

Parasitische Flechten auf Endocarpon miniatum (L.) Ach.

Von

Wilh. Hofmann.

Einleitung.

Während des Wintersemesters 1903/04 habe ich mich am Botanischen Institut der Kgl. Techn. Hochschule in Stuttgart unter Leitung des Herrn Professor Dr. Fünfstück mit Flechtenstudien befasst.

Beim Einsammeln von frischem Untersuchungsmaterial sind mir auf *Endocarpon miniatum* einige parasitisch lebende Lichenen aufgefallen. Da in neuester Zeit die Flechtenforschung das Augenmerk auch auf die Beziehungen der Flechten zu ihrem Substrat mit Recht mehr als bisher lenkte, wie namentlich die Arbeiten von Fünfstück, Bitter, Lang, Friedrich, Stahlecker u. a. zeigen, so lag es nahe auch diesen abnormen Fall, bei dem eine Flechte als Substrat für eine andere dient, eingehend zu untersuchen.

Ich bin dabei zu Resultaten gelangt, welche die Ergebnisse der oben angeführten Autoren bestätigen, d. h. zeigen, dass die Flechten in ganz bestimmter Abhängigkeit von ihrem Substrat stehen. Mit der Verschiedenheit in der Beschaffenheit des Substrats lässt sich eine Verschiedenheit sowohl im Habitus als auch im anatomischen Aufbau der auf dem jeweiligen Substrat gewachsenen Flechte nachweisen.

Auf *Endocarpon miniatum* sind bis jetzt noch keine Flechten als Schmarotzer ausführlicher beschrieben worden und deshalb möchte ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen hier mitzuteilen.

Für die liebenswürdige Unterstützung und Beratung, die mir bei meiner Arbeit von seiten meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Fünfstück, zu teil wurde, möchte ich auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen.

Endocarpon miniatum kommt in der Umgebung Stuttgarts ziemlich häufig vor. An verschiedenen Orten habe ich die Flechte an den Mauern der Weinberge in zahlreichen Exemplaren gefunden. Doch ist mir aufgefallen, dass *Endocarpon* in Bezug auf den Standort sehr wählerisch ist.

Überall konnte ich in der Umgebung Stuttgarts, wo ich *Endocarpon* antraf, auch die zu besprechenden parasitischen Lichenen in vielen Exemplaren finden, vorausgesetzt, dass die Flechte auch auf anorganischem Substrat in der Nähe von *Endocarpon* zu finden war. Manchmal habe ich zwei Schmarotzer auf einem Thallus nebeneinander bemerkt. Es sind also diese parasitischen Flechten keineswegs als besonders selten zu betrachten. Wie es sich an anderen Orten verhält, konnte leider nicht festgestellt werden.

Nur an einem Standort bei Untertürkheim konnte ich auf unserer Lichene keine Flechten als Parasiten nachweisen.

Es handelt sich bei unseren Ausführungen um drei Lichenen, die schmarotzend auf *Endocarpon miniatum* leben:

Lecanora dispersa (Pers.) Flk.

Parmeliopsis hyperopta Ach.

Lecanora spec.

I. *Lecanora dispersa* (Pers.) Flk.

Diese Flechte ist bei uns sehr häufig zu finden. Sie zeichnet sich durch ihre weissberandeten Apothecien mit blassbrauner Scheibe aus, deren Farbe beim Befeuchten in blasses Grün übergeht; dieselben sind nicht eng aneinander gedrängt, sondern auf der ganzen Besiedlungstelle zerstreut. Der Thallus ist bräunlich-schwärzlich, fast fehlend. Die Gonidien sind gelbgrün, rundlich, mit einem Durchmesser bis 12 μ . Die Sporen sind elliptisch $\frac{10-12}{5-6} \mu$; 8 in asco.

Da *Lecanora dispersa* auf *Endocarpon* reichlich fruchtet, so ist mir diese Lichene zuerst auf demselben aufgefallen. Ich habe dann alle *Endocarpon*thalli schärfer ins Auge gefasst und es gelang mir so, noch zwei andere auf *Endocarpon* parasitierende Flechten zu ermitteln.

Vom Thallus der *Lecanora* ist auf den Thallusteilen des Wirts makroskopisch kaum etwas wahrzunehmen; an alten Exemplaren glaubte ich indessen, eine Wucherung mit blossem Auge feststellen zu können. Überhaupt ist hervorzuheben, dass sich *Lecanora* nicht über einen ganzen Thalluslappen ausbreitet, sondern an der Stelle, wo sie sich festgesetzt hat, wuchert und ziemlich grosse, eng aneinander gedrängte Apothecien erzeugt. Man trifft dieselben meist am Rand eines einzelnen *Endocarpon*thallus; sehr häufig aber werden Gebilde bevorzugt, die aus vielen einzelnen festverwachsenen Thallusblättern (Rosette) bestehen; auch hier findet man sie am freien Rand der verwachsenen Thalli.

Bei mikroskopischer Untersuchung dünner Schnitte ist ein inniger Kontakt zwischen dem Schmarotzer und seinem Wirt zu beobachten.

Die Thallusoberfläche von *Endocarpon* ist dabei oft unregelmässig wellig gekrümmt. Auch die Unterseite scheint an diesen Krümmungen teilzunehmen. Bei vom Parasiten nicht befallenen Lagern habe ich eine solche Krümmung der Oberfläche nicht nachweisen können, die Krümmung steht somit allem Anschein nach zu der Tätigkeit des Schmarotzers in Beziehung. An der Berührungstelle beider Flechten entsteht ein dunkler, ziemlich breiter, brauner Saum.

Wie Bitter¹ nachgewiesen hat, bildet sich beim Zusammentreffen zweier verschiedenen Flechten ganz gewöhnlich ein solcher Grenzsäum. Unterhalb dieses Grenzsäum zeigt sich ein hellerer Streifen, der deutlich paraplectenchymatische Struktur erkennen lässt. Schon Schwendener² weist in seiner Abhandlung über den Flechtenthallus darauf hin, dass nicht nur die Rinde von *Endocarpon miniatum* sondern auch der obere Teil des Marks diese Struktur aufweist und nur durch die Gonidienzone verdeckt wird. Werden nun die Gonidien entfernt, so kommt jene Struktur zum Vorschein. Es ist somit anzunehmen, dass die Gonidien, die bei gesunden Lagern bis nahe an die Oberfläche derselben reichen durch die eindringenden Hyphen des Schmarotzers nach unten tiefer ins

¹ G. Bitter, Über das Verhalten der Krustenflechten beim Zusammentreffen ihrer Ränder. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Band 33, 1899; p. 62—66.

² S. Schwendener, Untersuchungen über den Flechtenthallus. Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik von C. Nägeli. III. Heft. Leipzig 1863, p. 184 u. 185.

Mark gedrängt oder aber von denselben innig umspinnen, ihres Inhalts beraubt und dadurch getötet werden, so dass sie nur noch sehr schwer beobachtet werden können. Da ein Hinabrücken der Gonidienzone durch Vergleichung mit intakten Thallusstellen sich nirgends konstatieren liess, so wird die letztere Annahme berechtigter sein. Da ferner die Gonidienzone nicht mehr so schön grün gefärbt erscheint als an von Parasiten nicht angegriffenen Stellen, und die Gonidien nicht mehr so dicht gedrängt nebeneinander liegen, so ist die Annahme der Tötung derselben nicht von der Hand zu weisen. Dieselbe wird aber noch wahrscheinlicher gemacht durch Exemplare, bei denen die Gonidien überhaupt nicht mehr zu finden sind. Die Flechte wird also derjenigen Elemente, die das Assimilationsgeschäft besorgen, beraubt und muss deshalb zum Absterben kommen. Dies ist auch in der Tat der Fall. Bei befallenen Lagern, die durch ihr ganzes Aussehen die Vermutung erwecken, dass der Parasit schon längere Zeit auf ihnen gehaust hat, sind die Hyphen nicht mehr weisslich grau, sondern bilden eine schwarz-braune gleichförmige Masse, von der sich nur die hellere, braungefärbte Rindenschicht etwas abhebt. Bei manchen Lagern war die Beeinflussung von seiten des Schmarotzers so intensiv, dass der Zusammenhang zwischen den Hyphen sich beim Schneiden löste und der morsche Endocarponthallus in Bruchstücke zerfiel.

An einigen von *Lecanora dispersa* befallenen Endocarponblättchen, an welchen die Hyphen vollständig abgestorben waren, was sich u. a. schon durch deren schwarzbraune Farbe zu erkennen gab, bemerkte ich innerhalb der schwarzen Masse des Endocarponthallus hellere graue Pilzhypen. Es erwiesen sich dieselben als die in den Thallus eindringenden Hyphen der schmarotzenden *Lecanora*. Eine ähnliche Beobachtung habe ich auch bei der dritten noch zu besprechenden parasitischen Flechte machen können.

Die Perithezien von *Endocarpon* scheinen von der *Lecanora* in gleichem Masse wie die Gonidien in ihrer Entwicklung gehemmt zu werden. In jungen Lagern, wo die Perithezienbildung erst ihren Anfang genommen hat, findet ohne Zweifel eine Verzögerung des Wachstums derselben gegenüber denen an intakten Stellen statt. Man bemerkt nämlich innerhalb der Gonidienzone runde, hellere Stellen in grösseren oder kleineren Abständen. Zweifellos sind diese hellen Stellen die Anfänge der Perithezien. Während nun

an Stellen, wo der Schmarotzer sich nicht angesiedelt hatte, diese Bildungen zahlreich und deutlich wahrzunehmen sind, kann unterhalb der Angriffsstelle des Schmarotzers von derartigen Gebilden nichts oder nur sehr wenig bemerkt werden. Hieraus schliesse ich, dass die Peritheciebildung in diesem Falle durch die Inanspruchnahme der Endocarpongonidien durch die aufsitzende *Lecanora* verhindert oder doch hintangehalten wird. Ist dagegen der Thallus älter und hat er die regelmässige Dicke von 360—450 μ erreicht, so kann man an unverletzten Stellen gut ausgebildete Perithecieen mit normalen Sporen in nicht zu grosser Entfernung von einander auffinden; unterhalb der Angriffsstelle des Schmarotzers aber zeigen sich nur vereinzelt Fruchtanlagen, die braun gefärbt sind und keine Sporen entwickelt haben. Sind die Perithecieen aber ausnahmsweise so zahlreich wie an unbesiedelten Stellen des Thallus, so sind sie auch hier durch krankhafte Färbung ausgezeichnet und lassen keine Sporen erkennen. Man kann annehmen, dass in diesem Fall die Perithecieen schon gebildet waren, als sich der Parasit auf *Endocarpon* niederliess und dass sie unter dem schädigenden Einfluss desselben zugrunde gegangen sind.

Dabei können aber die Hyphen noch ganz dasselbe Aussehen haben wie diejenigen schmarotzerfreier Thalli. Es werden also die Gonidien und Perithecieen sofort unter den schädigenden Einwirkungen des Parasiten zu leiden haben, während die Hyphen des *Endocarpon*-thallus wohl erst dann absterben, wenn die Mehrzahl der Gonidien des Wirts durch *Lecanora dispersa* vernichtet ist.

Ehe ich zur Betrachtung des Parasiten selbst übergehe, möchte ich noch einige Beobachtungen bezüglich der Verteilung der Gonidien im *Endocarpon*thallus erwähnen.

Unterhalb der Ansiedlungsstellen der parasitischen Lichenen bemerkt man einige grössere Algennester sehr tief im Mark des Thallus der angegriffenen Flechte. Schon Schwendener sagt in seinen Untersuchungen über den Flechtenthallus in Bezug auf die Gonidienzone unserer Flechte: „Die Gonidienzone ist nach unten nicht scharf abgegrenzt, indem einige zerstreute Gonidien tief im Innern der Marksicht liegen und z. B. bei einer Thallusdicke von 340 μ bloss 100 μ von der unteren Rinde abstehen.“ Durch diese Bemerkung Schwendeners aufmerksam gemacht, habe ich auf

¹ S. Schwendener, l. c. p. 6.

dieses Verhalten der Gonidienschicht mein Augenmerk gerichtet. Junge Thalli, die noch keine Peritheciebildung aufweisen, zeigen die Gonidienzone übereinstimmend mit der Beschreibung, die schon Schwendener gegeben. Aber an Präparaten, wo die Peritheciebildung schon im Gange war oder bereits ihr Ende erreicht hatte, konnte ich unterhalb der Fruchtanlagen in den meisten Fällen nicht nur einzelne Gonidien sondern hauptsächlich Nester derselben, die sich um die runden Perithecieen im Kreisbogen anordneten, bemerken. Bei der Bildung der Früchte, die wohl innerhalb der Gonidienzone aus den Hyphen des oberen Mark ihren Anfang nimmt, werden die Gonidien nach unten gedrängt, denn in dem Zwischenraum zweier Fruchtanlagen waren wohl auch einzelne Gonidiennester zu finden, aber nicht so tief im Mark liegend. Dass dieses Vorkommen von Gonidiennestern in der Tiefe des unteren Marks mit der Tätigkeit des Schmarotzers in Beziehung steht, ist kaum anzunehmen, habe ich doch auch bei gesunden Endocarponlagern derartige Nester, allerdings etwas kleiner beobachten können. Rätselhaft bleibt indessen die grosse Ausdehnung, welche die Gonidiennester unterhalb der getöteten Perithecieen aufweisen.

Der Gesamthallus von *Lecanora dispersa* besteht aus vielen kleinen Einzelschollen, von denen jede einen besonderen Flechtenkörper darstellt. Die einzelnen kleinen Thalli sind durch braune Grenzsäume voneinander getrennt.¹ Während nun auf gewöhnlichem Substrat selten zwei Schollen aufeinander liegend beobachtet werden können, sind hier sehr oft zwei Schichten von Thallusschollen übereinandergelagert; ja mitunter ist eine grössere Anzahl derselben aufeinander gehäuft. Jedenfalls sind die Ernährungsbedingungen in diesem Fall so günstig, dass mehrere Schollen, ohne sich gegenseitig zu beeinträchtigen, nebeneinander leben können.

An sehr dünnen Schnitten, die die Messung einzelner Gonidien ermöglichten, ist mir aufgefallen, dass dieselben verhältnismässig gross waren. Ich konnte einzelne Gonidien messen, deren Durchmesser mit einer einzigen Ausnahme über 12 μ lang waren. Als Maximum liess sich 18 μ feststellen. Durch Zerreiben der Flechte, die auf anorganischen Substrat, wie derjenigen, die auf Endocarpon gewachsen war und systematisches Absuchen der zerriebenen Masse unter dem Deckglas, suchte ich das Maximum der Grösse des Durch-

¹ G. Bitter, l. c. p. 55—62.

messers der runden Algen in beiden Fällen festzustellen. Selbstverständlich konnte nur in den Grössenverhältnissen nach oben ein Unterschied erwartet werden; denn nach unten ist die Grösse der Algen in beiden Fällen sehr schwankend und unbestimmt. Unter den Algen der auf anorganischem Substrat gewachsenen Flechte liessen sich nur einige auffinden, deren Durchmesser grösser als 12μ war, während sich unter den Algen des Schmarotzers zahlreiche Exemplare vorfanden mit einem Durchmesser von $12-20 \mu$. Da auch auf dünnen Schnitten des Parasiten an ein und derselben Stelle mehrere $12-18 \mu$ grosse Gonidien nachgewiesen werden konnten, so ist unzweifelhaft feststehend, dass die Gonidien des Schmarotzers im Maximum einen um 50% grösseren Durchmesser aufweisen. Die Gonidien werden also in unserem Falle auf organischen Substrat durchgängig grösser als diejenigen der Flechte auf anorganischer Unterlage.

Nachdem ich diese Beobachtung gemacht hatte, suchte ich durch Messungen das Verhältnis der Dicke der Gonidienzone zu der des ganzen Thallus bei auf beiden Substraten gewachsenen Flechten festzustellen. Obwohl es ziemlich schwierig ist, von auf gewöhnlichem Substrat gewachsenen Flechten geeignete Schnitte zur Messung herzustellen, so ist es mir doch gelungen, bei einer grösseren Zahl von Messungen nachzuweisen, dass das Verhältnis der Dicke der Gonidienzone zu der des Gesamthallus ziemlich konstant ist. Es betrug in den meisten Fällen 1:3, in einigen anderen 1:4 oder gar 1:6. Beim Parasiten waren die Messungen leichter auszuführen, weil die einzelnen Thallusschollen deutlich von einander abgegrenzt waren. Die Algenschicht war in den meisten Fällen $\frac{1}{2}$ des gesamten Thallus; ja es liessen sich Verhältnisse konstatieren, wo sie $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ sogar $\frac{4}{5}$ desselben aussmachte. Namentlich in Fällen, wo der Schmarotzer sich schon längere Zeit auf der Wirtspflanze festgesetzt hatte, veränderte sich das Verhältnis zwischen Gonidienzone und Thallus stets zu Gunsten der ersteren.

Bei den Messungen fiel mir auf, dass die Lager von *Lecanora* auf der Wirtsflechte erheblich dünner waren als diejenigen auf anorganischem Substrat. Während sich hier die Dicke des Thallus zwischen $180-540 \mu$ bewegte waren die unteren und oberen Grenzen dort 100 und 270μ .

Auch die Sporen beider Flechten auf verschiedenen Substraten habe ich gemessen. Ich glaubte auch hier einen Unterschied in der Grösse derselben festgestellt zu haben; doch ist er nicht so auffällig wie die anderen, eben angeführten. Als Sporenmasse für *Lecanora dispersa* auf gewöhnlichem Substrat fand ich, übereinstimmend mit den Massen wie sie die Lichenologen angeben, $\frac{10-12}{5-6} \mu$. Das Maximum bei der parasitischen Flechte war $\frac{14,4}{8,2} \mu$.

Endlich habe ich auch die Durchmesser der Apothecien in beiden Fällen gemessen. Als Maximum für die Grösse der Durchmesser der auf gewöhnlichem Substrat erzeugten Apothecien stellte ich 600μ fest; beim Schmarotzer dagegen 900μ . Die Grösse des Durchmessers der Parasitenfrüchte überragte denjenigen der auf gewöhnlichem Substrat gewachsenen Fruchtanlagen um 300μ also um 50% . Selbstredend habe ich nur Apothecien von *Lecanora dispersa* gemessen, die mit *Endocarpon* auf demselben Stein gewachsen waren; denn auf einem Substrat von anderer Zusammensetzung können durch veränderte Bedingungen in der Ernährung auch andere Grössenverhältnisse erzielt werden.

Wir haben somit nachgewiesen, dass die Grössenverhältnisse (die Thallusdicke ausgenommen) des Parasiten die der gewöhnlichen *Lecanora dispersa* in allen Fällen ganz bedeutend übersteigen. Wie können wir uns diese Tatsache erklären? Offenbar bezieht die schmarotzende Flechte, da die Gonidien des Wirts absterben, von diesem schon für die Weiterentwicklung und für die Ernährung zubereitete Stoffe. Die Gonidien wären für *Lecanora dispersa* auf diesem Substrat wohl entbehrlich und man sollte eigentlich erwarten, dass ihre Zahl bedeutend reduziert, ihre Grösse verringert würde. Unsere Ausführungen haben aber gezeigt, dass gerade das Gegenteil der Fall ist. Die Algen sind für die Flechte die assimilierenden Organe. Die von den Hyphen empfangenen Nährstoffe geben sie zum Teil wieder umgewandelt an diese ab und ernähren dieselben dadurch. Beziehen nun die Hyphen schon für ihre Ernährung zubereitete Stoffe, so haben die Gonidien mit der Versorgung derselben nichts oder doch weniger zu tun, sie können also die von ihnen assimilierten Nährstoffe für sich selbst verwenden; der Einnahme steht keine oder doch eine viel geringere Ausgabe gegenüber und dies wird in der Grösse der Gonidien und in der rascheren Teilung

derselben zum Ausdruck kommen müssen. Den günstigen Ernährungsbedingungen verdankt der Schmarotzer offenbar auch die grösseren Apothecien mit zahlreichen gut ausgebildeten Sporen, die oft die gewöhnliche Grösse der *Lecanorasporen* überragen. Dabei ist noch in Betracht zu ziehen, dass die Zahl der Hyphen verhältnismässig klein ist.

Der ganze Vegetationsapparat hat offenbar infolge der einfacheren Ernährung eine Reduktion erfahren.

Aus unseren Ausführungen geht deutlich hervor, dass *Lecanora dispersa* auf organischem Substrat ganz wesentliche Veränderungen in ihren einzelnen Elementen erfährt, verglichen mit der Flechte auf anorganischem Substrat.

II. *Parmeliopsis hyperopta* Ach.

Diese Flechte findet sich in der Umgebung Stuttgarts ziemlich häufig an Mauern der Weinberge. Auch sonst scheint sie nicht selten zu sein. In getrocknetem Zustand sieht sie schwarzgrün aus; beim Befeuchten wird die Färbung etwas lichter. Der Thallus ist fiederblattartig verzweigt und durch Rhizinen lose auf dem Substrat befestigt. Mit der Nadel kann der ganze Thallus in feuchtem Zustand mit anhaftenden Stein- und Erdpartikelchen leicht abgehoben werden. Es ist mir nicht gelungen Früchte bei dieser Flechte aufzufinden, so dass die Bestimmung nur nach dem äusseren Habitus möglich war. Diese Flechte lebt bekanntlich mit Vorliebe auf organischem Substrat; ich habe sie sehr oft z. B. auf Moos vegetieren sehen und konnte feststellen, dass hier die einzelnen Lappen viel üppiger zur Entwicklung kamen.

Die Gonidien der auf anorganischem Substrat wachsenden Flechte sind rund, gelbgrün, ziemlich gross; ihr Durchmesser schwankt zwischen 12—18 μ . Bei meinen Messungen habe ich immer die grössten berücksichtigt; selbstredend sind auch solche mit einem Durchmesser unter 12 μ zu finden. Nur selten sind mir hier Goniidien begegnet, deren Dicke die maximale Grösse von 18 μ überschritten hätte.

Als Schmarotzer ist die Flechte leicht mit blossen Auge an der dendritischen Verzweigung des Thallus zu erkennen. An allen Orten, wo ich *Endocarpon* in der Umgebung Stuttgarts gefunden habe, war auch dieser Parasit auf ihr nachzuweisen. Oft bemerkte

ich auf den Endocarponlagern schwarze erhabene Flecke ohne dendritische Verzweigung, die ich anfangs auch für *Parmeliopsis hyperopta* hielt; aber die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass dies eine andere parasitisch lebende Flechte war. Weil sich nie Früchte vorfinden liessen und der äussere Habitus zu wenig charakteristische Eigenschaften aufwies, um eine Bestimmung zu ermöglichen, so habe ich von der Untersuchung dieser parasitischen Lichene einstweilen abgesehen. Auch hier habe ich bei der Vergleichung mit der auf anorganischem Substrat lebenden Flechte nur solches Material in Betracht gezogen, das mit *Endocarpon* auf demselben Stein gewachsen war und dabei stets darauf geachtet, ob die Flechten nicht auf irgend eine andere Weise organische Nährstoffe aufgenommen haben konnten.

Bei mikroskopischer Untersuchung ist zu bemerken, dass nicht die ganze Thallusfläche des Schmarotzers mit der Thallusoberfläche des Wirts in Berührung, sondern dass dieselbe durch Rhizinen mit ihrer Unterlage verbunden ist. Beim Schneiden macht es einige Schwierigkeit, den aufliegenden, parasitischen Thallus nicht zu verletzen, doch ist es mir gelungen einige Präparate zu erhalten, welche die natürliche Lage beider Lichenen erkennen liessen.

Da die schmarotzende Flechte nicht vollständig die Oberfläche von *Endocarpon* berührt, ist jener Grenzsaum, den wir schon früher kennen gelernt haben, hier nicht zu finden. Nur an der Stelle, wo die Rhizinen des Parasiten in die Rinde des Wirts eindringen, ist eine leichte Bräunung der Rindenhypnen bemerklich. Das Eindringen der Rhizinen liess sich an einem Präparat bis zu der Berührung mit der Gonidienschicht verfolgen. Die Rhizinen selbst sind von gelblicher Farbe, aus parallel laufenden Hypnen bestehend, die im Aussehen von denjenigen der Flechte auf gewöhnlichem Substrat in keiner Weise abweichen. Anfangs glaubte ich in der Dicke derselben einen Unterschied zu bemerken, doch hat sich im Lauf der Untersuchung herausgestellt, dass diese Verhältnisse bei beiden Substratformen sehr wechselnd sind.

Am *Endocarpon*thallus füllt zunächst die helle, ziemlich breite durch paraplectenchymatische Struktur ausgezeichnete Rinde auf, während an intakten Stellen die Rinde von viel geringer Ausdehnung ist, weil die Gonidien sehr nahe an die Oberfläche des Thallus herantreten. Auch hier müssen wir annehmen, dass die Gonidien

und zwar zuerst die nächst der Oberfläche gelegenen durch die Einwirkung der schmarotzenden Flechte zu Grunde gehen und so die Struktur des oberen Marks zum Vorschein kommt. Ferner sind die Gonidien weniger dicht gelagert und nicht so lebhaft gefärbt als an unverletzten Stellen. Namentlich unterhalb der Rhizinen der parasitischen Lichenen lässt sich die Verminderung der Gonidien deutlich wahrnehmen. Doch ist es mir in diesem Falle nicht gelungen, *Endocarponthalli* zu finden, bei denen keine Gonidien mehr zu bemerken gewesen wären. Die befallene Flechte wird somit durch *Parmeliopsis hyperopta* weniger geschädigt als durch *Lecanora dispersa*. Dies ist leicht erklärlich; der Thallus dieser Flechte ist verhältnismässig dünn, das Maximum der Dicke war 140μ und nie habe ich fruchtende Exemplare finden können; der Bedarf an organischen Nährstoffen ist also hier jedenfalls geringer als dort.

Die Perithezienbildung des Wirtes scheint auch hier namentlich bei Lagern, die nicht aussergewöhnlich üppig entwickelt, durch die Inanspruchnahme von seiten des Parasiten beeinträchtigt zu werden. An nicht angegriffenen Stellen waren die Perithezien in Zahl und Ausbildung normal wie bei gesunden Exemplaren, während unter der Angriffsstelle der schmarotzenden Flechte immer nur wenige Fruchtanlagen zu finden waren, die sich durch braune Farbe auszeichneten.

Ein Thallus von *Endocarpon*, der die stattliche Dicke von 900μ aufwies (die gewöhnliche Dicke ist 450μ) und der von *Parmeliopsis hyperopta* angegriffen worden war, zeigte lebhaftere Grünfärbung der Gonidien, auch war eine Verminderung der Dicke und Dichte der Gonidienschicht kaum zu beobachten und zudem waren die Perithezien hier sehr zahlreich ausgebildet mit gut entwickelten Sporen. Entweder hat sich hier die Flechte erst nach der Bildung der Fruchtanlagen niedergelassen oder aber ist der Thallus infolge seines üppigen Wachstum befähigt, sich selbst und den immerhin nicht sehr anspruchsvollen Parasiten zu ernähren, ohne dadurch wesentlich geschädigt zu werden. Die erstere Annahme scheint mir unwahrscheinlich zu sein, denn der Habitus des Parasiten auf diesem Thallus war nicht verschieden von demjenigen, der eine deutliche Beeinflussung der Wirtsflechte unzweifelhaft konstatieren liess. Ich halte deshalb die zweite Möglichkeit für die wahrscheinlichere.

Auch die Hyphen können sich dem schädigenden Einfluss des Schmarotzers nicht vollständig entziehen; denn während sich noch Gonidien in ziemlicher Menge vorfinden, ist eine leichte Bräunung der Hyphen des Endocarponthallus zu bemerken. Nie aber habe ich eine vollständige Bräunung oder einen Zerfall der Wirtsflechte, wie ihn *Lecanora dispersa* hervorruft, wahrnehmen können. Die angegriffene Lichene erleidet zwar eine sehr wesentliche Schädigung aber keine vollständige Vernichtung durch den Parasiten.

Die Gonidien der auf gewöhnlichem Substrat lebenden *Parmeliopsis hyperopta* sind, wie schon erwähnt, ziemlich gross. Ich konnte aber feststellen, dass die Gonidien des Schmarotzers beträchtlich grösser werden, das Maximum des Durchmessers der runden, gelbgrünen Algen war 27μ . Bei den Vertikalschnitten selbst waren Messungen nicht gut auszuführen, da die Gonidien der parasitischen Lichene wie auch diejenigen der auf gewöhnlichem Substrat lebenden so sehr von zahlreichen Hyphen umspinnen waren, dass die Umrisse derselben nicht deutlich zu erkennen waren. Deshalb habe ich auch hier einige Thallusfragmente beider Substratformen auf dem Objektträger fein zerrieben und dann systematisch abgesucht. Während ich bei der auf anorganischem Substrat vegetierenden Flechte nur eine einzige Alge, deren Durchmesser über 20μ gross war, finden konnte, war bei dem Parasiten eine grössere Anzahl mit $20-27 \mu$ Durchmesser anzutreffen. Einmal ist es mir auch gelungen an einem dünnen Schnittpräparat des Schmarotzers vier nebeneinander liegende Gonidien zu messen, deren Durchmesser über 18μ betragen. Wir müssen somit auch in diesem Fall annehmen, dass die Algen der schmarotzenden Lichene stets grösser werden als die der auf anorganischem Substrat vorkommenden Flechte.

Auch die Gonidienzonen beider Substratformen habe ich gemessen. Bei der auf Stein lebenden Flechte betrug die Gonidienschicht $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ des ganzen Thallus, beim Parasiten $\frac{1}{2}$ oder $\frac{2}{3}$.

Parmeliopsis hyperopta lebt als Schmarotzer unter günstigeren Ernährungsbedingungen. Da die assimilierenden Algen an die Pilzhypen nur wenig organische Nährstoffe abzugeben haben, da diese die Nährstoffe des Wirts für sich verwenden, so können erstere ihre assimilierten Stoffe zum grössten Teil für sich allein verwerten, sie werden deshalb grösser und zahlreicher.

Die als Substrat dienende Flechte wird durch die Inanspruchnahme von seiten des Parasiten zwar geschädigt aber nicht vollständig vernichtet.

III. *Lecanora spec.*

Diese Flechte besitzt eine weiss-graue Kruste. An den Mauern der Weinberge in der Umgebung von Stuttgart sind Krusten von kleinerem Umfang in grosser Zahl zu finden. Grössere Krusten, die mit den kleineren in der äusseren Beschaffenheit übereingestimmt hätten, konnte ich nicht konstatieren. Früchte waren nie zu bemerken. Genauere Beobachtungen und namentlich die mikroskopische Untersuchung hat gezeigt, dass diese Flechte nie auf anorganischem Substrat lebt, sondern immer andere Flechten als ihre Unterlage wählt; mir wenigstens ist es trotz aller Bemühung nicht gelungen, einen Thallus zu finden, von dem hätte gesagt werden können, dass er sich auf dem blossen Stein festgesetzt habe. Namentlich auf den braunschwarzen Überzügen, die fast keinem Stein der Weinbergsmauern fehlen und nichts anderes als sterile Flechtenlager sind, lässt sich unsere Flechte mit Vorliebe nieder.

Auch auf *Endocarpon* ist die Flechte als graue, rundliche, kleine Kruste gewöhnlich in der Mitte des Thalluslappen, seltener am Rand, sowohl auf jüngeren als älteren mit blossem Auge leicht zu erkennen. Auch *Lecanora dispersa* habe ich mit ihr manchmal auf demselben Thallusteil vorgefunden.

Während *Parmeliopsis hyperopta* sich mit Rhizinen an der Unterlage befestigt, liegt *Lecanora spec.* mit der ganzen Kruste eng auf dem Substrat auf. Dieser innige Kontakt ruft auf *Endocarpon* einen braunen Grenzsäum hervor, der bei mikroskopischer Betrachtung feiner Vertikalschnitte deutlich wahrzunehmen ist.

Auf diesen braunen Saum, der uns schon beim ersten Parasiten begegnet ist, folgt ein heller Streifen mit paraplektenchymatischer Struktur, welche auch hier durch Vernichtung der Gonidien zum Vorschein kommt. Die Gonidien scheinen durch diesen Flechtenparasiten sehr rasch zugrunde gerichtet zu werden; denn bei keinem Präparat konnte unterhalb der Ansiedlungsstelle des Schmarotzers eine kontinuierliche Algenzone beobachtet werden.

Auch die Perithezien des Wirtes leiden sofort empfindlich unter den schädigenden Wirkungen des Parasiten. Es waren an

den angegriffenen Stellen des Endocarponthallus nur wenige Perithezien zu finden und diese waren nur durch etwas dunklere Färbung von der schwarzbraunen Umgebung zu unterscheiden.

Überhaupt wird Endocarpon von dieser Flechte noch viel stärker in seinem Wachstum geschädigt als durch die beiden schon behandelten. Bei den meisten Präparaten war der Thallus gleichmässig braunschwarz, ja sogar die Grenze zwischen beiden Flechten war oft vollständig verwischt. Zwischen der braunschwarzen Masse der Hyphen des zugrunde gegangenen Wirts waren dann wie bei dem parasitischen Verhältnis zwischen Endocarpon und *Lecanora dispersa* die grauen, lebensfähigen Hyphen des wuchernden Schmarotzers zu bemerken.

Die Wirkung des Schmarotzers ist bei jungen wie alten Thalluslappen dieselbe; es geht der Endocarponorganismus unter der Einwirkung der parasitischen Flechte vollständig zugrunde. Der Parasit besteht aus weisslichgrauen Hyphen und runden, gelbgrünen Gonidien, deren Durchmesser 10—18 μ beträgt. Ein Vergleich dieser Gonidien mit solchen, die von der scheinbar auf anorganischem Substrat wachsenden Flechte stammten, lehrt, dass eine Differenz in den Grössenverhältnissen nicht besteht. Wie schon erwähnt, ist aber unsere Flechte nie auf anorganischen Substrat zu treffen. Unterhalb des Lecanorathallus fand ich eine braune Masse von abgestorbenen Hyphen bis zu einer Dicke von 800 μ ; in unmittelbarer Nähe desselben liess sich an manchen Schnitten noch die Gonidienzone der befallenen Flechte erkennen. Schon beim Entfernen des Thallus mit der Nadel bemerkt man eine braune, erdige Masse unter demselben, weshalb er sich leicht ablösen lässt. Die Flechte hat also hier organische Stoffe zur Verfügung gehabt.

Auch das Verhältnis zwischen Gonidienzone und Thallus war in beiden Fällen ziemlich gleich, die Gonidienzone betrug $\frac{1}{2}$ des Gesamtthallus, welches Verhältnis mit den Ergebnissen bei den beiden andern Parasiten übereinstimmt.

Apothecien habe ich bei dieser Flechte trotz eifrigem Suchens weder beim Parasiten noch bei der auf gewöhnlichem Substrat lebenden Flechte vorfinden können.

Endocarpon wird durch *Lecanora* vollständig im Wachstum gehindert und stirbt deshalb ab; der Parasit verwendet die vorhandenen Nährstoffe für seine Zwecke.

Über die Art und Weise wie die besprochenen Flechten auf *Endocarpon* gelangen lässt sich nichts Bestimmtes aussagen. Vielleicht gelangen Thallusteile derselben zufällig auf *Endocarpon* und wuchern hier, da sie günstige Ernährungsbedingungen vorfinden, üppig weiter. An Überwucherung bei der Begegnung ist wohl kaum zu denken; denn die meisten parasitischen Lager sitzen in der Mitte des *Endocarpon*-lappens, während der Rand selten vom Schmarotzer befallen ist. Bei *Lecanora dispersa*, wo diese Annahme einigermassen begründet wäre, finden sich jedoch auch Parasiten-thalli in der Mitte eines Thalluslappens der Wirtsflechte, wobei der Rand intakt ist.

Durch Fünfstück, Bitter, Lang, Friedrich u. a. wurde nachgewiesen, dass das Substrat von ganz bestimmtem Einfluss auf die Ausbildung der Flechten ist.

Der Gehalt an kohlensaurem Kalk bei den Kalkflechten bedingt das Vorhandensein der Späroidzellen und Ölhyphen; die Gattung *Pyrenula* erzeugt je nach dem sie auf dicker oder dünner Rinde vegetiert grosse oder kleine Apothecien, was zur Unterscheidung der Formen *nitida* und *nitidella* Veranlassung gegeben hat; das Verhältnis der Gonidienzone steht in ganz bestimmter Beziehung zum Substrat.

Durch die vorliegenden Ausführungen haben wir diese Abhängigkeit der Flechte von ihrem Substrat an einigen ganz besonders gearteten Fällen bestätigen können. Wir haben namentlich bei *Lecanora dispersa*, wo alle Elemente für die Untersuchung zugänglich waren, nachweisen können, dass die Gonidien auf organischem Substrat bedeutend grösser, die Algenzone mächtiger, die Apothecien umfangreicher werden, ja selbst die Sporen an Grösse zunehmen, und dass sich die einzelnen Thallusschollen aufeinander häufen, wenn die Flechte ein Material als Unterlage wählt, das ein solch enges Zusammenrücken ohne gegenseitige Gefährdung der einzelnen Lager in Bezug auf günstige Entwicklungsbedingungen gestattet. Die befallene Flechte stirbt unter den Angriffen des Parasiten ab.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

Auf *Endocarpon miniatum* sind verschiedene parasitisch lebende Lichenen zu finden, die sich wohl zufällig dort einnisten, da sie auch sonst auf gewöhnlichem Substrat anzutreffen sind. Es wurden untersucht: *Lecanora dispersa*, *Parmeliopsis hyperopta* und *Lecanora spec.*

Die als Substrat dienende Flechte wird sehr wesentlich geschädigt, ja meist vollständig vernichtet. Gonidien und Perithechien scheinen zuerst unter der aussaugenden Tätigkeit des Parasiten zu leiden; erst in letzter Linie sterben auch die Hyphen ab.

Der Vergleich der Parasitenflechte mit der auf gewöhnlichem Substrat lebenden Form zeigt, dass jene ganz bestimmte Abänderung erfährt. Der Durchmesser der Gonidien und Apothecien wird im Maximum um 50 % grösser; die Gonidienschicht beträgt die Hälfte des ganzen Thallus.

Stuttgart, Bot. Institut der Kgl. Tech. Hochschule.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Wissenschaftlichen Botanik](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Hofmann Wilh.

Artikel/Article: [Parasitische Flechten auf Endocarpon minutum \(L.\)
Ach. 259-274](#)