

2. M. Fünfstück: Der gegenwärtige Stand der Flechtenforschung nebst Ausblicken auf deren voraussichtliche Weiterentwicklung.

Referat, erstattet für die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft am 23. September 1902.

Gerne bin ich der Aufforderung nachgekommen, für unsere diesjährige Versammlung einen sogenannten referirenden Vortrag zu übernehmen. Bietet sich mir doch auf diese Weise die beste Gelegenheit, die Aufmerksamkeit auf einige überaus interessante Fragen hinzulenken, welche durch den Verlauf der Flechtenforschung in jüngster Zeit aufgeworfen worden sind.

Ich habe mir nicht nur die Aufgabe gestellt, den gegenwärtigen Stand der Flechtenforschung kurz zu charakterisiren, sondern ich will auch versuchen, Ausblicke zu thun auf die voraussichtliche Weiterentwicklung derselben.

Dabei setze ich ein Vertrautsein mit dem Gegenstande bis zu dem Zeitpunkte, bis zu welchem ich ihn in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ dargestellt habe, als bekannt voraus.

Vorhersagen machen ist nun freilich im Allgemeinen keine sehr dankbare Sache, allein, auch wenn es mir ergehen sollte wie so oft den Wetterpropheten, d. h. wenn auch nur wenige oder auch gar keine meiner Vorhersagen in Erfüllung gehen sollten, so würde ich mich für meine Mühe doch als reich entschädigt betrachten, wenn meine Ausführungen den Einen oder Anderen zu productiver Mitarbeit auf dem in Rede stehenden Gebiete veranlassten.

Ich wende mich zunächst den Untersuchungen über die Entstehung der Flechtenfrucht zu. — Obwohl seit den bekannten STAHL'schen Untersuchungen eine ganze Reihe Arbeiten das Ziel verfolgten, die Sexualitätsfrage zur Entscheidung zu bringen, so ist letztere trotzdem heutigen Tages noch offen. Eine Untersuchung BAUR's¹⁾ aus der jüngsten Zeit an *Collema crispum* hat indess nach meinem Dafürhalten die Frage der Lösung ein beträchtliches Stück näher gebracht.

Die genannte Flechte kommt in 2 Formen vor: die eine ist üppig entwickelt, besitzt grosse, dickliche Thalluslappen, trägt aber nur selten einige wenige und dann abnorm grosse Apothecien (bis

1) ERWIN BAUR, Zur Frage nach der Sexualität der Collemaceen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. XVI (1898), S. 368.

zu $\frac{3}{4}$ cm im Durchmesser); die andere dagegen hat einen viel schwächer entwickelten Thallus, der so dicht mit Apothecien besetzt ist, dass man zwischen ihnen den Thallus kaum noch bemerken kann.

Bei der sterilen Form nun fand BAUR im Herbst und Frühjahr geradezu riesige Mengen von Carpogonen, oft mehrere Hundert in einem einzigen Lappen. Diese Carpogone glichen im Grossen und Ganzen denen, wie sie STAHL bei *C. microphyllum* aufgefunden hat. Jede Carpogonzelle enthält einen 1—2 μ dicken, stark färbbaren Kern; der Kern der Trichogynenzelle ist gewöhnlich etwas grösser. Aus den Carpogonen entwickeln sich sehr selten Früchte, denn, wie schon erwähnt, findet man an der fraglichen Form nur hier und da vereinzelt, und zwar gewöhnlich abnorm grosse Apothecien. BAUR konnte nun weiter verfolgen, dass jene Carpogone bald wieder vegetativ werden: sie bilden mit benachbarten Hyphen Anastomosen, die charakteristische Form der Ascogone verschwindet schliesslich vollkommen. An den Spitzen der vegetativ werdenden Carpogone, an den Trichogynenzellen, beobachtete BAUR niemals anhaftende Spermastien.

Bei der zweiten, apothecienreichen Form dagegen fanden sich umgekehrt Carpogone nur ganz vereinzelt, dafür viele junge Apothecienanlagen. BAUR gewann den Eindruck, als sei hier fast aus jedem Carpogon ein Apothecium entstanden. Zurückgebildete Carpogone sah er äusserst selten.

In Bezug auf diese Beobachtungen ist nun die Thatsache sehr bemerkenswerth, dass die carpogonreiche, apothecienlose Form von *C. crispum* spermogonienlos ist, die apothecienreiche Form dagegen stets auch Spermogonien besitzt. — Naturgemäss liegt hier die Vermuthung nahe, es stehe die Weiterentwicklung der Carpogone zu Apothecien mit dem Vorhandensein von Spermogonien im Zusammenhange.

Nun geht wohl die Entwicklung der Apothecien bei *C. crispum* wie auch bei fast allen daraufhin beobachteten Flechten im Allgemeinen sehr langsam vor sich — die Periode von der Ausbildung der Carpogone an bis zum Auftreten der ersten Asci beansprucht nach BAUR eine Dauer von $\frac{1}{2}$ —1 Jahr, im Besonderen aber spielt sich gerade die Entwicklungsperiode der Carpogone, in welcher allein ein etwaiger Sexualact stattfinden kann, leider sehr rasch ab. Die Wahrscheinlichkeit, Carpogone gerade in diesem entscheidenden Stadium zu beobachten, ist somit äusserst gering.

BAUR gelang es nun zwar nicht ein einziges Mal, solche Entwicklungszustände aufzufinden, doch stiess er in 4 Fällen auf ganz junge Anlagen, bei denen das ganze Carpogon, also auch das ganze Trichogyn bis zur Endzelle verfolgt werden konnte. BAUR

vermuthet, dass in den fraglichen 4 Fällen der Sexualact sich ganz kurze Zeit vorher abgespielt hatte.

Je ein Spermatorium haftete an der Trichogynenzelle. Diese Spermatorien waren leer, während sie ja sonst ausser einem stark färbaren Protoplasma auch einen Kern enthalten. Allein eben so wenig wie STAHL u. a. konnte BAUR eine Communication zwischen den beiden Zelllumina nachweisen. Es ist dies nicht allein auf die Kleinheit der Spermatorien, sondern wohl noch mehr auf die stets eintretende Verquellung der Zellwände an der Berührungsstelle zwischen Spermatorium und Trichogyn zurückzuführen.

An denjenigen Trichogynen, an welchen inhaltslose Spermatorien haften, collabiren nach einiger Zeit die Zellen der Reihe nach, die Kerne verschwinden, die Querwände quellen dick auf und sind durchbrochen. BAUR neigt der Annahme zu, dass der aus dem Spermatorium verschwundene Kern vielleicht durch diese Durchbohrungen nach dem Ascogon zu gewandert sei. — Die Ascogone entwickeln sich in der Weise weiter, dass zunächst die Ascogonzellen durch intercalare Theilungen eine beträchtliche Vermehrung erfahren. In jeder Zelle befindet sich ein Kern. Die Ascogonzellen treiben schliesslich zahlreiche Sprossungen, welche das ascogene Hyphen-gewebe darstellen.

In einigen Fällen gelang es BAUR, zu beobachten, dass sich aus den 2 oder 3 unmittelbar an die Traghyphe angrenzenden Ascogonzellen nicht ascogene Hyphen, sondern Paraphysen entwickelten. In solchen Fällen fand BAUR die Querwände nicht durchbohrt. Das sind Erscheinungen, welche für die Gestaltung der Sexualitätsfrage nach meinem Dafürhalten von erheblicher Bedeutung sind.

Endlich ist noch die Thatsache hervorzuheben, dass die Entwicklung der Asci nicht etwa bloss von einer einzigen, sondern von zahlreichen Ascogonzellen ausgeht. Will man nun annehmen, dass die Weiterentwicklung der Ascogonzellen von einem Sexualact abhängig sei, so müsste sich in jeder dieser Zellen ein befruchteter Kern befinden.

Bezüglich der Deutung der vorgetragenen Beobachtungen vertritt BAUR die Ansicht, dass sich die bei *Collema* beobachteten Erscheinungen noch am ungezwungensten mit gewissen, von OLTMANN¹⁾ bei manchen Florideen aufgefundenen Vorgängen in Uebereinstimmung bringen lassen. Die erste Ascogonzelle würde hiernach als Eizelle anzusprechen sein, mit deren Kern sich der Spermakern vereint. Alle übrigen, weiter zurückliegenden Ascogonzellen hätte man als Auxiliarzellen aufzufassen. Der befruchtete Eikern theilt sich, und je ein Tochterkern wandert in je eine Auxiliarzelle.

1) OLTMANN, Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. Bot. Ztg. 1898, Heft VI—VIII.

Vorausgesetzt, dass die mitgetheilten BAUR'schen Beobachtungen an *Collema crispum* den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, wird man an einem Sexualact bei dieser Flechte kaum zweifeln können. Ohne Ausnahme tritt die Weiterentwicklung der Ascogone erst ein, nachdem, von aussen nach innen fortschreitend, die Querwände der Trichogyn- und Ascogonzellen durchbohrt werden und verquellen. An der Trichogynendzelle solcher Carpogone findet sich stets ein untrennbar anhaftendes Spermatium, aus welchem der Inhalt verschwunden ist. Alle diese Erscheinungen fehlen stets an den zahlreichen Carpogonen, welche sich nicht weiter entwickeln.

So drängt sich denn der Schluss auf, dass die Weiterentwicklung der Carpogone durch die Copulation eines Spermatiums mit der Trichogynendzelle eingeleitet wird.

Eine weitere Stütze erhält die Sexualitätshypothese durch die Untersuchungen HARPER's¹⁾ an Ascomyceten, die allerdings ebenfalls noch der weiteren Bestätigung bedürfen, denn sie sind bekanntlich nicht ohne Widerspruch geblieben²⁾. In letzterer Beziehung sei in erster Linie auf die Stellungnahme DANGEARD's³⁾ verwiesen.

Die bekannten Untersuchungen MÖLLER's, nach welchen Spermarien in Nährlösungen zu vegetativer Weiterentwicklung zu bringen sind, können nicht mehr als Widerlegung der Sexualitätshypothese gelten, seitdem wir wissen, dass die Gameten mancher Algen (z. B. von *Ectocarpus*) ein ganz analoges Verhalten zeigen.

Der Auffassung VAN TIEGHEM's, nach welcher das Trichogyn als Respirationsapparat functionirt, hat sich meines Wissens ausser ZUKAL bis jetzt Niemand angeschlossen. Ferner hat LINDAU⁴⁾, welcher sich der Sexualitätshypothese gegenüber auch ablehnend verhält, mit der Meinung keinen Anklang gefunden, das Trichogyn diene lediglich mechanischen Zwecken. Es vermittele den Durchbruch der nachwachsenden jungen Anlage, es bohre ihm gewissermassen den Weg vor. LINDAU bezeichnet es dem entsprechend als „Terebrator“. Von einer solchen Function konnten spätere Forscher wie BAUR und WAHLBERG nichts beobachten.

In seiner letzten Publication über die Anlage von Flechtenfrüchten fand BAUR⁵⁾ für *Parmelia Acetabulum*, *Anaptychia ciliaris*,

1) ROB. A. HARPER, Die Entwicklung des Peritheciums bei *Sphaerotheca Castagnei*. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. XIII (1895), S. 475.

2) ROB. A. HARPER, Ueber das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwicklung einiger Ascomyceten. PRINGSH. Jahrb. für wissenschaftl. Bot., Bd. 29 (1896), S. 655 ff.

3) DANGEARD, Seconde mémoire sur la production sexuelle des Ascomycètes. Le Botaniste 1897, S. 245 ff.

4) G. LINDAU, Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Gyrophora*. In „Botanische Untersuchungen“, Berlin 1899, S. 24 und 25.

5) E. BAUR, Die Anlage und Entwicklung einiger Flechtenapothecien. Flora. Bd. 88 (1901), S. 319 ff.

Pertusaria communis und *Pyrenula nitida* dieselbe Sachlage, wie bei *Collema*. In Bezug auf *Pertusaria* war bekanntlich KRABBE früher zu einem negativen Resultat gekommen, ebenso bei *Gyrophora*, während es BAUR und schon vorher LINDAU¹⁾ gelang, die Anlage der Apothecien auch hier auf vollständig entwickelte normale Carpogone zurückzuführen. Es beweist uns dies wieder einmal, wie vorsichtig man negativen Ergebnissen gegenüber sein muss.

Nach BAUR entwickelt *Parmelia Acetabulum* Carpogone das ganze Jahr hindurch, im Frühjahr und Herbst am meisten. Anders verhält es sich anscheinend mit *Pyrenula nitida*, wo solche bis jetzt nur während der Monate Februar bis April beobachtet wurden.

Bei *Parmelia Acetabulum* werden sehr viel mehr Carpogone angetroffen, als sich später Apothecien finden; es ist leicht, später zwischen den Apothecien Gruppen von zurückgebildeten Carpogonen — „verblühte“ Carpogone, wie sie BAUR nennt — aufzufinden. Im Gegensatz hierzu konnte BAUR nie solche verblühte Carpogone bei *Pyrenula* nachweisen, hier scheinen demnach so ziemlich alle jungen Anlagen zur Weiterentwicklung zu gelangen.

Von besonderer Bedeutung sind nach meinem Dafürhalten die von BAUR für *Parmelia Acetabulum* festgestellten Thatsachen. Die in Rede stehende Flechte entwickelt sehr zahlreiche Spermogonien, deren Mündungen sich allenthalben zwischen den ebenfalls sehr zahlreichen Trichogynspitzen verstreut finden, trotzdem kommen relativ nur wenige Carpogone zur Weiterentwicklung. „Danach muss also entweder Kreuzbefruchtung nöthig sein,“ so sagt BAUR wörtlich, „oder aber die Spermation haben mit der Weiterentwicklung der Carpogone nichts zu thun. Dass nur diese beiden Möglichkeiten vorhanden sind, will ich nicht ableugnen.“

Ich meine, eine dritte Möglichkeit kommt hier mindestens ebenso sehr in Betracht, wie die beiden von BAUR angeführten. Es wäre doch denkbar, dass von den zahlreichen Carpogonen einerseits immer nur einzelne sich bis zu völliger Geschlechtsreife entwickeln, andererseits bei den übrigen — oder bei einer gewissen Anzahl derselben — die Degeneration noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass sie im Stande sind, auf rein vegetativem Wege zu Früchten sich weiter zu entwickeln. Analoge Erscheinungen habe ich für die Gattung *Peltigera* und *Nephromium* bereits vor fast 2 Jahrzehnten nachgewiesen. Bei den beiden genannten Gattungen kommen Trichogyne als Empfängnissorgane überhaupt nicht mehr zur Ausbildung, ferner so gut wie keine Spermogonien, sondern nur noch Ascogone, welche dafür die Fähigkeit erlangt haben, sich auf rein vegetativem Wege weiter zu entwickeln. Im Hinblick auf diese

1) G. LINDAU, l. c., S. 20 ff.

Verhältnisse lässt sich die Sachlage bei *Parmelia Acetabulum* doch recht ungezwungen deuten.

Ein sehr interessanter Vorgang ist noch in Bezug auf *Pertusaria communis* zu erwähnen. Schon KRABBE¹⁾ hatte beobachtet, dass die Früchte der genannten Flechte im Stande sind, seitliche secundäre Aussprossungen zu bilden. Die ascogenen Hyphen wachsen von den Mutterapothecien weg, vorwiegend in gerader Richtung, von Zeit zu Zeit neue Apothecien entwickelnd. BAUR konnte diese Beobachtungen KRABBE's bestätigen. Letzterer Forscher ist der Meinung, dass bei *Pertusaria* die Zahl der auf diese Weise, also durch secundäre Sprossung entstandenen Früchte grösser sei, als die Zahl der aus Carpogonen direct entwickelten. Solche ascogenen Hyphenstränge könnten Strecken bis zu 2 mm durchwandern, meint BAUR.

Nach meinen Beobachtungen beschränken sich solche secundäre Sprossungen durchaus nicht etwa nur auf *Pertusaria communis*, sondern sie kommen sogar sehr häufig vor. Ferner ist eine Länge von 2 mm kein maximaler Werth, sondern vielmehr ein recht minimaler. Ascogene Hyphenstränge, an denen solche secundäre Früchte entstehen, von Centimeterlänge sind eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Makroskopisch kennzeichnet sich der Vorgang durch die auffallend lineare Anordnung der Früchte. Mitunter kommt es vor, dass durch besondere Wachstumsweise des Thallus jene Stränge sehr regelmässig von der ursprünglichen Wachstumsrichtung abgelenkt werden. Bei *Rhizocarpon concentricum* z. B. bilden dadurch die fraglichen Stränge mehr oder minder regelmässige Kreise, dem entsprechend sind auch die Apothecien angeordnet.

Kurz recapitulirt liegen die Dinge bezüglich der Sexualitätshypothese folgendermassen: Bei *Collema*, vielleicht auch bei *Parmelia*, *Physcia*, *Anaptychia*, *Pertusaria*, *Gyrophora*, *Pyrenula* und auch noch einigen anderen Flechtengattungen ist es durch die bisherigen Untersuchungen sehr wahrscheinlich geworden, dass der Entwicklung der Frucht ein Sexualact vorausgeht. Unzweifelhaft beobachtet hat aber diesen Sexualact noch Niemand.

Es ist nun meines Erachtens eine dringende und auch dankbare Aufgabe der Flechtenforschung, nach dieser Richtung zunächst weiter zu arbeiten. Am meisten Aussicht für die Lösung bietet nach meinen Erfahrungen die Untersuchung von Arten aus der Gattung *Collema*. Von dieser Gattung haben wir allein in Deutschland an 20 leicht zugängliche Arten, von denen bis jetzt erst einige wenige das Untersuchungsmaterial geliefert haben, darunter zudem noch solche, welche nach meiner Kenntniss der Dinge dazu nicht sehr geeignet waren

1) G. KRABBE, Entwicklung, Sprossung und Theilung einiger Flechtenapothecien. Bot. Ztg. 1882.

Dahin rechne ich z. B. das von BAUR untersuchte *Collema crispum*, vorausgesetzt, dass darunter die RABENHORST'sche Species, die richtiger als *Collema cheileum* Ach. bezeichnet wird, zu verstehen ist. Ein Autorname ist leider in der betreffenden Publication nicht angegeben, so dass sich nicht sicher entscheiden lässt, ob *Collema crispum* Rbh. oder *Collema crispum* Ach. untersucht worden ist. Die Einsammlung und Präparirung des Untersuchungsmaterials wird mit der grössten Sorgfalt und Umsicht vorzunehmen sein, wenn die Sexualitätsfrage endlich gelöst werden soll. — Wenn ein Geschlechtsact stattfindet, so steht fest, dass sich derselbe in allen bis jetzt untersuchten Fällen überaus rasch abspielen muss. Man wird also das Material in möglichst kurzen Zeitintervallen von den gleichen Standorten zu verschiedenen Zeiten einsammeln und sogleich fixiren müssen. Ich habe die Empfindung, als sei darauf von den Forschern bisher zu wenig Werth gelegt worden, wenigstens begegnet man bis auf die jüngsten Publicationen keinen näheren Angaben in dieser Beziehung.

Im Anschluss an die Sexualitätsfrage sei einer erst in den jüngsten Tagen erschienenen Publication WAHLBERG's¹⁾ gedacht, welche sich mit der Apothecienentwicklung bei einigen Arten der Gattungen *Anaptychia* und *Physcia* beschäftigt, und zwar speciell mit dem Verlauf der Paraphysenentwicklung.

Bekanntlich stellte zuerst SCHWENDENER den Satz auf, dass die Paraphysen producirenden und schlauchbildenden Fasersysteme von allem Anfang an getrennt seien. Dieser Satz konnte für zahlreiche Fälle in der Folge von STAHL, KRABBE, von mir, von LINDAU, DARBISHIRE, BAUR u. A. bestätigt werden. Allerdings konnte BAUR²⁾ in einigen wenigen Fällen bei *Collema crispum* beobachten, dass einzelne Ascogonzellen nicht zu ascogenen Hyphen, sondern zu Paraphysen auswachsen; in solchen Fällen fand BAUR im Gegensatz zu den übrigen Ascogonzellen, wie schon erwähnt, deren Querwände nicht perforirt. Im letzteren Falle würden also die Schlauchfasern und die Paraphysen bildenden Fasern nicht schon von vornherein getrennte Fasersysteme darstellen. — WAHLBERG meint nun beobachtet zu haben, dass auch bei *Anaptychia ciliaris*, *Anaptychia leucomelaena*, *Physcia pulverulenta* und noch einigen anderen Arten die ascogenen Hyphen und die Paraphysen zweifellos mit einander in directem Zusammenhange stehen. Für *Anaptychia*

1) ARTH. WAHLBERG, Ueber die Apothecienentwicklung bei einigen Flechten der Gattungen *Anaptychia* und *Physcia*. Öfversigt af Finska Vet.-Soc. Förhandlingar, Bd. XLIV (1901).

2) ERWIN BAUR, Zur Frage nach der Sexualität der Collemaecen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. XVI (1898), S. 366.

affinis gelangen aber LINDAU¹⁾ und BAUR²⁾, für *Physcia pulverulenta* (Schreb.) Nyl. DARBISHIRE³⁾ zu dem entgegengesetzten Ergebniss. Die Entscheidung darüber, wessen Beobachtungen zutreffend sind, kann nur durch erneute Untersuchungen herbeigeführt werden.

Endlich ist unter den Arbeiten, welche sich mit den reproductiven Erscheinungen der Flechten befassen, noch eine Untersuchung der Flechten-Spermogonien von GLÜCK⁴⁾ zu erwähnen, in welcher das Vorkommen, die Entwicklungsgeschichte, der Aufbau der Spermogonien einer sehr eingehenden und sorgfältigen Untersuchung unterzogen werden. GLÜCK fand den die Spermastien erzeugenden Hyphenapparat viel complicirter gebaut, als man bisher angenommen hat. Er unterscheidet danach im Ganzen nicht weniger als 8 Typen. — Bemerkenswerth ist ferner die Feststellung GLÜCK's, dass die Lagerung der Spermogonien am Thallus stets vom Licht abhängig ist. An Thallustheilen, die nur theilweise belichtet werden können, finden sich stets nur an den belichteten Stellen Spermogonien. — STEINER⁵⁾ adoptirt in einer späteren Untersuchung die GLÜCK'schen Typen, unterzieht sie einer weiteren Gruppierung und erörtert den systematischen Werth der Spermastien. Die bisher als Sterigmen bezeichneten Stützhyphen nennt er Fulcra, die Spermastien bildenden Zellen Basidien und die nicht immer vorhandenen dünnen Fortsätze derselben, an welchen die Spermastien sitzen, Sterigmen.

Ich wende mich nunmehr den Untersuchungen zu, welche sich auf den Thallus der Flechten beziehen. Hier haben wir aus den letzten Jahren nicht weniger als vier eingehende Arbeiten von BITTER zu verzeichnen, welche eine solche Fülle neuer Thatsachen zu Tage gefördert haben, dass ich mich darauf beschränken muss, die Aufmerksamkeit auf die wichtigsten hinzulenken.

In seiner Untersuchung über das Verhalten der Krustenflechten beim Zusammentreffen ihrer Ränder liefert BITTER⁶⁾ zunächst wichtige Beiträge zur Kenntniss des biologischen Verhaltens

1) G. LINDAU, Ueber die Anlage und Entwicklung einiger Flechtenapothecien. Flora 1888, S. 456.

2) ERWIN BAUR, Die Anlage und Entwicklung einiger Flechtenapothecien. Flora 1901, S. 322.

3) O. V. DARBISHIRE, Ueber die Apothecienentwicklung der Flechte *Physcia pulverulenta* (Schreb.) Nyl. PRINGSH.'s Jahrb. für wissenschaftliche Botanik, 1899, S. 337.

4) HUGO GLÜCK, Entwurf zu einer vergleichenden Morphologie der Flechtenspermogonien. Heidelberg 1899.

5) J. STEINER, Ueber die Funktion und den systematischen Werth der Pycnocidien der Flechten, Wien 1901.

6) GEORG BITTER, Ueber das Verhalten der Krustenflechten bei Zusammentreffen ihrer Ränder. PRINGSH.'s Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. 33 (1899), S. 47 ff.

der Krustenflechten zu einander, also einer Abtheilung von Flechten, über die bisher nur wenige Untersuchungen vorlagen. Im Besonderen legt BITTER das Verhalten von Individuen sowohl derselben als auch verschiedener Arten beim Zusammentreffen ihrer Thallusränder dar, er untersucht eingehend die in solchen Fällen entstehenden Zonen und Abgrenzungssäume, auch namentlich in Bezug auf die Ursachen, welche dem Zustandekommen jener schon makroskopisch so auffallenden Erscheinungen zu Grunde liegen. An *Pertusaria coronata* beobachtete BITTER die bemerkenswerthe Thatsache, dass bei dem Zusammentreffen von 2 Individuen mit ihren Rändern das Wachsthum beider sistirt wird. Für *Pyrenula nitida* bestätigt er die Angabe TULASNE's, nach welcher die Spermogonien fast nur an den dunklen Abgrenzungssäumen zwischen den einzelnen Individuen, also an den Thallusgrenzen entlang aufgereiht vorkommen. Weiter wird gezeigt, dass *Pyrenula nitidella* nichts anderes ist als eine kleinfrüchtige *Pyrenula nitida*, deren Entwicklung in directer Beziehung steht zu der Ausbildung des als Substrat dienenden Periderms. Nur an Stämmen mit stets dünn bleibender Peridermzone, nämlich an *Corylus*, *Carpinus*, *Sorbus* und *Fraxinus* tritt *Pyrenula* in der fraglichen Form auf.

Ferner untersucht BITTER eingehend die Vorgänge, welche sich abspielen, wenn Krustenflechten ihre specifisch verschiedenen Nachbarn überwuchern. Sehr häufig wird z. B. *Lecanora subfusca* durch *Variolaria globulifera* überwuchert und getödtet. Die abgestorbenen Theile der unterliegenden Flechte bräunen sich und bilden so eine fast undurchsichtige Masse. Schliesslich ist bereits nicht weit vom Thallusrande nichts mehr von den todtten *Lecanora*-Resten im *Variolaria*-Thallus zu bemerken. BITTER meint, dass mindestens ein Theil durch Auflösung seitens der *Variolaria* zum Verschwinden gebracht sein muss. Diese von BITTER aufgeworfene Frage beansprucht zweifellos ganz besondere Beachtung, denn die Beantwortung derselben dürfte eventuell geeignet sein, unsere Kenntniss von der Einwirkung der Flechtenhyphen auf ihr Substrat erheblich zu erweitern und zu modificiren. Hier wäre dringend erwünscht eine eingehendere Untersuchung zunächst der von BITTER nicht erörterten Frage, auf welche Weise eigentlich der Tod der befallenen Flechte herbeigeführt wird. Werden die Hyphen vielleicht schon im lebenden Zustande von der angreifenden Flechte perforirt bezw. mehr oder minder gelöst? Wenn nicht, aus welchen speciellen Ursachen gehen die Hyphen der angegriffenen Flechte zu Grunde?

Eine Reihe von Variolarien überwuchern übrigens nicht nur Krusten-, sondern auch Laubflechten, ja sogar Moose, deren Stoffe sie dann für ihre Ernährung verwenden.

Nach den Untersuchungen MALME's¹⁾ scheint *Lecanora atriseda*, wenigstens in der Jugend, derart auf *Rhizocarpon geographicum* angewiesen zu sein, dass sie ohne diesen Wirth gar nicht mehr zu existiren vermag. MALME hat bekanntlich dieses Verhältniss als antagonistische Symbiose bezeichnet. BITTER²⁾ konnte die Richtigkeit der MALME'schen Beobachtungen in vollem Umfange bestätigen und spricht die Vermuthung aus, dass wohl noch mehr Flechten mit analogen Eigenthümlichkeiten existiren dürften. Was MINKS über diese Flechtengruppe in seiner „Protrophie“ sagt, ist so seltsam, dass ich auf eine Besprechung seiner Anschauungen glaube verzichten zu sollen.

In der in Rede stehenden Untersuchung behandelt BITTER des Weiteren die saprophytische Ausnutzung von Flechtenresten durch andere Lichenen. So erlangt die sehr verbreitete *Candelaria vitellina* gelegentlich einen nicht unbeträchtlichen Theil ihrer Nahrung auf saprophytischem Wege. Dasselbe gilt von *Lecanora polytropa*, welche sich auf *Zeora sordida* erst ansiedelt, nachdem diese von *Lecidea intumescens* getödtet worden ist.

Auch der Verdrängung von Flechten durch ihre hypophloeodischen Nachbarn widmet BITTER seine Aufmerksamkeit. So wird beispielsweise ganz gewöhnlich *Lecanora subfusca* durch *Pyrenula nitida* mittelst hypophloeodischer Untergrabung von ihrem Platze verdrängt. — Endlich ist noch zu erwähnen, dass BITTER *Karschia scabrosa* und *Lecidea intumescens*, welche man bisher für parasitische Flechten hielt, auf Grund seiner Untersuchungen für parasitische Pilze erklärt.

Neue Fälle von Parasymbiose im Sinne von ZOPF theilt ELENKIN³⁾ mit. Der genannte Autor verwirft bei dieser Gelegenheit die Begriffe „Consortium“ (REINKE) und „mutualistische Symbiose“ (DE BARY), er meint, sie seien noch nicht streng wissenschaftlich erwiesen und schlägt vor, jene Erscheinungen als „Saprophyto-Parasitismus“ oder „Endosaprophytismus“ zu bezeichnen.

In einer kurze Zeit darauf erschienenen Untersuchung behandelt BITTER⁴⁾ die maschenförmigen Durchbrechungen der unteren Gewebe-

1) GUST. O. A. MALME, Lichenologiska notiser. I. Ett Exempel på antagonistisk symbios mellan tvenne lafarter. Botaniska Notiser 1892, p. 125 ff. — Ders., Ein Fall von antagonistischer Symbiose zweier Flechtenarten. Botanisches Centralblatt, Bd. LXIV (1895), S. 46 ff. — Ders., Några drags af lafvarnas inbördes kamp för tillvaron. Botan. Notiser 1901, S. 163—197.

2) GEORG BITTER, l. c., S. 82 ff.

3) ELENKIN, A., Les Lichens facultatifs; Nachr. des Botan. Gartens zu St. Petersburg, 1901, No. 4.

4) GEORG BITTER, Ueber maschenförmige Durchbrechungen der unteren Gewebeschicht oder des gesammten Thallus bei verschiedenen Laub- und Strauchflechten; „Botanische Untersuchungen“, Berlin 1899, S. 120 ff.

schicht oder des gesammten Thallus bei Laub- und Strauchflechten in erster Linie bei *Umbilicaria pustulata*. Hier werden die unterseitigen Maschen durch Zerreibungen hervorgerufen, welcher Process schon während des Lebens der Individuen beginnt. BITTER neigt der Annahme zu, dass diese Zerreibungen in Folge des stärkeren intercalaren Wachstums der oberen Thallusschichten zu Stande kommen, welchem die unteren Gewebepartien nicht zu folgen vermögen.

Die bekannten corallin verzweigten Auswüchse auf der Oberseite des *Umbilicaria*-Thallus sind nach BITTER höchst wahrscheinlich ein sehr wirksames, den Soredien analoges Fortpflanzungsmittel der Flechte. Jene Auswüchse entstehen nicht in Folge von Verwundungen, jedenfalls nicht immer, wie MASSART kurz vorher behauptet hatte. Die später im Thallus vorhandenen Löcher, um welche die Sprossungen allerdings regelmässig gruppirt sind, sind vielmehr secundärer Natur. BITTER fand nämlich die Auswüchse auch an völlig unversehrten Stellen.

Des Weiteren behandelt BITTER die Entwicklungsgeschichte des bekannten, in den lichenologischen Werken gewöhnlich als Nerven oder Venen bezeichneten Netzsystem auf der Thallusunterseite der Peltigeraceen, der sogen. Nerven im Thallus der nordamerikanischen Wasserflechte *Hydrothyria venosa*, der Netzbildung der *Ramalina reticulata* und bei zwei Cladonien. Bezüglich der letzteren gelang es BITTER nicht, die Ursachen der Netzbildung genügend aufzuklären, weil nur todttes Material untersucht werden konnte.

In einer weiteren, bereits oben angeführten Untersuchung LINDAU's wird nicht allein die Entwicklung der Früchte bei *Gyrophora cylindrica*, sondern auch der Bau und das Wachsthum des Thallus der Gattung *Gyrophora* sehr eingehend verfolgt¹⁾. LINDAU macht den sehr zweckmässigen Vorschlag, „alle diejenigen Gewebe, welche aus Fäden (Hyphen) zusammengesetzt sind, als Plactenchym zu bezeichnen“. Mit diesem Ausdruck lassen sich leicht den speciellen Charakter bezeichnende Epitheta verbinden, wie Para-, Prosoplactenchym. Der Terminus „Pseudoparenchym“ wird dadurch entbehrlich. Spätere Forscher haben denn auch bereits die fragliche Bezeichnungsweise angenommen. In der in Rede stehenden Untersuchung richtet LINDAU des Weiteren sein Augenmerk besonders auf das Wachsthum des Thallus. Der Autor legt u. a. die Entwicklungsgeschichte der bei einigen Arten vorkommenden eigenthümlichen Erscheinung der Polyphyllie und des nicht minder interessanten Randwachstums des Thallus klar.

Endlich erschienen 1901 fast gleichzeitig 2 Arbeiten von BITTER

1) G. LINDAU, Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Gyrophora*; „Botan. Untersuchungen“, Berlin 1899, S. 28 ff.

deren eine die Variabilität¹⁾ der Laubflechten, die andere die Morphologie und Systematik der Gattung *Parmelia*²⁾ zum Gegenstand hat. Es werden sehr eingehend und mit grosser Umsicht untersucht: das Verhalten einer stattlichen Zahl von Laubflechten unter dem Einfluss der verschiedenen Orientirung des Substrats zum Horizont, die Bedingungen des Ueberganges vom vegetativen Wachsthum zur Soralbildung, das Wechselverhältniss zwischen Apothecium- und Soredienerzeugung je nach den äusseren Bedingungen, die Wirkung äusserer Factoren auf Form und Wachsthum der Sorale, die Beziehungen zwischen Beleuchtungsintensität und der Thallusfärbung der Hypogymnien in den Alpen, die Verschiedenheiten von Individuen derselben Art unter gleichen äusseren Bedingungen

Bezüglich der Gattung *Parmelia*, Untergattung *Hypogymnia* führt BITTER eine schärfere Trennung der bisher nicht genügend untersuchten Formen durch. Die mit solidem Mark ausgestatteten Arten werden als *Solidae*, die mit Markhöhle als *Tubulosae* zusammengefasst. Besonderes Interesse beansprucht die von BITTER sehr gründlich erörterte Frage, ob eine morphologische Beziehung zwischen Apothecium und Soral besteht. BITTER gelangt in Bezug auf das Subgenus *Hypogymnia* zu einer Verneinung. Ja, auch die Beweismittel, welche DARBISHIRE dafür anführt, dass die Sorale von *Vario-laria* und *Ochrolechia* als metamorphosirte Apothecien anzusprechen seien, scheinen ihm nicht genügend stichhaltig. — Nach meinem Dafürhalten wird eine endgültige Entscheidung erst auf Grund weiterer Untersuchungen über diesen Gegenstand möglich sein,

Es würde mich viel zu weit führen, wollte ich noch auf die übrigen überaus zahlreichen Einzelergebnisse der BITTER'schen Untersuchungen, so werthvoll sie auch sind, noch näher eingehen. Dringend wäre zu wünschen, dass recht fleissig in der von BITTER eingeschlagenen Richtung weiter gearbeitet würde, denn nur durch derartige, geradezu mustergiltige Untersuchungen kann eine wesentliche Förderung der Flechtenforschung erzielt werden.

Nach meinen Erfahrungen ist BITTER durchaus beizupflichten, wenn er einen weitgehenden Einfluss des Substrats auf den anatomischen und morphologischen Aufbau des Flechtenthallus annimmt. Das dankbarste Untersuchungsmaterial dafür bieten zweifellos die Krustenflechten, die bis jetzt in dieser Beziehung sehr stiefmütterlich behandelt worden sind. Viele Fragen werden sich freilich nicht durch blosse mikroskopische Untersuchung, sondern in

1) GEORG BITTER, Ueber die Variabilität einiger Laubflechten und über den Einfluss äusserer Bedingungen auf ihr Wachsthum; PRINGSH.'s Jahrb. für wissenschaftl. Bot., Bd. XXXVI (1901), S. 421 ff.

2) GEORG BITTER, Zur Morphologie und Systematik von *Parmelia*, Untergattung *Hypogymnia*; Hedwigia, Bd. XL (1901), S. 171 ff.

letzter Instanz durch die Cultur beantworten lassen. Ich beschränke mich zum Beweise dessen auf ein einziges Beispiel.

Jüngst hat STEINER eine neue *Sarcogyne*-Art auf Dachziegeln, also auf einer Silikatunterlage als *S. latericola* beschrieben. Die reproductive Sphäre dieser Flechte stimmt mit der auf Kalk vegetirenden *S. simplex* überein, der Thallus dagegen nicht, er ist vor Allem ziemlich dürrig entwickelt, während *S. simplex* einen Thallus von beträchtlicher Mächtigkeit besitzt. Die Möglichkeit ist nun nicht ausgeschlossen, dass die vermeintliche *S. latericola* nichts anderes ist, als *S. simplex*, welche auf der Silikatunterlage eben einen dürrigen, anders gestalteten Thallus entwickelt. Hier kann nach meiner Meinung nur die Cultur der *S. latericola* auf Kalk ein entscheidendes, einwandfreies Ergebniss liefern.

Es wird also in erster Linie das Bestreben darauf gerichtet werden müssen, die Culturmethoden zu vervollkommen, für welche Forderung auch BITTER in seinen Publicationen eintritt.

Allein nicht nur auf den anatomischen und morphologischen Aufbau des Flechtenthallus, sondern auch auf dessen Chemismus ist die Unterlage von grossem Einfluss. Ich habe dies an auf Kalk vegetirenden Krustenflechten in, wie ich meine, überzeugender Weise nachgewiesen.

Bei dieser Gelegenheit sei wieder einmal darauf hingewiesen, dass noch immer die Frage nach den Lösungsmitteln, welche es den Hyphen ermöglichen, so tief in das Gestein einzudringen, der Beantwortung harret.

Eine der bis jetzt bekannten Flechtensäuren oder ein ähnlicher Körper kann es nicht sein, denn sie sind alle durch ihre Unlöslichkeit in den hier in Betracht kommenden Lösungsmitteln ausgezeichnet. Man könnte daran denken, dass vielleicht die durch die Athmung der Hyphen abgeschiedene Kohlensäure die Zersetzung des Gesteins bewirkt. Allein dann ist nicht verständlich, warum z. B. die eine *Verrucaria*-Art während ihrer ganzen Lebensdauer kaum millimeter-tief, eine andere Art in dasselbe Gestein in unmittelbarer Nachbarschaft unter sonst gleichen Bedingungen 20, 30 und mehr Millimeter tief eindringt.

Bekanntlich sind bereits über 80 Flechtensäuren isolirt worden und zwar in der Hauptsache durch ZOPF¹⁾ und HESSE²⁾, welche schon seit vielen Jahren diesen Forschungszweig fast allein cultiviren. Oft genug aber stimmen die Forschungsergebnisse beider nicht mit

1) WILHELM ZOPF, Zur Kenntniss der Flechtenstoffe; letzte (9.) Mittheilung in „LIEBIG'S Annalen“ Bd. 321 (1901), S. 37 ff.

2) O. HESSE, Beitrag zur Kenntniss der Flechten und ihrer charakteristischen Bestandtheile; letzte Mittheilung im „Journal für praktische Chemie“, neue Folge, Bd. 65 (1902), S. 537.

einander überein: der eine fand in einer bestimmten Species eine bestimmte Säure, der andere in der gleichen Flechte davon keine Spur oder gar eine ganz andere Säure. Im Hinblick auf meine Erfahrungen, die ich an Kalkflechten gemacht habe, bin ich nun der Meinung, dass jenen widerspruchsvollen Ergebnissen durchaus nicht immer Irrthümer zu Grunde liegen brauchen. Es ist vielmehr sehr wahrscheinlich, dass auf die Abscheidung von Flechtensäuren die chemische Beschaffenheit des Substrats von grossem Einfluss ist. Diese Möglichkeit wurde bisher bei den Untersuchungen nach meinem Dafürhalten zu wenig in Betracht gezogen.

Wir kennen jetzt ohne Zweifel eine genügend grosse Zahl von Flechtensäuren, um an die Untersuchung der Frage herantreten zu können, welche speciellen Bedingungen auf die Production von Flechtensäuren von Einfluss sind. Wir wissen darüber bis jetzt so gut wie nichts. Mit blossen Betrachtungen und Speculationen kommt man hier nicht weiter, sondern nur durch exacte Untersuchungen, sei es auf mikroskopisch-chemischem oder experimentellem Wege. Zu welchen verfehlten Ergebnissen lediglich Betrachtungen und Speculationen führen, hat bekanntlich ZUKAL in Bezug auf die biologische Bedeutung der Flechtensäuren erfahren müssen.

Was speciell die Fettabscheidungen der Kalkflechten anbelangt, so wurden dieselben von mir einer erneuten Untersuchung unterzogen, um weitere Beweise dafür beizubringen, dass das abgeschiedene Fett nicht als Reservestoff, sondern als Excret betrachtet werden muss¹⁾. Ich cultivirte zwei rasch wachsende Fettlichenen (*Verrucaria calciseda* DC. und *Opegrepha saxicola* Ach.) unter Ausschluss von Licht und konnte nach Verlauf von 4 Monaten feststellen, dass trotz verhältnissmässig beträchtlichen Wachstums der Hyphen einerseits, der Unterdrückung der Assimilationsthätigkeit der Gonidien andererseits sich an den Fettzellen keinerlei Erscheinung zeigte, welche auf eine Inanspruchnahme des Inhaltes als Reservestoff hingewiesen hätte. — Für meine Deutung sprechen ferner die Beobachtungen an *Petractis exanthematica* (Sm.) Körb.²⁾, bei welcher Flechte sich ganze Reihen von Zellen relativ kurzgliederiger Oelhyphen aus dem Verbande lösen, somit als völlig isolirte, aus dem Flechtenkörper ausgeschiedene Zellen als Reservestoffbehälter unmöglich dienen können.

Eine sehr eingehende Untersuchung ARTHUR MEYER'S³⁾ aus der jüngsten Zeit behandelt u. a. auch die Plasmaverbindungen und

1) M. FÜNFSTÜCK, Weitere Untersuchungen über die Fettabscheidungen der Kalkflechten: „Botan. Untersuchungen“, Berlin 1899, S. 341 ff.

2) M. FÜNFSTÜCK, l. c. S. 351 ff.

3) ARTHUR MEYER, Die Plasmaverbindungen und die Fusionen der Pilze der Florideenreihe; Bot. Zeitung, I. Abtheilung, 1902, S. 139.

die Fusionen der Flechtenpilze, welche zuerst von WAHRLICH¹⁾ bei *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. und *Cladonia fimbriata* L. festgestellt worden sind. Bis in die neueste Zeit schien die Möglichkeit nicht ausgeschlossen zu sein, dass in den anscheinenden Plasmaverbindungen „nicht doch eine ganz feine Haut als trennende Schicht vorhanden sei“. Diese Möglichkeit hat besonders KIENITZ-GERLOFF²⁾ betont.

Auf Grund seiner Untersuchungen meint nun ARTHUR MEYER den Satz aufstellen zu dürfen, dass alle lebenden Zellen eines Pilzindividuums ebenso durch Brücken typischen Cytoplasmas verbunden sind, wie die Zellen einer Blütenpflanze³⁾. Die immer verbleibende Plasmaverbindung entsteht nur durch Einschnürung des Cytoplasmas der sich theilenden Zelle durch die sich ringförmig schliessende Wand, die Verbindung kann wie ein beliebig ausgezogener Cytoplasmafaden Zellmembran bilden.

Auch an den Fusionsstellen zwischen den septirten Hyphen entstehen normale Plasmabrücken; der Autor nennt sie Adventiv-Plasmabrücken. Diese Fusionen, welche bekanntlich nicht nur an älteren, sondern schon an jungen Flechtenhyphen häufig auftreten, werden von ARTHUR MEYER sowohl in morphologischer als auch in physiologischer Hinsicht einer sehr eingehenden Erörterung und Untersuchung unterzogen; als Untersuchungsobject diente der Thallus von *Peltigera canina*. Sehr werthvoll ist auch das wohl als lückenlos zu bezeichnende Litteratur-Verzeichniss am Schlusse der Abhandlung in Anbetracht des Umstandes, dass die Litteratur über den fraglichen Gegenstand überaus zerstreut ist.

Zum Schluss sei auf eine Untersuchung ebenfalls aus jüngster Zeit hingewiesen, welche geeignet zu sein scheint, die Gonidienforschung wieder in Fluss zu bringen. Ich meine die Untersuchung ARTARI's⁴⁾ über die Bildung des Chlorophylls durch grüne Algen. Der genannte Forscher zeigte u. a., dass *Chlorococcum infusionum*, d. i. die Alge, welche der *Xanthoria parietina* die Gonidien liefert, unter sehr verschiedenen Nährbedingungen am Lichte wie im Dunkeln grün blieb. Diese Beobachtung wird es vielleicht ermöglichen, eine Erklärung dafür zu finden, wie es kommt, dass tief im Substrat oder unter einem fast schwarzen Thallus der Lichtwirkung entzogene Gonidien dennoch nicht zu Grunde gehen. Es wird eine dankbare Aufgabe sein, solche

1) W. WAHRLICH, Zur Anatomie der Zelle bei Pilzen und Fadenalgen; St. Petersburg 1892.

2) KIENITZ-GERLOFF, Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, Sitzung vom 30. November 1900, S. 397.

3) ARTHUR MEYER, l. c., S. 143.

4) ALEX. ARTARI, Ueber die Bildung des Chlorophylls durch grüne Algen; Ber. der Deutsch. Botan. Gesellschaft., Bd. XX (1902), S. 201.

Gonidien in gleicher Richtung zu untersuchen. Dabei muss selbstverständlich zuerst ermittelt werden, in wie weit die dunkelfarbigem, über den Gonidien liegenden Thallusschichten durchlässig für das Licht sind, was meines Wissens bisher noch Niemand untersucht hat. Diese Prüfung dürfte keine besonderen experimentellen Schwierigkeiten bieten.

Die ARTARI'schen Untersuchungen lassen es meines Erachtens als unabweisbar erscheinen, die Gonidienforschung in der oben angedeuteten Richtung fortzusetzen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass auf dem bezeichneten Wege Ergebnisse zu Tage gefördert werden, welche die Flechtenforschung in neue Bahnen lenken.

3. T. F. Hanausek: Ueber die Gummizellen der Tarihülsen.

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 22. August 1902.

Die zweite Auflage des Werkes: „Die Rohstoffe des Pflanzenreiches“ von JULIUS WIESNER enthält in dem Abschnitt „Früchte“, dessen Bearbeitung von mir herrührt, die Beschreibung der Tari- oder Terihülsen¹⁾, der Früchte von *Caesalpinia digyna* Rottl. (= *C. oleosperma* Roxbg. = *C. gracilis* Miquel), welche in Vorderindien und auf dem Malayischen Archipel als Gerbmittel verwendet werden und neuestens auch auf den europäischen Markt gelangt sind. Wegen der beschränkten Raumverhältnisse war es mir nicht möglich, die Darstellung der histologischen Verhältnisse dieser Früchte in dem genannten Werke mit genügender Ausführlichkeit zu bringen und insbesondere die Gummibildung in dem Perikarp näher zu erörtern; dies soll nun durch die folgende Mittheilung geschehen.

Zugleich möchte ich einen Irrthum in dem angezogenen Artikel berichtigen, der die Inhaltkörper der inneren Epidermis des Perikarps betrifft und der dahin lautet, dass diese Inhaltkörper eine Kieselsäure-Grundlage hätten, nach dem Veraschen als harte, das Glas scheuernde Körper zurückblieben etc. Das ist unrichtig; von Kieselsäurekörpern ist in dem ganzen Perikarp nichts zu finden, und es ist daher der betreffende Passus meines Artikels zu streichen²⁾.

1) J. WIESNER, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. II. Aufl. II. Bd., (Heft 11), S. 845.

2) Nachträglich konnte diese Angabe in den „Rohstoffen“ noch corrigirt werden.