erzielen liess. Eine weitere Steigerung der Temperatur, welche in anderen Fällen mitunter zu günstigen Resultaten führte, erwies sich bei dem ohnehin zum Teil zerstörten Blattgewebe als unvorteilhaft. Dagegen liessen sich Blätter, welche in einem nur auf 50° C. erwärmten destillierten Wasser gelegen hatten, auch ohne weiteres schneiden. Vorher jedoch wurden die auf diese Weise aufgeweichten Blätter meist gefärbt, in der Regel mit Gentianaviolett oder Safranin. Hierdurch erhielt ich meist gute Präparate. In einigen Fällen wurden die in der bezeichneten Weise aufgeweichten Blätter in 10° Alkohol gebracht und 4—6 Tage darin liegen gelassen, worauf die Konzentration des Alkohols sehr allmählich in einem Zeitraume von mehreren Tagen bis auf 90° erhöht wurde. Wenn die Konzentration des Alkohols zu schnell erfolgt, beobachtet man oft Einschrumpfungen des aufgeweichten Gewebes, während solche bei langsam fortschreitender Konzentration kaum eintreten. Auf diese Weise wurde das getrocknete Untersuchungsmaterial in Alkoholmaterial übergeführt, welches sich in vielen Fällen für entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen von *Exoasceen* (auch anderer Objekte) eignete. Aus solchem Alkoholmaterial wurden die Präparate nach der Methode hergestellt, welche ich bei meinen ersten *Exoasceen*-Untersuchungen bereits befolgt hatte<sup>1)</sup>. Als Färbungsmittel verwendete ich ebenfalls meistens Safranin.

Oben habe ich darauf hingewiesen, dass in dieser neuen, als *Exoascus Sebastianae* zu bezeichnenden Species eine *Exoascee* vorliegt, welche durch einen sehr bemerkenswerten Polymorphismus der Asken ausgezeichnet ist.

Dass der Ascus einiger *Exoasceen* allerdings infolge ganz bestimmter äusserer Einflüsse Veränderungen erleidet, habe ich bereits vor Jahren nachgewiesen (a. a. O., S. 106 und 107). Wenn man nämlich junge, zur Sporenbildung noch nicht vorgeschrittene Asken von *Exoascus Carpini* in einen feuchten Raum oder direkt in Berührung mit Wasser bringt, so erfahren dieselben nach 12 bis 24 Stunden ein nachträgliches Längenwachstum und erreichen etwa das Doppelte ihrer normalen Länge. Hierbei werden sie — ausser

1) Untersuchungen über die Pilzgattung *Exoascus* und die durch dieselbe um Hamburg hervorgerufenen Baumkrankheiten. Jahrb. der wissenschaftl. Institute zu Hamburg, Arbeiten des Botan. Museums, Bd. I, 1883, S. 101.

an der Basis — etwa um die Hälfte dünner, als unter den normalen Wachstumsbedingungen. Auf die Vorgänge, welche alsdann bei der weiteren Entwicklung dieser anormalen Formen folgen, kann ich erst später, im Zusammenhange mit den Untersuchungen anderer Exoasceen-Arten, eingehen.

Ausserdem habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass die Gestalt der Asken einer und derselben Species nicht immer so beständig ist, wie man bisher angenommen hatte. *Exoascus Cerasi* liefert u. a. hierfür ein Beispiel<sup>1)</sup>. Bei dieser Art bleibt aber die Veränderlichkeit der Schlauchform doch noch innerhalb gewisser engerer Grenzen (man vgl. a. a. O.). Dasselbe gilt auch für *Exoascus epiphyllus*<sup>2)</sup>. Bei den Infektionen der Blätter von *Sebastiania brasiliensis* dagegen tritt der Polymorphismus in ganz anderer, ausgeprägter Form auf, wie unten näher ausgeführt werden soll.

Wenn ich wiederholt auf den Polymorphismus der Asken hingewiesen habe, und derselbe auch bei einer Betrachtung der beigegebenen Abbildungen sofort auffällt, so muss ich doch bemerken, dass durch dieselben das Bild, welches die Querschnitte durch die Infektionsstellen zeigen, keineswegs vollständig wiedergegeben wird. Wir erkennen auf denselben wohl die verschiedenen Formen der Asken, aber es fehlt ein Habitusbild, welches hier zwar infolge des in Anspruch zu nehmenden grösseren Raumes keine Aufnahme hätte finden können, aber mit Hilfe der beigegebenen Figuren sich wohl kombinieren lässt.

Ein solches Habitusbild, welches man bei den meisten Querschnitten durch die Infektionsstellen erhält, macht zunächst den Eindruck einer Symbiose oder eines Pilzes, dessen keulenförmige Asken von mächtigen Paraphysen umgeben und überragt werden. Bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich allerdings sofort, dass man keine Paraphysen vor sich hat, sondern lange, schmale, zylindrische Asken (Fig. 10 und Fig. 11, a), welche vielfach bereits entleert sind. Der Polymorphismus der Asken fällt also schon bei der ersten Beobachtung auf, aber auch die genauere Untersuchung führt zu dem Resultat; dass einerseits die langen zylindrischen und andererseits die keulenförmigen Asken die beiden verbreitetsten Schlauchformen in den vorliegenden Infektionen bilden.

1) Die parasitischen Exoasceen. Eine Monographie. Arbeiten des Botanischen Museums 1892/93; im Jahrbuch der wissenschaftlichen Institute zu Hamburg, Bd. X, 2, 1893.

2) Kritische Untersuchung über die durch *Taphrina*-Arten hervorgebrachten Krankheiten. Arbeiten des Hamburg. Botanischen Museums 1890; im Jahrb. der Hamb. wissenschaftl. Institute, VIII. — C. v. TUBEUF, Beiträge zur Kenntnis der Baumkrankheiten. — JOHANSON, Studier öfver Svampslägtet *Taphrina*. K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd. XIII; auch Bot. Centralb. 1888, Bd. XXXIII.

Die langen zylindrischen Asken erreichen (inkl. der Stielzelle) eine Länge von 90—130  $\mu$  und sind etwa 8  $\mu$  dick. Wie in anderen Fällen wird auch hier vor der Ausbildung des Ascusinhaltes eine Stielzelle durch eine Querwand abgetrennt (Fig. 10, a). Bei sehr langen solchen Asken tritt nicht selten noch eine zweite solche Querwand auf, so dass zwei Stielzellen gebildet werden (Fig. 10, d und e). Ich habe dies sonst bei keiner anderen Exoascee gefunden; es gibt aber auch keine zweite solche, deren Asken bis 130  $\mu$  über die Oberfläche der Wirtspflanze hinausragen.

Auf die zellphysiologischen Beobachtungen kann ich hier nicht eingehen, weil mir nur älteres, getrocknetes Herbarmaterial für die Untersuchung zur Verfügung stand. Aber auch dieses liess auf recht eigenartige Vorgänge schliessen. Manchmal beobachtet man dicht unter der Spitze des Ascus seitliche, ziemlich lange Ausstülpungen, welche sich allmählich etwas verjüngen und an ihrem Ende behufs des Austrittes der Sporen öffnen.

Durch die Form langer Zylinder sind diese Asken der *Sebastiana*-Infektionen leicht von den anderen, hier auftretenden Asken zu unterscheiden. Im Gegensatz zu dem Polymorphismus der letzteren bleibt die Form der schlanken Zylinder aber auffallend konstant. An dieser Tatsache können auch die oben genannten, mitunter beobachteten seitlichen Ausstülpungen nichts ändern, da dieselben keine regulären Bildungen darstellen. Ein deutliches, mehrfach auftretendes Variieren der Form findet man nur an der Stielzelle. Die Basis derselben ist teils gerade oder wenigstens annähernd gerade abgestutzt (Fig. 10, a, b, c, d, und Fig. 11, a), teils haustorienartig ausgebildet (Fig. 10, e). Diesen Dimorphismus der Stielbasis findet man aber auch bei allen anderen Ascusformen der *Sebastiana*-Infektionen.

Welcher Art die Bilder sind, welche man auf den Längs- und Querschnitten durch die infizierten Blattteile erhält, zeigt auch Fig. 11, wo ein schmaler, langer Zylinder, dessen Inhaltmassen bereits ejakuliert sind, neben zwei auffallend kurzen und dicken Asken auf denselben Epidermiszellen abgebildet sind. In diesen beiden Asken ist bereits die Zellwand aufgetreten, welche die Stielzelle abtrennt, bei anderen *Exoascus*-Species meist ein Zeichen dafür, dass das Wachstum des Ascus, soweit es die Volumzunahme betrifft, im wesentlichen als beendet zu betrachten ist.

Die keulenförmigen Asken sind dagegen auffallend polymorph. Mit Ausnahme einiger seltener auftretenden Schlauchformen kann man zwei bis drei Formtypen annehmen:

1. Die in Fig. 3 und in Fig. 5 dargestellten schwächtigen Keulen.
2. Die in Fig. 6 wiedergegebenen kürzeren und dickeren Keulen.
3. Die aus einer langen, dünnen Stielzelle und einem relativ mächtigen, eirunden, zum Teil plötzlich angeschwollenen sporenbildenden Teile

bestehenden Asken (Fig. 4, Fig. 7 und Fig. 8). (Die Beobachtung dieses dritten Typus ist leider nicht lückenlos).

I. Typus: lange, schwächliche Keulen. In Fig. 3 erheben sich die Asken, welche ziemlich dicht nebeneinander auf den Epidermiszellen (E) stehen, von schmaler, nur 2—3  $\mu$  dicker Basis 70—80  $\mu$  hoch und werden nach der Spitze zu 6—9  $\mu$  dick. Sie sind noch nicht zur Differenzierung ihres Inhalts vorgeschritten, auch die Abtrennung einer Stielzelle ist noch nicht erfolgt. In Fig. 5 ist derselbe Typus schwächerer Keulen dargestellt, aber in *a*, *b* und *d* hat bereits die Entwicklung der Sporen stattgefunden, und bei *a*, *c* und *d* ist der Fuss der Stielzelle haustorienartig ausgebildet. Bei *b* ist derselbe dagegen ebenso, wie bei den in Fig. 3 dargestellten Asken gerade abgestutzt. Dementsprechend nimmt die Stielzelle in *a*, *c* und *d* der Fig. 5 grundwärts wieder an Dicke zu, während sie in Fig. 3 und Fig. 5, *b* an der Basis am schmalsten ist.

Die Asken des II. Typus der Keulenform, d. h. desjenigen der kürzeren und dickeren Keulen treten ungleich polymorpher auf (man vergl. Fig. 6 und Fig. 11*c*). Der Ascus ist bei *c* und *d* der Fig. 6 oben gerade abgestutzt, bei *a*, *b*, *e*, und *f* derselben Figur oben abgerundet, bei Fig. 11*c* dagegen nach oben etwas zugespitzt. Auch die Verschiedenheit der Höhe der Stielzelle ist sehr auffallend; in Fig. 6 ist die Höhe derselben bei *a* = 18,75  $\mu$ , bei *b* = 5,0  $\mu$ , bei *c* = 15,0  $\mu$ , bei *d* = 17,0  $\mu$ , bei *e* = 20,0  $\mu$ , bei *f* = 24,3  $\mu$ , ist also bei *f* fast 5mal so gross als *b*. Auch die Dicke der Stielzelle ist sehr verschieden, sie schwankt bei den auf Fig. 6 dargestellten Asken zwischen 5  $\mu$  (bei *f*) und 12  $\mu$  (bei *c*).

Die Stielzelle des auf Fig. 11*c* abgebildeten Ascus, welche 8,75  $\mu$  hoch ist, unterscheidet sich dagegen durch die gerade Basis von den auf Fig. 6 dargestellten Asken, deren Basis mehr oder weniger haustorienartig ausgebildet ist. Bei Fig. 6, *d* ist leicht zu erkennen, dass der Ascus direkt aus einer langgestreckten Oidie hervorgegangen ist, welche wohl bis vor kurzem noch im Verbands mit den übrigen Zellen des Mycels gestanden hat. Andererseits sieht man hier, in welcher Weise die haustorienartige Ausbildung eines Fusses der Stielzelle vor sich geht (man vergleiche hierüber die Darlegungen bei der zusammenfassenden Besprechung der Keulenform).

Dass der in Fig. 2, *e* dargestellte Ascus der Keulenform angehört, bedarf keines weiteren Nachweises. Ein Vergleich mit Fig. 6, *e* belehrt uns auch, dass der daselbst gezeichnete Ascus dem in Fig. 2, *e* wiedergegebenen bezüglich der äusseren Form sehr nahe steht, und der letztere sich also dem II. Typus der Keulenform noch ungezwungen anschliessen lässt.

Den III. (?) Typus der Keulenform findet man in den Figuren 4, 7 und 8. Die hier wiedergegebenen Asken besitzen eine unverkenn-

bare Übereinstimmung in der äusseren Form, indem der Teil des Ascus, in welchem die Entwicklung der Sporen erfolgt, mehr oder weniger anschwillt und oft eirund ist, aber nur von einer verhältnismässig dünnen und langen Stielzelle getragen wird (Fig. 8a und b). Dieselbe ist z. B. in Fig. 4b, sowie bei vielen anderen Asken dieses Typus nur 1,0—1,5  $\mu$  dick. Bei dem in Fig. 6c dargestellten Askus des II. Typus erreichte, wie wir oben gesehen haben, die Stielzelle eine Dicke von 12  $\mu$ , ist also etwa 10mal so dick, wie die in Fig. 4b abgebildete Stielzelle des III. Typus (man vergleiche oben).

Die Oïdien, aus welchen die keulenförmigen Asken hervorgehen, haben zweierlei Form; sie sind entweder langgestreckt (man vergleiche auch Fig. 6d des II. Typus) oder schmal, mehr oder weniger würfelartig (Fig. 2, a—d). Auch die in Fig. 3 abgebildeten Asken sind aus schmalen Oïdien hervorgegangen. Diese Oïdien erfahren bei der Entwicklung zum Ascus keine Veränderung, insbesondere keine Volumvergrösserung. Die Basis eines aus einer schmalen Oïdie hervorgegangenen Ascus bleibt daher klein und wird stets nur von einer geraden Fläche begrenzt (man vergleiche bei Fig. 2 und Fig. 3). In einigen wenigen Fällen des III. Typus fand ich, dass die Stielzelle sich sehr erheblich nach der Basis zu verjüngt und in eine Spitze ausläuft (Fig. 9).

Während diese schmalen Oïdien sehr häufig, auch im mittleren Verlaufe der Mycelfäden beobachtet wurden, scheint die Bildung der gestreckten, länglichen Oïdien im wesentlichen auf die Enden resp. Endglieder der Mycelfäden beschränkt zu sein. Bei dem III. Typus beobachtete ich (allerdings nur selten), dass in dem unteren Teile der Stielzelle eine Querwand auftritt, wodurch die Stielzelle in einen langen, dünnen Stiel (*s*) und einen niedrigen Fuss (*f*) geteilt wird (Fig. 7). In der Regel unterbleibt jedoch die Bildung einer solchen Querwand. Dagegen erfährt eine solche Stielzelle an ihrer Basis eine bemerkbare, haustorienartige Volumvergrösserung, wodurch die Eigenartigkeit der äusseren Form noch wesentlich erhöht wird (Fig. 4b und Fig. 8b); dies beobachtet man sehr häufig. Es wird also ein deutlich erkennbarer Fuss gebildet, wenn derselbe auch nicht immer durch eine Querwand von dem Stiele abgetrennt wird.

Die Verschiedenheit, welche man bezüglich der Grösse der Asken beobachtet, ist in dem III. Typus der Keulenform recht auffallend. Die Länge des ganzen Ascus (inkl. Stielzelle) beträgt bei den Asken, welche auf den Figuren 4, 7 und 8 gezeichnet sind, 57,6  $\mu$  (Fig. 4), 68,25  $\mu$  (Fig. 7) und 86,5—90  $\mu$  (Fig. 8), wovon auf den sporenbildenden Teil des Askus 31,2  $\mu$  (Fig. 4), 38,5  $\mu$  (Fig. 7) und 42,5  $\mu$  (Fig. 8) kommen. Der Stiel, d. h. die Stielzelle ohne den Fuss, misst dagegen 21,5  $\mu$  (Fig. 4), 26,25  $\mu$  (Fig. 7) und 45,0  $\mu$

(Fig. 8). Am auffallendsten treten die Grössenunterschiede bei einer Vergleichung der Figuren 4 und 8 hervor, aber gerade diese Formen, namentlich solche, welche Fig. 4 wiedergibt, findet man am häufigsten. Die eventuelle Annahme, dass die verschiedene Grösse dieser Asken auf verschiedene Entwicklungsstadien zurückzuführen sei, würde unzutreffend sein, da man bei Asken, welche die Grösse des in Fig. 4 abgebildeten Ascus nicht überschreiten, auch die Differenzierung des Inhaltes beobachten kann. Die Tatsache bleibt daher bestehen, dass wir hier innerhalb des III. Typus Asken von so erheblicher Verschiedenheit der Grösse vor uns haben, wie sie — bei sonst gleicher Form — bei einer und derselben Exoasceenspecies noch nicht beobachtet worden sind.

In dem Vorangegangenen haben die Asken, welche in den Figuren 11*b* und 12 abgebildet sind, keine Einreihung in die oben besprochenen Formen oder Typen finden können, weil sie durchaus eigenartige Formen darstellen. In Fig. 12 ist eine Ascusform wiedergegeben, welche zwar nicht vereinzelt, aber auch nicht sehr häufig beobachtet wurde. Man kann diese Asken wohl als walzenförmige bezeichnen, da die seitlichen Konturen durchaus gerade verlaufen. Auch Asken von der Form, welche in Fig. 11*b* dargestellt ist, trifft man nicht sehr häufig an. Diese Form ist aber von allen anderen Ascusformen dieser Infektion verschieden, einerseits durch die auffallende Kürze des gesamten Organs, andererseits durch die sehr niedrige und nach unten breiter werdende Stielzelle. Der Ascus legt sich ausserdem etwas schief auf die ihn tragende Epidermiszelle; dasselbe beobachtet man auch an dem benachbarten Ascus 11*c*. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass ein seitlicher Druck hierbei tätig war. Die Stielzelle des zylindrischen Ascus (Fig. 11*a*) ist durch den benachbarten Ascus (*b*) seitlich etwas eingedrückt worden. Die Asken der Fig. 11, namentlich deutlich bei *b* und *c*, werden an der Basis der Stielzelle von einer geraden Fläche begrenzt.

Nach der Auffindung dieser verschiedenen Ascusformen drängte sich mir die Frage auf, ob dieselben tatsächlich einer und derselben Species angehören, oder ob im III. Typus vielleicht eine andere Pilzgattung vorliege. Ich hoffte daher mit Hilfe des Alkoholmaterials, dessen Eintreffen ich als sicher annahm, der Beantwortung dieser Frage näher treten zu können. Da ich mich nun aber auf die Untersuchung des Herbarmaterials beschränken musste, wie ich schon oben mitgeteilt habe, durfte ich kaum mehr erwarten, eine Entscheidung treffen zu können. Trotzdem wurde eine grössere Anzahl von Präparaten nach verschiedenen Methoden hergestellt (man vergleiche oben). Die besten Resultate erzielte ich, wenn die auf die oben genannte Weise aufgeweichten und gefärbten Blattteile ganz direkt geschnitten wurden. Es konnten dann die keulen-

förmigen Asken auf ein ödenartig zerfallendes Mycel (Fig. 2), also auf ein *Exoascus*-Mycel zurückgeführt werden. Die Frage nach der Herkunft der langen, zylindrischen Asken blieb aber hierbei unbeantwortet. Dieselben waren durchweg bereits zu weit vorgeschritten, um einen Zusammenhang mit dem Mycel, bezw. überhaupt das Mycel, aus welchem sie hervorgegangen waren, erkennen zu lassen.

Aus den aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien des Parasiten, welche an dem vorliegenden Untersuchungsmaterial beobachtet wurden, ergibt sich folgendes.

Während der Verlauf des Mycels im Inneren des Blattgewebes sich z. T. leicht verfolgen lässt, entwickelt sich das Hymenium, wie es scheint, nur subcuticular. Es zerfällt aber bei seiner Ausbreitung unter der Cuticula in gleicher Weise wie bei anderen *Exoascus*-Arten in Oïdien (Fig. 1 und Fig. 2), aus denen ganz direkt die Asken hervorgehen (Fig. 2*b*, Fig. 4*b*, Fig. 6*d* und Fig. 7). Mit Bezug auf diese Beobachtungen ist es nicht mehr schwer, zu erkennen, dass auch die in Fig. 3 abgebildeten Asken ganz direkt aus Oïdien entstanden sind. Andererseits darf man nicht übersehen, dass in den Tropen auch die Entwicklung des Parasiten mit grösster Ausgiebigkeit und Schnelligkeit vor sich geht. Es erfolgt daher, wie noch näher erörtert werden soll, mitunter z. B. die Ejaculation des Ascushaltes, ehe die Sporen vollständig zur Ausbildung gelangt sind. Dass aber einige Zellen des Hymeniums zu Asken auswachsen, bevor sie sich ganz und gar oïdienartig aus dem Verbande gelöst haben (man vergleiche Fig. 4*b* und Fig. 6*d*), findet man auch in gemässigten Klimaten. Hierauf beabsichtige ich aber erst bei einer vergleichenden Erörterung einer grösseren Anzahl von *Exoascus*-Arten zurückzukommen.

Die Bildung einer Stielzelle unterbleibt zuweilen (Fig. 2*e*), erfolgt indessen doch wohl in den meisten Fällen, und zwar kurz vor dem Beginn der Sporenentwicklung. Mitunter aber ziehen sich die gesamten Inhaltmassen des Askus in dem oberen Teile desselben zusammen (Fig. 4*b*, Fig. 6*c* und *d*, Fig. 7), wo alsdann auch die Entwicklung von Sporen stattfindet (Fig. 6*c*). Die Ausbildung einer deutlichen Scheidewand, welche die Stielzelle abtrennt, scheint hierbei nicht stattzufinden. Über diesen abweichenden Vorgang, welcher bei der Differenzierung des Ascushaltes mehrfach beobachtet wurde, lässt sich natürlich an getrocknetem Material keine genügende Erklärung geben. Andererseits ist es ja auch nicht unmöglich, dass diese Erscheinung auf eine Wasserentziehung zurückzuführen ist, deren Einwirkung während der Ascusentwicklung sich in der beschriebenen Weise zu erkennen gibt.

Den Verlauf des Hymeniums betreffend deuteten einige Befunde darauf hin, dass es sich auch an tiefer gelegenen Stellen

des Blattgewebes zu entwickeln vermöge. Ich muss dies aber zunächst noch unentschieden lassen, da das innere Gewebe des Blattes nicht genügend erhalten war. Es wäre dies übrigens nicht die einzige Beobachtung gewesen, durch welche neben dem subcuticularen Hymenium einer *Exoascus*-Art auch ein solches subepidermales nachgewiesen worden wäre.

In meiner Mitteilung „Einige kritische Bemerkungen über die Exoascaceen“ (Diese Berichte, Sitzung vom 30. Dezember 1903) hatte ich bei der Besprechung des *Exoascus rhaeticus* Volkart darauf hingewiesen, dass diese Spezies keineswegs die einzige Exoascee sei, welche ein subepidermales Hymenium ausbilde, wie der genannte Autor es angenommen habe. Schon JOHANSON (Oefversigt af Kongl. Vetenskaps - Akademiens Förhandlingar, 1885) habe bei *Exoascus Potentillae* ein subepidermales Hymenium nachgewiesen. Es war mir aber entgangen, dass P. MAGNUS auch bei *Exoascus Cerasi* ein subepidermales Hymenium beobachtet hatte, und darüber (Abhandlungen des Botan. Vereins der Provinz Brandenburg, XXXVI, S. 119) sagt: „Bei der genaueren Untersuchung“ des *Exoascus Cerasi* auf *Prunus avium* „ergab sich mir eine in der Literatur bisher noch nicht erwähnte Tatsache, dass nämlich in den Blättern ausser der Hymenialschicht zwischen der Cuticula und der Epidermis, auch noch häufig ein zuweilen sogar noch kräftiger entwickeltes Hymenium zwischen der Epidermis und der unter ihr liegenden Parenchymschicht und sogar zwischen dieser und der nächst inneren Parenchymschicht, d. h. zwischen der zweiten und dritten Zellschicht von aussen auftritt. Hierdurch vollzieht sich eine weit reichlichere und längere Zeit andauernde Bildung von Asken und Askosporen.“ Es erschien mir richtig, dies hier nachträglich mitzuteilen.

Wenn ich auf Grund der von mir beobachteten entwickelungsgeschichtlichen Tatsachen sagte (diese Berichte, Sitzung vom 30. Dezember 1903), dass es für die morphologische Auffassung belanglos sei, ob die Ausbildung des Hymeniums der *Exoascus*-Arten subcuticular oder subepidermal erfolge, so gibt die oben genannte Beobachtung von P. MAGNUS eine ausgezeichnete Bestätigung hierfür, denn es wird der direkte Nachweis geliefert, dass ein und dieselbe *Exoascus*-Species ihr Hymenium nicht nur subcuticular, sondern auch subepidermal und sogar auch zwischen noch tiefer gelegenen Zellschichten der Wirtspflanze entwickeln könne. Indirekt erhalten wir hierdurch einen weiteren Beweis dafür, dass *Exoascus rhaeticus* und *Exoascus Potentillae* in der Tat als echte *Exoascus*-Species aufzufassen sind.

Für die keulenförmigen Asken der *Sebastianae*-Infektion lässt sich also der Zusammenhang mit dem ödenartig zerfallenden Hymenium ganz direkt nachweisen. Als *Exoascus Sebastianae* soll daher

zunächst der Parasit bezeichnet werden, welcher die keulenförmigen Asken des I. und II. Typus hervorbringt. Dagegen ist nicht direkt nachgewiesen, dass derselbe Parasit auch die zylindrischen Asken entwickle. Einige Tatsachen weisen allerdings darauf hin; so z. B. die Veränderlichkeit der Form, welche sowohl bei den zylindrischen, als auch bei den keulenförmigen Asken, sonst aber bisher bei keiner andern Exoascee an der Basis der Stielzelle beobachtet wurde. Auch könnten vielleicht einige Mittelformen als eine Verbindung der zylindrischen und der keulenförmigen Asken betrachtet werden. Namentlich aber lässt die Tatsache, dass diese beiden Ascusformen stets dicht nebeneinander beobachtet werden, die Annahme nicht unberechtigt erscheinen, dass hier enge Beziehungen zwischen diesen beiden Ascusformen bestehen und die letzteren doch wohl nur einer Species angehören. Man würde dann allerdings annehmen müssen, dass bei derselben ein sonst noch nicht beobachteter und in seinen Einzelheiten namentlich auch entwicklungsgeschichtlich näher zu untersuchender Dimorphismus aufträte, demzufolge die eine Ascusform nicht nur durch die konstante zylindrische Gestalt der Asken, sondern auch durch die frühere Ausbildung derselben ausgezeichnet ist, die andere, später zur Entwicklung gelangende Ascusform aber äusserst polymorph sei und in die beiden ersten Typen der Keulenform auseinander gehe.

Eine bildliche Darstellung einer solchen dimorphen Exascee, auf welcher man die Form schlanker Zylinder und diejenige der Keulen vereinigt findet, zeigt in der Tat Fig. 11. Der zylindrische Ascus (*a*) ist bereits bis zur Ejaculation seines ganzen Inhalts vorgeschritten, während in den beiden kürzeren und dickeren Asken (*b* und *c*) eine Differenzierung des Inhalts noch nicht begonnen hat. Diese drei Asken sind dicht nebeneinander auf der Epidermis zur Anlage gelangt. Wichen dieselben aber in ihrer Form nicht so erheblich von einander ab, so würde man ohne jedes Bedenken annehmen, dass sie einer und derselben *Exoascus*-Art angehören. Aus einer grösseren Anzahl anderer Beobachtungen geht nun hervor, dass in Fig. 11 nicht nur ein vereinzelter Fall dargestellt ist, sondern dass ähnliche resp. übereinstimmende Kombinationen der Asken wiederholt gefunden wurden. Ich halte es daher für unwahrscheinlich, dass die Asken der *Sebastiana*-Infektionen trotz ihres Dimorphismus und resp. Polymorphismus zwei oder mehreren *Exoascus*-Arten angehören (abgesehen von Typus III?).

Wir haben hier also die erste Exoascee, welche auf einer tropischen Euphorbiacee beobachtet worden ist. Es ist aber kaum anzunehmen, dass dies die einzige bleiben wird, denn schon sind mir Nachrichten zugegangen, nach denen wahrscheinlich auch auf andern tropischen Euphorbiaceen *Exoascus*-Infektionen auftreten. Durch die-

selben soll auf Kautschukpflanzen Schaden hervorgerufen werden. Ich habe leider noch keine Beweisstücke hierfür gesehen, nach den *Sebastiana*-Infektionen zu urteilen scheinen aber tropische Euphorbiaceen durch Exoasceen allerdings geschädigt zu werden.

Zum mindesten wissen wir aber aus den obigen Ausführungen, dass in der einzigen bis jetzt bekannten *Exoascus*-Infektion einer tropischen Euphorbiacee der Parasit zu einem Polymorphismus gelangt, welchen keine andere Exoascee weder in gemässigten Klimaten, noch an tropischen Farnen auch nur annähernd erreicht. Aus diesem Polymorphismus glaube ich aber andererseits eine weitere Bestätigung meiner wiederholten Beobachtungen und Erörterungen entnehmen zu können, wonach man überhaupt der Form des Ascus keine grosse Bedeutung beimessen darf für die verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit der Exoasceen-Species. In dem vorliegenden Falle zeigt sich auch, dass die Form des Ascus kaum in Beziehung zur Wirtspflanze steht. Selbst die haustorienartige Ausbildung des Fusses, welche hier allerdings zum Teil in eigenartiger Weise auftritt, könnte höchstens nur in sehr beschränktem Masse auf einen Einfluss des Wirtes zurückgeführt werden, da man kaum bei der Hälfte der Asken diese eigenartige Entwicklung des Fusses beobachtet.

Wenn nun GIESENHAGEN<sup>1)</sup> je nach der Wirtspflanze einen *Filicina*-, *Betulae*-, *Pruni*-Typus usw. der Asken annimmt, so fragt man sich nunmehr, ob eine ähnliche Annahme auch für die Asken der *Sebastiana*-Infektionen überhaupt möglich wäre. Bei der Beantwortung dieser Frage ist es selbstverständlich belanglos, ob die oben beschriebenen, so ausserordentlich verschiedenen Schlauchformen nur einer oder mehr als einer Exoasceen-Species angehören. Dagegen ist es von Bedeutung, dass in einer und derselben Infektionsstelle, also auf einer und derselben Wirtspflanze, Asken von so äusserst verschiedener Gestalt entwickelt werden. Man kann wohl sagen, dass diese Asken so vielgestaltig sind, als alle die verschiedenen Ascusformen, welche man bisher überhaupt im ganzen Gebiete der parasitischen Exoasceen beobachtet hat. Ich glaube daher, dass auch GIESENHAGEN für die Schlauchformen dieser Infektionen einen *Sebastinae*- resp. *Euphorbiae*-Typus nicht anerkennen würde.

Der Polymorphismus der Asken der *Sebastiana*-Infektion ist um so überraschender, als ein solcher selbst bei *Exoascus*-Infektionen tropischer Farne bis jetzt noch nicht beobachtet wurde, obgleich mehrere tropische Farne von *Exoascus*-Arten infiziert werden.

Über die Sporen, welche in den Asken der *Sebastiana*-Infektion beobachtet wurden, ist folgendes nachzutragen. In einigen der ab-

1) Die Entwicklungsreihen der parasitischen Exoasceen (Flora 1895; Ergänzungsband. 81. Bd., Heft 2) und *Taphrina*, *Exoascus* und *Magnusiella* (Bot. Zeit. 1901).

gebildeten Asken waren die Sporen zum Teil zur völligen Ausbildung gelangt. Die Grösse und Gestalt der Sporen stimmt bei allen Asken der vorliegenden Infektion überein. Die Sporen sind eirund, mitunter seitlich etwas zusammengedrückt, 5,5 bis 6,5  $\mu$  lang und 4,5 bis 5,0  $\mu$  breit. Die Entwicklung von Conidien (hefeartigen Sprossungen), eine in den Asken der Exoasceen sonst verbreitete Erscheinung, ist in den Asken der *Sebastiana*-Infektion bisher nicht beobachtet worden.

Was die Anzahl der Sporen anlangt, so scheinen acht Sporen seltener zur Ausbildung zu gelangen (Fig. 5, *c*). Häufiger beobachtet man sechs oder sieben Sporen (z. B. Fig. 5, *a* und *d*, Fig. 6, *c* und *f*), in mehreren Fällen aber auch nur vier Sporen (z. B. Fig. 6, *a* und *b*). In Fig. 8, *a* und 11, *a* sehen wir sogar, dass die Ejaculation der Sporen erfolgt ist, obgleich nur vier Sporen entwickelt worden waren. Hieraus kann man jedoch keine allgemeinen Schlüsse ziehen, da sich nicht nachweisen lässt, ob in diesen beiden Fällen mit der Ejaculation der vier Sporen auch die Entwicklung des Ascusinhaltes abgeschlossen war. Man beobachtet nämlich nicht selten, dass die Ejaculation des Ascusinhaltes erfolgt, ehe die — hierbei mit fortgerissenen — Sporen selbst völlig ausgebildet sind. Man kann an dem vorliegenden, getrockneten Untersuchungsmaterial allerdings nicht die winzigen Chromatinkörper nachweisen, um welche sich nach S. IKENO<sup>1)</sup> das Cytoplasma bei der Bildung der Sporen zusammenzieht, aber es lässt sich mit Sicherheit nachweisen, dass um diese Cytoplasmamassen Zellmembranen noch nicht ausgeschieden, reife Askosporen also noch nicht gebildet waren, als die Ejaculation des Ascus vor sich ging. Dies wurde nicht etwa nur in vereinzelten Fällen, sondern mehrfach beobachtet. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass die Ejaculation des Ascusinhaltes mitunter durch äussere Einflüsse beschleunigt wird. In welcher Weise namentlich die Feuchtigkeit der umgebenden Luft oder Wasser (Regen- oder Tautropfen) auf die in der Entwicklung begriffenen Asken einwirkt, ist bereits am Anfange dieser Mitteilung angedeutet worden (man vergl. a. a. O., S. 107). Es wäre daher nicht als ausgeschlossen zu betrachten, dass die feuchte Treibhaustemperatur des tropischen Klimas nebst den zahlreichen und ergiebigen Niederschlägen auch auf die Asken, welche bereits bis zur Differenzierung ihres Inhaltes vorgeschritten sind, einen Einfluss ausübte, demzufolge — je nach der Tageszeit und dem Eintreten ergiebiger Niederschläge — der gesamte Inhalt des Ascus selbst dann ejaculiert würde, wenn die Askosporen noch nicht völlig reif sind.

1) Studien über die Sporenbildung von *Taphrina Johansonii* (Flora 1901, 88. Bd., S. 229ff.) und namentlich: Die Sporenbildung von *Taphrina*-Arten (Flora 1903, 92. Bd., S. 14).

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, dass es nicht möglich war, eine abschliessende Darstellung dieser eigenartigen Infektion zu geben. Es hat sich vielmehr gezeigt, dass eine ganze Reihe nicht unwichtiger Fragen, welche *Exoascus*-Infektionen tropischer Gewächse betreffen, noch der Lösung harren, und es also äusserst erwünscht wäre, wenn die Aufmerksamkeit mehr als bisher diesen Infektionen tropischer Blütenpflanzen zugewendet würde. Flecken und Pusteln auf den Blättern, sowie Deformationen einzelner Zweige oder ganzer Zweigsysteme sind doch immerhin ziemlich auffallende Erscheinungen. Auch das Sammeln solcher pathologischen Objekte bereitet keine besonderen Schwierigkeiten, sei es, dass man die Konservierung in Alkohol oder in getrockneter Form als Herbarpflanze vorzöge.

Das mir zur Verfügung stehende Untersuchungsmaterial reichte ja leider nicht aus, um einerseits den Verlauf des Mycels in jedem Falle zu untersuchen, andererseits — und das ist besonders zu bedauern —, um auf die cytologischen Fragen näher einzugehen. Hierdurch wäre aber die Unsicherheit, ob in allen den gezeichneten Fällen eine und dieselbe *Exoascee* oder auch ein Vertreter einer andern Pilzfamilie vorliege, endgültig zu beseitigen gewesen. Aus dem gleichen Grunde habe ich z. B. auch über die im Innern des Ascus stattfindenden Vorgänge, welche in den Figuren 4, *b*, 6, *c*, 6, *d* und 7 wiedergegeben sind und oben besprochen wurden, keine genügende Klarheit gewinnen können.

Nichtsdestoweniger erschien es angemessen, hiermit auf diese interessanten Formen, welche weiterer Untersuchung wohl wert wären, aufmerksam zu machen.

### Erklärung der Abbildungen.

(Sämtliche Figuren sind 800mal vergrössert.)

- Fig. 1. Subcuticularer Verlauf des Mycels von *Exoascus Sebastianae* nov. spec. *m* das Mycel, zum Teil in Oïdien zerfallend; *c* die Cuticula; *E* oberer Teil der Epidermiszellen.
- „ 2. Darstellung des Entwicklungsganges des *Exoascus Sebastianae*; *a*, *b*, *c*, *d* die auf der Epidermis (*E*) dicht nebeneinander stehenden Entwicklungsstadien. *a* das in Oïdien zerfallene Mycel; *b* senkrecht zur Epidermis erfolgende Streckung einer Oïdie; *c* weiteres Entwicklungsstadium; *d* junger keulenförmiger, aus einer Oïdie direkt hervorgegangener Ascus, die Stielzelle (*st*) wird unten von einer geraden Fläche begrenzt; *e* ein bereits entleerter keulenförmiger Ascus, der an der Basis nicht gerade abgestumpft ist und etwas zwischen die Epidermiszellen eindringt; eine Stielzelle ist nicht abgetrennt.
- „ 3. Gruppe von drei jungen Asken des I. Typus der Keulenform. Eine Differenzierung des Ascusinhaltes ist noch nicht eingetreten, eine Stielzelle ist ebenfalls noch nicht abgetrennt. Die drei Asken erheben sich von schmaler, gerader Basis und stehen ziemlich dicht nebeneinander auf den Epidermiszellen, *E* der obere Teil der letzteren.

- Fig. 4. Teil eines Mycels mit einem Ascus (*b*) des III. Typus der Keulenform und einer Ascusanlage (*a*). In dem Ascus (*b*) hat die Sporenbildung noch nicht begonnen; *s* der Stiel, *f* der Fuss, letzterer in der den Arten der Gattung *Exoascus* eigenen Weise oïdienartig aus dem Verbande sich trennend.
- „ 5. Vier Asken des I. Typus der Keulenform.
- „ 6. Sechs Asken des II. Typus der Keulenform.
- „ 7. Ein Ascus des III. Typus der Keulenform. *f* der durch eine Querwand vom Stiel (*st*) abgetrennte Fuss.
- „ 8. Zwei besonders grosse Asken des III. Typus der Keulenform; bei *a* ist bereits die Ejaculation des Ascusinhaltes erfolgt, bei *b* hat noch keine Differenzierung des Ascusinhaltes stattgefunden. *sp* der sporenbildende Teil des Ascus, *s* der Stiel, *f* der Fuss. Die Form des letzteren wie bei Fig. 4b.
- „ 9. Ein Ascus des III. Typus der Keulenform, dessen Stielzelle in eine Spitze ausläuft.
- „ 10. Beispiele der Zylinderform der Asken. Bei *e* ist die Basis der Stielzelle haustorienartig ausgebildet; bei *d* und *e* zwei Stielzellen. *E* die oberen Teile der Epidermiszellen.
- „ 11. Ein schmaler, langer, bereits entleerter Zylinder (*a*) und zwei kurze, dicke Asken (*b* und *c*) dicht nebeneinander auf den Epidermiszellen (*E*). Bei *c* ein keulenförmiger Ascus mit etwas zugespitztem Ende, bei *b* eine sehr kurze, aber dicke Ascusform mit einer sehr niedrigen Stielzelle. Sämtliche drei Arten der Fig. 11 werden an ihrer Basis von einer geraden Fläche begrenzt.
- „ 12. Beispiel eines walzenförmigen Ascus.

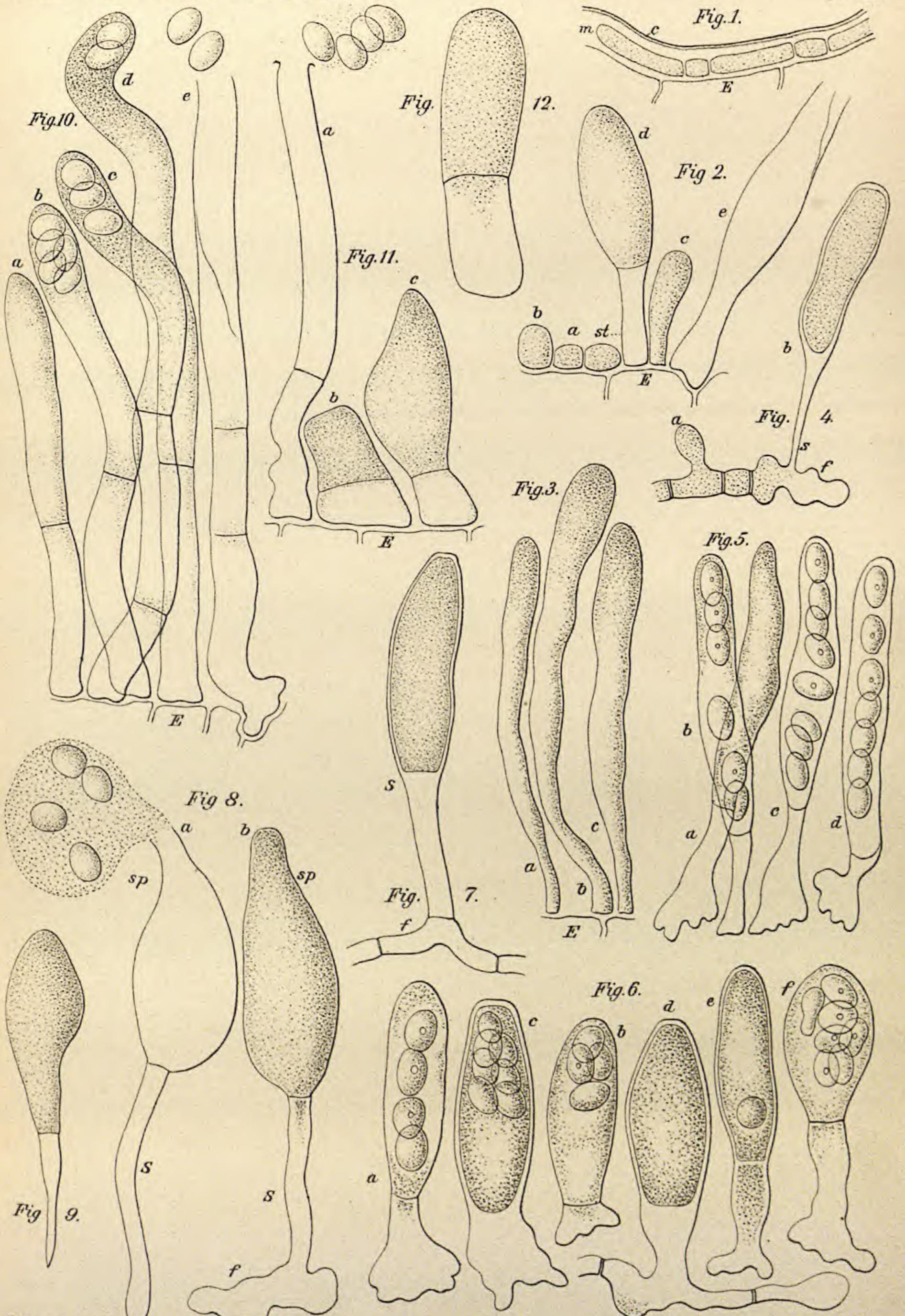
## 19. A. Schulz: Über die Entwicklungsgeschichte der gegenwärtigen phanerogamen Flora und Pflanzendecke Schwedens.

Eingegangen am 19. Februar 1904.

In einem im 8. Berichte der Zürcherischen botanischen Gesellschaft<sup>1)</sup> zum Abdruck gelangten Vortrage über „Das nacheiszeitliche Klima von Schweden und seine Beziehungen zur Florenentwicklung“, hat G. ANDERSSON seine Ansichten über die Wandlungen der phanerogamen Flora und Pflanzendecke sowie des Klimas Schwedens während der seit dem Beginne des Schwindens der letzten<sup>2)</sup> grossen

1) 1901–1903, erschienen 1903.

2) ANDERSSON nimmt allerdings nicht an, dass in der Quartärperiode — mindestens vier — Zeitabschnitte — die sogenannten Eiszeiten — während welcher die Oberfläche Skandinaviens ganz oder fast ganz mit Eis bedeckt war, mit solchen Zeitabschnitten, während welcher das perennierende Eis in diesem Gebiete nur seinen gegenwärtigen oder einen noch kleineren oder einen nur un-



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [22](#)

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

Artikel/Article: [Einige kritische Bemerkungen über Exoasceen 119-133](#)