

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XX. Band.

1. September 1900.

Nr. 17.

Inhalt: Möbius, Parasitismus und sexuelle Reproduktion im Pflanzenreiche. —
Goebel, Bemerkung zu der vorstehenden Mitteilung von Möbius. —
Brandt, Zur Phylogenie der Säugetierhaare. —

Parasitismus und sexuelle Reproduktion im Pflanzenreiche.

Von **M. Möbius.**

Vor Kurzem ist für eine blühende Schmarotzerpflanze gezeigt worden, dass sie sich nicht nur vollständig apogam entwickelt, sondern dass auch die männlichen Exemplare dieser diöcischen Art ganz ausgestorben zu sein scheinen. Andererseits ist es durch neuere Untersuchungen an Flechten wieder sehr wahrscheinlich geworden, dass bei manchen ihrer Arten eine sexuelle Fortpflanzung existiert. Bei der Betrachtung dieser und anderer Verhältnisse hat sich mir der Gedanke aufgedrängt, dass die sexuelle Reproduktion in einem gewissen Abhängigkeitsverhältnis vom Parasitismus steht. Ich hatte diesen Gedanken schon früher einmal in meinem Aufsätze „über Entstehung und Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzenreiche“ (diese Zeitschrift, Bd. 16, p. 131) ausgesprochen, die betreffende Stelle aber wieder gestrichen, als ich diesen Aufsatz zu dem Kapitel V meiner „Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse“ (Jena 1897) umarbeitete. Auch jetzt möchte ich die zuerst ausgesprochene Vermutung als unhaltbar bezeichnen, — nämlich es werde durch die Verbindung, welche die Parasiten mit anderen lebenden Organismen, ihren Wirten, eingehen, in irgend einer Weise Ersatz für die Verbindung geschaffen, die, bei der Zeugung, mit ihresgleichen eintreten würde, sodass sie die letztere Verbindung ohne Nachteil für ihre Entwicklung entbehren könnten, — dahingegen möchte ich eine andere Hypothese aufstellen, für deren Wahrscheinlichkeit mehrere Umstände sprechen. Wenn wir nämlich finden, dass bei denjenigen Pflanzen, welche sich

saprophytisch oder parasitisch ernähren, die Organe der sexuellen Reproduktion abnorm werden, diese selbst beeinträchtigt oder gar aufgehoben, dafür aber unter Umständen durch eine asexuelle Keimbildung ersetzt wird, so sehe ich den Grund dafür darin, dass die eben genannte Ernährungsweise dem eigentlichen Wesen der Pflanzen derartig widerspricht, dass dadurch die Entwicklung der wichtigsten Organe alteriert wird. Am wichtigsten aber sind die Organe, welche zur Erhaltung der Art dienen, also die Reproduktionsorgane, und in der Reproduktion ist die sexuelle als die höhere Stufe, die asexuelle Keimbildung als eine niedere Stufe oder, in andern Fällen, als ein Rückschritt zu betrachten. Diesen Rückschritt finden wir nun vor allen Dingen bei den Pilzen und einzelnen schmarotzenden Phanerogamen, während sonst bei den letzteren nur die Reproduktionsorgane leicht zu abnormer Ausbildung gelangen.

Ein großer Gegensatz existiert bekanntlich zwischen der Ernährung der Pflanzen und der der Tiere: die Pflanzen ernähren sich von anorganischen Stoffen, Wasser, Kohlensäure und Mineralsalzen, und bilden aus diesen die verschiedenartigsten organischen Substanzen, die Tiere aber besitzen diese Fähigkeit nicht und sind deshalb auf die Aufnahme organischer Verbindungen, also auf die von den Pflanzen gebildeten Stoffe direkt oder indirekt angewiesen. Das Tier ernährt sich also gewissermaßen immer saprophytisch oder parasitisch, ob es sich die zu seiner Ernährung nötigen Stoffe erst an verschiedenen Orten zusammensuchen muss, wie der Schmetterling, wenn er von Blume zu Blume fliegt, oder der Löwe, wenn er sich ein Beutetier nach dem andern erjagt, — oder ob das Tier inmitten der organischen Substanz lebt und sich von ihr ernährt, wie die Larve des Bockkäfers in Holz oder der Bandwurm im Darm des Menschen: das sind nur sekundäre Unterschiede, die zwar die Organisation des Tieres, besonders hinsichtlich seiner Mundwerkzeuge und Lokomotionsorgane und somit seines ganzen Körperbaues wesentlich beeinflussen, auf die wichtigsten Organe aber, die der Reproduktion, wenig Einfluss haben. Demgemäß finden wir bei den tierischen Schmarotzern die Reproduktionsorgane nicht wesentlich anders als bei denen ihrer nächsten nicht parasitischen Verwandten, und gewöhnlich zeichnen sie die Parasiten hier durch eine sehr reichliche Produktion von Eiern aus.

Für die Pflanzen dagegen bedeutet die Aufnahme organischer Stoffe als wesentliche Quelle der Ernährung eine völlige Umkehrung ihres pflanzlichen Prinzips, obwohl dies äußerlich weniger hervortritt, da ja alle höheren Pflanzen festgewachsen sind. So unterscheidet denn auch der Laie nicht zwischen den rein epiphytischen *Orchideen* und *Bromeliaceen*, die einfach auf dem Baume sitzen, aber mit ihren Wurzeln nichts von dem Baume aufnehmen, und der *Mistel* und ihren Verwandten, deren Wurzeln sich in den Baum senken und ihre Nahrung

von ihm geliefert erhalten: er nennt sie beide Schmarotzerpflanzen. Erst dann wird ihm der Unterschied auffallend, wenn die Pflanze infolge der Aufnahme organischer Substanzen die Assimilation als überflüssig unterlässt und die Assimilationsorgane, die grünen Blätter, unterdrückt, und in der Form eines bleichen blattlosen *Fichtenspargels* oder einer höchst wundersam gestalteten, lebhaft rot und gelb gefärbten *Balanophora* oder eines *Hut-* oder *Schimmelpilzes* auftritt.

Bekanntlich unterscheiden wir bei den Pflanzen, die sich von organischen Stoffen ernähren, Saprophyten, nämlich die von abgestorbenen Organismen lebenden, und Parasiten, die auf lebenden Pflanzen oder Tieren schmarotzen; natürlich haben wir auch Uebergänge, besonders bei den *Pilzen*, die ihren Lebenslauf als Parasiten beginnen und als Saprophyten fortsetzen können. Um nun zu sehen, wie es sich mit der Reproduktion bei den saprophytischen und parasitischen Pflanzen verhält, wollen wir die wichtigsten Vertreter dieser biologischen Gruppe kurz durchgehen, mit den *Phanerogamen* beginnend. Dabei ist noch besonders zu betonen, dass derartige Abweichungen im Bau der Samenknospen und in der Keimbildung, wie sie im Folgenden erwähnt werden, bei ganzen Familien sich selbständig ernährender Phanerogamen, soviel mir bekannt ist, nicht vorkommen.

Für die chlorophyllfreien *Saprophyten* giebt Johow an, dass sie sämtlich sehr kleine mit rudimentärem, ungegliedertem Embryo versehene Samen besitzen, eine Eigenschaft, die die hier in Betracht kommenden *Orchideen* freilich auch mit den grünen Formen der Familie teilen; doch müssen wir uns erinnern, dass sowohl die Erdorchideen größtenteils Humusbewohner sind als auch die epiphytischen Formen meistens pflanzliche und tierische Zersetzungsprodukte aufnehmen. Bei der mit dem *Enzian* verwandten *Voyria*, die chlorophyllfrei und also ganz auf Saprophytismus angewiesen ist, sind auch bereits die Samenknospen rudimentär und abnorm ausgebildet.

Die grünen Halbschmarotzer aus der Familie der *Rhinanthaceen* zeigen keine bemerkenswerten Abnormitäten in den Reproduktionsorganen, wohl aber die aus der Familie der *Santalaceen* und zwar in sehr hohem Grade, wie schon länger bekannt ist.

Von den chlorophyllfreien Parasiten bilden zunächst *Lathraea*, die *Orobanchen* und die *Lennoaceen* eine Gruppe als Wurzelschmarotzer, sie ähneln hinsichtlich der Fortpflanzung den chlorophyllfreien Saprophyten, indem sie einen wenigzelligen, ungegliederten Embryo in ihrem Samen zeigen; sie ernähren sich dabei aber nicht nur parasitisch, sondern senden zum Teil auch Wurzeln in die Erde.

Die nächste Gruppe, die Verwandten der *Mistel* oder *Loranthaceen*, haben zwar grüne Blätter, aber in ihrer Nahrungsaufnahme von unten her sind sie ganz auf den Wirt angewiesen: bei ihnen finden wir sehr bedeutende Anomalien in den Reproduktionsorganen, indem die Samen-

knospen gar nicht mehr als gesonderte Teile angelegt werden. Auch bei dem sich systematisch hier anschließenden *Myzodendron* sind die Samenknospen rudimentär.

Für die Kleeseide, *Cuscuta*, die eine eigene Gruppe unter den Parasiten bildet, können wir freilich keine Abnormitäten in der Bildung der Samenknospen angeben.

Umsomehr aber für die Familien der *Balanophoraceen*, *Hydnoraceen* und *Rafflesiaceen*, die Johow in die Gruppe der *Fungoiden* zusammenfaßt, weil einerseits ihr Vegetationskörper bis auf eine Art von Pilzmycelium reduziert sein kann, andererseits ihre Blütenstände oft den Fruchtkörpern von Pilzen ähnlicher sehen als blühenden Phanerogamen. Bei allen ist der Embryo im Samen sehr klein, rudimentär, wenigzellig. Bei den *Hydnoraceen*, speziell *Hydnora*, sind auch die Samenknospen nicht differenziert. Bei den *Rafflesiaceen* haben wir zwar deutliche Samenknospen, aber „merkwürdig ist die Thatsache, dass manche Formen äußerst selten zur Ausbildung ihrer Früchte zu gelangen scheinen. Trotz aller Bemühungen hat z. B. von der am Salak bei Buitenzorg auf Java in Menge sich findenden *Brugmansia Zippellii* noch nicht eine einzige Frucht erlangt werden können“. (Solms in der Bearbeitung der Familie für *Engler-Prantl's* natürl. Pflanzenfam. Bd. III. I. p. 277.) Unter den *Balanophoraceen* finden sich nur bei *Cynomorium*¹⁾ Samenknospen, die ein Integument besitzen, sonst entbehren sie desselben, sind bisweilen auf den Embryosack reduziert, nicht selten mit der Wandung des Fruchtknotens vereinigt. Bei *Balanophora elongata* und *globosa* ist jede Befruchtung vollständig abgeschlossen, denn es bildet sich gar keine weibliche Blüte, sondern nur eine wenig zellige Protuberanz, deren subepidermale Zelle zum Embryosack wird, während die bedeckende Epidermis zu einem langen, griffelähnlichen Organe auswächst. Der Embryosack zeigt nach den üblichen Teilungen zuerst die Bildung des Eiapparates, dann werden alle Kerne resorbiert bis auf einen, aus dem zwei Endospermzellen hervorgehen; die untere wird allmählich verdrängt, die obere aber bildet das ganze Endosperm. Aus einer plasmareichen Zelle dieses Endosperms wird der wirkliche, wenigzellige Embryo, aus den übrigen wird die Nährschicht und die Samenschale. (Fig. I.) Von *B. elongata* sind noch männliche Pflanzen gefunden worden, die auch Pollenstaub produzieren, bei *B. globosa* aber scheinen die männlichen Pflanzen überhaupt zu fehlen. Die Pflanze kommt in einem gewissen Gebiete Javas außerordentlich häufig vor, sodass der Beobachter dieser Verhältnisse, P. Lotsy (*Annales du Jardin de Buitenzorg*, vol. XVI) viele Hunderte von Exemplaren gesehen hat; unter diesen fand er aber nie-

1) Nach den neuen Untersuchungen von Baccarini und Cannarella scheint aber bei diesen Pflanzen die Vermehrung durch Samen kaum in Betracht zu kommen.

mals ein männliches Exemplar, so dass es als sicher anzusehen ist, dass es, wenigstens in dem Gebiete, keine männlichen Pflanzenmehr giebt.

Hier haben wir also eine rein ungeschlechtliche Keimbildung, wie sie sich auch bei den *Pilzen* entwickelt, die ja sämtlich saprophytisch oder parasitisch leben. Selbst bei den *Pilzen*, die den *Algen*, von denen ja die ganze Ordnung abzuleiten ist, noch am nächsten stehen, können wir Uebergänge

von der Bildung befruchteter Sporen zu der ungeschlechtlich erzeugter Sporen sehen, wie es für die *Saprolegniaceen* und *Peronosporaceen* genügend bekannt sein dürfte, so dass ich es hier nicht wieder holen will. (Vergl. auch meine oben zitierten „Beiträge“ p. 163–164.) Bekannt sind auch die *Zygomyceten*, bei denen, wie bei den *Conjugaten* unter den *Algen*, zwei gleichwertige Zellen sich zur Bildung einer Spore vereinigen. Bilden sich durch eine solche Kopulation in dem Sporangium statt einer Spore, mehrere Sporen, wie bei *Dipodascus*, so sehen wir darin einen Vorläufer des Aseus des Schlauches, der für die große Reihe der *Ascomyceten* das charakteristische Element der

Fruchtbildung ist mit dem das Endosperm mit dem Keimling (*III*) hervorgeht.

seinen meistens zu 8 im Innern entstehenden Sporen. Bei einigen niederen Formen der Reihe hat neuerdings auch noch eine sexuelle Reproduktion nachgewiesen werden können, die sich mehr an die der *Peronosporaceen* anschließt: ein Antheridium, das seinen Kern an das Oogonium abgibt, hat Harper für *Sphaerotheca Castagnei* und *Erysiphe communis* nachgewiesen; bei beiden wird das Oogonium nach der Befruchtung mehrzellig, bei ersterer wird die vorletzte Zelle desselben direkt zum Aseus,

Fig. 1.

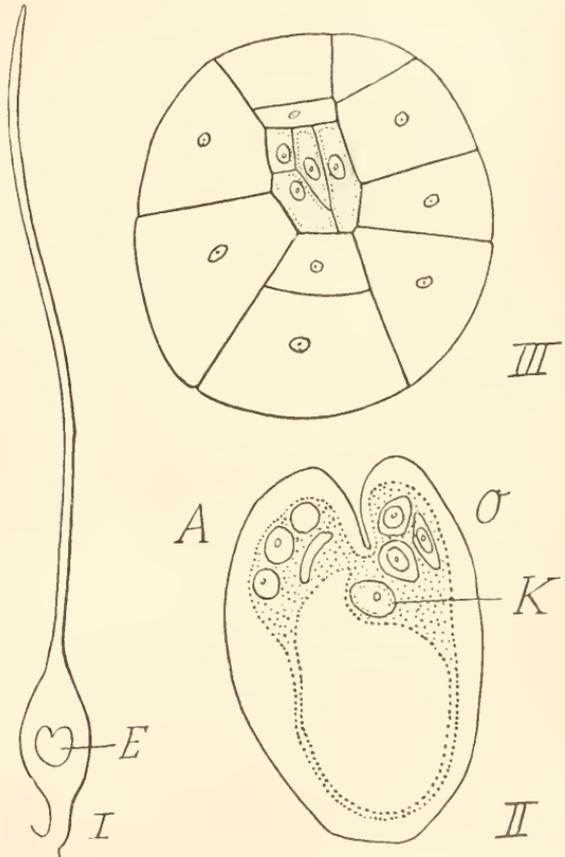


Fig. 1. *Balanophora globosa*: I Weibliche Blüthe, E Embryosack. II Embryosack, bei O der Eierapparat, bei A die Antipoden, K der Kern, aus dem das Endosperm mit dem Keimling (*III*) hervorgeht.

bei letzterer sprossen aus dieser Zelle die Schläuche nachträglich aus. Mehrfach finden wir dann noch ein Aussprossen der Schläuche oder ascogener Hyphen aus einem mehrzelligen „Oogonium“ (wie bei *Ascolobus*) oder einem Ascogon genannten Organ, ob aber hier eine Befruchtung vorangeht oder ob, wenn überhaupt eine andere Hyphe mit ihm kopuliert, dies nur eine bedeutungslose Anastomose ist, wie sie auch sonst bei den vegetativen Pilzhypen vorkommt, was Brefeld's Ansicht ist, muss noch dahingestellt bleiben. Da bei den allermeisten *Ascomyceten* nicht einmal ein Ascogon als Ausgangspunkt der Schläuche nachgewiesen ist, so dürfen wir ihre Fortpflanzung im allgemeinen mit Brefeld als eine ungeschlechtliche bezeichnen.

Die Sporenbildung der *Ascomyceten* ist aber eine echte Keimbildung, d. h. die Keime entstehen im Innern von Zellen, welche letztere dadurch selbst zu Grunde gehen, sodass dieser Prozess eine Reduktion der Mutterpflanze bedingt. Bei der andern großen Gruppe von Pilzen, den *Basidiomyceten*, werden die Sporen äußerlich auf Stielen abgeschnürt und es findet keine Reduktion der Mutterpflanze statt: hier ist es bisher auch noch nicht gelungen, irgend eine Spur von einem wirklichen Sexualakte nachzuweisen. Den Unterschied zwischen *Asco-* und *Basidiomyceten* in der Art und Weise der Keimbildung sehen wir schon daran, dass bei ersteren der Fruchtkörper zu Grunde geht, wenn alle in demselben zur Entwicklung kommenden Asci entleert sind, dass bei letzteren aber der Fruchtkörper auf der früheren Hymenialschicht eine neue, sogar auf dieser wieder eine neue u. s. w. erzeugen und so z. B. bei holzigen Baumschwämmen jahrelang fortwachsen kann.

Nach dieser gelegentlich hier eingeschalteten Bemerkung wenden wir uns wieder den *Ascomyceten* zu, deren Reproduktionsverhältnisse, soweit dabei eine Befruchtung vorkommt oder vorkommen soll, noch einer Besprechung bedarf wegen der auffallenden Aehnlichkeit mit der Fruchtbildung der *Florideen*. Wie bei diesen, abgesehen von den *Bangiaceen*, wird hier niemals die befruchtete Zelle zur Spore selbst, sondern es sprossen aus ihr die sporenerzeugenden Elemente aus. Auf diese Aehnlichkeit ist schon lange hingewiesen worden, besonders von Sachs, der noch in seiner letzten Publikation (Flora 1896, Bd. 82, p. 205) den Satz aufstellt, dass die *Ascomyceten* von den *Rhodophyceen* (*Florideen*) abzuleiten sind. Der Florideenforscher Schmitz spricht sich dahin aus (in seiner Bearbeitung der Familie für Engler-Prantl's natürl. Pflanzenfamilien, I, 2, p. 304), dass mit größerer Sicherheit (als die Beziehungen zu anderen Algen zu erkennen sind) sich auf die Analogien bei den *Rhodophyceen* und *Ascomyceten* hinweisen lässt. Und auf diese weist auch Harper hin. Leider gibt aber niemand eine Andeutung, wie man sich einen genetischen Zusammenhang zwischen diesen sonst so grundverschiedenen Gruppen zu denken hat, indem die betreffenden *Pilze* doch meistens Landbewohner resp. Para-

siten sind, während die *Florideen* sich zu einer rein marinen Formenreihe entwickelt haben mit wenigen Formen, die im Süßwasser vorkommen und vermutlich erst nachträglich in dasselbe übergegangen sind. Wollen wir aber die *Florideen* von einer so einfachen Form wie *Chantransia* ableiten, die noch große Aehnlichkeit mit den fadenförmigen, verzweigten Grünalgen zeigt, so findet sich hier der eigentümliche Umstand, dass die *Chantransien* des Süßwassers einfache ungeschlechtliche Sporen bilden und die charakteristische Carpogonbildung der *Florideen* nur bei der marinen *Chantransia corymbifera* bekannt ist. Bei dieser wird also, wie bei den typischen *Florideen* überhaupt das weibliche Empfängnisorgan, die Trichogyne, durch eine männliche Zelle, Spermatorium, befruchtet und aus der unter der Trichogyne liegenden Procarpzelle sprossen die sporenbildenden Zellen aus. Ganz dasselbe finden wir nun bei einer kleinen höchst merkwürdigen Gruppe der *Ascomyceten*, den *Laboulbeniaceen*, die winzige Parasiten auf Insekten, meistens Käfern darstellen¹⁾. In ihrer Entwicklung aber weichen sie auch sonst so sehr von den anderen *Ascomyceten* ab, dass sie eine ganz abgeschlossene Familie bilden. Bei den übrigen *Ascomyceten* kennen wir keine Trichogyne und keine Spermationien und das Antheridium oder „Pollinodium“, das mit dem „Ascogon“ kopuliert, wäre zu vergleichen mit den Ooblastenfäden, die bei vielen *Florideen* aus der befruchteten Procarpzelle aussprossen und mit sogenannten Auxiliarzellen fusionieren, worauf erst aus diesen die sporenbildenden Elemente auswachsen. Nachdem Oltmanns gezeigt hat, dass bei dieser Fusion der Ooblastenfäden mit den Auxiliarzellen keine Kernverschmelzung, also keine wirkliche Befruchtung stattfindet, können wir in diesem Prozess umsomehr eine Analogie mit der Fusion eines „Pollinodiums“ mit dem „Ascogon“ von *Ascobolus* und ähnlichen Formen erblicken.

Nun aber findet sich bei *Flechten*, deren mycelialer und sporenbildender Teil ja den *Ascomyceten* entspricht, eine der der *Florideen* ganz analoge Befruchtungsweise mit Trichogyne und Spermationien. Stahl hat zuerst (1877) gezeigt, dass bei der bekannten Gallertflechte *Collema* ein Procarp mit einer Trichogyne gebildet wird, dass sich an die aus dem Thallus hervorragende Spitze der letzteren Spermationien ansetzen und dass sich dann aus dem Procarp der Fruchtkörper, das Apothecium entwickelt. Eine Bestätigung dieser Angaben ist neulich durch die Untersuchungen von Baur (Berichte d. deutsch. botan. Gesellschaft 1898) erfolgt: er hat gezeigt, dass bei jedem sich weiter-

1) Da die *Laboulbeniaceen* den meisten Botanikern nicht aus eigener Anschauung bekannt und in Deutschland noch nicht viel gesammelt sein dürften, so möchte ich hier erwähnen, dass ich aus der Frankfurter Gegend durch die Güte des Herrn Lehrer Gulde Käfer aus den Gattungen *Chalcidius*, *Anohomenes* und *Bembidium* erhalten habe, an denen sich ziemlich reichlich *Laboulbenia elongata* (?) und *fasciculata* (?) fand.

entwickelnden Procarp konstant ein Spermatorium an der Trichogyne anhaftet, welches seinen Inhalt verloren, vermutlich also an die Trichogyne abgegeben hat, während bei den zu Grunde gehenden Carpogonien ebenso konstant die Spermatorien an der Trichogyne fehlen. Ferner hat er gezeigt, dass in der mehrzelligen Trichogyne nach der „Bestäubung“ die Querwände durchbrochen werden, so dass der vermutete Spermakern durch sie hinunter wandern kann, um unten die oberste Carpogonzelle zu befruchten. Trichogynen wurden schon bei zahlreichen Flechten beobachtet, die Bedeutung aber, die ihnen als Bohrorganen zugeschrieben wurde, scheint mir in keiner Weise zu rechtfertigen zu sein. Dagegen hat vor kurzem Darbishire (Pringsheim's Jahrbücher, Bd. 31) an *Physcia pulverulenta* das bestätigt gefunden, was für *Collema* bekannt geworden war, und mit der höchsten Wahrscheinlichkeit der Trichogyne die Funktion eines weiblichen Empfängnisorgans zugesprochen. Vergleicht man ein Procarp der genannten Flechte mit dem einer Floridee, so ist die Uebereinstimmung ganz auffallend. (Fig. 2.) Auch bei *Physcia* lässt sich regelmäßig beobachten, dass die Trichogyne der sich weiter entwickelnden Carpogone mit einem fest-sitzenden Spermatoriumrest behaftet ist, dass aber die Trichogyne, deren untere Windungen sich nicht weiter entwickelt haben, kein Spermatorium trägt. Darbishire stellt weitere Mitteilungen über diesen Gegenstand in Aussicht.

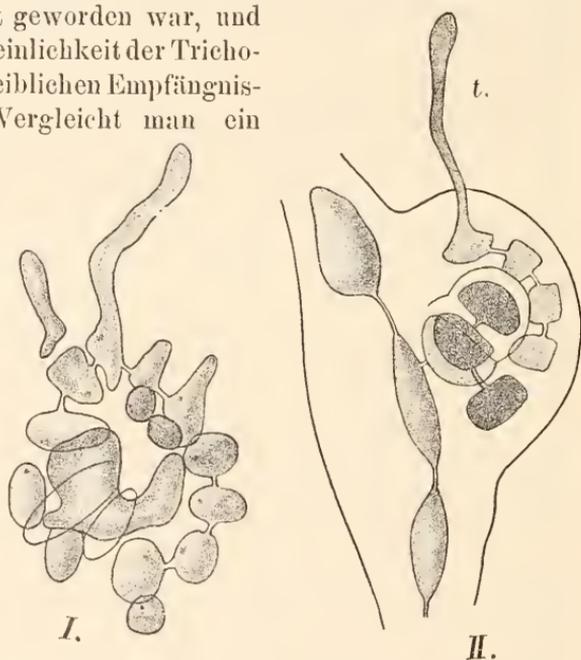


Fig. 2.

Fig. 2. I. Befruchtetes Karpogon von *Physcia pulverulenta* (nach Darbishire). II. Procarp von *Rhodomela subfusca* (nach Falkenberg).

Ich glaube, wir müssen die sexuelle Fortpflanzung bei diesen Flechten annehmen und uns dies damit zu erklären suchen, dass ja die Flechten keine Schmarotzer oder Saprophyten wie die Pilze sind: sie haben ja grüne, assimilierende Zellen in den eingeschlossenen Algen, sie ernähren sich ebenso selbständig wie die erdbewohnenden oder epiphytischen höheren Pflanzen. Aber nicht sind sie es dadurch geworden, dass die Flechtenpilze zu den chlorophyllführenden Formen zurückgekehrt sind, von denen sie ursprünglich ohne Zweifel ab-

stammen, sondern auf eine ganz neue Art und Weise haben sich hier assimilatorische Organe eingefunden, eben durch die Algen, mit denen die Flechtenpilze in Symbiose getreten sind. Sollte es da nicht denkbar sein, dass auch die sexuelle Reproduktion auf eine Art und Weise wieder hergestellt wird, die nicht auf einem Zurückgehen auf die Befruchtung bei den *Peronosporaceen* und *Zygomyceten* beruht, sondern einen für die echten *Ascomyceten* neuen, aber ihnen nahe liegenden Weg einschlägt, indem, sozusagen, die Analogie mit den *Florideen* benutzt und auch deren Befruchtungsweise angenommen wird, also das weibliche Organ eine Trichogyne bekommt und das männliche Organ Spermation erzeugt. Man könnte vielleicht auch eine andere Erklärungsweise versuchen und annehmen, dass die Stammform der *Ascomyceten* denselben Befruchtungsmodus wie die *Florideen* gehabt hätte, der sich nur noch bei den *Laboulbeniaceen* erhalten hat, bei den andern *Ascomyceten* aber derartig reduziert worden ist, dass mit dem Fehlen der männlichen Befruchtungszellen, der Spermation, auch die Trichogyne wegfällt, und nur noch die Fusion der „Oblastemfäden“ mit dem Ascogon übrig bleibt. Bei den Flechten aber, als assimilierenden Pflanzen, hätte keine Reduktion stattzufinden gebraucht, sodass sich hier die Spermation und die Trichogyne erhalten haben. Schwierigkeiten würde *Sphaerotheca Castagnei* und *Erysiphe communis* machen, weil hier eine wirkliche Kopulation mit Kernverschmelzung stattfindet und diese Formen viel natürlicher von den *Peronosporaceen* abzuleiten sind. Eine wirkliche phylogenetische Ableitung der *Ascomyceten* von den *Florideen* lässt sich überhaupt aus den schon angegebenen Gründen schwer vorstellen, und wir müssen uns hier, wie auch sonst in der Systematik, auf vergleichende Morphologie beschränken, da mit den phylogenetischen Spekulationen nichts gewonnen wird.

Hier werden mir nun sogleich zwei Einwände vorgehalten werden, deren erster betont, dass doch die Flechtenpilze richtige Schmarotzer sind, die auf Algen leben. Diese Auffassung teile ich nun keineswegs, sondern habe bereits früher (in meinen „Beiträgen“ p. 7) gesagt, dass eher das Entgegengesetzte der Fall ist, dass nämlich die Alge in dem Pilze parasitisch lebt, von ihm so viel Material zugeführt bekommt, dass sie von der durch ihre Assimilationsthätigkeit gebildeten Substanz dem Pilze wieder abgeben kann, und dass sie sich in diesem Zustande wohl genug befindet, um nicht an Fortpflanzung denken zu müssen. Am besten scheint es mir, mit Reinke die Flechte als ein Konsortium aufzufassen und jede Flechtenart als eine morphologische Einheit ebenso wie jede andere Pflanzenart zu betrachten.

Der andere Einwand wird geltend machen, dass die „Spermation“ der Flechten durch Alfred Möller als echte Sporen, als „Conidien“ erkannt worden sind. Allein aus den vortrefflichen und interessanten Beobachtungen von Möller diesen Schluss zu ziehen, ist meiner An-

sicht nach ebenso unzulässig und übereilt, als der andere, dass alle diese „Spermatien“ männliche Befruchtungskörper seien. Möller hat bei neun Krustenflechten die Keimung der sog. Spermatien beobachtet und sagt: „Wir finden aber schon unter den neun Formen alle möglichen Abstufungen von einer energischen Keim- und Entwicklungsfähigkeit, wie wir sie bei *Calicium parietinum* fanden, bis zu jener geschwächten Keimkraft, welche bei *Opegrapha subsiderella* erst nach sechs bis sieben Tagen eine anfangs kaum merkliche Keimung hervorbringt“. Diesen Versuchen bei künstlicher Kultur in einer Nährlösung steht nur eine von Hedlund gemachte Beobachtung zur Seite, indem dieser Autor bei *Catillaria denigrata* und *C. prasina* Keimung der Conidien (Spermatien), welche sogar bis zur Thallusbildung führte, unter natürlichen Verhältnissen beobachten konnte. Gegen die Möglichkeit, dass die „Spermatien“ als männliche Befruchtungskörper wirken, wird ferner angeführt, dass man noch nicht eine wirkliche Plasmaverschmelzung resp. Kernkopulation zwischen dem Spermatium und der Trichogyne unzweifelhaft beobachtet hat, während doch Stahl, Baur und Darbishire versichern, dass eine solche Beobachtung an der Kleinheit der betreffenden Organe scheitert, und dass unsere optischen Hilfsmittel zu derselben kaum ausreichen dürften. Jedenfalls müssen wir die Beobachtungen der letztgenannten Autoren gerade so gut als richtig annehmen wie die von Möller, und sie sind, wie mir scheint, gar nicht so unvereinbar, als man im allgemeinen glaubt, denn es können sehr wohl echte Spermatien bei den Flechten gebildet werden, die äußerlich kaum oder gar nicht von Conidien zu unterscheiden sind, oder es können diese kleinen Körperehen bei der einen Flechte männliche Befruchtungsorgane, bei der andern neutrale, geschlechtslose Sporen sein, oder es können die ursprünglich neutralen Sporen bei gewissen Flechten in echte Spermatien umgewandelt worden sein. Zur Bekräftigung dieser Anschauung verweise ich auf die Verhältnisse, die durch Saugevau u. a. für die *Ectocarpaceen*, kleine braune Meeresalgen dar gelegt worden sind. So bildet *Ectocarpus siliculosus* in seinen einfächerigen Sporangien ungeschlechtliche Schwärmersporen, in den mehrfächerigen Sporangien Schwärmer, die in früher Morgenstunde kopulieren, später am Tage ohne Kopulation keimen. Nach Berthold gibt es bei der genannten Art unter den Exemplaren mit pluriloculären Sporangien solche, die ausgeprägt männliche, solche, die ausgeprägt weibliche Gameten erzeugen, und solche mit neutralen Schwärmersporen. Bei *Ectocarpus secundus* entsprechen die einfächerigen Sporangien den Antheridien, die mehrfächerigen den Oogonien; die Schwärmer aus den letzteren können aber auch ohne Kopulation keimen, was besonders gegen Ende der „Saison“ geschieht. *Ectocarpus Padinae* besitzt drei Arten von pluriloculären Sporangien, von denen die einen Antheridien sind, da ihre Schwärmer nach dem Festsitzen rasch zu Grunde gehen.

Ectocarpus Hinksiac besitzt außer pluriloculären und eigentümlich angeordneten uniloculären Sporangien noch uniloculäre Antheridien. Wenn man nun bedenkt, dass bei *Ectocarpus* sich die männlichen Schwärmer auch daran erkennen lassen, dass sie keine Chromatophoren besitzen, dass aber bei den Flechtenspermatien ein solches Kennzeichen nicht in Betracht kommt, so wird man wohl zugeben können, dass hier Unterschiede in der Funktion vorhanden sein können, die sich äußerlich nicht so leicht zu erkennen geben. Doch muss noch daran erinnert werden, dass auch bei verschiedenen Flechten zweierlei Formen von Spermogonien oder Pykniden bekannt sind, von denen die eine Form größere, die andere kleinere Fortpflanzungszellen produziert.

So müssen wir denn auf weitere Beobachtungen in diesem Gebiete warten und die Thatsachen, die festgestellt werden, zu erklären suchen: wir können sie nicht ableugnen, wenn sie auch mit gewissen vorgefassten Meinungen nicht übereinstimmen.

Ich habe geglaubt, dass die Bedeutung der saprophytischen und parasitischen Ernährung für die Reproduktionsverhältnisse bisher noch zu wenig gewürdigt worden ist und hoffe, dass von dem hier vertretenen Gesichtspunkte aus manches verständlicher werden wird, als es bisher gewesen ist.

Bemerkung zu der vorstehenden Mitteilung von K. Goebel.

Zu der Mitteilung von Möbius möchte ich mir einige Bemerkungen erlauben. Die auffallende Thatsache, dass bei phanerogamen Parasiten und Saprophyten die Reproduktionsorgane, und zwar speziell was die Samenbildung anbelangt, eine Vereinfachung erfahren, ist schon öfter hervorgehoben worden.¹⁾ Es ist hier verschiedenes zu unterscheiden: 1. Verlust der geschlechtlichen Fortpflanzung. Diese ist bis jetzt nur bei *Balanophora* nachgewiesen, sämtliche andere daraufhin untersuchte Parasiten und Saprophyten zeigen normale geschlechtliche Fortpflanzung. Apogame Embryobildung findet sich aber bei einer ganzen Anzahl von Pflanzen, die weder Parasiten noch Saprophyten sind, zu den durch Strasburger bekannt gewordenen Beispielen (*Funkia coerulea*, *Allium fragrans*, *Mangifera indica*, *Coelebogyme ilicifolia*) möchte ich nach eigenen Untersuchungen *Clusia alba* hinzufügen 2. Rudimentäre Ausbildung des Embryo.²⁾ Diese findet sich bei vielen, aber durchaus nicht allen Parasiten und Saprophyten. *Lathraea* und *Viscum* haben einen normalen Embryo. Andererseits giebt es viele andere Pflanzen, bei denen zur Zeit, wo der Samen sich ablöst, der Embryo

1) So z. B. in meiner „Vergl. Entwicklungsgeschichte“ (1883), wo auch darauf hingewiesen ist, dass Kleinheit der Samen die Heranbringung einer großen Anzahl von Samen gestattet, und dass diese für Pflanzen die besondere, nicht überall vorhandene Lebensbedingungen erfordern, vorteilhaft ist.

2) Nicht einen wenigzelligen, ungliederten (wie Möbius für *Lathraea* angiebt).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Parasitismus und sexuelle Reproduktion im Pflanzenreiche. 561-571](#)