

Zeitschrift:	Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera
Herausgeber:	Schweizerische Naturforschende Gesellschaft
Band:	8 (1933)
Heft:	1
Artikel:	Coccomyxa Schmidle : Monographie einer Algengattung
Autor:	Jaag, Otto
Kapitel:	Coccomyxaalgen als Flechtengonidien
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-816977

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Coccomyxaalgen als Flechtengonidien

Es ist das Verdienst von R. CHODAT, *Coccomyxaalgen* als Flechtengonidien festgestellt zu haben. Seine Untersuchungen erstreckten sich auf die beiden Arten *Solorina saccata* Ach. und *S. crocea* Ach., deren Gonidien als *Coccomyxa solorinae saccatae* Chod. bzw. *C. solorinae croceae* Chod. bezeichnet wurden. Obschon von keiner Seite gegen diese Identifizierung Einspruch erhoben wurde, fand der Name *Coccomyxa* bis heute noch nicht den Weg in die gesamte einschlägige Literatur. Deshalb werden die Gonidien dieser Flechten heute noch unter den verschiedensten Namen aufgeführt. (Vergl.: Die grünen Gonidien der Peltigeraceen, S. 82.) F. MOREAU (1929) wies darauf hin, dass nur in der Familie der *Peltigeraceen* *Coccomyxagonidien* vorhanden seien und schloss aus dieser Beobachtung auf eine Spezifität der Gonidien von einer höheren, die ganze Flechtenfamilie umfassenden Ordnung. Die Ansicht MOREAUS ist insofern richtig, als neben *Coccomyxa* keine anderen Grünalgen als reguläre Gonidien im Thallus der *Peltigeraceen* zu finden sind. Dagegen sind ausserhalb dieser Familie *Coccomyxagonidien* in den Gattungen *Icmadophila* und *Baeomyces* vorhanden und es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass noch weitere Flechten mit *Coccomyxa* als Algenkomponente gefunden werden. Seit den Arbeiten von E. ACTON (1909) wurde auch *Botrydina vulgaris* Bréb. als eine Flechte mit *Coccomyxagonidien* (*C. subellipsoidea* Acton) angesehen. Ich konnte aber nachweisen, dass es sich, wenigstens in dem mir vorliegenden *Botrydinamaterial*, das aus verschiedenen Gegenden Europas stammte, nicht um eine Flechte, sondern um Vergesellschaftungen von Protonemafäden des Mooses *Georgia (Tetraphis) pellucida* (L.) mit *Coccomyxaalgen* handelte. Bis heute konnte ich *Coccomyxagonidien* nachweisen in den Flechten: *Peltigera apftosa* Ach., *P. venosa* Hoffm., *P. variolosa* Ach., *Solorina saccata* Ach., *S. crocea* Ach., *S. bispora* Nyl., *S. octospora* Arn., *Icmadophila ericetorum* Zahlbr. und *Baeomyces roseus* Pers.

Die *Coccomyxagonidien* in situ

Es ist kein Zufall, dass die grünen Gonidien der *Peltigeraceen* unter den verschiedensten Namen in der Flechtenliteratur aufgeführt sind. Betrachtet man sie in situ, so haben sie zumeist eine breitovale bis an-

nähernd kugelige Form. Daneben aber variieren die Algenzellen in den Thalli einer bestimmten Flechtenart von verschiedener Herkunft derart in Form und Grösse, dass man tatsächlich ohne Reinkulturen kaum in der Lage gewesen wäre, in der Zugehörigkeit der *Coccomyxa*-gonidien Klarheit zu erlangen.

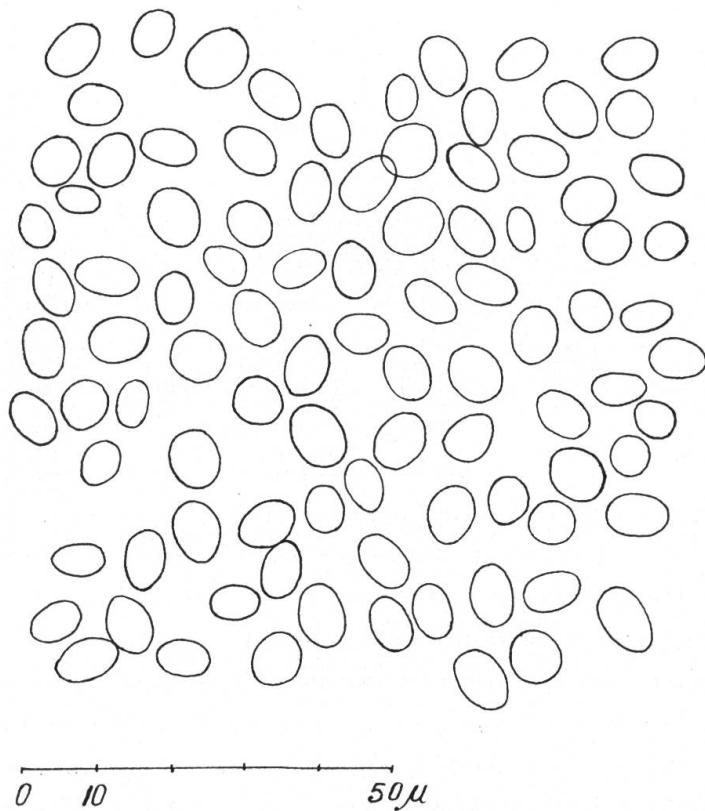


Fig. 14.

Solorina saccata (L.) Ach.;
Gonidien in situ. Fundort: Gipfel des Glärnisch,
2900 m ü. M. (in Kultur
Nr. 26). Kamerazeich-
nung. Vergr. zirka 750.

In vielen Flechtenarten haben die Gonidien in situ die breitovale bis kugelige Form, wie diejenige der in Fig. 14 dargestellten *Solorina saccata*. In anderen Arten sind die grünen Zellen schlanker, teilweise auch kleiner. So haben z. B. die Untersuchungen an *Icmadophila ericetorum* immer schlankere, länglichere Formen gezeigt als bei *Solorina* und *Peltigera*. Es scheint ein Merkmal jener Flechte zu sein, immer, auch in situ, verhältnismässig langgestreckte Gonidien zu führen (Fig. 45).

Schlankere Gonidienformen treten zwar gelegentlich auch bei *Solorina saccata* und namentlich *S. crocea* auf. Diese beiden Arten zeigen sich aber in diesem Punkte weitgehend variabel. Es gibt Thalli, die breitovale-kugelige Algenzellen besitzen und andere, deren Gonidien in situ schlanker aussehen. Da diese Verschiedenheiten aber nicht gleichlaufend sind mit den erbkonstanten Verschiedenheiten, die sich in der Kultur auf künstlichem Nährboden zeigen, so kann man sie kaum anders deuten, als verursacht durch die speziellen Lebensbedingungen

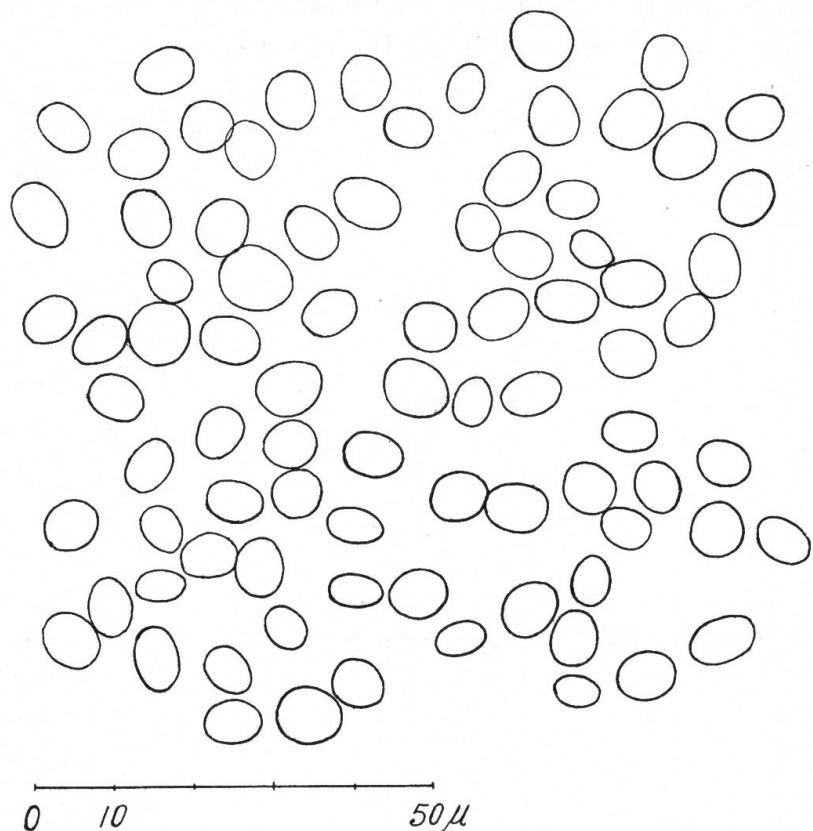


Fig. 15.
Solorina crocea (L.)
Ach.; Gonidien in
situ. Fundort: Gr.
St. Bernhard, 2350 m
ü. M. (in Kultur Nr.
143). Kamerazeich-
nung. Vergr. zirka
750.

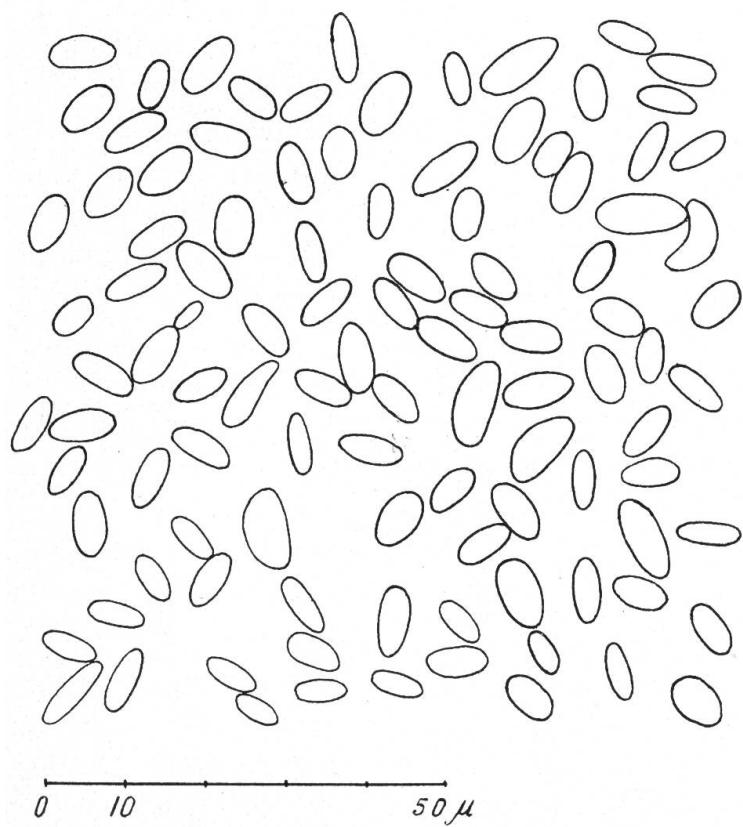


Fig. 16.
Solorina crocea (L.) Ach.;
Nr. 143 auf Knop-Agar
+ 2 % Glucose.
Vergr. zirka 750.

des Standortes. *Solorina crocea* geht in dieser Variabilität der Gonidien in situ am weitesten (Fig. 15 und 19).

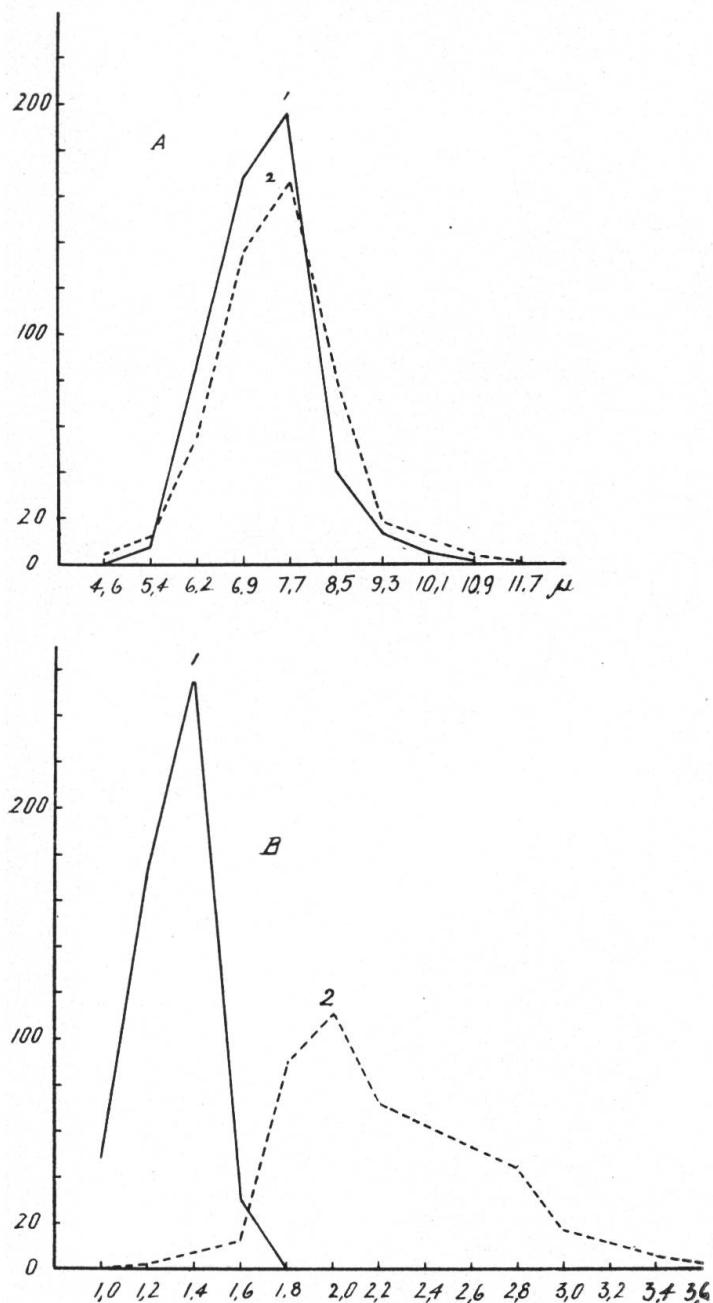


Fig. 17.
Solorina crocea Nr. 143.

A) Längenkurve : 1, in situ

2, in $\frac{1}{3}$ Knop + 2 % Glucose.

(Die Kurven entsprechen dem in Fig. 15 und 16 verwendeten Gonidienmaterial.)

B) Die entsprechenden $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven :

Nr. 1, in situ

Nr. 2, in $\frac{1}{3}$ Knop + 2 % Glucose.

In der Kultur verhalten sich die Gonidien von *S. crocea*, sowie der verschiedenen Arten von *Peltigera* wie diejenigen von *S. saccata*: sie sind wesentlich schlanker als in situ. Diese Formverschiedenheit einerseits in situ und anderseits in der Kultur betrifft sämtliche *Coccomyxagonidien*. Immer sind sie in künstlichem Nährsubstrat schlanker als in situ. Dies ist leicht ersichtlich aus dem Vergleich von Fig. 15 und Fig. 16, in denen ein Gonidienmaterial einerseits in situ (Figur 15) und anderseits auf künstlichem Nährboden (Fig. 16) einander gegenübergestellt ist.

Wenn schon aus den Zeichnungen der Unterschied in die Augen springt, so kommt diese Verschieden gestaltigkeit in der variationsstatistischen Bearbeitung besonders klar zum Ausdruck. Zwar zeigen sich in den Längskurven keine auffallenden Unter-

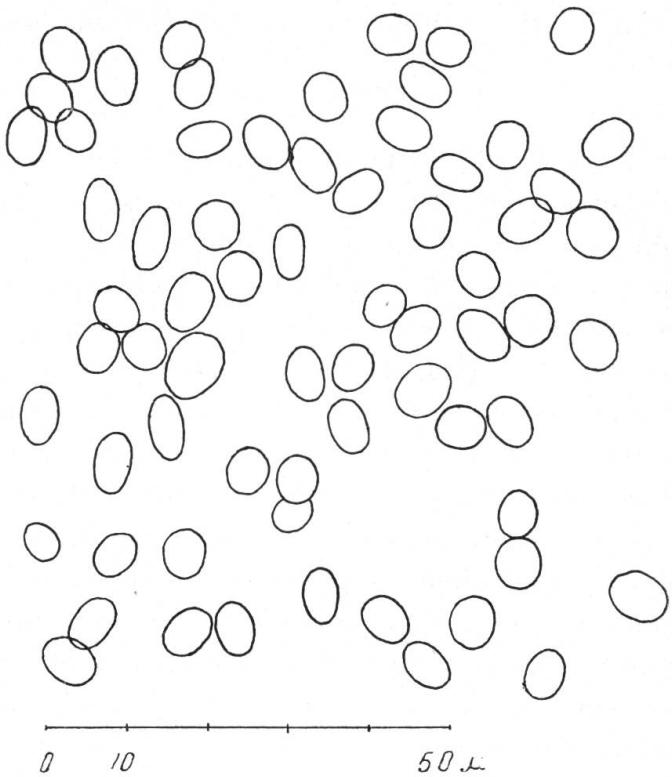


Fig. 18.

Solorina crocea Ach.; Gonydien in situ. Im Gneisschutt am Schartenkofel ob Tulfes (Innsbruck). 2150 m ü. M. Nr. 197. *Coccomyxa tiroliensis (solorinae croceae)* Jaag. Vergr. zirka 750.

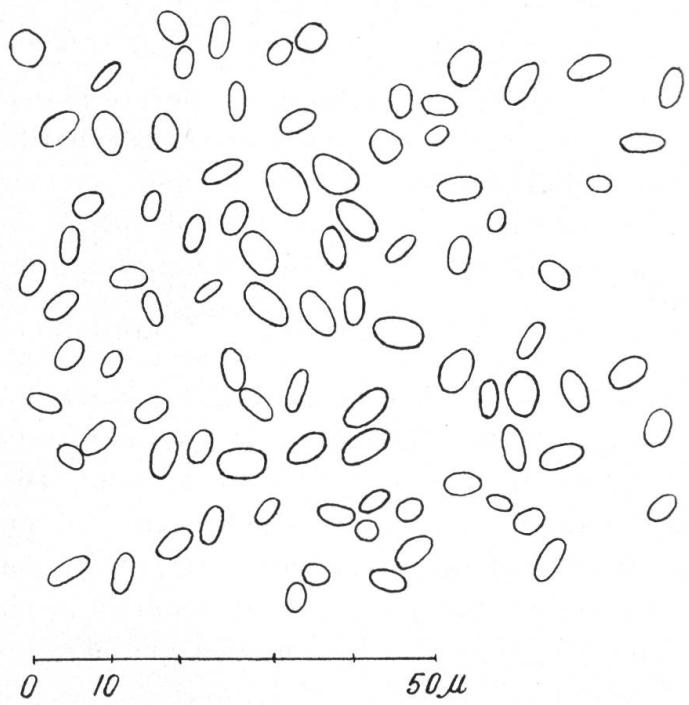


Fig. 19.

Solorina crocea Ach.; Gonydien in situ. Im Gneisschutt an der Viggarspitze, 2250 m ü. M. (Innsbruck). Vergr. zirka 750.

schiede; die Breitekurve der Zeilen, sowie die Kurve, die das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ darstellt, zeigen dagegen ein durchaus verschiedenes Bild.

Vergleicht man die Gonidien einer bestimmten Flechtenart, die an verschiedenen Orten gesammelt wurde, so lassen sich gewisse Größen- und Formunterschiede feststellen. Diese Unterschiede sind zwischen den Gonidien verschiedener Flechtengattungen und innerhalb verschiedener Arten verschieden gross. Am weitestgehenden sind sie nach meinen Erhebungen bei *Solorina crocea*. Während sämtliche Thalli dieser Art, die ich in den Schweizeralpen sammelte, in Form und Grösse unter sich ziemlich ähnlich waren, fielen die Gonidien eines Materials aus dem Gneisschutt an der Viggarspitze (2250 m ü. M.) bei Innsbruck auf durch ihre Kleinheit und auch durch die verhältnismässig schlanke Form der Zellen (Fig. 19). Es sind dies die kleinsten *Coccomyxa*-gonidien, die ich *in situ* beobachtete. Niemand würde sie in Unkenntnis ihrer Herkunft mit den Gonidien derselben Flechtenart aus den Schweizeralpen identifizieren. Und doch sind in der Kultur die Unterschiede gegenüber den Gonidien von anderen Standorten nur gering. Die Unterschiede, die *in situ* beobachtet werden, sind daher nicht in vollem Masse durch genotypische Verschiedenheiten bedingt, sondern auch z. T. durch lokale und vielleicht nur vorübergehende verschiedene ökologische oder physiologische Bedingungen verursacht.

Aus der Gegend von Innsbruck (Gneisschutt am Schartenkofel 2150 m ü. M.) stammt sodann ein Gonidienmaterial von *S. crocea* (Fig. 18), das nach Form und Grösse der Zellen ungefähr in der Mitte steht zwischen den beiden in Fig. 17 und 19 dargestellten Extremen.

In Fig. 20 sind die Größen- und Formverhältnisse der Gonidien von vier Thalli dreier Fundstellen (*S. crocea* vom Gr. St. Bernhard : Thallus 1 und Thallus 2, von Schartenkofel [Innsbruck] und von der Viggarspitze bei Innsbruck) biometrisch dargestellt. Aus den Kurven geht hervor, dass sowohl die Länge von Zellen eines Materials von verschiedener Herkunft, als auch das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ auffallend und z. T. weitgehend verschieden sind. Besonders auffällig sind die Gonidienformen des an der Viggarspitze (2250 m ü. M.) gesammelten Thallus, dessen Zellen gleichzeitig klein und langgestreckt sind. Die übrigen untersuchten Thalli einer bestimmten Flechtenart führen weniger variable Gonidien. Wohl treten Unterschiede in geringerem Masse auf bei *S. saccata* und auch bei *Peltigera apftosa*, wenn sie auch bei dieser letzteren kaum nennenswert sind. Die Gonidien der übrigen Arten scheinen einheitlicher zu sein.

Welche Schlüsse können aus den Ergebnissen der Beobachtung *in situ* gezogen werden? Der wichtigste Punkt scheint mir in der Tatsache zu liegen, dass die Gonidien in ihrer Gemeinschaft mit dem Pilz anders aussehen, als wenn sie allein in Kultur gezogen werden. Mit anderen Worten: In ihrer Freiheit bringen die Gonidien ihre *Coccomyxa*-natur klarer zum Ausdruck. Auch die als freilebende Algen gefundenen Arten haben *in situ*, d. h. als Epiphyten auf verschiedenen Flechten oder als Wasserbewohner, nie die breitovalen bis runden Formen wie die Mehrzahl der Gonidien. Diese rundere Gestalt ist also zweifellos auf das Zusammensein der Alge mit dem Flechtenpilz zurückzuführen. Da aber, wie die Versuche zeigten, in der Kultur die Zusammensetzung des Nährbodens einen entscheidenden Einfluss auf die Form der Zellen ausübt, so liegt vielleicht in dieser Tatsache die Möglichkeit, aus der Form der Algenzellen auf die Lebensbedingungen und auch auf das Verhältnis zwischen beiden Komponenten im Flechtenthallus Schlüsse zu ziehen. Zu klareren Resultaten als die alleinige Kultur der Gonidien werden

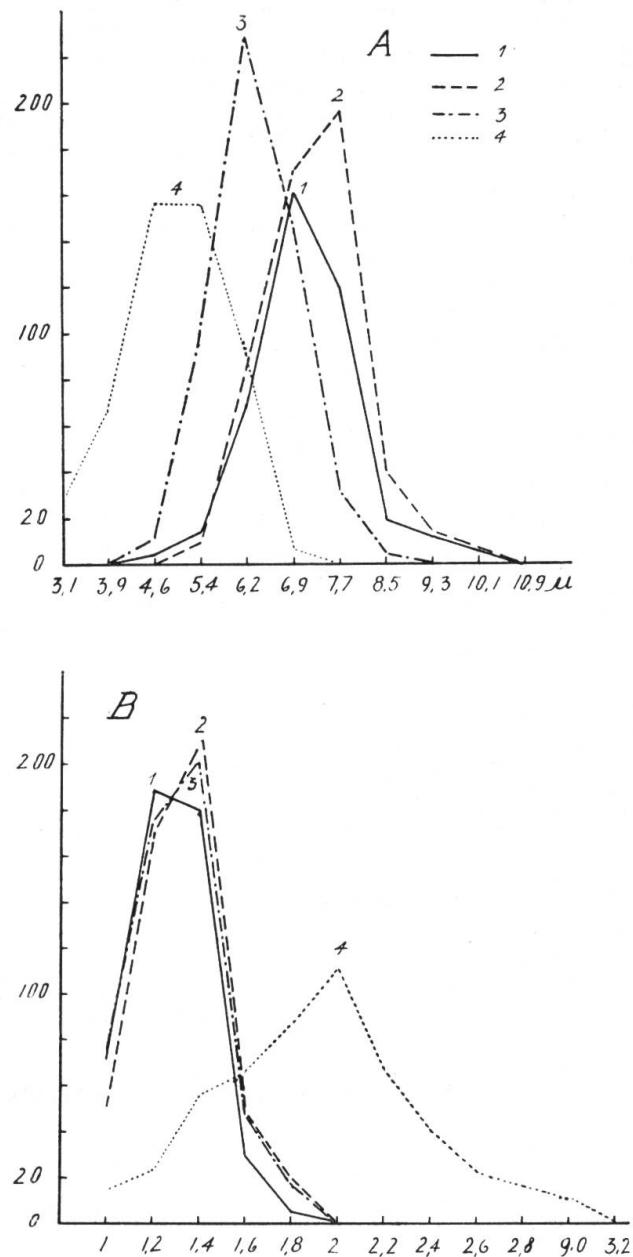


Fig. 20.
Solorina crocea Aach. Gonidien *in situ*.
A) Längenkurven. 1: Thallus 1, aus dem Gebiete des Gr. St. Bernhard.
2: Thallus 2, Gr. St. Bernhard.
3: Thallus 1, vom Scharfenkofel bei Innsbruck.
4: Thallus 1, von der Vigarspitze bei Innsbruck.
B) die entsprechenden $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven (1—4).

freilich Kulturen führen, in denen Flechtenpilz und zugehörige Gonidienalge gemeinsam nebeneinander gezogen werden. In der vorliegenden Studie war dies noch nicht möglich; das soll aber die Aufgabe der nächsten Untersuchungen sein.

Hinsichtlich der Spezifität der Gonidien in den einzelnen *Coccomyxaführenden* Flechtengattungen lässt sich feststellen, dass *Icmadophila ericetorum* auffallend gestreckte, schlanke Algenzellen besitzt. Dies gilt auch für *Botrydina vulgaris* (sofern es überhaupt Fälle gibt, wo wirkliche Flechten und nicht Vereinigungen von Moosprototonemen mit Pilzen beisammen sind [vergl. JAAG 1933]). Für die *Peltigeraceen* lässt sich nach den bisherigen Befunden kaum eine Regel aufstellen, da *in situ* die Variationsbreite der Gonidienform innerhalb einer bestimmten Flechtenart manchmal (*S. crocea*) grösser ist als die spezifischen Unterschiede zwischen den Gonidienformen der verschiedenen Arten und Gattungen. Lassen sich die Gonidien in der Flechten systematik verwerten? Gewiss! Denn es sind nur wenige Gattungen mit *Coccomyxagonidien*. Die Natur dieser letzteren wird auch immer zu erkennen sein, wenn der Beobachter sich der Tatsache bewusst ist, dass die Gonidien im Flechtenthallus meist rundlicher sind als vom Flechtenpilz losgelöst. Bei der Bestimmung der in Frage stehenden länglichen Gonidien wird man sich zunächst vergewissern, ob ein Pyrenoid vorhanden ist oder fehlt. Ist kein Pyrenoid zu finden, dann wird man nach ausgesprochen länglich-ovalen Zellen suchen. Solche sind nämlich, wenn auch manchmal in geringerer Zahl als die weniger schlanken Gonidienzellen, immer vorhanden.

Die grünen Gonidien der Peltigeraceen

In der Familie der *Peltigeraceen* sind die Gattungen *Peltigera* (einschl. *Peltidea*), *Nephroma* und *Solorina* vereinigt. Manche Arten, wie namentlich diejenigen der Gattung *Solorina*, sind, wenn auch über die ganze Nordhemisphäre der Erde verbreitet, im einzelnen doch auf verhältnismässig engbegrenzte Verbreitungsgebiete beschränkt und stellen recht weitgehende spezifische Ansprüche an die Natur der Unterlage und an die klimatischen und mikroklimatischen Bedingungen des Standortes. So umfasst die Gattung *Solorina* Arten, die streng an basisches Substrat, vor allem Kalkstein gebunden sind (*S. saccata*), während andere (*S. crocea*) sich streng an das Silikatgestein halten.

Solorina crocea, die ausschliesslich dem Gebirge angehört, ist dem Alpenwanderer wohl bekannt durch die satte rote Farbe ihrer Thallus unterseite. In den Alpen, wo sie stellenweise massenhaft auftritt, ist sie die Charakterart der spät schneefreien Silikatschutthalden zusammen mit *Cladonia ecmocyna* Nyl., *C. elongata* Nyl. und *Stere-*

caulon alpinum. *Solorina crocea* gehört der alpinen und subnivalen Stufe an, steigt gelegentlich aber in die subalpine Stufe hinunter. (Mitteilung von Dr. Ed. FREY, Bern.) Sie beschränkt sich freilich nicht auf das Alpenland, sondern findet sich auch ziemlich reichlich im Riesengebirge, der Tatra und in den Gebirgen Englands. In Frankreich kommt sie, abgesehen von den Westalpen, wenn auch nur in wenigen Exemplaren, auch im Gebiete des Puy de Dôme vor.

Solorina saccata Ach., ihrer matten grünen Farbe wegen in den Alpen und im Jura weniger auffallend, steigt in den Bergen tiefer hinab als *Solorina crocea*. Sie ist die häufigste Art ihrer Gattung in den Gebirgen der Nordhemisphäre. Allgemein gehören sämtliche Arten der Gattung *Solorina* den Gebirgen an.

Anders verhalten sich die zahlreichen *Peltigera*- und *Nephroma*-arten. Sie stellen an Klima und Substrat weniger grosse Ansprüche und kommen daher auf der ganzen Erde vor, wo sich Platz und genügend Feuchtigkeit vorfindet.

Ueberblickt man die in den einzelnen Gattungen und Arten dieser Familien vertretenen Gonidientypen, sowie ihre Verteilung auf die einzelnen Arten, so bekommt man den Eindruck, dass der Flechtenpilz bei der Auswahl seiner Gonidienalge durchaus wahllos verfahre, denn scheinbar regellos sind bei sämtlichen Gattungen blaue (*Cyanophyceen*) und grüne (*Chlorophyceen*) Algen als Gonidien verwendet. Ja, in manchen Arten sind sogar beiderlei Gonidien so regelmässig gleichzeitig nebeneinander, dass diese Tatsache als Artmerkmal in der Flechtensystematik verwendet werden kann (*Peltigera aphtosa* u. a.).

In bezug auf den Besitz blauer bzw. grüner Gonidien verhalten sich die einzelnen Gattungen verschieden. Bei *Nephroma* sind die Arten mit blaugrünen Gonidien weitaus in der Mehrzahl. So beherbergen sämtliche europäischen Arten Gonidien vom *Nostoc*-typus, während einige wenige Arten mit *Chlorophyceen* als Gonidien auf ein ausser-europäisches Verbreitungsgebiet beschränkt sind. So interessant es gewesen wäre, auch solche grünen Gonidien von *Nephroma* in die Untersuchung einzubeziehen, so musste ich doch darauf verzichten, da es mir nicht möglich war, entsprechendes Flechtenmaterial zu erlangen.

Anders verhält sich in bezug auf die Auswahl des Algenpartners die Gattung *Peltigera*. Sie umfasst auch in unserem Gebiete verschiedene Arten mit grünen Gonidien; die Mehrzahl der Arten aber führt Algenzellen vom *Nostoc*-typus als Symbionten. Die *Peltigera*-arten mit grünen Gonidien werden in der lichenologischen Literatur in der Untergattung *Peltidea* zusammengefasst. In Mitteleuropa ist diese Untergattung hauptsächlich vertreten durch *P. venosa*, *P. aphtosa* und *P. variolosa*.

In der Gattung *Solorina* gewinnen die grünen Gonidien insofern die Oberhand, als keine Art ausschliesslich blaugrüne Algen aufweist. Letztere fehlen freilich auch in dieser Gattung nicht völlig. In Form von Cephalodien treten Algen vom *Nostoc*-typus in vielen Arten auf, und nicht etwa nur gelegentlich, sondern sehr regelmässig, so dass ihr Vorhandensein als Artmerkmal verwendet werden kann. Hier ist vor allem *Solorina crocea* zu erwähnen, deren oberflächliche Thallusschicht grüne Gonidien führt, während gleichzeitig oft in besonderer tieferliegender Schicht *Cyanophyceengonidien* in Konkurrenz treten.

Betrachtet man die Lehr- und Bestimmungsbücher der Lichenologen, so begegnet man einer erschreckenden Ratlosigkeit hinsichtlich der Zugehörigkeit der einzelnen Gonidientypen zu den entsprechenden Algengattungen. Am häufigsten werden für die grünen Gonidien der Peltigeraceen Namen aufgeführt wie *Protococcus*, *Pleurococcus*, *Dactylococcus* und sogar *Stichococcus*; andere Autoren begnügen sich mit der Angabe der Familie, der die grünen Gonidienzellen angehören könnten: *Protococcaceen*, *Palmellaceen* usw. Obschon, wie oben erwähnt, R. CHODAT schon 1909 die Identität der Gonidien zweier Arten aus der Familie der *Peltigeraceen*, *Solorina saccata* und *S. crocea* auf Grund eines eingehenden Studiums als zur Gattung *Coccomyxa* gehörig bezeichnete, so hat diese Erkenntnis doch bisher nur in einem Teile der modernen Flechtenliteratur Eingang gefunden. So werden beispielsweise die Gonidien der Gattung *Solorina* bezeichnet als: *Dactylococcus* (A. L. Smith, Lichens 1918), *Coccomyxa* (A. L. Smith, English Lichens 1921), *Cystococcus* (Lindau 1923), *Stichococcus* (Jatta 1909). Angeichts einer derartigen Verwirrung in den Kenntnissen über die wahre Natur der *Solorinagonidien* ist es wohl begreiflich, wenn bisher die Systematiker in ihren Arbeiten lieber die Algenkomponente der Flechten ausser acht liessen und, neben den Merkmalen des Thallus, nur den Flechtenpilz berücksichtigten. Nicht geringer ist die Unsicherheit in der Gattung *Peltigera*, für deren grüne Gonidien ebenfalls je nach dem Verfasser die vorerwähnten Namen eingesetzt werden. Dass in den Kreisen der Lichenologen der Wunsch besteht, in der Systematik die Gonidien weitgehender zu verwenden, als dies bis heute möglich war, kommt zum Ausdruck bei Ed. FREY (1932): « Zum Schlusse sei die Hoffnung ausgesprochen, es möchte in nicht allzuferner Zeit ein Algenforscher die Resultate der Gonidienkulturen zusammenstellen, so dass der Lichenologe an Hand eines zusammenfassenden, zuverlässig illustrierten Werkes mit grösserer Sicherheit und grösserem Erfolg arbeiten kann als bisher. Es ist mit Hilfe der gegenwärtigen Literatur beispielsweise nicht leicht, sich in der Wirnis von Ansichten über *Cystococcus* und *Pleurococcus* zurechtzufinden. Auch die meisten andern Gonidien-

typen sind vorläufig noch recht unvollkommen begrenzt. » Die vorliegende Arbeit dürfte bereits, wenigstens teilweise, dem hier ausgesprochenen Wunsche entgegenkommen.

Ich nehme gerne an, dass die erzielten Ergebnisse der neuesten Gonidienforschung die Systematiker unter den Lichenologen ermuntern werden, mehr als dies bisher geschehen konnte, in der Bearbeitung der Flechten auch die Gonidien zu berücksichtigen; denn die neueren Arbeiten zeigen, dass in der Verteilung der Gonidienalgen bei den verschiedenen Flechtentypen eine viel grössere Einheitlichkeit vorhanden ist, als dies bisher den Anschein hatte.

Betrachtet man die grünen Algen der Gattung *Peltigera* in situ, so ist die Verwirrung, die in der Benennung der Gonidien herrscht, zu verstehen. Hier sehen nämlich die grünen Zellen im Flechtenthallus durchaus anders aus als in der Reinkultur, wo sie vom Flechtenpilz losgelöst sind. Dass die Gonidien, z. B. bei *Peltigera aphtosa*, mehr oder weniger kugelig aussehen, würde an sich wenig hindern, ihre wahre Natur zu erkennen; vielfach aber kommen Stadien von Zellteilungen zur Beobachtung, die an die Vermehrungsverhältnisse in der Gattung *Pleurococcus* erinnern. Die Einreihung der Gonidien von *Peltigera aphtosa* unter den *Pleurococcaceen* wäre aber unrichtig. Denn sämtliche aus dieser Flechte isolierten Kulturen ergaben Gonidienformen, die zweifellos zur Gattung *Coccomyxa* gehören. Zu demselben Resultate gelangte ich auch bei der Untersuchung der Gonidien von *Peltigera venosa* und von *P. variolosa*, sowie zweier *Solorina*-arten, deren Gonidien bisher noch nicht untersucht worden waren : *S. bispora* und *S. octospora*.

Dass in den Gattungen *Peltigera* und *Solorina* nur grüne Gonidien vom *Coccomyxatypus* vorhanden sind, zeigt, dass die in den *Peltigeraceen* vorhandenen Flechtenpilze durchaus nicht so unwählerisch sind in bezug auf die Auswahl ihrer Algenpartner, wie es bisher den Anschein hatte; denn in der ganzen grossen Familie der *Peltigeraceen* sind nur zwei Gonidentypen verwendet : blaugrüne Algen vom *Nostoc*-typus, und reingrüne aus der Gattung *Coccomyxa*. F. MOREAU (1929) hat in einer Mitteilung auf diese Verhältnisse kurz hingewiesen.

Spezifität der grünen Gonidien in der Familie der Peltigeraceen

Es schien mir eine besonders dankbare Aufgabe, zu untersuchen, in welcher Weise die dreierlei Gruppen von *Coccomyxa*-algen : freilebende Arten (im Wasser usw.), auf Flechten epiphytisch lebende

und im Flechtenthallus als Gonidien investierte Arten sich innerhalb der Gattung *Coccomyxa* zusammengruppieren. Dabei war ein Hauptaugenmerk darauf zu richten, ob zwischen den Vertretern dieser drei Gruppen morphologisch und physiologisch grundlegende Unterschiede vorhanden seien oder ob umgekehrt freilebende Algen ohne weiteres als Flechtengonidien verwendet seien; ferner war die Frage zu prüfen, ob sich die Flechtenpilze ganz spezifische, vielleicht besonders angepasste Arten oder Rassen von Algen aussuchen, und schliesslich, ob sich durch das fortwährende Beisammensein eines bestimmten Pilzes und einer bestimmten Alge bei letzterer grundlegende Veränderungen gegenüber den freilebenden Formen geltend machen würden. BEIJERINCK und ARTARI (1899) waren in der Tat der Ansicht, dass die Gonidiyalgen von den freilebenden Algen desselben Typus grundsätzlich verschieden seien durch die Fähigkeit oder Unfähigkeit, den Stickstoff aus rein mineralischen Verbindungen zu verwerten. Die freilebenden Algen besässen nach diesen Forschern diese Fähigkeit, während die Gonidien als sog. « Peptonalgen » den Stickstoff nur aus hochmolekularen organischen Stoffen zu beziehen imstande wären.

Von verschiedener Seite (CHODAT, 1913) ist diese Auffassung zurückgewiesen und durch die Ergebnisse ausgedehnter Studien mit Reinkulturen widerlegt worden. Auch in den vorliegenden Untersuchungen können derartige Angaben nicht bestätigt werden. Noch mehr als die früher untersuchten Gonidientypen (*Cystococcus*) nähern sich die *Coccomyxagonidien* in ihren ernährungsphysiologischen Ansprüchen den verwandten freilebenden Algen. Dies zeigt sich besonders deutlich in der Tatsache, dass eine auf einer Ulme bei Zürich epiphytisch lebende *Coccomyxa*-alge mit der Gonidie der Flechte *Solorina saccata* aus dem Gebiete des Glärnisch in allen Teilen identifiziert werden konnte.

Die Frage ist auch deshalb von besonderem Interesse, weil für die Familien der *Parmeliaceen* und *Cladoniaceen* Gonidien vom *Cystococcustypus* gefunden wurden, die in der Natur nicht oder sicher nur äusserst selten aufzufinden sind. Denn, wo ich auch bisher meine Nachforschungen anstellte, auf überrieselten Felsen in den Alpen, auf grüngefärbten Rinden alter Bäume, auf Baumstrünken im Walde oder auf feuchter Erde, niemals gelang es mir, wirkliche *Cystococcus*-algen aufzufinden, noch weniger solche, die denen glichen, die ich aus verschiedenen *Parmelia*- oder *Cladonia*-arten isoliert hatte. Diese *Cystococcus*-alge muss in der Natur recht selten sein, obschon manche Algologen sie in ihren Florenlisten regelmässig aufführen. Ich habe mich schon an verschiedene Kollegen, die freilebende *Cystococcus*-algen (*C. humicola* Naeg.) gefunden haben wollten, gewandt, mit der Bitte, mir in das fragliche Material Einblick zu gewähren. Aber jedesmal entpuppten

sich die vermeintlichen *Cystococcus*-zellen als bestimmte Stadien von *Pleurococcus* und anderen Algen, meist aus ganz andern Familien.

Das Ergebnis dieser Untersuchung erwies sich als recht interessant. Ein erster Vergleich der Kulturen der meisten bis jetzt bekannten *Coccomyxa*-arten, die am gleichen Tage auf dieselben Nährböden eingeimpft und genau denselben Wachstumsbedingungen ausgesetzt wurden (jede Nummer war in jeweils zehn Parallelkulturen vorhanden), stellte ich auf einem grossen Tisch auf und gruppierte sie nach der Aehnlichkeit ihrer Kolonien. Zunächst ergaben sich zwei Gruppen, wobei in der einen sozusagen sämtliche freilebenden *Coccomyxa*-arten, in der anderen sämtliche Gonidienkulturen vereinigt waren. Es zeigte sich also, dass, wenigstens was den Anblick der Kolonie anbetrifft, einerseits die Flechtengonidien und anderseits die freilebenden *Coccomyxa*-arten unter sich näher verwandt sind als die Arten der einen zu denen der andern Gruppe.

Im allgemeinen haben die Gonidien den freilebenden Arten gegenüber unter sich gemeinsam : langsameres Wachstum, meist sehr dunkelgrüne Farbe, nur geringfügige Verfärbung der Kolonie mit dem Alter und keinen Verlust der dunkelgrünen Farbe auf zucker- und peptonhaltigem Substrat. Bezuglich der Farbe gibt es indes eine Ausnahme : *Coccomyxa solorinae* Chod. und vielleicht auch *C. solorinae saccatae* Chod., welche charakterisiert sind eben durch diese hellere Farbe der Kolonie. Zu dieser Einheit gehören sämtliche als *Coccomyxa* befundenen Gonidien, umfassend die Flechtengattungen *Solorina*, *Peltigera*, *Icmadophila* und *Baeomyces*, ferner auch die Algenzellen in den Botrydien von *Botrydina vulgaris* Bréb. Manche der auf Flechten mit Gonidien von andern Algentyphen epiphytisch vegetierenden *Coccomyxa*-algen gliederten sich ein in die Gruppe der Gonidien, ebenfalls ein Zeichen, dass sie mit diesen näher verwandt sind als z. B. mit den aus dem Wasser isolierten Formen.

Die Gonidien von Peltigera aphtosa (L.) Hoffm.

Aus dieser Flechtenart wurden Gonidien von zahlreichen Standorten *in situ* untersucht, und von den fünf nachgenannten z. T. weit auseinanderliegenden Lokalitäten in Reinkultur gezogen. Kultur Nr. 120 : Gonidien von *Peltigera aphtosa*, gesammelt in Besse (Auvergne, Gebiet des Puy de Saney), 1050 m ü. M., Nr. 123 : Dent de Nendaz (Wallis) 2000 m ü. M., Nr. 145 : aus dem Gebiet des Gr. St. Bernhard 1800 m ü. M., Nr. 147, aus der Gegend von Ischgl (Tirol) 1600 m ü. M., Nr. 195 : vom « Guggermann » bei Innsbruck 1500 m ü. M.

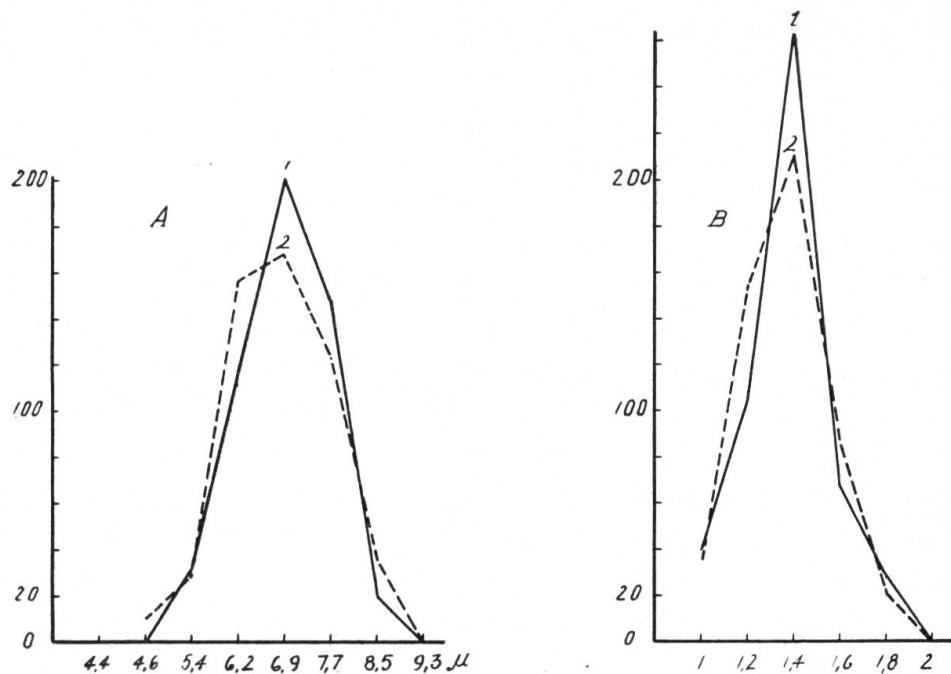


Fig. 21.

Peltigera apftosa. Gonidien in situ.

Thallus 1: vom Schneekar bei Innsbruck (Nr. 195)

» 2: vom Viggartal bei Innsbruck.

A) Längenkurven

B) die entsprechenden $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven.

Ein Vergleich der in die Untersuchung einbezogenen Gonidien in situ zeigt, dass Unterschiede bestehen in den Größenverhältnissen der Gonidien aus Flechtenthalli von verschiedener geographischer Herkunft. Die Zellform dagegen, namentlich das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ ist weitgehend konstant. Dies geht aus der Tabelle S. 125, sowie aus Fig. 20 und 21 deutlich hervor. So zeigt ein im Viggartal bei Innsbruck gesammelter Thallus Gonidien von $6,2 \mu$ mittlerer Länge, während ein anderer aus derselben Gegend, sowie weitere Thalli von andern Standorten Gonidien von $6,9 \mu$ mittlerer Länge aufweisen. Thallus 2 zeigt dagegen eine grössere Variationsbreite. Für diese Verschiedenheiten der Gonidien in situ scheint die Distanz, die zwischen den Standorten der fraglichen Flechtenthalli liegt, nicht ausschlaggebend zu sein, da die Gonidien von Thallus 1 und 2 aus der Gegend von Innsbruck unter sich grössere Unterschiede zeigen als z. B. Thallus 2, verglichen mit einem Thallus aus den Schweizeralpen oder aus dem Massif Central in Frankreich. Es gibt hierfür wohl zur Stunde keine bessere Erklärung als die Annahme verschiedener Ernährungs- und Umwelt-

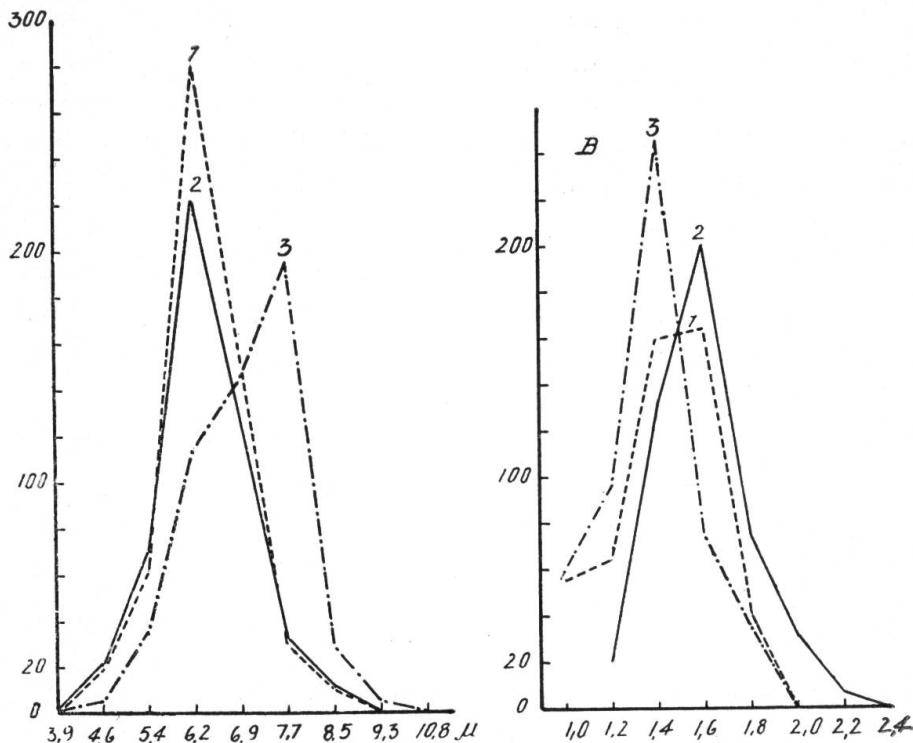


Fig. 22.

Solorina saccata. Gonidien in situ. 3 Thalli von verschiedenen Standorten.

Thallus 1 (Kurven 1) vom Saut du Doubs (Jura)

» 2 (» 2) aus dem Kalkschutt bei Hötting

» 3 (» 3) vom Gipfel des Glärnisch.

A) Längenkurven; B) $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven.

bedingungen, denen die Gonidienalgen in den einzelnen Flechtenthalli ausgesetzt sind.

In Reinkultur erwiesen sich, was das Aussehen der Kolonien anbetrifft, die Gonidien von so verschiedener Herkunft als recht einheitlich. In bezug auf die Farbe und die Morphologie der Kultur sind Unterschiede kaum zu beobachten, während sich die einzelnen Klone durch die Wachstumsgeschwindigkeit und die Grösse der ausgewachsenen Kolonie unterscheiden. Freilich bilden sich bei den Klonen Nr. 123 und 147 auf Glucose-Agar die oben erwähnten hellen Punkte aus, kleine Tochterkolonien, die aus dem Innern der Mutterkolonie hervorbrechen. Als Differenzierungsmerkmale möchte ich diese Erscheinung für sich allein aber nicht verwerten, da sie früher oder später bei allen Klonen von *Peltigeragonidien* aufzutreten pflegt (Taf. II). Auf Knop-Agar ohne Zusatz von Zucker können die fünf Klone von bloßem Auge nicht voneinander unterschieden werden. Aber auch auf Glucose-Agar treten nur verhältnismässig geringfügige Unterschiede (verschiedene Grösse der Kolonie, helle Punkte usw.) zutage, und im Mikroskop

betrachtet weisen die einzelnen Zellen der verschiedenen Klone nur verhältnismässig geringfügige Verschiedenheiten auf. So zeigt es sich, dass die Gonidien in den aus verschiedenen Gegenden Europas stammenden Thalli der Flechte *Peltigera apftosa* zwar unter sich nicht identisch sind, aber doch eine natürliche Gruppe von nahe verwandten *Coccomyxa*-algen darstellen.

Freilich können die genannten fünf Klone systematisch nicht als eine Einheit betrachtet werden. Klon Nr. 123 ist z. B. gekennzeichnet durch seine ausgesprochene Fähigkeit, Schleim auszubilden und muss daher als besondere Art bezeichnet werden.

Dagegen stehen sich Nr. 120, 195, 145 und 147 so nahe, dass ich sie als vier verschiedene Stämme der von WAREN (1920) aufgestellten Art :

Coccomyxa peltigerae

zusammenfassen möchte (Nr. 120: Stamm 1; Nr. 145: Stamm 2; Nr. 147: Stamm 3; Nr. 195 : Stamm 4). Genotypische Unterschiede bestehen auch zwischen ihnen; Nr. 147 hat z. B. etwas grössere Zellen als die übrigen; bei Nr. 195 sind sie etwas weniger schlank als bei Nr. 145, dagegen etwas schlanker und zugleich etwas kleiner als bei Nr. 120. Hinsichtlich der Grösse der Zellen stimmen Nr. 145 und 195, sowie auch Nr. 123 miteinander überein. Wie oben erwähnt, hängen bei Nr. 123 in sämtlichen Nährsubstraten zahlreiche, oft mehrere hundert Zellen in unregelmässiger Weise mehr oder weniger lose aneinander, ähnlich, wie dies R. CHODAT für *C. thallosa* beschrieben hat. Bei Nr. 123 ist diese Schleimbildung aber ausgiebiger; sie fällt einem auf bei jeder Ueberimpfung der Gonidien auf neue Nährböden, da das Algenmaterial Fäden zieht. Ich bezeichne Klon Nr. 123 als :

Coccomyxa mucigena (peltigerae apftosae) Jaag

Hier wie auch bei den andern Klonen röhrt der Schleim von der unvollständigen Auflösung der bei der Autosporenbildung abgestossenen Mutterzellmembranen her. Die Zellen sind mittelgross und recht einheitlich in der Form (vgl. Tab. S. 128—129).

Die Gonidien der Flechte Peltigera venosa (L.) Hoffm.

Aus zwei Thalli von *Peltigera venosa* wurden die Gonidien in Reinkultur gezüchtet. Beide stammen aus den Walliseralpen, und zwar der eine, Nr. 122, vom Dent de Nendaz (2000 m ü. M.), einem Berge südl. Sitten, der andere, Nr. 144, aus dem Walde ob Bourg St. Pierre (Gr. St. Bernhard, 1800 m ü. M.). In situ lassen sich die Gonidien

verhältnismässig leicht als *Coccomyxa*-algen erkennen, da sie im Flechtenthallus im Vergleich mit den Gonidienalgen der verwandten Flechte *Peltigera apftosa* ziemlich schlanker sind. Kugelige Zellformen kommen in situ nur selten vor. Zwar sind die einzelnen Individuen innerhalb eines Thallus unter sich keineswegs gleichförmig. Von recht langgestreckten bis zu breitellipsoidischen Zellen können alle Uebergänge

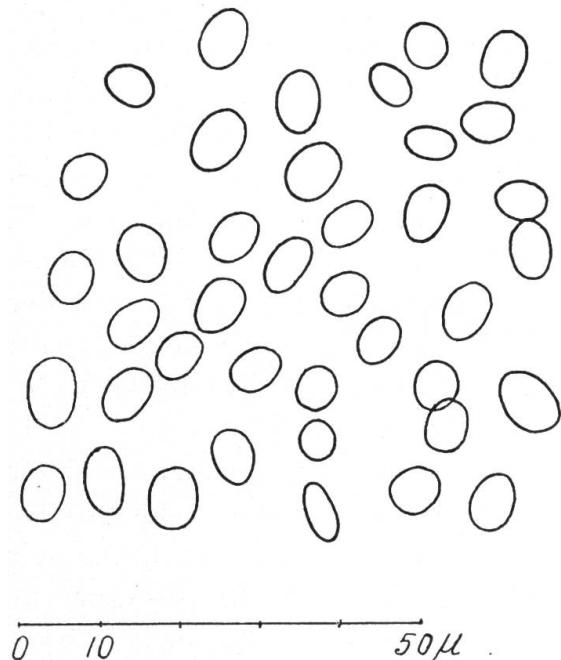


Fig. 23.
Peltigera venosa (L.) Ach. Gonidien
in situ. Aus dem Gebiete des Gr.
St. Bernhard (Klon Nr. 144). Vergr.
zirka 750.

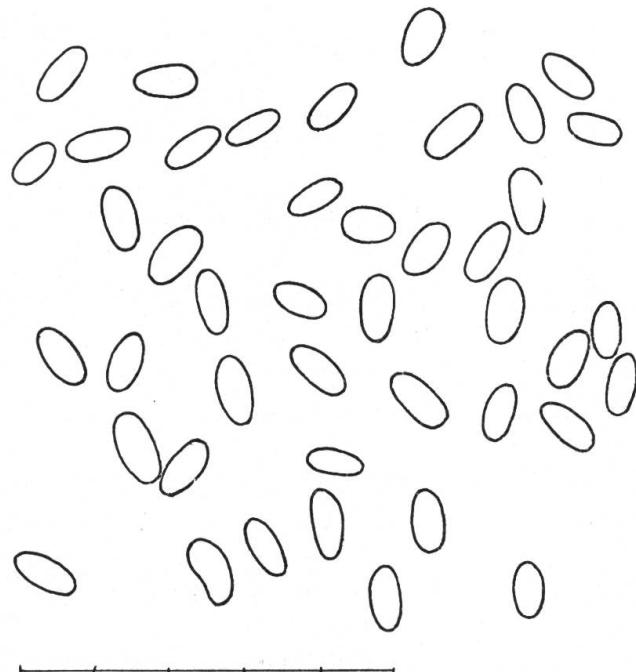


Fig. 24.
Peltigera venosa (L.) Ach. Go-
nidien auf Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glu-
cose (Klon Nr. 144).
Vergr. zirka 750.

beobachtet werden (Fig. 23). Oft könnte man beim Studium der Gonidien *in situ* darüber im Zweifel sein, ob wirklich ein einheitliches Gonidiematerial vorliege. Dies ist aber, wenigstens für die untersuchten Thalli, ausnahmslos der Fall. Wie bei andern Flechtenarten, sind auch in *P. venosa* die Gonidien in der Reinkultur schlanker als *in situ* (Fig. 23, 24, 25). Auf künstlichen Nährböden sind sie auch viel einheitlicher in Form und Grösse (Fig. 24).

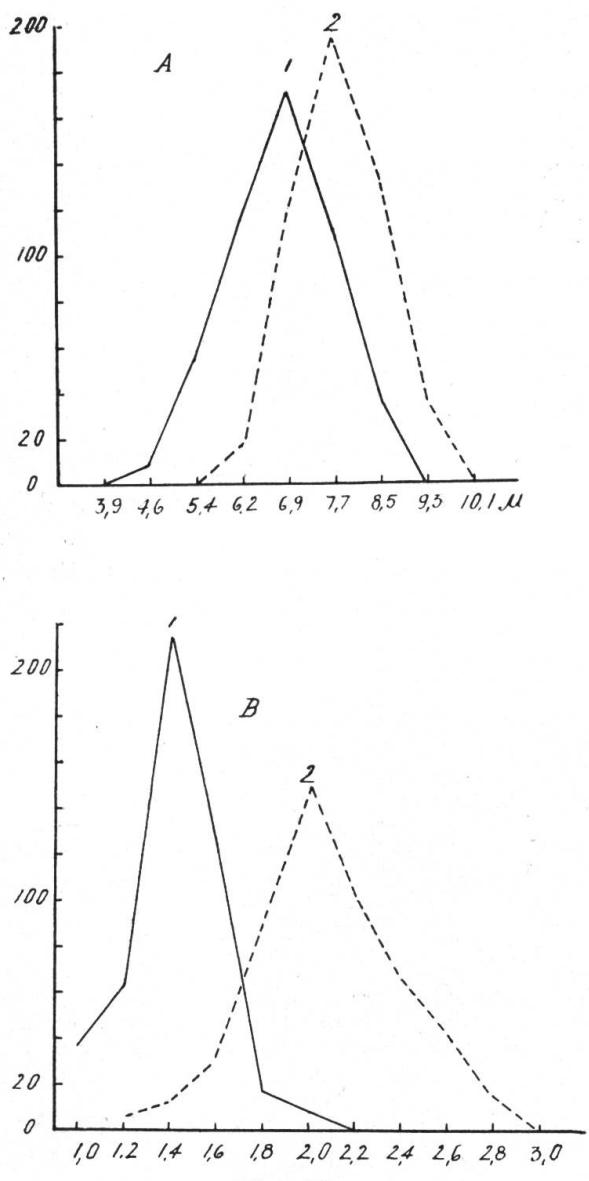


Fig. 25.

Peltigera venosa (L.) Ach. Klon Nr. 144.
A) Längenkurven; 1, *in situ*

2, in Knop $^{1/3} + 2\%$
Glucose.

B) Die entsprechenden Länge-Kurven.
Breite

Vergleicht man in Reinkultur die Gonidien der Flechten beider in die Untersuchung einbezogenen Fundorte gleichzeitig in denselben Nährmedien, so erkennt man in ihnen zwei spezifische Klone. Mit andern Worten: Jeder der beiden untersuchten Thalli führt eigene spezifische Gonidialalgen. Die Unterschiede liegen hauptsächlich in der Wachstumsgeschwindigkeit, sowie in der Ausbildung der Kolonie auf Glucose-Agar.

Von Anfang an fällt Klon Nr. 122 (vom Dent de Nendaz) auf durch ein rasches Wachstum und dementsprechend durch eine grosse Kolonie. Nach sechs Monaten ist diese beinahe doppelt so gross wie diejenige von Klon Nr. 144 (von Bourg St. Pierre). Anfänglich zeigen sich zwischen den beiderlei Kolonien keine Unterschiede; aber schon mit Beginn des 4. und 5. Monats machen sich bei Nr. 122 die oben erwähnten hellgrünen bis weisslichen Punkte geltend, die vom Zentrum aus nach allen Seiten regelmässig vordringen, bis der ganze mittlere Teil der Kolonie bis

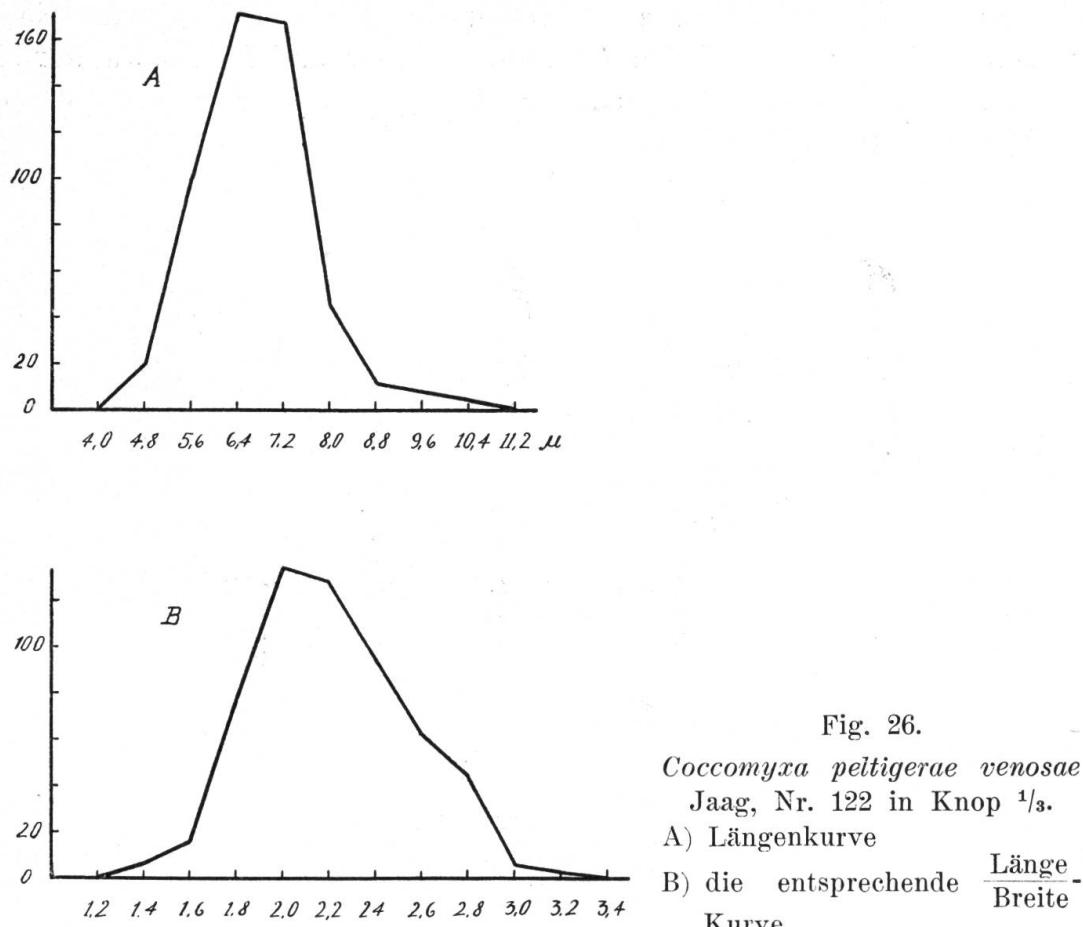


Fig. 26.

Coccomyxa peltigerae venosae
Jaag, Nr. 122 in Knop $^{1/3}$.

A) Längenkurve

B) die entsprechende $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurve.

gegen den Rand zu grün und weiss gefleckt erscheint (Taf. II). Diese Entwicklung macht jede Kolonie auf Glucose-Agar durch, und sie wiederholt sich unverändert bei jeder Ueberimpfung auf einen neuen Nährboden. In Form und Grösse der Zellen sind zwischen den beiden Klonen ebenfalls wesentliche Unterschiede vorhanden. Im allgemeinen sind die Zellen von Nr. 122 unregelmässiger in der Form, vielfach grösser und meist an den Polen mehr zugespitzt als diejenigen von Klon Nr. 144 (Fig. Nr. 27).

Vergleicht man die beiden Gonidienklone von *Peltigera venosa* mit den 5 Klonen von *Peltigera aphtosa*, so zeigt sich, dass Nr. 144 (*P. venosa* vom Gr. St. Bernhard) sämtlichen Klonen von *P. aphtosa* nähersteht als dem Klon Nr. 122 (*P. venosa* vom Dent de Nendaz). Dieses Ergebnis ist überraschend, nachdem sich in früheren Untersuchungen (Jaag, 1929) gezeigt hat, dass die Gonidien verschiedener Arten aus den Flechtengattungen *Parmelia* und *Cladonia* den entsprechenden Verwandtschaftsgrad aufweisen wie die Flechten selbst, denen sie entnommen sind. Ebenso zeigte sich dort, dass die Gonidien einer an verschiedenen Standorten gesammelten Flechtenart unter sich näher

verwandt sind als diejenigen verschiedener Flechtenarten bzw. Gattungen. Innerhalb der Arten *Peltigera apftosa* und *P. venosa* dürfte diese Gesetzmässigkeit also nicht oder doch nur in beschränktem Masse vorhanden sein.

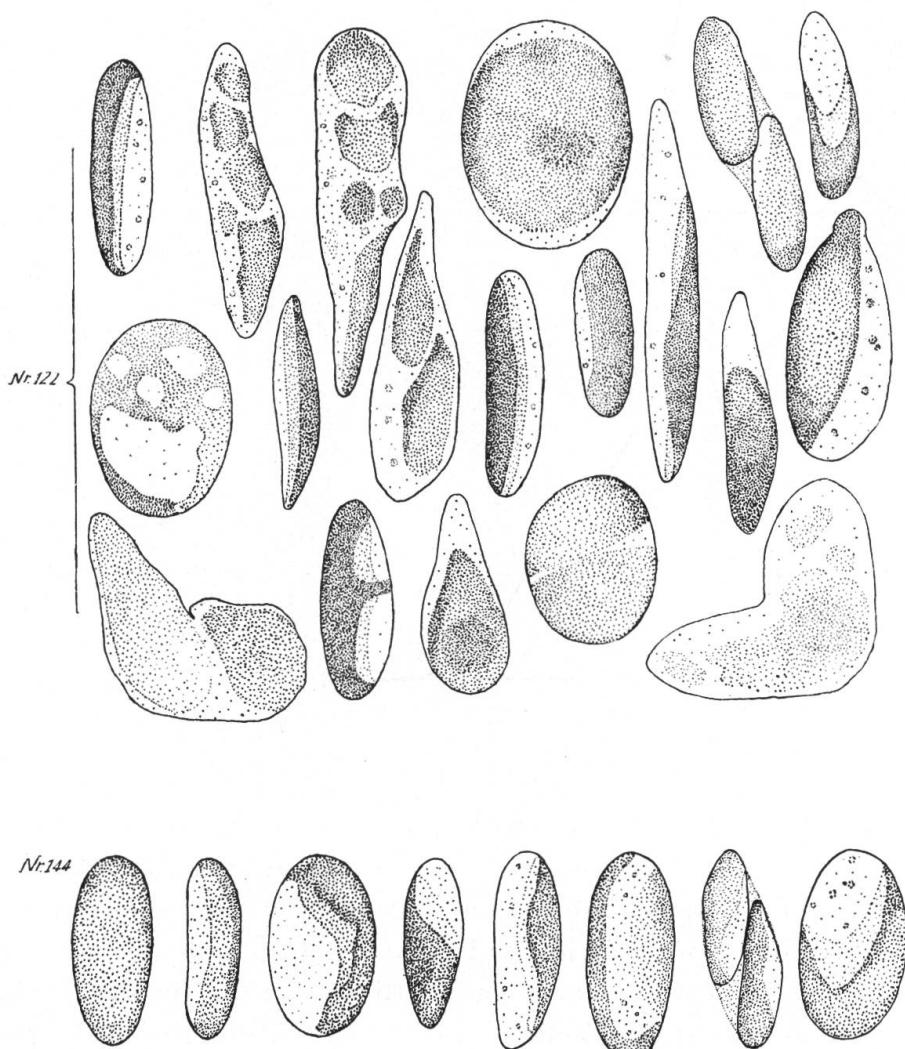


Fig. 27.

Coccomyxa peltigerae Warén, Stamm 5, Nr. 144 und *Coccomyxa peltigerae venosae* Jaag, Nr. 122. Ein Vergleich von Zellform und Zellgrösse der beiden Arten auf Glucose-Agar. Vergr. zirka 3000.

Coccomyxa peltigerae venosae Jaag

Nr. 122 nob.

Herkunft : Aus einem Thallus von *Peltigera venosa*, gesammelt am Dent de Nendaz (Wallis), 2000 m ü. M. Die Kolonie auf festen Nährböden zeigt dieselben charakteristischen Merkmale wie die Kolonien der

übrigen Flechtengonidien vom *Coccomyxatypus*; auf Knop-Agar : kleine dunkelgrüne, wenig gegliederte Kolonie, nie verblassend; auf Glucose-Agar : verhältnismässig grosse Kolonie (mittlerer Durchmesser nach acht Monaten 15,2 mm). Anfänglich (3—4 Monate) einheitlich dunkelgrün, nachher vom Mittelpunkt aus sich gelbbraun verfärbend, bis der ganze mittlere Teil (etwa $\frac{2}{3}$ der Kolonie) auffallend hell gefärbt ist, während der 2 mm breite Rand der Kolonie seine ursprüngliche dunkel-

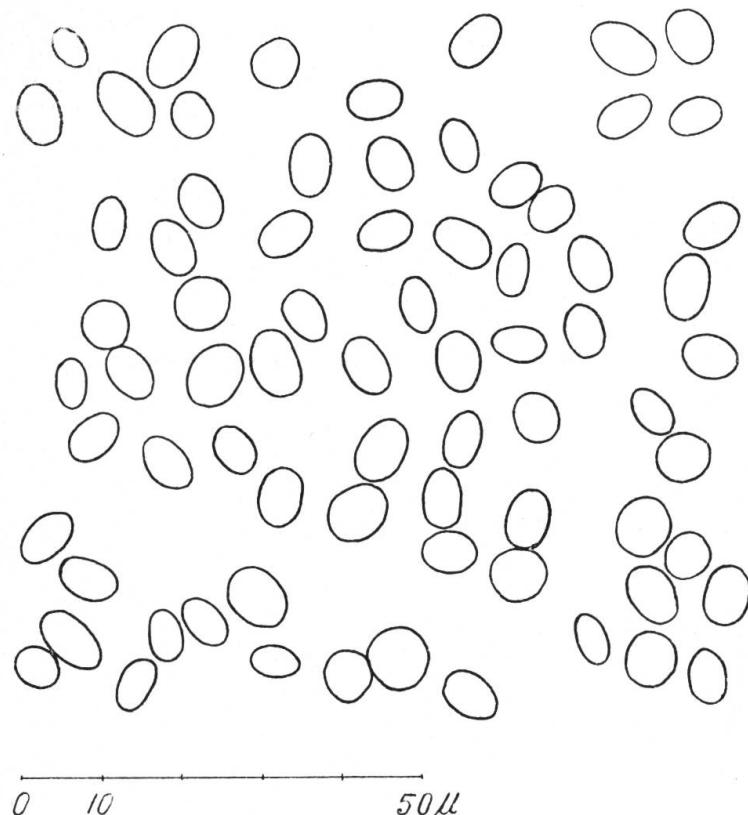


Fig. 28.

Peltigera variolosa
Mass. Gonidien in situ.
Fundort : Umgebung
von Oslo. Vergr. zirka
750.

grüne Farbe unverändert beibehält. Den mittleren helleren Teil durchziehen grüngefärbte, radial verlaufende grüne Streifen, so dass der höchstgelegene Punkt grün und gelblich gefleckt aussieht.

Die Zellen sind von mittlerer Grösse und sehr verschiedengestaltig; sie sind auffallend langgestreckt, an den beiden Polen stark verjüngt und oft beinahe spitz ausgezogen. Im mittleren Teil der Kolonie verschwindet in alternden Kulturen der grüne Farbstoff; in der Randzone bleibt er sehr lange unvermindert erhalten. In der Kultur sind die Zellen viel schmäler als im Flechtenthallus.

Auf Glucose-Agar : mittlere Länge der Zellen $7,4 \mu \pm 0,83$ $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 2,4 \pm 0,31$;
in situ : Länge $6,7 \mu \pm 0,93$ $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 2,2 \pm 0,31$.

Klon Nr. 144 lässt sich durch wesentliche Merkmale von *Coccomyxa peltigerae* nicht unterscheiden. Er wird vorläufig weitergeführt unter diesem Namen als Stamm Nr. 5.

Die Gonidien der Flechte *Peltigera variolosa* (Mass.) Sch.

Klon Nr. 194 lässt sich durch das Aussehen der Kolonie auf zuckerhaltigem wie auch auf zuckerfreiem Nährboden leicht als Flechtengonidie erkennen. Sie ist von tief dunkelgrüner Farbe (Nr. 305/10 C. d. C.); weiterhin ist sie aber, wie verschiedene Gonidienklone aus der Familie der *Peltigeraceen*, charakterisiert durch zahlreiche hellere Tochterkolonien, die in 3—4 Monate alten Kulturen auf Glucose-Agar reichlich hervorbrechen. Durch diese helleren Punkte reiht sich dieser Klon eng an Klon 122 aus der Flechte *Peltigera venosa* an. Auch in der Grösse und Form der Zellen stehen diese Gonidien einander nahe. Da ihre Kolonie aber verschieden beschaffen ist, so stellt Klon Nr. 194 eine spezifische Einheit dar, die wir mit dem Namen *Coccomyxa peltigerae variolosae* Jaag bezeichnen.

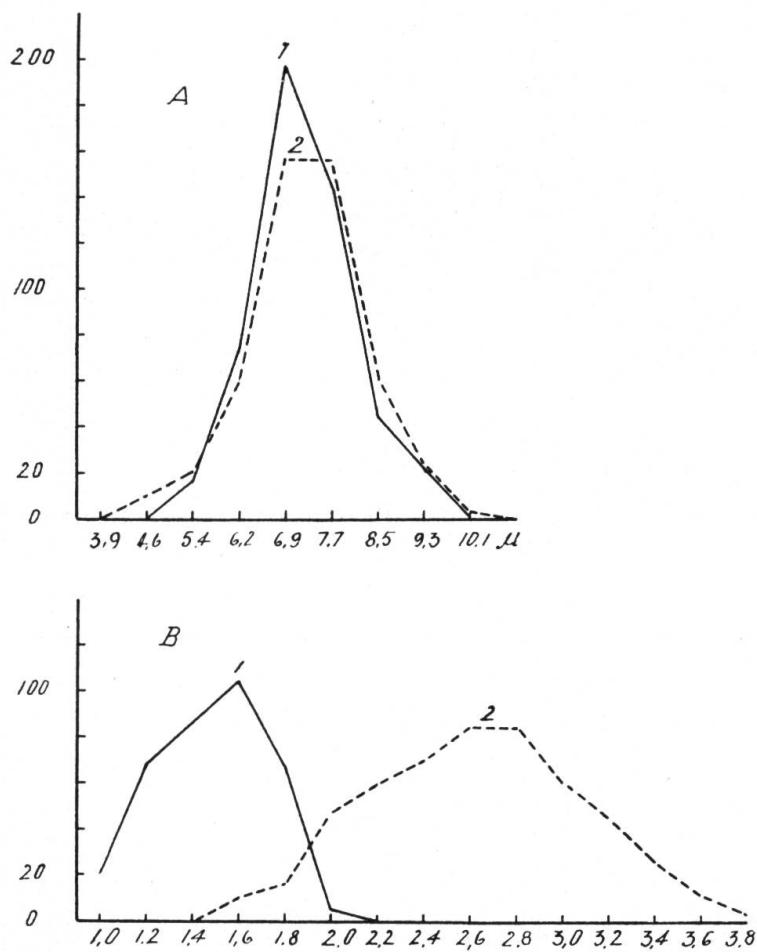


Fig. 29.
Peltigera variolosa
 Mass. Gonidien *in situ*
 (Kurven 1) und auf
 Glucose-Agar (Kur-
 ven 2).
 A) Längenkurven
 B) die entsprechenden
 $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven.

Form und Grösse der Zellen (Fig. 29) :

Gonidien in situ	Variationsbreite	Mittelwert	Streuung
Länge	5,4— 9,3 μ	7,1 μ	$\pm 0,86 \mu$
<u>Länge</u>			
Breite	1,0— 2,0	1,55	$\pm 0,36$
in-Glucose-Agar			
Länge	4,6—10,1 μ	7,2 μ	$\pm 0,82 \mu$
<u>Länge</u>			
Breite	1,6— 3,8	2,63	$\pm 0,42$

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass *Coccomyxa peltigerae variolosae* in Grösse und Form der Zellen vom Nährmedium weitgehend abhängig ist. In zuckerhaltigem Substrat ist, verglichen mit den Verhältnissen in situ, bei gleichbleibender Länge der Zellen das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ beinahe verdoppelt. Die Zellen sind also schmäler und dementsprechend wesentlich kleiner. In situ zeigen sich die grünen Zellen im Vergleich zu den Gonidien von *Peltigera apftosa* verhältnismässig schlank. Kugelige Formen sind selten; sie sind von mittlerer Grösse (Fig. 28).

Die Gonidien von *Solorina crocea* (L.) Ach.

In die vorliegenden Untersuchungen wurden drei Klone von Gonidien der Flechte *Solorina crocea* einbezogen. Klon Nr. 188 wurde von R. CHODAT aus einem Thallus aus dem Gebiete des Grossen St. Bernhard isoliert und unter dem Namen *Coccomyxa solorinae croceae* Chod. beschrieben. Klon Nr. 143 wurde von mir neu in Kultur genommen aus einem Thallus aus demselben Gebiete und Nr. 197, ebenfalls von mir isoliert, stammt aus einer Flechte, die von H. Gams am Schartenkofel ob Innsbruck gesammelt worden war. Die Form- und Größenverhältnisse dieser Gonidien in situ sind in den Figuren 15, 17, 18, 19 und 20 dargestellt.

Schon R. CHODAT war die Kleinheit der Gonidien von Klon Nr. 188 aufgefallen. Auch unter sämtlichen übrigen von mir isolierten Klonen gehören die Zellen von *C. solorinae croceae* Chod. zu den kleinsten. Ihre Kolonie auf Glucose-Agar ist dagegen recht beträchtlich und gehört zu den grössten, die von Flechtengonidien überhaupt erhalten wurden. Durch die verhältnismässig flache Kolonie erinnert sie an die freilebenden *Coccomyxa*-algen; durch ihre auch in alten Kulturen unveränderte dunkelgrüne Farbe reiht sie sich dagegen in die Artengruppe der Flechtengonidien ein.

Der neu isolierte Klon Nr. 143 (vom Grossen St. Bernhard) gleicht sehr weitgehend Nr. 188. In den Form- und Größenverhältnissen der Zellen lassen sich Unterschiede kaum feststellen, und auch nach dem

Aussehen der Kolonie sind die beiden Klone einander so ähnlich, dass sie als zwei Stämme derselben Art :

***Coccomyxa solorinae croceae* Chod.**

(Nr. 188 : Stamm 1; Nr. 143 : Stamm 2)

angesehen werden können.

Nr. 188 : mittlere Länge $6,0 \mu \pm 0,9$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 2,6 \pm 0,42$

Nr. 143 : » » $7,4 \mu \pm 0,8$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 2,2 \pm 0,5$

Von dieser *Coccomyxa solorinae croceae* Chod. ist Klon Nr. 197 (Gegend von Innsbruck) wesentlich verschieden. Seine Zellen sind mittelgross, jedenfalls wesentlich grösser als diejenigen von Klon Nr. 188; dagegen ist die Wachstumsgeschwindigkeit auf allen Nährböden äusserst gering, und die Kolonie auf Glucose-Agar ist die kleinste, die von *Coccomyxa*-algen bisher erhalten wurde (Taf. 4, Fig. 4). Während der grüne Farbstoff in den Zellen von *Solorina crocea* auf Glucose-Agar z. T. reduziert wird, erhält er sich bei Klon Nr. 197 unverändert.

Es zeigt sich also innerhalb der Art *Solorina crocea* eine recht weitgehende genotypische Verschiedenartigkeit der Gonidien. Auch *in situ* ist dies zu beobachten, indem die verschiedenen in dieser Hinsicht untersuchten Thalli in bezug auf Grösse und Form der Gonidien recht weitgehende Unterschiede zeigen (Fig. 15—19).

Wäre bei Klon Nr. 197 das Wachstum nicht so auffallend langsam, so könnte diese Gonidie in die Gruppe der *Coccomyxa peltigerae* gestellt werden. Angesichts der tatsächlichen Verhältnisse haben wir darin aber eine distinkte Art zu sehen; wir bezeichnen sie als :

***Coccomyxa tirolensis (solorinae croceae)* Jaag**

Was beim Vergleich der beiden Klone interessant ist, liegt in der Tatsache, dass, wie dies bei *Solorina saccata* der Fall ist, die verschiedenen Gonidienklone aus Thalli verschiedener Herkunft untereinander weniger verwandt zu sein scheinen als manche Klone aus verschiedenen Flechtenarten.

***Die Gonidien von Solorina saccata* (L.) Ach.**

Aus der Flechte *Solorina saccata* wurden die Gonidien von vier Standorten in Reinkultur untersucht. Darunter wurden drei von mir isoliert, die vierte : *Coccomyxa solorinae saccatae* Chod. wurde mir von Herrn Prof. R. CHODAT in freundlicher Weise überlassen. Letztere Alge

Fig. 30.

Solorina saccata (L.) Ach.
Gonidien in situ. Fundort:
in einem Fichtenwäldechen ob Höttling bei
Innsbruck. Vergr. zirka
750.

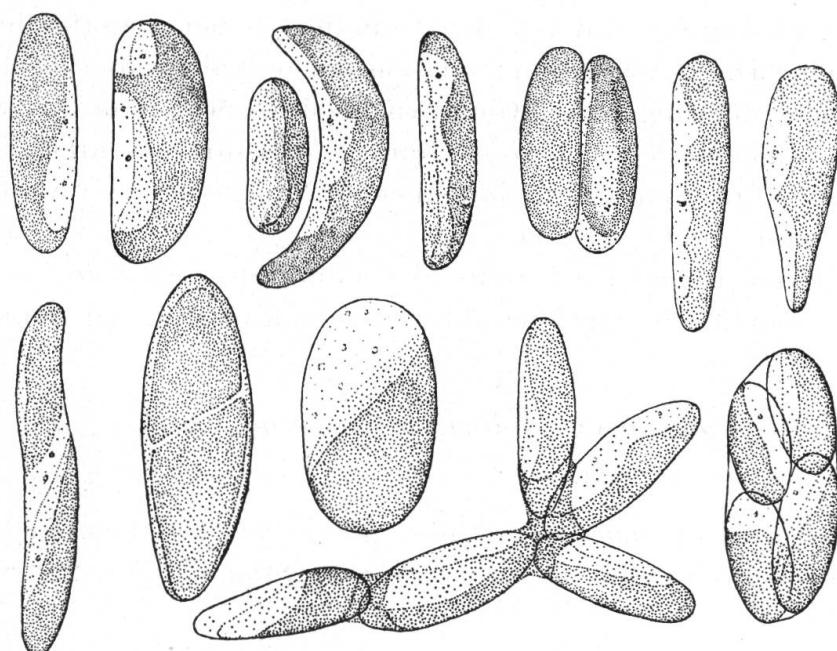
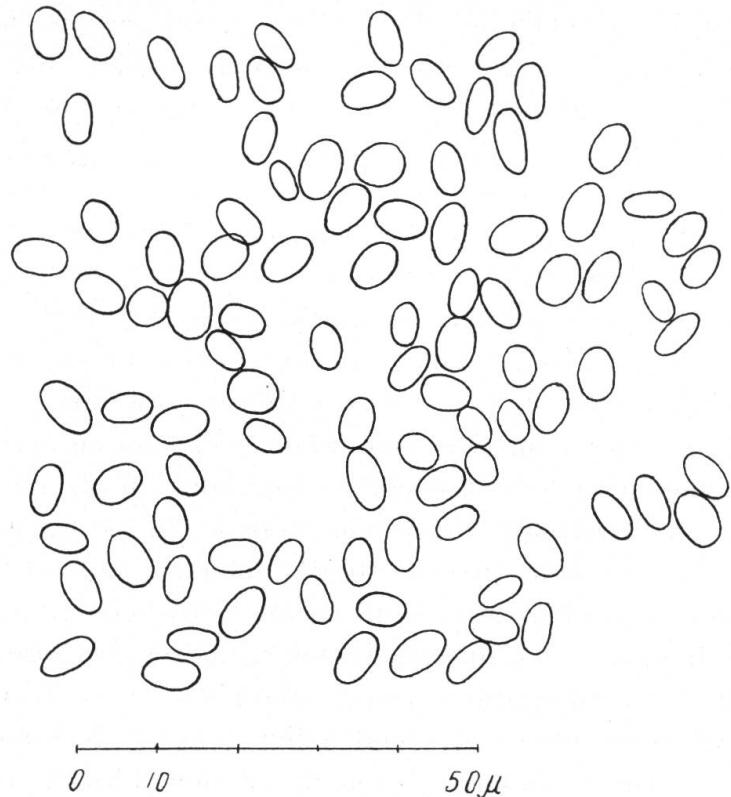


Fig. 31.

Coccomyxa glaronensis (*solorinae saccatae*) Jaag Nr. 26. Verschiedene Zellformen
auf Glucose-Agar. Vergr. zirka 3000.

ist beschrieben bei R. CHODAT (1909, S. 106 und 1913, S. 226). Sie stammt aus einer Flechte aus dem Gebiete des Grossen St. Bernhard. In der Algothek von R. CHODAT trägt sie die Nr. 75, in der meinigen Nr. 189.

Die Flechten, welche die von mir isolierten Klone lieferten, stammen : 1. vom Gipfel des Glärnisch (2900 m ü. M.) Nr. 26; 2. ebenfalls vom Glärnisch, aus der Höhe von 1800 m ü. M.) Nr. 68; 3. vom Saut du Doubs (Jura, 650 m ü. M.) Nr. 172. Nr. 189 wurde von R. CHODAT im Gebiete des Grossen St. Bernhard gesammelt. Die Form- und Grössenverhältnisse dieser Gonidien in situ sind in Fig. 22 dargestellt. Auch diese vier Gonidien sind keineswegs untereinander gleich. Sie unterscheiden sich ebensosehr voneinander durch die Farbe der Kolonie, wie auch durch die Form der Zellen. In bezug auf die Kolonie weisen sämtliche von mir isolierten Klone eine grosse Einheitlichkeit auf. Nach dem Aussehen ihrer Kultur auf künstlichen Nährböden wären die einzelnen Klone kaum auseinanderzuhalten. Dagegen unterscheiden sie sich in ihrer Gesamtheit von *C. solorinae saccatae* Chod. (Nr. 189). Diese Art weist eine bedeutend heller gefärbte Kolonie auf (Taf. 3).

Auf Grund der Form der Zellen müssen die Klone Nr. 26 (Glärnisch, 2900 m) und Nr. 172 (Saut du Doubs) als distinkte Arten auseinandergehalten werden; während Nr. 26 die übliche schlanke, langgestreckte Zellform besitzt, wie sie auch den Gonidien der verschiedenen *Peltigera*-arten eigen ist, sind die Algenzellen in Nr. 172 breitoval, oft fast kugelig und mit den Gonidien keiner andern Flechte zu verwechseln. Die in der Kultur auf sämtlichen Nährmedien beobachtete Form gleicht derjenigen der Gonidien in situ. So ist die am Saut du Doubs gesammelte *S. saccata* die einzige der untersuchten Flechten, deren *Coccomyxagonidien* in künstlichen Nährböden die Form beibehalten, die sie in situ besitzen.

Aus diesen Gründen wird eine Aufteilung der aus *Solorina saccata* isolierten Gonidien in drei distinkte Arten notwendig; wir nennen sie :

Coccomyxa solorinae saccatae Chod.

Nr. 189 nob. (Nr. 75 Chod.)

Coccomyxa ovalis (solorinae saccatae) Jaag Nr. 172 nob. und *Coccomyxa glaronensis (solorinae saccatae)* Jaag Stamm 1 Nr. 26; Stamm 2 Nr. 68 (Taf. 3).

Coccomyxa ovalis (solorinae saccatae) Jaag sehr nahe steht die von E. PRINGSHEIM und MAINZ als freilebende Alge beschriebene *Coccomyxa simplex*. In der Ausbildung der Kolonie auf den üblichen Nährböden stimmen die beiden Klone sehr weitgehend überein. Sie unter-

Fig. 32.

Solorina saccata (L.) Ach. Gonidien in situ. Fundort: am Saut du Doubs (Jura). Thallus 1. Vergr. zirka 750.

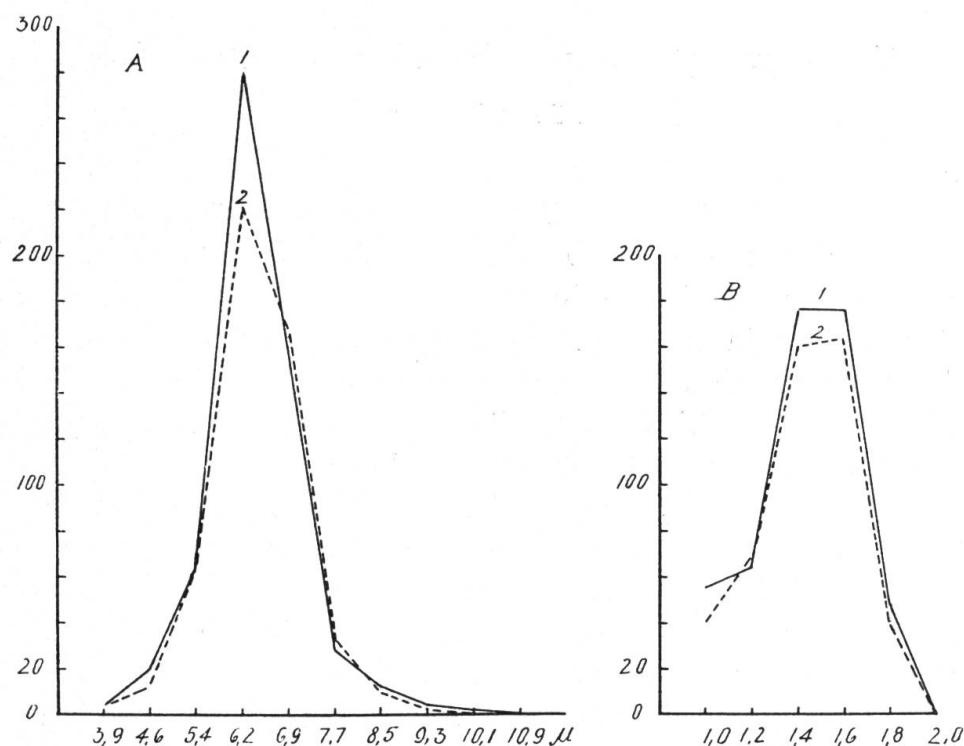
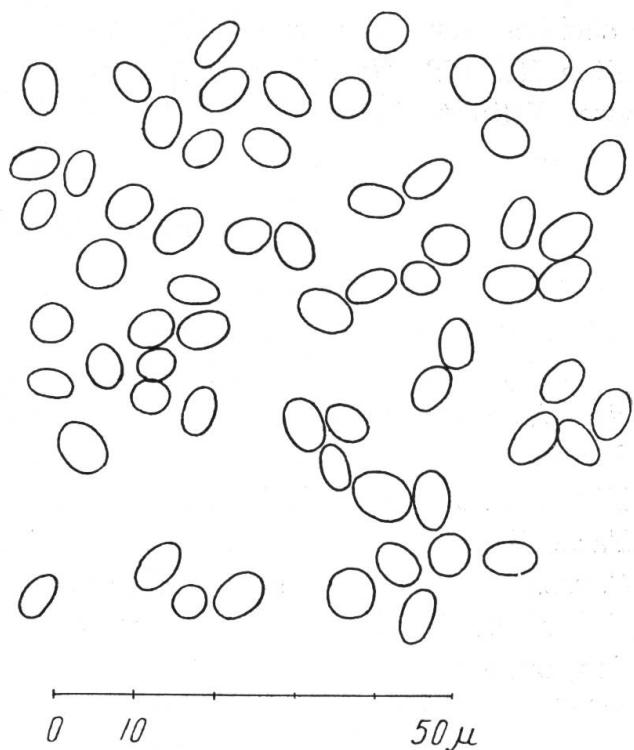


Fig. 33.

Solorina saccata (L.) Ach. Gonidien in situ. Fundort: Saut du Doubs (Jura). Thallus 1 und 2.

A) Längenkurven (1 = Thallus 1; 2 = Thallus 2)

B) die entsprechenden $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven.

scheiden sich aber wesentlich durch die Grösse der Zellen, weshalb Klon Nr. 172 (Gonidie von *S. saccata*) und Nr. 204 (*C. simplex*) als zwei distinkte Arten aufgefasst werden müssen (vergl. SS. 60 und 103).

Ob

***Coccomyxa solorinae* Chod.**

der Flechte *Solorina saccata* oder *S. crocea* entstamme, eine Frage, die R. CHODAT offen liess, konnte im Laufe unserer Untersuchungen nicht entschieden werden. Wie bereits oben erwähnt wurde, unterscheidet sich *C. solorinae* Chod. von *C. solorinae saccatae* Chod. durch die Farbe der Kolonie auf Glucose-Agar; auch sind bei der ersteren die Zellen im Mittel etwas kleiner. Beide zusammen aber stehen namentlich durch die Farbe ihrer Kolonie in auffallendem Gegensatz zu sämtlichen übrigen *Coccomyxagonidien* aus der Familie der *Peltigeraceen*, so dass man sie, wären sie nicht von R. CHODAT mit exakten Methoden isoliert worden, ohne zu zögern unter den freilebenden *Coccomyxa*-algen einreihen würde.

***Coccomyxa glaronensis* (*solorinae saccatae*) Jaag**

Nr. 26 und 68 nob.

Am Glärnisch wurden zwei Thalli von *Solorina saccata* gesammelt zum Zwecke der Kultur ihrer Gonidien. Der eine (Thallus 1) stammte vom Gipfel des Berges (2900 m), der andere (Thallus 2) von einer tiefer gelegenen Fundstelle in 1800 m Höhe. Die Gonidien dieser Flechten zeigten *in situ* dieselben Eigenschaften wie diejenigen entsprechender Exemplare von anderen Standorten: breitovale bis kugelige Zellen mit sämtlichen *in situ* erkennbaren Merkmalen dieses Gonidientypus (Fig. 22). In künstliches Nährmedium gebracht, nehmen die Zellen alsbald viel schlankere Formen an, eine Eigenschaft, die sich auch bei den meisten übrigen Gonidienarten zeigt. Trotzdem beide Thalli grüne Zellen von etwa derselben Grössenordnung aufweisen, zeigten die Gonidien in verschiedenen Versuchen ein verschiedenes physiologisches Verhalten. Solche Verschiedenheiten kamen zum Ausdruck z. B. in einem langsameren Wachstum bei Gonidie Nr. 68 gegenüber Nr. 26, in dem intensiveren Wachstum von Nr. 26 in einer Nährflüssigkeit mit sehr hohem Zuckergehalt (vgl. Tabelle S. 31). Auch in der Variabilität der Zellen traten Unterschiede auf, indem Nr. 68 in einem bestimmten Nährsubstrat weitgehend homogenes Zellmaterial aufwies, während Nr. 26 sich in allen Nährmedien als viel polymorpher zeigte (Fig. 31). Die beiden Klone Nr. 26 und 68 werden als zwei

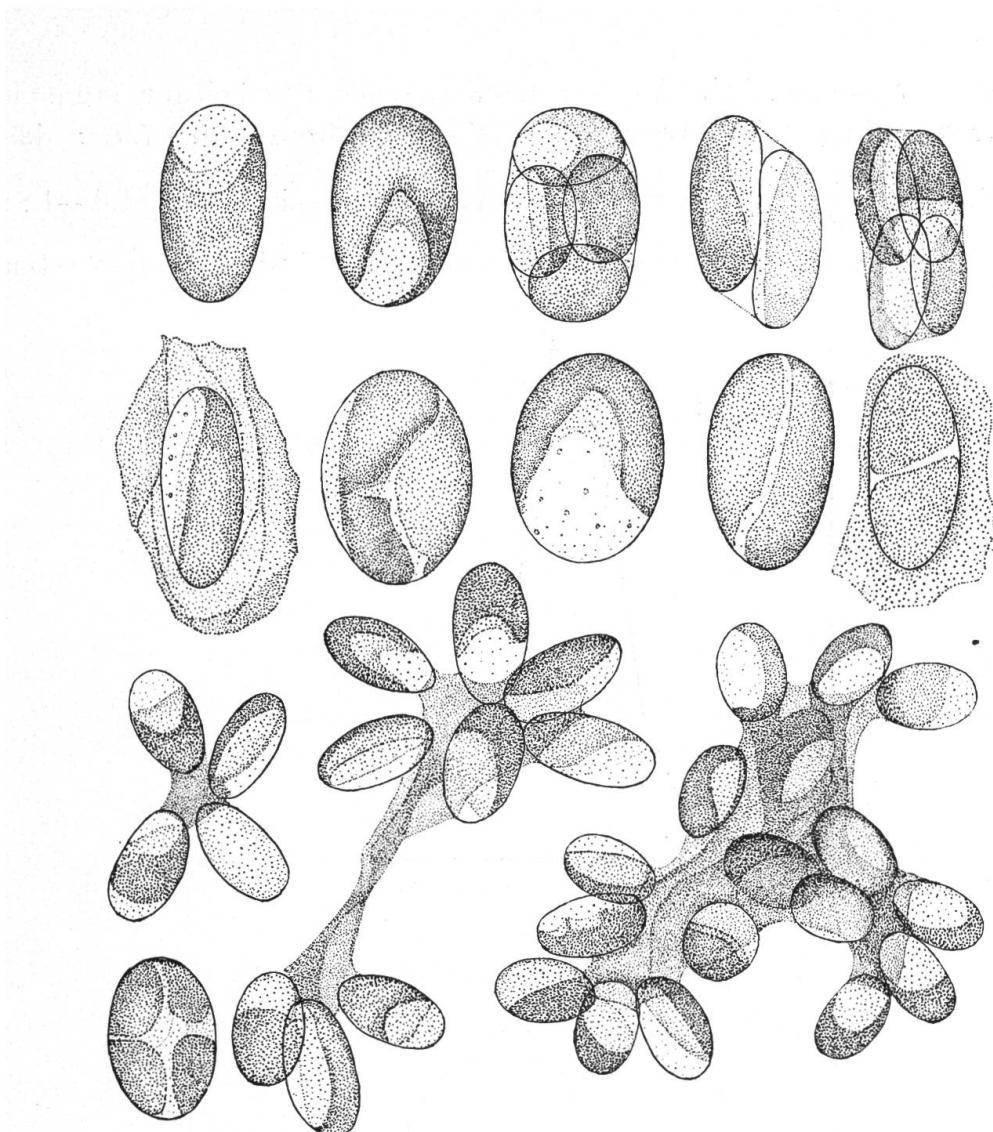


Fig. 34.

Coccomyxa ovalis (Sol. saccatae) Jaag Nr. 172. Vermehrung und Schleimbildung.
Vergr.: Einzelzellen zirka 3000; Zellaggregate. Vergr. zirka 2000.

Stämme unter dem Namen *Coccomyxa glaronensis (solorinae saccatae)* Jaag weitergeführt (Stamm 1 Nr. 26, Stamm 2 Nr. 68).

Coccomyxa ovalis (solorinae saccatae) Jaag

Nr. 172 nob.

Diese Gonidienalge stammt aus einem Thallus von *Solorina saccata*. Fundort : Saut du Doubs (Fig. 22, 33). In situ unterscheiden sich die Gonidien kaum von denen verwandter Flechten. Zwar sind sie im Thallus eher etwas kleiner und auch schlanker als bei andern Arten. In der Kultur mit oder ohne Zugabe von Zucker behalten sie aber im Gegensatz zu den übrigen Arten die Gestalt, die sie in situ haben,

ziemlich unverändert bei. Aus der biometrischen Bearbeitung ergaben sich für die Länge : Mittelwert $7,2 \mu$, Variationsbreite $4,6-7,9 \mu$, das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$: Mittelwert 1,4, Variationsbreite von 1,0—1,8; damit ist *C. ovalis* die rundlichste von allen bisher beobachteten

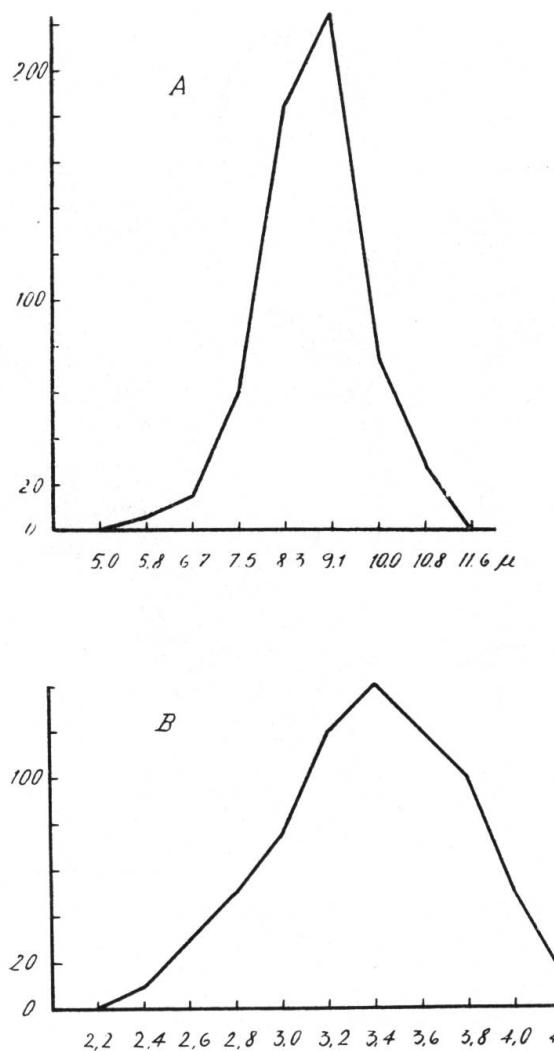


Fig. 35.
Coccomyxa solorinae saccatae Chod. auf Glucose-Agar.
A) Längenkurve, B) $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurve.

Gonidienalgen aus der Gattung *Coccomyxa* (Fig. 34). Die Kolonie auf Glucose-Agar ist im Verhältnis zu den übrigen Klonen gross, von dunkelgrüner Farbe und nicht sehr regelmässigen Umrissen (Taf. III). Sie ist ziemlich hoch, vom Rande an zunächst steil ansteigend, gegen das Zentrum zu dagegen flacher werdend. Die mittleren Partien der Ko-

Fig. 36.

Coccomyxa solorinae Chod.
 Kurven 1: auf Knop-Agar
 » 2: auf Glucose-Agar.

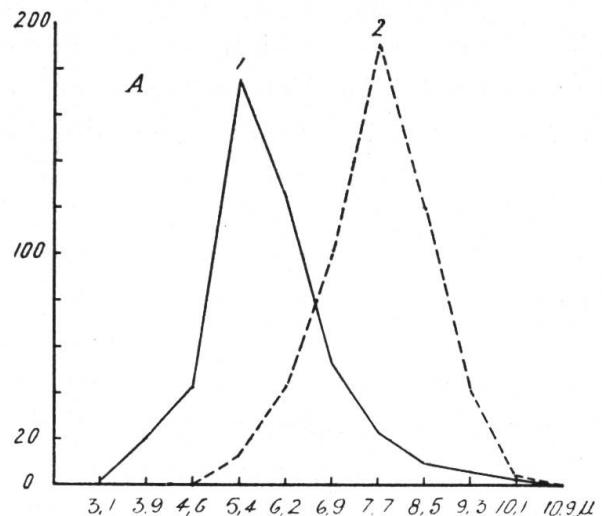
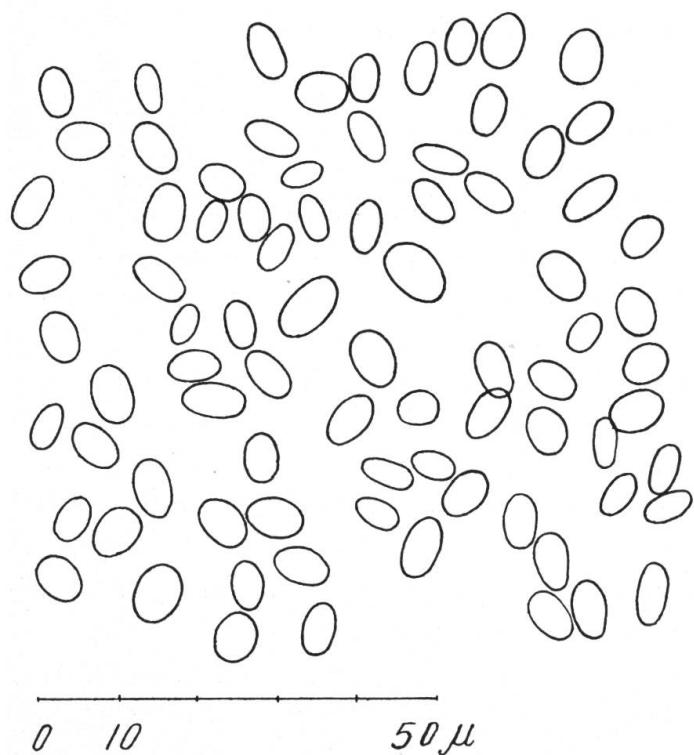
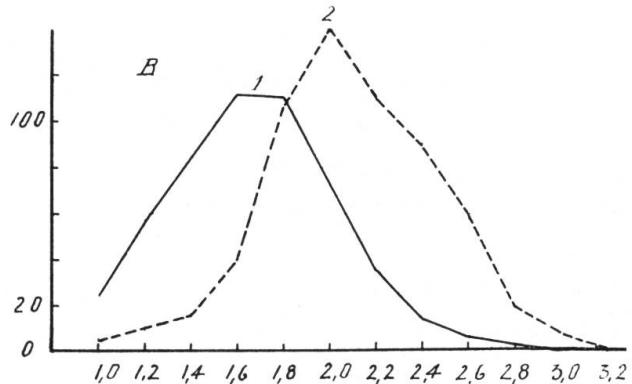
*A**2**B**2*

Fig. 37.

Solarina bispora Nyl. Gonidien in situ. Fundort: Val Sorey (Gr. St. Bernhard) (in Kultur Nr. 142).

Vergr. zirka 750.

Kolonie beginnen nach drei Monaten eine hellere Farbe anzunehmen. Von da aus schreitet die Verfärbung in breiten Rändern fächerförmig nach dem Rande zu. Die Kolonien erhalten auf diese Weise ein geflecktes Aussehen, woran die Kolonien dieses Klons immer auf den ersten Blick kenntlich sind.

In flüssigem Nährmedium, z. B. in Knopscher Lösung mit 2% Glucose, zeigt diese Alge sehr klar sämtliche Stadien der Vermehrung. Am lebenden Material ist zunächst die Zweiteilung des Chromatophors, dann auch die schräg verlaufende Querteilung des Zellinhalts zu beobachten. Immer bilden sich 2—4 Tochterzellen, die innerhalb der Mutterzellmembran beisammenliegen, bis letztere sich aufgelöst hat.

Der Chromatophor ist in seinen Umrissen sehr deutlich erkennbar, muldenförmig und auch in zuckerhaltigem Nährmedium intensiv grün. Viele Zellen zeigen sich in der von SCHMIDLE angegebenen, für *Coccomyxa* charakteristischen ungleichen Wölbung der Längsseiten (Rücken- und Bauchseite). Gelegentlich bleiben infolge Schleimausscheidung mehrere Zellen inlosem Zusammenhang.

Coccomyxa ovalis steht der als freilebende Alge gefundenen *C. simplex* (Pringsheim) Mainx Nr. 204 hinsichtlich der Merkmale der Kolonie und der Form der Einzelzellen recht nahe. Bei letzterer Art sind aber die Zellen wesentlich grösser, und es ist leicht, auf Grund dieser Verschiedenheit in sämtlichen Nährmedien die beiden Arten auseinanderzuhalten.

Coccomyxa solorinae bispora Jaag

Nr. 142 nob.

Die Flechte, welcher diese Gonidien entnommen wurden, *Solorina bispora* Nyl., stammt aus dem Val Sorey, einem Nebental des Val d'Entremont im Gebiete des Grossen St. Bernhard. Unscheinbar wie *S. saccata*, vegetiert sie im Humus der Felsspalten und auch an wenig bewachsenen Stellen im Rasen der Alpweiden. Ihre Gonidien sind *in situ* wie auch in der Kultur weitgehend denjenigen der nächstverwandten Flechtenarten *S. octospora* und *S. crocea* ähnlich, während sie den beiden Klonen *Coccomyxa solorinae* Chod. und *C. solorinae saccatae* Chod. ferner zu stehen scheinen. Auf festen Nährböden, gleichgültig ob mit oder ohne Zuckerzusatz, ist sie von den erstgenannten freilich zu unterscheiden wegen der mehr apfelgrünen Farbe ihrer Kolonie. Wie bei den Gonidien von *Solorina saccata*, ist ihre Kolonie mittelgross und von tief dunkelgrüner Farbe, die erst nach 3—4 Monaten im Zentrum den ihr eigentümlichen, etwas helleren apfelgrünen Farbton anzunehmen beginnt (Taf. III).

Die Form der Zellen ist regelmässig oval; das Material zeigt sich auf einem bestimmten Nährboden gleichartig in der Form, dagegen ziemlich verschiedenartig in der Grösse der Zellen. In zuckerhaltigem Substrat wird der Chromatophor reduziert und in verschiedene Stücke aufgelöst. Von *C. solorinae* Chod. und *C. solorinae saccatae* Chod. mit apfelgrüner Kolonie unterscheidet sie sich deutlich durch den dunkelgrünen Farbton und von *C. glaronensis (solorinae saccatae)* (Glärnisch), mit der sie zwar Form und Farbe der Kolonie gemeinsam hat, durch das langsamere Wachstum.

Dagegen steht sie *C. thallosa* Chod. nahe. Aussehen der Kolonie und Wachstums geschwindigkeit, auch Grösse und Form der Zellen sind durchaus dieselben in den Gonidien beiderlei Herkunft. Vergleicht man sie in flüssiger, rein mineralischer Nährlösung (Knop 1 : 3), so erkennt man eine weitere Uebereinstimmung in der reichlichen Ausbildung von Schleim in beiden Klonen. Die diesbezüglichen Kamera zeichnungen für die Form der Zellen in ein und demselben Nährsubstrat ergeben durchaus ähnliche Bilder.

An die Temperatur stellt *C. solorinae bisporae* nicht sehr spezifische Ansprüche. Sie gedeiht bei allen Temperaturen zwischen 0 bis 36° C, und wenn auch eine ansehnliche Zunahme des Wachstums von 0—27° und ein fortschreitender Abfall bei höheren Temperaturen deutlich zu erkennen sind, so tritt diese Bevorzugung bestimmter Temperaturen doch weniger deutlich hervor als in andern Arten.

In bezug auf die Form der Zellen verhält sich die Art in verschie-

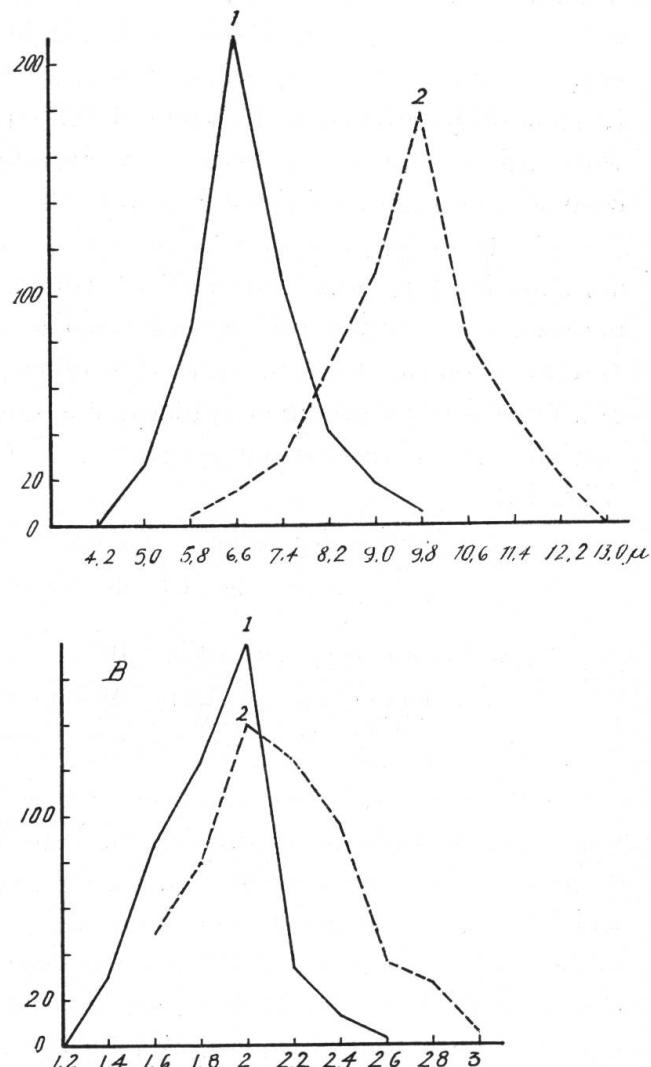


Fig. 38.
Coccomyxa solorinae bisporae Jaag auf Knop $\frac{1}{3}$ (1 Jahr alt) Kurve 1. *Coccomyxa thallosa* auf Knop $\frac{1}{3}$ (1 Jahr alt) Kurve 2.

denen Nährböden spezifisch. Wie in zahlreichen andern Arten sind die Zellen in mineralischer Lösung breit oval, in glucosehaltigem Substrat sind sie schlanker. Bei Zugabe von Glucose und Pepton treten Mast- und Degenerationsformen auf, in auffallend grossen, annähernd kugeligen Zellen von oft bizarren Umrissen. Je reicher das Nährsubstrat ist, um so zahlreicher kommen Vermehrungsstadien zur Beobachtung, und besonders interessant ist dabei, zu beobachten, dass in der Knop-Glucose-Peptonflüssigkeit Vierzellstadien der Vermehrung häufig sind, während in rein mineralischem Nährboden, sowie bei Zugabe von Glucose sozusagen ausschliesslich Zweizellstadien zur Beobachtung kommen.

C. solorinae bisporae kann mit *C. thallosa* nicht identifiziert werden, da letztere viel grösser ist. Dies zeigt sich in sämtlichen Nährmedien, am deutlichsten in rein Knopscher Flüssigkeit. In Fig. 38 sind Zeichnungen der beiden, unter denselben Bedingungen (Knop-Agar 1:3) gewachsenen Organismen einander gegenübergestellt. Die variationsstatistische Verarbeitung ergibt für *C. thallosa* auf Glucose-Agar (Fig. 10) :

Länge der Zellen : von 6,2—13,2 μ ; Mittelwert 10,0 μ
 $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$: von 1,6—4,4; Mittelwert 2,8.

C. solorinae bisporae (Fig. 40) :

Länge von 5,3—12,4 μ ; Mittelwert 7,9 μ
 $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$: von 1,2—3,0; Mittelwert 2,0.

Mit den Gonidien von *Solorina bispora* erwiesen sich diejenigen von *Solorina octospora* auf das nächste verwandt. Die Gonidien dieser beiden Flechtenarten müssen als zwei Stämme derselben Art aufgefasst werden, da sie in der Grösse, der Morphologie und der Farbe der Kolonie auf den üblichen Nährböden und im allgemeinen auch in der Grösse und Form der Zellen übereinstimmen. Ein gewisser Unterschied besteht nur in der grösseren Variationsbreite bei Nr. 142 in bezug auf Form und Grösse der Zellen. Wir führen in unserer Algothek beide Stämme getrennt weiter (Nr. 142 Stamm 1, Nr. 169 Stamm 2).

Die Gonidien der Flechte Icmadophila ericetorum A. Zahlbr.

Die Gattung *Icmadophila* umfasst als einzige Art *Icmadophila ericetorum* A. Zahlbr., die mit den beiden Varietäten *stipitata* und *pruinosa* B. de Lesdain in Europa weit verbreitet ist. Ed. FREY (1933) gibt als Standort und Verbreitungsgebiet an : «ein Rohhumusbewohner in Mooren, Heiden, an moorigen Waldstellen, über Moosen, auf faulenden Baumstrümpfen, seltener auf der Erde selber. Im ganzen Gebiet verbreitet, im Flachland selten, am häufigsten im subalpinen Nadel-

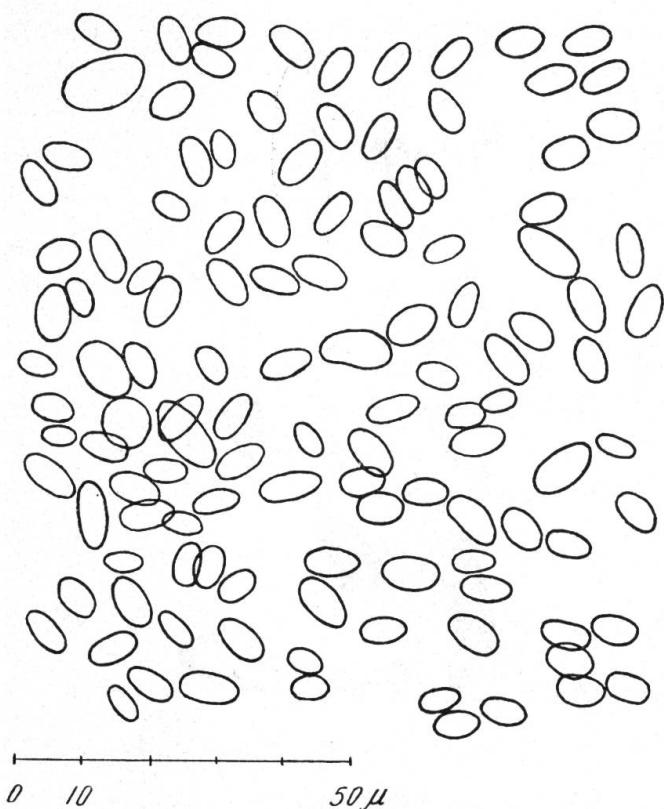


Fig. 39.

Coccomyxa colorinae bisporae Jaag Nr. 142. In Knop-Agar. Alter der Kolonie: 1 Jahr. Vergr. zirka 750.

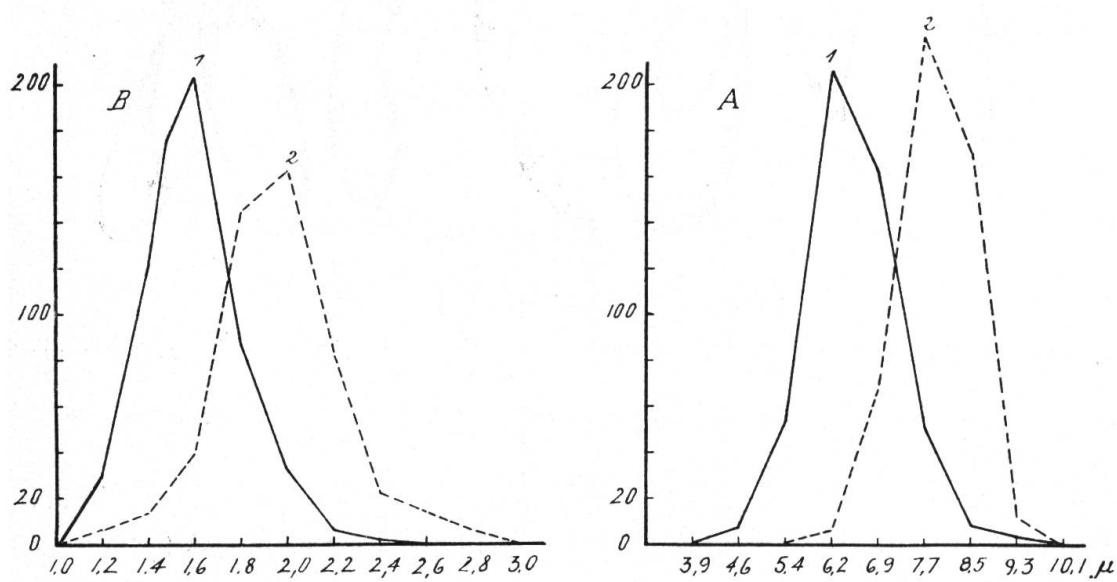


Fig. 40.

Coccomyxa colorinae bisporae Jaag Nr. 142 in situ.

A) Längenkurven

B) die entsprechenden Länge-Breite-Kurven.

Kurven 1: in situ

Kurven 2: in Glucose-Agar.

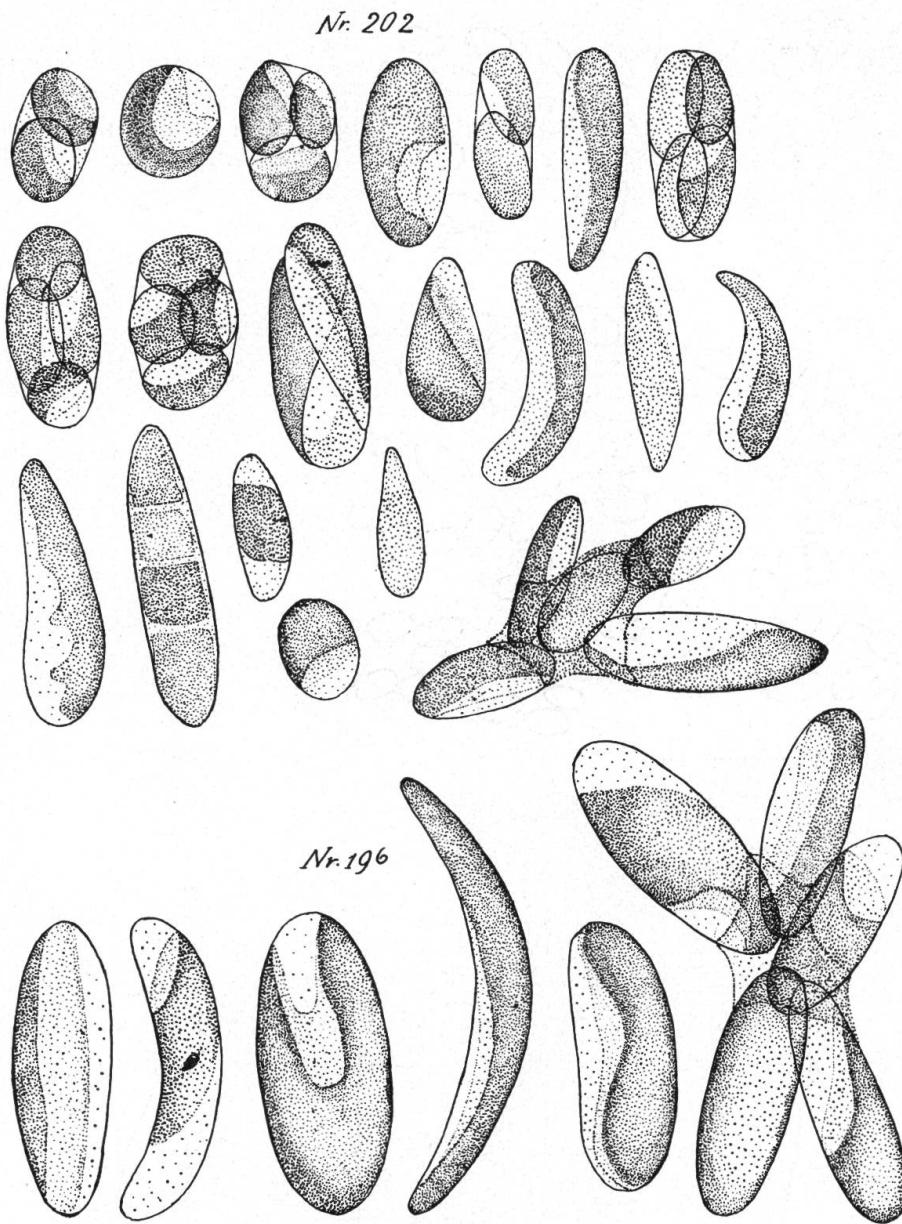


Fig. 41.

Coccomyxa Pringsheimii (botrydinae) Jaag auf Glucose-Agar (oben) (Nr. 202).
Coccomyxa subellipsoidea Acton em. Jaag (Nr. 196) auf Glucose-Agar (unten).
 Vergr. zirka 3000.

wald, in den Alpen steigt sie allgemein bis in den Zwergstrauchgürtel hinauf, bewohnt die ganze Nordhemisphäre. » In den Alpen ist sie leicht kenntlich an den rosafarbenen Apothecien und dem frischen Grün ihres Thallus.

Als Gonidien dieser Flechte werden *Pleurococcaceen* (*Protococcus*, ZAHLBRUCKNER und A. L. SMITH) angegeben, während andere Autoren vorsichtigerweise sie als *Protococcales* bezeichnen, ohne eine bestimmte

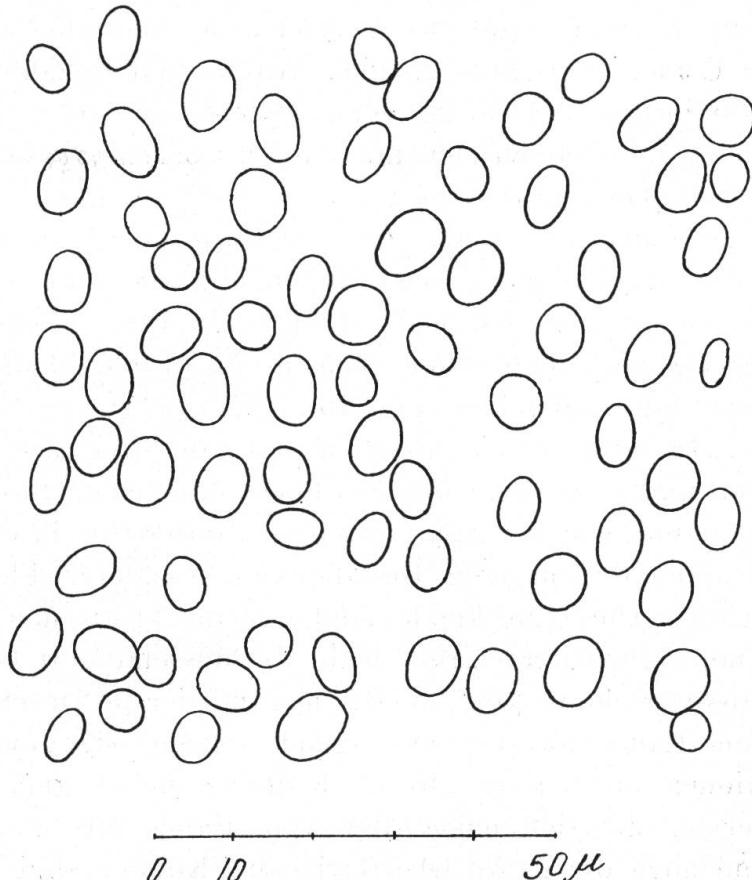


Fig. 42.

Solorina octospora
Nyl. Gonidien in situ.
Fundort: Val Sorey
(Gr. St. Bernhard).
Vergr. zirka 750.

Gattung zu nennen (JATTA). Wieder andere (LINDAU) enthalten sich jeder Nennung der Gonidien.

Meine Untersuchungen ergaben, dass es sich in Wirklichkeit um Gonidien vom *Coccomyxatypus* handelt.

Das erste untersuchte Material stammte aus dem Gebiet des Grossen St. Bernhard, wo die Flechte in den Wäldern zu beiden Seiten des Val d'Entremont sowohl hinsichtlich der Zahl der Standorte, als auch der Individuen recht häufig vorkommt. Ich sammelte zahlreiche Exemplare an tiefer und höher gelegenen Punkten, im Hochwalde, wie auch in den mageren Grasrasen hochgelegener Weiden. Weitere Thalli wurden untersucht aus dem Gebiete des Dent de Nendaz, einem Berge südlich Sitten (Wallis). Von einer ganzen Reihe von Standorten wurde mir durch Herrn Dr. GAMS Flechtenmaterial zugestellt aus den Bergen in der Umgebung von Innsbruck. Besondere Berücksichtigung fanden Thalli aus dem Viggartal 1650 m ü. M., aus dem Alpenschutthumus bei Schneekar 2040 m ü. M., aus Alpenweiden an der Viggarspitze 2150 m ü. M. und aus einem Fichtenwald am N.-Hang im Viggartal 1600 m ü. M. In situ betrachtet, zeigen die Gonidien aller dieser Flechtenthalli, wie auch diese selbst, kaum bemerkbare Unterschiede. Das-

selbe Resultat ergab der Vergleich der Gonidien zahlreicher Thalli, die im Gebiet des Dent de Nendaz (Wallis) und an zahlreichen verschiedenen Standorten im Tirol gesammelt worden waren.

In situ lassen sich unter allen *Coccomyxagonidien* diejenigen von *Icmadophila* am leichtesten als solche erkennen. Während die grünen Algenzellen im Thallus der *Peltigera*- und *Solorina*-flechten breitoval, gelegentlich sogar annähernd kugelig sind, um aber in Reinkultur in den meisten Fällen viel schlankere Formen anzunehmen, zeigen sich die *Icmadophilagonidien* auch in situ in der schlanken Form, die sie in Reinkultur aufweisen (Fig. 45).

Im allgemeinen gleichen sich die drei aus Thalli verschiedener Herkunft isolierten Gonidienklone weitgehend. Ihre Kolonien auf Knop-Agar und Glucose-Agar reihen sich durch alle ihre Merkmale ein in die Gruppe der übrigen Gonidienklone anderer Flechtengattungen und -arten. Diese Merkmale sind: kleine, 4—6 mm grosse Kolonie auf Knop-Agar, dunkelgrün, nicht verblassend; auf Glucose-Agar: mittel-grosse Kolonie von 10—12 mm mittlerem Durchmesser, dunkelgrün, vom Rande an steil ansteigend, regelmässig gewölbt. Bei allen drei Klonen brechen in älteren Kulturen heller gefärbte Tochterkolonien hervor, die sich namentlich vom Rande aus ausbreiten. Der Umriss und auch die ganze Oberfläche der Kolonie sind in allen drei Klonen weniger regelmässig gestaltet als bei den Gonidienkolonien anderer Flechtentypen (*Peltigera* und *Solorina*). Durch dieses Merkmal lassen sich die Kolonien von *Icmadophilagonidien* von allen übrigen unterscheiden. Dagegen stimmen alle drei Klone derart in ihren Merkmalen überein, dass sie nach dem Aussehen der Kolonie nicht auseinanderzuhalten sind.

Die Zellen in allen drei Klonen sind von langgestreckter Form, verhältnismässig schlank und an den beiden Polen verjüngt. Manchmal sind sie spindelförmig. Sie gehören zu den mittelgrossen unter den *Coccomyxagonidien*, wenn auch innerhalb einer Kultur auf künstlichem Nährboden die Grösse der einzelnen Individuen weitgehend verschieden ist.

In bezug auf Form und Grösse der Zellen können die drei Klone aus den drei Thalli verschiedener Herkunft nicht als identisch erklärt werden. Bei Klon Nr. 140 sind die Zellen verhältnismässig breitoval, an den Polen breit abgerundet, manchmal eiförmig, und der Chromatophor ist auch in älteren Kulturen noch sehr vollständig erhalten. In Klon Nr. 141 sind die Zellen auf Glucose-Agar etwas schlanker, mehr zugespitzt, oft leicht gebogen mit ausgesprochener Rücken- und Bauchseite. In diesen Merkmalen steht Klon Nr. 176 ungefähr in der Mitte (Fig. 44). Da die drei Klone in ihren allgemeinen Merkmalen der ein-

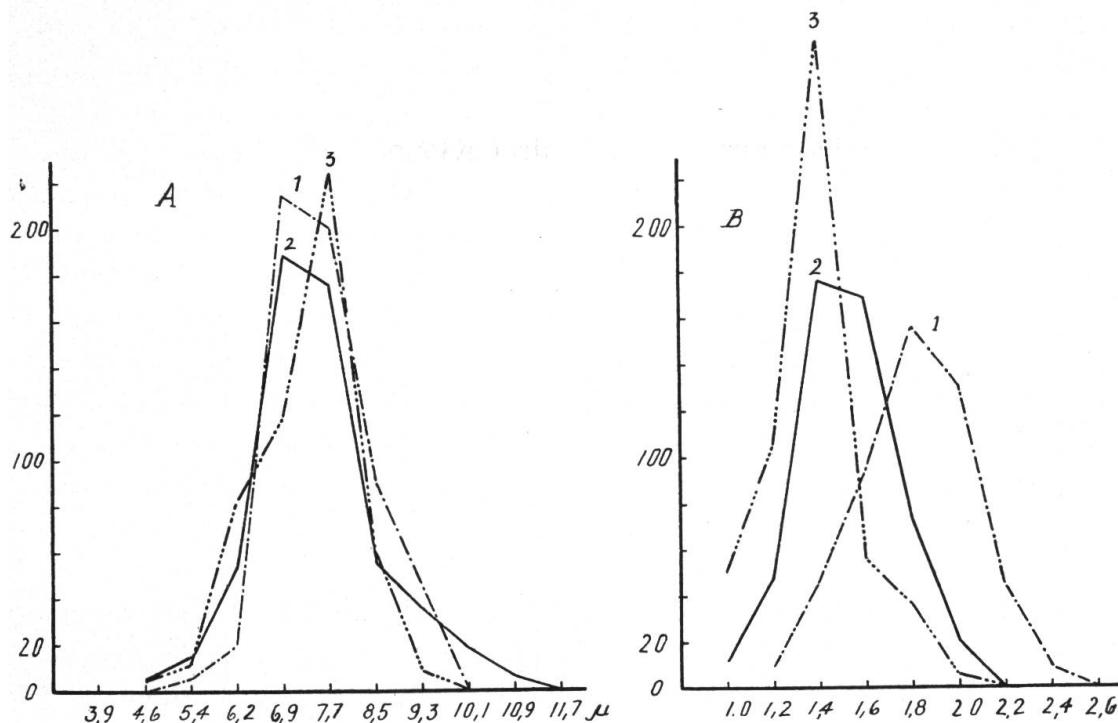


Fig. 43.

Solorina octospora Nyl. Nr. 169. Variationskurven der Gonidien in Thallus 1 und 2 von demselben Standort in Knop $\frac{1}{3}$ (Kurven 1 und 2). Gonidien von Thallus 1 in situ (Kurven 3).

A) Längenkurven

B) die entsprechenden $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven.

zellen Zellen und auch in der Ausbildung der Kolonie auf Glucose-Agar miteinander übereinstimmen und unter sich eine natürliche Gruppe von kleinen systematischen Einheiten darstellen, so möchte ich sie als drei distinkte Stämme in einer Art :

Coccomyxa icmadophilae Jaag

zusammenfassen (Nr. 140 : Stamm 1; Nr. 141 : Stamm 2, Nr. 176 : Stamm 3).

Interessant ist bei allen diesen Klonen von *Icmadophilagonidien* das Auftreten eigentümlich geformter Zellen auf Glucose-Agar. Häufig sind gebogene Zellen zu beobachten, die den Eindruck erwecken, dass jeweils zwei Individuen verwachsen seien. Würde man derartige Bildungen bei *Chlamydomonas* oder anderen Algen beobachten, so sähe man darin Kopulationsstadien. Bei *Coccomyxa* und verwandten Gattungen ist eine Verschmelzung von je zwei Zellen aber nicht bekannt und so sind diese eigentümlichen Bildungen wohl so zu deuten, dass

sich bei der Autosporenbildung die beiden Tochterzellen nicht vollständig voneinander getrennt haben. Sicher ist dies freilich nicht und die Erscheinung verdient weiterhin die grösste Aufmerksamkeit.

Die Unterschiede zwischen den drei Klonen sind geringer als diejenigen zwischen ihnen und den Gonidien aus anderen Flechtenarten.

Die in Reinkulturen gezüchteten Gonidien stammen von den drei oben genannten Standorten : Klon Nr. 140 vom Dent de Nendaz 2000 m ü. M. (Wallis); Nr. 141 aus dem Gebiete des Grossen St. Bernhard (Wallis); Nr. 176 aus dem Viggatal bei Innsbruck 1650 m ü. M. Physiologisch lassen sich Unterschiede beobachten zwischen den Klonen Nr. 140 (Dent de Nendaz) und Nr. 141 (Grosser St. Bernhard).

Die Kulturversuche bei verschiedenen konstanten Temperaturen ergaben nach 2½ Monaten folgendes Resultat : Klon Nr. 140 : ein Wachstum erfolgt schon bei 0° C, wenn auch weniger intensiv als bei höheren Temperaturen; dann nimmt es zu bis zu 24° C, bei welcher Temperatur das Wachstum das Optimum erreicht. Bei 27° C zeigt sich eine beträchtliche Abnahme in der Masse der gebildeten Algenzellen; bei 30° C ist die Entwicklung gering und bei 33° C und gar 36° C erfolgt nicht nur kein Wachstum, sondern auch das eingeimpfte Material geht zugrunde. Zwischen den Temperaturen von 15° C und 24° C ist die Wachstumsintensität nur äusserst wenig verschieden.

Bei Nr. 141 zeigt sich das Wachstum weniger abhängig von der Temperatur. Wie bei Nr. 140, ist schon bei 0° C eine ansehnliche Entwicklung zu beobachten. Bei 3° C ist diese aber wesentlich stärker und nimmt bei höheren Temperaturen kaum mehr zu. Ein Abfall bei den höheren Temperaturen tritt im Gegensatz zu Nr. 140 nicht ein, denn noch bei 36° C ist ein recht intensives Wachstum zu beobachten (Fig. 44, 45).

Die Algen von Botrydina vulgaris Bréb.

Unter dem Namen *Botrydina vulgaris* beschreibt BREBISSON (1844) lebhaft grün gefärbte Ueberzüge von Algen auf den Blättchen verschiedener Moose, sowie in Zersetzung begriffenen Holzstücken, feuchten Steinen usw. Unter der Lupe löst sich dieser Ueberzug auf in sehr zahlreiche grüne Kügelchen. Letztere habe ich (1933) in Anlehnung an den Namen *Botrydina* und auf Grund ihrer manchmal etwas traubigen Form « Botrydien » genannt. Sie sind in der Grösse weitgehend verschieden. Manche unter ihnen erreichen die Grösse eines Stecknadelkopfes, die meisten sind aber viel kleiner und selbst mit starker Lupe kaum sichtbar.

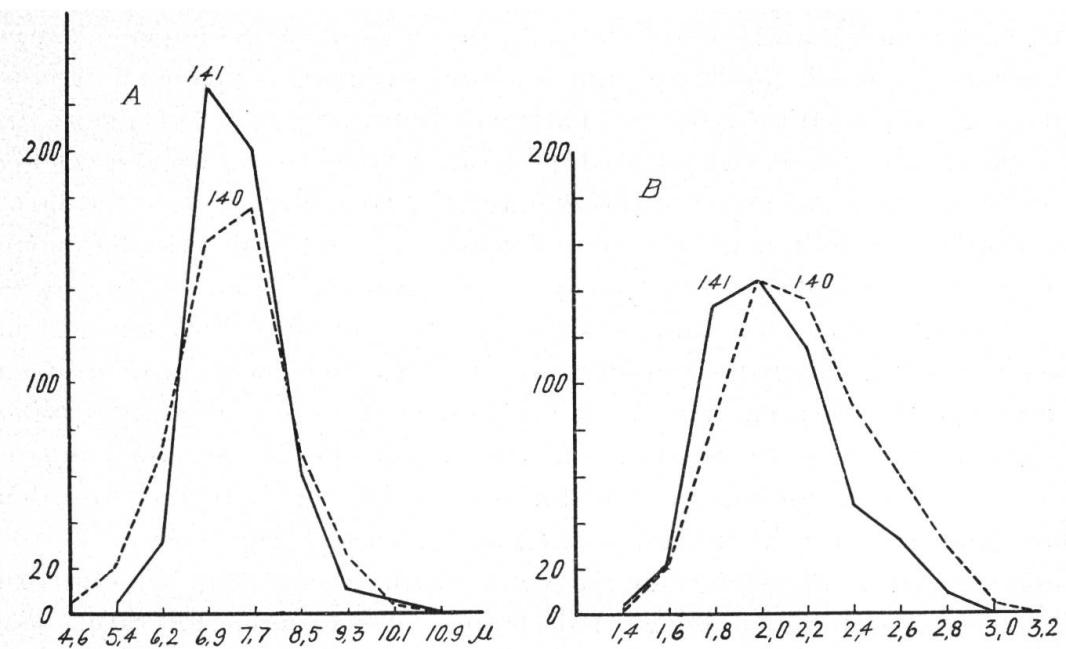


Fig. 44.

Coccomyxa icmadophilae Jaag Nr. 140 und 141. Zwei Stämme auf demselben Nährboden (Knop $\frac{1}{3}$).

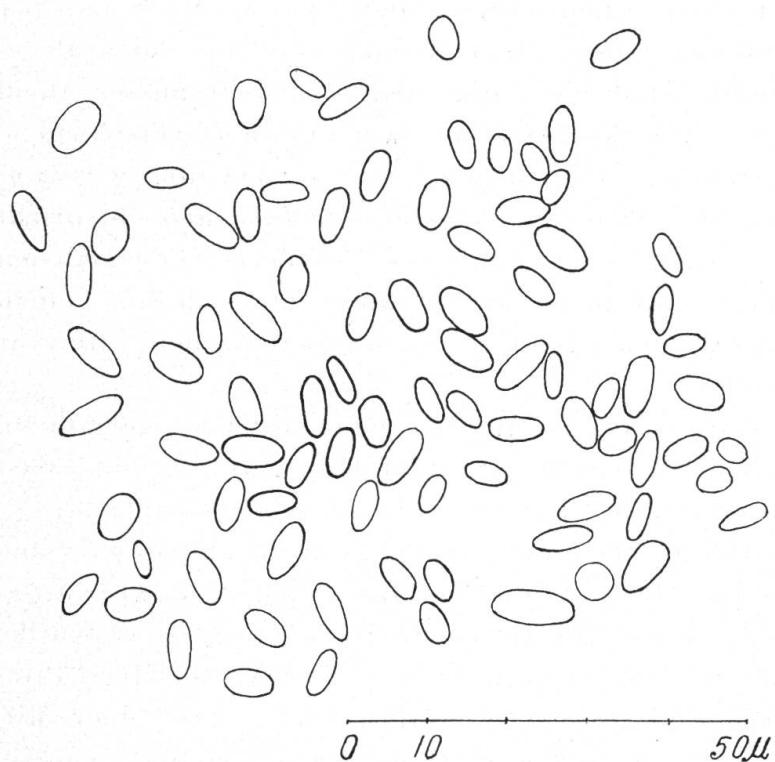


Fig. 45.

Icmadophila ericetorum A. Zahlbr.
Gonidien in situ.
Fundort: Alpenschutthumus bei
Schneekar, N. Innsbruck. Vergr. zirka
750.

Unter dem Mikroskop sind an diesen grünen Klümpchen zwei Zonen zu unterscheiden, eine innere, intensiv grün gefärbte, und eine farblose äussere Hülle von zellenartigem Bau.

Zerdrückt man zwischen Objektträger und Deckgläschen kleine Portionen eines solchen *Botrydinamaterials*, so treten die in der farblosen Hülle enthaltenen grünen Zellen heraus, und man erkennt darin einzellige Algen, die in die Gattung *Coccomyxa* gehören.

ACTON untersuchte und beschrieb (1909) diese Zellen unter dem Namen *Coccomyxa subellipsoidea*. In einer zweiten, noch in demselben Jahre veröffentlichten Arbeit erkannte diese Verfasserin in *Botrydina* eine primitive Flechte, indem sie die beschriebenen grünen *Coccomyxa*-zellen als die Gonidien und die farblose Hülle der Botrydien als den dazugehörigen Flechtenpilz zu erkennen glaubte. Die von E. ACTON aufgestellten Schlussfolgerungen vermochten aber nicht überall zu überzeugen und *Botrydina* wird deshalb in der neueren Literatur teils unter den Algen, teils unter den Flechten aufgeführt.

Ich habe in einer Arbeit «*Botrydina vulgaris* Bréb. die Vergesellschaftung von Moosprotонемен mit *Coccomyxaalgen*» (1933) nachgewiesen, dass es sich bei *Botrydina* — wenigstens in dem Material, das mir vorlag — nicht um eine Flechte, sondern um Wucherungen der Protonemafäden eines saprophytischen Mooses handle, in denen *Coccomyxaalgen*, ähnlich wie die Gonidien einer Flechte, eingeschlossen sind.

Diese Algenzellen entsprechen teilweise dem, was E. ACTON darüber mitteilt. Zoosporenbildung kommt aber niemals vor und auch Pyrenoide, wie ACTON angibt, sind nie vorhanden. Es steht ausser allem Zweifel, dass ACTON in ihrer Beschreibung zwei durchaus verschiedene und nicht zusammengehörige Organismen (*Coccomyxa* und *Chlamydomonas*) vermischt. Der Name *Coccomyxa subellipsoidea* entspricht daher nicht einem bestimmten Organismus, sondern verschiedenen Stadien verschiedener Organismen. Dieser Name muss deshalb einen ganz neuen Inhalt bekommen, wenn er in der botanischen Literatur beibehalten werden soll.

Dass es sich in den erwähnten Wucherungen der Protonemafäden um *Coccomyxaalgen* handelt, darüber besteht kein Zweifel, und es ist das Verdienst von ACTON, darauf aufmerksam gemacht zu haben.

Das *Botrydinamaterial*, das mir vorlag, stammt teils aus den Schweizeralpen, teils aus der Gegend von Innsbruck, von wo aus es mir in wiederholten Sendungen von Herrn Dr. H. GAMS zugestellt wurde. Ein anderes Material überliess mir in freundlicher Weise Herr Prof. Dr. E. PRINGSHEIM (Prag). (Dieses Material wurde gemäss einer Mitteilung von Herrn Prof. PRINGSHEIM nicht in Prag gefunden, wie bei

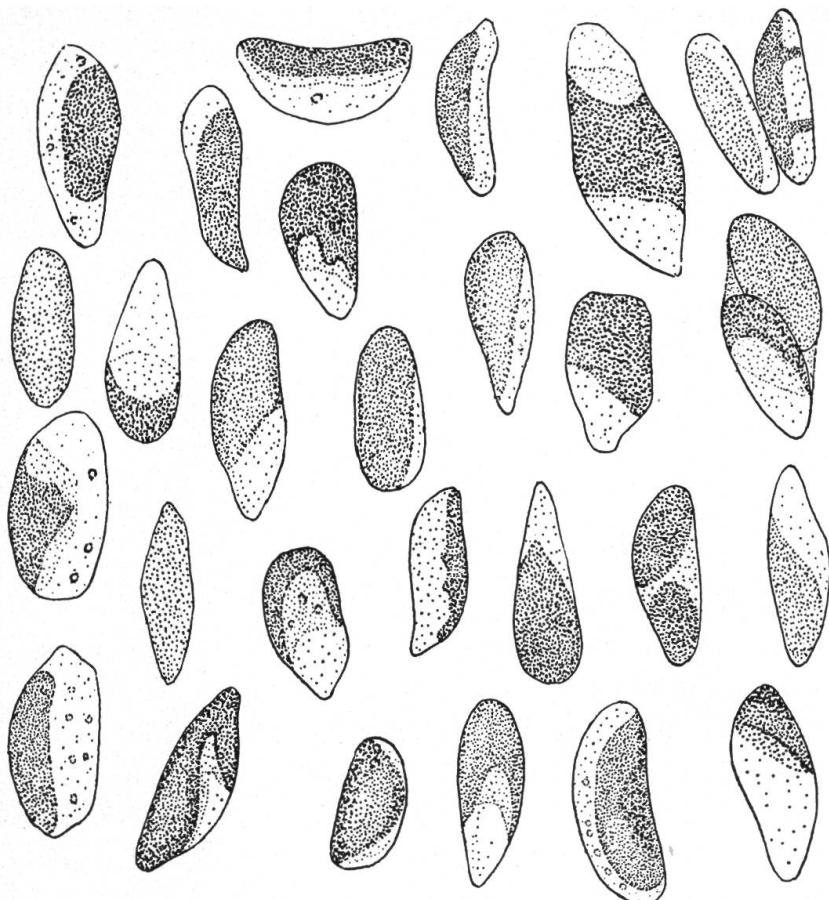


Fig. 46.
Coccomyxa-zel-
len von *Botry-
dina* *in situ*.
Fundort: Tul-
fes. Verschiede-
ne Zellformen.

JAAG [1933, l. c. p. 185] irrtümlich angegeben wurde, sondern in Skuja in Finnland.) Zwei Klone habe ich in Parallelkultur untersucht. Sie erwiesen sich als distinkte Arten.

Die Botrydinaalgen

a) *in situ*

Innerhalb der farblosen Hülle der grünen Botrydien ist die *Coccomyxa*natur der einzelnen Algenzellen nicht leicht zu erkennen. Sie sind zu Paketen vereinigt, wodurch die kugeligen Gebilde in zwei Hälften oder traubenförmig gegliedert werden, von deren Mitte der farblose Protonemafaden absteht. Zerreibt man aber Botrydien zwischen Objektträger und Deckgläschen, so treten die Algen einzeln heraus. Sie haften in der Regel den Protonemazellen nicht an, sondern scheinen frei in diesen drin zu liegen, wie auch die verwandten *Coccomyxa*algen, die als Gonidien in den Flechten *Solorina*, *Peltigera* usw. enthalten sind. Aus den Botrydien herausgelöst, lassen sie sich leicht als *Coccomyxa*algen erkennen, da sie im Gegensatz zu der Mehrzahl der genann-

ten Gonidien ihre charakteristische gestreckte Zellform auch in der Gefangenschaft beibehalten. Die einzelnen Zellen weichen zwar weitgehend voneinander ab in Grösse und Form (Fig. 46). Im allgemeinen sind sie länglichoval mit ungleich stark gewölbten Längsseiten und einem muldenförmigen Chromatophor, der die Oberfläche der Zelle nur zu $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ bedeckt. Daneben aber gibt es Individuen, die an den Polen mehr oder weniger zugespitzt sind, sodann gebogene, einerseits ausgezogene Formen, die auch in der Grösse weitgehend variieren. Vermehrungsstadien mit zwei Zellen innerhalb einer Mutterzellmembran sind auch *in situ* häufig, solche mit vier Zellen dagegen nur äusserst selten zu beobachten. Die Zellen sind immer tief grün gefärbt.

b) in der Kultur

Die in *Botrydina* enthaltenen Algenzellen lassen sich verhältnismässig leicht auf künstlichen Nährmedien züchten; die gebräuchlichen Substrate (Knopsche Nährlösung, Knop-Agar, Glucose-Agar usw.) eignen sich vorzüglich dafür. In mineralischer Nährflüssigkeit und in Knop-Agar ist die Entwicklung gering, aber immerhin deutlich erkennbar. So erreichen die einzelnen Klone auf Knop-Agar in etwa 5 Monaten Kolonien von höchstens 3—4 mm Durchmesser und tief dunkelgrüner Farbe. Nie tritt eine Verfärbung der Kolonie auf, eine Eigenschaft aller *Coccomyxa*-algen auf diesem Nährboden. Zwischen den einzelnen Klonen lassen sich in bezug auf das Aussehen der Kolonie keine Unterschiede feststellen.

Auf Glucose-Agar bilden diese *Botrydina*-algen Kolonien, die von denen der Flechtengonidien nicht grundsätzlich verschieden sind. Das Wachstum ist mittelstark, die Kolonie von dunkelgrüner Farbe und kreisrunder Form mit regelmässigem Rand. Sie weist einen ausgesprochenen Glanz auf und unterscheidet sich von den Kolonien verschiedener Gonidienalgen auf demselben Nährboden höchstens durch eine eigentümliche Farbenverschiedenheit des Gipelpunktes gegenüber dem Rand und den äusseren Zonen der Kolonie. Der zentrale Teil nimmt langsam einen apfelgrünen helleren Farnton an, so dass es aussieht, als ob aus der Tiefe winzige Tochterkolonien von dieser helleren Farbe hervorbrechen, bis sie schliesslich ineinander übergehen und den innern Teilen des Algenhäufchens die spezifische Farbe verleihen.

Diese Farbverschiedenheit wiederholt sich bei sämtlichen Parallelkulturen und auch bei jeder neuen Ueberimpfung. Da sie auch in den Kolonien von *Coccomyxa solorinae croceae* Chod. und *C. solorinae bisporae* Jaag in älteren Kulturen auftritt, so liegt darin ein weiterer Hinweis für die nahe Verwandtschaft dieser Algenformen.

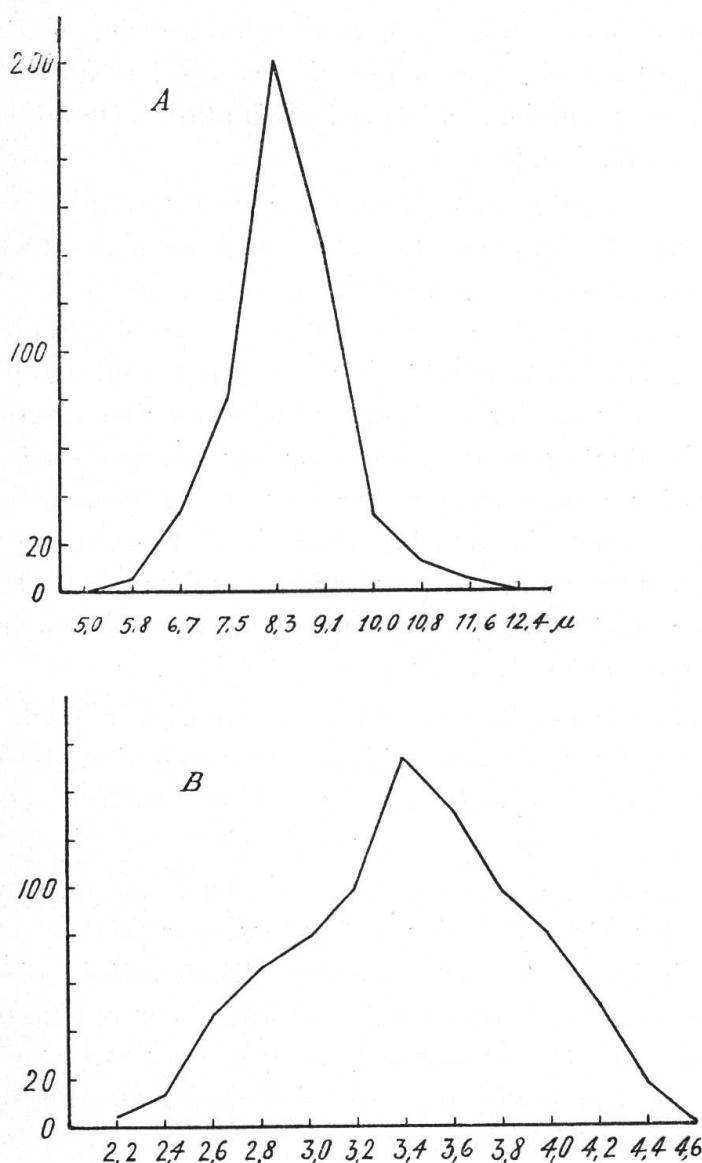


Fig. 47.
Botrydina vulgaris, Bréb. *Coccomyxa subellipsoidea*
Acton em. Jaag in Glucose-Agar. Nr. 196.

- A) Längenkurve
- B) die entsprechende $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurve.

Diese Verwandtschaft kommt auch zum Ausdruck in der Form und Grösse der Zellen, welche Merkmale, wie bei den übrigen Arten, ihrerseits innerhalb gewisser Grenzen wiederum vom Nährmedium weitgehend abhängig sind. So sind in glucosehaltigem Substrat die Zellen im allgemeinen schlanker und länger als in zuckerfreiem Nährboden. Ein Pyrenoid ist in den Zellen nicht vorhanden. Der Chromatophor ist

muldenförmig und bedeckt höchstens $\frac{2}{3}$ der Zelle. Stärker lichtbrechende Einschlüsse sind namentlich in älteren Kulturen in der ganzen Zelle verteilt; die Versuche, die chemische Natur dieser Körnchen zu bestimmen, blieben erfolglos. Jedenfalls scheint es sich dabei nicht um Stärke zu handeln.

Um Teilungsstadien und Reste der Mutterzellhaut sichtbar zu machen, sind, wie bei den meisten übrigen Klonen der Gattung *Coccomyxa*, Tuscheausstriche notwendig. Vergleicht man die *in situ* beobachteten Zellformen mit denen in der Kultur, so beobachtet man viel weniger grosse Verschiedenheiten als bei den Flechtengonidien. Während z. B. die Gonidien der Gattung *Solorina* im Flechtenthallus anders aussehen als in der Freiheit (losgelöst vom Flechtenpilz), so bringen diese auch in der «Gefangenschaft» der Moosprotonemen ihre wahre *Coccomyxanatur* zum Ausdruck. Daraus darf wohl die Vermutung abgeleitet werden, dass in den verschiedenen Vergesellschaftungen die beiden Partner ernährungsphysiologisch in verschiedenem Verhältnis zueinander stehen müssen.

Auf kohlenhydrathaltigen Nährböden entwickeln sich diese Algen auch in völliger Dunkelheit vorzüglich. Sie behalten dieselbe dunkelgrüne Farbe wie im Licht und ernähren sich also auf rein saprophytische Weise.

Wie bei sämtlichen Klonen von *Coccomyxa*-algen, so beobachtet man auch in den Kulturen der *Botrydina*-algen Zellen, die klumpenweise aneinanderhängen. Das schleimige Bindemittel entsteht bei der Autosporenbildung durch eine unvollständige Verschleimung der Mutterzellmembran. Durch Färbung mit Methylenblau färbt sich sowohl die dünne Sporangienwand wie auch die Schleimmasse, die sich bei ihrer Auflösung bildet.

Innerhalb der Art *Botrydina vulgaris* Bréb. sind bei Individuen verschiedener Herkunft die Algen weitgehend spezifisch. So erwiesen sich diejenigen, die einerseits Herr Prof. Dr. PRINGSHEIM (Prag) und anderseits ich selbst aus *Botrydina* isoliert hatten, als distinkte Arten, die sich unterscheiden durch Form und Grösse der Zellen. Wir bezeichnen die bisher bekannt gewordenen *Botrydina*-algen als

Coccomyxa Pringsheimii (botrydinae) Jaag

Klon Nr. 202, isoliert durch Herrn Prof. Dr. PRINGSHEIM. *Coccomyxa subellipsoidea* Acton em. Jaag, d. h. Klon Nr. 196, wurde vom Verfasser isoliert aus einem Material, das aus der Nähe von Innsbruck stammt (Fig. 41).

Für

C. subellipsoidea Acton em. Jaag

ergab die variationsstatistische Messung (Kulturen auf Glucose-Agar) :

Länge : Mittelwert $8,5 \mu$; Streuung $\pm 0,98 \mu$

Länge: Mittelwert 3,5 ; Streuung $\pm 0,48$

Breite

(Fig. 47.) Die Zellen dieser Art sind im Mittel grösser und auch schlanker als diejenigen von *C. Pringsheimii (botrydinae)* Jaag; bei der letzteren sind die einzelnen Individuen auch vielgestaltiger und stark verschieden in der Grösse. In geringerer Masse ist dies zwar auch der Fall bei *C. Pringsheimii (botrydinae)*; doch sind bei diesem Klon die langgestreckten Formen in der Minderheit gegenüber den zahlreichen kleineren und breitovalen bis annähernd kugeligen Zellen. Klon Nr. 202 zeigt in allen Nährmedien zahlreiche Vierzell-Teilungsstadien. Diese sind bei Klon Nr. 196 nur recht selten zu beobachten. Bei beiden Arten ist auch in älteren Kulturen der Chromatophor noch recht gut erhalten. Lose Zellverbände kommen namentlich bei *C. subellipsoidea* Acton em. Jaag recht häufig zur Ausbildung (Fig. 41).

Einfluss der Temperatur auf das Wachstum und die Ausbildung der Zellen.

Zwischen 6° und 18° C zeigen diese Algen die üppigste Entwicklung; das Optimum liegt bei 12° C. Tiefere Temperaturen sagen ihnen besser zu als höhere. So findet noch bei 0° und 3° ein nennenswertes Wachstum statt, während dasselbe von 27° C an geringer ist und bei 33° und 36° aufhört. Allgemein kann gesagt werden, dass sich diese Algen bei tieferen Temperaturen besser entwickeln als bei höheren, dass sie aber doch innerhalb weit auseinanderliegender Temperaturgrenzen gedeihen können.

So ergibt sich für diese *Botrydina*-algen dieselbe Tatsache wie für die meisten Gonidienalgen : reges Wachstum und Bildung normaler Zellen nur bei tieferen Temperaturen. Optimum bei $6-15^{\circ}$ C. Von $18^{\circ}-27^{\circ}$ C noch verhältnismässig gutes Wachstum und Ausbildung gesunder normaler Zellen, während oberhalb 30° C bei minimalem Wachstum unförmliche Zellen, monströse Formen entstehen.