Lichenologische Untersuchungen.

Von Dr. K. B. J. Forssell.

(Fortsetzung.)

Das Hyphengewebe der Cephalodien.

Bisher scheint man das Hyphengewebe, in welchem die Gonidien liegen, übersehen oder wenigstens demselben eine sehr geringe Aufmerksamkeit gewidmet zu haben. Bei analogen oder affinen Flechten mit verschiedenen Gonidien zeigt es jedoch oft nicht unwesentliche Verschiedenheiten, wie z. B. bei *Peltigera* Ach. und *Peltidea* (Ach.) Nyl.

Dieses Gewebe in den Cephalodien hat indessen Winter[1]) bei *Lobaria linita* (Huds.) genau beschrieben. Meistentheils hat das Hyphensystem in allen *Nostoc*-Cephalodien ungefähr dasselbe Aussehen und dieselbe Structur; einige besondere Ausnahmen werden unten erwähnt werden. Bei Berührung mit den *Nostoc*-Zellen verzweigen die Hyphen sich sehr reichlich und senden zwischen die Algenzellen zahlreiche, feine Hyphenzweige aus. Von diesen gehen darnach kleinere, äusserst feine Zweige aus, zwischen welchen sich dann Anastomosen bilden. So entsteht ein sehr feinmaschiges Hyphengewebe, in welchem die Algenzellen eingeschlossen und von Hyphen dicht umgeben sind.

Dass endophytische Algen Verzweigung in dem Zellengewebe veranlassen, worin sie eingeschlossen liegen, war schon durch z. B. Reinke's[2]) Untersuchungen der Wurzeln der Cycadeen bekannt.

In gewissen *Nostoc*-Cephalodien z. B. bei *Lecidea consentiens* Nyl. und *L. pallida* Th. Fr. verzweigen sich die Hyphen weit weniger, und man kann bei diesen Arten in den Cephalodien Algencolonien finden, zwischen deren Zellen Hyphen nicht oder nur ganz unbedeutend vorkommen. Ein entsprechendes Verhältniss zwischen Hyphen und *Nostoc*-Gonidien findet man wie bekannt z. B. bei *Collema* (Hoffm.) und *Leptogium* (Fr.).

In den im Rindenlager befindlichen *Nostoc*-Cephalodien bei *Lecanora hypnorum* (Hoffm.) liegen die Algenzellen nicht wie gewöhnlich in einem äusserst feinmaschigen Hyphengewebe ei-n

---

[1]) Wint. l. c. p. 182.

[2]) Reinke: Morph. Abhandl. Leipzig 1873. p. 12.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03549-0060-0

geschlossen, sondern im eigentlichen Rindenlager, das durch Einwirkung der Alge bedeutend erweitert worden.

In den *Stigonema*-Cephalodien können die verschiedenen Hyphenfäden zwar zuweilen deutlich verfolgt werden, aber gewöhnlich ist das ganze Hyphensystem hier in ein äusserst feinmaschiges Gewebe übergegangen, worin die verschiedenen Hyphenelemente nicht zu unterscheiden sind.

In den *Gloeocapsa*-Cephalodien sind die Hyphen sehr kurzzellig und mehr gelatinös. Das ganze Hyphengewebe zeigt hier ein so zu sagen areolirtes Aussehen[1]) und stimmt genau mit dem Hyphensystem bei *Pyrenopsis* Nyl. überein.

Am meisten unverändert haben sich die Hyphen sowie die Alge in den *Scytonema*-Cephalodien erhalten. Hier zeigen nämlich die Hyphen dasselbe Aussehen wie im Marklager des Thallus.

Was die Cephalodien bei *Stereocaulon* betrifft, so macht Nylander die Bemerkung, dass man drei Lager unterscheiden kann: Rinden-, Gonidial- und Marklager[2]), obwohl bald das Gonidial- bald das Marklager vorzugsweise entwickelt ist. Bei gewissen Cephalodien treten auch diese verschiedenen Lager ganz deutlich hervor, wie ich es zuweilen bei *Peltidea aphthosa* (L.) gefunden habe. Das ohne Vergleich gewöhnlichste Verhältniss ist indessen, dass die Gonidien über das ganze Cephalodium gleichmässig vertheilt sind; so ist dies z. B. der Fall mit allen *Cephalodia immersa*. Das Cephalodium im Ganzen besteht also hier aus einem Gonidiengewebe ohne besonderes Rinden- oder Marklager.

Die Entstehung und Entwickelung der Cephalodien.

Was die verschiedene Weise der Bildung der Cephalodien betrifft, so habe ich schon bei ihrer Eintheilung das wesentlichste erwähnt. Ich zeigte da, dass die Pseudocephalodien bei der Keimung der Sporen entstehen durch Zusammenwirken der Keimfäden mit einer Alge, von den normalen Gonidien der Flechte typisch geschieden, und dass die eigentlichen Ce-

---

[1]) Vergleiche Born. Recherch. Gonid. lich. Pl. 16. Fig. 5, 6.

[2]) Nylander: Lichenes in regionibus exoticis quibusdam vigentes. p. 252 Not. (Annales des sciences naturelles. Sér. 4. Botanique. Tom. XI Paris 1859).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03549-0061-6

phalodien *(Ceph. vera)* durch Zusammenwirken zwischen einer Alge und Hyphen, welche einem schon entwickelten Flechtenthallus angehören, entstehen. Die Entwickelung der eigentlichen Cephalodien geht weiter theils so vor sich, dass die Algenzellen auf der unteren Seite des Thallus von den Hyphen umschlungen worden und entweder hier oder weiter oben ein Cephalodium *(Ceph. hypogena)* entwickeln, theils so, dass sie auf der oberen Seite des Thallus durch Zusammenwirken mit den Hyphen derselben ein Cephalodium *(Ceph. epigena)* erzeugen.

Die Entwickelung der Cephalodien ist immer das Resultat einer Zusammenwirkung zwischen Hyphen und Algenzellen. Wenn nämlich die Cephalodien-bildenden Algenzellen in Berührung mit den Hyphen gerathen, erhalten diese letzteren ein erhöhtes Wachsthum; sie umspinnen die Algencolonie und verzweigen sich wiederholte Male in derselben, so dass die Algenzellen in einem sehr feinen Hyphengewebe zu liegen kommen. Gleichzeitig hiermit theilen sich die Algenzellen reichlich, wodurch der Umfang des Cephalodiums bedeutend zunimmt.

In Betreff der Entwickelung der hypogenen Cephalodien gibt es grosse Verschiedenheiten. Bald sind es nur die Theile der Hyphen, die in unmittelbare Berührung mit der Alge gerathen, welche Zweige um und in die Algencolonie aussenden — ein Cephalodium entsteht in diesem Fall an der Basis des Marklagers, dringt aber nicht in den eigentlichen Thallus ein, sondern macht eher einen Anhang desselben aus *(Solorina octospora* Arn.); bald dringt die Alge in das Marklager ein und bildet hier einen gerundeten Knäuel von Algenzellen [S. *saccata* (L.), *Lobaria* (Hoffm.)]; bald dringt die Alge noch weiter in den Thallus hinauf und verbreitet sich unterhalb des gelbgrünen Gonidiallagers, das oft sogar verdrängt wird [S. *crocea* (L.), S. *bispora* Nyl.]; bald wird die gelbgrüne Gonidialzone nebst dem Rindenlager durchbrochen, und das Cephalodium tritt auf der oberen Seite des Thallus unter verschiedenen Formen hervor [*Lobaria amplissima* (Scop.), *Lecanora gelida* Ach., *Lecidea panaeola* Ach.].

Auf welche Weise das Hinaufdringen der Algenzellen in den Thallus geschieht, kenne ich nicht. Zuweilen scheint es, als ob sie nicht abstürben im unteren Theile des Cephalodiums und sich nur im oberen vermehrten und auf diese

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03549-0062-1

Weise immer weiter im Thallus hinauf gelangten, zuweilen als ob ihr Eindringen weiter hinauf auf einer Art Wanderung im Thallus beruhe. Eigenthümlish ist, dass die Theile des Hyphengewebes, welche die Alge durchdrungen, zuweilen ihr früheres Aussehen wieder erhalten, nachdem die Alge weiter in den Thallus hinauf gelangt.

Das Verhältniss zwischen den Cephalodien-bildenden Algenzellen und dem Flechtenthallus.

Es bleibt jetzt noch übrig zu untersuchen, in welchem Verhältniss die Cephalodienalge zu der Flechte steht. Findet ein vollständiger Parasitismus (antagonistische Symbiose) zwischen ihnen statt, d. h. lebt der eine der beiden Componenten auf Kosten des Anderen, oder sind sie möglicherweise der Eine dem Anderen von gegenseitigem Nutzen (mutualistische Symbiose)?

Ein näheres Studium der Cephalodien zeigt deutlich, dass zwischen der Alge und den Hyphen kein Kampf ums Dasein vorkommt. Man kann hier von antagonistischer Symbiose oder Parasitismus nicht reden, denn die Alge dringt zwar in die Wirthpflanze hinein, zerstört aber ihre Gewebe nicht, sondern ruft in Gegentheil in denselben ein schnelleres Wachsthum hervor.

Man könnte sich etwa denken, dass irgend eine Art kränklicher Ueberreizung (Hypertrophie) bei der Entwickelung der Cephalodien stattfinde. Für eine solche Annahme fehlen hinlängliche Gründe, da bei den Cephalodien-führenden Flechten nichts ist, was irgend etwas Kränkliches andeutet, insofern man nämlich mit Krankheit einen abnormen Zustand bei einem Organismus versteht, der mit Störung seiner Funktionen verbunden ist. Es scheint im Gegentheil ausser allem Zweifel gesetzt zu sein, dass die Cephalodien-bildenden Algenzellen und die Hyphen auf einander eine gegenseitige, vortheilhafte Einwirkung ausüben, indem sie unter sich die Nahrungsgeschäfte vertheilen, und also zwischen den beiden Symbionten eine mutualistische Symbiose stattfindet.

Dass sowohl Hyphen als Gonidien bei Berührung mit einander das Vermögen einer reichlicheren Entwickelung erhalten, hat früher besonders Stahl[1]) deutlich nachgewiesen. Bestäti-

[1]) E. Stahl: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten. II. Ueber die Bedeutung der Hymenialgonidien. Leipzig 1877. p. 13.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03549-0063-7

gung hiefür findet man leicht bei der Keimung der Sporen und der Entwickelung der Cephalodien. Man kann dies nicht anders erklären, als durch die Annahme, dass zwischen den assimilirenden Zellen und den Hyphen ein gegenseitiger Austausch von Nahrungsstoffen stattfinde, woraus eine erhöhte Entwickelung bei den beiden Componenten folgt. Die Hyphen nehmen nebst Wasser Mineralstoffe auf und bilden aus Nitraten und Ammoniumsalzen Stickstoffverbindungen. Die Algenzellen hingegen nehmen Kohlensäure aus der Luft und Wasser aus den umgebenden Hyphen auf und bilden durch Reduction der Kohlensäure und des Wassers Kohlenhydrate. Da die Algenzellen auf allen Seiten von Hyphen dicht umschlossen sind, können sie nur von diesen ihr Bedürfniss an Mineralstoffen und Stickstoffverbindungen erhalten, wogegen sie in Austausch Kohlenhydrate an die Hyphen abgeben. Auf diese Weise sind die beiden Symbionten einander *nützlich*.

Da indessen schon die normalen Gonidien Kohlensäure assimiliren, kann man mit gutem Grund fragen, ob nicht die Cephalodienalge *überflüssig* sei.

Vom Schwendener'schen Standpunkt aus muss die Symbiose zwischen den Hyphen und den normalen Gonidien für nothwendig gehalten werden, während die Symbiose zwischen den Hyphen und den Cephalodiengonidien mehr zufällig zu sein scheint. Die Flechte kann also als ein physiologisch selbstständiger Organismus ohne die letzteren existiren; eine andere Frage aber ist, ob sie nicht vielleicht der Flechte von besonderem Nutzen sind. Das constante Vorkommen der Cephalodien bei gewissen Flechten deutet ohne Widerspruch darauf hin.

Ich weise auf Engelmann's Untersuchungen über die Assimilation[1]) hin, weil sie möglicherweise eine Antwort auf die letzte Frage geben. Er hat nämlich gefunden, dass der assimilatorische Effect relativ am stärksten bei den einfachen Lichtstrahlen ist, deren Farbe die Complementfarbe zu der Farbe der assimilirenden Zellen bildet. Also hat er hinsichtlich der relativen assimilatorischen Energie der verschiedenen Lichtstrahlen gefunden, dass für grüne Zellen die wirksamsten

[1]) Th. W. Engelmann: Ueber Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospectrum (Botanische Zeitung. 1882 Nro. 26).

—: Ueber Assimilation von Haematococcus (Botanische Zeitung. 1882 Nro. 39).

—: Farbe und Assimilation (Botanische Zeitung. 1883 Nro. 1—2).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03549-0064-3

Wellenlängen im Rothen zwischen den Frauenhofer'schen Linien B und C liegen und im Blauen an F, während für blaugrüne Zellen das Maximum der Assimilation im Gelben liegt, obwohl zwischen B und C die assimilatorische Wirkung sehr gross ist. Es scheint daher, als ob eine Flechte, welche sowohl grüne als blaugrüne Gonidien enthält, in derselben Zeit und bei derselben Lichtstärke eine grössere Menge Kohlensäure assimiliren könne, als eine Flechte mit Gonidien nur einer Art. Wenn also die Untersuchungen Engelmann's richtig sind, was zu bezweifeln keine Veranlassung besteht, dürften die Cephalodien den Flechten von Nutzen sein.

Augenscheinlich ist indessen, dass die Einwirkung, welche die Cephalodienalgenzellen auf den Thallus ausüben, in verschiedenen Fällen sehr wechselnd ist, insofern man nämlich darauf aus dem verschiedenen Grad von Entwickelung schliessen darf, zu welchem die Cephalodien bei verschiedenen Arten gelangen. In den Cephalodien bei *Lobaria amplissima* (Scop.) und *L. herbacea* (Huds.) hat man ein deutliches Beispiel davon. Die Entwickelung der Cephalodien scheint bei diesen anfangs auf dieselbe Weise vorzugehen; bei der ersteren geht jedoch die Entwickelung bedeutend länger fort, indem die Cephalodien hier nicht innen im Thallus bleiben, sondern sich über dessen Oberfläche erheben und auf der oberen Seite des Thallus zu grossen strauchähnlichen Bildungen auswachsen, während bei der letzten (und in gewissen Fällen wahrscheinlich auch bei *L. amplissima*) die Entwickelung aufhört, während sich die Cephalodien noch im Marklager innen im Thallus befinden. Im vorigen Fall muss man den Impuls zu kräftigerer Entwickelung, welchen die beiden Symbionten durch Einwirkung aufeinander erhalten, für bedeutend stärker ansehen.

Das Verhältniss der Cephalodien-Alge zum Flechtenthallus und besonders zu den Hyphen zeigt grosse Uebereinstimmungen mit dem Verhältniss der normalen Gonidien zu den Hyphen, und die Frage über die Cephalodien steht dadurch in einem nahen Zusammenhang mit der Schwendener'schen Flechtentheorie; es können nämlich einerseits aus denselben Stützen für diese Theorie geholt werden, anderseits zeigt ein genaueres Studium der Cephalodien, wie unhaltbar einige jener Gründe sind, welche gegen diese Theorie angeführt worden sind. Ich will im Folgenden versuchen dies näher zu entwickeln.

(Fortsetzung folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03549-0065-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Forssell K. B. J.

Artikel/Article: Lichenologische Untersuchungen 58-63