Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 9 (1939)

Heft: 1

Artikel: Über die Biologie von Flechtenbildnern

Autor: Thomas, Eugen A.

Kapitel: 5: Die Stellung der Flechtenbildner im natürlichen System der Pflanzen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-821072

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 27.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Kapitel V

Die Stellung der Flechtenbildner im natürlichen System der Pflanzen

A. Möglichkeiten der systematischen Flechtengruppierung vor Schwendener

Nach der Erkenntnis, dass zwischen Flechten und Moosen keine nahen verwandtschaftlichen Beziehungen bestehen, und bei dem ständigen Steigen der Artenzahl der Flechten, ergab sich die Notwendigkeit ihrer Einteilung in verwandte Gruppen. Vor der Erkenntnis der Doppelnatur der Flechten konnte es sich nur um eine Einteilung nach Gesichtspunkten des scheinbar einheitlichen Flechten t h a l l u s handeln. Diese Lichenologen kannten die Flechten als einheitliche Gebilde, die durch den Chlorophyllgehalt einzelner Zellen von den Pilzen verschieden und durch die Askosporenbildung von den Algen verschieden waren. Deshalb zog man damals grüne (Algen-) und farblose (Pilz-) Bestandteile dieser « Pflanzen » für ihre Einteilung heran.

Weil sich das Interesse für die Flechten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts vorzüglich auf ihre Verwandtschaftsbeziehungen bezogen hat, sind zu dieser Zeit eine grosse Zahl von Flechtensystemen entstanden. K r e m p e l h u b e r (1865) kennt schon 66 systematische Werke (vgl. auch A. L. S m i t h , 1923). Im folgenden erwähnen wir die Klassifizierungsgründe von einigen wichtigen Arbeiten.

Mit der « Lichenographia Universalis » von A c h a r i u s entstand 1810 ein Werk, das heute noch mehr als nur historische Bedeutung hat. Darin ist als Haupteinteilungsgrund die Thallusform der Flechten verwendet, woraus die drei Hauptgruppen entstehen : 1. *Idiothalami,* 2. *Coenothalami,* 3. *Homothalami* und als Appendix die *Athalami.*

In seiner « Lichenographia Europaea Reformata » legt E. F r i e s (1831) der pilzlichen Flechtenhälfte bei der Einteilung bereits eine massgebende Bedeutung bei und schafft damit eine bleibende Grundlage für

spätere Systeme : *Gymnocarpi* (apothecia aperta, discifera) und *Angiocarpi* (apothecia clausa nucleifera).

Im Jahre 1853 veröffentlicht der Mediziner Philipp Hepp eine « Sammlung der Flechten Europas » mit Abbildungen und Beschreibungen der Sporen. Selbst nennt er sein System « auf die Sporen neu gegründet» und bevorzugt wie E. Fries den chlorophyllosen Flechtenteil.

Koerber (1855) stellt sein System « nach dem Habitus auf, soweit derselbe durch den inneren (mikroskopischen) und äusseren (makroskopischen) Bau näher begründet auftritt ». Sporengrössen sind nicht genau angegeben. Von den aufgeführten 135 Gattungen stehen bei 105 die Sporenmerkmale als letzte Kennzeichen im Bestimmungsschlüssel. Im grossen richtet sich aber die Einteilung nach der Thallusform :

I. *Heteromerici :* 1. *Thamnoblasti,* 2. *Phylloblasti,* 3. *Kryoblasti.*
II. *Homoeomerici :* 4. *Gelatinosi,* 5. *Byssacei.*

Dass Nylander (1860) den Sporen grosse Bedeutung beimisst, kommt in den Tafeln zum Ausdruck. Über die Familienzugehörigkeit entscheidet jedoch nur die Thallusform : 1. Fam. *Collemaceen* mit glasig-dunkler Farbe, 2. Fam. *Myrangiaceen,* den *Collemaceen* ähnlich bezüglich Farbe und äussere Form, doch in ihrer Textur des Thallus der 3. Fam. *Lichenaceen* (heteromer) näherstehend.

Den Pilzteil in erster Linie beachtend, nennt Stitzenberger (1862) wie E. Fries die Gruppen Angiocarpi und Gymnocarpi, nach der Form der Fruchtkörper untergeteilt in *Lirelliformi* und *Disciferi.* Jede dieser Reihen ist unter Beachtung der Thallusform eingeteilt in *Heterothalami* und *Homothalami* und weiter in *Byssothalli, Placothalli, Phyllothalli* und *Dendrothalli.*

Wieder die Thallusmerkmale in den Vordergrund stellend, umgrenzt J. Müller (1862) mit Berücksichtigung der Apothezien drei Familien : *Epiconiaceae.* Thallus heteromer, pulverig. Apothezien ohne Epithezium mit pulveriger Sporenmasse und von kugeliger Form. *Eulichenes.* Thallus heteromer, nicht gelatinös, mit Rinden- und Algenschicht. Apothezien nicht pulverig, mit Epithezium. *Collemaceae.* Thallus homoeomer, gelatinös. Apothezien mit Epithezium.

Diese Flechtensysteme, die die Flechte als Einheit auffassen, hatten zu ihrer Zeit Berechtigung, weil sie die Flechten als vermeintliche Pflanzen nach bestimmten Grundsätzen ordneten. Durch die Erkenntnis, dass eine Flechte aus Pilz und Algen besteht, öffneten sich für die systematische Einteilung zwei neue Möglichkeiten. Die Flechten liessen sich jetzt nach den Flechtenalgen allein oder nach den Flechtenpilzen allein ordnen.

B. Möglichkeiten der systematischen Flechtengruppierung nach Schwendener

1. Gruppierung der Flechten auf Grund des ganzen Flechtenkörpers (Pilz + Alge).

a) Der gegenwärtige Stand der « Flechtensystematik ».

Die Schwendenersche These lenkte die Aufmerksamkeit der Lichenologen auf das Studium der Biologie und somit auf die experimentelle Flechtenkunde; daraus erklärt sich, dass in neuerer Zeit die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flechten weniger beachtet blieben. Bemerkenswert ist das System von Rabenhorst (1870), der ähnlich Acharius (1810) wieder die Thallusform der Flechten in den Vordergrund stellt durch die Einteilung in : I. *Lichenes anomali,* II. *Lichenes homoeomerici,* III. *Lichenes heteromerici.* Die folgenden Einteilungsprinzipien richten sich dann nach dem Fruchtkörper des Pilzes : pyrenocarpe, angiocarpe und gymnocarpe Flechten.

Heute ist für die Flechten die Systematik von Zahlbruckner (1907; 2. Aufl. 1926) in Engler und Prantls « Natürlichen Pflanzenfamilien » massgebend. Auch Migula hat in seiner « Kryptogamenflora » den Flechten (1931) die Zahlbruckner sche Systematik zugrunde gelegt.

Zahlbruckner baut sein System in den grossen Zügen unter Berücksichtigung der Form der Aszi, der Beschaffenheit der Perithezien und Apothezien, das heisst des rein pilzlichen Bestandteiles auf. Von den zwei Unterklassen : I. *Ascolichenes,* II. *Hymenolichenes* ist erstere untergeteilt in : 1. Reihe *Pyrenocarpeae* (Hymenium von ± kugeliger Gestalt und von einem Gehäuse umgeben). 2. Reihe *Gymnocarpeae* (Hymenium bildet eine oberflächliche, nicht vom Gehäuse bedeckte Scheibe) mit den drei Unterreihen : 1. *Coniocarpineae* (Scheibe der Apothezien ± geöffnet. Paraphysen über die Schläuche hinaus wachsend, daselbst ein Netzwerk [capillitium] bildend, welches in Gemeinschaft mit den aus den bald zerfallenden Schläuchen austretenden Sporen eine der Scheibe lang anhaftende Masse [macaedium] bildet). 2. *Graphidineae* (Apothezien lineal, länglich, ellipsoidisch, fast eckig, selten rundlich. Paraphysen mit den Sporen kein Mazädium bildend). 3. *Cyclocarpineae* (Scheibe der Apothezien kreisrund. Paraphysen mit den Sporen kein Mazädium bildend).

Doch für die weitere Gliederung in Familien benützt Zahlbruckner neben Form der Sporen und Bestandteilen der Apothezien wie Rand, Schlauchschicht, Epithezien, Hypothezien und Paraphysen in wesentlicher Weise den Typus der Flechtenalgen und die Gestalt des Flechtenthallus.

b) Einwände gegen die Verwendung des Flechtenthallus als Einteilungsmerkmal.

S c h w e n d e n e r bewies 1867 und in den folgenden Jahren, dass eine Flechte nicht eine Pflanze ist, sondern eine Bildung zweier Pflanzengruppen, nämlich eines Pilzes und vieler Algenzellen. Der Flechtenthallus als Ergebnis der Vergesellschaftung von Vertretern zweier verschiedener Pflanzengruppen ist deshalb nicht als Merkmal für ein natürliches System zu werten.

Tatsächlich gibt der Flechtenthallus nicht immer Anhaltspunkte über die Verwandtschaft der Flechtenbildner verglichener Flechten. Als Beispiel sei das pyrenocarpe *Dermatocarpon miniatum* L. neben die gymnocarpe *Peltigera canina* (L.) Hoffm. gestellt. Beides sind Laubflechten. Aber *Dermatocarpon* hat grüne Flechtenalgen; diejenigen von *Peltigera canina* dagegen gehören zu den *Cyanophyceen*. Zwei miteinander nicht nahe verwandte Pilze bilden also mit zwei nicht nahe verwandten Algen Flechten, deren Thalli sehr ähnlich sind — konvergente Bildungen.

Wenn auch die meisten Flechten in der Natur eine beständige Gestalt aufweisen, sich als Ganzes vermehren können durch Soredien, Isidien oder Thallusteilung, so gibt es anderseits Flechten, die nur durch die Vergesellschaftung mit Algen von Askomyzeten verschieden sind.

Die dargelegten Gründe zeigen : 1. dass man eine Flechte nicht als e i n e systematische Einheit auffassen kann, weil sie durch z w e i systematische Einheiten gebildet ist; 2. dass der Flechtenthallus bezüglich der Verwandtschaft der Flechtenbildner zu falschen Schlüssen führen kann, weil er nicht einheitlich ist. Das heutige Flechtensystem, das mutatis mutandis ein Beibehalten der Systematik vor Schwendener bedeutet, ist somit n i c h t als eine n a t ü r l i c h e Systematik aufzufassen.

2. *Gruppierung der Flechten auf Grund der Flechtenalgen.*

a) Bedingungen für eine Gruppierung auf Grund der Flechtenalgen.

In der Zeit nach S c h w e n d e n e r zog man von den Möglichkeiten einer Einteilung der Flechtenerscheinungen auf Grund der Flechtenalgen oder auf Grund der Flechtenpilze erstere zunächst stärker in Erwägung. Damit aber eine Einteilung auf Grund der Flechtenalgen zweckmässig wäre, müsste sie gleichzeitig Angaben über die Verwandtschaft der Flechtenpilze aussagen. Es würden sich mit anderen Worten verwandte Pilzgruppen verwandter Algengruppen als Nahrungslieferanten bedienen. Im nächsten Abschnitt erinnern wir daran, dass dies nicht der Fall ist.

b) Einwände gegen eine Gruppierung auf Grund der Flechtenalgen.

Seit langem sind nahe verwandte Flechtenpilze bekannt, die als Wirtspflanzen weit auseinander liegende Algengruppen wählen. Am geläufigsten ist das Beispiel von *Peltigera canina* mit blaugrünen Flechtenalgen und *P. aphthosa* mit grünen. Bei einer Flechtensystematik auf Grund der Flechtenalgen würden die beiden Flechten weit auseinandergerissen.

Ein zweiter Einwand gegen die Verwendung der Flechtenalgen als Einteilungsgrund liegt in der von Schwendener (1869) aufgedeckten Übereinstimmung der in Flechten eingeschlossenen, chlorophyllhaltigen Zellen mit freilebenden Algenzellen, einem wichtigen Beweis für seine Theorie. Die Flechtenalgen bekamen damals ihren Platz im Algensystem, gleichgestellt den freilebenden Algen, von denen sie sich auch in physiologischen Eigenschaften nicht grundsätzlich unterscheiden.

c) Die Stellung der Flechtenalgen im natürlichen System der Pflanzen.

Seit Schwendener hat sich die Algensystematik verfeinert; besonders innerhalb von Gattungen einzelliger Algen fand man so verschiedene Formen, dass man sie neuen Gattungen zuweisen musste (vgl. Gattung *Palmella*). Eine weitere Schwierigkeit kam bei den Flechtenalgen dazu.

Im Flechtenthallus können die Algen Deformationen unterliegen, die durch die Einwirkung des Pilzes zustande kommen; welche chemischen Verbindungen des Pilzes wirksam sind, ist unabgeklärt. Die Art der Alge muss dabei konstant bleiben, wie heute selbstverständlich ist. Doch lesen wir bei Zahlbruckner (1926, S. 94; vgl. auch S. 23) von den *Coniocarpineae :* « Durch den mechanischen Einfluss der parallel sich streckenden Lagerhyphen werden die *Pleurococcaceen* direkt in *Stichococcus* übergeführt», welche Bemerkung wohl auf den Beobachtungen Neubers (1883) beruht. Anlässlich der Diplomarbeit (Winter 1934/35) widerlegte ich diese Ansicht, indem es gelang, mittelst Mikromanipulatur einzelne Flechtenalgen von *Coniocybe furfuracea* zu isolieren und zu züchten. Wie die Untersuchung der reinkultivierten Alge ergab, gehört sie in die Gattung *Stichococcus*. Diese Alge behält also auch ohne den « mechanischen Einfluss der Lagerhyphen » ihre Gestalt bei.

Solche Fälle zeigen, wie wichtig oft die Kultivierung der Flechtenalgen für ihre Bestimmung ist. Wenn heute noch die Gattungszugehörigkeit mancher Flechtenalgen unbekannt ist, dann nur deshalb, weil niemand diese Algen züchtete. Bei den kultivierten Flechtenalgen ist bisher keine neue Gattung aufgetreten; die Flechtenalgen liessen sich in bestehende Gattungen freilebender Algen einreihen. Der Gattungsname

der Flechtenalgen war also gegeben. Schwierigkeiten bereitete die Artbezeichnung, weil dieselbe Flechte von verschiedenen Standorten verschiedene Algen beherbergen kann, die oft in der Flechte gleich aussehen, in Kultur aber Unterschiede zeigen. Die einzelnen Autoren nennen solche Algenklone Arten, Varietäten und Rassen oder nur numerierte Stämme.

d) Die Bezeichnung « Gonidien » für Flechtenalgen.

Als erster Lichenologe scheint Wallroth (1825—27) das Wort « Gonidien » oder Brutzellen für die grünen Teile der Flechten verwendet zu haben. Wallroth war nämlich der Ansicht, dass ein Gonidium (= eine Flechtenalge) imstande sei, zu einer ganzen Flechte auszuwachsen. Spätere Forscher nahmen sogar an, die den Flechtenalgen gleichenden freilebenden Algen seien nichts anderes als « frei vegetierende Flechtenzellen » und deshalb von der Liste der selbständigen Pflanzen zu streichen (Famintzin und Baranetzky, 1867).

Noch 1868 spricht Füisting von « gonidienbildendem Myzel ». Allmählich setzte sich aber Schwendeners Ansicht von der selbständigen Natur der Flechtenalgen durch, unterstützt vor allem durch Reinkulturen, wo aus Flechtenalgen nie eine Spur des Flechtenpilzes entstand und wo der Flechtenpilz nie Algen abschnürte. Die bekanntesten neueren Arbeiten über Reinkulturen von Flechtenalgen stammen von Artari, Treboux, R. Chodat, Warén, Jaag und H. Raths.

Heute kann der Botaniker unter « Gonidien » mindestens drei verschiedene Dinge verstehen, nämlich die ungeschlechtlichen, nicht in den regelmässigen Generationswechsel eingehenden Fortpflanzungskörper der Algen oder die für die vegetative Vermehrung der Lebermoose wichtigen Brutzellen der Lebermoose oder die Flechtenalgen (Linsbauer, 1917). Rabenhorst (1870) nennt nur die grünen Flechtenalgen « Gonidien », die phycochromhaltigen (Blaualgen) dagegen « Chromidien »; für letztere ist auch der Name « Gonimien » bekannt (Smith, 1926).

Zur Vermeidung von Verwechslungen und weil der Ausdruck « Gonidien» als Bezeichnung für Flechtenalgen historisch falsch ist, schlagen wir vor, ihn fallen zu lassen.

3. Gruppierung der Flechten auf Grund des Flechtenpilzes

a) Die Flechtenpilze als eigene systematische Gruppe.

Unter der Voraussetzung, dass sich von einer gewissen pilzlichen Urform nur die Gesamtheit der Flechtenpilze weiterentwickelt hätte, wären wohl die meisten Mykologen mit einer Absonderung der Flechten-

pilze von allen übrigen Pilzen einverstanden. Weil aber die Flechtenpilze polyphyletischen Ursprung haben, sind viele Gruppen von Flechtenpilzen näher verwandt mit nichtlichenisierten Pilzen als mit anderen Flechtenpilzgruppen. Sie können vielleicht helfen, systematische Fragen zu klären, anderseits wird die Pilzsystematik die aus verschiedenen Wurzeln hervorgehende parallele Entwicklung von Pilzen zu Flechtenpilzen verstehen lehren.

b) Die Stellung der Flechtenpilze im natürlichen System der Pilze.

Es sind vor allem Mykologen, die darauf hinweisen, dass die Flechtenpilze den übrigen Pilzen gleichwertig sind. V o n T a v e l (1892) findet, die flechtenbildenden Pilze seien im Pilzsystem einzuordnen, sagt aber (S. 94) : « Da sie bisher nur in die unhaltbaren Flechtensysteme gebracht sind, während die Aufgabe, sie in das Pilzsystem einzureihen, ihrer Lösung noch harrt, müssen sie hier getrennt aufgeführt werden. » Doch gibt der Autor einige Angaben über verwandtschaftliche Beziehungen zwischen flechtenbildenden und anderen Pilzen, indem er bemerkt, dass « zu deren Verwandtschaft die Hauptmasse der auf Algen parasitisch lebenden und daher flechtenbildenden Discomyceten gehört » (S. 101). Die *Verrucariaceen* und *Pyrenulaceen* seien nahe verwandt mit den *Amphisphaerieen* und den *Sphaerelloideen;* mit den *Sphaerelloideen* ferner *Endocarpon.*

Ebenso deutet R e i n k e (1896) auf Beziehungen zwischen einzelnen Flechtenpilzen und Pilzen hin, so auf die Verwandtschaft der *Coniocarpineae* mit den *Protocaliciaceae-Patellariaceae, Mycocalicium* mit *Sclerotinia, Mycocolium* mit *Karschia-Buellia.*

Auch L i n d a u (1897) betont die Verwandtschaft der *Discolichenes* zu den *Pezizineae,* besonders den *Patellariaceae, Celidiaceae, Cenangiaceae* : « Die Apothezien dieser Flechten gleichen typischen Fruchtkörpern dieser Familien ganz und gar, und wenn man von der symbiontischen Lebensweise der Flechten absieht, so könnte man die *Discolichenes* ohne weiteres in die *Pezizineae* einreihen » (S. 175). Im selben Werk hält L i n d a u besonders die Abgrenzung gegen die *Patellariaceae* hin für schwankend. Als Beispiel nennt er *Karschia* und *Melaspilea,* die er als algenlose Typen der entsprechenden Flechtengattungen auffasst, erstere von *Buellia,* letztere von der Flechtengattung *Melaspilea,* die sich wohl nur durch den algenhaltigen Thallus unterscheide. Allgemein drückt sich der Autor aus (S. 219) : « Phylogenetisch gehören die Flechten (sc. Flechtenpilze, T h o m a s) als Ausläufer zu den Pilzen und die einzelnen Abteilungen sind daher, sobald ihr Verhältnis zu einer Pilzgruppe festgelegt ist, an der betreffenden Stelle dem Pilzreich anzugliedern. Nur auf diese Weise ist es möglich, ein phylogenetisches und damit natürliches System der Ascomyceten anzubahnen. »

Aber auch Lichenologen deuten auf die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen von Flechtenpilzen mit nichtlichenisierten Pilzen hin. Zahlbruckner (1907) nennt die den Flechten nahestehenden Pilzgattungen oder -familien. Da auch Nannfeldt (1932, S. 45 f.) diese Vergleiche durchführt, ist eine Wiedergabe hier entbehrlich.

c) Die Flechten als gesonderte, nach den Pilzen geordnete Gruppe.

Es besteht die Möglichkeit, die Flechten als eigene Gruppe zu belassen und sie systematisch nach ihren Pilzen zu ordnen. Auf Nachteile einer solchen Gruppierung wurde schon vor Jahrzehnten hingewiesen. Lindau (1895 und 1897) findet es inkonsequent, Gattungen so zu zerreissen, dass ein Teil der Arten zu den Pilzen, der andere zu den Flechten gestellt wird. Wie die Flechten auch biologisch nicht ganz einheitlich sind, sei im folgenden Abschnitt angedeutet.

Die von Lindau (siehe oben) befürwortete Einreihung der Flechtenpilze zu den nichtlichenisierten Pilzen dürfte deshalb nur noch eine Frage der Zeit sein.

d) Die Flechtenpilze als biologische Gruppe.

Die flechtenbildenden Pilze erscheinen auf den ersten Blick als biologisch einheitliche Gruppe von Pilzen, die in hochstehendem Parasitismus sich von Algen ernähren. Wie aber z. B. die pilzlichen Erreger der Graskrankheiten biologische Verschiedenheiten aufweisen, so auch die Flechtenpilze z. B. in der Art und Weise des Ergreifens ihrer nahrungsliefernden Algen. Bornet (1874) zählt vier verschiedene Typen auf (vgl. auch Nienburg 1917, Wallert 1931, Geitler 1933, 1934, 1937) : 1. Umspinnen der Algen durch Hyphenäste mit enger Verbindung ohne Haustorien, 2. Haustorienbildung, 3. Appressorienbildung, 4. nicht besonders differenzierte Hyphenenden wachsen auf oder in Algenmembranen, die vergallerten können. Einen fünften Typ, gleichzeitiges Auftreten von Appressorie und Haustorie beschreiben Jaag und Thomas (1934).

Halbflechten und Flechtenparasiten zeigen, dass es keine scharfe Grenze gibt zwischen flechtenbildenden und nicht flechtenbildenden Pilzen. In Natur scheinen halbflechtenartige Bildungen, bei denen ein sonst saprophytischer Pilz Algenzellen angreift und mehr oder weniger schnell tötet, häufig vorzukommen; sie sind wenig beachtet, weil der Pilz oft keine Fruchtkörper bildet.

So ist man in vielen Fällen im Zweifel, ob ein Pilz «flechtenbildend» vorkommt oder nicht. Zukal (1891) beschreibt *Gloeopeziza Rehmii* Zuk. als Epiphyt auf *Jungermannia*. Die Primitivknäuel als erste Stadien der Askusbildung scheiden Gallerte ab. Sie stehen durch über das Substrat hin kriechende Hyphen in Verbindung mit *Gloeocystiskolonien* oder

*Palmella*algen. In den « Pflanzenfamilien » von Engler und Prantl reiht Lindau (1897) den Pilz unter den *Ascobolaceae (Pezizineae)* ein.

Ebenfalls Zukal beschreibt 1889 und 1890 die Flechte *Epigloea bactrospora* Zuk., deren Pilz auf einer grünen Gallertalge lebt. Zahlbruckner (1926) bezweifelt die Zugehörigkeit dieser Erscheinungsform zu den Flechten, in deren System er sie immerhin aufnimmt. Nun haben neuerdings Jaag und Thomas (1934) gezeigt, dass die Fruchtkörper des Pilzes stets durch reichliches Myzel mit einer bestimmten Algenart (*Coccomyxa epigloeae* Jaag et Thomas) auf charakteristische Weise in Verbindung stehen. In diesem Falle dürfen wir also von einer Flechte sprechen.

Halbflechten scheinen an Baumstämmen besonders in den Städten die grünen Überzüge zu sein. Sie bestehen aus zahlreichen einzelligen Algen, die immer von Myzel durchwuchert sind. Schmid (1933) hat darüber experimentelle Untersuchungen mit Deckglaskulturen gemacht, vermag jedoch nicht zu entscheiden, ob in diesen Überzügen vorwiegend eine Pilzart vorkommt, oder deren viele. Anlässlich der Diplomarbeit an der E. T. H. (Winter 1934/1935) habe ich diese Frage geprüft.

Mittels Mikromanipulator isolierte ich einzelne Teile der oidienartig stark gegliederten Hyphen und zwar womöglich solche, die mit Algenzellen in Verbindung standen. In 25 geimpften Reagensgläsern mit Malzagar entstanden 16 absolute Reinkulturen. Nach zwei Monaten erreichten die Kulturen Durchmesser von 1—20 mm; sämtliche waren dunkelbraun gefärbt. Nach Abimpfen auf verschiedene Nährböden zeigte sich makroskopisch wie auch mikroskopisch, dass es sich um mindestens 8 verschiedene Pilze handeln muss. Die Pilze bildeten keine Sporen und liessen sich deshalb noch nicht bestimmen. Das Wachstum in Kultur ist rascher als bei den mir bekannten Flechtenpilzen. Bei grösserer Zahl von Isolierungen dürften noch mehr verschiedene Pilze nachzuweisen sein.

Mikroskopisch kann man sich leicht davon überzeugen, dass diese grünen Überzüge neben verschiedenartigen Pilzen auch verschiedenartige Algen enthalten. Ob die einzelnen Pilze sich von beliebigen Algen ernähren können, oder ob schon eine gewisse Spezialisierung vorhanden ist, ob sie halb saprophytisch, halb parasitisch leben, zu welchen systematischen Gruppen sie gehören, sind ungelöste Fragen.

In Keisslers Werk über Flechtenparasiten (1930) finden wir Beispiele, wie man Flechtenparasiten lange als Flechten betrachtete und umgekehrt. Nannfeldt (1932, S. 65) hält es für wahrscheinlich, dass die Flechtenparasiten sich aus echten Flechtenpilzen entwickelt hätten. Die Flechtenparasiten zeigen aber immer ein rascheres Wachstum als Flechtenpilze in Flechten oder in Kultur. Beträgt doch der jährliche Zu-

wachs bei Flechten in den günstigsten Fällen zirka 1 cm in einer Richtung. In Kultur lässt sich die Wachstumsfähigkeit der Flechtenpilze bisher nur wenig steigern. Ein Flechtenpilz, der zum Flechtenparasiten wird, müsste also seine stammesgeschichtlich frühere, rasche Wachstumsfähigkeit wieder erlangen. Der bezüglich Parasitismus hochentwickelte Flechtenpilz, der sich in seiner Nahrungsaufnahme auf ganz bestimmte Algengruppen beschränkt hat, müsste wieder zu einer primitiven Art von Parasitismus zurückkehren. Beides scheint wenig wahrscheinlich und deutet auf die Entstehung der Flechtenparasiten als parallele Entwicklung zu den Flechtenpilzen, zeitlich etwas verspätet.

Weitere biologische Unterschiede zeigen die Flechtenpilze beim Zusammenleben mit Algen in der Bildung des Thallus, der Soredien, Isidien, Cephalodien, Podetien und der Flechtenstoffe.

Die in dieser Arbeit untersuchten Flechtenpilze stimmen anderseits in wichtigen biologischen Eigenschaften überein. Wenn auch der Pilz einer Flechte einen Teil seiner Nahrung aus dem Substrat bezieht, so sieht man doch als Hauptnahrungslieferanten die Flechtenalgen an. Die Flechtenalge vermehrt sich in Kultur verhältnismässig schnell, weil wir ihr günstigste Wachstumsbedingungen bieten können bezüglich Nährstoffe, Feuchtigkeit und Licht; in der Natur vermehrt sie sich langsam. Schnell wachsende, auf Algen parasitierende Pilze vermögen also keine Flechten zu bilden, weil ihre Nahrungsquelle sich zu wenig vergrössert, bei tödlichem Parasitismus sogar versiegt. Auf Grund dieser Überlegung erkennt man, dass nur langsam wachsende Pilzgruppen echte Flechten bilden können. Tatsächlich wachsen die Flechtenpilze sowohl flechtenbildend in der Natur als auch auf günstigsten Nährböden in Kultur sehr langsam im Vergleich zu andern Pilzen. Weil die Flechtenpilze zwischen ihrem Hyphengewirr in der Natur ständig lebende Algenwirte enthalten, die sie nicht oder nur langsam töten, sind sie hochstehende Parasiten.

Wie andere hochstehende Parasiten sind die Flechtenpilze von ihren Wirtspflanzen abhängig. Sterben diese Wirtsalgen aus, dann muss auch der Flechtenpilz aussterben oder zu den Imperfekten hinabsinken, denn er fruktifiziert in der Natur nur nach Bildung einer Flechte (abgesehen von Übergangsformen). Solche spezialisierten Formen dürften nicht mehr imstande sein, sich zu etwas Neuem (z. B. zu Flechtenparasiten) weiterzuentwickeln; sie können sich nur in Form von Flechten halten. Man denke an ein Relikt wie *Icmadophila ericetorum*, von deren Pilz die sämtlichen nächsten Verwandten ausgestorben sind.

Die Flechtenpilze sind also eine Zusammenstellung von Endformen des Pilzstammes, die gewisse gemeinsame Eigenschaften haben : langsames Wachstum, hochstehender Parasitismus auf Algen und teilweise

die Bildung von Soredien und kristallinen, schwerlöslichen Stoffen mit hohem Schmelzpunkt (« Flechtenstoffe »), sowie die Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit und hohe Temperaturen. Solchen Eigenschaften verdanken die Flechtenpilze ihr heutiges Bestehen. Sie ermöglichten ihnen, sich im Konkurrenzkampf — allerdings fast nur an den ungünstigsten Standorten — zu halten, während die meisten ihrer Verwandten unterlagen und ausstarben.

e) Die Nomenklatur der Flechtenpilze.

Nach der Erkenntnis, dass die Flechten aus zwei Pflanzen zusammengesetzt sind, benötigte man zur Bezeichnung dieser Pflanzen Namen. Schwendener hat seit der Gleichsetzung der Flechtenalgen mit freilebenden Algen den alglichen Flechtenteil systematisch benannt, sich aber für die Benennung der Flechtenpilze und deren Vergleich mit nichtlichenisierten Pilzen nicht interessiert. Wie spätere Forscher brauchte er den bisherigen Flechtennamen für Flechten oder für Flechtenpilze, indem er z. B. 1873 spricht von « Flechten als Schmarotzern auf Algen » und damit die Flechtenpilze meint. Ebenso legt Reess (1871) keinen Wert auf eine Unterscheidung (S. 525) : « Es gelang denn auch, durch Kultur der Sporenkeimschläuche von *Collema glaucescens* in *Nostoc lichenoides* vollständigen *Collema*flechtenthallus zu erziehen. Dieses Ergebnis antizipierend, bezeichne ich in der folgenden Darstellung meiner Untersuchung den Hyphenteil der Flechte *Collema glaucescens* Hoffm. kurzweg als Pilz *Collema glaucescens* (emend.), den Gonidienteil als Alge *Nostoc lichenoides* Vauch.».

Aus der Arbeit von Möller (1887) geht hervor, dass er wie Brefeld (1908, S. 231) unter dem Flechtennamen bald den Flechtenpilz, bald die Flechte selbst verstanden hat : « Als eines der ersten geeigneten Versuchsobjekte wählte ich die allgemein verbreitete *Lecanora subfusca* L. » Hier (S. 18) meint er die Flechte; auf S. 20 aber den Pilz : « Die Myzelien der *Lecanora,* welche wir während der ersten vierzehn Tage ihrer Entwicklung verfolgt hatten, konnten mit blossem Auge noch unmöglich wahrgenommen werden. » Sernander (1907) will wie Reess (1871), dass man unter den bisherigen Flechtennamen die Flechtenpilze verstehe, ebenso Fink (1911, 1913) und E. Frey (1936). Diese Auffassung setzte sich aber nicht durch. Vielmehr benützt heute die Mehrzahl der Lichenologen den Flechtennamen wieder für die Bezeichnung der ganzen Flechte, andere meinen damit immer noch bald die Flechte, bald den Flechtenpilz (Clements and Shear, 1931).

Es gelang also nicht, den für einen bestimmten Gegenstand eingebürgerten Namen für einen anderen Gegenstand zu verwenden. Wir wollen nicht den Flechtennamen als Bezeichnung für den Flechtenpilz gebrauchen, denn auch die Flechten, wie sie in der Natur vorkommen,

benötigen Namen. Schon Schwendener war der Ansicht, dass man die Flechtennamen für die Bezeichnung der einzelnen Flechten beibehalte (1869, S. 40) : « Soll ich zum Schluss noch ein Wort über die herkömmliche Bezeichung „Flechten“ oder „Lichenen“ sagen, so denke ich nicht, dass wir einen triftigen Grund haben, dieselbe in Zukunft zu verschmähen. Die Lichenologie hat ihre besondere Geschichte und Literatur, warum sollte das Objekt, mit dem sie sich beschäftigt, nicht auch fernerhin seinen gewohnten Namen führen ? » Die Flechte behält ihren Namen bei, mit dem sie dem Botaniker bekannt ist, unter der Voraussetzung, dass diese Namen nicht systematische, sondern nur biologische Bezeichnungen sind, ähnlich wie man heute unter *Secale cornutum* (vgl. Barger, 1931, S. 1 f.) die Einheit Pilz + Roggenkorn versteht; der Roggen besitzt einen systematischen Namen *(Secale cereale* L.) und der Pilz ebenfalls (*Claviceps purpurea* [Fr.] Tul.).

Gleich jedem anderen Pilz beansprucht der Flechtenpilz einen Namen, unter dem er in das natürliche Pilzsystem einzureihen ist und mit dem ihn der experimentelle Lichenologe praktisch benennt.

Für die Flechtenpilze Bezeichnungen zu schaffen, die in keinem Zusammenhang stehen zu den Flechten selbst, kommt nicht in Frage, weil es wertvoll ist, ohne Mühe am Flechtenpilznamen das Vorkommen in der Natur (in Form der Flechte) für den betreffenden Pilz zu kennen. Es bestehen zwei Möglichkeiten. Man kann z. B. die Pilze aus der bisherigen « Flechtengattung » *Xanthoria* bezeichnen mit *Mycoxanthoria* oder aber mit *Xanthoriomyces.*

Auf die Verwandtschaft zwischen freilebenden und flechtenbildenden Pilzen hinweisend, erwähnt Nannfeldt die erstere Möglichkeit (1932, S. 44) : « Für den Fall, dass von zwei miteinander nahe verwandten Arten die eine Gonidien besitzt, die andere aber nicht, wurden diese von zahlreichen Autoren der Gattung nach unterschieden; es wurde also für ein gonidienloses *Calicium* die Gattung *Mycocalicium* gebildet, für eine gonidienlose *Arthonia* die Gattung *Mycarthonia* usw. Ein echtes *Calicium* könnte man also als ein *Mycocalicium* + eine Alge auffassen, eine *Usnea* könnte man ex analogia als eine „*Mycusnea*“ + eine Alge bezeichnen usw. »

In der zweiten Bezeichnungsweise, z. B. mit dem Namen *Xanthoriomyces* für den Pilz von *Xanthoria,* liegen viele Vorteile gegenüber der ersten. Vier Punkte seien genannt :

1. An der wörtlichen Übersetzung *Xanthoriomyces* für den *Xanthoria*pilz erkennt man den herkömmlichen Namen der Flechte *Xanthoria* besser.

2. Die Vorsilben « *Myco-* » verwendet man heute sowohl für Pilze, als auch für Flechten. Für die Endsilben « *myces* » trifft das zwar auch zu, fällt aber weniger ins Auge.
3. Es ist heute noch zu wenig untersucht, ob die bereits bestehende Pilzgattung *Mycocalicium* mit der Gattung der *Caliciumpilze* zusammenfällt. Wir bezeichnen deshalb den Pilz der Flechte *Calicium* mit dem Namen *Caliciomyces*. Ebenso ist der Pilz der Flechte *Coniocybe*, der mit der Pilzgattung *Roesleria* verwandt ist (vgl. Nannfeldt l. c., S. 45), zu bezeichnen als *Coniocybomyces*. Erst wenn in allen Punkten die Zusammengehörigkeit einer Flechtenpilzgattung mit einer bestehenden Pilzgattung erkannt ist, darf man Flechtenpilz- und Pilzgattung zusammenziehen. Besonders interessant wäre in solchen Fällen der Vergleich der Wachstumsfähigkeiten des Flechtenpilzes und des nichtlichenisierten Pilzes in Kultur.
4. In einem alphabetischen Verzeichnis werden wir nicht Hunderte von Pilznamen mit den Vorsilben « *Myco-* » finden, sondern die Flechtenpilze unter den gleichen Buchstaben, unter denen die Flechten standen.

Wir schlagen deshalb vor, zur systematischen Bezeichnung der Flechtenpilze die «Gattungsnamen» der Flechten mit der Endsilbe «-myces» zu versehen und die «Artnamen» der Flechten in den Genetiv zu setzen.

Unter *Xanthoriomyces parietinae* (L.) ist sowohl der aus Askosporen reinkultivierte Pilz, als auch der in der Natur möglicherweise aus Sporen wachsende Pilz, als auch der in der Flechte *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. enthaltene Pilz zu verstehen.

Während meines Schwedenaufenthaltes boten mir die Herren Prof. Dr. E. Du Rietz und Dozent Dr. J. A. Nannfeldt freundlicherweise Gelegenheit zur Besprechung taxonomischer Fragen der Flechtenpilze; Herr Prof. Dr. E. Gäumann empfahl obige Benennung.

f) Unsere Kenntnisse über die Entwicklung der Apothezien und Pyknidien bei Flechtenpilzen.

Um die Verwandtschaft der Flechtenpilze einerseits untereinander, anderseits mit freilebenden Pilzen kennenzulernen, ist es nötig, ausser dem Bau der Fruchtkörper auch ihre Entwicklung in den Kreis der Beobachtung einzubeziehen. Erst dann lässt sich entscheiden, ob ähnliche oder gleiche Fruchtkörper homolog, d. h. der gleichen Pilzwurzel entspringend und somit verwandt sind, oder ob man es nur mit analogen, rein zufällig ähnlichen Bildungen zu tun hat, die nicht für eine Verwandtschaft sprechen. Aus diesem Grunde versuchte ich festzustellen,

wie weit heute unsere Kenntnisse über die Entwicklung der Flechtenpilzapothezien reichen.

In der folgenden Zusammenstellung berücksichtigte ich womöglich alle Arbeiten seit der Mitte des letzten Jahrhunderts. Der Autorname und die Jahreszahl der Bearbeitung sind in Klammer gesetzt; in gesonderter Klammer befindet sich die Seitenzahl, auf der die entsprechende Flechte bei Zahlbruckner (1926) beschrieben ist. Methodische Angaben geben Mäule (1891), Baur (1901 und 1904), G. Wolf (1905), Migula (1929) und Wallert (1931).

Verrucariomycetaceae. (S. 65.)

Verrucariomyces Dufourii (DC); (S. 66) (Füisting 1868).

Zwischen den Flechtenalgen entsteht ein Knäuel, aus dem das Gehäuse gebildet wird. Auf dessen Grund wächst von der Mitte aus ein engverschlungenes Gewebe über die Innenfläche des Gehäuses, das die Aszi bildet. Keine Paraphysenbildung, nur Periphysen.

Gibelli (1870) will Aszi und Paraphysen als Sprossungen eines in der jungen Anlage liegenden Algenhäufchens entstehen sehen.

Polyblastiomyces catalepae (Ach.); (S. 68) (Füisting 1868)

schliesst in die Pyknidien Flechtenalgen ein, die noch während der Konidienbildung vorhanden sind. Bei den Apothezien sind in der Knäuelbildung Flechtenalgen enthalten, die sich während des Auftretens der ersten im Peritheziumhohlraum entstehenden Periphysen vermehren, aber durch fortgesetzte Teilung immer kleiner werden. Zur Zeit der Askusbildung verschwinden sie. Durch Periphysenbildung wird im obersten Teil des kegeligen Gehäuses die Rinde durchbrochen, und es bildet sich ein Porus. Paraphysenbildung findet nicht statt.

Dermatocarpomycetaceae.

Endopyreniomyces monstruosi (Schaer); (S. 68) (Füisting 1868).

In einem krugförmigen Perithezium bilden sich zugleich Periphysen und am Grunde die ersten Aszi, ohne Paraphysenbildung.

Endocarpomyces miniati (L.); (S. 73) (Füisting 1868)

weist spärliche Periphysenbildung auf.

Baur (1904) sieht an Trichogynspitzen oft Konidien kleben. 3—8 Karpogone sind zu einem dichten Knäuel verschlungen. Die Trichogyne ragen weit über die Oberfläche. Nach dem Verschwinden der Trichogyne beginnt ein lebhaftes Wachstum der die Knäuel umgebenden Hyphen. Aszibildung vor Öffnung des Peritheziums aus askogenen Hyphen am Grunde der Anlage.

E. fluviatilis (D. C.); (S. 73) (Glück 1899).

Unter der Thallusrinde im oberen Teil der Algenzone liegt zu Beginn der Pyknidienbildung ein rundlicher parenchymatischer Gewebe-

körper mit dünnwandigen Zellen. Sie nehmen keine radiäre Anordnung an; die Membranen verdicken sich und können verschleimen. Eine Basiszelle erzeugt nur ein Sterigma.

Pyrenulomycetaceae. (S. 74.)

Pyrenulomyces nitidae (Schrad.); (S. 80) (Füisting 1868).

Ein Hyphenknäuel in der Algenschicht lässt ein Hyphenbündel zur Rindenoberfläche wachsen. Daraus differenzieren sich Periphysen. Erst nach Auftreten der Paraphysen werden Aszi gebildet.

Baur (1901) sieht in dem algenreichen Thallus Hyphenknäuel als Perithezienanfänge. Sehr früh wächst ein Hyphenbündel durch die Rinde an die Oberfläche. Ohne dass im Inneren eine deutliche Differenzierung stattgefunden hätte, wächst die Anlage bis zur Grösse eines Peritheziums. Dann treten einige dicke, kurzzellige Fäden auf, die Askogone. Ihre Zellen sind einkernig und isodiametrisch. Im Hyphenbündel erscheinen dickere, plasmareichere Fäden, die Trichogyne, die 5—10 μ über Rinde und Hyphenbündel ragen. In einer Peritheziumanlage liegen 5—10 Karpogone, die bei dieser Flechte nur im Februar bis April gebildet werden. Es scheinen alle Anlagen zur Entwicklung zu kommen. Die Entwicklung der jungen Anlagen geht innert weniger Wochen vor sich. Nach Verschwinden der Trichogyne bilden die Askogone ein Geflecht von askogenen Hyphen am Grunde der Perithezien.

Cypheliomycetaceae. (S. 98.)

Cypheliomyces (Th. Fr.); (S. 99) (Neubner 1893).

Wo umsponnene Algen eng nebeneinander liegen, sind Fruchtkörperanfänge zu suchen. Es sind Hyphenknäuel, die sich nicht besonders färben. Die Anlage hebt sich empor, wobei die Algen in der Umgebung zurücktreten. Die Aszi wachsen « ohne scharfe Übergänge » aus den Faserenden des reproduktiven Sprosses hervor. Pyknidien sind nicht vorhanden, aber oidienartige Bildungen.

Arthoniomycetaceae. (S. 104.)

Arthoniomyces (Ach.); (S. 104) (Bioret 1914).

Der Autor beobachtet bei der Apothezienentwicklung, dass die Paraphysen unregelmässig angeordnet sind mit vertikaler Hauptrichtung und häufigen vertikalen Verzweigungen, die sie auf weitere Distanz mit anderen Paraphysen verbinden.

Graphidomycetaceae. (S. 107.)

Opegraphomyces (Humb.); (S. 110) (Bioret 1914).

Die Paraphysen verlaufen vertikal, parallel, weisen aber seitliche Verzweigungen und Verbindungen mit den Nachbarhyphen auf.

Graphidomyces elegantis (Sm.); (S. 112) (G. Wolf 1905).

Die erste Anlage der Apothezienbildung dieser hypophloedischen Flechte sind Hyphenknäuel in tieferen Peridermlagen. Sie unterscheiden sich von gewöhnlichen Hyphen durch grösseren Durchmesser, stärkere Färbbarkeit und das scharf umgrenzte Lager. Die darüber liegenden Peridermlagen sind noch unverändert, dann werden sie gesprengt. Mehrere Karpogone verwachsen zu einer Gruppe. Die Trichogynspitzen ragen über den Thallus, wo ihnen Körperchen anhaften, « möglicherweise Spermatien ». Die Trichogyne sind langzellig und haben dicht unter der Spitze einen grossen Kern. Karpogonzelle stark färbbar, etwa dreimal so dick wie die Hüllhyphen. Erst jetzt Bildung eines kohligen Gehäuses seitlich und oberhalb der Anlage. Durch Wachstum der Paraphysen und Aszi wird die Decke gesprengt. Unter den Entwicklungsstadien der Aszi ist das Achtkernstadium am häufigsten. Durch Absterben von Aszi und Paraphysen schwärzt sich später die Anlage; nur am Grunde bleiben lebende Zellen. Von diesen aus bilden sich neue Paraphysen und Aszi. Es regeneriert sich so ein neues Apothezium. Durch Wiederholung dieses Vorganges werden bis sechs Generationen ineinander geschachtelt. Unter der Apothezie sind 2—4 Peridermschichten hochgewölbt; dieser Raum ist von Gallerte und Hyphen erfüllt.

B i o r e t (1914) beobachtet vertikal-parallel verlaufende Paraphysen, die von der Basis bis zur Spitze vollständig isoliert sind.

Gyalectomycetaceae. (S. 144.)

Gyalectomyces rubrae (Hoffm.); (S. 146) (K r a b b e 1882).

Erstes Stadium ist die Knäuelbildung. Die Aszi entstehen nach den Paraphysen. Das Apothezium ist anfänglich angiokarp, wird dann aber gymnocarp.

Coenogoniomycetaceae. (S. 147.)

Coenogoniomyces Linkii (Ehrenbg.); (S. 149) (S c h w e n d e n e r 1862).

Als erstes Stadium wird die Knäuelbildung erkannt.

Lichinomycetaceae. (S. 160.)

Lichinomyces confinis (Ag.); (S. 163) (G. W o l f 1905).

Die Karpogone treten gruppenweise auf und sind schraubig gewunden. Trichogyne wurden nicht gefunden, jedoch sind diese Untersuchungen als nicht abgeschlossen zu betrachten. Pyknidien sind häufig vorhanden.

Collematomycetaceae. (S. 164.)

Physmatomyces compacti (Mass.); (S. 167) (S t a h l 1877).

Aus einem Knäuel entsteht die Pyknidie, die Pyknosporen erzeugt. In älteren Stadien wachsen aus dem lockeren Geflecht auf deren Basis

Trichogyne hervor, die bis über die Oberfläche reichen. Ältere Trichogyne zeigen Quellung der Querwände. Das askogene Gewebe vermehrt sich, und es werden Aszi gebildet. Die Apothezien gehen also aus Pyknidien hervor.

Leptogiomyces Hildenbrandii (Garvogl.); (S. 172) (S t a h l 1877).

Der Autor sieht Trichogynspitzen durch die pseudoparenchymatische Rindenschicht hindurch wachsen. Erst infolge Befruchtung wird das Apothezium ausgebildet.

Collematomyces microphylli (Ach.); (S. 168) (S t a h l 1877).

In primären Hyphenknäueln, die der Thallusmitte entspringen, lässt sich ein Karpogon feststellen. Es besteht aus einem Askogon mit 2½ bis 3 Windungen und mit einem bis über die Oberfläche ragenden Trichogyn mit 6 bis über 12 Zellen. An ihren Spitzen befinden sich besonders nach Regenwetter oft Konidien, die sich durch Verschieben des Deckglases nicht entfernen lassen. Der Inhalt der Konidien scheint mit dem Trichogyn in Verbindung zu treten, das sich nachher charakteristisch verändert. Paraphysengewebe und askogene Hyphen sind verschiedenen Ursprungs. Die Aszi entstehen als « Aussackungen » der askogenen Hyphen.

Collematomyces crispi (Ach.); (S. 168) (B a u r 1898).

Die Karpogone bestehen aus 26—40 Zellen, davon gehören 15—20 zum gewundenen Askogon. Das Trichogyn ragt bis 40 μ über die Oberfläche und ist bis 6 μ breit. Der Kern der Trichogynspitze ist meist etwas grösser als bei den übrigen Karpogonzellen (2—3 μ gegenüber 1—2 μ). An degenerierenden Askogonen hat die Trichogynspitze nie Konidien, immer aber an den sich weiter entwickelnden. Nach Befruchtung des Trichogyns kollabieren seine Zellen, die Querwände quellen auf. Die Askogonzellen vermehren sich und treiben Seitenzweige, die askogenen Hyphen mit einkernigen Zellen.

Collematomyces pulposi (Bernh.); (S. 168) (S t a h l 1877).

Es findet die Bildung zahlreicher Karpogone statt, die mit *C. microphylli* übereinstimmend gebaut sind. In vielen Lagern entwickeln sie sich jedoch nicht weiter, was der dort « rudimentären » Konidienbildung zugeschrieben wird.

(B a c h m a n n , Freda 1912 und 1913). Die Konidien werden nicht in besonderen Behältern gebildet, sondern entspringen seitlich oder endständig an einer Hyphe, sind im Thallus eingebettet und werden nie frei. Sie sind homolog den in Pyknidien gebildeten Konidien (Pyknosporen) anderer Flechten. Es liegen 1—3 oder 4 Karpogone eingebettet beisammen. Aus dem eingerollten Askogon wächst das Trichogyn aus, aber nicht gegen die Oberfläche, sondern ± horizontal durch die Gallerte und sucht Stellen, wo Konidien gebildet werden. Diese üben eine

Anziehungskraft auf die Trichogyne aus. Es findet Fusion der Konidie mit dem Trichogyn statt, worauf in den unteren Trichogynzellen eine charakteristische Veränderung vor sich geht. Eine genaue Untersuchung der aus askogenen Hyphen entstehenden Aszi fehlt.

Collematomyces nigrescentis (Leers); (S. 168) M o r e a u 1926).

Das junge Askogon ist ein Knäuel mit einkernigen Zellen, deren abgrenzende Querwand durchlocht ist. Viele Askogone haben kein Trichogyn; wo es vorhanden ist, reicht es nur ausnahmsweise bis zur Oberfläche. Die Askogonzellen wachsen und erhalten zwei und mehr Kerne. Dann machen sie verzweigten, einkernigen Hyphen Platz, worauf zweikernige folgen mit Ringbildungen auf der Seite. Sie verzweigen sich und bilden am Ende Aszi. An dieser Entwicklung haben die Konidien keinen Anteil. Das Askogon entwickelt sich ohne Befruchtung. Der vielkernige Zustand zeigt Ähnlichkeit mit dem coenocytischen der Askogonzellen der *Peltigeromycetaceen.*

Stictomyces pulmonariae (Hook.); (S. 185) (B o r z i 1878).

Der Hyphenknäuel entsteht wenig unter der Algenzone und gliedert sich in Askogon und Trichogyn von variabler Länge. Einige trichogynreiche Lappen haben keine Pyknidien, was als Tendenz zur Diözie gedeutet wird.

Stictomyces (Schreb.) und *Ricasoliomyces amplissimae* (De Not.); (S t u r g i s 1890).

Dieser Autor fand keine der von B o r z i beschriebenen Anfangsstadien und hält die Askosporenentwicklung für einen rein vegetativen Vorgang.

Stictomyces linatae (Ach.); (S. 185) (G l ü c k 1899).

Direkt unter der Thallusrinde in der oberen Algenzone entsteht als Anfang der Pyknidienbildung ein Gewebe aus dickwandigen Hyphen mit polygonalen Zellen. Teilweise sind einzelne Algenzellen eingeschlossen. Es folgt radiäre Anordnung und Anastomosenbildung der einzelnen Pilzzellen. Während Interzellularen entstehen, beginnt die Konidienabschnürung.

Lobariomyces scrobiculatae (DC.); *Ricasoliomyces amplissimae* (De Not.); *Lobariomyces pulmonariae* (Hoffm.); (S. 185) (M o r e a u 1921).

Zwischen Mark und Algenzone entsteht ein Hyphenknäuel, der bis zu 70 μ auswächst. Aus diesem Askogonknäuel wächst das Trichogyn bis durch die Rindenschicht : es kann sich mehrfach verzweigen. Das Trichogyn ist nur kurzlebig; bald geht es von aussen her fortschreitend zugrunde. Vor den Aszi werden Paraphysen gebildet.

Peltigeromycetaceae; (S. 187) (M o r e a u 1918).

Erste Anfänge des Askosporenapparates sind Askogone, die der Mark- (*Peltigeromyces* [Willd.], *Peltideomyces* [Ach.]) oder Algenzone

(*Solorinomyces* [Ach.]) entspringen. Sie bestehen aus grossen Zellen, isodiametrisch, anfänglich 1—2, dann mehrkernig. Sie treiben mehrkernige askogene Hyphen, die bald zweikernig werden. Das Zweikernstadium ist zeitlich und räumlich ausgedehnt. Die Endzellen der verzweigten askogenen Hyphen werden zu Aszi, in denen die zwei Kerne verschmelzen. Durch drei Teilungen entstehen acht Kerne, aus denen sich die Sporen bilden. Bei *Solorinomyces* degenerieren vier Kerne.

Nephromatomyces tomentosi (Nyl.) und *N. laevigati* (Ach.); (S. 188) (F ü n f s t ü c k 1884).

Grosse, zartwandige Zellen am Thallusrand unter der Rinde zeigen die erste Anlage. Sie stammen aus vegetativen Hyphen. Paraphysenbildung findet erst statt, wenn an Stelle der Askogone askogene Hyphen getreten sind. Konidien sind vorhanden.

Nephromiomyces resupinati (L.); (S. 189) (M o r e a u 1919).

In der Nähe des Randes bildet sich im Mark ein Knäuel aus Hyphen, deren Zellen grösser als die der benachbarten Markhyphen sind, fast isodiametrisch mit dichtem Plasma und grossem Kern, der mit einer grossen Nukleole versehen ist. Der Knäuel vergrössert sich, die äusseren Zellen bilden die Umhüllung der Pyknidie, die inneren die fertile Partie, wo jede Zelle auf einem Konidienträger eine Konidie trägt. Diese liegen dann in der Höhlung, bis sie sich öffnet und die Konidien sich ausbreiten. Sie messen 3—5 μ mal 2 μ, haben einen Kern und sind an den Enden etwas verdickt. Eine Zelle vermag anscheinend mehrere Konidien zu bilden.

Solorinomyces saccatae (L.); (S. 188) (B a u r 1904).

Es entstehen nur wenige Karpogone, die sich fast alle weiterentwickeln. Die erste Anlage ist in der Algenschicht in Form von dicken, plasmareichen Hyphen ohne charakteristische Gestalt. Während die vegetativen Zellen 2—4kernig sind, weisen die Askogonzellen einen, seltener zwei Kerne auf und sind dünnwandiger. Daraus geht ein askogenes Hyphengeflecht hervor, so dass die Entwicklung der Apothezien « rein vegetativ » ist. Trichogyne wurden nicht gefunden. Es ist eine strenge Trennung von askogenem und paraphysogenem Gewebe vorhanden.

(M o r e a u 1916) Die Hyphen der oberen Algenschicht bilden unter der Rinde eine, dann mehrere Schichten isodiametrischer Zellen, meist einkernig. Aus ihnen entstehen je eine bis mehrere Paraphysen. Dann erscheinen an ihrem Grunde askogene Hyphen, einkernigen Myzelzellen der Algenschicht entspringend. Sie werden im oberen Teile zweikernig; dort reichert sich ihr Plasma mit chromatischen Körnern an, und sie nehmen an Grösse zu. Aus den zweikernigen Zellen entstehen zweikernige, oft verzweigte Hyphen, die sich an der Basis der Paraphysen

horizontal ausbreiten. Am Ende von askogenen Hyphen entwickeln sich Aszi, einige auch seitlich. Hakenbildung wurde nie angetroffen. Im jungen Askus verschmelzen die beiden Kerne. Aus den 4 Kernen nach der zweiten Teilung entwickeln sich 4 Sporen. Im unreifen Askus verlängert sich jede, teilt ihren Kern und bildet eine Querwand. Der reife Askus enthält also 4 zweikernige, zweizellige Sporen. Es wurden weder Konidien noch Trichogyne gefunden. Typische Askogone fehlen. Die Sexualität ist stark verändert, ähnlich den Basidiomyzeten, wo jede Spur eines Gametangiums verlorenging. Später (1918) korrigiert sich M o r e a u : im Askus finden 3 Teilungen statt, aber nur 4 Kerne entwickeln sich zu Sporen, während 4 degenerieren. Vor der Kernfusion im Askus wurde nie eine solche beobachtet.

Peltigeromyces aphthosae (Willd.) und *P. venosae* (Hoffm.); (S. 191) (F ü n f s t ü c k 1884).

Erste Anlage unterhalb der Algenschicht in geringer Entfernung vom Thallusrand, bestehend aus zahlreichen Askogonen. Sonderung in schlauch- und paraphysenbildendes Gewebe; ausser dem Ort der Entstehung stimmt die Entwicklung mit *P. caninae* (L.) überein.

Peltigeromyces rufescentis (Sm.); (F ü n f s t ü c k 1884).

Der Autor bemerkt bezüglich der Apothezienentwicklung, dass sie mit der von *P. caninae* genau übereinstimmt.

P. caninae (L.); (S. 191) (F ü n f s t ü c k 1884).

Askogone und Askogonzellen sind besonders gross gegenüber anderen Arten. « Eine einzelne höckerartige Ausstülpung einer beliebigen Askogonzelle bildet die Einleitung zur Bildung des askogenen Fasersystems. » Die Askogone sind unter der Paraphysenschicht noch wahrnehmbar, im Gegensatz zu *P. horizontalis* (Hoffm.). Dieser Pilz weist, wie auch *P. polydactylae* (Hoffm.) gleichmässigere Grösse der Askogonzellen auf als *P. caninae* und *P. malaceae* (Fr.). Konidien fehlen.

P. malaceae (Fr.); (S. 191) (F ü n f s t ü c k 1884).

Die erste Anlage erkennt man im Thallusrand auf der Höhe der Algenschicht als grosse, zartwandige Zellen, die unregelmässig gewundene Fäden (Askogone) bilden und Äste von vegetativen Hyphen sind. Die Askogone zeigen Anastomosen, ihre Zellen nehmen an Volumen zu. Am äusseren Thallusrand bilden die vegetativen Hyphen ein dichtes Gewebe. Nach reichlicher Paraphysenbildung beginnen die Askogone zu einem askogenen Hyphengewebe auszusprossen. Die Aszi entstehen als keulenförmige Auswüchse, an deren Basis sich eine Querwand bildet. Die ursprünglichen Askogonzellen werden bei Vermehrung der askogenen Hyphen und bei der Askusbildung aufgebraucht. Paraphysen- und

Schlauchgewebe sind streng geschieden, wachsen aber gleichschnell weiter. Eine Sexualität ist bei der Apothezienentwicklung nicht vorhanden.

P. caninae (L.); *P. rufescentis* (Sm.); *P. polydactylae* (Hoffm.); *P. horizontalis* (Hoffm.); (M o r e a u 1915).

Das Askogon entspringt den Markhyphen am Rande und besteht aus einkernigen Zellen, die grösser sind als die gewöhnlichen Markzellen. Sie werden durch Teilung vielkernig und ihr Plasma dichter. Bald lassen sie mehrkernige askogene Hyphen auswachsen, die sich verzweigen und an ihrem Ende zweikernige Zellreihen abgrenzen. Die Endzellen dieser Dikaryontenketten verlängern sich und verwandeln sich in Aszi, wo Kernfusion stattfindet. Das dichter werdende Protoplasma der Askogonzellen gibt deren Alter an. In jungen Zellen gibt es weniger Kerne als in alten. Eine Kernverminderung durch Karyogamie wurde nie beobachtet, so wenig wie Kernpaarung. Die erste Mitose im jungen Askus ist heterotypisch, die zweite homoeotypisch, die dritte typisch (vegetativ). Die Mitosen besitzen bei *Peltigeromyces* einen besonderen Charakter unter den Askomyzeten: frühzeitiges Verschwinden der Nukleole und der Kernmembran; haploide Chromosomenzahl = 2 (gegen 4—8 bei anderen Askomyzeten). Ferner erscheinen zwei Chromosomen mit zwei Ästen in der Prophase der ersten Mitose. Die dritte ist wie in allen anderen Zellen einfach. Es findet bei *Peltigeromyces* nur e i n e Reduktion statt (chromatische) und nur die ersten zwei Teilungen haben daran Anteil.

Lecideomycetaceae. (S. 191.)

Lecideomyces pilati (Hepp); (K r a b b e 1882)

bildet Aussprossungen von Apothezien durch Auswachsen von verzweigten Paraphysen zu einem Faserbündel (sekundäre Paraphysen).

Lecidellomyces enteroleucae (Krb.); (S. 196) (L i n d a u 1888).

Die Anlagen liegen in der Mitte der Algenschicht. Trichogyne wurden nicht bis zur Rindenschicht reichend gefunden. Die Paraphysen werden aus den askogonumschliessenden Fäden gebildet, und zwar von den Aszi. Pyknidien sind vorhanden. Aus einem ursprünglichen Apothezium können sich mehrere sekundäre bilden.

Thalloedematomyces candidi (Web.); (S. 199) (G l ü c k 1899).

Erste Anlage der Pyknidie ist ein eiförmiges, kompaktes Gewebe aus polygonalen Zellen in der Algenzone. «Durch besondere Wachstumsverhältnisse» entsteht eine radiäre Anordnung; die einzelnen Zellen sind jetzt 2—3mal so lang wie breit. Durch tangentiales und radiales Wachstum entsteht die Höhlung, in die sich die Konidien abschnüren.

Cladoniomycetaceae. (S. 201.)

Sphyridiomyces fungiformis (Schr.); (S. 203) (K r a b b e 1882).

Die Bildung entsteht wenig unter der Oberfläche, « exogen ». Askogene Hyphen (« Schlauchfasern ») breiten sich unter der vorher gebildeten Paraphysenschicht aus. Aus der Stützzelle eines Schlauches entwickeln sich neue Zellen, die auch Schläuche tragen.

Sphyridiomyces carnei (Fw.); (K r a b b e 1882).

In einer Anlage befinden sich mehrere Knäuel (Askogone), aus denen askogene Hyphen hervorgehen. Paraphysen werden nicht gebildet, Schläuche nicht aufgefunden (?). *S. placophylli* (Wahlb.) ähnlich wie *S. fungiformis.*

Sphyridiomyces spec.; (N i e n b u r g 1908).

Die Anlage liegt in der Rindenschicht und macht sich durch eine Thallusanschwellung mit dickeren Zellen geltend. In einer Anlage befinden sich 10—15 Knäuel aus lockeren Hyphen ohne die übliche schraubige Gestalt der Karpogone. Trichogyne sind nicht vorhanden oder reduziert, Konidien selten. 1—3 Karpogone wachsen aus. Zwischen askogenen Hyphen und Paraphysen besteht kein Zusammenhang. Die Aszi entstehen aus der letzten Zelle der Traghyphen.

Baeomycomyces rosei (Pers.); (S. 203) (K r a b b e 1882).

Die Anlage liegt unter der Markschicht auf dem Substrat und besteht aus zarten, verflochtenen Hyphen. Paraphysen und Aszi entstehen aus einem Grundgewebe, bevor der Stiel gebildet wird.

Cladoniomyces papillariae (Ehrb.); (S. 205) (K r a b b e 1882).

Durch Sprossung kann sich aus einem alten Apothezium ein sekundäres bilden. Dabei wachsen einzelne Paraphysen zu einem Faserbündel aus und lassen ein sekundäres Hymenium entstehen. Pyknidien kommen nicht auf den gleichen Podetien vor wie die Apothezien. Wenn die Abschnürung der Konidien begonnen hat, wird an der Mündung der Pyknidien ein roter Farbstoff abgeschieden, der die Konidien zusammenklebt.

Cladoniomyces fimbriatae (L.); (K r a b b e 1882).

Das Podetium wächst aus Rindenhyphen, hat also exogenen Ursprung. Die Apothezien gehen aus « lokalisierten Sprossungen des Trichterrandes » hervor. Aszi entstehen nach Beginn der Paraphysenbildung aus dem gleichen Gewebe. Für *C. bacillaris* (Leight) fand K r a b b e keine wesentlichen Unterschiede.

Cladoniomyces pyxidatae (L.); (B a u r 1904).

Auf dem Becherrand werden zuerst Pyknidien gebildet. Gleichzeitig werden in kleinen Höckerchen Karpogongruppen angelegt. Die Askogone liegen stark verknotet im zentralen Teil dieser Höcker. Nach allen Richtungen wachsen Trichogyne hervor und ragen mit der zugespitzten,

plasmareichen Endzelle über die Oberfläche. Die Karpogone entstehen aus plasmareichen Zweigen vegetativer Hyphen; ihre Zellen sind einkernig. Die Trichogyne verschwinden bei der weiteren Entwicklung. Nach Ausbreiten der askogenen Hyphen unter der Paraphysenschicht beginnt die Schlauchbildung. Nur das aus der Karpogongruppe hervorgehende Stück des Podetiums ist homolog den Apothezien der übrigen Flechten (gegen K r a b b e).

Cladoniomyces gracilis (L.); (S. 207) (G. W o l f).

In kleinen Höckern auf dem Becherrand finden sich Apothezienanlagen mit Karpogongruppen. Die Askogone haben weitlumige Zellen, die sich stark färben. Es sind sehr zahlreiche Trichogyne vorhanden, an deren Spitzen viele Körnchen anhaften.

Cladoniomyces degenerantis (Spreng.); (G. W o l f 1905)

hat kleine Karpogone mit sehr zarten Trichogynspitzen. Im übrigen entsprechend *C. gracilis* und *C. pyxidatae.*

Cladoniomyces furcatae (Schrad.); (G. W o l f 1905).

Die Podetien bilden kleine Becher, so dass die Apothezien direkt auf den Astenden sitzen. In einem Höcker befindet sich immer eine Gruppe von Karpogonen. Die Askogonzellen sind etwas länger als bei den übrigen untersuchten Formen, sonst herrscht Übereinstimmung; es finden sich keine Schraubenbildungen der Karpogone.

Stereocaulomyces paschalis (L.); (S. 208) (G. W o l f).

Podetien bis 5 cm, ähnlich *Cladoniomyces,* nicht aber die Apothezienentwicklung. Die jüngsten Stadien sind eiförmige Geflechte dicker Hyphen dicht unter der Rinde, scharf abgegrenzt gegen den Thallus. Trichogyne wurden keine gefunden. Der Anfang der Gehäusebildung macht sich durch Dunkelfärbung des umgrenzenden Thallus bemerkbar. Die askogenen Zellen liegen am Grund der Anlage, die sich über das Niveau des Thallus erhebt, zuerst konkav, dann konvex gewölbt. In der Umgebung der Anlage bleiben wenig Gonidien.

Gyrophoromycetaceae. (S. 209.)

Gyrophoromyces velleae (L.); (S. 210) (K r a b b e 1882).

Die « Faserknäuel » werden im unteren Teil der Algenschicht angelegt. Während der Entwicklung sterben die Algen im Umkreis der Apothezien ab.

Gyrophoromyces cylindricae (L.); (B a u r 1904).

Die Askogone der zu einer Gruppe vereinigten Karpogone sind nicht durcheinander verschlungen. Die Trichogynspitzen ragen weit über die Thallusoberfläche, verschwinden dann vollständig. An ihre Stelle treten Paraphysen (gegen L i n d a u). Die Askusbildung ist nicht beschrieben.

Pertusariomycetaceae. (S. 217.)

Pertusariomyces communis (DC.) und *P. leioplacae* (Schaer.); (K r a b b e 1882).

In einem primären « Faserknäuel » treten in älteren Stadien dicke, plasmareiche Hyphen auf, die bei der Askusbildung wieder verschwinden. Vom Paraphysengewebe werden Algen eingeschlossen, die sich lebhaft teilen und kleiner werden als die Thallusalgen. Durch Sprossung können neue Apothezien entstehen.

Pertusariomyces communis (DC.); (B a u r 1901).

Die ersten Apothezienanlagen liegen dicht unter der Algenschicht. Die Hyphen der Knäuelbildung sind weitlumiger, dünnwandiger, ihr Plasma und ihre Kerne sind stärker gefärbt als bei den übrigen Thallushyphen. Die Askogone liegen bis zu 20 in einem Knäuel und sind vielzellig. Ihre Zellen sind einkernig und messen 4—5 μ mal 3—4 μ. Trichogyne ragen selten bis über die Rinde; ihre Zellen sind plasmareich und dünnwandig (4—6 μ mal 3—4 μ). Karpogone finden sich während des ganzen Jahres, maximal im Herbst und Frühling. Da ihre Zahl klein ist, degenerieren nur wenige. Aus den Askogonen wachsen zartwandige Zellen mit körnigem, vakuolenreichem Plasma und je einem Kern. Diese askogenen Hyphen, von Hüllhyphen dicht umflochten, bilden ein Fasersystem für sich. Die Hüllhyphen nehmen den Charakter von Paraphysen an. Die askogenen Hyphen bilden ein Netzwerk, aus dem die Aszi entspringen. Sekundäre Apothezien können gebildet werden durch Aussprossungen, nach B a u r infolge Dickenwachstums des Thallus, weshalb die untere Anlage abstirbt und sich eine neue darüber bildet. Durch Weiterwachsen der askogenen Hyphen kann die Anlage auch seitlich verlagert werden (bis 2 mm). Dabei beginnen an irgendeiner Stelle die vegetativen Hyphen lebhaft zu wachsen und bilden Hüllhyphen und Paraphysen eines neuen Apotheziums. Auf diese Weise entstehen mehr Apothezien als direkt. Die sekundären Apothezien wiesen keine Trichogyne auf, ein Grund gegen die Terebratortheorie L i n d a u s.

Lecanoromycetaceae. (S. 220.)

Lecanoromyces subfuscae (Ach.); (S. 221) (L i n d a u 1888).

Zahlreiche Askogone liegen in der oberen Algenschicht oder etwas tiefer beisammen, jedes mit ½—2 Windungen. Ein Askogon kann zwei Trichogyne haben; seine Zellen messen 5 μ mal 13 μ. Die Trichogynspitze ragt wenig über die Oberfläche. Nach ihrem Verschwinden sprossen die Askogone zu askogenen Hyphen aus, an deren Enden die Aszi entstehen. Gleichzeitig werden Paraphysen gebildet. In einer Anlage kann sich mehr als ein Askogon entwickeln.

(B a u r 1904) Die Karpogone liegen in Gruppen von 5—10; ihre Zellen sind einkernig. Die Askogonzellen sind kurz und gedrungen, die Trichogynzellen langgestreckt und etwas schmäler. Die Trichogyne ragen mit ihren Spitzen deutlich über den Thallus. Karpogon und Paraphysen sind vor den Trichogynen vorhanden. Die askogenen Hyphen breiten sich am Grunde der Anlage aus.

(C. M o r u z i 1932) Das Askogon weist mehrere nicht verzweigte Trichogyne auf. Aus den einkernigen Askogonzellen gehen askogene Hyphen mit einkernigen Zellen hervor. Erst wenn die Apothezienbildung weit fortgeschritten ist, werden die Zellen zweikernig und bilden seitlich Höcker. Die Aszi sind die Endzellen zweikerniger Zellketten.

Squamariomyces (= *Lecanoromyces*) *saxicolae* (Hook.); (S. 224) (C. M o r u z i 1932).

In einer Pyknidie wurde die Bildung von drei Askogonen beobachtet, von denen eines mit Trichogyn versehen war.

Icmadophilomyces aeruginosae (Scop.); (S. 226) (N i e n b u r g).

Die Anlage liegt unter der Algenschicht als kleiner, dichter Knäuel. Einzelne Hyphen werden dicker und farblos. In einer Anschwellung liegen 20—30 Karpogone. Die Trichogyne ragen über die Oberfläche; es kleben oft Konidien an ihrer Spitze. 6—9 Karpogone bilden askogene Hyphen. Der Askus entsteht aus der vorletzten Zelle der Traghyphe : « Pferdekopfbildung ». Die Pyknidienbildung beginnt mit der Anlage eines kugeligen Komplexes stark färbbarer Hyphen in der Algenzone. Diese nehmen radiäre Anordnung an und bilden sich zu Sterigmen um. Zugleich wächst die Anlage über die Oberfläche ähnlich der Fruchtkörperanlage. Die Pyknidie füllt sich mit Konidien. Nach Bildung des Ostiolums wächst die Pyknidie schüsselförmig aus.

Phlyctidomyces agelaeae (Ach.); (S. 227) (K r a b b e 1882).

Erste Anlage ohne Knäuelbildung in der unteren Markschicht. Es werden wenige Aszi gebildet. Durch Sprossungen können Verlagerungen eines Apotheziums vorkommen.

Parmeliomycetaceae. (S. 229.)

Parmeliomyces tiliaceae (Hoffm.); (S. 233) (L i n d a u 1888).

Die Anlagen lassen deutlich gewundene Askogone erkennen mit dicken, kurzen Zellen und liegen an der oberen Grenze der Algenschicht. Trichogyne scheinen vorhanden zu sein.

Parmeliomyces acetabuli (Neck.) und *P. physodis* (Ach.); (G l ü c k 1899).

Pyknidien entstehen direkt unter der Thallusrinde aus einem Hyphenknäuel, der radiäre Struktur annimmt. Während im peripheren Abschnitt Teilungsvorgänge vor sich gehen, lockern sich im Innern die

Zellen, wodurch Interzellularen entstehen, die an Umfang zunehmen. Schliesslich erkennt man aussen Basalzellen, die gegen innen Konidienstände tragen.

Parmeliomyces acetabuli (Neck.); (B a u r 1901).

3—6 Karpogone sind durch Umhüllung von rindenähnlichem Plektenchym vereinigt (50—70 μ breit). Die Askogone sind schraubig gewunden, die Trichogyne wachsen gerade gegen die Oberfläche. Alle Askogone sind zu einem Knäuel verschlungen. Ihre Zellen sind weitlumig (2—3 mal 3—5 μ) mit körnigem Plasma und einem Kern in der Mitte. Die Trichogyne bestehen aus 3—6 Zellen, die ähnlich den Askogonzellen sind, aber die äusserste länger und schmäler; die Spitzen ragen 10—15 μ über den Thallus. Wegen einer ausgeschiedenen, klebrigen Masse haften Fremdkörper daran. Karpogone werden das ganze Jahr hindurch gebildet; junge Lappen tragen pro cm^2 20—30 Karpogongruppen. Es werden viel mehr Karpogone gebildet, als sich zu Apothezien entwickeln können. Zwischen den Apothezien finden sich oft rückgebildete Karpogongruppen. An Karpogonen, die sich weiterentwickeln, verschwinden Trichogyne. Die Hüllhyphen vermehren sich durch Zuwachs von Thallushyphen. Der Durchbruch der Anlage erfolgt wie bei *Physciomyces* (nach D a r b i s h i r e). Die Trichogyne funktionieren nicht als Terebratoren.

(B a u r 1904) Nach Verschwinden der Trichogyne vergrössert sich die ganze Anlage. Anscheinend sind mehrere Karpogone einer Gruppe an der Bildung der askogenen Hyphen beteiligt. Ein sich kräftig entwickelndes Apothezium scheint die Degenerierung benachbarter junger Apothezien zu befördern durch hemmende Wirkung.

Usneomycetaceae. (S. 238).

Ramalinomyces fraxineae (Fr.); (S. 242) (L i n d a u 1888).

Das Askogon wird direkt von vegetativen Fäden gebildet. Die Askogonzellen sind 4 μ breit, die vegetativen Hyphen 2 μ. In einer Anlage befinden sich viele Askogone, von denen jedes ein über die Oberfläche ragendes (8—12 μ) Trichogyn hat. An den Trichogynspitzen kleben häufig Konidien, aber ohne Zusammenhang des Plasmainhaltes. Nach Absterben der Trichogyne beginnt sich das Paraphysengewebe zu entwickeln. Die askogenen Hyphen einer Anlage werden möglicherweise von mehreren Askogonen gebildet.

(G. W o l f 1905) Die Karpogone liegen gruppenweise in Erhebungen der Thallusrinde. Trichogyne sind zahlreich und reichen weit über die Rinde. Die Askogone sind unregelmässig verflochten mit breiten, stark färbbaren Zellen. Die Anlagen liegen dicht unter der Oberfläche.

Usneomyces barbatae (Web.); (S. 245) (N i e n b u r g 1907).

Zuerst erfolgt Anschwellung der Thallusrinde und Bildung von Primordialhyphen der Karpogone, die dann zu 5—6 in einer Anlage auftreten. Die Trichogyne verschwinden bald. Es entwickelt sich nur ein Askogon zu askogenen Hyphen. Paraphysen bilden sich aus vegetativem Gewebe. Die Aszi entstehen aus der vorletzten Zelle der Traghyphe. Spermogonien sind vorhanden.

Caloplacomycetaceae.

Placodiomyces saxicoli (Krb.); (S. 249) (L i n d a u 1888).

Zwischen den Algen liegen mehrere Askogone beisammen. Jedes trägt ein Trichogyn, das durch plasmareiche Zellen ausgezeichnet ist und über die Oberfläche ragt. Die Bildung von Aszi und Paraphysen erfolgt gleichzeitig. Konidien sind vorhanden.

Caloplacomyces murorum (Hoffm.); (C. M o r u z i 1932).

Erstes Anzeichen der Apothezienbildung ist ein Zellknäuel, das Karpogon, in der Höhe der Algenschicht. Es besteht aus Askogon und Trichogyn mit über die Oberfläche reichender Spitze. Im Askogon folgt auf ein einkerniges Stadium ein mehrkerniges, woraus die einkernigen Zellen der askogenen Hyphen hervorgehen. Ihr Übergehen in den zweikernigen Zustand darf als ein Anzeichen baldiger Askusbildung angesehen werden, indem jetzt seitliche Ringbildung auftritt. Die äussersten Zellen der zweikernigen Hyphen verwandeln sich in Aszi. Die Konidien spielen keine Rolle bei der Apothezienentwicklung.

Teloschistaceae. (S. 251.)

Xanthoriomyces parietinae (Th. Fr.); (S. 251) (L i n d a u 1888).

Anlagen finden sich in der oberen Algenschicht. Erst nach Aussprossen des Askogons und Bildung der Aszi werden vom benachbarten Gewebe Paraphysen gebildet, die verzweigt sind.

(G. W o l f 1905) Jüngste Stadien sind selten, also geht die Entwicklung rasch vor sich. Trichogyne wurden nicht gefunden. Die jüngsten Stadien bestehen aus einem lockeren Hyphengeflecht, das sich durch kurze, dicke Zellen auszeichnet. Über den Paraphysen kein Hohlraum, wie L i n d a u angibt. Ein Excipulum proprium fehlt wie bei *Physciomyces pulverulentae.* Die Fruchtkörper entstehen rein vegetativ (wie bei *Parmeliomyces physodis* nach M e z g e r und bei *P. olivaceae* nach B a u r).

Physciomycetaceae. (S. 256.)

Physciomyces stellaris (Nyl.); (S. 257) (L i n d a u 1888).

Mehrere Askogone finden sich in der Algenzone beisammen. Die Zellen der Askogone messen 3 μ mal 2,7 μ; jedes ist mit einem Trichogyn versehen, das oft erst im Bogen zur Oberfläche führt und zirka 7 μ

darüber ragt. Wenn es verschwunden ist, bildet das Askogon Verzweigungen, an denen Aszi entstehen. Es scheint sich nur ein Askogon zu entwickeln. Paraphysen bilden sich erst nach den ersten Askusanlagen.

Physciomyces pulverulentae (Nyl.); (L i n d a u 1888).

In der Algenschicht liegen stets mehrere Askogone, die Trichogyne besitzen, ähnlich *P. stellaris.*

(M ä u l e 1891) Am unteren Rand der Algenzone liegen kugelige Knäuel, die sich beim Weiterwachsen in die Algenzone hineindrängen. Die zarten Anfangsstadien werden von wenigen, kurzzelligen Hyphenästen ausgebildet. In der Rinden- und Markschicht färben sich einzelne Zellen mit Chlorzinkjod (bis 10 Tage) intensiv braunrot, die sich nach L i n d a u zu Askogonen umbilden sollen (Primordien). Das ist nicht der Fall, da sich die jungen Askogone anders färbten und keine Übergangsformen vorhanden sind.

(D a r b i s h i r e 1900) Das Karpogon entspringt einer Markhyphe und besteht im unteren Teil aus einer gewundenen Zellreihe von 10 bis 12 μ Breite gegen 3 μ der Markhyphen. Das Trichogyn ragt bis 30 μ über die Oberfläche. Die äusserste Trichogynzelle hat einen grösseren Kern als die übrigen; an ihr kleben oft Konidien. Als Terebrator scheint das Trichogyn unfähig zu sein. « Der eigentliche Befruchtungsprozess harrt noch der Untersuchung. » Eine Unterscheidung von Askogon und askogenen Hyphen wird nicht vorgenommen, dagegen wird Henkelbildung beobachtet.

Physciomyces albae (Fee.); (B a u r 1901).

Die Karpogone werden in der Mitte des Markes angelegt, also tiefer als bei *P. pulverulentae.* Sonst ähnliche Entwicklung.

Anaptychiomyces ciliaris (Krb.); (S. 258) (L i n d a u 1888).

Aus vegetativen Hyphen wachsen einzelne Zellen keulig hervor an der unteren Algenzone, die Primordien (« Askogoninitialen »). Sie sind plasmareicher und länger als die gewöhnlichen Zellen (15—20 μ gegen 10—12 μ der Markhyphenzellen). Übergangsstadien zu fertigen Askogonen wurden nicht gefunden. Die Askogone beschreiben mehrere Windungen, die einzelnen Zellen sind tonnenförmig, 7 μ mal 4,5 μ. Im mittleren Teil der Algenschicht liegen sie zu mehreren beisammen. Die Paraphysen entstehen ursprünglich aus Markhyphen. Jedes Askogon setzt sich gerade gegen die Rinde in ein Trichogyn fort, das etwas über die Oberfläche ragt. Seine Zellen sind länger und schmäler und an der Spitze haften Konidien besser als an der Rinde, aber ohne eine Membranbrücke zu bilden. Anscheinend gelangt nur ein Askogon zur Entwicklung. Nach Absterben des Trichogyns bilden sich die Paraphysen. Aussprossungen des Askogons verflechten sich mit dem Paraphysengewebe. Die darüberliegende Rinde stirbt ab. Die Aszi werden als

« letzte Auszweigungen » des askogenen Gewebes gebildet. Die Pyknidien entstehen in der Algenzone aus einem dichten Knäuel. Das fertige Pyknidium ist äusserlich als kleine Erhöhung erkenntlich mit schwarzem Fleck in der Mitte (Mündung).

(G l ü c k 1899) Als Ursprung der Pyknidie entsteht im oberen Teil der Algenzone ein Knäuel aus dickwandigen Zellen mit je einem Öltröpfchen. Während sich die Anlage zu einem Höcker emporhebt, nimmt sie im Innern radiäre Struktur an, die mit dem Heranreifen wieder verschwindet.

(B a u r 1901 und 1904) Die Apothezienentwicklung ist ähnlich wie bei *Physciomyces*. Die Karpogone sind gross und freiliegend und auf jungen Lappen von blossem Auge als Höcker erkenntlich. Zahlreiche Karpogone liegen in lockeren Gruppen, mit oder ohne Trichogynen, an denen oft Konidien kleben. Degenerierende Karpogone sind nicht selten. Die askogenen Hyphen sind dünnwandig, von unregelmässiger Form und getrennt vom paraphysogenen Gewebe. Askusbildung : « Bei *Anaptychia* (bzw. *Anaptychiomyces,* T h o m a s) entwickeln sich die Aszi nämlich in ganz entsprechender Weise wie bei den andern in neuerer Zeit daraufhin untersuchten Askomyceten. Ich will hier jedoch nicht weiter darauf eingehen, ich gedenke, bei einer anderen Gelegenheit auf die Sporenbildung im Flechtenaskus zurückzukommen. »