

## Der lepröse Thallus einiger Krustenflechten.

Von

E. Bachmann.

(Hierzu 40 Textfiguren.)

---

Von den Flechtensystematikern wird bekanntlich die Beschaffenheit der Kruste oft recht ungenau beschrieben, weil sie sie nur bei Lupenvergrößerung betrachten und dann, nach Vergleichung mit ganz fremden Dingen suchend, schließlich Bezeichnungen wählen, die nicht viel sagen oder ganz unzutreffend sind: Die Kruste der endolithischen Kalkflechten wird allgemein als weinsteinartig bezeichnet, nicht selten mit dem Zusatz „nullus“ oder „subnullus“, auch wenn sie in Wirklichkeit mehrere Millimeter dick ist. Der Ausdruck weinsteinartig betrifft auch nur die äußerste Oberfläche der Epinekralschicht, d. h. der physiologisch unwesentlichsten Schicht des Lagers, sagt aber gar nichts über den Hauptteil des Lagers aus.

Ein ebenso beliebter Ausdruck wie weinsteinartig ist leprös oder schorfig. Der Name stammt von der Ähnlichkeit mit dem Aussehen der menschlichen Haut bei gewissen Erkrankungen her und wird z. B. der Kruste von *Biatora uliginosa* (SCHRAD.) zugesprochen. TH. FRIES<sup>1)</sup> sagt: „crusta sat tenuis, granulata vel leprosa“ und ähnlich sprechen sich die anderen europäischen Ländern angehörenden Lichenologen G. W. KOERBER<sup>2)</sup>, H. OLIVIER<sup>3)</sup> und A. JATTA<sup>4)</sup> aus. Abgebildet ist sie von J. REINKE<sup>5)</sup> und von diesem

<sup>1)</sup> TH. FRIES, Lichenographia scandinavica p. 456. Upsala 1871—1874.

<sup>2)</sup> G. W. KOERBER, Systema lichenum germaniae p. 266. Breslau 1855.

<sup>3)</sup> H. OLIVIER, Description des lichens etc. II, 82. Paris 1897.

<sup>4)</sup> A. JATTA, Sylloge lichenum italicum p. 324. Trani 1900.

<sup>5)</sup> J. REINKE, Abhandlungen über Flechten, III, IV. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 28 p. 100. Berlin 1895.

durch W. NIENBURG, in dessen Anatomie der Flechten (LINSBAUER, Handbuch der Pflanzenanatomie, II. Abt., 1. Teil, Berlin 1926) gelangt. Hier (p. 32) sagt letzterer: „Der lepraähnliche Thallus setzt sich aus lockeren, grünlichen Körnern zusammen, die durch einzelne Mycelfäden verbunden sind. Im Gegensatz zu den Leprabildungen entstehen aber an diesen Spinnwebthallis Apothezien.“ Auch die Krusten von *Biatora fuliginea* (ACH.) FR., *viridescens* (SCHRAD.) FR., *decolorans* FR. werden von den meisten Autoren als leprös bezeichnet, durch KOERBER sogar die von *Sarcogyne regularis* KBR., *privigna* KBR. und *pruinosa* (SMSFT.) KRB., obgleich sie ganz anders beschaffen sind als die von *Biatora uliginosa*, wie, das habe ich<sup>1)</sup> schon vor 3 Jahren gezeigt.

Bekanntlich gibt es sterile Flechtenausbreitungen, die in der Gattung *Lepraria* untergebracht werden und den leprösen Lagerbau in reinsten Ausbildung zeigen müßten. Deshalb habe ich zwei Arten derselben in 10  $\mu$  dicke Querschnitte zerlegt und die von ihnen gewonnenen Abbildungen in Fig. 1—9 vorgeführt; es sind *Lepraria latebrarum* ACH. und *L. chlorina* ACH. Die erste stammt von den Felswänden der sog. „Sächsischen Schweiz“, wo sie quadratmeter große Flächen mit einem gleichförmigen Überzug von 1,7—2 mm Dicke überzieht, die zweite von dem Rinnelstein bei Grünbach und von Granitfelsen aus der Umgebung von Schönberg bei Brambach im Sächsischen Vogtlande.

Von *Lepraria latebrarum* zeigt Fig. 1 ein 408  $\mu$  breites und 459  $\mu$  hohes Stück eines Lagerquerschnittes bei 72facher Vergrößerung mit den eingezeichneten Linien eines Ocular-Netzmikrometers. Von den 16 ganzen und 4 halben Quadraten mit 102  $\mu$  Seitenlänge ist ein einziges zu zwei Drittel, die meisten nicht einmal zur Hälfte mit zarter Hyphenmasse erfüllt. An einigen Punkten liegen die Fäden so eng beisammen, daß sie am besten mit einem Filz verglichen werden können, an den meisten lockerer, lückenreich, aber nie so regelmäßig angeordnet, wie in einem von Spinnen gewebten Netz. Bei 325facher Vergrößerung (Fig. 2) erkennt man, daß der Filz aus wenigen, einzeln liegenden, kreisrunden Hyphenquerschnitten und sehr zahlreichen, kurzen, gegliederten Hyphenstückchen zusammengesetzt ist. Ihre Wand, wenigstens deren Außenlamelle muß graubräunlich gefärbt sein, denn wo mehrere der scheinbar farblosen Fäden übereinander liegen, zeigen sie den ge-

---

<sup>1)</sup> E. BACHMANN, Der Thallus der deutschen Sarcogynearten. Hedwigia Bd. 67 p. 131—140. Mit 1 Tafel. Dresden 1927.

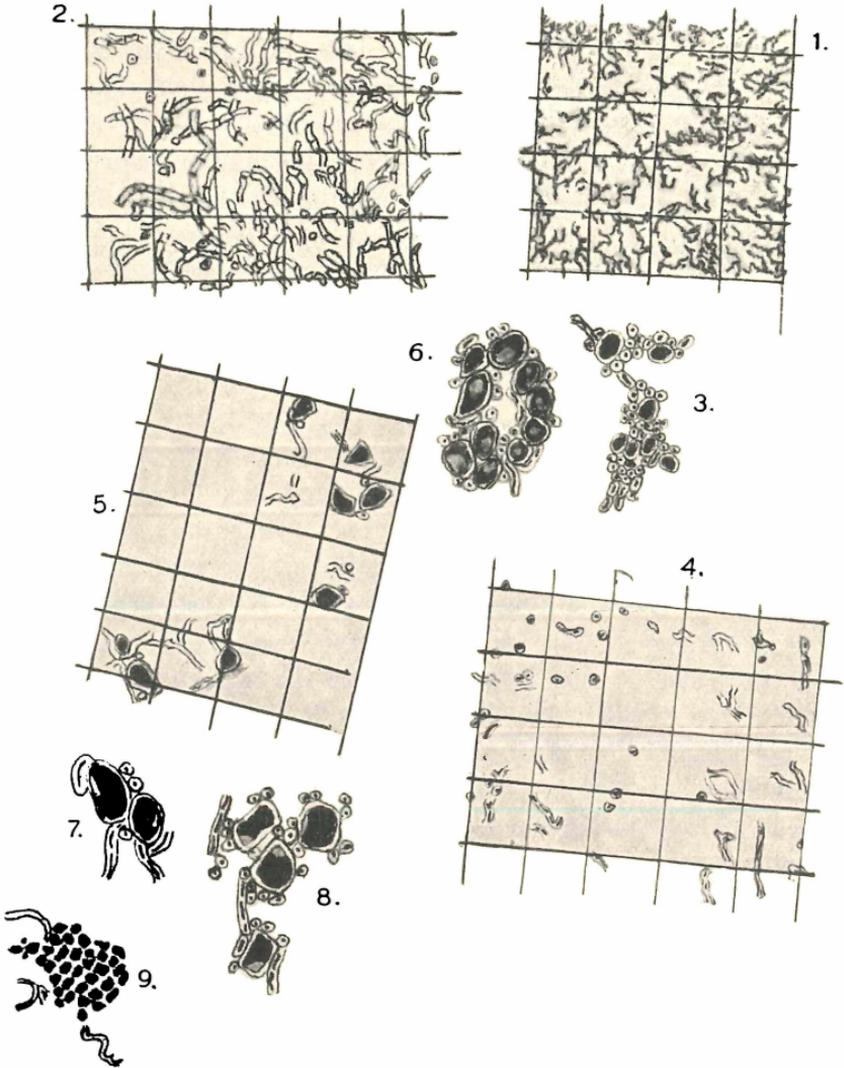


Fig. 1. *Lepraria latebrarum*. Querschnitt durch einen Teil des Lagers (ohne Gonidien). Vergr. 72 : 1.

Fig. 2. *L. latebrarum*. Querschnitt durch einen kleineren Teil desselben Lagers (ohne Gonidien). Vergr. 300 : 1.

Fig. 3. *L. latebrarum*. Gonidiengruppe aus einer anderen Stelle des Lagers. Vergr. 352 : 1.

Fig. 4. *Lepraria chlorina*. Querschnitt durch einen Teil des Lagers (ohne Gonidien). Vergr. 72 : 1.

Fig. 5. *L. chlorina*. Querschnitt durch einen kleineren Teil desselben Lagers mit viel Gonidien. Vergr. 300 : 1.

Fig. 6. *L. chlorina*. Große Gonidiengruppe aus einem anderen Teil des Lagers. Vergr. 352 : 1.

Fig. 7. *L. chlorina*. Kleine Gonidiengruppe. Vergr. 704 : 1.

Fig. 8. *L. chlorina*. Kleine Gonidiengruppe. Vergr. 600 : 1.

Fig. 9. *L. chlorina*. Fremdartige (Cyanophyceen) Algengruppe. Vergr. 600 : 1.

nannten Farbenton. Sie sind 3—5  $\mu$  dick und enthalten in einer kaum 0,5  $\mu$  dicken Höhlung blauschwarzes Plasma. In älteren, dunkleren Fäden fehlt dieses gänzlich, woraus hervorgeht, daß ein Teil des Filzgewebes abgestorben ist. Die durch Fig. 1 u. 2 dargestellten Querschnitte enthalten bloß Bestandteile des Flechtenpilzes, das ist jedoch Ausnahme, denn an den meisten anderen Stellen treten auch noch Algenzellen auf, selten einzelne, meist Nester von mehreren, die schon bei schwächerer Vergrößerung als dunkle Punkte ins Auge fallen, weil sie reich an Plasma sind, das vom Hämatoxylin blauschwarze Farbe angenommen hat. Auf einer aus 20 Quadraten bestehenden Fläche eines benachbarten Querschnittes habe ich vier Gonidiengruppen und zwei Einzelgonidien feststellen können, die Gruppen aus 2—4 Algenzellen zusammengesetzt. Eine größere Gruppe von 58,7  $\mu$  Länge und 36,7  $\mu$  Breite veranschaulicht Fig. 3. Vier von den sieben Gonidien liegen einzeln und sind von runden Umhüllungszellen nie allseitig und meist einschichtig umgeben. Diese Zellen sind 4—5  $\mu$  groß, ihre Plasmakörper 1—2  $\mu$ , die Gonidien dagegen bis 9,6  $\times$  6  $\mu$ , meist nur 6  $\times$  5,5  $\mu$ ; ihre Höhlung ist völlig mit blauschwarzem Plasma angefüllt.

*Lepraria chlorina* kommt in 1 mm dicken, mehr als handflächen großen Lagern auf dem Rinnelberg bei Grünbach, in dünnen, talergroßen auf dem Granit von Schönberg bei Brambach vor. Vom ersten Standort veranschaulichen Fig. 4 u. 5 zwei 10  $\mu$  dicke Querschnitte. Die in Fig. 4 dargestellten 20 ganzen und 4 halben Quadrate enthalten nichts als Hyphenstückchen. Ein ganzes und zwei halbe Felder sind ganz leer, in anderen liegt ein einziges Hyphenstückchen, wenige haben mehr als drei, woraus geschlossen werden muß, daß der Filz viel lockerer ist als der von *Lepraria latebrarum* und kaum noch den Namen „Filz“ verdient. Die Hyphen sehen fast alle bräunlich aus und führen zum Teil kein Plasma mehr, sind demnach schon abgestorben, wenigstens die dunkelsten unter ihnen.

Noch lockerer erscheint das von einer gonidienreichen Stelle stammende durch Fig. 5 veranschaulichte Filzgewebe: von den 20 Quadraten, jedes mit 16,9  $\mu$  Seitenlänge, sind elf ganz leer, eines etwa zur Hälfte, die anderen acht mit weniger als der Hälfte, einige kaum zu zehn Hundertteilen mit Flechtenbestandteilen belegt. Die Gonidien sind bis 11  $\mu$  lang, bis 7,3  $\mu$  breit, die Hyphen meistens nur 3  $\mu$ , höchstens 4  $\mu$  dick. Daß sie an Dicke hinter denen von Fig. 4 zurückstehen, liegt daran, daß das ganze Präparat,

nachdem es mit dem CHAMBERLAIN'schen Farbstoffgemisch gefärbt worden war, in Kanadabalsam aufbewahrt worden ist. Die Zellwand sieht blaß-, der Plasmainhalt dunkelrosa aus, in den bereits abgestorbenen Hyphen fehlt er. Nach alledem stellt das Lager von *Lepraria chlorina* ein lockeres Gemisch von toten und lebenden Flechtenpilzhyphen mit lebenden Algenzellen dar, das kaum filzartig genannt werden kann.

Wenn man die Gonidiengruppen mit stärkerer Vergrößerung als für Fig. 5 angewendet worden ist, betrachtet, sieht man immer deutlich (Fig. 6, 7, 8), daß die runden und gestreckten Zellen des Flechtenpilzes mit rosa gefärbtem Plasma gefüllt sind. Die erste Gruppe (Fig. 6) ist gonidienreicher als die meisten, denn nicht weniger als zehn Algenzellen liegen in ringförmiger Vereinigung dicht beieinander, wogegen die Gruppe 7 bloß aus zwei, Gruppe 8 aus vier durch kleine Zwischenräume voneinander getrennten Algenzellen besteht. Die ihnen anliegenden Flechtenpilzzellen sind rundlich oder schwach gestreckt und enthalten einen höchstens  $1\ \mu$  dicken Plasmakörper. Die Algenzellen sind bei  $6,5\ \mu$  Dicke bis  $11\ \mu$  lang (Fig. 7), bei kugelrunder Gestalt beträgt der Durchmesser meist  $7\ \mu$ , selten bis  $9\ \mu$ ; ihre Wand ist  $0,7\text{--}1\ \mu$  dick und ihre Höhlung ist in der Regel nicht ganz mit Plasma ausgefüllt, außer bei den kleinsten. Die Umhüllungszellen bedecken immer nur einen Teil ihrer Oberfläche, nie bilden sie wie bei den Soredien eine, wenn auch nur einschichtige hohlkugelige Hülle oder gar, wie bei den Gonicysten, eine geschlossene Kapsel aus gestaltlich stark veränderten Zellen.

Noch weniger ist das der Fall bei den fremden Algengruppen (Fig. 9), die in dem Lager der *Lepraria chlorina* vom Rinnelstein immer auftreten: die Algenzellen sind kleiner, stoßen unmittelbar aneinander und sind nur durch eine  $0,5\ \mu$  dicke Wand, nie durch eingedrungene Umhüllungszellen voneinander getrennt. Wohl aber treten einige fädige Flechtenpilzhyphen bis an den Außenrand der zellenreichen Gruppe heran. Da die Wände durch Zinkchlorid-Jodlösung nicht gefärbt werden, handelt es sich um eine Cyanophyce, die sicher nicht in symbiontischen Beziehungen zu dem angelagerten Flechtenpilz steht.

Hiernach sind die beiden untersuchten *Lepraria*-Spezies dadurch charakterisiert, daß bei ihnen die fädigen Hyphen bei weitem vorwiegen, die Algenzellen zurücktreten. Diese sind zu kleinen, meist wenigzelligen Gruppen vereinigt, die nie von einer geschlossenen Hülle oder Kapsel umgeben sind. Die Einzelgonidien stehen immer

nur mit wenig Hyphen in Berührung. Die Vereinigungsart der Hyphen untereinander gleicht vielmehr einem lockeren Filz, als einem Spinnweben. Die Lager, besonders kleinere und jüngere, haften ganz locker an ihrer Unterlage, ganz anders als die der Krustenflechten. Früchte findet man auf ihnen niemals.

Als ich im Jahre 1925 mit der Untersuchung der Moriolaceen anfang, fand ich am Rande einer 6jährigen Kiefern Schonung auf feinem, reinem Quarzsand einen schwärzlichen Anflug, der bei mikroskopischer Untersuchung unzweifelhaft Goniocysten und daneben Apothecien erkennen ließ, so daß ich schon glaubte, eine neue *Moriola*-Spezies entdeckt zu haben. Weitere Beobachtungen ergaben, daß die Flechtenüberzüge im Innern des Waldes dunkler und zusammenhängender wurden, daß sie Früchte von mehr als 1 mm Durchmesser trugen, d. h. 5 mal größer als die auf den jugendlichen Thalli vom Rande des Wäldchens. Im Verlaufe mehrerer Jahre entwickelten sich die Lager weiter und bedeckten zuletzt Landstreifen von 50 cm Länge und 20 cm Breite. Auf ihnen wurden scheibenförmige Früchte von 1220  $\mu$  Durchmesser mit zahlreichen, sporenerfüllten Schläuchen gesammelt. Sie bewiesen die Zugehörigkeit zu *Biatora aliginosa* und zeigten völlige Übereinstimmung mit den Früchten alter Thalli aus dem Wehlener Grunde in der Sächsischen Schweiz, vom Kapellenberg bei Schönberg unweit Brambachs, aus dem Hegelerwald in Oldenburg und in Schneisen auf Waldboden des Kalkberges bei Crottendorf im Erzgebirge. Ihre Lager sind allesamt in 5—10  $\mu$  dicke Mikrotomschnitte zerlegt worden und haben für die Radebeuler Flechte und die aus der Sächsischen Schweiz einen Bau erkennen lassen, der mit dem von *Eumoriola* völlig übereinstimmt.

### Methodisches.

Die Zerlegung des auf dem hiesigen Sandboden gewachsenen Flechtenlagers in Mikrotomschnitte gelingt erst, nachdem die beigemengten Sandkörnchen entfernt worden sind. Um dies zu erreichen, habe ich eine Messerspitze des von ihr befallenen Sandes abgehoben, in ein Teesieb aus Aluminium mit 35  $\mu$  weiten Löchern getan und mehrere Stunden lang Wasser in dünnem Strahle darüber laufen lassen. Der Rückstand eine schwarze, lose zusammenhängende Masse ist dann noch, während der Wasserstrahl weiter lief, mit einem sehr weichen Pinsel ohne Druck langsam hin und her bewegt worden. Hierauf wurde das entsandete Lager mit der Skalpellspitze auf das in einer 4 cm weiten Petrischale befindliche Paraffin

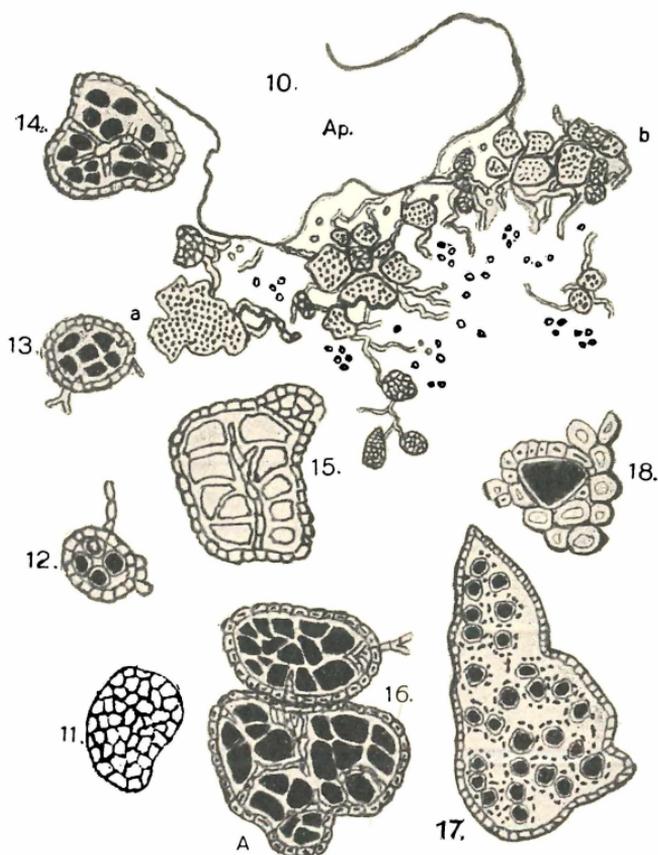
(Schmelzpunkt 56—58°) übertragen und zum Trocknen hingestellt, meist über Nacht. Im Verlauf der 12 Stunden war das Flechtengewebe ganz ausgetrocknet und konnte nun in einem Öfchen in das Paraffin eingeschmolzen werden, was in einer halben Stunde vollendet war. Die Färbung der aufgeklebten Schnitte ist nach dem HEIDENHAIN'schen oder CHAMBERLAIN'schen Verfahren, einigemal auch mit Alaun- oder Boraxkarmin ausgeführt worden. Vom Hämatoxylin werden die Protoplasten sowohl der Gonidien, wie der Flechtenhyphen blauschwarz gefärbt, vom CHAMBERLAIN'schen Gemisch dunkelrosa, die Hyphenwände hellrosa. Ebenso färben die beiden Karminverbindungen.

a) *Biatora uliginosa* vom Diebsweg bei Radebeul.

Ein Habitusbild des Lagers zeigt bei 92facher Vergrößerung Fig. 10: unter dem 486  $\mu$  langen Längsschnitt eines Apotheziums (Ap) zieht das Lager von a bis b in 580,5  $\mu$  Erstreckung hin und besteht aus Goniocysten, aus Goniocystengruppen und Hyphen. Von den Goniocysten sind 11 in der Außenansicht zu sehen und an der feinen Netzzeichnung erkennbar, alle anderen, nämlich 18, im Querschnitt, durch feine Punktierung gekennzeichnet. Die größte von ihnen, bei a, ist 106,4  $\mu$  lang, 91,8  $\mu$  breit, unregelmäßig gestaltet, enthält viele Hunderte von Gonidien und ist von einer dunkelbraunen Kapsel aus abgeplatteten Zellen ringsum bedeckt. Die kleinsten Goniocysten messen 25,7  $\mu$  bis herab zu 18,4  $\mu$  und selbst 14,7  $\mu$  an Länge und Höhe. Die wenigsten liegen einzeln, meistens sind sie zu zweit, zu dritt und selbst zu acht (im Querschnitt gesehen) gruppenweise eng vereinigt. Von ihnen gehen nach allen Seiten braune, 3  $\mu$  dicke, oft geschlängelte Hyphen aus, die sich aber nie weit verfolgen lassen und die an Menge gegenüber den gonidienhaltigen Lagerkörpern sehr zurücktreten — umgekehrt wie bei den *Lepraria*-Spezies. Wahrscheinlich würde man mehr von den Hyphen sehen können, wenn sie nicht durch fremde Gemengteile verdeckt würden. Die meisten derselben sind zwar bei dem mehrstündigen Spülen entfernt worden, aber durchaus nicht alle. Es sind vermoderte organische, aber auch einzelne mineralische, mit den Hyphen verwachsene und sie darum mehr oder weniger verdeckende Teilchen. Endlich gehören zu den lückenausfüllenden Fremdkörpern auch noch Algenzellen, die als Ringe eingezeichnet worden sind, wogegen ich die beiden ersten weggelassen habe. Wie groß die Menge der Goniocysten in diesen Lagern sein kann, möge noch an einem zweiten Beispiel erläutert werden: auf der kleinen Fläche von 639  $\mu$  Länge

und  $399 \mu$  Breite wurden 105 Gonio-cysten gezählt, 68 im Querschnitt, 37 in der Aufsicht, die größte von ihnen mit  $56,4 \mu$ , die kleinste mit  $13,6 \mu$  Durchmesser. In den Lücken zwischen ihnen sieht man außer braunen Flechtenpilzhyphen kugelrunde bis  $13 \times 10 \mu$  große Algenzellen, deren farblose Wand von Zinkchlorid - Jodlösung rot gefärbt wird, ferner vermoderte Pflanzenreste, Moosteilchen und andere nicht

erkennbare organische Reste, alle von den *Uliginosa*-Hphen durchzogen, zum Teil mit ihnen verklebt, so daß man kaum umhin kann, anzunehmen, daß der Flechtenpilz erst als Saprophyt auf den faulenden Pflanzenresten, dann erst als Symbiont der von ihm eingekapselten Algen lebt oder auch beides gleichzeitig tut.



*Biatora uliginosa*. a) Vom Sand einer Kiefern-schönung bei Radebeul.

Fig. 10. Lagerquerschnitt unter einem Apothecium (Ap): ein Gemenge von Gonio-cysten und Flechtenpilzhyphen; zwischen ihnen Algenzellen (Ringe). Vergr. 124:1.

Fig. 11. *B. uliginosa*. Goniocyste in der Aufsicht.

Vergr. 416:1.

Fig. 12. *B. uliginosa*. Goniocyste im Querschnitt.

Vergr. 332:1.

Fig. 13. *B. uliginosa*. Größere Goniocysten im Querschnitt.

Vergr. 320:1.

Fig. 14. *B. uliginosa*. Noch größere Goniocyste im Querschnitt, mit Innenhyphen. Vergr. 320:1.

Fig. 15. *B. uliginosa*. Abgestorbene Goniocyste.

Vergr. 332:1.

Fig. 16. *B. uliginosa*. Zusammengesetzte Goniocyste.

Vergr. 320:1.

Fig. 17. *B. uliginosa*. Dreieckige Goniocyste.

Vergr. 384:1.

Fig. 18. *B. uliginosa*. Ecke derselben stark vergrößert.

Vergr. 800:1.

Der feinere Bau der Goniocysten kann aus den folgenden Abbildungen erkannt werden: Fig. 11 stellt bei 416facher Vergrößerung eine Goniocyste in der Aufsicht dar. Die braunwandigen, geradlinig begrenzten Fünf- und Sechsecke sind die Umrisse der Kapselzellen; ihr Durchmesser beträgt  $3,5-5,7 \mu$ ; sie sind demnach kleiner als die im Innern der Kapsel liegenden Gonidien mit  $5,9-7,35 \mu$  im Durchmesser. Gestaltlich sind sie, wie bei *Moriola* als Hohlkugelsektoren anzusehen, deren Außenwand immer gewölbt, manchmal nahezu halbkugelig nach außen gewölbt und braunschwarz gefärbt ist. Das ist aber nur in Medianschnitten zu sehen, wie Fig. 12, 13 und noch besser bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 18). Die in Fig. 12 dargestellte mißt  $24 \mu$  im Durchmesser; davon kommen auf die Kapselwand je  $4 \mu$ , also auf den Innenraum  $16 \mu$ . Von den vier darin befindlichen Gonidien ist eine nur zum Teil mit dem grünen Inhalt erfüllt, der die drei anderen ganz ausfüllt; alle haben farblose Wände von  $0,8 \mu$  Dicke. Zwei gegliederte, braunwandige Hyphen gehen von der Kapselwand weg, nach innen sendet sie keine Fortsätze, anders als in Fig. 13. Diese Goniocyste ist  $31 \mu$  lang und breit, von der rings geschlossenen, braunen, meist  $3 \mu$  dicken Kapsel umgeben, enthält sechs grüne (ungefärbte) Gonidien mit farbloser,  $0,8 \mu$  dicker Wand. Innenhyphen sind nicht vorhanden, aber drei Innenzellen, kleine Vorsprünge von Kapselzellen nach innen, die bei weiterem Wachstum zu echten Innenhyphen werden, wie Fig. 14, 15, 16 zeigen. In Fig. 14 betragen Längs- und Querdurchmesser  $41 \mu$ ; von der Kugelgestalt weicht sie wesentlich ab, ist aber auch ringsum von der braunen,  $3,5-4 \mu$  dicken Kapselwand bedeckt, deren tangential gestreckte Zellen einen unter  $0,5 \mu$  dicken Plasmakörper enthalten. Von drei Punkten dieser Wand sind braunwandige Hyphen in den Innenraum eingedrungen, in der Mitte zusammengetroffen und haben hier bis  $4 \mu$  weite Zellen gebildet. Von dieser Mitte sieht man außer den beiden bis zur Kapsel reichenden Hyphen noch drei kürzere ausgehen, deren Grundabschnitt fehlt. In allen fünf sind die Hyphen nur  $1,5-2 \mu$  dick, aber ebenso braunwandig wie die in der Mitte gelegenen Zellen. Durch die Innenhyphen wird der ganze Raum in fünf Kammern zerlegt, von denen jede 2-4 Gonidien enthält, alle mit grünem Plasma, das aber von Hämatoxylin blauschwarz gefärbt wird, ein Zeichen dafür, daß das Plasma noch jugendfrisch war.

Ganz anders in der Goniocyste Fig. 15: sie ist  $51 \mu$  lang,  $37,4 \mu$  breit und besitzt an ihrer nördlichsten Ecke einen nicht mit-

gemessenen, rundlichen Auswuchs von  $19\ \mu$  Durchmesser, der in der Außenansicht zu sehen ist, nicht im Querschnitt, wie der ganze übrige Teil der Goniocyste, der von einer dünnen, verzweigten Innenhyphe fast der ganzen Länge nach durchzogen und durch sie in zwei Kammern, jede mit fünf Gonidien, zerlegt wird. Von diesen waren einige bereits entleert, das Plasma der anderen ist durch Hämatoxylin nicht blauschwarz, sondern nur grau gefärbt worden, ein Anzeichen ihrer Entartung. Das ist jedoch nur der Anfang des Absterbeprozesses. Zuletzt bräunen sich die Wände der entleerten Gonidien und auch die Innen- und Seitenwände der Kapselzellen. Das sind Vorgänge, die an Soredien nie stattfinden, sondern mit der Umwandlung der mächtigen Lager mancher Krustenflechten, wie *Lecanora badia* (PERS.), *Diploschistes scruposus* (L.) u. a. in Hyponekralschichten die größte Ähnlichkeit haben.

Von den *Moriola*-Goniocysten unterscheiden sich die der auf Sand gewachsenen *Biatora uliginosa* dadurch, daß sie manchmal zusammengesetzt und dadurch, daß die größeren unter ihnen oft von der Kugelform stark abweichen. Als Beispiel für den ersten Fall kann Fig. 16 dienen: sie ist in senkrechter Richtung gemessen  $80\ \mu$  lang, wovon  $49\ \mu$  auf die große,  $31\ \mu$  auf die kleine Goniocyste kommen. Beide sind ringsum mit dunklen Kapselzellen bedeckt und auf einer  $27\ \mu$  langen Strecke innig miteinander verwachsen; obgleich die kleine kaum als Seitenwucherung der großen angesehen werden kann, sondern selbständig entstanden sein und erst nachträglich mit der großen verwachsen sein dürfte. Dadurch unterscheidet sie sich von der gegenüberliegenden, halbkugeligen Ausstülpung A, denn ihre drei Gonidien sind von der Masse der übrigen Gonidien durch eine quer eingedrungene Innenhyphe, nicht durch Kapselzellen getrennt. Die größere Goniocyste ist durch radial eingedrungene Innenhyphen in Kammern geteilt, die 1—6 Gonidien enthalten; in der kleineren hat diese Sprossung von Hyphen erst an zwei Punkten begonnen. Daraus, daß der Inhalt aller Algenzellen durch Hämatoxylin blauschwarz gefärbt worden ist, geht hervor, daß diese zusammengesetzte Goniocyste im Gegensatz zu der in Fig. 15 dargestellten und gleich Fig. 17 noch ganz jugendfrisch ist.

Letztere ist eine einfache, durch Größe ( $88,4 \times 57,8\ \mu$ ) und ihre dreieckig-schwachgelappte Form ausgezeichnete Goniocyste. Ihre ringsum geschlossene Kapsel ist  $3\text{—}3,5\ \mu$  dick, enthält zahlreiche bis  $7 \times 6\ \mu$  große, einzeln oder zu zweit beisammenliegende Gonidien, von denen jene  $8\text{—}17\ \mu$  voneinander entfernt liegen. Die zwischen

ihnen befindlichen Lücken sind mit  $3\ \mu$  großen Umhüllungszellen, deren Protoplast  $0,5\text{--}1\ \mu$  groß ist (in Kanadabalsam gemessen) ausgefüllt. Fast alle diese Flechtenpilzzellen sind rundlich, wenige gestreckt, nämlich bis  $6\ \mu$  lang bei  $3\ \mu$  Dicke. Nach dieser etwas schematischen Zeichnung könnte es den Anschein erwecken, als ob das Innengewebe Lücken enthielte, besonders am Rande. Daß dies nicht der Fall ist, erkennt man bei Untersuchung mit Immersion: die Fig. 18, eine Ecke einer  $64,6 \times 40,8\ \mu$  großen dreieckigen, jugendlichen Goniocyste, zeigt nur eine Gonidie von  $9,7\ \mu$  Länge, mit  $1\ \mu$  dicker, farbloser Zellwand; sie ist ringsum von  $3\ \mu$  großen, hellwandigen Umhüllungszellen, die man bei schwächerer Vergrößerung leicht übersieht, bedeckt; nur an der Süd- und Ostseite grenzen Kapselzellen an sie, die durch doppelte Größe, weitere Höhlung und Braunfärbung der stark verdickten, gewölbten Außenwand ausgezeichnet sind.

Die gleiche Beschaffenheit des Lagers habe ich an einem Exemplar von *Biatora uliginosa* f. *argillacea* КРМФВ. aus dem Mückenbachtal bei Rittersgrün im Erzgebirge gefunden, das auf tonigem Sandboden gewachsen war und ebenso gereinigt werden mußte wie die Radebeuler Sandbewohnerin.

Dieser mühsamen Vorbereitungen bedarf es nicht bei

b) der *Biatora uliginosa* aus der Sächsischen Schweiz.

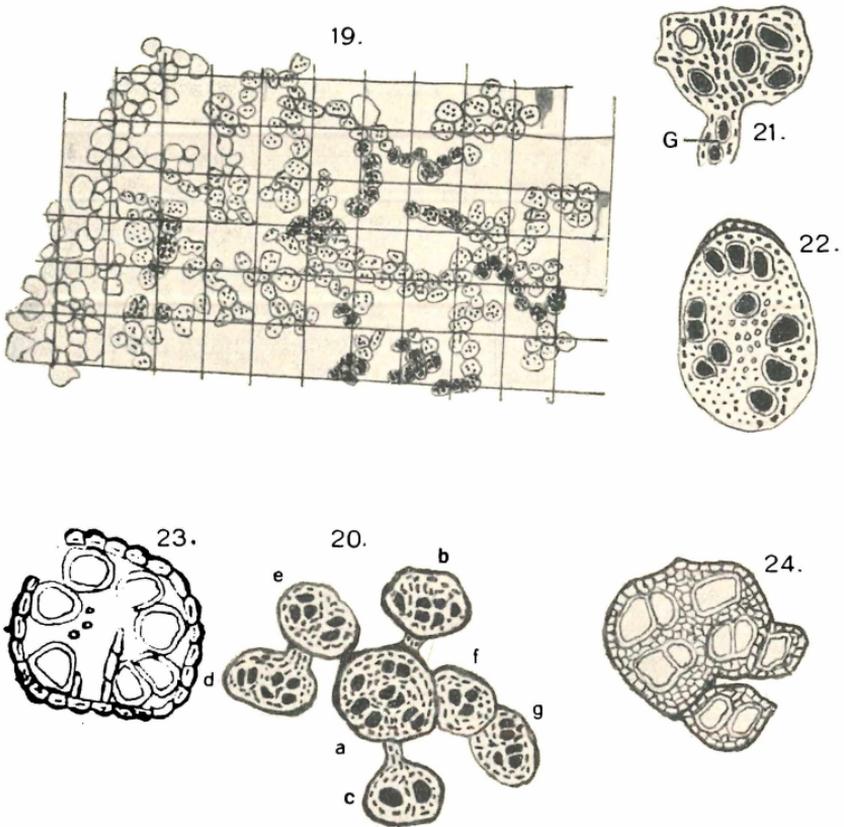
Sie wächst an senkrechten Felswänden und bedeckt quadratmetergroße Flächen mit einem Filz von  $2\text{--}2,5$  mm Dicke. Von ihm ist bei 45facher Vergrößerung nur das äußere Drittel gezeichnet worden und zwar in einer Mächtigkeit von  $864\ \mu$ . Das ganze Gewebe besteht aus Kugeln oder kugelähnlichen Gebilden, von denen die meisten braun sind, schwarzbraun die dicht punktierten, hellbraun die spärlich punktierten, fast farblos und mit grünem, jugendfrischem Plasma gefüllt die gar nicht punktierten. Diese liegen in  $2\text{--}4$  Stockwerken an der Oberfläche des Lagers in höchstens  $70,5\ \mu$  Mächtigkeit, entsenden aber auch Ausläufer bis in  $211,5\ \mu$ , ganz ausnahmsweise bis in  $296\ \mu$  Tiefe und befinden sich dann in einer Umgebung von lauter absterbenden oder bereits abgestorbenen Goniocysten. Denn sie selbst enthalten noch grüne Gonidien, deren Protoplasten durch Hämatoxylin blauschwarz gefärbt werden. Das ganze Gewebe unterhalb der hellen Außenschicht muß demnach der Hyponekralzone, die helle, jugendfrische Außenschicht der Gonidienzone anderer Krustenflechten an die Seite gestellt werden. Aus der Fig. 19 ist ersichtlich, daß die Goniocysten hier

dichter liegen als bei der sandbewohnenden Flechte von Radebeul, daß auch größere Lücken im Thallus nicht durch Hyphen überbrückt sind, daß vielmehr eine Lagerkugel aus der anderen hervorsproßt, derart, daß beide mit breiter Fläche aneinanderhaften oder durch ein mehr breites als langes Stielchen miteinander in Verbindung stehen. Deutlicher ist dies aus Fig. 20 zu ersehen: die hier dargestellte Gruppe ist von d bis g  $121,5 \mu$ , die größte Kugel (a) in derselben Richtung  $67,5 \mu$  lang. Diese ist ringsum von braunen Kapselzellen bedeckt außer an der unteren Seite, wo sie ein kurzes, dickes Stielchen nach der darunter befindlichen kleinsten Goniocyste (c) entsendet, die offenbar ein Sproß von a ist, ebenso wie b (gestielt), e und f (ungestielt). Alle vier könnte man als primäre Sprosse in Gegensatz zu d und g stellen, die sekundär aus e und f herausgewachsen sind. Daß zwischen a und e, a und c, a und f die Kapselzellen bestehen geblieben sind, ist bloß scheinbar: die Verbindungsstelle der Mutter- mit den beiden Tochterkugeln ist von dem Schnitt nicht getroffen worden, sondern liegt unter ihm. Alle sieben Goniocysten sind mit jugendfrischen Gonidien erfüllt und der Raum, den sie übrig lassen, mit punktförmigen oder schwach gestreckten, stellenweise strangförmig angeordneten Flechtenpilzzellen.

Unter den Lagerkugeln dieser Wehlener *uliginosa* befinden sich nicht wenige, deren Kapselwände wirklich eine Unterbrechung besitzen (Fig. 23) oder wo sie nur einen kleinen Teil der Oberfläche überziehen (Fig. 22), die folglich nach NORMAN als *Goniocystulac* bezeichnet werden müssen. Aus der Gonidienzone stammt die durch Fig. 22 veranschaulichte *Goniocystula*. Sie ist  $47,7 \mu$  lang, bis  $33,6 \mu$  dick, einzig an der Nordseite mit dunkelbraunen, dickwandigen Kapselzellen eingefast, an allen übrigen nackt. Ausgestattet ist sie mit elf nicht ganz gleichmäßig verteilten Gonidien in einer Umgebung von lückenlos aneinander geschlossenen, kugeligen oder schwach gestreckten Flechtenpilzzellen, von denen die ringförmig gezeichneten schon entleert, die punkt- oder strichförmig gezeichneten mit Plasma erfüllt sind, das sich im CHAMBERLAIN'schen Farbstoffgemisch rosa gefärbt hat. Diese liegen mehr nach außen, die abgestorbenen in der Mitte. Die durch Fig. 23 dargestellte *Goniocystula* stammt aus der Hyponekralzone, enthält sieben Gonidien, die nicht nur ihren Inhalt eingebüßt haben, sondern deren Wände auch schon braun geworden sind. Dieselben Veränderungen haben auch die Innenhyphen erfahren, von denen drei im Quer-, zwei im Längsschnitt zu sehen sind. Die Kapselwand besitzt nur eine

einzig, kurze Unterbrechung, das ganze Gebilde könnte darum beinahe als Goniocyste angesehen werden.

Im Gegensatz zu ihr kommen noch Lagerkörper vor, denen die Kapselwand völlig abgeht (Fig. 21). Er ist in der Querrichtung gemessen  $49 \mu$  lang,  $33 \mu$  hoch, enthält fünf Gonidien, je eine in den vier Ecken, die fünfte nicht genau in der Mitte. Beim Färben mit Eosin hat diese mehr Farbstoff aufgenommen als die randständigen, sieht darum dunkelrosa aus, die in der nordwestlichen Ecke dagegen ganz farblos. Sie muß also ihren Inhalt schon ver-



*B. uliginosa*. b) Aus dem Wehlener Grund in der Sächsischen Schweiz.  
 Fig. 19. Kleine Partie des Lagers im Querschnitt: farblose Goniocysten nicht punktiert, braune Goniocysten hell punktiert, schwarzbraune Goniocysten dunkel punktiert. Vergr. 46:1.

Fig. 20. *B. uliginosa*. Gruppe von Goniocysten und *Goniocystulae* auseinander hervorgesproßt.

Fig. 21. *B. uliginosa*. Nackte *Goniocystula* mit Gonidien (G) im Stielchen. Vergr. 320:1.

Fig. 22. *B. uliginosa*. *Goniocystula* mit geringer Kapselbedeckung. Vergr. 320:1.

Fig. 23. *B. uliginosa*. Abgestorbene *Goniocystula* mit Innenhyphen. Vergr. 480:1.

Fig. 24. *B. uliginosa*. Zusammengesetzte, abgestorbene Goniocyste. Vergr. 400:1.

loren haben oder vom Schnitt so getroffen worden sein, daß nur die Rückwand gesehen werden kann. An der Außenseite sind diese Algenzellen von einer, ganz selten zwei Schichten gewöhnlicher Umhüllungszellen bedeckt, deren Inhalt rosa aussieht, deren Wände farblos sind; die isodiametrischen sind meist  $4 \mu$  groß, die gestreckten bis  $6 \times 3 \mu$ , manchmal sogar  $8-9 \times 3-4 \mu$ . Durch die Mitte des Körpers zieht ein aus 2—3 Hyphen zusammengesetzter Strang quer vom südlichen nach dem Nordrand, verzweigt sich oberhalb der Mitte fast büschelartig, so daß am Nordende fünf Zweige strahlig auseinander spreizen. Vom Südrand dieses Körpers geht ein schmaler Zweig nach einer kleinen dunkelwandigen Goniocyste mit nur zwei Algenzellen, aber ohne Innenhyphen oder Innenzellen. Zwei noch kleinere Gonidien (G) enthält das Stielchen in einer Umgebung von Flechtenpilzzellen, die allesamt farblos sind. Braun- und dickwandige Kapselzellen fehlen diesem ganzen Körper durchaus, so daß er samt allen anderen seinesgleichen nicht als Goniocyste bezeichnet werden darf. Ich stehe aber nicht an, derartige Teile des Lagers der Wehlerer *Biatora uliginosa* als nackte *Goniocystulae* hinzustellen, da sie primäre Entstehung haben, wie die echten Goniocysten, gleich diesen altern und endlich absterben und überdies zu echten Goniocysten aussprossen können.

Daß hier auch zusammengesetzte Goniocysten vorkommen können, zeigt Fig. 24 aus der Hyponekralzone des mächtigen Lagers: alle ihre Zellen haben den Inhalt verloren und sind braunwandig geworden.

### c) *Biatoria uliginosa* aus Oldenburg.

Die Oldenburger *Biatora uliginosa* ist auf Waldboden, also auf organischer Unterlage gewachsen, in der sich z. B. noch Kiefernadeln, kleine Zweiglein, Moosteilchen erkennen lassen, sicher aber bloß am Rande der handflächengroßen, schwarzen Lagerschollen. In deren Mitte sind die fremden Pflanzenteile wenigstens  $\frac{1}{4}$  mm hoch von der Flechte überkrustet, die schon viele kleine Apothezien hervorgebracht hat. Nach dem Rande zu wird diese schwarze Kruste immer dünner und überzieht die vermodernden Pflanzenteile bloß fleckenweise; am äußersten Rande, im Vorlager, enthält es überhaupt keine Gonidien, wie Fig. 25 zeigt:

Als Unterlage dienen vertorfte schwarze Pflanzenteilchen, die in sechs spitzen oder flachen Fortsätzen emporragen; diese werden von einer 1—3 schichtigen Hyphenlage bedeckt, die die zwischen ihnen befindlichen Vertiefungen seilartig überspannt. Die Hyphen sind



25.



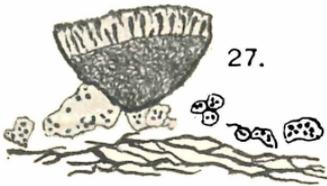
25a.



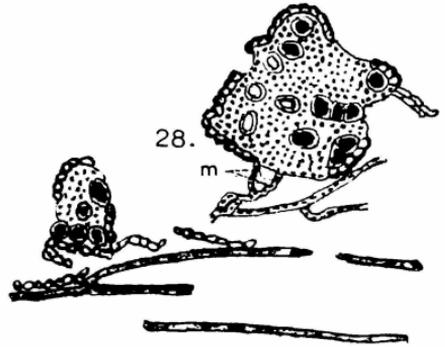
26.



26a.



27.



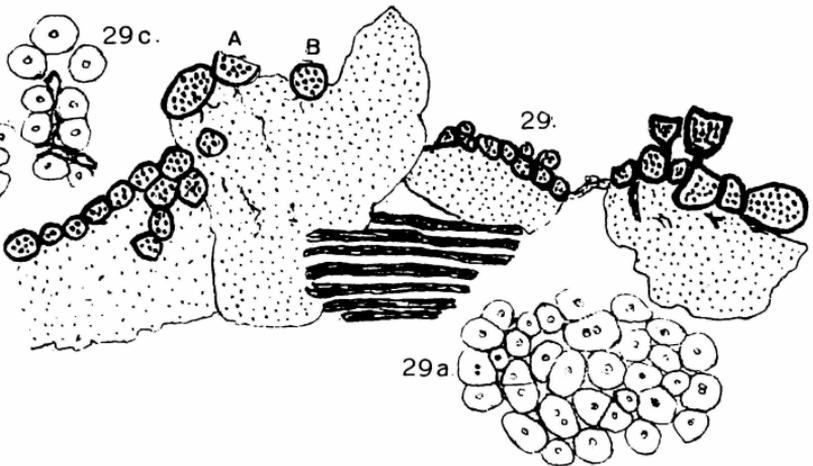
28.



27a.



29b.



29.

29a.

Erklärung s. S. 277 unten.

$3\ \mu$  dick und zerfallen in Zellen von  $3\text{--}5\ \mu$ , selten  $7\ \mu$  Länge, deren Protoplasten bis  $1\ \mu$  dick sind, ihrer vom Hämatoxylin her-

rührenden schwarzen Färbung wegen besonders ins Auge fallen und in Fig. 25 als feine Punkte und Striche gezeichnet worden sind. Die Gesamtmächtigkeit des dargestellten Schnittes beträgt  $284 \mu$ , wovon  $274 \mu$  auf die torfige Unterlage kommen und nicht mehr als  $10 \mu$  auf das hautartige Vorlager der *Biatora uliginosa*.

Auch aus der Region des Vorlagers stammt Fig. 25 a, der am Grunde 2-, am Ende 1 schichtige, etwa  $96 \mu$  lange Querschnitt des Lagers, das da, wo es der Unterlage aufliegt, eine zum Hyphenknäuel verdickte Hyphe in die Tiefe entsendet hat. Am bemerkenswertesten aber ist es, daß sie kurz vor ihrem rechten Ende zu einer kleinen Goniocyste (G) ausgewachsen ist. Diese enthält zwei Algenzellen aus der Abteilung der Chlorophyceen und diese sind von einer ringsum geschlossenen Hohlkugel umgeben, deren braunwandige Zellen kaum  $3 \mu$  dick und nicht viel länger sind; ins Innere der Kapsel sind noch keine Hyphen vorgedrungen, wohl aber sind da, wo sie der Traghyphe aufsitzt, zwei Zweighyphen gebildet worden, von denen aber nur der  $10 \mu$  lange Grund zu sehen ist. Sie gehen nach unten, während die an der Oberseite der Traghyphe gebildeten Zweige um die dort befindliche Gonidie herumgewachsen sind, dabei ihre Gestalt in charakteristischer Weise verändert und die Kapsel gebildet haben. Alle diese Vorgänge, die Bildung von Hyphenzweigen, die Entstehung der hohlkugeligen

*B. uliginosa*. c) Aus dem Schwegelerwald in Oldenburg.  $\alpha$ ) Auf algenfreier Unterlage.

Fig. 25. Gonidienfreie Oberflächenausbreitung des Flechtenpilzes (Vorlager).  
Vergr. 34:1.

Fig. 25 a. *B. uliginosa*. Oberflächenausbreitung des Flechtenpilzes mit erster, autonom entstandener Goniocyste. Vergr. 320:1.

Fig. 26. *B. uliginosa*. Ältere Lagerausbreitung deckenähnlich, nicht goniocystial.  
Vergr. 56:1.

Fig. 26 a. *B. uliginosa*. Kleiner Abschnitt dieses Lagers bei stärkerer Vergrößerung.  
Vergr. 320:1.

Fig. 27. *B. uliginosa*. Jungdliches Apothezium mit Umgebung (*Goniocystulae* und Holzunterlage). Vergr. 96:1.

Fig. 27 a. *B. uliginosa*. Zwei *Goniocystulae* vom Grunde dieses Apotheziums stärker vergrößert. Vergr. 400:1.

Fig. 28. *B. uliginosa*. Zwei *Goniocystulae* mit Umgebung. Vergr. 360:1.

*B. uliginosa*.  $\beta$ ) Auf mächtigem Cyanophyceenlager.

Fig. 29. Goniocysten und eine *Goniocystula* (A) auf vierteiligem, fremdartigem Algenlager. Vergr. 105:1.

Fig. 29 a. *B. uliginosa*. Kleine Partie des Cyanophyceenlagers. Vergr. 400:1.

Fig. 29 b, c. *B. uliginosa*. Rhizoidalhyphen des Flechtenpilzes in der Außenlamelle dieser fremden Algenzellen verlaufend. Vergr. 400:1.

Kapsel, die Gestaltveränderungen der Kapselzellen können nur unter der Reizwirkung der Gonidie auf die Mutter- oder Traghyphne entstanden sein.

Etwa 2 mm nach der Lagermitte hin besaß das Lager die durch Fig. 26 veranschaulichte Beschaffenheit. Es besteht aus sechs Abschnitten, von denen nur einer (a) höher als breit, fast isodiametrisch ist, wogegen die übrigen breiter als hoch sind, der unter dem Apothezium z. B.  $561 \mu$  lang bei  $25\text{--}61 \mu$  Höhe. Alle diese Lagerausbreitungen sind vom Grunde bis zur Oberfläche mit Gonidien erfüllt, meist in 2—3, selten in 4—5 Schichten, besitzen aber weder Rinde noch Mark, was noch deutlicher aus Fig. 26 ersichtlich ist. Sie stellt den Querschnitt durch die höchste Stelle des Thallus Fig. 26 bei 320facher Vergrößerung dar: die Mächtigkeit beginnt links mit  $54,6 \mu$ , steigt rechts auf  $61 \mu$ , die Schichtenzahl der Gonidien schwankt zwischen drei und fünf. Sie können vom Grund bis zur Oberfläche reichen, aber auch wo sie von einer oder zwei Schichten kleinzelliger Flechtenpilzbestandteile bedeckt sind, haben diese nie den Charakter von Rinde, und ebensowenig kann man von Mark reden. Die Lücken zwischen den Gonidien sind von fädigen Hyphen ganz spärlich durchzogen, kugelige Umhüllungszellen bedecken die Algenzellen immer an etlichen Punkten der Oberfläche. Die zwischen diesen beiden Flechtenbestandteilen übrig bleibenden Lücken mögen etwa 50 Hundertteile des Gesichtsfeldes einnehmen und dadurch unterscheidet sich dieses deckenartig ausgebreitete Lager ganz wesentlich von den beiden vorher beschriebenen Vorkommnissen, denn deren Goniocysten enthalten keine Lücken.

Wegen der Dunkelheit der Unterlage ist in den durch Fig. 25—26 a dargestellten Präparaten nichts von Hyphen in ihr erkennbar gewesen. Deshalb wurden Schnitte von anderen Stellen hergestellt, wo die Unterlage aus hellen Holzzellen bestand: Fig. 27 stellt einen solchen Schnitt dar: ein dünnes,  $435 \mu$  langes und  $45 \mu$  mächtiges Holzgewebe trägt ein kleines Apothezium und am Grunde desselben lauter Lagerknäuel von  $20\text{--}30 \mu$  Durchmesser, aber durch einen  $10\text{--}15 \mu$  weiten Abstand von der Unterlage getrennt. Daraus geht hervor, daß beide, Holzgewebe und Lagerknäuel nur ganz locker verbunden sind und sich beim Schneiden und Übertragen vom Messer auf den Objektträger leicht voneinander trennen. An zwei von den Lagerkugeln sieht man Hyphen als kurze Fädchen entspringen, die bis zur Oberfläche des Holzes gereicht haben können. Genaueres ist jedoch erst bei stärkerer Vergrößerung erkennbar: so

zeigt Fig. 27 a zwei dieser *Goniocystulae* von 15—20  $\mu$  Durchmesser, deren braune Kapseln an der Unterseite nicht geschlossen sind. Eine von ihnen enthält zwei, die andere drei Gonidien; zwischen diesen und der Kapselwand liegen Umhüllungszellen des Flechtenpilzes fast überall in einer Schicht, in zwei, wo die Zwischenräume weit genug sind. Die Zellen sind etwa 3  $\mu$  groß, hellwandig, enthalten einen bis 1  $\mu$  dicken Plasmakörper, der von Eosin blaß rosa gefärbt wird. Dadurch hebt er sich deutlich von dem der Gonidien ab, weil dieser wesentlich mehr des Farbstoffes aufspeichert. Die vom Grunde der *Goniocystulae* ausgehenden hellbraunen Hyphen lassen sich noch bis zur Oberfläche des Holzgewebes verfolgen, aber nicht ins Innere der Holzzellen; sie sind kurzgliederig, 3—4  $\mu$  dick und enthalten einen rundlichen oder gestreckten Protoplast von 0,5  $\mu$  Dicke.

Die weitere Entwicklung der *Goniocystulae* ist aus Fig. 28 ersichtlich: die kleinere von beiden ist 33  $\mu$  lang, 20  $\mu$  breit und nur an zwei Seiten von braunen, dickwandigen Kapselzellen geschlossen. An der rechts gelegenen offenen Stelle tritt eine Gonidie bis an die Oberfläche heran, an der linken Seite ebenso, aber außerdem auch kleinzelliges Paraplektenchym des Flechtenpilzes. Außer den beiden oberflächlich gelegenen führt sie noch drei Algenzellen im Innern, alle durch 1—2 Schichten von Umhüllungszellen bedeckt. Die Hyphen, die vom Grunde dieser *Goniocystula* ausgehen, sind fast perlschnurförmig kurzellig; eine ebensolche läuft auf der Außenseite einer weiten Holzzelle hin.

Die größere *Goniosystula* ist an den vier Eckpunkten von braunen Kapselzellen bedeckt und birgt unter ihnen eine oder mehrere Gonidien; zwischen zwei solchen geschützten Stellen tritt eine Algenzelle bis an die Oberfläche heran (rechte Seite), ähnlich wie in der kleinen *Goniocystula*, so daß hier von keiner Gesetzmäßigkeit gesprochen werden kann. Die ganze *Goniocystula* ist 54,6  $\mu$  hoch, 51  $\mu$  breit und 25,5—39  $\mu$  von der Holzunterlage getrennt; der Raum zwischen beiden ist mit Hyphen erfüllt, die, von einem Punkte ausgehend, sich in vier Zweige spalten, von denen zwei in die Sohlwand der *Goniocystula* steil eintreten (m): sie sind die Mutterhyphen dieses Gebildes. Es enthält neun lebende und vier entleerte Algenzellen, alle ungleichmäßig im Raume verteilt, der im übrigen mit unzählbaren, meist 3  $\mu$ , selten 4  $\mu$  großen Umhüllungszellen so ausgefüllt ist, daß diese ein regelrechtes Paraplektenchym bilden, dessen Protoplasten von Eosin rosa gefärbt werden. — Von der östlichen, bekapselten Ecke sendet die *Goniocystula* zwei mit-

einander verwachsene Hyphen aus, die aus cylindrischen, länglichen, hellbraunwandigen Zellen zusammengesetzt sind.

Auf demselben Standorte wird *Biatora uliginosa* manchmal in einer Form gefunden, die jedenfalls mit *f. humosa* FR. identisch ist. Von ihr sagt KOERBER<sup>1)</sup>: „Mit ursprünglich körnigem, aber zu einer gelatinösen, gleichsam schmierigen Masse in sich verschmolzener Thallus.“ Diese schmierige Masse besteht aus mächtigen Lagern von Cyanophyceen, wie Fig. 29 zeigt. Der Schnitt, dem die Abbildung entnommen worden ist, hat 1153  $\mu$  Länge, in der Mitte bis 477  $\mu$  Mächtigkeit (aber nur bis in 325  $\mu$  Tiefe gezeichnet). — Er zeigt vier Algenkörper, von denen die beiden ersten ohne Lücke aneinander stoßen. Der dritte, wesentlich kleinere hängt mit dem zweiten nur an seiner Schmalseite zusammen und ruht an seinem rechten Ende einem 270  $\mu$  langen, 7 schichtigen Holzkörper auf, der in den Grund des zweiten Algenkörpers eingedrungen ist. Die in der Zeichnung fein punktiert dargestellten fremden Algenkörper zeichnen sich durch große Helligkeit aus, denn sie bestehen hauptsächlich aus den gallertartigen Zellhäuten, die bis 6  $\mu$  dick werden können, während ihre Protoplasten meist nur 1  $\mu$  groß sind. In anderen Algenkörpern sind die Einzelzellen 18,2—21,8  $\mu$  groß gefunden worden, woraus sich die Dicke der Zellwand zu 7,1—8,9  $\mu$  ergibt (wenn die Zellhohlraum 2—4  $\mu$  groß war). Der in der Zellmitte befindliche Protoplast, der von Zinkchlorid-Jodlösung braun gefärbt wird, wogegen die Zellwand farblos bleibt oder nur gelblich wird, ist hier meist 2  $\mu$ , sehr selten 4  $\mu$  dick. Die Wand besteht aus einer dicken, farblosen Innenlamelle (Fig. 29 a) und einer nicht ganz farblosen Außenlamelle, die von nennenswerter Dicke nur da ist, wo wenigstens drei Zellen zusammenstoßen; denn sie füllt die Zwischenräume zwischen den rundlichen Zellumrissen dergestalt aus, daß sie zu geradlinigen Fünf- und Sechsecken werden.

Alle vier Cyanophyceenkörper sind mit Goniozysten und einer *Goniocystula* (A) bedeckt; auf dem ersten liegen sieben an der Oberfläche, vier unter ihr in 1—3 Stockwerken. Der zweite, größte Algenkörper trägt außer einer oben offenen *Goniocystula* drei Goniozysten, davon eine in der Tiefe. Der dritte, kleinste trägt zehn durch Kleinheit ausgezeichnete Goniozysten in 1—2 Stockwerken, sieben im unteren, drei im oberen. Der letzte Algenkörper endlich ist durch einen von einer braunen, cylindrischen Hyphe überbrückten Spalt vom vorhergehenden getrennt und trägt über den sechs Gonio-

<sup>1)</sup> G. W. KOERBER, *Parerga lichenologica* p. 158. Breslau 1865.

cysten des ersten Stockes noch zwei kurz gestielte, kelchförmige, aber ringsum von Kapselzellen bedeckte im zweiten Stock.

Die größte Goniocyste auf dem zweiten der fremden Algenkörper mißt  $62,4 \times 36,7 \mu$  und ist nicht nur mit Gonidien gefüllt, wie die kleinste (Durchmesser  $14,6 \mu$ ), sondern auch mit  $3 \mu$  großen Umhüllungszellen des Flechtenpilzes. Bis auf zwei des größten Algenkörpers hängen alle Goniocysten eng miteinander zusammen, daß man annehmen muß, sie seien allesamt als seitliche Sprossungen auseinander herausgewachsen, wie es Fig. 20 von dem Wehlener Lager zeigt. Daß die mit B bezeichnete einzeln liegende auch aus einer anderen hervorgesproßt ist, konnte aus dem nächstfolgenden Schnitt der gleichen Serie mit Sicherheit erkannt werden. Dagegen muß die im Innern des Algenkörpers gelegene Goniocyste selbständig entstanden sein, indem eine *Uliginosa*-Hyphe ins Innere des fremden Algenkörpers eingedrungen ist, hierbei auf eine Chlorophyceenzelle gestoßen ist, unter deren Reizwirkung Seitenäste getrieben hat, die alsbald zur Kapsel umgebildet worden sind. Dabei haben sich auch die Gonidien vermehrt und das alles hat inmitten der fremdartigen Umgebung zur Entstehung einer kleinen, aber gonidienreichen Goniocyste geführt. Ob das Auffinden einer Chlorophyceenzelle im Innern eines Cyanophyccenlagers durch die Rhizoidalhyphen der *Biatora uliginosa* zufällig erfolgt oder ob sie durch einen Fernreiz angezogen werden, kann nur auf experimentellem Wege entschieden werden.

Den Verlauf einiger an der Sohlfläche von Goniocysten entspringenden Rhizoidalhyphen von *Biatora uliginosa* veranschaulichen die Fig. 29 b und c: die erste ist neunzellig,  $47,7 \mu$  lang, bis  $3 \mu$  dick und schlängelt sich zwischen sechs Paar von Algenzellen hindurch. Die zweite ist (Fig. 29 c)  $34,6 \mu$  lang und endigt in einer  $7 \times 4 \mu$  großen bläschenartigen Erweiterung, wogegen der Stiel des Bläschens kaum  $3 \mu$  dick ist; er entspringt unter rechtem Winkel aus einer dunkleren und dickeren Mutterhyphe, von der aber bloß drei Zellen in dem Schnitte zu sehen sind. Beide Hyphen sind bis in  $121 \mu$  Tiefe gelangt (von der Sohlfläche der darüber befindlichen Goniocyste an gerechnet).

Die Oldenburger Flechte unterscheidet sich demnach von den beiden vorhergehenden dadurch, daß sie 1. auf organischer Unterlage gewachsen ist, 2. daß sie in der Jugend ein Gemenge von Goniocysten und *Goniocystulae* mit wenig braunen Hyphen darstellt oder auch aus deckenartigen Ausbreitungen von homoeomerem Bau be-

steht, 3. daß sie außer auf abgestorbenen Pflanzenteilen auch auf lebenden Algenkörpern gedeiht und in diese braune Rhizoidalhyphen bis in beträchtliche Tiefen entsendet. Diese verlaufen immer in der äußeren Lamelle der Zellwände und beeinflussen weder diese, noch die anderen Zellteile in nachteiliger Weise. 4. Die Goniocysten liegen meist in 1—2 Stockwerken übereinander, können aber auch 3—4 bilden, besonders auf der Algenunterlage, aber nicht annähernd soviel, wie die Wehler Flechte.

d) *Biatora uliginosa* von Schönberg.

Über dem Granit des Kapellenberges bei Schönberg unweit Brambachs im Sächsischen Vogtland werden die den Boden bedeckenden toten Stengel und andere Teile von *Calluna vulgaris* und ähnlichen Pflanzen von einer *Biatora uliginosa* mit weißgrauem Lager und grünlichen Fruchtscheiben überzogen. Ihre Kruste erscheint bei Lupenbetrachtung aus lauter dicht beisammenstehenden Kügelchen zusammengesetzt, die bei der mikroskopischen Untersuchung alle heteromeren Bau zeigen (Fig. 30—33), denn sie lassen alle deutlich eine oberflächlich gelegene Gonidienschicht und darunter eine viel mächtigere Markschiebt erkennen. In diesem Falle, wenn die einzelnen Lagerabschnitte kugelförmig und bis zum Grunde getrennt sind, kann der Thallus goniocystial genannt werden. Allein nicht selten ist er deckenartig ausgebreitet, an der Oberfläche schwach höckerig (Fig. 30 A) oder durch tiefere Spalten in halbkugelige Abschnitte zerlegt (Fig. 30 B), die aber am Grunde zusammenhängen und darf dann fein oder grob höckerig, aber nicht goniocystial genannt werden.

Der Lagerabschnitt A ist 270  $\mu$ , B 229  $\mu$  lang, jener bis 149  $\mu$ , dieser 95—141  $\mu$  mächtig. Beide zerfallen in Gonidienschicht und Mark; jene zieht unter der Oberfläche hin, ist von der Außenwelt durch eine einzige Zellschicht getrennt und ist an den Hügelstellen 5—6schichtig, bis 35,7  $\mu$  mächtig, zwischen ihnen 1—2schichtig, 7—14  $\mu$  mächtig. Auf das Mark kommen bis 112,3  $\mu$  an Mächtigkeit, d. i. das Drei- bis Vierfache von der Gonidienschicht. In dem zweiten Lagerabschnitt (B) mit seinen fünf Rundhügeln schwankt die Gonidienzone zwischen einer und sieben Schichten und zwischen 33 und 44  $\mu$  höchster Mächtigkeit. Das Mark ist über doppelt so mächtig und weist, ebenso wie der Abschnitt A bei Behandlung mit Zinkchlorid-Jodlösung zahlreiche entleerte Gonidien in einer Umgebung von zahlreichen entleerten Umhüllungszellen des Flechten-

pilzes auf, kurz das unter der Gonidienschicht gelegene ziemlich dichte, farblose Paraplektenchym ist echtes Hyponekral-

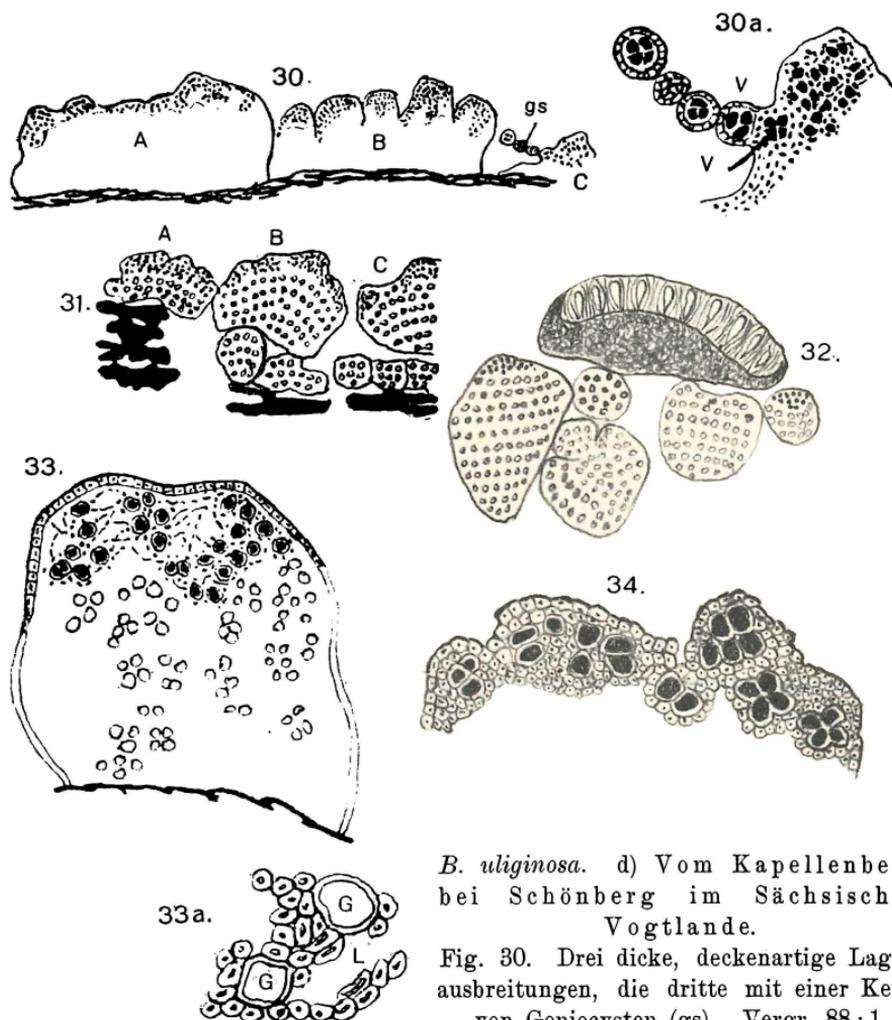


Fig. 30 a. *B. uliginosa*. Dieselbe Kette von Goniocysten stärker vergrößert. Vergr. 360:1.

Fig. 31. *B. uliginosa*. Drei größere Goniocysten (A, B, C) mit Hyponekralschicht, B und C über kleineren, abgestorbenen Goniocysten.

Fig. 32. *B. uliginosa*. Jugendliches Apothezium von drei gänzlich abgestorbenen und zwei anderen Goniocysten unterlagert, die noch eine dünne Schicht von lebenden Gonidien enthalten.

Fig. 33. *B. uliginosa*. Heteromer gebaute, ältere *Gonocystula*, domförmig. Vergr. 340:1.

Fig. 33 a. *B. uliginosa*. Kleine Partie aus ihrem Innern mit zwei entleerten Gonidien (G) und einer Lücke (L). Vergr. 600:1.

Fig. 34. *B. uliginosa*. Schmale Partie vom oberen Rand einer domförmigen *Gonocystula*. Vergr. 480:1.

*B. uliginosa*. d) Vom Kapellenberg bei Schönberg im Sächsischen Vogtlande.

Fig. 30. Drei dicke, deckenartige Lagerausbreitungen, die dritte mit einer Kette von Goniocysten (gs). Vergr. 88:1.

gewebe, wie es bei anderen Krustenflechten<sup>1)</sup> häufig vorkommt.

Daß auch echte Goniocysten an der Bildung des Lagers beteiligt sein können, zeigt der Übergang vom zweiten (B) zum dritten Lagerabschnitt (C), von dem nur der Anfang auf die Zeichnung (Fig. 30) gekommen ist. Drei unzweifelhafte Goniocysten, zu einer Kette aneinandergereiht, gehen quer durch die Kluft zwischen den beiden Abhängen. Die oberste und größte hat  $18 \mu$  Durchmesser, eine deutliche,  $3 \mu$  dicke, braune Kapsel und innerhalb derselben vier Algenzellen, aber keine Innenhyphen. Auf sie folgt nach unten eine zweite, kleinere (Durchmesser  $13,6 \mu$ ) in der Außenansicht gesehene, während die dritte,  $16 \mu$  große wieder im Querschnitte auftritt und innerhalb ihrer dunkelzelligigen Kapsel drei Gonidien aufweist, alle drei berühren sich in einem schmalen Punkte, wogegen der auch goniocystenähnlich aussehende Lagervorsprung (V), der die ganze Kette trägt, mit breiter Fläche dem Lagerhöcker angewachsen und an der Verwachsungsstelle nicht von Kapselzellen begrenzt ist. Es bildet gestaltlich einen Übergang zwischen einer echten Goniocyste und der vierzelligen Gonidiengruppe (V'), die noch weiter innen im Lager liegt und den goniocystenähnlichen Vorsprung trägt. Hieraus ist ersichtlich, daß auch die deckenähnliche Lagerausbildung der *Biatora uliginosa* gelegentlich Rückschläge in den goniocystialen Bau erfahren kann.

Das goniocystiale Lager (Fig. 31, 32) ist 1—2 stöckig und durch die Größe seiner kugeligen oder andersgeformten Lagerkörper ausgezeichnet. In Fig. 31 ist der erste Lagerkörper (A)  $155 \mu$  lang, bis  $71 \mu$  hoch und ruht auf einem pfeilerartigen,  $113 \mu$  hohen Rindenstück von schwarzer Farbe; er enthält nur in seiner oberen Hälfte lebende Gonidien (durch Punkte angedeutet), in der unteren leere Gonidienhüllen (durch Kreise angedeutet). Rinde fehlt ihm, aber eine einschichtige,  $4 \mu$  dicke Kapselwand ist vorhanden. Die unter ihr gelegene Gonidienschicht ist bis  $30,8 \mu$  mächtig und im Durchschnitt  $4,75$  schichtig, das Mark (Hyponekralschicht) bis  $46 \mu$  mächtig und enthält bis zu sieben Schichten Gonidienhüllen, was der Zeichnung widerspricht; denn sie zeigt die kleinen Ringe nur in 2—3 Schichten. Allein bei der Kleinheit des Maßstabes war es nicht möglich, mehr Kreise einzuzichnen, wenn sie nicht an Deutlich-

<sup>1)</sup> Ich habe es z. B. gefunden bei *Aspicilia laevata*, *fuscata*, *Lecidea grisella*, *athroocarpa*, *speirea*, *tenebrosa*, *intricata*, *meiospora*, *silacea*, *Rhizocarpon geographicum*, *obscuratum*, *Bacidia inundata*, am mächtigsten bei *Diploschistes scruposus*, *Mycoblastes sanguinari* und *Lecanora badia*.

keit einbüßen sollten. Dasselbe gilt auch von den übrigen Goniocysten der Fig. 31 u. 32: Die Schichtenzahl der lebenden Algenzellen stimmt mit der der eingezeichneten Punkte ziemlich überein, die der leeren Gonidienhüllen ist mindestens doppelt so groß wie die der eingezeichneten Kreise.

Der zweite Lagerkörper (B) ruht auf zwei wesentlich kleineren Goniocysten und ist selbst  $177 \mu$  lang bei  $131 \mu$  Höhe; seine Gonidienzone ist  $29,5 \mu$  mächtig, im Mittel 3,67 schichtig, die Hyponekralschicht  $102 \mu$  mächtig, etwa 10schichtig. Noch länger, nämlich  $316 \mu$  ist der dritte, mit C bezeichnete Lagerkörper, von dem jedoch nur der Anfang gezeichnet worden ist. Er erreicht als höchste Mächtigkeit  $141 \mu$  und wird von kleinen Goniocysten unterlagert, deren Gonidien sämtlich abgestorben sind, ebenso wie die der kleinen Goniocysten unterhalb des Lagerkörpers B.

Etwas älter ist das in Fig. 32 dargestellte Lager, wie daraus ersichtlich ist, daß es ein Apothezium mit reifen Sporen trägt und daß in seinen Goniocysten die Entleerung der Gonidien weiter fortgeschritten ist. Die Frucht ist  $381 \mu$  lang,  $135 \mu$  mächtig und wird von fünf kugeligen bis eiförmigen Goniocysten unterlagert, die in 1—2 Stockwerken liegen, von denen nur die erste und fünfte lebende Gonidien führen, aber bloß in derjenigen Ecke, welche nicht vom Apothezium bedeckt wird. Diese Algenzellen liegen in nicht mehr als 2—3 Schichten übereinander, während der ganze übrige Raum mit entleerten Gonidien erfüllt ist und zwar im ersten Lagerkörper in nicht weniger als 18—20 Schichten, also annähernd doppelt so viel als sich in der schematischen Zeichnung Kreise anbringen ließen.

In genauer Einzeichnung sind die beiderlei Algenzellen in dem hoch-domförmigen Lagerhöcker der Fig. 33 zu erkennen. Er ist seitwärts von einem Apothezium entstanden,  $103 \mu$  hoch, am Grunde  $100 \mu$ , etwa in der Mitte der Gonidienzone  $97 \mu$  breit und von braunwandiger, einschichtiger Kapselwand bedeckt, deren Zellen noch Plasma führen, soweit die lebenden Gonidien hinabreichen. Weiter abwärts gibt diese Schicht ihre Natur nur noch an der bräunlichen Färbung ihrer Außenwand zu erkennen. An der Sohlwand fehlen die Kapselzellen gänzlich; trotz seiner Größe dürfte demnach dieser Hügel nur als *Goniocystula* bezeichnet werden. Die Gonidien liegen unter der Kuppe in 2—5 Schichten bis in  $39 \mu$  Tiefe, sind  $5—6 \mu$  groß und enthalten blauschwarzes Protoplasma, ebenso wie ihre zahlreichen kleinen Umhüllungszellen. Weil auch die die Lücken überbrückenden Hyphen blauschwarzes Plasma führen, sieht das

ganze obere Gebiet des Schnittes wesentlich dunkler aus, als in dem unteren, abgestorbenen Abschnitt. Nach Zusatz von Zinkchlorid-Jodlösung werden hier zahlreiche Gonidienhüllen sichtbar. Sie übertreffen die Mächtigkeit der lebenden Algenzellen um etwa das Doppelte; die Schichtenzahl kann zehn nicht nur erreichen, sondern sogar übersteigen. Die Hüllen sind auffallend groß, jedenfalls größer als die der lebenden Gonidien; etwas zusammengedrückt erscheinen bloß die der untersten Schichten. Daß eine Erweiterung der entleerten Gonidien in manchen Hyponekralgeweben vorkommt, ist schon im Thallus von *Segestria langeana* ZSCHACKE<sup>1)</sup> beobachtet worden; sie ist hier viel auffallender als bei der Schönberger *Biatora uliginosa*, hat aber sicher dieselbe physiologische Bedeutung, nämlich die Aufnahmefähigkeit des Lagers für flüssiges Wasser und die Dauer seiner Durchfeuchtung zu erhöhen.

Die genaue Begrenzung eines solchen Lagerhügels nach außen und oben zeigt Fig. 34 bei stärkerer Vergrößerung: der 120  $\mu$  lange Abschnitt hat zwischen vier Vorsprüngen drei Einschnitte und trägt über den 2—5 zelligen Gonidiengruppen eine einschichtige Lage von meist isodiametrischen Zellen, die, nirgends unterbrochen, durch die braune Färbung ihrer verdickten Außenwand besonders ins Auge fällt und der Kapselwand echter Goniocysten wohl an die Seite gestellt werden kann. Gleichgestaltete, fast gleichgroße, aber hellwandige und ringsum gleichwandige Flechtenpilzzellen umgeben die Gonidiengruppen auch an den Seitenwänden und an der Innenseite, so daß man fast jede Gruppe als farblose Goniocyste ansehen könnte. Die Zwischenräume zwischen diesen allseitig umhüllten Gonidiengruppen sind aber auch noch mit ähnlichen Flechtenpilzzellen ausgefüllt, so daß deren Umhüllung stellenweise 2—4 schichtig wird; nie reichen sie bis an die Oberfläche, wie bei manchen *Gonicystulae*. Kurz, der Bau der äußersten Partien eines solchen Hügel stimmt vollständig mit dem einer großen Goniocyste von *Moriola pseudomyzes* überein und unterscheidet sich durch seine Lückenlosigkeit ganz wesentlich von dem vieler Laub- und Krustenflechten.

Erst im höheren Alter und im Zusammenhang mit seinen letzten Wachstumserscheinungen können in den domförmigen *Gonicystulae* Lücken entstehen, wie Fig. 33 a zeigt. Die Lücke verläuft in der Längsachse des Hügel, ist 23  $\mu$  weit und 3—7  $\mu$  breit, hat aber mit der Durchlüftung des Gewebes zum besten der Algen-

<sup>1)</sup> E. BACHMANN, Die deutschen, felsbewohnenden *Segestria*-Spezies. Hedwigia Bd. 69 p. 293, Fig. 3 a. Dresden 1929.

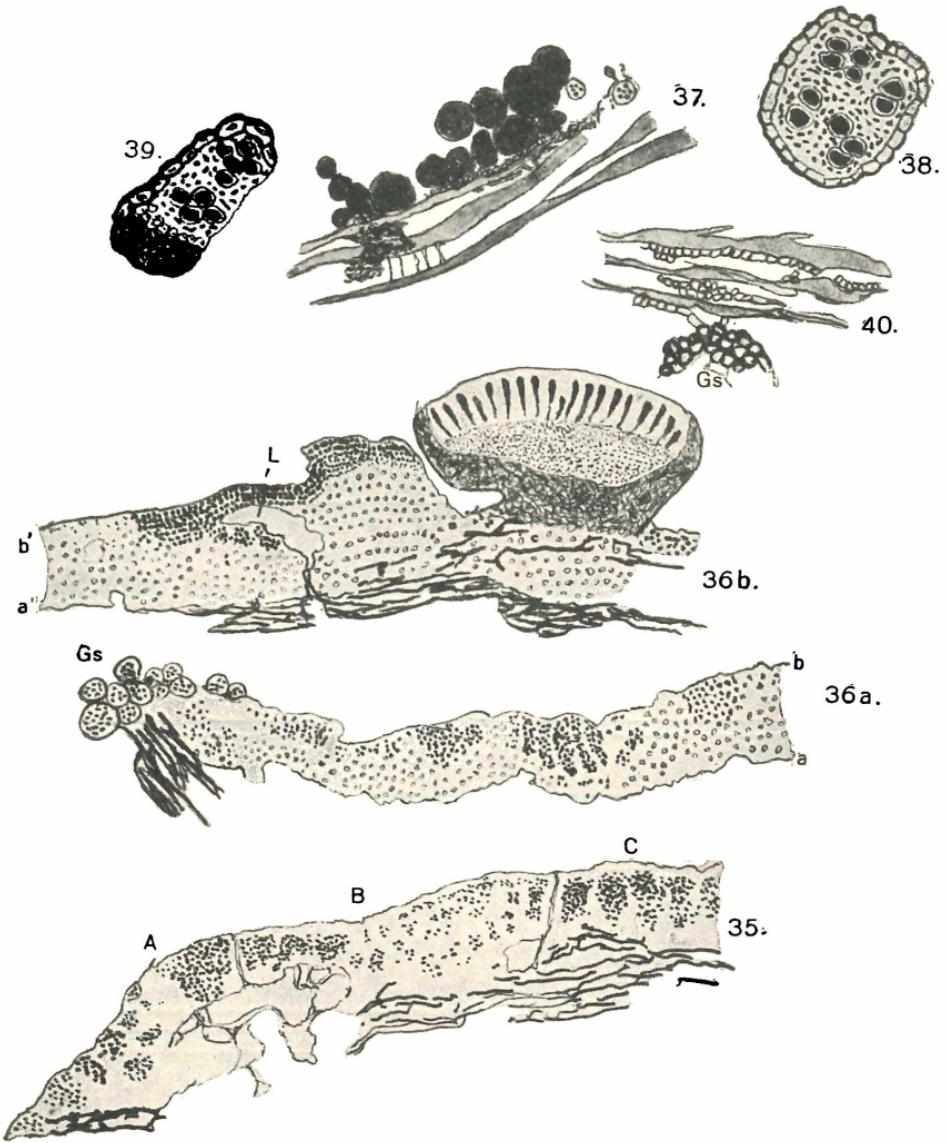
zellen nichts zu tun, denn sie ist durch Zerreißung erst im alternen Flechtengewebe entstanden, in der Hyponekralzone, die gar keine lebenden Zellen enthält. In viel höherem Grade werden derartige Zerreiungslcken in den über 300  $\mu$  hohen domartigen Lagerkörpern von Crottendorf gefunden, aber auch bloß in dem abgestorbenen Teil.

e) *Biatora uliginosa* von Crottendorf im Erzgebirge.

Mit der Lupe betrachtet, erscheint das Lager meist grobhöckerig, rundhgelig gleich dem von Schönberg, nur viel dunkler, selten glatt deckenähnlich. Aber gerade von solch einer Stelle stammen die durch Fig. 35 und 36 veranschaulichten Schnitte, Fig. 35 durch ein jugendliches, Fig. 36 durch ein älteres Lager.

Das erste Lager ist 880  $\mu$  lang, 176—216  $\mu$  mächtig (einschließlich der fremden, die Unterlage bildenden Gewebe) und zerfällt durch zwei tiefe, bis zum Grunde gehende Einschnitte in drei Abteilungen: A, B, C von 291  $\mu$ , 329  $\mu$  und 262  $\mu$  Länge (von letzterer sind bloß 164  $\mu$  gezeichnet). Trotz der Einschnitte macht das Lager durchaus den Eindruck einer zusammenhängenden Decke, zeigt nirgends einen Ansatz zu goniocystialem Bau und unterscheidet sich von der Schönberger Pflanze außerdem noch dadurch, daß die jugendfrischen Gonidien viel weiter hinabreichen, daß die Gonidien der Tiefe noch nicht abgestorben sind, daß anders gesagt noch keine Hyponekralsschicht entstanden ist. Nur der eine Teil des Abschnittes B, der überhaupt ärmer an Algenzellen ist, als die beiden anderen, enthält in der Tiefe viel blasse Gonidien und jedenfalls auch schon entartete.

Ganz anders verhält sich das mit dem durch Fig. 36 a und 36 b dargestellten, 1624  $\mu$  langen Schnitte, der in zwei Hälften hat gezeichnet werden müssen. Fig. 36 a ist die erste Hälfte und schließt mit den Punkten a b unmittelbar an die Punkte a' b' der zweiten Hälfte (Fig. 36 b) an. Der ganze Schnitt fängt demnach bei der Goniocystialgruppe am linken Ende der Hälfte Fig. 36 a an und endigt am rechten Ende des Apotheziums der Hälfte Fig. 36 b. Die Frucht ist 313  $\mu$  lang, bis 149,5  $\mu$  mächtig, die Mächtigkeit des Lagers schwankt in der ersten Hälfte zwischen 81  $\mu$  und 149,5  $\mu$ , in der zweiten zwischen 149,5  $\mu$  und 248  $\mu$ ; es ist rein deckenartig und zeigt nur in der Schnitthälfte Fig. 36 b einen Einschnitt, der sich aber nicht ganz bis an die Oberfläche verfolgen läßt. Die hier befindliche Lücke (L) ist 81  $\mu$  lang, 28  $\mu$  breit und sendet eine eng röhrenförmige Fortsetzung bis an die Unterseite des Lagers,



*B. uliginosa*. e) Von Crottendorf im Erzgebirge.

Fig. 35. Flach deckenartiges, jugendliches Lager. Vergr. 82:1.

Fig. 36 a, b. *B. uliginosa*. Flach deckenartiges, älteres Lager mit Hyponecralzone unter der Gonidienzone. Gs = Goniocystengruppe, L = Lücke. Vergr. 82:1.

*Biatora fuliginosa* von Ebmath im Sächsischen Vogtlande.

Fig. 37. Goniocysten auf Holzgewebe. Rhizoidalhyphen in ihm. Vergr. 90:1.

Fig. 38. *B. fuliginosa*. Goniocyste im Querschnitt. Vergr. 360:1.

Fig. 39. *B. fuliginosa*. *Goniocystula* im Querschnitt. Vergr. 360:1.

Fig. 40. *B. fuliginosa*. Rhizoidalhyphen auf und in Holzzellen. Go = Goniocyste, unterer Teil.

das in seiner ganzen Mächtigkeit mit Gonidien erfüllt ist, mit jugendfrischen nahe der Oberfläche, entleerten im unteren Teil.

Die jugendfrischen Gonidien sind an sechs Punkten besonders dicht gestellt, die darum dunkler aussehen als die gonidienärmeren und besonders als die mit entleerten Gonidienhüllen. Am dichtesten stehen sie auf der  $414 \mu$  langen Strecke links vom Apothezium, wo die Schichtenzahl an einigen Punkten kaum zu zählen, der Durchmesser der einzelnen Algenzellen kaum zu messen ist. Unterhalb der Lücke stehen sie weniger dicht, sind  $7-8 \mu$  groß, so daß man in der dunkelsten Partie oberhalb der Lücke, gleiche Größe der Gonidien vorausgesetzt, etwa sieben Schichten rechnen darf.

In der Schnitthälfte Fig. 36 a sind die dunklen, dichteren Gonidiengruppen bis  $58,7 \mu$  mächtig, die darunter befindliche Hyponekralschicht mindestens  $12 \mu$ .  $81 \mu$  erreicht sie nur an dem Punkte, wo die entleerten Gonidien den ganzen Raum von dem unter- bis zum oberseitigen Rande erfüllen.

Der ganze durch Fig. 36 dargestellte Thallus macht verglichen mit Fig. 35 den Eindruck höheren Alters; seine einzige jugendliche Stelle liegt an seinem Rande, d. h. am linken Ende der Schnitthälfte Fig. 36 a; denn die hier befindliche Gonidiengruppe besteht in ihrer ganzen Mächtigkeit bis zum untersten Lagerrand aus jugendfrischen Gonidien und ist außerdem von einer 1—2 stöckigen Lage kleiner Goniocysten bedeckt, die alle voll von Gonidien mit blauschwarzem Inhalt sind. Noch weiter randwärts besteht der Thallus bloß aus Goniocysten bis zu drei Stockwerken übereinander; alle sind von brauner Kapsel bedeckt und hängen mit breiter Fläche zusammen, sind also auseinander hervorgesproßt, nicht von Rhizoidalhyphen eingefangen worden, erreichen bis  $54,7 \mu$  an Durchmesser und enthalten dann auch zahlreiche, jugendfrische Umhüllungszellen des Flechtenpilzes.

Die durch die Fig. 35 und 36 veranschaulichten Schnitte stammen von einer ungewöhnlichen Stelle des Lagers mit auffallend ebener Oberfläche, stellen aber keineswegs die herrschende Lagerform dar. Mustert man die drei Serien, die von der Crottendorfer *uliginosa* hergestellt worden sind, durch, so muß man sich überzeugen, daß die meisten Schnitte entweder domähnlichen Bau (Fig. 33) oder echt goniocystialen aufweisen: Eine domähnliche *Goniocystula*, um nur ein Beispiel anzuführen, war  $356 \mu$  hoch und am Grunde bis  $264 \mu$  breit. An ihrer dem Holzgewebe zugewandten Sohlwand fehlen die Kapselzellen, sind aber an den Seitenflächen und der Scheitelfläche wohl entwickelt. Unter ihnen liegen die Gonidien, alle mit blauschwarzem Plasma erfüllt und zwar in elf Schichten

in der Mitte der Scheitelfläche, in sechs an den Seitenflächen. Nur an der von einem eingesenkten, dunklen Apothezium verdeckten rechten Seitenfläche vermißt man sie, weil hier das zu ihrem Leben nötige Licht nicht in genügendem Maße vorhanden gewesen ist. Das ganze Innere des Hügels enthält ein farbloses Paraplektenchym von Flechtenpilzzellen, dem entleerte Gonidien eingestreut sind. In der Mittellinie des Höckers ist dieses Gewebe reich an kleinen und größeren Lücken, viel reicher als der domähnliche, aber dreimal kleinere Lagerteil (Fig. 33). Nach der Peripherie zu wird dieses Gewebe immer dichter, endlich ganz lückenlos.

Auch der goniocystiale Bau sei an einem Beispiel von einer Stelle, die aus der dritten Serie stammt, geschildert: Zwischen der ersten und zweiten Holzzellwand hat sich eine Gruppe von neun Goniocysten entwickelt, drei großen und sechs kleinen. Die größte mißt  $155 \times 109 \mu$ , die zweite  $109 \times 109 \mu$ ; sie sind ringsum von dunklen dickwandigen Kapselzellen umschlossen und enthalten lauter entleerte Gonidien, sind also bereits abgestorben. Das gleiche gilt von der kleineren, deren Durchmesser  $75 \times 71 \mu$  betragen. Zwischen und seitwärts von diesen drei großen liegen sechs kleinere, allesamt etwa  $46,5 \times 31 \mu$  groß, zwei in der Außenansicht, vier im Medianschnitt zu sehen. Die letzteren zeigen (im Querschnitt gesehen) 5—7 blauschwarze Gonidien und ebensolche Umhüllungs- zellen, sind folglich noch nicht abgestorben, wie die drei größten. Diese Goniocysten liegen in 2—3 Stockwerken übereinander und stehen zum Teil mit bräunlichen Hyphen in Verbindung. Da das hyphen- und goniocystenfreie Lumen der Holzzellen höchstens  $30 \mu$  Weite besitzt, das von den neun Goniocysten bewohnte jedoch  $292 \mu$ , muß die Außenwand der Holzzelle fast um das Zehnfache empor- gedrängt worden sein. Als Nahrungsquelle für diese ganz beträcht- lichen Wachstumsvorgänge des goniocystialen *Uliginosa*-Lagers können nur die von den Gonidien gelieferten organischen Nährstoffe angesehen werden, denn ein Anzeichen dafür, daß die Flechte als Fäulnisbewohnerin auf ihrer Unterlage lebt, fehlt gänzlich. Kurz, das symbiontische Verhältnis zwischen den autotrophen Algenzellen und den mit ihnen innigst verschmolzenen Flechtenpilzzellen ermöglicht das üppige Gedeihen des *Uliginosa*-Thallus.

#### f) *Biatora fuliginosa* ACH.

Diese der *Biatora uliginosa* sehr nahestehende Flechte konnte ich an einem Exemplare untersuchen, das auf einem alten Fichten- stock des „Spalteschädels“ bei Ebmath im Sächsischen Vogtlande

gewachsen ist. Sein Lagerbau ist ausgezeichnet goniocystial, wie man schon an freihändigen Schnitten erkennen kann: unter einem Apothezium habe ich diese Gebilde in 4—5 stöckiger Lagerung gefunden, an fruchtfreien Stellen in 1—3 stöckiger.

Die Goniocysten erreichen nicht die Größe derer von *Biatora uliginosa*, sehen schwarzbraun aus, jedenfalls dunkler als die von *uliginosa*, weshalb man selten brauchbare Querschnitte zu sehen bekommt, wenn man das Lager in 10  $\mu$  dicke Querschnitte zerlegt hat, wie bei *uliginosa*; für *fuliginea* empfiehlt es sich, auf 5  $\mu$  herabzugehen, um brauchbare Bilder zu erhalten. Selten werden kleine *Goniocystulae* gefunden (Fig. 39), nie domartig große, nie nackte oder deckenähnliche Ausbreitungen, nie ist das Innere der größeren Goniocysten heteromer gebaut, wie bei der Schönberger *uliginosa*. Offenbar ist dieser goniocystiale Bau schon KOEBBER aufgefallen, denn auf p. 159 seiner Parerga fügt er der lateinischen Diagnose den Satz bei: „Thallus bisweilen in grünlichweiße, rundliche Soredien ausbrechend gern eine korallenartig-körnige Form annehmend.“ Grünlichweiße Kügelchen habe ich nicht zu sehen bekommen, ebensowenig korallenförmige Gebilde, sondern immer nur braune Kügelchen, die bei Lupenbetrachtung einen feinpulverförmigen, fast staubartigen Gesamteindruck machen.

Das in Fig. 37 dargestellte Lager ist 405  $\mu$  lang, meist zwei-stöckig, seltener ein-, noch seltener dreistöckig, im ersten Falle bis 67,5  $\mu$  im letzten 70  $\mu$  mächtig, aber ohne das im Holzgewebe verborgene Rhizoidalgewebe, das auch noch 56  $\mu$  mächtig werden kann. Es ist wesentlich heller als die Goniocysten, zieht teils auf der Außenseite des Holzgewebes hin, breitet sich andernteils in den Holzzellen aus in der Regel in Form perlschnurähnlicher Fäden (Fig. 40), manchmal auch in dichten, schwer analysierbaren Knäueln (Fig. 37, unterhalb der dreistöckigen Lagerstelle). Die Zellen all dieser Hyphen, gleichviel ob sie rundlich oder gestreckt sind, haben selten mehr als 3  $\mu$  Dicke. Die durch Fig. 37 dargestellte dichte Lagerung der Goniocysten, unter denen das Holzgewebe fast verschwindet, ist nur der Mitte des Thallus eigen; an seinem Rande liegen sie viel weiter auseinander: die Goniocysten bedecken kaum 40 Hundertteile der Holzoberfläche, um so weniger, je näher dem Thallusrande.

Eine jugendliche Goniocyste im 5  $\mu$  dicken Querschnitt zeigt Fig. 38. Ihr Durchmesser beträgt  $58,7 \times 55 \mu$ ; ringsum ist sie von der braunwandigen Kapselwand bedeckt, deren Zellen meist 4  $\mu$  hoch, 5—6  $\mu$ , selten 7—8  $\mu$  lang sind; eine ist sogar 7  $\mu$  hoch, weil

ihre sehr verdickte Außenwand stärker gewölbt ist, als die aller übrigen Kapselzellen. Im Innern liegen vier Gruppen von Gonidien mit blauschwarzem Inhalte, zwei zweizellige, je eine drei- und vierzellige; sie sind bis  $7,4 \times 5,6 \mu$  groß und sämtlich von Flechtenpilzzellen umgeben, die  $3-4 \mu$  groß sind und einen  $0,5-1 \mu$  großen Protoplasten besitzen. Sie füllen den ganzen übrigen Raum der Goniocyste aus und umgeben die Gonidien allseitig, lückenlos. Nach innen steht sie in unmittelbarer Verbindung mit einer  $14,7 \mu$  großen Goniocyste und ist durch eine ebensogroße, nicht durch Hyphen überbrückte Lücke von einer  $99 \times 71 \mu$  großen, gelappten Goniocyste mit lauter jugendfrischen Algen- und Flechtenpilzzellen getrennt. Man wird nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß die kleine Goniocyste des eben beschriebenen isoliert liegenden Goniocystenpaares durch Sprossung aus der großen, diese aber autonom entstanden ist, d. h. durch Ergreifung und Umwachsung einer freiliegenden Chlorophyceenzelle durch eine *Fuliginea*-Hyphle.

Auch *Gonicystulae* sind im Lager von *Biatora fuliginea* zu finden: Fig. 39 zeigt eine solche von  $73 \mu$  Breite und  $33 \mu$  Höhe, mit Kapselzellen auf der Stirnfläche und den Seitenflächen, ohne solche auf der Sohlfläche; sie sind bis  $8 \mu$  lang, einzelne bis  $7 \mu$  hoch, ihre braune Außenlamelle bis  $2 \mu$  dick. Daß an der höheren Schmalseite die Kapsel in der Aufsicht zu sehen ist, wenn auch nur an drei Zellreihen, beweist, daß der Schnitt nicht median durch diesen Lagerkörper gegangen ist. Seine Gonidien und Umhüllungszellen stimmen mit denen in Fig. 38 völlig überein.

Die Beschaffenheit des Rhizoidalgewebes ist am besten aus Fig. 40 ersichtlich: der Schnitt ist  $121 \mu$  lang und zeigt drei waagrecht verlaufende Holzzellwände und zwei langgestreckte Zellhöhlungen. In ihnen verlaufen den Längswänden anliegend oder die ganze Zellhöhlung ausfüllend, perlschnurähnliche Flechtenpilzhypnen mit graubräunlichen Wänden. Aber auch auf der Außenfläche des Holzes verläuft eine siebenzellige und geht in eine  $88 \mu$  breite und  $58,7 \mu$  hohe Goniocyste über, von der aber nur das untere Drittel gezeichnet worden ist.

*Biatora fuliginea* besitzt auch abgestorbene Goniocysten mit entleerten Gonidien und Umhüllungszellen, überdies *Gonicystulae*, denen die Kapselzellen auf etwa  $\frac{1}{5}$  des Umfanges fehlen, aber keine deckenartige Lagerausbreitungen.

*Biatora fuliginea* unterscheidet sich demnach von *Biatora uliginosa* durch die geringere Größe, größere Dunkelheit und Undurchsichtigkeit ihrer Goniocysten, dadurch, daß ihr Lager nur aus Goniocysten

und einigen *Goniocystulæ* besteht, nie aber domartig vergrößerte Lagerkörper oder gar deckenähnlich umgeänderte besitzt. Verbindende, Lücken überbrückende Hyphen sind noch seltener als bei *Biatora uliginosa*, aber rhizoidale Hyphen sind häufiger und auch im Innern der die Unterlage bildenden Holzzellen als perlschnurähnliche Fäden nicht selten. Nackte *Goniocystulæ*, wie sie die Wehlener *uliginosa* aufweist, fehlen gänzlich. Die Zahl der Goniocystenstockwerke überschreitet nie drei.

### Zusammenfassung.

Der lepröse Thallus wird Flechten mit fein- oder grobkörnigem oder sogar staubartigem Lager zugeschrieben, die bei näherer Untersuchung ganz verschieden gebaut sein können. Bei manchen von ihnen besteht das Lager aus Goniocysten und *Goniocystulæ* (*Biatora uliginosa* und *fuliginea*), bei anderen aus Soredien (*Biatora virideocens*, *flexuosa*, *Lecanora symmicta*), bei noch anderen aus größeren Lagerhügeln mit ausgeprägt heteromerem Bau, d. h. mit Rinde, Gonidienzone und Mark in scharfer Abgrenzung (*Biatora decolorans*). Bei etlichen sind weder die einen, noch die anderen Gebilde zu finden, so daß nicht recht zu verstehen ist, wie auf sie derselbe Ausdruck hat angewendet werden können, wie auf die erstgenannten Arten (*Sarcogyne simplex*, *pruinosa* und *privigna*).

Unter den namhaftesten Lichenologen ist es KOERBER, der ihn am häufigsten anwendet, nämlich auf alle oben angeführten Arten. Für die drei *Sarcogyne*-Spezies findet er wenige Nachfolger, mit Recht; denn nach genauen mikroskopischen Untersuchungen an Microtomschnitten kann das Lager dieser öfters als *athallin* bezeichneten Flechten am besten netzartig genannt werden wegen der vielen und großen Lücken zwischen seinen vorwiegend linear verlaufenden Lagerausbreitungen.

Nicht die geringste Ähnlichkeit besteht zwischen dem Lagerbau zweier der häufigsten *Lepraria*-Arten (*Lepraria latebrarum* und *chlorinum*) mit dem von *Biatora uliginosa* und *fuliginea*. Denn dieser besteht aus zahllosen kugelförmigen oder unregelmäßig gestalteten Lagerkörpern, die in ihrer Gesamtheit einen körnigen oder staubigen Eindruck hervorbringen je nach ihrer Größe. Der der beiden *Lepraria*-Arten ist aber rein filzig, in ihm wiegen die fädigen Bestandteile bei weitem vor den körnigen vor. Diese sind stets wenigzellige Gonidiengruppen, die mit Umhüllungszellen des Flechtenpilzes in nur mäßiger Berührung stehen und nie von einer ganz oder teil-

weise geschlossenen Kapsel umgeben sind, nie haben sie gonio-cystialen Bau. Dieser hat zwar große Ähnlichkeit mit einem „Ekzem“ der menschlichen Haut, der sog. „Bläschenflechte“, aber gar keine mit der „Schuppenflechte“ oder eigentlichen Lepra. Will man den Ausdruck leprös auf den Thallus von *Biatora uliginosa* und *fuliginea* anwenden, so müßte wenigstens durch die Zusätze grob- oder feinkörnig oder staubförmig die Ähnlichkeit mit der Bläschenflechte hervorgehoben werden. Um sie in der Diagnose von den feinkörnigen bis staubförmigen Lagern der *Biatora virescens*, *flexuosa*, *Lecanora symmicta* u. a. zu unterscheiden, müßte bei diesen noch der Zusatz *soredial*, bei *Biatora uliginosa* und *fuliginea* der Zusatz *goniocystial* gemacht werden. Der Terminus technicus „leprös“ würde dadurch entbehrlich werden. Der Name *Lepraria* für die verbreiteten, sterilen Flechtenlager müßte als völlig irreführend beseitigt und durch einen anderen ersetzt werden, etwa durch *Tomentaria*.

Ob eine gonidienführende Kugel zu den Goniocysten oder Soredien zu rechnen ist, das ist demnach die wichtigste Entscheidung auch für systematische Fragen; sie ist leicht zu treffen, wenn man an folgendem festhält:

Die Goniocysten sind stets von einer einschichtigen Kapsel bedeckt, die aus zahlreichen zu Hohlkugelsektoren umgewandelten Flechtenpilzzellen besteht. Deren Außenwand ist immer durch größere Dicke und durch braunschwarze Färbung ihrer Außenlamelle ausgezeichnet. Wenn diese Kapsel Unterbrechungen hat, wo die Gonidien bis an die Oberfläche treten können, oder wenn nur der kleinere Teil des Innenkörpers von ihr bedeckt wird, dann nennt man diese Gebilde *Goniocystulae*. In dem abnorm mächtigen Lager von Wehlen in der Sächsischen Schweiz übertreffen sie an Zahl die Goniocysten. In ihm treten sogar nackte *Goniocystulae* auf, d. h. Gebilde, denen die dunkle Kapsel fehlt, die aber trotzdem nicht zu den Soredien gezählt werden dürfen, weil sie anderen Baues und anderer Entstehung sind. Die Flechtenpilzhyphen ziehen nämlich strangähnlich um die Gonidien herum und bilden zusammen ein unverkennbares Prosoplektenchym, während die echten Soredien paraplektenchymatisch gebaut sind. Das kleine, algenerfüllte Stielchen dieser *Goniocystula* endigte in einer kleineren, dunkel umkapselten Goniocyste. Umgekehrt findet man in dem Wehlener Thallus auch echte Goniocysten, die zu einer nackten *Goniocystula* ausgesproßt sind. Sicher werden auch solche mit autonomer Entstehung auftreten (näheres s. S. 11).

Ferner ist die Entstehung der Goniocysten ganz anders als die der Soredien. Jene können autonom entstehen (Fig. 25 a), d. h. eine umherschweifende Flechtenpilzhyphe stößt auf eine freiliegende Algenzelle aus der Gruppe der Chlorophyceen und treibt an der Berührungsstelle Ästchen, die alsbald um die Algenzelle herumwachsen, sie zur Teilung anregen und selbst bald eine geschlossene, hohlkugelige Kapsel bilden, deren Zellen nicht allein wachstums-, sondern auch hochgradig teilungsfähig sind. Ersteres ergibt sich daraus, daß ihre Breite bis zum Doppelten vom Durchmesser der Mutterhyphe anwächst, und ihre Teilungsfähigkeit ergibt sich aus der großen Zahl, mit der sie die Algenzelle je länger, je mehr überziehen. Die Soredien entstehen immer dadurch, daß die meist 2 bis 4 zelligen Algengruppen eines zusammenhängenden, deckenartigen Flechtenlagers zerfallen; jede Gruppe behält eine ein-, selten mehrschichtige Hülle von farblosen, rundlichen Umbüllungszellen zurück. Die Hüllen mit ihrem Kern von Gonidien weichen auseinander und lassen zuletzt ein Hanfwerk von hyphenumhüllten Gonidiengruppen, das sind eben Soredien, zurück. Autonome Entstehung der Soredien habe ich nie beobachten können. Nachträgliche Sprossung einer Soredie aus einer anderen ist nicht ausgeschlossen.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Goniocysten und Soredien besteht auch darin, daß jene nach gewisser Zeit absterben. Das zeigt am deutlichsten die Wehlener Flechte, denn ihr Lager enthält fast zehnmal soviel tote als jugendfrische Goniocysten, aber auch in den goniocystialen Lagerabschnitten von Crottendorf, in den sandbewohnenden von Radebeul usw. enthalten alle größeren Goniocysten und *Goniocystulae* bloß tote oder viel mehr tote als lebende Gonidien, d. h. alle, deren Größe  $47,5 \times 31 \mu$  übersteigt. Kurz, sobald sie ein gewisses Alter erreicht haben, sterben sie ab, weil sie ihre Funktion, Nahrungsstoffe für das Wachstum des Lagers und der Apothezien mit ihren vielen Sporen zu liefern, erfüllt haben und durch jüngere Gebilde gleicher Art ersetzt worden sind. Soredien, die der allgemeinen Auffassung nach eine ganz andere Aufgabe haben, nämlich die Vermehrung der Art zu ermöglichen, dürfen nicht absterben, sie müssen im jugendfrischen Zustande auf irgendeine Weise verbreitet werden und da zu einem Flechtenlager auswachsen, das zuletzt auch Früchte hervorbringt. Abgestorbene Soredien sind eine Unmöglichkeit.

Auch die spätere Entwicklung schlägt verschiedene Wege ein: die Goniocysten verändern oft ihre Gestalt, werden zu unregelmäßigen, eckigen und selbst gelappten Körpern, deren Durchmesser

100  $\mu$ , ja sogar 300  $\mu$  überschreiten kann. Das kommt bei den Soredien nicht vor; sie bleiben die kleinen, wenigzelligen Kugeln vom Augenblick ihrer Entstehung an bis zum Ende, weil dadurch ihre Verbreitung begünstigt wird. Noch mehr: die goniocystialen Lager von *Biatora uliginosa* haben unter günstigen Bedingungen, wie sie bei Schönberg, im Oldenburgischen und vornehmlich bei Crottendorf erfüllt worden sind, das Bestreben und die Fähigkeit aus dem lockeren, goniocystialen in den geschlossenen, deckenförmigen Bau überzugehen.

Nach den bisherigen Untersuchungen kommen Goniocysten und *Goniocystulae* in der Gattung *Moriola*, bei einigen Arten der NORMANSCHEN Gattung *Spheconisca*, bei der von K. R. KUPFFER (Riga) entdeckten interessanten Sandflechte *Stereonema chthonoblastes*, endlich bei *Biatora uliginosa* und *fuliginea* vor. Nur *Biatora uliginosa* erhebt sich dadurch über die anderen aufgeführten Flechten, daß sie unter günstigeren Bedingungen den goniocystialen Lagerbau mit dem dom- und deckenförmigen vertauschen kann. *Goniocystal* bleibt er bloß auf rein sandiger Unterlage (f. *argillacea* KRMPHB.) und an den senkrechten Sandsteinwänden des Wehler Grundes, aber auch, wenn die Unterlage aus mächtigen Cyanophyceenkörpern besteht, und darin stimmt er mit *Paramoriola sanguifica* (NORM.) em. BACHM. überein. Endlich ist auch der Thallus von *Biatora fuliginea* immer goniocystial gebaut, obschon die Flechte auf organischer Unterlage wächst und sogar rhizoidale Hyphen in deren Zellen sendet. Der Wehler *Biatora uliginosa* gleicht sie noch darin, daß sie weniger und kleinere Früchte hervorbringt, als auf den horizontal ausgebreiteten, decken- und domförmigen Thalli über vertorfte Unterlage und im Schatten niederen Gesträuchs bemerkt werden. Alle diese Veränderungen haben sich an den *Uliginosa*-Lagern der Kiefernsonnung am Diebsweg bei Radebeul verfolgen lassen: an den sonnigen Waldrändern waren die schwärzlichen Anflüge mit kleinen Früchten, mit rein goniocystialem Lagerbau auf reinem Sand zu finden, während im Innern des Wäldchens 50  $\times$  20 cm große Flächen mit dicken, schwarzen Lagern vom Bau der erzgebirgischen und oldenburgischen *Uliginosa* mit vielen, über 1 mm großen Apothezien bedeckt waren. Ihre Unterlage war im Laufe etlicher Jahre im Schatten der heranwachsenden Bäumchen schon torfähnlich geworden, wahrscheinlich unter Mitwirkung der Flechte.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: [74\\_1931](#)

Autor(en)/Author(s): Bachmann E.

Artikel/Article: [Der lepröse Thallus einiger Krustenflechten. 262-296](#)