

Die Pilzgallen einiger Cladonien. III.

Von

E. Bachmann.

(Hierzu 52 Textfiguren.)

Wenn Cladonien mit lederrindiger Oberflächenbeschaffenheit von gewissen Pilzen befallen werden, entarten ihre Stengel zu hufeisenähnlichen Gebilden, den sog. „Frostgallen“ früherer Lichenologen. Bereits vor mehr als hundert Jahren ist die erste Galle dieser Art auf der Grimsel von SCHAEERER gesammelt und 1823 in seinen *Lichenes Helvetici exsiccati* unter Nr. 69 als *Cladonia gracilis*, v. *abortiva* in spärlichen Exemplaren verteilt worden. Dieselben Veränderungen kommen nach WAINIO ¹⁾ an den Lagerstielen von *Cladonia furcata* (HUDS.) SCHRAD. vor, sind 1830 durch DELESSERT in Frankreich gesammelt und gleichfalls als Form *abortiva* beschrieben worden.

In den von HEINRICH SANDSTEDTE herausgegebenen *Cladoniae exsiccatae* sind diese Entartungen von verschiedenen Fundorten reichlich aufgelegt zur Verteilung gelangt. Diese und viele andere, die von genanntem Herrn für mich herausgesucht worden sind, beweisen, daß sie viel verbreiteter sind als man früher gedacht hat; denn von 30 Arten oder Formen und von mehr als 50 teils deutschen, teils außerdeutschen Fundorten habe ich sie untersuchen können. Um Wiederholungen zu vermeiden, sollen in folgendem nur die an mehreren, leicht zu beschaffenden Arten gewonnenen Ergebnisse zusammengestellt werden.

¹⁾ WAINIO, ED., *Monographia Cladoniarum universalis*. Helsingfors 1887, Bd. I p. 352.

Manchmal sind ihre Schenkel so lang, daß sie mehr einem der üblichen Hufeisenmagneten als einem Pferdehufeisen (Fig. 1) gleichen,

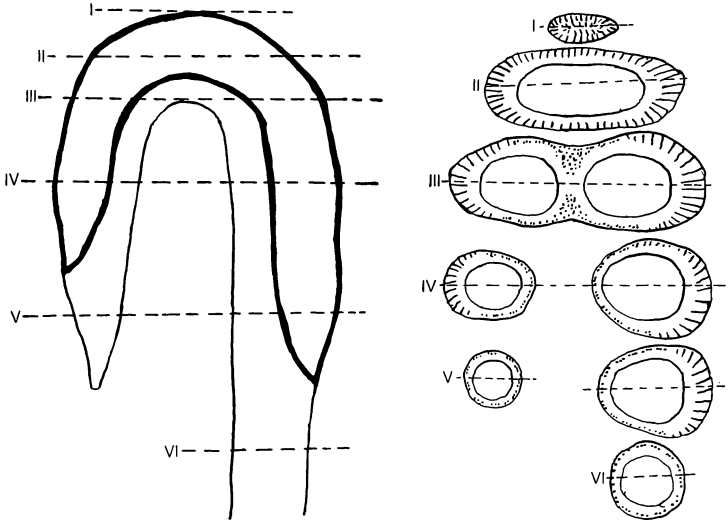


Fig. 1. Hufeisengalle mit sechs Querschnittsformen (s. Text S. 4—5). 10:1.

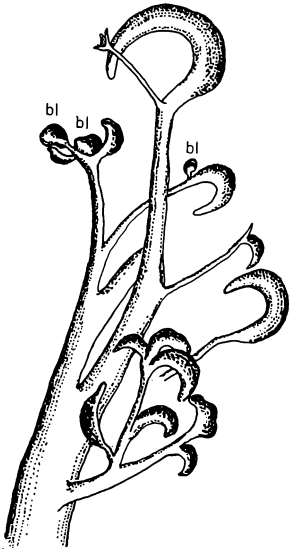


Fig. 2.

Cladonia rangiformis, v. *pungens*:

1 cm langes Stengelende mit haken- und bläschenförmigen (bl) Gallen. 7:1.

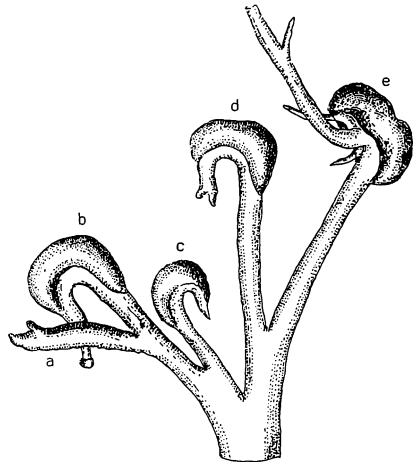


Fig. 3.

Cladonia furcata v. *palamaea*:

Stengelende mit einer sack- (a) und 4 hufeisenförmigen Gallen (b—e). 6:1.

andere Male ist der beide Schenkel verbindende Bogen so groß, daß sie Haken oder Brückenbogen ähneln (Fig. 2). Sie sind endständig (Fig. 2) oder mittelständig (Fig. 3 b—e, 4 c, e). Zuweilen ist die

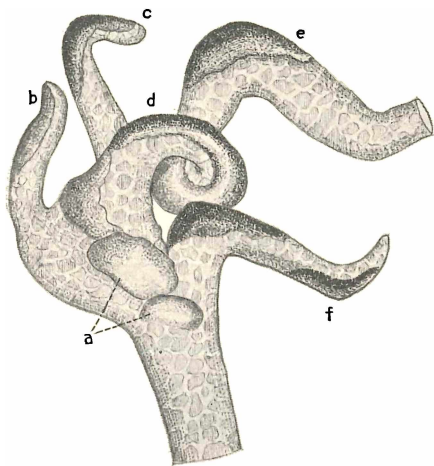


Fig. 4.

Fig. 4. *Cladonia gracilis*, v. *chordalis*, m. *abortiva* (Kehnmoor): Becher, mit kleinen randständigen (a) und randsproßständigen Gallen (b—f). 7:1.

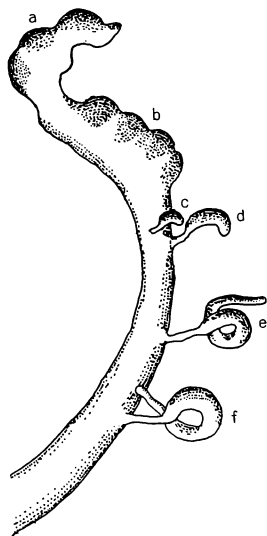


Fig. 5.

Fig. 5. Dieselbe (Schweden): Podetium mit zwei alten (a, b) und vier jugendlichen Gallen (c—f) an Seitensprossen. 7:1.

Krümmung zum Kreise geschlossen (Fig. 4 d, 5 e, f) oder die Galle beschreibt sogar mehr als einen Kreis. In diesem Falle entstehen Spiralen, deren Windungen uhrfederartig in einer Ebene liegen oder schneckenhausartig übereinander verlaufen.

Bei all diesen Gallen ist nur die Außenseite verpilzt, die Innenseite von normaler Beschaffenheit. Jene ist sofort an ihrer gelben bis braunen und selbst braunschwarzen, diese an

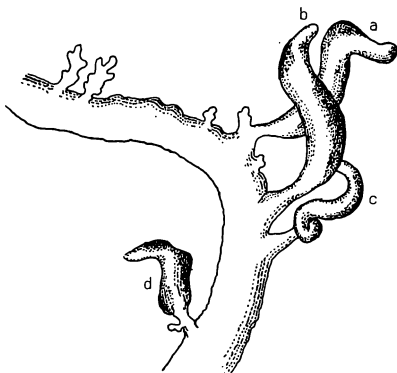


Fig. 6. *Cladonia gracilis*, v. *chordalis*, m. *abortiva* (Kehnmoor): Mittelstück eines Podetiums mit vier völlig verpilzten Seitensprossen. 7:1.

ihrer graugrünen Färbung zu erkennen und bei Lupenbetrachtung an einer deutlichen Felderung ihrer Oberfläche (Fig. 4, 8).

Oft treten an ein und demselben Stengel beiderlei Gallen nebeneinander auf (Fig. 4 f, 5 a, b). Sitzen aufeinander folgende Gallen an entgegengesetzten Seiten des Stengels, so beschreibt er eine geschlängelte Linie (Fig. 4 f, 5 a, b, 6 a, b). Sie ist peitschenförmig, wenn die Biegungen flach sind, S-förmig bei kräftigerer Entwicklung der Gallen.



Fig. 7.

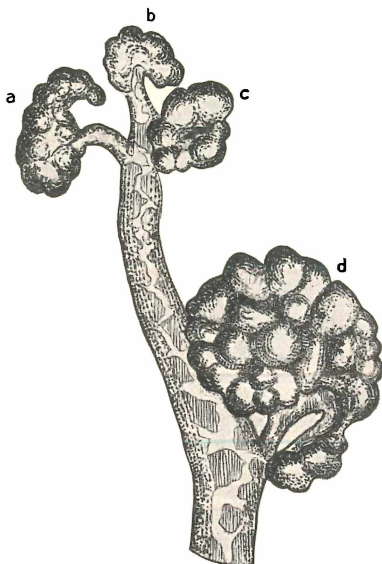


Fig. 8.

Fig. 7. *Cladonia gracilis*, v. *chordalis*, m. *abortiva* (Oberfranken):

sack- oder walzenförmige, allseitig verpilzte Randsprossen des Bechers. 6:1.

Fig. 8. *Cladonia rangiformis* (Heringsdorf): alte Hufeisengallen mit grobhöckeriger Oberfläche; d am Grunde fast kugelähnlich aufgeblasen. 12:1.

In all den beschriebenen und abgebildeten Fällen ist die Verpilzung, wie schon gesagt, einseitig; erfaßt sie den ganzen Umfang des Flechtenstieles, so entstehen sackförmige Gallen (Fig. 3 a, 7), die, wenn sie klein bleiben, bläschenartige Gestalt aufweisen (Fig. 2 bl).

Im Alter werden die Gallen meist dunkler, bis braunschwarz und die größeren unter ihnen grobhöckerig (Fig. 5 a, b, 8, 9). Zuletzt reißen sie manchmal in Längsspalten auf

An den kräftigen Lagerstielen von *Cl. gracilis*, f. *abortiva* aus dem Kehnmoor in Oldenburg kommen Gallen vor, die, obschon sie weit über 1 cm lang sind, durchaus den Eindruck einheitlicher Ent-

stehung hervorrufen, wogegen andere durch kurze Unterbrechungen ihre Entstehung aus mehreren Infektionsmittelpunkten erkennen lassen. Die kleinsten Gallen sind gerstenkornförmig, kaum einige Millimeter lang und müssen als Jugendzustände angesehen werden, was auch aus ihrer hellen Farbe und daraus hervorgeht, daß sie noch keine nennenswerte Krümmung des Stengels bewirkt haben.

Alle verpilzten Wandstellen sind Stätten lebhafteren Wachstums: das Längswachstum wiegt vor, wesentlich geringer ist das Dickenwachstum, immer viel geringer als bei den kugeligen Gallen der Gruppe von *Cl. fimbriata*. Bei manchen Arten nimmt im höheren Alter das Breitenwachstum auf Kosten des Längswachstums zu und

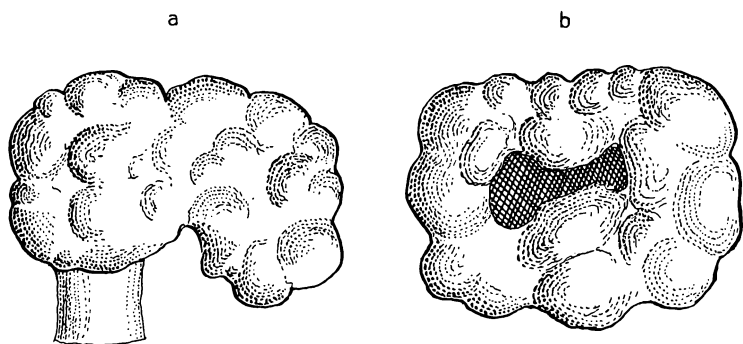


Fig. 9. *Cladonia furcata*, v. *palamaea* (Langeoog):

a) Seitenansicht, b) Aufsicht von einer alten, endständigen Galle. 12 : 1.

dann kann ihre gesunde oder konkave Seite von der verpilzten krepfenartig überwältigt werden, daß man nur einige aus ihr entspringende Sprosse, von ihr selbst aber nichts mehr sieht (Fig. 3 e). Ereignet sich dieser Vorgang an endständigen Gallen, so entstehen knopfartige Gestalten, deren Breite ihrer Länge fast gleich kommt, wie die Seitenansicht und Aufsicht einer Galle von der gleichen Art (Fig. 9) zeigen. Erhöhtes Breitenwachstum kann von stark vermehrtem Höhenwachstum begleitet sein. Diese Vereinigung der beiden Vorgänge findet, wie scheint, immer nur am Grunde zurückgebogener Gallen statt, die dann kurzgeschwänzten Kugeln gleichen und ihre ursprünglich hufeisenförmige Gestalt kaum an der gesunden, konkaven Seite erkennen lassen (Fig. 8 d). Man könnte sie mit den kugeligen Gallen der *Cl. fimbriata-tubaeformis*¹⁾ verwechseln, wenn sie nicht ganz hohl wären.

¹⁾ BACHMANN, E.: Die Pilzgallen einiger Cladonien II. Arch. f. Protistenk. Bd. 59 S. 393. Jena 1927.

Außer den Stengeln können auch die Becher infiziert werden, seltener am Grund oder Rand (Fig. 4 a), sondern meist an den Randsprossen (Fig. 4 b—f), an denen im kleinen wiederkehrt, was sich an den Stengeln im großen ereignet hat.

Sehr ungleich ist die Zahl der Gallen bei den verschiedenen Arten: *Cl. gracilis abortiva* vom Kehnmoor und *Cl. rangiformis, v. pungens* von Rossitten auf der Kurischen Nehrung stehen in dieser Beziehung an erster Stelle. Denn in fünf Rasen der ersteren, die zusammen rund 50 cm² bedecken, sind wenigstens 70 Proz. der einfach spießigen oder mit schmalen Bechern ausgestatteten Podetien verpilzt. — An dem durch Fig. 2 veranschaulichten reich verzweigten, 1 cm langen Lagerstielchen der *Cl. rangiformis* sind unter 20 Zweigspitzen 16 zu haken- oder bläschenförmigen Gallen geworden. Ähnliche Verhältnisse habe ich an derselben Art bei Breege auf der Insel Rügen, wo sie in den Dünen verbreitet ist, gefunden. — In einem handtellergroßen Rasen der *Cl. gracilis* aus dem Lohbachtal sind etwa 50 Proz. aller Podetien so stark verpilzt, daß alle Zweige derselben, wie Fig. 7 zeigt, ein steiles Büschel von sackförmigen Gallen bilden. — Ähnliche Häufigkeit ist an *Cl. furcata f. fissa* aus dem Richtmoor bei Zwischenahn beobachtet worden. Dagegen zeigt *Cl. furcata f. subulata* von der Bösel in Oldenburg nicht über 5 Proz. ihrer Podetien erkrankt, ebenso *furcata f. racemosa* von Remso auf Öland, *Cl. rangiformis f. foliosa* von Altenkarbe in der Provinz Brandenburg gegen 10 Proz.

Methodisches.

Zur ersten Orientierung über den Bau der Gallen ist ihre Zerlegung durch freihändige Schnitte, die in der Reihenfolge ihrer Gewinnung aufgeklebt wurden, ausgeführt worden. Für die Erkennung anatomischer Feinheiten und der Beziehungen zwischen Flechtenpilz, Gonidien und Gallenpilz sind möglichst dünne Mikrotomschnitte unerläßlich. Schnittserien von 15—20 μ Dicke habe ich bloß von sehr komplizierten, alten und großen Gallen hergestellt, bei denen es mehr auf Ermittlung des gestaltlichen Gesamtbildes aus der Reihenfolge der Querschnitte als auf anatomische Beziehungen ankam. Denn bei geringerer Schnittdicke erleiden umfänglichere Schnitte durch Verletzungen oder Verbiegung des Paraffinblättchens leicht störende Formveränderungen. Selbstverständlich müssen auch die anatomischen Feinheiten dieser Alterszustände untersucht werden und zwar an Schnitten von 10 μ Dicke; die sind aber an Bruckstücken ebenso leicht zu erkennen, wie an zusammenhängenden Schnitten.

Allein es gibt ein einfaches Mittel, das Zerbröckeln der Gallenwand zu umgehen, denn es beruht nicht nur auf ihrer Sprödigkeit, sondern hauptsächlich darauf, daß die gallenbesetzten Stengel hohl sind und daß das Paraffin selbst bei mehr als einstündigem Verweilen in dem geschmolzenen Einbettungsmittel nicht in die Zentralthöhle eindringt. Die Folge davon ist, daß die Wand, sobald die Messerschneide auf sie trifft, etwas nachgibt und zerspringt, besonders bei geringerer Schnittdicke. Wenn man jedoch die angefeuchtete Galle zwischen Daumen und Zeigefinger mit einem scharfen Rasiermesser der Länge nach halbiert, entstehen aus dem röhrenförmigen Objekt zwei rinnenförmige, deren Höhlungen beim Einschmelzen in Paraffin leicht und vollständig erfüllt werden. Am besten wird hierauf die eine Hälfte so eingebettet, daß sie in Querschnitte zerlegt werden kann, während die andere parallel mit der Längsachse des Stengels und der Hufeisenschenkel in Längsschnitte zerlegt wird. Stößt jetzt die Messerschneide beim Schneiden auf die Gallenwand, so kann diese nicht nachgeben, weil das hart gewordene Paraffin unter ihr ein festes Widerlager bildet, und bleibt ganz.

Zu den Formänderungen, die der Gallenpilz an den Flechten teilen hervorbringt, gehören auch mehr oder weniger starke Anschwellungen, von denen aber nicht alle Gewebearten gleichmäßig betroffen werden, deren Anteil deshalb durch sorgfältige Messungen ermittelt werden muß. Als Grundlage wurde dabei stets das Dickenverhältnis der einzelnen Schichten im normalen Lagerstiel festgestellt und auf die vier Größen M, Mg, V und Ms umgerechnet. Wie sich von selbst versteht, haben vergleichende Messungen nur Wert, wenn die Schnitte genau senkrecht zum Verlauf der Wand geführt worden sind, was bei ringförmigen oder spiraligen Gallen streng genommen bloß auf eine einzige Schnittfläche zutrifft, bei hufeisenförmigen Gallen dagegen auf die ganze Strecke, auf der ihre beiden Schenkel miteinander parallel laufen. In der durch Fig. 1 veranschaulichten Galle z. B. sind alle Schnitte von I—III für vergleichende Messungen unbrauchbar, weil die Schnittrichtung mehr oder weniger schief zur Oberfläche liegt, bei I sogar tangential durch das Gallengewebe geht. Erst etwas oberhalb der Schnittfläche IV beginnen die brauchbaren Schnitte, deren Zahl bei kurzschenkligen Gallen sehr gering sein kann. Jeder Querschnitt besteht hier aus zwei eiförmigen Schnitten, die ihre schmale unverpilzte Hälfte einander zuwenden. Die abgewendeten, verpilzten Hälften sind durch größere Mächtigkeit und durch kräftige, radiale Streifung gekennzeichnet, die weniger mäch-

tigen, gesunden durch eine Reihe von Punkten (Gonidien). Hier allein dürfen Messungen der Mächtigkeit und Zählungen von Gallen- und Algenzellen vorgenommen werden. — Ist, wie in Fig. 1, der eine Schenkel länger als der andere und reicht an dem längeren die Verpilzung weiter herab, so folgt ein Querschnittpaar (V), das aus einem ring- (normaler Schenkel) und einem eiförmigen Querschnitt (verpilzter Schenkel) besteht. Noch weiter abwärts erhält man bloß einen Querschnitt (VI) von durchaus gesunder Beschaffenheit. Wo der Schnitt durch die konkave Seite der Biegung geht (III), hat er die Gestalt einer liegenden Acht. In ihr sind die beiden voneinander weggewendeten Seiten verpilzt, der mittelste kreuzförmige Abschnitt aber enthält keine Gallenhyphen und ist gewöhnlich reich an Gonidien. — Ist die Galle anfangs der Länge nach halbiert worden, so ist natürlich von jedem Querschnitt bloß die Hälfte vorhanden, wie die gestrichelten Linien erkennen lassen, sie genügt, um alle anatomischen Einzelheiten zu erkennen.

Das Färben der Schnitte ist nach der HEIDENHAIN'schen und abgeänderten CHAMBERLAIN'schen Methode ausgeführt worden (vgl. BACHMANN, E., Die Pilzgallen einiger Cladonien. II. Arch. f. Protistenk. Bd. 59 p. 373. Jena 1927). Die Gallen der *Gracilis*-Formen dürfen jedoch nicht länger als 3 Minuten im Cyanin bleiben, weil sonst auch verschiedene Teile des Flechtenpilzes blau gefärbt werden. Offenbar ist ihr Plasma für Cyanin aufspeicherungsfähiger als das der *Cl. fimbriata* und ihrer Verwandten; vielleicht liegt es auch daran, daß von ihm das Cyanin fester gehalten wird und deshalb aus der Küvette mit Alkohol etwas langsamer herausgehoben werden müßte. Dies läßt sich aber wegen des geringeren Zeitunterschiedes schwerer regulieren als der Aufenthalt in der Cyaninlösung und deshalb ist die Zeit von 3 Minuten als Norm für die *Gracilis*-Gruppe anzusehen. Allerdings können dabei die Rindenprotoplasten einen blauen Schimmer annehmen, auch die in der Nähe von Gallenhyphen befindlichen, degenerierten Gonidien hellblau werden. Sie unterscheiden sich aber von ähnlichen Gallenzellen nicht nur durch die Blässe ihrer Färbung, sondern auch durch eine eigenartig wolkige Beschaffenheit ihres Plasmas. Sollte man trotzdem über die Zugehörigkeit einer Zelle zu den Gonidien in Zweifel sein, so muß man der Zinkchloridjodprobe die Entscheidung anheim stellen, die in diesem Falle freilich umständliche Vorbereitungen erfordert. Denn nach vorsichtigem Abheben des Deckglases muß der Kanadabalsam entfernt werden, was durch mehrstündiges Stehen in Xylol, der dreimal zu wechseln ist, erreicht werden kann. Von hier aus bringt man den Objektträger

in einen niedrigen Standzylinder mit Alkohol und betupft ihn, nachdem alles Xylol verdrängt worden ist, mit einigen Tropfen der Jodlösung. Zeigen sich nach dem Auflegen des Deckglases die Wände einer zweifelhaften Zelle in weinroter Färbung, so handelt es sich um eine Algenzelle, im anderen Falle um eine Gallenzelle. Soll nachher das Präparat wieder konserviert werden, so muß es erst in fließendem Wasser vom Jod, hierauf in der üblichen Weise durch Alkohol, endlich Xylol vom Wasser befreit werden.

Für verpilzte *Cladonia rangiformis* und *Cl. amaurocraea* empfiehlt sich ein 5 Minuten langes Eintauchen in Erythrosin- und Cyaninlösung. Beide geben dann vorzügliche Farbenunterschiede zwischen den dreierlei Plasmakörpern. Die der Gallenzellen werden rein- und tiefblau gefärbt, die der gesunden Gonidien grünbläulich, die degenerierter rosa und ebenso die des Flechtenpilzes. Für *Cl. amaurocraea* ist dies besonders wertvoll, weil ihre Gallenhyphen, wie später gezeigt werden wird, sehr dünn und kurzgliedrig sind, sich demnach von gewissen Elementen des Flechtenpilzes gestaltlich schwer unterscheiden lassen, viel schwerer als bei den *Gracilis*-Gallen.

Weil die Einwirkungszeit bei verschiedenen Flechten und ihren Gallen wechselt, ist es ratsam, das Färbungsergebnis vor dem Einbetten in Balsam zu prüfen. Das geschieht am besten, nachdem der Objektträger aus der Küvette mit Alkohol herausgehoben worden ist. Ist der Alkohol mitsamt dem überschüssigen Farbstoff abgelaufen, so braucht man bloß seine Rückseite zu trocknen, um ihn unter dem vorher genau eingestellten Mikroskop bei etwa 70facher Vergrößerung prüfen zu können. Bei einiger Übung sieht man schnell, ob die Gallenhyphen deutlich genug hervortreten oder ob außer ihnen auch die Flechtenbestandteile zuviel Cyanin aufgespeichert haben. In diesem Falle taucht man das Präparat noch auf einen Augenblick in den Alkohol, in jenem auf eine oder mehrere Minuten in die Cyaninlösung.

Wenn es sich aus irgendeinem Grunde nötig macht, bereits konservierte Präparate einer nochmaligen Cyaninfärbung zu unterwerfen, so muß dasselbe Verfahren eingeschlagen werden wie bei der oben beschriebenen Chlorzinkjodprobe. Nachdem aller Balsam weggelöst worden ist, stellt man den Objektträger auf einige Minuten in die Cyaninlösung, prüft nach momentanem Eintauchen in Alkohol den Grad der Färbung und hellt zuletzt, falls die richtige Färbung erreicht worden war, in Nelkenöl auf.

Übersicht der Arten, an denen die der folgenden Darstellung zugrunde liegenden Untersuchungen ausgeführt worden sind.

1. *Cladonia amaurocraea* (FLRK.) SCHAER. Oberhalb des Krimmler Wasserfalles im Salzburgischen von ANDERS gesammelt (amr.).
2. *Cl. ecmocyna* NYL. von STENHOLM in Lappland gesammelt (ec).
3. *Cl. gracilis* (L.) WILLD., v. *chordalis* FLRK., m. *abortiva* SCHAER.
 - a) Von Westergötland in Schweden zwischen Moosen auf einem Berge in tiefem Waldesschatten gesammelt durch MAGNUSSON, ausgegeben in SANDSTEDE, Cl. exs. 561 (gr. S.).
 - b) Kronsberge bei Bösel in Oldenburg, Cl. exs. 222 (gr. 222).
 - c) Osenberge in Dünentälern unter Föhren, Cl. 223 (gr. 223).
 - d) Bei Steinloge unter überhängender Calluna, feucht, mit dicken, unförmlichen Gallen, Cl. exs. 1363 (gr. 1363).
 - e) Kehnmoor bei Oldenburg (gr. K.).
 - f) Sand in Oldenburg (gr. Sd.).
 - g) Lohbachtal in Oberfranken, gesammelt durch E. BACHMANN (gr. Lo.).
 - h) Grimsel im Haslital, Schweiz, gesammelt durch SCHAERER (gr. Gr.).
4. *Cl. gracilis*, m. *foliosa* SANDST. Kronsberge bei Bösel, im Schatten der Föhren, Cl. exs. 472 (gr. fol.).
5. *Cl. gracilis*, m. *pleurocarpa* SANDST. Ostfriesland in Wäldern bei Hesel, Cl. exs. 472 (gr. pl.). Von 3 b—f, 4, 5 gesammelt durch SANDSTEDE.
6. *Cl. rangiformis* HOFFM., v. *pungens* (ACH.).
 - a) In Dünentälern bei Breege auf Rügen gesammelt durch E. BACHMANN (rgf. Br.).
 - b) Bei Rossitten auf der Kurischen Nehrung gesammelt durch SANDSTEDE (rgf. R.).
- v. *foliosa* FLRK. in einem Kiefernwald bei Altkarbe im Brandenburgischen gesammelt von J. HILLMANN (rgf. fl.).

Alle diese Podetien und die vieler nicht mit Namen aufgeführter, anderer Cladonien zeigen bei Lupenbetrachtung grüne, vieleckige oder unregelmäßig gestaltete, durch breite oder schmale, graue oder gelbliche Zwischenräume voneinander getrennte Flecken. Dieser Farbengegensatz beruht darauf, daß die Gonidien felderweise über die Oberfläche verteilt und von gonidienfreien Rainen umgeben sind. Beiderlei Wandstellen können vom Gallenpilz befallen werden; daß er, wie scheint, die Raine leichter befällt als die Felder, liegt

darán, daß die Rinde über jenen oft lockerer und auch dünner ist als über diesen.

Erste Besiedelung.

Obgleich alles dafür spricht, daß sie von außen her durch zahlreiche, sehr kleine Sporen erfolgt, habe ich nie eine solche der Oberfläche anhaftend gefunden, sondern nur kurze Keimschläuche. So zeigt Fig. 10, wie durch die Lücke der zwei- bis dreischichtigen, braunwandigen Rinde eine dreizellige, feinfädige Mycelhyphe eingedrungen ist und $20\ \mu$ Tiefe erreicht hat. Als Gallenfaden gibt sie sich an der reinblauen Farbe ihres Plasmas und an der Dünne ihrer farblosen Wände zu erkennen. Ihre äußerste Zelle ist 8, die zweite 12, die letzte $3\ \mu$ lang bei $1\text{--}2\ \mu$ Dicke des Plasmafadens. Von der zweiten Zelle geht ein zweizelliger Zweig parallel mit der Oberfläche nach links und sorgt für die Ausbreitung des Gallenpilzes nach der Seite, ebenso der im Querschnitt als blauer Punkt auftretende Ast auf der gegenüberliegenden Seite des Hauptfadens am Ende der zweiten Zelle. Er geht, wie aus den nachfolgenden Schnitten erkennbar war, auch mit der Oberfläche parallel, läuft aber gerade auf den Beschauer zu. In der Umgebung dieser Gallenhyphes, durch geringe Entfernung von ihr getrennt, finden sich Gruppen von Außenmarkzellen des Flechtenpilzes, kenntlich an ihren dicken, farblosen Wänden und ihren nicht über $0,5\ \mu$ großen, blaßroten Protoplasten.

Einen fortgeschritteneren Zustand von derselben Flechte (amr) stellt Fig. 11 dar: Von der Oberfläche der vierschichtigen und $23,2\ \mu$ mächtigen Rinde dringen zwei Gallenhyphen schief nach innen. Die linke verzweigt sich schon $6\ \mu$ unter der Oberfläche, so daß von diesem Punkte an drei Zellfäden divergierend nach innen ziehen. Nur zwei von ihnen gelangen in tiefere Regionen ($55\ \mu$) und ziehen in der Lücke zwischen zwei Gonidiengruppen bis fast an das Innenende der größeren unter den beiden. Von den beiden kürzeren Gallenzweigen geht einer tangential nach links und dient zur seitlichen Ausbreitung gleich den kreisrunden an der Grenze von Rinde und Gonidienzone; denn auch sie sind als Querschnitte von Gallenhyphen anzusehen, die auf den Beschauer zulaufen. Dieser ganze Büschel von Gallenhyphen ist am Innenrand der Rinde $21\ \mu$ breit und hat diese in seiner ganzen Ausdehnung resorbiert, ja nach den Seiten hin sogar noch einen etwa $4\ \mu$ breiten, hellen Saum von entarteten Rindenzellen gebildet. Davon ist in Fig. 10 nichts zu

sehen, vielmehr scheinen die Gallenzellen an dieser gonidienlosen Wandstelle durch eine Lücke der Rinde eingedrungen zu sein.

Die Infektion kann gleichzeitig an mehreren nicht weit voneinander entfernten Punkten erfolgen, wie Fig. 13 zeigt: Das Präparat stammt von einer der unförmlichen Gallen von Steinloge in Oldenburg (gr. 1363) und ist in der Sehne gemessen $291\ \mu$ lang. Auf dem höchsten Punkte der Wucherung sind auf einer $39\ \mu$ langen Strecke drei Gallenhyphen in die Rinde eingedrungen, eine vierte $48,3\ \mu$ seitwärts davon. Drei von ihnen sind einzellig, eine ist kurzgliedrig und sechszellig, alle sind fadenförmig, innen etwas dicker als außen und $18\text{--}24\ \mu$ lang. Damit haben sie nicht allein die Rinde durchsetzt, sondern sind schon in das Außenmark eingedrungen und haben die Gonidienzone stark beeinflußt: die Größe der Einzelgonidien hat zwar nicht wesentlich zugenommen (bis auf $7\ \mu$), aber es haben sich zahlreiche (hier sechs) Autosporenbehälter gebildet, von denen der größte $31 \times 12,7\ \mu$ mißt und im Längsschnitt 18 kugelrunde Sporen von $1\text{--}1,5\ \mu$ Durchmesser aufweist. Der äußerste ist bereits ganz, die beiden nächsten sind teilweise entleert. Die Sporen der drei inneren und die Protoplasten sämtlicher Einzelgonidien sind durch Hämatoxylin blauschwarz gefärbt worden, zeigen also noch keine Spur von Entartung. Da in normalen Wandstellen die Schichtenzahl 2,5 beträgt, hat sie im Gallenhügel um reichlich das Dreifache zugenommen. Aber auch in den beiden Seitenflügeln und zwar im linken mit der Mächtigkeit $61,9\ \mu$ auf 4, im rechten mit der Mächtigkeit 55 auf 3—4, woraus hervorgeht, daß diese Wandstellen als Übergangsstellen anzusehen sind, d. h. als Stellen, in denen durch den Fernreiz der im Hügel befindlichen wenigen Gallenzellen eine Förderung des Gonidienwachstums stattgefunden hat. Mit der Vermehrung der Gonidien hat die der Außenmarkzellen ungefähr gleichen Schritt gehalten, denn aus sehr lückenreichem Plektenchym ist es im Gallenhügel fast zu einem lückenlosen Paraplektenchym geworden.

Etwas anders ist das Bild, das die in Fig. 14 dargestellte, aus den Kronsbergen in Oldenburg (gr. 222) stammende kleine, hufeisenförmige Galle darbietet: das gezeichnete Bogenstück war in der Sehne gemessen $630\ \mu$ lang, am Ende des langen Schenkels $94,4\ \mu$, in der Mitte des verpilzten Bogens $204,6\ \mu$ dick, was einer Dickenzunahme von 100:217 entspricht. In dem Seitenarm ist die Gonidienzone $13,7\ \mu$ mächtig und zweischichtig, in der Hügelmitte jedoch $73,5\ \mu$ und neunschichtig. Die Gonidien sind beim Wachstum des locker und lückenreich gebliebenen Außenmarks stellenweise bis an

die Außengrenze des Innenmarks transportiert und dabei sehr stark zerstreut worden. Die wichtigste Veränderung aber ist, daß sie bis ungefähr zur Mitte der Mächtigkeit der Gonidienzone, anders gesagt in deren äußerer Hälfte entartet sind; denn ihr Plasma wird von Hämatoxylin nur grau, nicht blauschwarz gefärbt. — Diese Wirkungen sind durch die acht kleinen Gallenhyphen, von denen die meisten noch nicht einmal bis zur Gonidienzone vorgedrungen sind, hervorgebracht worden, ein Beweis, daß die Gallenhyphen nur im ersten Anfang einen fördernden Einfluß auf die Algenzellen haben, sehr bald einen schädigenden. Hierher ist sicher auch die bei Hufeisengallen viel bemerkte auffallende Volumenvergrößerung der Algenzellen zu rechnen, eine ungesunde Hypertrophie, die in scharfem Gegensatz zu der bei Kugelgallen so häufigen Bildung von lebenskräftigen „Gruppenkugeln“ steht.

Die acht Infektionspunkte in Fig. 14 verteilen sich auf eine Strecke von $581\ \mu$. Bei gleichmäßiger Verteilung würde der Abstand zwischen je zwei von ihnen $74\ \mu$ betragen. Denkt man sich das auf eine Gallenfläche von $1\ \text{mm}^2$ übertragen, so würden sich 196 Infektionsstellen für diese kleine Fläche ergeben. Man darf sich jedoch nicht vorstellen, daß überall da, wo Gallenoberfläche vorhanden ist, Infektion von außen stattgefunden hat. Vielmehr breitet sich das Gallengewebe auch im Inneren der Cladonienwände nach allen Seiten aus.

Ausbreitung des Gallenmycels nach den Seiten.

Aus der Tatsache, daß die hufeisenförmigen Gallen in Richtung der Längsachse des Stieles meist viel stärker gestreckt sind als rechtwinklig hierzu, muß gefolgert werden, daß sich die Gallenhyphen leichter und lebhafter in Richtung der Längsachse innerhalb der Wand ausbreiten als seitwärts, und das dürfte im Bau der Wand lederrindiger Cladonien begründet sein.

Wie sie sich nach den Seiten ausbreiten, lehrt Fig. 12, ein kleines Stück des Querschnittes durch eine der „unförmlichen“ Gallen von Steinloge (gr. 1363). Von dem kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von $1388\ \mu$ waren wenigstens $\frac{4}{5}$ des Umfanges verpilzt und hier bis zum Doppelten der normalen Mächtigkeit angeschwollen. Gonidien waren bloß an der gesunden Wandstelle zu sehen. An den Seitenwänden des verpilzten Abschnittes, da wo dieser an den gesunden angrenzt, wiegen (Fig. 12) die tangential verlaufenden Hyphen bei weitem vor. Sie sind teils kurzgliedrig, zuweilen fast perlschnurartig, teils langgliedrig und verlaufen in

dem Raume zwischen Rinde und $33\ \mu$ Tiefe zu zweit bis zu fünf. Im ersten Falle ist die Lücke zwischen beiden mit Außenmarkzellen, die an ihren rosa gefärbten Protoplasten und dicken Wänden kenntlich

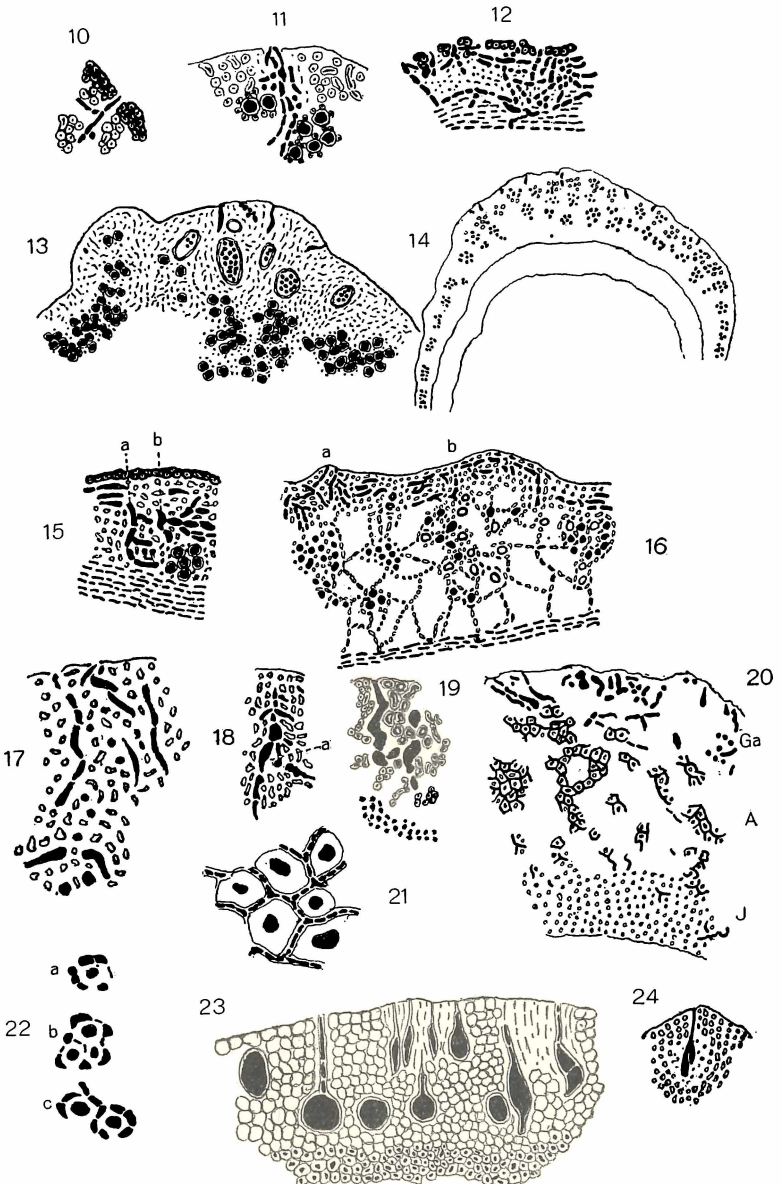


Fig. 10—24 (Erklärung hierzu siehe folgende Seite.)

Fig. 10. *Cladonia amaurocraea*: Infektion durch eine Gallenhyphe an gonidienfreier Wandstelle. 250:1.

Fig. 11. Dieselbe: Infektion durch Gallenhypphen an einer gonidienhaltigen Wandstelle. 213:1.

Fig. 12. *Cladonia gracilis*, v. *abortiva* (gr. 1363): seitliche Ausbreitung des Gallenpilzes durch Tangentialhyphen, vom Seitenrande eines Gallenquerschnittes. 270:1.

Fig. 13. Dieselbe: Gallenhügel im Anfang der Verpilzung mit vier Infektionshyphen; weiteres im Text S. 272. 170:1.

Fig. 14. Dieselbe (gr. 222): Querschnitt durch einen verpilzten Stengel mit acht Infektionshyphen im Gallenbogen. Bogenflügel normal; entartete Gonidien ringförmig, gesunde punktförmig gezeichnet. 52:1.

Fig. 15. Dieselbe (gr. K.): Seitliche Ausbreitung des Mycels durch Tangentialhyphen, die als Seitenzweige von den Vertikalhyphen a, b entspringen. 250:1.

Fig. 16. *Cladonia ecmocyna*: Querschnitt durch den Rand einer jungen Galle mit vielen Tangentialhyphen im Rindengewebe; entartete Gonidien als große Ringe, gesunde als schwarze Punkte, Rinden- und Außenmarkzellen als kleine Ringe eingezeichnet. 250:1.

Fig. 17. *Cladonia gracilis*, v. *abortiva* (gr. S.):

Drei Vertikalhyphen des Mycels in Rinde und Außenmark. 670:1.

Fig. 18. Dieselbe (gr. 222): Reich verzweigte Vertikalhyphe des Mycels in Rinde und Außenmark; a = Lücke. 513:1.

Fig. 19. Dieselbe: Vertikalhyphen des Mycels, von außen nach innen an Dicke zunehmend (s. Text S. 279). 670:1.

Fig. 20. *Cladonia amaurocraea*: Partie eines Stengelquerschnittes mit maschenförmigem Gallengewebe hauptsächlich im Außenmark. Ga = Gallenzone, A = Außenmark, J = Innenmark. 250 $\frac{1}{2}$:1.

Fig. 21. Dieselbe: Sechs Maschen des Gallengewebes. Die im Mittelpunkt der Maschen liegenden Protoplasten der Außenmarkzellen sind blasser gezeichnet als die der Gallenhypphen (Jugendzustand). 1330:1.

Fig. 22. Dieselbe: a) Einzelmasche, b) Gruppe von drei, c) Gruppe von zwei Maschen, deren Gallenzellen zum Teil stark angeschwollen sind (Alterszustand). 1000:1.

Fig. 23. *Cladonia gracilis*, v. *abortiva* (gr. S.): Schwellzellen in Rinde und Außenmark am Innenende von Infektionshyphen. 513:1.

Fig. 24. Dieselbe (gr. 222): Zwei Schwellzellen am Innenende einer Infektionshyphe. 250:1.

sind und nicht lückenlos aneinander schließen, gefüllt. Überlagert wird dieses Gemisch von Gallenhypphen und Außenmarkzellen von einer meist einschichtigen Rinde aus isodiametrischen, braunwandigen kleinen Zellen; durch zahlreiche, mit radialen Gallenhypphen erfüllte Lücken wird sie in Täfelchen von geringer Ausdehnung zerlegt. Die Zellen der tangentialen Gallenhypphen sind 5—6, selten 11 μ lang und (ohne die höchstens 0,5 μ starke Wand) 2 μ dick, doch kann die Dicke in spindelförmig angeschwollenen Zellen auf 3 μ steigen.

Die tangential verlaufenden Gallenhyphen sind fast immer Zweige von senkrecht eingedrungenen. Das zeigt außer Fig. 12 auch Fig. 15 deutlich; der Schnitt, von dem die Zeichnung gewonnen worden ist, stammt von einer kleinen, fast kreisförmig gebogenen Galle der *Cl. gracilis* aus dem Kehnmoor (gr. K.). Der Durchmesser des Podetiums unterhalb der Galle betrug nur $398\ \mu$, der des ledergelben Gallenbogens $478\ \mu$, alles Anzeichen ihrer Jugend. Die Wandmächtigkeit beträgt an der gezeichneten kurzen Strecke $73,9$ bis $84,4\ \mu$, wovon allein auf das Innenmark $36,7\ \mu$ kommen. Eine besondere Gallenzone gibt es gar nicht, denn die Gallenhyphen reichen von der Oberfläche bis an das Innenmark. Einige Tangentialhyphen ziehen unmittelbar unter und parallel mit der von einer ein- bis zweischichtigen, gelbbraunlichen Rinde gebildeten Oberfläche hin, die anderen verlaufen in tieferen Regionen und entspringen von dicken, draht- oder spindelförmigen Vertikalhyphen, die sich aber nicht bis an die Oberfläche verfolgen lassen, also nicht Infektionshyphen, sondern selbst wieder Zweige des hier befindlichen Mycelnetzes sind. Von der Hyphe a gehen drei Zweige, von b geht einer aus, der sich aber alsbald nach zwei Seiten verzweigt, so daß dann fünf Tangentialhyphen nebeneinander her laufen. Fast alle ihre Zellen sind durch die Dicke ihrer Protoplasten (bis $3\ \mu$) ausgezeichnet. Unter diesem Bündel von Gallenhyphen liegt eine Gruppe von fünf Gonidien, deren Inhalt blaurot aussieht, wolkige Beschaffenheit zeigt und daraus erkennen läßt, daß er bereits entartet ist. Kurz, auch dieses spärliche Gallenmycel hat schon auf alle vorhandenen Algenzellen eine schädigende Wirkung ausgeübt.

Ungefähr denselben Entwicklungszustand veranschaulicht Fig. 16, eine $102\ \mu$ lange Strecke vom Rande eines Querschnittes einer jungen, gerstenkornförmigen Galle von *Cl. ecmocyna* (ec) aus Lappland: Bei a ist eine Infektionsstelle, und zwar sind in geringer Entfernung voneinander gleich zwei Vertikalhyphen in die Rinde eingedrungen. Sie sind beide dreizellig, nehmen nach innen ein wenig an Dicke zu (bis $2\ \mu$), verzweigen sich und entsenden von ihren Zweigen teils Tangential-, teils tiefer gehende, selten nach außen verlaufende Vertikalhyphen. Die meisten verlaufen parallel mit der Oberfläche in der dichten Rinde, deren Zellen von den Gallenzellen resorbiert werden. Von dem Punkte b aus lassen sich solche Tangentialhyphen nach rechts bis in $110\ \mu$, nach links bis in $128\ \mu$ Entfernung verfolgen, die rechte Seite ist der freie Rand der Galle. Bemerkenswert ist, daß die unter der gallenführenden Rinde befindliche

Gonidienzone an Mächtigkeit zugenommen hat, an manchen Stellen um das Doppelte, an anderen um das Vierfache, während die Schichtenzahl nicht in dem gleichen Verhältnis gestiegen ist. Kurz, die Vermehrung der Gonidien erreicht nicht denselben Grad wie ihre Zerstreuung, womit es auch zusammenhängt, daß keine Gruppenkugeln zu sehen sind. In etwa der Hälfte der Algenzellen ist der Inhalt rosa gefärbt, also entartet, oder ganz verschwunden; in der anderen Hälfte sieht das Plasma grün aus, muß demnach noch gesund und lebenskräftig sein; diese durch den Gallenpilz geschädigten Gonidien verteilen sich von der Rinde bis zu dem tiefsten Punkte, bis zu dem sie vorgedrungen sind. — Ebenso bemerkenswert ist, daß der größere Teil des Außenmarks noch sehr reich an großen Lücken ist, daß es nicht zu dem dichten Paraplektenchym geworden ist, zu dem es sich unter der Reizwirkung des Gallenpilzes gern umwandelt.

Ausbreitung der Gallenhyphen in die Tiefe.

Die Infektionshyphen bleiben nicht in der Rinde, und auch die von den Tangentialhyphen der Randregion entspringenden Vertikalhyphen dringen in die tieferen Stellen der *Cladonia*-Wände. Meistens gelangen sie höchstens bis an die Außengrenze des Innenmarks, selten in dieses hinein.

Den ersten Fall zeigt Fig. 17, eine kleine Partie durch den Querschnitt einer gerstenkornförmigen, seitenständigen, ledergelben und trotz verhältnismäßig bedeutender Höhe jugendlichen Galle (gr. S.): Es sind deutlich zweierlei Elemente zu unterscheiden, rein blaue Gallenzellen und hellrötliche bis gelbrote Protoplasten der Rinden- und Außenmarkzellen des Flechtenpilzes. Von den Gallenhyphen lassen sich zwei bis an die Außenfläche der Rinde verfolgen; die erste besteht aus sechs cylindrischen, nach innen dicker werdenden Zellen und zeigt zwischen der ersten und zweiten eine kurze Unterbrechung. Die größte Zellendicke beträgt (ohne Wand) $2,2\ \mu$, die größte Länge $6\ \mu$, die Gesamtlänge der ganzen Hyphe $22,4\ \mu$. Die beiden Tangentialhyphen zwischen 30 und $38\ \mu$ Tiefe sind wahrscheinlich nur Seitenzweige einer infolge starker Biegung nicht mit in die Schnittfläche gekommenen Endzelle derselben Hyphe. Die zweite Gallenhyphe beginnt an der Rindenoberfläche mit einer schlank-spindelförmigen, bis $1,2\ \mu$ dicken, $5\ \mu$ langen Zelle, von der sich eine $2,5\ \mu$ dicke, $6\ \mu$ lange abzweigt, von dieser eine dritte, etwas dünnere. Zu ihr gehört sicher auch die schmale, spindel-

förmige, zwischen 11,2 und 20,8 μ Tiefe gelegene Zelle, obwohl das Verbindungsstück nach der darüber befindlichen nicht mit auf die Schnittfläche gekommen ist. Von der dritten, zwischen 6,2 und 20,9 μ Tiefe ausgespannten zweizelligen Gallenhyphe fehlt die erste Zelle. Sieben kreis- oder fast kreisrunde dicke, blaue Gallenzellen sind als Querschnitte von Hyphen aufzufassen, welche in dem Stengel tangential, aber auf den Beschauer zulaufen. Der ganze übrige Raum bis in die genannte Tiefe, die die normale Rindendicke um etwa das Vierfache übertrifft, also hauptsächlich aus Außenmark besteht, wird von dickwandigen, meist isodiametrischen Flechtenpilzzellen eingenommen, deren Höhlungen sich zum Teil von 0,5 auf 2 und mehr μ erweitert haben und deren wandständiges Plasma gelbrot aussieht, weil es etwas Erythrosin aufgespeichert hat.

Wie reich sich eine einzelne Vertikalgallenhyphe verzweigen kann ist an Fig. 18 ersichtlich, einer kleinen Partie aus dem Grunde einer älteren Hufeisengalle von (gr. 222). Die betreffende Hyphe ist bis zum innersten Ende ihres tiefsten Seitenzweiges 28,8 μ lang und mit ihrer äußersten kleinen Zelle noch 4,6 μ von der Oberfläche der Rinde entfernt. So klein sie ist, sendet sie einen Seitenzweig nach rechts; deren zwei entspringen an der Berührungsstelle der zweiten und dritten; von der vierten, ungewöhnlich verdickten Stammeszelle geht ein kleiner Zweig nach rechts, eine spindelförmige 6 μ lange, 2,4 μ dicke Zelle nach links. Zwischen beiden setzt sich der Hyphenstamm als senkrechte, 5 μ lange, innen kopfförmig verdickte Zelle fort und endet in einem etwas längeren, fast tangential gerichteten Seitenzweig, während die erst erwähnte größte Spindelzelle sich nach innen mit zwei dünneren Zellen zur Vertikalhyphe umgebildet hat und an Stelle der Stammeshyphe getreten ist. Die Umgebung all dieser Gallenhyphen bis zu den innersten wird von kleinen und ziemlich dicht gelegenen, d. h. verhältnismäßig dünnwandigen Rinden- und Außenmarkzellen eingenommen. Wie bei (gr. S.) Fig. 17 sind die Zellhöhlungen beträchtlich weiter als in normalen Außenmarkzellen. Nur in dem Zwischenraum a, der die beiden, von dem großen rundlichen Hyphenmittelpunkt ausgehenden Zellen trennt, ist nichts von Außenmarkzellen zu sehen. Da die Wände der Gallenzellen bloß 0,5 μ dick sind, der Abstand aber bis 2,5 μ steigt, müssen die früher zwischen ihnen gelegenen Markzellen resorbiert worden sein, oder es hat dort von Anfang an eine Gewebslücke bestanden. Weiter innen ist das Außenmark von gewöhnlicher Beschaffenheit: ein lückenreiches, fädiges Plektenchym. Daß es im Bereich der Gallenzellen dünn-

wandig, weithöhlilig und dicht geworden ist, kann nur eine Reizwirkung des fremden Pilzes sein.

Noch auffallender sind diese Veränderungen in Fig. 19 zu sehen, einer kleinen Partie aus einer jugendlichen Hufeisengalle der (gr. 222); gezeichnet sind nur wenige Schichten des 33μ mächtigen Innenmarks und die ganzen $44,1\mu$ mächtigen Außengewebe. Gonidien fehlen, aber bis in $26,7\mu$ Tiefe sind sie von einer geschlängelten Gallenzelle senkrecht durchzogen. An der Oberfläche fängt sie mit 2μ Dicke an, um am inneren Ende 5μ zu erreichen; hier schließt sich eine eiförmige $9 \times 5\mu$ große Zelle an, von der nach rechts eine ähnlich gestaltete, aber kleinere abgeht. Die drei Gallenzellen rechts von dieser Hyphe sind, wie der Vergleich mit dem vorausgehenden und nachfolgenden Schnitt gelehrt hat, Glieder einer zweiten Vertikalhyphe, deren starke Biegungen die Ursache sind, daß sie in dem gezeichneten Schnitte zwei Unterbrechungen aufweist. — Die oberen Schichten des Innenmarks, obschon 7μ von den Gallenzellen entfernt und stellenweise durch $14,7 \times 8\mu$ große Lücken von ihnen getrennt, sind unter der Reizwirkung der über ihnen befindlichen Gallenhyphen in der Weise verändert worden, daß ihre Zellhöhlungen auf $1,5$ — 2μ erweitert, ihre Wände bis auf 1μ verdünnt worden sind. Noch auffälliger aber sind die Größenveränderungen der Rinden- und Außenmarkzellen, denn ihre Höhlungen haben bis 3 und 5×1 — 2μ Durchmesser erreicht gegen $0,5\mu$ im ursprünglichen Zustand. Gleichzeitig sind die zweischichtigen Zellwände etwas dicker geworden, wenigstens in dem Raume zwischen den beiden Vertikalgallenhyphen, während sie links von der zusammenhängenden klein geblieben, aber an Zahl gestiegen sind. Beide Erscheinungen, Vermehrung der Flechtenpilzzellen oder ungewöhnliches Wachstum derselben bei gleichbleibender Anzahl sind die Ursachen für die Dickenzunahme der verpilzten Wandstelle.

Für alle Gallen der *Gracilis*-Gruppe kann der Satz aufgestellt werden: mit dem Eindringen der Gallenhyphen in das Außenmark des Flechtenpilzes hat dieses das Bestreben dicht zu werden entweder durch Vermehrung oder, aber seltener, durch Vergrößerung der vorhandenen Zellen.

Ganz anders sind Bau und Entwicklung des Gallengewebes in dem Außenmark der SALZBURG'schen *Cl. amaurocraea*: es wird zum sogenannten Maschengewebe: Fig. 20 zeigt einen verpilzten Stengelquerschnitt bei 500facher Vergrößerung. Die gezeichnete Strecke ist $117,5\mu$ lang, 118μ mächtig und besteht von außen nach

innen 1. aus einer von dicken, blauen Gallenzellen durchsetzten, hellen und wenigstens $18\ \mu$ mächtigen Gallenzone, einem gonidienlosen, sehr lückenreichen, $60\text{--}70\ \mu$ mächtigen Außenmark und einem lückenlosen, $30\text{--}40\ \mu$ mächtigen Innenmark. Das Außenmark ist aus Gruppen und Reihen von $3\ \mu$ großen, isodiametrischen Zellen zusammengesetzt, deren Protoplast $1\ \mu$ groß und vom Erythrosin glänzend rosa gefärbt worden ist. Von ihrer Wand ist meistens nur die farblose, $1\ \mu$ dicke Innenlamelle erhalten, wogegen ihre Außenlamelle von einem dünnen, blauen Faden ersetzt ist, der diesen Zellen das Aussehen von dunkel umrandeten Vier-, Fünf- und Sechsecken verleiht. Die wahre Natur dieses Fadens kann erst bei viel stärkerer Vergrößerung und Ölimmersion erkannt werden: Fig. 21 stellt sechs Maschen dieses Gallennetzes bei 1330facher Vergrößerung dar. Die kleine Gruppe ist dem mittleren Teile des Außenmarks entnommen worden und mißt von rechts nach links, wie auch von oben nach unten $16\ \mu$, während der Durchmesser ihrer Zellen zwischen 3 und $6\ \mu$ schwankt. Der rosa gefärbte Inhaltskörper hat $1,5\text{--}2,4 \times 1,5\ \mu$ Durchmesser und ist am Rande deutlich dunkler als in der Mitte, ein Zeichen daß das Plasma wandständig ist. Die farblose Innenlamelle der Wand ist $1\text{--}2\ \mu$ dick und wird von einem ihr eng anliegenden Kranz dünner Gallenzellen umfaßt. Ihr Plasmafaden ist selten über $1\ \mu$ dick und dies nur an den Punkten; wo drei Außenmarkzellen zusammenstoßen, an den geraden Wandstellen bloß $0,5\ \mu$. Noch dünner sind die dazu gehörigen farblosen Zellwände. Keine einzige der Außenmarkzellen ist von diesen zarten Gallenhyphen allseitig umgeben, die meisten nur an drei oder vier Seiten, an anderen Stellen manche nur an ein oder zwei Seiten. Die Umfassung ist nicht wie bei den Goniocysten von *Moriola* ¹⁾ flächenhaft, sondern nur linienhaft, deshalb bekommt man nie eine netzförmige Oberflächenansicht einer Einzelzelle des Außenmarks, wie sie bei den Goniocysten so schön und häufig auftreten, zu sehen. Die Gallenzellen dieses Maschennetzes sind $1\text{--}3\ \mu$ lang und durch so dünne Querscheidewände voneinander getrennt, daß man sie nur bei stärkster Vergrößerung und hellster Beleuchtung erkennen kann. Sie sind also durch größte Zartheit vor allen bisher beschriebenen Gallenhyphen ausgezeichnet.

Daraus erklärt sich auch ihre Ausbreitungsweise: sie wachsen einzig und allein in den Außenlamellen des Paraplektenchyms vom

¹⁾ BACHMANN, E.: Die Moriolaceen. Mit 3 Tafeln und 13 Textabbildungen. Magazin for Naturvidenskaberne, Bd. 64, Oslo 1926.

Außenmark oder des Prosoplektenchymys vom Innenmark vorwärts, zehren diese dabei auf und treten an ihre Stelle; daher rühren auch die oben erwähnten Verdickungen an den Stellen, wo drei oder vier Flechtenpilzzellen zusammenstoßen, daher endlich der Grund, daß sie sich in dem dichten Innenmark spärlicher ausbreiten als in dem lockereren Außenmark und häufiger bloß eine oder zwei Zellseiten umspannen, darum immer als blaue Zickzacklinien, nicht als Maschen gesehen werden.

Schwellzellen und Schwellhyphen.

Das eben beschriebene Maschengewebe wird bloß anfangs von strichartig zarten Hyphen zusammengesetzt. Später verdicken sich einzelne Glieder und schwellen zu kugeligen Zellen an, deren Dicke der Länge gleichkommt, sie sogar übertreffen kann. In der durch Fig. 22 a veranschaulichten Masche hat eine einzige Zelle ihre ursprüngliche Dicke behalten, alle übrigen sind (ohne Wand) $1,5\text{--}3\ \mu$ dick geworden. Ähnlich liegen die Verhältnisse in den durch Fig. 22 b dargestellten drei und den durch Fig. 22 c dargestellten beiden Maschen. Das Innere jeder Masche wird von dem $2\text{--}2,4\ \mu$ großen Plasmakörper der Außenmarkzelle eingenommen; er zeichnet sich durch sein blasses Rot vor den dunkelblauen Gallenprotoplasten aus, ist darum in der Zeichnung blasser ausgeführt worden als diese.

Bei den *Gracilis*-Gallen können Schwellzellen viel früher auftreten, wie Fig. 23 zeigt. Sie stammt von einer ganz kleinen, hellen Hufeisengalle der (gr. S.) und zeigt auf $80\ \mu$ langer Strecke der gonidienlosen, befallenen Wand acht größere und drei kleinere Gallenzellen, von denen fünf ziemlich genau kugelrund, fünf spindelförmig sind und eine tropfenförmig, d. h. unterhalb der Mitte am dicksten ist. Die kugeligen Zellen haben $8\ \mu$ Durchmesser, wovon 7 auf den Protoplasten kommen. Die spindelförmigen Zellen sind bis $12\ \mu$ lang, bis $4\ \mu$ dick. All diese Zellen stehen durch einen höchstens $1,5\ \mu$ dicken Stiel mit der Außenwelt in Verbindung. Wo er zu fehlen scheint, ist er in Wirklichkeit von dem Schnitt nicht getroffen worden. Genau median getroffen ist nur der Stiel der zweiten Kugelzelle: er ist dreizellig, seine $2\text{--}9\ \mu$ langen, $0,5\ \mu$ dicken Plasmafäden sind von farbloser, kaum $0,5\ \mu$ dicker Wand umschlossen. Diese Stiele hat man sich als die Infektionshyphen zu denken, von denen jede unabhängig von der anderen in das Gewebe des Flechtenpilzes eingedrungen ist, um in 5, meist aber erst in $20\ \mu$ Tiefe zur Endzelle anzuschwellen, selten zu einer

Doppelzelle. Daß die in $5\ \mu$ Tiefe entstandene Schwellzelle die ehemals dort befindlich gewesenen Zellen des dichten Rindengewebes resorbiert hat, kann nicht bezweifelt werden, ob die unter der Rinde, in dem ursprünglich lockeren Außenmark entstandenen Schwellzellen vorhandene Lücken ausgefüllt oder einige Zellen des früh dicht gewordenen Marks aufgesogen haben, konnte ich nicht sicher ermitteln. Jedenfalls ist der schädigende Einfluß, den sie schon frühzeitig auf ihre Umgebung ausüben, daran erkannt worden, daß das Gewebe bis auf etwa $6\ \mu$ Entfernung von den Gallenzellen heller gefärbt erscheint, als weiterhin, offenbar, weil das degenerierte Plasma nicht so reichlich Hämatoxylin aufspeichern kann als das der weiter entfernten und tiefer gelegenen Außenmarkzellen.

Noch auffallender tritt das an (gr. 222) zutage, Fig. 24: an einer $88,5\ \mu$ mächtigen Wandstelle entspringt eine $22\ \mu$ lange Gallenhyphe, deren $1,4\ \mu$ dicker Stiel $7,4\ \mu$ lang ist, während seine keulenförmige Anschwellung $14,6\ \mu$ lang und $4\ \mu$ dick ist (ohne Wand). Am inneren Ende des Stieles zweigt eine kleinere, $8 \times 3\ \mu$ große Schwellzelle ab. Sie ist gleich der großen mit homogenem dunkelblauem Plasma erfüllt und befindet sich mit ihrer Nachbarin in einer Umgebung von Rinde und dichtem Außenmark. Erstere ist bis $12\ \mu$ mächtig und durch große, mit wandständigem Plasma erfüllte Hohlräume ausgezeichnet. Sie und das paraplektenchymatisch gebaute Außenmark sind in der Umgebung der beiden Schwellzellen auffallend hell geworden. Nur bei stärksten Vergrößerungen erkennt man in dem hellen, bis $16\ \mu$ breiten Saum einige Pünktchen und Striche, die Reste der zerstörten Flechtenpilzzellen. Folglich üben die Schwellzellen des Gallenpilzes eine zerstörende Wirkung auf die Flechtenpilzzellen bis in eine Entfernung aus, die ihre Dicke um das Mehrfache übersteigt.

Noch größer ist die in Fig. 25 dargestellte Schwellzelle, nämlich $18,4 \times 3,5\ \mu$ groß (ohne Wand); ihr spitzes Außenende liegt $23,4\ \mu$ unter der Oberfläche und entsendet einen $0,5\ \mu$ dicken, $14,7\ \mu$ langen schnabelähnlichen Fortsatz nach außen (die Infektionshyphe). Er endet $8,3\ \mu$ unter der Oberfläche und wird von plasmahaltigen, rundlichen oder länglichen Rindenzellen, sowie von zwei tangentialen Gallenhypphen und diese endlich von einer etwa $2\ \mu$ dicken Schicht farbloser, abgestorbener, nur bei sehr starken Vergrößerungen erkennbaren Resten von Rindenzellen bedeckt. Auch hier sind die der Schwellzelle nächsten Außenmarkzellen arm an Plasma und dieses blasser als das entfernterer Zellen. Der Schnitt, von dem

die Zeichnung herrührt, stammt vom Rand einer mittleren Hufeisengalle der (gr. 222).

In dem Gallenbogen einer ganz kleinen Hufeisengalle der (gr. 223) sind die drei durch Fig. 26 veranschaulichten Schwellzellen gefunden worden: Zelle a ist dreieckig, $8\ \mu$ hoch und breit, Zelle b gekrümmt-spindelförmig, $9,6 \times 3,2\ \mu$ groß, Zelle c trapezoidisch mit $5,6\ \mu$ als größtem Durchmesser; ihr dunkelblaues Plasma ist durch helle Stellen (Vakuolen) unterbrochen, die mit Vorliebe in den Ecken liegen. Die dritte ist nicht mehr als $6\ \mu$ von der Oberfläche entfernt, d. h. nur von einer einzigen Schicht Rindenzellen bedeckt. Aber auch a liegt innerhalb der Rinde, b vielleicht an der Grenze von Rinde und Außenmark. Sie könnte demnach als Ausfüllung einer Lücke entstanden sein, die beiden anderen jedoch müssen sich in Anbetracht der völligen Dichte normaler Rinde durch Aufsaugung etlicher Rindenzellen Raum geschaffen haben. Die zurückgebliebenen Rindenzellen sind sehr dickwandig, kleinhöhllich, mit gesundem Plasma erfüllt, zeigen überhaupt keine Spur von Entartung.

Die vorwiegend kugelförmigen Schwellzellen der *Gracilis*-Gruppe können an einer senkrecht eingedrungenen Mycelhyphe wie Beeren an einer Traube sitzen. Das zeigt Fig. 27 von (gr. S.): die betreffende Hyphe ist in gerader Linie gemessen $24\ \mu$ lang und steht mit vier von sieben Schwellzellen durch seitliche Stielchen in Verbindung, hat jedenfalls auch mit den drei anderen zusammengehangen, nur daß das Verbindungsstück im Schnitt nicht getroffen worden ist. Ein kurzes Stielchen an der rechten Seite weist darauf hin, daß noch eine achte Schwellzelle dagewesen sein muß. Auffallend ist die Blässe des Inhaltes in der Hyphe selbst und allen ihren Anhängseln, verursacht dadurch, daß er wandständig oder von Vakuolen unterbrochen ist. — In der Umgebung findet sich wieder ein Paraplektenchym von Flechtenpilzzellen mit verhältnismäßig weiten Zellhöhlungen und mit wandständigem, rosa gefärbtem Plasma. Es unterlagert die Gallenhyphe noch um $19,2\ \mu$ und wird selbst von einer $32\ \mu$ mächtigen Schicht fast farblosen Innenmarkes unterlagert. Die größte Schwellzelle hat ohne Wand $3\ \mu$ Durchmesser, die kleinste $1,5\ \mu$.

Daß Schwellzellen außer in der Tiefe des Flechtenpilzgewebes auch unmittelbar unter ihrer Oberfläche entstehen können, lehrt Fig. 28 von (g. 222). Überdies unterscheidet sie sich von voriger durch die perlschnurähnliche Anordnung dieser Gebilde. Die Gesamtmächtigkeit des Gallenmycels hat hier den hohen Wert von $77,1\ \mu$.

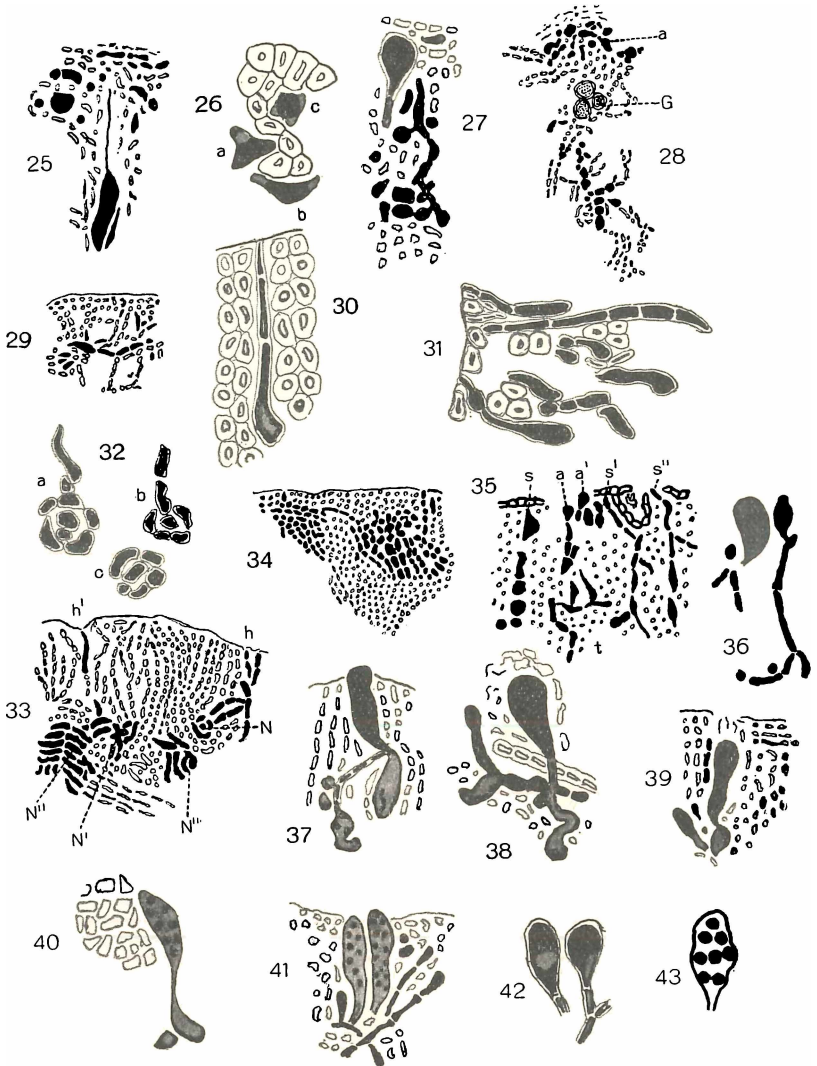


Fig. 25. *Cladonia gracilis*, v. *abortiva* (gr. 222): Schwellzelle mit dem unteren Teile der Infektionshyphe. 670:1.

Fig. 26. Dieselbe (gr. 223): Drei unregelmäßig gestaltete Schwellzellen in dichter Rinde. 670:1.

Fig. 27. Dieselbe (gr. S.): Geschlängelte Vertikalhyphe des Mycels mit beerenartig ansitzenden Schwellzellen. 830:1.

Fig. 28. Dieselbe (gr. 222): Tangential ausgebreitete Gruppe von Schwellzellen (a) unmittelbar unter der Rindenoberfläche und senkrecht ausgebreitete in der Tiefe des Außenmarkes. G = Gonidien. 260:1.

Fig. 29. *Cl. gracilis*, v. *abortiva*:

Tangentialhyphe des Mycels mit spindelförmiger Schwellzelle. 250:1.

Fig. 30. *Cl. ecmocyna*. Einfache Schwellhyphe in dichtem Außenmark. 600:1.

Fig. 31. Dieselbe. Gruppe von vertikal gerichteten geraden und gebogenen Schwellhyphen. 513:1.

Fig. 32. *Cl. gracilis*, v. *abortiva* (gr. S.): Drei rundliche, konzentrische Nester von Schwellzellen. a u. b mit, c ohne Infektionshyphe. 520:1.

Fig. 33. Dieselbe: In dichtem Außenmark vier Nester, ein rundlich konzentrisches (N), ein sternförmiges (N') und zwei gefiederte (N''). 240:1.

Fig. 34. Dieselbe (gr. 222): Zwei rundliche, zellenreiche Nester im Außenmark. 250:1.

Fig. 35. Dieselbe (gr. 1363): Partie aus dem Rücken derselben Galle, von der in Fig. 12 eine Randpartie dargestellt ist, mit zwei askogenen Hyphen (a, a'), die aus Tangentialhyphen (t) des Mycels entspringen. 513:1.

Fig. 36. Dieselbe (gr. S.): Zwei Schläuche, von denen der kleine durch ein kurzes Stielchen mit einer askogenen Hyphe seitlich zusammenhängt. 1000:1.

Fig. 37. Dieselbe (gr. 222): Schlauch, dessen Innenende mit zwei Schwellzellen in Verbindung steht. 513:1.

Fig. 38. *Cl. amaurocraea*: Älterer Schlauch durch Stiel mit einer Schwellzelle verbunden; jugendlicher Schlauch von einer tangentialen Schwellhyphe ausgehend und mit einer Schwellzelle verbunden. 730:1.

Fig. 39. Dieselbe: Älterer Schlauch in Verbindung mit einer Schwellzelle. 600:1.

Fig. 40. *Cl. rangiformis*, v. *foliosa*: Schlauch mit Schwellzelle am unteren Ende. 670:1.Fig. 41. *Cl. gracilis*, v. *abortiva* (gr. 223): Zwei der Reife nahe Schläuche im Begriff, sich zu entleeren. 630:1.

Fig. 42. Dieselbe (gr. S.): Zwei unreife Schläuche aus einem Pseudohymenium. 600:1.

Fig. 43. Dieselbe (gr. 222): Reifer Schlauch mit acht Sporen. 1030:1.

Es zerfällt in zwei Gruppen, eine äußere und eine tiefer gelegene. Erstere wird von einer bis $3\ \mu$ mächtigen, farblosen Schicht bedeckt, an der weiter nichts zu erkennen ist, als daß sie (anscheinend aus zwei Lagen) von Resten eines ehemaligen Flechtenpilzgewebes gebildet wird. Die Gruppe der Schwellzellen selbst enthält fünf in einem flachen Bogen angeordnete größere Gallenzellen und einen Schwarm kleiner, von denen drei perlschnurähnliche Reihen bis in $18\ \mu$ Tiefe hinabgehen. Die isodiametrischen Zellen des Bogens haben bis $5\ \mu$ Durchmesser, die gestreckten sind bis $8 \times 3,2\ \mu$ groß (ohne Wand). Der Raum zwischen der oberen und unteren Gallenzellengruppe ist bis in $31\ \mu$ Tiefe von Außenmarkzellen und drei entarteten, zugleich aber stark erweiterten Gonidien (G) ausgefüllt. Darauf endlich folgt die zweite Gruppe von Gallenzellen, welche im wesentlichen aus einer senkrechten Kette von kleinen und

größeren, tiefblauen, rundlichen Zellen besteht und sich in $62\ \mu$ Tiefe in drei aus lauter runden Schwellzellen bestehende, divergierende Zweige teilt; einer von ihnen geht senkrecht nach innen, die beiden anderen verlaufen seitwärts; ihre Zellen haben $5,7$ und $8 \times 5\ \mu$ Durchmesser und sind alle mit dunkelblauem Plasma völlig erfüllt, während die der oberen Gruppe ziemlich ausgedehnte Vakuolen enthalten.

Daß nicht bloß Vertikalhyphen des Mycels am inneren Ende anschwellen können, sondern auch Tangentialhyphen, zeigt Fig. 29, eine Randstelle des vorher beschriebenen Schnittes (Fig. 28). Die ganze Gallenhyphe ist $36,7\ \mu$ lang, ihre am linken Ende befindliche Schwellzelle allein 11 bei $3,6\ \mu$ Dicke; sie verläuft $18,4\ \mu$ unter der Oberfläche und $57\ \mu$ über dem Innenrand des Innenmarkes inmitten eines großporigen, gonidienlosen Plektenchyms von Außenmark, das unter der Reizwirkung des Gallenpilzes an Mächtigkeit zugenommen hat; denn die Gesamtmächtigkeit beträgt hier $80\ \mu$, an einer nicht verpilzten Wandstelle $55\ \mu$, was einer Dickenzunahme von 100 auf 145 entspricht.

Schwellzellen und -hyphen, aber von etwas abweichender Beschaffenheit, sind auch bei *Cl. ecmocyna* NYL., die oft nur als eine Form der Art *Cl. gracilis* angesehen wird, beobachtet worden: So stellt Fig. 30 eine Schwellhyphe vom Rand einer gerstenkornähnlichen Galle dar; sie ist $24\ \mu$ lang und hat damit die Mächtigkeit der aus Rinde und Außenmark zusammengesetzten Wand zu $\frac{3}{4}$ durchsetzt. Am Ende ihrer dritten Zelle schwillt sie auf $4\ \mu$ Dicke an, während der Plasmafaden am Ende der zweiten Zelle kaum $1,2\ \mu$, am Anfang der ersten knapp $0,5\ \mu$ dick ist. Umgeben ist die Hyphe von fast isodiametrischen 3 – $3,5\ \mu$ dicken Rindenzellen mit dicken zweischichtigen Wänden und mit $1\ \mu$ weiter Höhlung, deren Plasma wandständig ist. In den Zellen der äußersten Schichten ist es verblaßt und hat die Fähigkeit, Hämatoxylin zu speichern, verloren. Da dieses Gewebe ganz dicht ist, kann die Gallenhyphe nur dadurch, daß sie die im Wege liegenden Gewebsteile resorbiert hat, nach innen gelangt sein.

Vom Rand einer endständigen, allseitigen Galle stammt Fig. 31: sie zeigt ebenfalls zweierlei Elemente: Gallenhyphen und Flechtenpilzzellen; diese sind alle isodiametrisch oder entfernen sich nicht weit davon und, soweit sie der Rinde angehören, von einer gelbbraunlichen Außenlamelle umgeben, wogegen die des Außenmarks durchaus farblose Wände besitzen. Die Gallenhyphen sind alle radial gestreckt, die größte $39\ \mu$ lang. Von außen nimmt sie bis

zu $\frac{4}{5}$ ihrer Länge an Dicke zu (bis zu $3\ \mu$, ohne Wand), dann wieder ab. Einige dieser Fäden besitzen zwei Anschwellungen, von denen die am Ende oder kurz vor ihm immer die dickste ist. Die Gesamtmächtigkeit beträgt an dieser gonidienfreien Stelle $102\ \mu$, an einer entfernten normalen $98\ \mu$; die Mächtigkeitszunahme unter der Reizwirkung des Gallenpilzes beträgt demnach nur wenige Hundertteile, wogegen sie an gonidienhaltigen Stellen auf mehr als 100 Proz. steigen kann. Dabei werden die Gonidien über die ganze Mächtigkeit des Außenmarks zerstreut und bald degeneriert. Die Degeneration der Algenzellen beginnt, sobald das Gallengewebe über die gonidienführende Stelle hinweggreift. Vermehrung und Förderung der Algenzellen findet bloß an den Rand- oder in den Übergangsstellen statt. In dieser Hinsicht gleicht *ecmocyna* den übrigen Formen der Gracilisgruppe. Bei *Cl. rangiformis* fehlen die Schwellzellen.

Nester.

Eine ganz eigenartige Anordnung der Gallenzellen möchte ich als nesterartige bezeichnen. Sie wird selten bei *Cl. rangiformis*, häufig bei *Cl. gracilis*, wie scheint nie bei *Cl. ecmocyna* und *amaurocraea* gefunden, kommt nur an gonidienhaltigen Wandstellen vor und entsteht dadurch, daß die infizierenden Gallenhyphen, nachdem sie die unter ihnen befindlichen Gonidien getötet haben, diese auch noch resorbieren und gewissermaßen an deren Stelle treten.

Bei (gr. S.) sind diese Nester aus rundlichen Gruppen von (im Querschnitt gesehen) 6—8 Gallenzellen zusammengesetzt, selten aus 20 und mehr. Um einen aus 1—2 Gallenzellen bestehenden Mittelpunkt haben sich, wie Fig. 32 a, b, c erkennen lassen, kranzartig etwa 5 andere Gallenzellen angeordnet, die meist tangential gestreckt, manchmal halbmondförmig und dann mit der konkaven Seite nach innen gewendet sind. Ihr Durchmesser beträgt 2—3, in länglichen Zellen bis $6 \times 2\ \mu$, ihre farblose Wand ist kaum $0,5\ \mu$, dick; der Gesamtdurchmesser der Nester beträgt $9,6$ — $11,2\ \mu$.

Nicht selten geht von den Nestern ein schwanzartiger Fortsatz aus; er fängt stets außen dünn an und endet am Nest dick (Fig. 32 a, b). Dies kann nur die Infektionshyphse sein, obschon man sie selten bis an die Oberfläche der Wand zurück verfolgen kann. Dies ist in Fig. 33 der Fall: zu dem mit N bezeichneten kleinen rundlichen Nest gehen 2 Gallenhyphen als Seitenäste einer Vertikalhyphse, die selbst wieder aus einer zweizelligen, unverkennbaren Infektions-

hyphe (Fig. 33 h) entspringt. Links von diesem rundlichen Neste und unter ihm liegen 2, die man ihrer Form halber als gefiederte Nester (N'') bezeichnen könnte und eines, das mittlere, das sternförmig (N') genannt werden darf. Auch zu ihnen führt eine Infektionshyphe (Fig. 33 h') von der Oberfläche bis in $13\ \mu$ Tiefe und ist durch eine $10\ \mu$ lange Lücke von einer zweizelligen Gallenhyphe getrennt, die an das sternförmige Nest herantritt. Links von ihm liegt das größte Nest: es besteht aus vielen $10\text{--}11\ \mu$ langen und $3\text{--}5\ \mu$ dicken, sehr dünnwandigen, mit homogenem Plasma erfüllten, lückenlos aneinander gelagerten, federartig angeordneten Gallenhyphen. — Überlagert wird diese Gallenzone von einer $25\text{--}33\ \mu$ mächtigen, dichten Schicht umgewandelter Flechtenpilzzellen. Als solche geben sie sich sofort an der Dicke ihrer Wände und an der rötlichen Farbe ihres Plasmas zu erkennen. Von den ehemaligen Rinden- und Außenmarkzellen unterscheiden sie sich allerdings dadurch, daß ihre Zellen zu leiter-, seltener geldrollenförmigen Fäden ausgewachsen sind. Diese zum Flechtenpilz gehörigen Fäden, deren Inhalt vom Erythrosin rosa gefärbt worden ist, haben Zellhöhlungen von $2\text{--}4\ \mu$ Weite, während die Wand fast immer $2\ \mu$ dick ist, was bei Gallenhyphen nie vorkommt. Ist die Länge der Zellhöhlungen wesentlich geringer als ihr Breitendurchmesser, so geht die Hyphe aus der Leiter- in die Geldrollenform über. Beide Elemente bilden zusammen ein fast lückenloses Prosoplektenchym, das auch noch unterhalb der Gallenzone bemerkt werden kann; folglich ist es keineswegs bloß aus verdickter Rinde, sondern größtenteils aus Außenmarkzellen entstanden. Die Gonidien fehlen in ihm; denn sie sind, wie schon oben gesagt worden ist, durch die Gallennester verdrängt worden. Aus allem geht hervor, daß der Gallenpilz von (gr. S.) ein kräftig wirkender Parasit ist und daß er seine parasitische Tätigkeit vorwiegend an Gonidien, in geringerem Grade an Flechtenpilzzellen ausübt.

Auch die beiden großen Gallennester von (gr. 222) in Fig. 34 liegen dort, wo sich vorher die Gonidienzone ausgebreitet hat. Die größere geht bis in $53,5\ \mu$ Tiefe und beginnt $12,5\ \mu$ unter der Oberfläche, nur die kurzgliedrige Infektionshyphe läßt sich bis an die Oberfläche verfolgen. Das kleinere Nest breitet sich zwischen $7,5$ und $45\ \mu$ Tiefe aus und besteht, wie jenes, aus rundlichen Zellen von $2\text{--}4\ \mu$ Durchmesser oder aus gestreckten von 3×1 bis $6 \times 2\ \mu$ Größe (ohne Wand). Meist schließen sie lückenlos aneinander; wo das nicht der Fall ist, sind wenige rötliche Flechtenpilzzellen ein-

gelagert. Die ganze Umgebung wird von einem dichten Gewebe solcher Zellen gebildet, die besonders im Inneren reihenförmig angeordnet sind, d. h. leiterähnliche Fäden bilden. Da ihre Höhlungen meist $2\ \mu$ weit sind (gegen $0,5\ \mu$ in normalen Wandstellen) hat nicht allein eine Vermehrung der Zellen, sondern auch eine Vergrößerung stattgefunden, aber wie scheint ohne Vermehrung des Plasmas, denn das ist wandständig geworden.

Alle bisher beschriebenen Gallenbestandteile wachsen von der Oberfläche des Flechtenpilzes aus nach innen oder breiten sich in seiner Wand mehr weniger genau parallel zur Außenseite aus; sie sind alle zum Myzel zu rechnen. Nicht allzuspät treten aber auch Hyphen auf, die von innen nach außen wachsen und die Aufgabe haben, Vermehrungszellen hervorzubringen, das sind

die askogenen Hyphen.

Sie können gleichzeitig mit den Schwellhyphen des Mycels auftreten, wie Fig. 35 zeigt, ein kleiner Abschnitt aus derselben Galle, die in Fig. 12 (S. 273) dargestellt ist, nur daß diese vom Rande des ganzen Querschnittes, jene von der Mitte ihres Bogens stammt, d. h. wesentlich älter ist. Die mit s bezeichneten Hyphen sind Infektionshyphen, obschon man nur bei s² ihre in einer Lücke der braunen Rinde befindliche Eintrittszelle sieht. Als Mycelhyphen geben sie sich auch daran zu erkennen, daß ihre inneren Zellen dicker sind als die äußeren; nur die erste (s) macht insofern eine Ausnahme, als die oberste ihrer Zellen zur besonders stark verdickten Schwellzelle geworden ist. Gleich den übrigen Schwellzellen ist sie mit homogenem, dunkelblauem Plasma völlig erfüllt. Alle drei Hyphen gehen bis in $21\ \mu$ Tiefe und werden darin noch von einem Ast der Tangentialhyphe t übertroffen, die zugleich zwei spindelförmige Zellen nach außen sendet. Das sind die Basalzellen zu den askogenen Hyphen, von denen nur die linke in ihrem ganzen Verlaufe zu sehen ist (a): eine nach oben keilförmig verbreiterte Zelle teilt sich am Außenende dichotom, und der linke von diesen beiden Zweigen trägt eine kleine schlauchartige Zelle, der rechte (a') gleichfalls, nur daß das Verbindungsstück zwischen dem Grund und dem einzelligen Schlauchstiel fehlt. Die Umgebung dieser Gallenhyphen wird von rundlichen Außenmark- und Rindenzellen gebildet, deren dicke Wände farblos und deren etwas erweiterte Höhlungen mit gelbrötlichem, wandständigem Plasma erfüllt sind.

Entleert, also abgestorben sind die braunwandigen Zellen der äußersten Rindenschicht, die selten Ausläufer nach innen sendet.

Von einer größeren, $1328\ \mu$ dicken, mittelständigen Galle von (gr. S.) stammt die folgende Fig. 36: sie zeigt zwei jugendliche Schläuche, einen größeren von $8,8 \times 5,3\ \mu$ Durchmesser und einen kleineren, $4,8 \times 2,8\ \mu$ groß. Jener liegt ziemlich isoliert $10,2\ \mu$ unter der Wandoberfläche, dieser ist durch ein $2\ \mu$ langes Stielchen mit einer $15\ \mu$ langen dreizelligen Hyphe, der askogenen Hyphe, verbunden. Ihre Dicke schwillt an den Zellenden bis auf $1,8\ \mu$ an, überschreitet im allgemeinen nicht $1,1\ \mu$, wozu allerdings noch die kaum $0,5\ \mu$ dicke Wand zu rechnen sein müßte. Ihren Ursprung nimmt die askogene Hyphe aus einer dreizelligen Tangentialhyphe des Mycel, in deren Nachbarschaft noch zwei kreisrunde Querschnitte durch Gallenhyphen liegen. Die beiden jungen Schläuche befinden sich in einer $2\text{—}3\ \mu$ dicken gallertähnlich durchscheinenden Umgebung von aufgelösten Zellwänden. Dann folgen die rötlich gefärbten Protoplasten der Rinden- und Außenmarkzellen. Zum Mycel sind auch noch etliche spindelförmige Zellen zu rechnen, die von dichtem Außenmark umgeben sind. Sie sind bis $2\ \mu$ dick, übertreffen also die askogene Hyphe, enthalten aber viele helle Vakuolen, sind demnach ihres Plasmas schon zum großen Teil verlustig gegangen.

Häufig findet man die Asci statt am Ende langer Hyphen in Verbindung mit ungewöhnlich großen Schwellzellen, z. B. in dem durch Fig. 37 dargestellten Fall. Der Schnitt stammt von der Mitte einer nur $478\ \mu$ dicken Galle der (gr. 222) und zeigt einen $16\ \mu$ langen, schon etwas über die Gallenfläche hinausgetretenen, mit gleichförmig dunkelblauem Plasma erfüllten Schlauch. Er steht mit zwei Schwellzellen in Verbindung, mit einer länglichrunden durch sein kurzes Stielchen, mit einer unregelmäßig gestalteten, zweiteiligen durch eine fünfzellige, $1,5\ \mu$ dicke Hyphe, an deren Knie noch zwei rundliche Querschnitte von Gallenhyphen liegen. Beide Schwellzellen sehen bis auf den Rand und einige Punkte sehr blaß aus und stechen dadurch auffallend gegen den Schlauch mit seinem dunklen Blau ab. Die Umgebung wird von vorwiegend radial gestreckten und auch in senkrechten Reihen angeordneten Rinden- und Außenmarkhyphen gebildet; sie reichen bis an Schwell- und Vermehrungszelle heran, ohne irgendwo eine Erblassung ihres Inhaltes aufzuweisen.

Auch in dem nächsten, von *Cl. amaurocraea* stammenden Präparat (Fig. 38) besteht dieser Gegensatz zwischen Schläuchen und weiter

innen liegenden Schwellzellen. Von diesen steht eine stark gebogene, $14,4\ \mu$ lange, aus der Tiefe aufsteigende durch einen kurzen, zweigliederigen Stiel in unmittelbarer Verbindung mit dem großen $12,5\ \mu$ langen, $5,5\ \mu$ dicken Askus. Die zweite Gallenhyphe läuft tangential und entsendet aus dem Grunde ihrer größten und hellsten Schwellzelle eine dunkle Hyphe nach außen, deren Ende schon angefangen hat, schlauchartig anzuschwellen, sich aber noch nicht durch eine Querwand von ihrer Basis abgetrennt hat. — Zur Seite und außerhalb der Kuppe des großen Schlauches liegen nur unscharfe Reste von Rinde und Außenmark, an seinem Grunde aber und in der Umgebung der Mycel- und askogenen Hyphen sind sie mit rötlichen Plasmakörpern und dicken farblosen Wänden ausgestattet. Von Gestalt meist rundlich, sind auch sie zuweilen zu leiterförmigen, dickwandigen Hyphen vereinigt (1).

Von derselben Galle, einer jugendlichen gerstenkornförmigen stammt auch das Bild des nächsten Schlauches (Fig. 39). Er ist $19,2\ \mu$ lang und geht am Grunde durch einen kurzen Stiel in eine $6\ \mu$ lange und bis $4,8\ \mu$ dicke Schwellzelle mit blassem Inhalt über. Die Umgebung des Schlauches ist besonders an der rechten Seite durch große Helligkeit ausgezeichnet, fast als ob sie gallertartig wäre. Aber bei enger Blende und guter Beleuchtung sieht man in dem vermeintlichen Schleimhof Reste von Zellen in Form $0,5\ \mu$ dicker Hautstückchen, am Grunde, wo er verschmälert ist, sogar unscharfe Zellumrisse. In größerer Entfernung jedoch, etwa von $8\ \mu$ an, sind die rötlichen Inhaltsmassen der scharf umrissenen Rinden- und Außenmarkzellen deutlich erkennbar. Demnach hat der Schlauch nicht nur der arteigenen Schwellzelle Nahrung entzogen, sondern auch den Zellen des artfremden Flechtenpilzes, und zwar hauptsächlich Plasmabestandteile.

Auch bei *Cladonia rangiformis*, f. *foliosa* kommen die beiderlei Schläuche vor: manche gehen mit dünner, stielartiger Verschmälierung in eine sehr plasmaarme Schwellzelle über, andere haben einen mehr oder weniger langen, gegliederten Stiel, der sich bis zu Tangentialhyphen des Mycels zurückverfolgen läßt. Den ersten Fall veranschaulicht Fig. 40: der Schlauch ist $16,2\ \mu$ lang und $4,3\ \mu$ dick, während seine Schwellzelle $8 \times 3\ \mu$ groß ist. Sein Plasma enthält in heller Umgebung acht dunkelblaue Kugeln, an denen jedoch keine Wand erkennbar ist. Die Rinden- und Außenmarkzellen an seiner linken Seite sind durch Höhlungen von $2,4\ \mu$ und bei gestreckten Zellen von $3,2 \times 1,3\ \mu$ Weite ausgezeichnet; dafür

sind ihre Wände viel dünner geworden, als sie in dem normalen Gewebe gefunden werden. Eine Vermehrung der Zellen hat allem Anschein nach nicht stattgefunden.

Die Asci.

Schon der zuletzt beschriebene Schlauch ist so weit ausgereift, daß er acht durch große Dunkelheit von ihrer Umgebung ausgezeichnete Plasmakugeln differenziert hat, offenbar die künftigen Sporen. Der Schlauch ist durch eine einzige, noch dazu gelockerte Rindenschicht von der Außenwelt getrennt.

In dem durch Fig. 41 dargestellten, von (gr. 223) stammenden Präparate sind beide Schläuche sogar bis an die Oberfläche oder etwas über sie hinausgetreten; der erste besitzt 8, der zweite 14 sporenähnliche Kugeln. Jener ist 18, dieser 19,2 μ lang bei 4 und 3,5 μ Dicke. Jener läßt sich bis zu einer 1 μ dicken Tangentialhyphe des Mycel, von der zugleich noch ein zweiter, kaum 5 μ langer Schlauch entspringt, zurückverfolgen. Ob auch der zweite große, vierzehnsporige Schlauch aus der gleichen Hyphe entsprungen ist, läßt sich nicht sicher feststellen. Sein unteres Ende weist auf sie hin, endigt aber 4 μ über ihr, weil sein unteres Stielende infolge einer Krümmung nicht mit in die Schnittfläche gekommen ist. Mit der Tangentialhyphe kreuzt sich eine aus der Tiefe kommende Mycelhyphe, die, ebenso wie ihr Seitenzweig, eine angeschwollene Endzelle, eine junge Schlauchanlage, besitzt. Eine von ihnen endigt 7, die zweite 10,5 μ unter der Wandoberfläche. Die Umgebung wird wieder von Rinden- und Außenmarkzellen gebildet; die Höhlungen der ersteren sind bis 1,5 μ , die der letzteren 2 und selbst $3 \times 1,5 \mu$ weit. Ihre Zellwände sind dick und stoßen nicht nur in der kleinerzelligen Rinde lückenlos aneinander.

Zwei jugendliche Schläuche aus einer pseudohymeniumähnlichen Anhäufung solcher zeigt Fig. 42. Sie sind im Bogen einer kleinen Hufeisengalle von (gr. S) gefunden worden und zeigen noch keine Differenzierung des Plasmas in Kugeln. Dem entspricht ihre geringe Größe, nämlich von 15 μ für den linken, 14 μ für den rechten. Dieser hängt durch einen 4 μ langen, einzelligen Stiel mit einer Mycelhyphe zusammen, von der aber nur zwei Zellen zu sehen sind. Jedenfalls hat der zweite Schlauch dieselbe oder eine benachbarte Hyphe des Mycel als Ursprung gehabt.

Den reifsten Zustand der Asci, wie ich ihn aber nur zweimal gefunden habe, veranschaulicht Fig. 43: bei 1030 facher Vergrößerung zeigt sie vom Rücken einer kleinen Hufeisengalle von (gr. 222) eine

Zelle mit höckerartig aufgetriebener Umrandung. Die Höcker rühren ohne Zweifel von den härter, aber kaum größer gewordenen ($1,5 \mu$) Plasmakugeln her, die sich in einer farblosen Umgebung befinden, in seitlicher Richtung eng aneinander stoßen, aber keine deutlichen Zellwände erkennen lassen.

Unter den 44 Schläuchen, die ich von den auf S. 270 aufgezählten Arten gezeichnet habe, führten 18 keine Sporen, 17 deren 8, 7 mehr als 8 bis zu 14, 2 weniger als 8. Dabei sind die in Pseudohymenien gehäuften Schläuche nicht mit gezählt worden.

Pseudohymenien.

In der Regel findet man die Schläuche nur einzeln oder zu zweit an manchmal weit auseinander stehenden Punkten der verpilzten Stengeloberfläche. Daß sie auch reichlicher, in hymenium-artiger Dichte auftreten können, sei an folgenden Beispielen erläutert: Auf dem Rücken einer ganz kleinen hufeisenförmigen Galle (424μ ihr höchster Durchmesser) von (gr. 222) wurde das in Fig. 44 dargestellte Bild gefunden: eine Strecke von 90μ Länge zeigt dem Mycel zuzurechnende zusammen 62μ lange Tangentialhyphen, durch kleine Lücken in drei Abschnitte zerlegt. Sie ziehen etwa $36,7 \mu$ unter der Oberfläche, $92,4 \mu$ über dem Innenrand des Innenmarks entlang. Im ersten und mittleren Abschnitt sind sie (ohne Wand) $2-3 \mu$ dick und mit wolkigem oder feinkörnigem, stellenweise bloß wandständigem Plasma erfüllt. Durch diese Eigenschaften werden sie als Schwellhyphen charakterisiert und besitzen als solche die Möglichkeit, Schlauchzellen hervorzubringen, was auch in ausgiebigster Weise geschehen ist. Dem ersten Abschnitt sitzen zwei kurzgestielte Zellen auf (d, e), die an ihrer Form und der gleichförmigen Beschaffenheit ihres Plasmas als junge Asci zu erkennen sind; die größte ist nicht über 9μ hoch und 3μ breit. Der zweite Abschnitt der tangentialen Schwellhyphe trägt die noch größeren und dickeren Schläuche g, h, am dritten endlich entspringen sogar 6 (i—o), darunter einige recht kleine. Bemerkenswert sind auch die mit b, c und f bezeichneten Asci, weil sie hoch über der Reihe der vorher angeführten größeren, an der Spitze von Hyphen entstanden sind, die nicht über $1,2 \mu$ dick sind, einen höchstens $0,5 \mu$ dicken Plasmafaden führen und zum Teil, besonders am Grunde, schon entleert sind. Im Gegensatz zu diesen sind die beiden Schläuche a und a', die erste aus dem Ende, die zweite aus der Seitenwand einer senkrecht nach oben gewachsenen, ausgezeichneten askogenen Hyphe hervorgesprossen. Ihre Zellen sind (ohne Wand) bis $3,5 \mu$ dick und

enthalten wolkiges, von großen Vakuolen unterbrochenes Plasma. Wenn auch die kleinen Schläuche herangewachsen sind, werden sie mit den großen zusammen ein dicht gedrängtes Haufwerk von Asci bilden, die in zwei Stockwerken übereinander liegen. Dieselbe Tatsache ist auch bei kugelförmigen Gallen konstatiert worden (vgl. BACHMANN, E., Über die Pilzgallen einiger Cladonien II. Arch. f. Protistenk. Bd. 59 p. 411. Jena 1927). Wie das unter dem beschriebenen Mycel befindliche Flechtenpilzgewebe beschaffen ist, veranschaulicht Fig. 44 a, die allerdings nur mit halb so starker Vergrößerung aufgenommen worden ist, wie Fig. 44. Sie stellt einen ganz schmalen Streifen dessen dar, was unter der Gallenzone liegt: von Gallenhyphen ist in ihm wenig zu sehen: drei dunkle Hyphen und zwei ebensolche Punkte; von jenen sind zwei dreizellig, einfach, eine vierzellig, verzweigt. Entartete Gonidien sind sieben vorhanden, in der Zeichnung an ihrer doppelten Kontur kenntlich, im Präparat an der wolkigen Beschaffenheit ihres vom Erythrosin rötlich gefärbten Protoplasmas. Die meisten sind radial gestreckt, wohl infolge seitlichen Druckes zusammengequetscht und bis $9 \times 6 \mu$ groß. Den Hauptbestandteil des Gewebes bildet in $60\text{--}70 \mu$ Mächtigkeit das nicht ganz lückenlose, aber gegen normale Verhältnisse lückenärmere Außenmark, ein typisches Prosoplektenchym mit einzelnen Hyphen von 60μ Länge. Ihre Zellen sind bis 7μ lang und $2,5 \mu$ dick, wovon $0,5 \mu$ auf den Plasmafaden kommen. Zu innerst findet sich ein Saum von dichtem Innenmark, einem lückenlosen Gewebe von, im Querschnitt gesehen, rundlichen, $4\text{--}5 \mu$ großen Zellen, deren wandständiges Plasma von Erythrosin rosa aussieht.

Nur einmal habe ich und zwar bei (gr. S) eine Häufung von Asci gefunden, wie sie Fig. 45 zeigt: auf einer 66μ langen und bis 37μ mächtigen Strecke finden sich nicht weniger als 16 Schläuche in 2—3 Stockwerken übereinander. Die größten $12 \times 4 \mu$, die kleinsten $6 \times 3 \mu$, sind mit gleichförmig dunkelblauem Plasma erfüllt und weisen noch keine Differenzierung in Kugeln, höchstens Vakuolen auf, sind also, was auch aus ihrer Kleinheit hervorgeht, noch jung. An einem Teil von ihnen sieht man einen Stiel, der sich besonders bei denen des unteren Stockwerkes bis zu den dicken, als Schwellhyphen ausgebildeten Tangentialhyphen des Mycels zurückverfolgen läßt. Die nächste Umgebung der höchstgelegenen ist ungewöhnlich hell, läßt aber bei starker Vergrößerung und enger Blende noch Überreste von Rinden- und Außenmarkzellen erkennen. Sie gehen im Niveau des zweiten und untersten Stockwerkes in ähnlich gestaltete Zellen über, die aber noch Plasma führen, wenn

auch nur wandständiges. Gonidien sind weder in noch unter dem Pseudohymenium zu sehen, sind aber wahrscheinlich dagewesen, vom Mycel aufgezehrt und zur Bildung von Schwellhyphen verwendet worden. Dafür würde auch die Tatsache sprechen, daß in der Nachbarschaft nesterartig angeordnete Gallenzellen auftreten.

In einem anderen bei (gr. S) beobachteten Falle waren Gonidien dem Pseudohymenium noch beigemischt, wenn auch vergrößerte und zugleich entartete. Er stammt von einem ganz kleinen, nur $270\ \mu$ langen Gallenhöcker, vor dessen Rand die Gonidienzone $58,7\ \mu$ mächtig und neuschichtig war, während sie an normalen Stellen nicht über $15\ \mu$ mächtig und zweischichtig ist. Nimmt man an, daß ein ähnlicher Gonidienreichtum auch in dem verpilzten Abschnitt geherrscht hat, so muß ein Teil der Algenzellen aufgezehrt worden sein, wofür auch die drei Nester (N) von Gallenzellen sprechen. Von den noch vorhandenen Algenzellen liegt die erste rechts unter dem Schlauche e; sie ist völlig entleert im Gegensatz zu der großen, zweiten unter dem Schlauch c und den beiden etwas kleineren unter dem Nest N; denn sie sind wenigstens zur Hälfte mit wolkigem Plasma erfüllt, das vom Cyanin hellblau gefärbt worden ist. Die Zugehörigkeit zu den Gonidien ist durch die Zinkchlorid-Jodprobe erbracht worden. Die über zwei Stockwerke verteilten Schläuche messen von $14,4 \times 4$ bis herab zu $4,5 \times 2,8\ \mu$ an Durchmesser (ohne Wand). Nur in a ist das Plasma gleichförmig im Innenraum verteilt, in den meisten anderen durch eine große oder 2—3 kleine Vakuolen unterbrochen. Bloß zwei von ihnen sind bis nahe an die Oberfläche gelangt (a, e), die übrigen durch 1—7 Zellschichten von ihr getrennt. Die Hyphen, von denen sie getragen werden, sind nie als Schwellhyphen ausgebildet, sondern rein fädig, langgliedrig, $1,5$ — $2\ \mu$ dick, wovon $0,8\ \mu$ auf den Plasmafaden kommen. Wichtig ist aber, daß diese dünnen Fäden von den Gallennestern ausgehen: von dem Nest N gehen deren vier schief nach oben; zwei von ihnen haben ihre Endzellen schon so verdickt, daß man kaum umhin kann, sie als Schläuche im ersten Jugendzustand anzusehen. Das Nest N' entsendet drei Hyphen, jede mit einem Ascus am Ende. Die drei Schläuche f, g, h weisen mit ihren Innenenden alle auf das Nest N" hin, ohne es zu erreichen, weil ihr Stiel nicht mit in die Schnittfläche gekommen ist. Außerdem geht von ihm eine $46\ \mu$ lange, zarte Gallenhyphe aus und gelangt bis an die Wandaußenfläche, aber ohne zum Schlauch anzuschwellen. Vielleicht geht dessen Bildung ein geschlechtlicher Vorgang voraus, der in dieser Hyphe unterblieben ist. Den Nachweis hierfür würde man nur an frischem

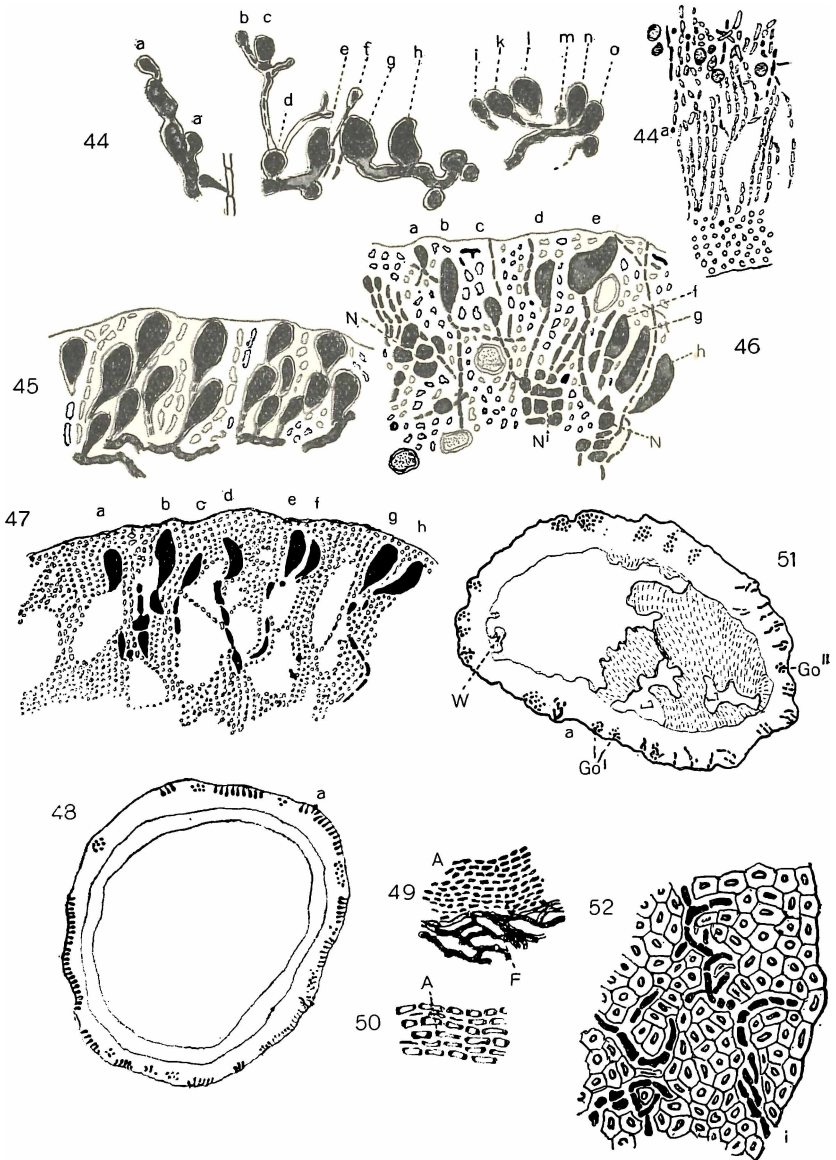


Fig. 44. *Cl. gracilis*, v. *abortiva*: Jugendliches Pseudohymenium mit Schläuchen (a—o). a und a' entspringen aus einer askogenen Schwellhyphpe, b, c, f aus fädig dünnen Hyphen, die übrigen aus tangentialen Schwellhyphen. 670:1.

Fig. 44a. Dieselbe: Schmalere Streifen des unterhalb der Gallenzone Fig. 44 befindlichen Lagerabschnittes, besteht aus dem inneren Abschnitt der Gonidienzone Außen- und Innenmark. 300:1.

- Fig. 45. *Cl. gracilis*, v. *abortiva* (gr. S.): Pseudohymenium mit 16 unreifen Schläuchen auf tangentialen Mycelhyphen. 500:1.
- Fig. 46. Dieselbe: Pseudohymenium mit Schläuchen (a—h), die aus Gallennestern (N, N' und N'') entspringen. 670:1.
- Fig. 47. *Cl. rangiformis*, v. *foliosa*: Pseudohymenium in einer Umgebung von dichter Rinde und Außenmark, das schon in der Mitte der Schlauchregion anfängt, lückenhaft zu werden. 470:1.
- Fig. 48. *Cl. gracilis* v. *abortiva*, Oberfranken (gr. Lo.): Querschnitt durch einen verpilzten Randsproß des Bechers. Verpilzung durch tropfenförmige Strichelung, Gonidien durch Punkte angedeutet; bei a Schläuche. 80:1.
- Fig. 49. Dieselbe (gr. 223): Kleine Partie vom Rand eines Querschnittes (Typ. I) durch den Gallenbogen einer jugendlichen Hufeisengalle. A = verändertes Außenmark, F = braunwandiger Hyphenfilz des Flechtenpilzes. 250:1.
- Fig. 50. Dieselbe: Noch stärker veränderte Zellen des Außenmarkes (A) aus einem 20 μ tiefer geführten Schnitt desselben Gallenbogens. 250:1.
- Fig. 51. Dieselbe (gr. S.): Querschnitt durch eine Hufeisengalle (Typ. IV) mit starken Wucherungen des Innenmarkes. Gallenhyphen durch Strichelung, Gonidien durch kleine Punkte angedeutet. Go' und Go'' = Gruppen mit entarteten Gonidien im Gallenbogen. 44:1.
- Fig. 52. *Cl. rangiformis* (rgf. R.): Kleine Partie aus dem Querschnitt einer kleinen Hufeisengalle (Typ. IV) mit maschenartigen Gallenhyphen in Rinde und dichtem Außenmark; i Infektionshyph. 670:1.

Material, das mir nicht zur Verfügung gestanden hat, nach geeigneter Differenzierung und Färbung bringen können. Die sämtlichen Lücken dieser Ansammlung von Gallenhyphen, -nestern und acht Schläuchen sind mit Rinden- und Außenmarkzellen erfüllt, von denen letztere, zumal zwischen Schlauch b und c starke Erweiterung erfahren haben.

Ähnliche Bilder sind auch in den Oldenburger Exemplaren der *Cl. gracilis*, v. *abortiva* gefunden worden.

Dagegen unterscheidet sich das Pseudohymanium der *Cl. rangiformis*, f. *foliosa* in manchen Beziehungen von den vorigen. Es stammt von einer dicken hufeisenförmigen Galle und zwar vom Übergang ihres Rückens zur rechten Flanke. Die in Fig. 47 dargestellte Zeichnung repräsentiert eine 80 μ lange Strecke vom Rücken, d. h. dem älteren Abschnitt des Gallenquerschnittes und enthält auf dieser acht Schläuche, während der nicht mit gezeichnete 40 μ lange Flankenabschnitt nichts als Mycelhyphen enthält. Unter den Schläuchen ist nur einer (b), dessen Inhalt zu sporenartigen Kugeln differenziert ist; er ist $16,2 \times 4,3 \mu$ groß und wird darin nur noch von dem Schlauch g erreicht, von keinem übertroffen. Sein spitzes Unterende steht mit einer halb entleerten Schwellzelle in Verbindung, eine Erscheinung, die bei (rngf. fol.) überhaupt häufig auftritt. Zuweilen werden die Schwellzellen ebenso lang, wie der Schlauch, unterscheiden sich von ihm aber stets durch die Helligkeit ihres vakuolen-

reichen Plasmas. Die anderen Schläuche der Fig. 47 stehen zum Teil mit vertikal gerichteten, langen Mycelhyphen in Verbindung oder weisen wenigstens mit ihrem inneren Ende auf sie hin. Ihre Glieder sind bisweilen so dick, daß sie als Schwellzellen oder Schwellhyphen angesehen werden müssen. Tangentialhyphen sind nicht vorhanden, auch nicht an den tieferen Stellen des Schnittes, nicht einmal dünn fadenförmige, geschweige denn Schwellhyphen, wie sie bei (gr. S. Fig. 44 u. 45) so schön gefunden werden. Gonidien fehlen völlig, und die Flechtenpilzgewebe der Umgebung, Rinde und Außenmark sind nur im äußeren Abschnitt etwa bis zur Mitte der Schläuche zu dichtem Paraplektenchym geworden. Von da nach innen enthält das Außenmark große Lücken, wenn auch nicht so viele und so große, wie an normalen Wandstellen.

Wie kommt die Krümmung der verpilzten Stengel zustande?

Um diese Frage zu beantworten, mußten die aufrechten, sackähnlichen Gallen von (gr. Lo.) untersucht werden. Sie unterscheiden sich von den anderen, z. B. den SCHAEERER'schen aus dem Haslital, den Oldenburger und schwedischen Exemplaren dadurch, daß ihre Farbe dauernd hell-ledergelb bleibt, daß ihre Wände sich nur wenig verdicken und auch nicht spröde werden. Deshalb kann man beim Schneiden dieser oberfränkischen Gallen auf gute Querschnitte rechnen, auch wenn man sie vorher nicht der Länge nach halbiert hat. Ein solcher, fast kreisrunder Querschnitt ist in Fig. 49 dargestellt: an elf Punkten des Umfanges weist er in nicht ganz gleichförmiger Verteilung Gallengewebe auf, nur an zwei Stellen in größerer tangentialer Ausdehnung. Von dem ganzen $1658\ \mu$ langen Umfang sind $737\ \mu$ verpilzt, $921\ \mu$ unverpilzt. Zwischen den verpilzten Stellen finden sich nicht überall, aber in den meisten Zwischenräumen Gonidiengruppen mit unveränderten, nicht entarteten Algenzellen, deren Inhalt trotz der Einwirkung beider Farbstoffe ihr grünes Aussehen behalten hat. Nur am Rande einer der verpilzten Stellen lag eine Gruppe von vier hypertrophierten, blaurot gefärbten und degenerierten Algenzellen. Auch die Umgebung der gesunden Gonidien hat sich nicht geändert, und das unter der Gonidienzone gelegene Außenmark ebensowenig; auch seine Lückenhaftigkeit hat es behalten. Man könnte deshalb auf die Vermutung kommen, daß das Gallengewebe im ersten Jugendzustand, dem der Infektion wäre. Das ist aber durchaus nicht der Fall; denn an mehreren Punkten der Peripherie besitzt es reife sporenerfüllte, bis ganz an die Oberfläche getretene Schläuche. Sein

im Mittel $29\ \mu$ mächtiges Mycel enthält Schwellzellen, vertikale und tangential Schwellhyphen und auch unzweifelhafte askogene Hyphen, alles Gebilde, die nach den obigen Auseinandersetzungen erst im späteren Verlauf der Gallenentwicklung auftreten.

Die Flechtenpilzbestandteile, die vorher zwischen den Gallenzellen gelegen hatten, sind bis auf unbestimmte, unscharf begrenzte Reste verschwunden, woraus hervorgeht, daß der Gallenpilz auf seine nächste Umgebung eine stark schädigende Wirkung ausübt, dagegen sind die zwischen den verpilzten Stellen gelegenen Flechtenpilzbestandteile in keiner Weise beeinflußt worden.

Ganz anders die übrigen *Gracilis*-Gallen: in ihnen lebt ein Pilz, der schon auf gewisse, oft recht beträchtliche Entfernungen hin eine fördernde Wirkung auf Flechtenbestandteile ausübt, auf die Gonidien, ihre Umhüllungshyphen, auf das Außenmark, das dabei aus einem lockeren Plektenchym zu einem dichten Para- oder Prosoplektenchym wird und außerdem an Mächtigkeit zunimmt, und zwar sind diese Reizwirkungen bereits unmittelbar nach der Infektion (Fig. 13) erkennbar. Ein besonders lehrreiches Beispiel hierfür bot mir eine junge, ledergelbe Hufeisengalle von (gr. 223). Am Grunde der Galle war der Stengel $319\ \mu$ dick, im Gallenbogen $478\ \mu$; Gonidien fehlten hier gänzlich und dementsprechend war statt der Rinde nur ein lockerer Filz von braunwandigen Hyphen als Außenbegrenzung (F in Fig. 49) vorhanden. Bei $9\text{--}18,4\ \mu$ Mächtigkeit war er aus $3\text{--}5$ Schichten der $3\ \mu$ dicken, langgliedrigen Hyphen zusammengesetzt und umschloß einen länglich runden, ganz mit Außenmark erfüllten Raum. Diese Außenmarkzellen besitzen einen $2\text{--}5\ \mu$ langen und $2\text{--}3\ \mu$ dicken, von einer $1\ \mu$ dicken, farblosen Wand umgebenen Plasmakörper und sind in Längsreihen angeordnet, die mit der Oberfläche und der Längsachse des Stengels parallel verlaufen (A in Fig. 49). Gallenzellen enthielt der Querschnitt nur an einem Punkt des braunen Hyphenfilzes; von ihnen ist der Reiz, der die geschilderte Vergrößerung der Außenmarkzellen bewirkt hat, ausgegangen. Später werden diese noch größer, vor allem ihre Höhlungen bis zu $8 \times 4\ \mu$, aber auch ihre Wände dicker bis zu $2\ \mu$; das Plasma ist in ihnen wandständig geworden und zeigt an den Schmalenden besondere Verdickungen (Fig. 50, A). Berücksichtigt man nun, daß in geraden, unverpilzten, gleichdicken Podetien desselben Stengels, der Durchmesser der Außenmarkzellen $3\ \mu$ nicht übersteigt, daß hiervon nur $0,5$ bis höchstens $1\ \mu$ auf den Plasmakörper kommen, daß sie außerdem durch Lücken voneinander-

getrennt, weil an Zahl geringer sind, bedenkt man ferner, daß in einem verpilzten Stengel die konkave, gesunde Seite aus lauter solchen kleinen Außenmarkzellen zusammengesetzt ist, die verpilzte dagegen aus stark vergrößerten und erweiterten, daß ferner deren Vergrößerung hauptsächlich in Richtung der Längsachse erfolgt ist, so ist klar, daß sich der Stengel krümmen muß, weil die längeren Zellen eine längere Peripherie ergeben.

In älteren Gallen, deren Mycel das Außenmark durchzieht, wird zwar das in ihrer unmittelbaren Nähe befindliche Außenmark zerstört, aber in einiger Entfernung von den Gallenhyphen finden dieselben Vorgänge statt wie in der eben beschriebenen kleinen Galle, die mit ihrem reinen Außenmark einen Ausnahmefall darstellt. Auch in ihnen findet Vermehrung oder Vergrößerung der Außenmarkzellen oder beides statt (vgl. Fig. 19 u. a.), aber nur auf der verpilzten Seite des Stengels, die sich deshalb in die Länge streckt, während die gesunde Seite kürzer bleibt. Ob auch die Gallenzellen mit zu diesem einseitigen Wachstum beitragen, bezweifle ich, weil sie in demselben Maße, in dem sie wachsen, Flechtengewebe zerstören.

Wie stark die Reizwirkungen sein und auf was für Entfernungen sie wirken können, veranschaulicht Fig. 51, die Darstellung eines Querschnittes durch eine mittlere Hufeisengalle von (gr. S.). Der Längsdurchmesser beträgt $693\ \mu$, der Querdurchmesser $472\ \mu$, das Mittel $582,5\ \mu$. Die größte Wanddicke ist $94,5\ \mu$, die geringste $47,2\ \mu$. Im verpilzten Bogenstück fehlen Rinde und zusammenhängende Gonidienschicht, bloß einzelne Gruppen degenerierter Gonidien (Go' und Go'') liegen zwischen den bis in die Nähe des Innenmarks vorgedrungenen Gallenkomplexen. Im Bereich dieses Bogens hat das Innenmark, dieses trügste aller Flechtengewebe, das in der Regel auf die Reize des Gallenpilzes gar nicht reagiert, gewaltige Wucherungen gebildet, durch welche die Zentralhöhle wenigstens zur Hälfte, im Höhepunkt des Hufeisenbogens zu etwa $\frac{1}{10}$ ausgefüllt wird. Von hier aus setzen sie sich, an Größe allmählich abnehmend, bis an das Ende der Gallenschenkel fort. Sie stehen mit dem Innenmark der Stengelwand durch schmale Brücken (bei a in Fig. 51) oder mit breiter Anwachsfläche in Verbindung. Das brückenartige Verbindungsstück bei a ist $15,5\ \mu$ breit, die Wucherung selbst wird bis $70\ \mu$ breit und $174\ \mu$ hoch. — Der unverpilzte Bogen des Querschnittes ist nicht ganz frei von diesen Innenwucherungen geblieben, vor allem an den Übergangsstellen, aber auch an seinem freien Ende, bei w. Die Gonidienzone in dem

gesunden Bogen ist durch größere Mächtigkeit und Schichtenzahl (bis 7) vor der normaler Wandstellen ausgezeichnet, was wohl auch als fördernde Reizwirkung des Gallenpilzes angesehen werden muß. Das Gewebe der Innenwucherungen ist durch große Blässe ausgezeichnet, weil seine erweiterten Zellhöhlungen ihr Plasma eingebüßt haben oder nur mit ganz dünner Schicht desselben ausgekleidet sind.

Innenwucherungen in gleichem Ausmaße habe ich nur noch einmal in der hufeisenförmigen Galle eines starken Stengels von (gr. K.) gefunden.

Den Höhepunkt dieser Entwicklung stellt es dar, wenn das Innenmark einen Adventivsproß hervorbringt, der in der Zentralhöhle nach oben wächst¹⁾, wie es an dem verpilzten Stengel einer schwedischen *Cladonia cornuta* beobachtet worden ist, aber bei *Cl. gracilis* auch vorkommen könnte, nur nicht bei der oberfränkischen mit ihren sackförmigen Gallen.

Systematisches und Biologisches.

Ohne Zweifel gehört der die Hufeisengallen verursachende Pilz zu den Ascomyceten. Zweizellige Sporen, wie sie in den Gallen der *Fimbriata*-Gruppe²⁾ immer gefunden werden, fehlen hier. Darin aber stimmen beide Pilze überein, daß sie kein echtes Hymenium bilden, sondern nur Einzelschläuche in einer Umgebung von Flechtenpilzgewebe oder, aber selten, Vereinigungen von 8—16 Schläuchen zu einem Pseudohymenium, dem aber auch Flechtenpilzbestandteile, oft in reichlicher Menge beigemischt sind (Fig. 44—47). Um Schläuche mit Sporen zu finden, darf man nicht alte, dunkelbraune Gallen zerschneiden, sondern junge, hellbraune. In Fig. 5 enthielten z. B. die alten, grobhöckerigen Gallen a und b am Ende des Stammes keine mehr, wohl aber die jungen an den Seitenzweigen d, e, f. In welcher Jahreszeit sie entstehen und reifen, entzieht sich meiner Beurteilung; das aber ist Tatsache, daß in den Gallen von *Cladonia rangiformis*, v. *pungens* von Rossitten auf der Kurischen Nehrung, die Ende Juli 1927 gesammelt worden sind, von Schläuchen wenig zu sehen war, von Sporen gar nichts.

Wahrscheinlich entwickeln sich die Schläuche aus dem askogenen Hyphen sehr schnell, und ebenso schnell werden ihre Sporen

¹⁾ BACHMANN, E.: Adventivprossung im Innern eines *Cladonia*-Fruchtstieles. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 42 p. 87. Berlin 1924.

²⁾ BACHMANN, E.: Die Pilzgallen einiger Cladonien. II. Arch. f. Protistenk. Bd. 59 p. 174. Jena 1927.

auf günstiger Unterlage keimen, manchmal in großer Anzahl neben- und unabhängig voneinander, wie Fig. 23 zeigt.

Das nicht seltene Vorkommen jugendlicher Gallen an Seitenzweigen alter, ebenfalls verpilzter Stengel (Fig. 5) könnte auf die Vermutung führen, daß das Mycel wie bei den *Taphrina*-Arten überwintert oder Trockenperioden überdauert, um bei günstiger Witterung an den Enden der jungen Zweige hervorzubrechen. Wenn das der Fall wäre, müßte man am Grunde dieser Zweige, die aus dem Stamm eingedrungenen Mycelfäden sehen können, was mir nie gelungen ist. Daß gerade die jungen Zweigspitzen so leicht befallen werden, liegt wohl an der lockeren Beschaffenheit ihrer Außenbegrenzung, wie sie in Fig. 49 F zu sehen ist.

Wahrscheinlich gehören die Gallenpilze der oben beschriebenen Cladonien drei verschiedenen Arten an: die verbreitetste ist die auf *Cl. gracilis*, v. *abortiva* (S. 270, Nr. 3 a—f, h, Nr. 4 und 5) und *Cl. rangiformis* (S. 270, Nr. 6 a, b) vorkommende. Sie besitzt 15 μ lange, bis 5 μ breite Schläuche, kugelige, bis 1,5 μ große Sporen und die Fähigkeit, die Flechtengewebe, besonders das Außenmark, selten das Innenmark zu lebhaftem Wachstum zu reizen. Dagegen hat der auf der oberfränkischen *Cl. gracilis* (gr. Lo.) wachsende Pilz nur 10 μ lange, bis 5 μ dicke Schläuche, 1—1,2 μ dicke, kugelige Sporen und ermangelt der Fähigkeit, das Außenmark zu erhöhtem Wachstum zu reizen. *Cl. amaurocraea* wird von einer dritten Art bewohnt, deren Schläuche bei 4—5 μ Dicke bis 22 μ lang werden und kugelige Sporen von wenigstens 1,5 μ Durchmesser führen. Ihr Mycel ist im Außenmark, weniger in Rinde und Innenmark als „Maschengewebe“ ausgebildet (Fig. 20, 21, 22). In geringerem Grade wird diese Ausbildungsweise auch bei *Cl. rangiformis* gefunden, wie Fig. 52 erkennen läßt.

Zusammenfassung.

Zu der Annahme, daß die Infektion der Stengel durch zahlreiche Sporen an ebensoviel Punkten der Oberfläche erfolgt, zwingen Abbildungen wie Fig. 13, 14, 17, 23, 35 u. a. Die Sporen müssen klein und sehr vergänglich sein, denn man sieht sie nie, auch nicht am Außenende kurzer Keimfäden. Die Infektion erfolgt mit Vorliebe an lockeren Stellen der Oberfläche über gonidienfreien Wandstellen, kann aber auch an gonidienhaltigen erfolgen, in welchem Falle ein Teil der Rinde durch den Keimfaden resorbiert, seine nächste Umgebung überdies aufgehellert wird. Nachdem die Hyphen eingedrungen sind, verzweigen sie sich alsbald, was noch innerhalb der Rinde ge-

schehen kann und verbreiten sich durch parallel mit der Oberfläche verlaufende sog. „Tangentialhyphen“ nach allen Seiten, am schnellsten in Richtung der Stengellängsachse, wodurch zunächst ein in Richtung dieser Achse gestreckter gerstenkornähnlicher Höcker entsteht. Durch Tangentialhyphen, die von den Flanken dieses Gebildes aus rechtwinkelig zur Längsachse wachsen, wird die Galle verbreitert. Hinter dem Wachstum der Tangentialhyphen bleibt das der senkrecht eingedrungenen Infektionshyphen nach innen nicht zurück. Sie dringen in das Außenmark, manchmal in die Gonidienzone bei *amaurocraea* sogar bis in das Innenmark und können als „Vertikalhyphen“ bezeichnet werden. Sie gehören samt und sonders zum Mycel des Pilzes (Fig. 17—20 u. a.) und schwellen später zu kugeligen oder länglichrunden Zellen oder zu unförmlich dicken Hyphen an, den „Schwellzellen und Schwellhyphen“. Jene sind kugelrund (Fig. 23) oder länglich, in diesem Falle tropfen- oder spindelförmig (Fig. 23) oder fast walzenförmig (Fig. 25) oder endlich unregelmäßig gestaltet (Fig. 26). Sie sind einzeln (Fig. 23), zu zweit (Fig. 24) oder zahlreich, fast beerenartig an der Hyphe befestigt (Fig. 27). Fast immer liegen sie 20 und mehr μ tief im Außenmark, ganz selten an der Oberfläche, nur von einer dünnen Lage abgestorbener Rindenzellen bedeckt (Fig. 28 a). Die Schwellhyphen können vertikal (Fig. 18, 19, 27, 30, 31, 35 s) oder tangential (Fig. 29, 44, 45 u. a.) verlaufen, sind (ohne die 0,5 μ dicke, farblose Wand) bis 3,5 μ dick und gleich den Schwellzellen mit Plasma reichlich erfüllt, heben sich darum nach der Färbung von ihrer Umgebung, dem plasmaarmen, zellwandreichen Flechtenpilzgewebe, sehr deutlich ab.

Eine Anreicherung an Plasma ist es auch, wenn sich die Gallenzellen zur Nestform zusammenschließen: die Nester können rundlich-konzentrisch gebaut sein (Fig. 32, 33, N) oder sternförmig oder endlich fiederförmig (Fig. 33 N"). Sie bestehen im Querschnitt gesehen aus 6—7 Zellen (Fig. 32) oder aus einigen 20 (Fig. 33 N") oder noch weit mehr (Fig. 34). Die Zellen sind sehr dünnwandig, aber plasmareich, liegen eng aneinander gedrängt, stehen wahrscheinlich immer mit einer Infektionshyphe in Verbindung (Fig. 32 a, b, 33 h, h', 34), wenn diese auch nicht immer mit auf die Schnittfläche gekommen ist, und sind an gonidienhaltigen Wandstellen durch Verdrängung und Resorption der Algenzellen entstanden. Man findet sie immer in der Region der Wand, in der die Gonidien zu liegen pflegen und in manchem Gallenbogen sind sie zu 16 und mehr reihenweise genau so angeordnet, wie vorher die Gonidiengruppen gelegen haben müssen.

Schwellzellen stehen häufig mit dem Innenende von Schläuchen

in Verbindung (Fig. 37—40) oder die Schläuche entspringen aus Schwellhyphen (Fig. 44, 45) oder endlich aus Nestern (Fig. 46). Deshalb liegt die Vermutung nahe, daß diese drei eigentümlichen Gebilde des Gallenmycels als Speicherorgane dienen, die aus der Umgebung, dem Flechtengewebe, vor allem eiweißhaltige Nahrungsstoffe aufnehmen, um sie später an die wachsenden Schläuche abzugeben. Darum werden auch die mit Schläuchen verbundenen Schwellzellen und -hyphen bald plasmaarm. Damit stimmt es wohl überein, daß an gonidienlosen Wandstellen die Bildung von Schläuchen ganz unterbleiben kann, wenigstens spärlicher erfolgt als an gonidienhaltigen oder solchen, deren Algenzellen durch Nester verdrängt worden sind.

Daß der schmarotzende Gallenpilz die Gonidien für den Aufbau von Vermehrungszellen als Nahrungsmittel bevorzugt, kann gar nicht Wunder nehmen, weil sie an Eiweißstoffen viel reicher sind als die Bestandteile des Flechtenpilzes. Ebenso verhalten sich die Gallenpilze der *Fimbriata*-Gruppe, wenn sie erst eine auffällige Vermehrung der Gonidien herbeiführen, um sie zuletzt zur Entartung und völliger Entleerung zu führen. Allerdings lassen sie dabei die Gonidienschicht zurück. Allein die Flechte *Psorotichia Montinii*¹⁾, die auf dem Lager von *Verrucaria parmigera* als Schmarotzer lebt, zehrt auch die ganze Gonidienschicht ihres Wirtes auf, läßt dessen Mark- und Rhizoidenschicht unversehrt und stirbt dann ab, weil ihr diese Rückstände zur eigenen Ernährung nicht genügen.

Das Mycel des die Flechte *Cl. amaurocraea* bewohnenden Gallenpilzes unterscheidet sich ganz wesentlich von dem der *Gracilis*-Arten, denn seine ungewöhnlich zarten Hyphen umwachsen Zellen der Rinde, vor allem die des Außenmarkes, in geringerem Grade wieder die des Innenmarkes in Form von vier-, fünf- und sechseckigen Maschen (Fig. 20, 21, 22). Auch bei *Cl. ecmocyna* ist diese Mycelform des Gallenpilzes beobachtet worden (Fig. 52).

Aus dem Mycel entspringt zuletzt eine neue Art von Hyphen, die im Gegensatz zu den Vertikalhyphen senkrecht von innen nach außen wachsen und deren Endzellen zu Schläuchen anschwellen (Fig. 35 a, a') oder die einem Schlauch an einem Seitenzweig hervorbringen (Fig. 36) und darum askogene Hyphen genannt werden dürfen. Manchmal sind sie ungewöhnlich dick (Fig. 44 a, a') und gleich älteren Schwellhyphen halb entleert. Die Schläuche selbst sind schmal- oder dickkeulig, 9,6—22 μ lang und

¹⁾ BACHMANN, E.: Der Thallus der Kalkflechten mit *Chroolepus*-, *Scytonema*- und *Xanthocapsa*-Gonidien, p. 69. Abh. d. K. Leop.-Carol. Akad. d. Naturf. Bd. 105 1. Halle 1919.

enthalten meist acht, selten weniger oder mehr (bis 14) kugelige Sporen. Seltener als in der *Fimbriata*-Gruppe sind die Vermehrungszellen der Gallen so gehäuft, daß man von Pseudohymenien sprechen kann.

Die fördernden Reizwirkungen des Gallenpilzes auf seinen Wirt bestehen in einer Vermehrung der Gonidien (Fig. 13, 14, 15), aber fast nie durch Gruppenkugeln, in der Zerstreuung der Algenzellen von der Rinde bis zum Außenrande des Innenmarkes, in der Vermehrung und Vergrößerung der Außenmarkzellen, ausnahmsweise darin, daß das Innenmark große Wucherungen in die Zentralhöhle des Stengels treibt (Fig. 51). Am bedeutungsvollsten sind die Wirkungen auf das Außenmark, denn aus ihnen erklärt es sich hauptsächlich, daß die pilzbefallenen Stengel Hufeisenform annehmen. In den Bogenstücken kleinster Hufeisengallen zeigen Querschnitte von der Schnittform I (Fig. 1) an Stelle der 3 μ großen, rundlichen Außenmarkzellen längliche, plasmareichere, die sich in Richtung der Stengellängsachse um das Drei- bis Vierfache gestreckt haben und ein lückenloses Gewebe bilden, obschon noch keine der wenigen Infektionshyphen des Gallenpilzes bis in das Außenmark eingedrungen ist. Weil das auf der gegenüberliegenden, gesunden Stengelseite gelegene Außenmark seine ursprüngliche Beschaffenheit und Zellgröße beibehalten hat, muß sich der Stengel so krümmen, daß seine gesunde Seite zur Innen-, die verpilzte zur Außenperipherie des Kreisbogens wird. Gonidien können nicht mit dazu beigetragen haben, weil sie in diesem jugendlichen Stengelstück ganz fehlten, das braune Außengewebe auch nicht, weil es viel zu porös ist. Wenn ältere, gonidienhaltige Stengelteile vom Gallenpilz befallen werden, so wird die Sache komplizierter, aber daß auch hier dem Außenmark der Hauptanteil an dem Hervorbringen der Krümmung zukommt, geht daraus hervor, daß sich auch hier Vermehrung und beträchtliche Vergrößerung seiner Zellen konstatieren läßt und daraus, daß es dicht geworden ist.

Als Gegenprobe auf das Exempel können die geraden, sackförmigen Gallen der oberfränkischen *Cl. gracilis* mit ihrer allseitigen Verpilzung und ihrer Unfähigkeit, das Außenmark zu erhöhtem Wachstum anzuregen, angesehen werden.

Die schädigenden Wirkungen des Gallenpilzes auf den Wirt setzen sehr bald ein und äußern sich zuerst an einer Hypertrophie, einer Vergrößerung der Algenzellen, der jedoch keine Teilung auf dem Fuße folgt, sondern Entartung des Plasmas. Diese wird daran erkannt, daß es ungleichförmig-wolkige Beschaffenheit annimmt, von

Hämatoxylin nicht blauschwarz, sondern nur grau bis grauschwärzlich und von dem Chamberlainschen Farbstoffgemisch blaurot oder nur rosa gefärbt wird, nicht grün oder grünbläulich, wie gesunde Gonidien. Vollständig werden die Gonidien resorbiert, wo Nesterbildung auftritt. Auch Rinde und Außenmark fallen der Resorption oder wenigstens der Entleerung ihrer Zellen anheim, wo sie von Gallenhyphen durchzogen werden. Besonders in unmittelbarer Nachbarschaft von Schwellzellen und Schläuchen, aber auch von Infektionshyphen, tritt diese Schädigung als starke Aufhellung des Flechtenpilzgewebes verbunden mit Verschwommenheit der ehemaligen Zellgrenzen zutage. Ihren Höhepunkt erreicht sie in den Gallen von (gr. Lo.).

Bei *Cl. amaurocraea*, deren zarte, maschenbildene Gallenhyphen sogar in das Innenmark eintreten, findet, solange diese dünn bleiben, nur eine Zerstörung der Außenlamellen des Zellgewebes statt.

Das Material für obige Untersuchung ist mir in entgegenkommener Weise von Herrn HEINRICH SANDSTEDT in Zwischenahn geliefert worden, wofür ich ihm auch hier meinen herzlichsten Dank ausspreche.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [62_1928](#)

Autor(en)/Author(s): Bachmann Ewald Theodor Franz

Artikel/Article: [Die Pilzgallen einiger Cladonien. III. 261-306](#)