

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

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: 16.04.2026

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

BEITRÄGE
ZUR
KRYPTOGAMENFLORA
DER
SCHWEIZ

AUF INITIATIVE DER SCHWEIZERISCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT
UND AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON
EINER KOMMISSION DER SCHWEIZERISCHEN NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

BAND VIII, Heft 1

COCCOMYXA SCHMIDLE
MONOGRAPHIE EINER ALGENGATTUNG

VON

OTTO JAAG

BERN
BUCHDRUCKEREI BÜCHLER & Co.
1933

KOMMISSIONSVERLAG VON GEBR. FRETZ A. G. ZÜRICH

VERLAG GEBR. FRETZ A.G. ZÜRICH 8

Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz

**Auf Initiative der Schweizer. Botanischen Gesellschaft und
auf Kosten der Eidgenossenschaft herausgegeben**

Band I, Heft 1:

**Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen
über Rostpilze**

Von Prof. Dr. Ed. Fischer

132 Seiten, gross 8°, mit 2 Tafeln — Preis Fr. 2.—

Band I, Heft 2:

Die Farnkräuter der Schweiz

Von Dr. Hermann Christ in Basel

189 Seiten, gross 8° — Preis Fr. 2.—

Band I, Heft 3 (vergriffen):

Algues vertes de la Suisse

Par R. Chodat

Band II, Heft 1:

Le „Boletus subtomentosus“ de la région genevoise

Par Ch.-Ed. Martin

50 Seiten, gross 8°, mit 18 Tafeln — Preis Fr. 7.—

Band II, Heft 2:

Die Uredineen der Schweiz

Von Prof. Dr. Ed. Fischer

685 Seiten, gross 8°, mit 342 Figuren — Preis Fr. 14.—

Band III, Heft 1:

Les Mucorinées de la Suisse

Par Alf. Lendner

182 Seiten, gross 8°, mit 59 Figuren und 3 Tafeln — Preis Fr. 5.—

Band III, Heft 2:

Die Brandpilze der Schweiz

Von Prof. Dr. H. C. Schellenberg

225 Seiten, gross 8°, mit 79 Figuren — Preis Fr. 5.—

Band IV, Heft 1:

Die Kieselalgen der Schweiz

Von Fr. Meister

261 Seiten, mit 48 Tafeln — Preis Fr. 14

Band IV, Heft 2:

Monographies d'Algues en culture pure

Par R. Chodat

278 Seiten, mit 9 Tafeln — Preis Fr. 12.—

BEITRÄGE
ZUR
KRYPTOGAMENFLORA
DER
SCHWEIZ

AUF INITIATIVE DER SCHWEIZERISCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT
UND AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON
EINER KOMMISSION DER SCHWEIZERISCHEN NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

BAND VIII, Heft 1

COCCOMYXA SCHMIDLE
MONOGRAPHIE EINER ALGENGATTUNG

VON

OTTO JAAG

BERN
BUCHDRUCKEREI BÜCHLER & Co.
1933

KOMMISSIONSVERLAG VON GEBR. FRETZ A. G. ZÜRICH

COCCOMYXA SCHMIDLE
MONOGRAPHIE EINER ALGENGATTUNG

VON

OTTO JAAG

MIT 47 FIGUREN IM TEXT
UND
4 FARBIGEN TAFELN

BERN
BUCHDRUCKEREI BÜCHLER & Co.
1933

KOMMISSIONSVERLAG VON GEBR. FRETZ A. G. ZÜRICH

MEINEM LEHRER

ROBERT CHODAT

IN VEREHRUNG UND DANKBARKEIT

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort und Problemstellung	1
Methodik	7
<i>Coccomyxa</i>	13
Umgrenzung der Gattung	18
Kulturen von freilebenden Algen und Flechtengonidien auf festen Nährböden:	
Morphologie der Kolonie	21
Kulturen auf zuckerfreiem, festem Nährboden	22
Kulturen auf zuckerhaltigem, festem Nährboden	23
Die Verfärbung der Kolonie	27
Zucker als Nahrung	29
Pepton als Nahrung	32
Der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung der <i>Coccomyxa</i> -Algen	34
Systematische Einheiten	35
Systematik der Arten	38
Freilebende (nicht in Flechten gebundene) <i>Coccomyxa</i> -Algen:	
<i>Coccomyxa dispar</i> Schmidle	38
<i>Coccomyxa lacustris</i> (Chod.) Pascher	44
<i>Coccomyxa subglobosa</i> Pascher	48
<i>Coccomyxa pallescens</i> Chod.	49
<i>Coccomyxa Chodati</i> Jaag	51
<i>Coccomyxa Rayssiæ</i> Chod. et Jaag	53
<i>Coccomyxa viridis</i> Chod.	55
<i>Coccomyxa thallosa</i> Chod.	56
<i>Coccomyxa Corbierei</i> Wille	58
<i>Coccomyxa simplex</i> (Pringsheim) Mainx	60
<i>Coccomyxa olivacea</i> Petersen	62
<i>Coccomyxa Naegeliana</i> (Artari) Wille	63
<i>Coccomyxa ophiuræ</i> Rosenvinge	64
<i>Coccomyxa litoralis</i> (Hansg.) Wille	66
<i>Coccomyxa</i> -Algen als Epiphyten auf Flechten	69
<i>Coccomyxa arvernensis</i> Jaag	70
<i>Coccomyxa turicensis</i> Jaag	70
<i>Coccomyxa epiphytica</i> Jaag	71
<i>Coccomyxa subsphaerica</i> Chod. et Jaag	71
<i>Coccomyxa elongata</i> Chod. et Jaag	72
<i>Coccomyxa gracilis</i> Chod.	73
<i>Coccomyxa</i> -Algen als Flechtengonidien	75

VIII

	Seite
Die Coccomyxagonidien in situ	75
Die grünen Gonidien der <i>Peltigeraceen</i>	82
Spezifizität der grünen Gonidien in der Familie der <i>Peltigeraceen</i>	85
Die Gonidien von <i>Peltigera aphtosa</i> Hoffm.	87
<i>Coccomyxa peltigerae</i>	90
<i>Coccomyxa mucigena</i> (<i>peltigerae aphtosae</i>) Jaag	90
Die Gonidien von <i>Peltigera venosa</i> Hoffm.	90
<i>Coccomyxa peltigerae venosae</i> Jaag	94
Die Gonidien von der Flechte <i>Peltigera variolosa</i> (Mass.) Sch.	96
Die Gonidien von <i>Solorina crocea</i> Ach.	97
<i>Coccomyxa solorinae croceae</i> Chod.	98
<i>Coccomyxa tiroliensis</i> (<i>solorinae croceae</i>) Jaag	98
Die Gonidien von <i>Solorina saccata</i> Ach.	98
<i>Coccomyxa solorinae saccatae</i> Chod.	100
<i>Coccomyxa solorinae</i> Chod.	102
<i>Coccomyxa glaronensis</i> (<i>solorinae saccatae</i>) Jaag	102
<i>Coccomyxa ovalis</i> (<i>solorinae saccatae</i>) Jaag	103
<i>Coccomyxa solorinae bisporae</i> Jaag	106
Die Gonidien der Flechte <i>Icmadophila ericetorum</i> A. Zahlbr.	108
<i>Coccomyxa icmadophilae</i> Jaag	113
Die Algen von <i>Botrydina vulgaris</i> Bréb.	114
Die Botrydinaalgen	117
<i>Coccomyxa Pringsheimii</i> (<i>botrydinae</i>) Jaag	120
<i>Coccomyxa subellipsoidea</i> Acton em. Jaag	121
Schlussfolgerungen	122
Zitierte Literatur	130
Vier farbige Tafeln	

Vorwort und Problemstellung

In der botanischen Literatur wird *Coccomyxa* Schmidle aufgeführt als eine der am wenigsten bekannten Algengattungen (PASCHER [1915], OLTMANN'S [1923], PRINTZ [1927]). Dass dem so ist, zeigt sich in den mannigfaltigen, sich durchaus widersprechenden Angaben verschiedener Autoren und in den zahlreichen Lücken unserer Kenntnisse über Vermehrungsweise, Spezifität, Plastizität und Umgrenzung sowohl der Gattung als auch der einzelnen Arten. PRINTZ (1927) schreibt darüber: « Wahrscheinlich verstecken sich in der Gattung *Coccomyxa* mehrere ganz verschiedene Gattungen. Als *Coccomyxa* führe ich nur diejenigen Arten auf, die sich wie die typische *C. dispar* Schmidle durch eine wahre Zellteilung vermehrt. Bei gewissen anderen Arten, z. B. *C. lacustris* Chodat, ist Autosporenbildung angegeben, welche deshalb einer ganz anderen Familie, wahrscheinlich den *Tetrasporaceen* oder den *Oocystaceen* eingereiht werden müssen. Da diese Arten noch ganz ungenügend bekannt sind, lässt sich die Frage betreffs ihrer systematischen Stellung vorläufig nicht sicher entscheiden. Die Gattung *Coccomyxa* ist noch ganz unabgeklärt, sowohl hinsichtlich der allgemeinen Kenntnis, wie auch des Umfanges der Gattung, und jede einzelne Art ist unter neueren Gesichtspunkten noch eingehendsten Studiums bedürftig. »

Unter diesen Voraussetzungen schien mir eine gründliche Bearbeitung der zu dieser Gattung gehörenden Algenformen wünschenswert. *Coccomyxa* verdient auch deshalb ein besonderes Interesse, weil die in dieser Gattung vereinigten Formen in der Natur nicht nur als freilebende Algen, sondern auch in Lebensgemeinschaften verschiedener Art vertreten sind, so z. B. als Gonidien in zahlreichen Flechtenarten, bei *Botrydina vulgaris* Bréb. mit Moosprotonemen vereinigt und in marinen Echinodermen als ausgesprochene Parasiten.

Die vorliegende Studie wurde begonnen mit der Kultur von Gonidien aus der Flechte *Solorina saccata* (L.) Ach., die ich anlässlich einer Bergtour im Sommer 1929 am Gipfel des Glärnisch sammelte. Ich stellte mir dabei zunächst die Aufgabe, zu untersuchen, ob diese Gonidien morphologisch und physiologisch identisch seien mit denjenigen aus Thalli derselben Flechtenart aus den Hochalpen und dem Jura, sowie aus anderen weit auseinanderliegenden Standorten.

Die Entscheidung dieser Frage schien mir von Interesse zu sein im Anschluss an ähnliche Untersuchungen verschiedener Autoren, namentlich diejenigen von CHODAT (1913), LETELLIER (1917), HAYRÉN (1902), PETERSEN (1915), WARÉN (1920) und WERNER (1927) an verschiedenen Flechtengattungen, sowie meiner eigenen Studien (1929) über die Spezifität der Gonidien in den Gattungen *Parmelia* und *Cladonia*. Da die die Gattung *Solorina* enthaltende Familie der *Peltigeraceen* in vielen Arten bestimmte Algentypen aus den Formenkreisen der *Chlorophyceen* und der *Cyanophyceen* gleichzeitig als Gonidien beherbergt, so galt es, weiterhin die Frage zu beantworten, ob innerhalb ein und demselben Flechtenthallus die rein grünen Gonidien unter sich identisch oder ob auch hier verschiedene Typen vermischt seien. Diese Erörterung war deshalb von Wichtigkeit, weil verschiedene Flechten (z. B. *Peltigera venosa* Ach.) in situ ein scheinbar sehr wenig einheitliches Gonidienmaterial aufweisen in bezug auf Form und Grösse der einzelnen grünen Zellen, und da überdies eine reiche Vegetation von Algen aus den verschiedensten Familien als Epiphyten die Oberfläche des grünen Thallus bewohnt.

Bald zeigte sich, dass die Ergebnisse um so interessanter sein mussten, je allgemeiner das Problem erörtert würde. So dehnte ich die Untersuchungen aus auf andere Arten aus derselben Flechtengattung: *Solorina crocea* (L.) Ach., *S. bispora* Nyl. und *S. octospora* Arnd., die ihrerseits wiederum in verschiedenen Gegenden Europas gesammelt wurden. Die Gonidien von derart verschiedener Herkunft wurden gleichzeitig in Vergleichskulturen untersucht. Doch, die Fragen mussten noch weiter gefasst werden. Kaum war die Arbeit begonnen, so erwiesen die Nachforschungen, dass auch die Gonidien mancher Arten der Gattung *Peltigera* (*Peltidea auct.*) mit denen der genannten Flechtenarten verwandt sind. Damit war wiederum eine weitere Reihe von Gonidienformen in die Untersuchung einbezogen, umfassend die Flechtenarten *Peltigera aptosa* (L.) Ach., *P. venosa* (L.) Ach. und *P. variolosa* (Mass.) Sch. Später gesellten sich weiterhin die Flechtengattungen *Icmadophila* und *Baeomyces* dazu und schliesslich noch *Botrydina vulgaris* Bréb., eine pflanzliche Lebensgemeinschaft, deren Algenkomponente ebenfalls in die engste Verwandtschaft der Gonidien der *Peltigeraceen* zu gehören schienen, obwohl sie in der lichenologischen Fachliteratur unter den verschiedensten Namen aufgeführt sind.

Die eingehenden Untersuchungen ergaben, dass die Gonidien sämtlicher aufgeführter Flechtenarten der von SCHMIDLE (1901) aufgestellten Algengattung *Coccomyxa* angehören, in welche R. CHODAT (1913), die Gattungsdiagnose zweckdienlich erweiternd, als erster auch

die Gonidien der Flechten *Solorina saccata* und *S. crocea* einreihen konnte.

Wenn durch den Zusammenschluss dieser verschiedenen **Gonidien**, die sowohl in morphologischer wie in physiologischer Hinsicht kaum jemals eingehender betrachtet worden waren, schon eine recht ansehnliche Aufgabe zu lösen war, so rief diese sogleich einer zweiten : diese Gonidien mit den bereits beschriebenen Arten **freilebender** *Coccomyxa*-algen zu vergleichen, und damit war wiederum eine Fülle von Problemen zur Bearbeitung gegeben.

Algen systematisch zu bearbeiten, heisst ja heute nichts weniger, als sie zunächst in situ zu untersuchen, d. h. den Formenkreis zu erkennen, in dem jede der als systematische Einheit erachteten Formen sich in der Natur zeigt, diese ersten Ergebnisse sodann zu erweitern und zu vertiefen an Hand von Reinkulturen, die nachweislich von einer einzelnen Zelle ausgehen. Die Untersuchung in Reinkultur hat vornehmlich den Zweck, Formen, die in situ oft vermischt und kaum auseinanderzuhalten sind, zu trennen und den gesamten Entwicklungsgang der in Untersuchung befindlichen Alge zu erkennen, unbeeinflusst durch zufällige und undefinierbare Umweltsbedingungen und eine in situ immer vorhandene Begleitvegetation von Bakterien, Pilzen, fremden Algen usw. R. CHODAT (1909) formuliert die Aufgabe in den Worten :

« Connaitre le caractère d'une espèce, ce n'est pas faire la description d'un échantillon unique que l'on choisit arbitrairement comme type, mais c'est pour le botaniste moderne déterminer l'amplitude de la variation de chaque caractère, de chaque organe dans une lignée pure, tels qu'on peut les obtenir à partir du matériel sélectionné. »

Die gestellte Aufgabe erforderte aber weiterhin das Studium der morphologischen Abhängigkeit der Alge von den Aussenbedingungen, ihrer Ansprüche in bezug auf die Ernährung, die Gestaltabhängigkeit der Zellen von den Kulturbedingungen (Polymorphismus, Plastizität). Eine moderne Bearbeitung verlangt meines Erachtens fernerhin die variationsstatistische Behandlung des Materials in bezug auf Formen und Dimensionen. Aber selbst mit allen diesen Tatsachen wäre eine den Ansprüchen der modernen Algologie genügende Diagnose einer Alge noch nicht vollständig. Die Ansprüche einer Pflanze an Temperatur, Belichtung usw., Eigenschaften, welche Bakteriologen und Mycologen sich zur Umgrenzung systematischer Einheiten längst zunutze gemacht haben, sind auch in der Algologie wertvolle Punkte einer Diagnose, und selbst auf die Gefahr hin, dass die Algologie dadurch unhandlich oder weniger übersichtlich würde, wie manche Sammler befürchten, kann der Algologe von heute die Detailarbeit

einer systematischen Studie nicht mehr umgehen, wenn sein Werk als solide Grundlage dienen soll für weitere darauf aufbauende wissenschaftliche Arbeit.

Gerade bei der Gattung *Coccomyxa*, bei welcher systematische Einheiten von verhältnismässig kleinen Verschiedenheiten vorhanden sind, die aber trotz ihrer Kleinheit nicht übersehen werden können, da sie durchaus erbkonstant sind, hat sich eine möglichst vielseitige Bearbeitung mit den feinsten Methoden der mikrobiologischen Technik als unerlässlich erwiesen. Die Aufgabe der Algologie kann heute wohl nicht allein darin bestehen, möglichst viele neue Formen aufzufinden, sondern ebenso darin, die bereits bekannten Formen systematisch durchzuarbeiten und auszuwerten zur Lösung von Fragen aus dem Gebiete der Vererbungslehre, der Morphologie und der Physiologie im Zusammenhange mit gleichlaufenden Arbeiten an höheren Pflanzen, wie sie von Systematikern und Vererbungsforschern zur Abklärung übergeordneter Zusammenhänge heute auf breiter Grundlage durchgeführt werden. In der vorliegenden Bearbeitung wurde denn auch bestmöglich dem Ziele nachgestrebt, alles erreichbare, der Gattung *Coccomyxa* angehörende Algenmaterial von einheitlichen Gesichtspunkten aus, nicht nur in frisch gesammeltem Material, sondern gleichzeitig auch in Parallelkulturen zu untersuchen und aus den Ergebnissen eine Synthese aufzubauen, einerseits in einer möglichst übersichtlichen Beschreibung und systematischen Klassifizierung der bereits bekannten, sowie der neuen Formen, und andererseits in der Berichtigung mancher unzutreffender Angaben, die infolge der Anwendung ungenügender Untersuchungsmethoden früheren Autoren unterlaufen waren. Dass mit der Fülle der in der Arbeit berücksichtigten Formen manche Probleme, namentlich diejenigen eines Vergleichs der Biologie der freilebenden mit derjenigen der in den Flechten an Pilze gebundenen Arten, nicht weitgehend genug berücksichtigt werden konnten, dürfte dadurch entschuldigt sein, dass es zunächst galt, eine Uebersicht zu gewinnen über das reichhaltige Material und dasselbe in Beziehung zu bringen mit den bereits beschriebenen Formen.

Letztere Aufgabe war anfangs durchaus nicht leicht. Wer die über *Coccomyxa*algen vorhandene Literatur kennt, wird dies bestätigen können, denn der Begriff *Coccomyxa* wird heute von den einzelnen Forschern verschieden aufgefasst, und Formen, die im Laufe der Untersuchung in die Gattung einbezogen werden mussten, sind in der Literatur unter ganz verschiedenen Namen aufgeführt. Dies gilt vor allem für die in Flechten gebundenen *Coccomyxa*algen.

Von besonderem Interesse war es, die neu aufgefundenen Algenformen mit möglichst vielen der früher beschriebenen Arten anderer

Autoren (SCHMIDLE, CHODAT, WILLE, ACTON, PASCHER, PRINGSHEIM usw.) gleichzeitig und unter denselben Wachstums- und Ernährungsverhältnissen in Reinkulturen zu züchten. Das war mir möglich, dank dem freundlichen Entgegenkommen meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. R. CHODAT (Genf), der mir in grosszügiger Weise den ganzen Schatz seiner die Gattung *Coccomyxa* betreffenden Algothek zu uneingeschränkter Benützung und Bearbeitung zur Verfügung stellte. Ich gestatte mir, an dieser Stelle Herrn Prof. CHODAT meinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Es handelte sich dabei um die Arten: *Coccomyxa pallescens* Chod., *C. thallosa* Chod., *C. lacustris* Chod., *C. solorinae* Chod., *C. solorinae saccatae* Chod., *C. solorinae croceae* Chod., *C. viridis* Chod., *C. Rayssiae* Chod. et Jaag, *C. subsphaerica* Chod. et Jaag, *C. elongata* Chod. et Jaag. Herr Prof. Dr. PRINGSHEIM (Prag) überliess mir in freundlicher Weise drei Stämme von *Coccomyxa*algen, wofür ich auch diesem Algenforscher grossen Dank schulde.

Die Aufgabe, die ich mir gestellt hatte, wäre unvollständig gelöst gewesen, hätte ich nicht die verschiedenen, heute vertretenen Auffassungen über die zur Gattung *Coccomyxa* gehörenden Algenformen einander gegenübergestellt: diejenige von H. PRINTZ (1927) und diejenige von R. CHODAT (1913). Die Ansichten dieser beiden Forscher gehen insofern auseinander, als R. CHODAT in *Coccomyxa* eine *Proto-coccoidee*, d. h. eine Alge sieht, welcher eine echte vegetative Querteilung (« nach *Pleurococcus*-Art ») fehlt, die sich dagegen durch Autosporen vermehrt, während PRINTZ nur Formen mit deutlichen Quertwänden in die Gattung *Coccomyxa* aufnimmt. Beide Autoren nehmen die von SCHMIDLE beschriebene *Coccomyxa dispar* für ihre Auffassung in Anspruch.

In der Prüfung dieser Frage half mir ein besonders glücklicher Umstand, dem ich auch die Möglichkeit einer klaren Entscheidung der Streitfrage verdanke. Nur das Studium des Originalmaterials, das bei der ersten Beschreibung vorgelegen hatte, konnte den sicheren Entscheid erbringen. Ich wandte mich deshalb an Herrn Geheimrat Dr. W. SCHMIDLE (Freiburg i. Br.) mit der Bitte, mir Einsicht zu gewähren in sein Originalmaterial. Die Bitte wurde mir erfüllt und Herr Dr. SCHMIDLE überreichte mir drei noch sehr gut erhaltene mikroskopische Präparate, sowie ein Fläschchen mit Formalinmaterial, das aus dem Jahre 1901 stammte: « Da mögen Sie nun selbst nachsehen, wie es sich denn eigentlich verhält! »

Ich bin an jenem Tage, an dem mich Herr Dr. SCHMIDLE in seiner badischen Heimat empfing, heimgekehrt mit einer hohen Verehrung für diesen greisen Forscher und mit dem Wunsche, einst auch so zuversichtlich einer jungen Generation die Beweise herausgeben zu

können über das, was ich vor mehr als dreissig Jahren beschrieb, wie Herr Dr. SCHMIDLE dies tat. Ich möchte meinen Dank auch diesem verdienten Algenforscher an dieser Stelle gerne festhalten. Eine Reihe in- und ausländischer Kollegen unterstützten mich in freundlichster Weise in meiner Arbeit, namentlich, indem sie mir interessantes, lebendes Flechtenmaterial zustellten. Es ist mir deshalb ein Vergnügen, meinen Dank abzustatten an Herrn Dr. Ed. FREY (Bern), der mich mit mancher Flechtensendung gleichzeitig auf interessante Fragen aufmerksam machte und der mir immer in uneigennützigster Weise seine ausgezeichneten Kenntnisse in Flechtensystematik zur Verfügung stellte. Sodann gilt mein Dank Herrn Dozent Dr. WALO KOCH (Zürich), ferner den Herren P. D. Dr. HELMUT GAMS (Innsbruck), Dr. LYNGE (Oslo), und Dr. ZAHLBRUCKNER (Wien). Aufrichtigen Dank schulde ich auch den Herren Prof. Dr. P. JACCARD (Pflanzenphysiologisches Institut der E. T. H.) und Prof. Dr. E. GÄUMANN (Institut für spezielle Botanik der E. T. H.), als deren Assistent ich die nötige Zeit finden konnte, die umfangreichen Untersuchungen durchzuführen und ganz speziell für das weitgehende Entgegenkommen der Herren Prof. Dr. GÄUMANN und Prof. Dr. JACCARD in der Anschaffung kostspieliger Spezialapparate und -einrichtungen.

Zürich 6, Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule,
im Juli 1933.

Dr. O. JAAG,

Privatdozent für Kryptogamkunde und Hydrobiologie.

Methodik

Schon G. KLEBS (1896) stellte als die drei unerlässlichen Forderungen einer erfolgreichen Bearbeitung der Algen auf :

1. die Reinkultur der in Frage kommenden Organismen, 2. die direkte Beobachtung und 3. die genaue Kenntnis der Bedingungen, unter welchen die einzelnen Entwicklungsstadien eintreten, oder der Uebergang der einen Form in die andere stattfindet. Diesen Forderungen wurde, soweit das zur Verfügung stehende Algenmaterial dies erlaubte, in vollem Umfange nachgelebt.

Sämtliche in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Algen, von denen lebendes Material beschafft werden konnte, wurden in absoluten Reinkulturen untersucht. Leider war dies nicht möglich für die zuerst von SCHMIDLE beschriebene Art *Coccomyxa dispar*, die als schleimiger Ueberzug auf Moosen in der Gegend von Heidelberg (im Jahre 1900) gefunden worden war. Meine sämtlichen Versuche, diese Alge in der Natur wiederzufinden, verliefen erfolglos, bis, als die vorliegende Arbeit bereits im Druck war, einer meiner Schüler, Herr E. THOMAS, stud. rer. nat., die interessante Alge in der Nähe von Zürich entdeckte. So konnte auch diese Art wenigstens in lebendem und in gutfixiertem Zustande mit den übrigen Arten mikroskopisch untersucht werden, und da sie in reichlicher Menge zur Verfügung stand, so dürfte auch dieser Vergleich von Interesse sein, um so mehr als, wie im Nachfolgenden gezeigt werden soll, dieser Vergleich zu einer Klärung der Systematik der Gattung beitrug.

Leider war es nicht möglich, irgendwelches Material zu beschaffen von der von A. PASCHER aufgestellten Art *Coccomyxa subglobosa*. Solches scheint nach einer schriftlichen Mitteilung von Herrn Prof. Dr. A. PASCHER (Prag) weder in lebendem noch in fixiertem Zustande aufbewahrt worden zu sein. Wir sind daher auf die wenigen Angaben angewiesen, die der Autor über diese Art gegeben hat.

Jede der beschriebenen Kulturen stammt von einer einzigen Zelle. Solche Zellen wurden isoliert mittels des Mikromanipulators nach einer Methode, wie ich sie in einer früheren Arbeit (1929) im einzelnen beschrieben habe. In sehr feinen sterilisierten Mikropipetten wurden einzelne Algen im mikroskopischen Feld (im hängenden Tropfen) ausgewählt und aufgefangen, hierauf durch Ueberführung durch eine

Reihe einzelner Tropfen sterilisierten Wassers von Bakterien und anderen Unreinigkeiten befreit und sodann in sterilisierte Nährmedien übertragen. Auch die Gewinnung des Gonidienmaterials erfolgte nach der früher (1929) beschriebenen und für die Gattung *Parmelia* angewandten Methode, mit dem Unterschiede freilich, dass bei den *Coccomyxa*-Gonidien die grünen Zellen nicht zuerst von anhaftenden Hyphen des Flechtenpilzes befreit werden mussten, wie dies bei den Gonidien der meisten anderen Flechtengattungen der Fall ist. Denn, im Gegensatz zu den Flechten mit *Cystococcus*- und *Pleurococcus*-Gonidien, sind bei den Gattungen *Peltigera*, *Solorina* und *Icmadophila* nur äusserst selten grüne Algenzellen zu beobachten, die mit einem Stück des Flechtenpilzes zusammenhängen. Die Gonidien scheinen vielmehr bei *Peltigera* und *Solorina* in hohlkugeligen Behältern im Hyphengewebe mehr oder weniger frei nebeneinander zu liegen, und es ist eine Aufgabe für sich, die Art und Weise des Austausches von Nährstoffen zwischen Alge und Pilz in diesen Flechtenthalli zu untersuchen.

Besondere Sorgfalt war vor der Aussaat der Gonidien der Reinigung der Thallusoberfläche zu widmen, da epiphytische, also nicht zur Flechtengemeinschaft gehörige Algen, in grosser Zahl dort vegetieren.

Für die Kultur der Algen wurde als Nährmedium allermeist Knopsche Nährlösung verwendet von der Zusammensetzung :

H ₂ O	1000,0 g
Ca (NO ₃) ₂	1,0 g
Mg SO ₄	0,25 g
K Cl	0,25 g
K H ₂ PO ₄	0,25 g
Fe Cl ₃	Spuren.

Diese Lösung wurde auf $\frac{1}{3}$ verdünnt und teils flüssig, teils durch Zusatz von 1,5 % Agar-Agar in festem Zustande verwendet. Entsprechend den durchzuführenden Versuchen wurde der mineralischen Stammlösung Glucose oder Pepton in verschiedenem Verhältnis und verschiedener Konzentration beigegeben. Die Sterilisation erfolgte durch Erhitzung an drei aufeinanderfolgenden Tagen während jeweils 1 Stunde auf 98° C. Sämtliche Versuche wurden in je 10 parallelen Reihen durchgeführt. Diese Methode erlaubte in weitgehendem Masse, Zufallsresultate auszuschliessen und eine genügende Zahl von Einzelergebnissen zu erhalten für die Berechnung der Mittelwerte.

Handelte es sich um die Ermittlung der Masse einer unter bestimmten Bedingungen gewachsenen Alge, so wurde der Inhalt jedes Versuchskolbens (immer 10 Kolben je Versuch) während 30 Minuten bei 3000 Touren zentrifugiert (Algen auf festen Nährböden wurden zu diesem Zwecke in Wasser aufgeschwemmt). Da die Zentrifugier-

gläschen nach unten verjüngt und zugleich mit einer Meßskala versehen waren, so konnte auf diese Weise die Menge des frischen Algenmaterials in cm^3 unmittelbar abgelesen werden. Die so erhaltenen Werte ergaben aber nicht ein absolutes Mass für die Menge der bei den verschiedenen Klonen auf einem bestimmten Nährboden entwickelten Algenmasse, da das Material verschieden dicht ineinanderlag, je nach dem Grade der Schleimbildung der verschiedenen Arten. Es wurde deshalb immer gleichzeitig auch das Trockengewicht bestimmt, indem die Zentrifugiergläschen (vor der Einfüllung bei 103°C getrocknet und gewogen) mit den Algen wiederum getrocknet und gewogen wurden. Aus der Gewichts-differenz ergab sich sodann ein absolutes Mass für die Menge der gebildeten Algen. Auf festen Nährböden wurde zum Vergleich der Wachstumsintensität überdies in sämtlichen 10 Parallelkulturen der Durchmesser der Kolonie gemessen und daraus der Mittelwert und der mittlere Fehler berechnet.

Die Farbe der Kolonien auf festen Nährböden wurde mit den Nummern im Code des couleurs von Klincksieck et Valette (1908) angegeben.

Die variationsstatistische Bearbeitung erfolgte ebenfalls nach einheitlicher Methode. Ein zwischen Objektträger und Deckgläschen eingeschlossenes Algenmaterial wurde mittelst des Edingerschen Zeichenapparates mit möglichst starker Vergrößerung auf einen Tisch projiziert; die Konturen wurden mit hartem Bleistift nachgezeichnet und nachher ausgemessen. Die Variationskurven beruhen auf der Messung von je 200 Algenzellen. Mittelwert und Streuung wurden nach den Formeln von Johannsen (1926) berechnet :

$$\text{Mittelwert: } M = \frac{\sum p a}{n}; \text{ Streuung: } \sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum p D^2}{n}}$$

a = Klassenwerte,

p = Frequenz der einzelnen Klassenwerte,

n = Gesamtzahl aller Individuen,

D = Abweichung vom Mittelwert.

Die Grössenverhältnisse der Zellen eines bestimmten Algenmaterials sind spezifisch für bestimmte Ernährungsbedingungen. Aus dieser Tatsache ergibt sich die Frage: Welches Nährsubstrat soll gewählt werden zur Feststellung der Variationskurven? In meiner Arbeit (1929) über *Parmelia*- und *Cladoniagonidien* verwandte ich als Standardmedium für sämtliche biometrischen Messungen $\frac{1}{3}$ Knop + 2 % Glucose. Diesen Nährboden wählte ich, weil er sich für sämtliche in die Untersuchungen einbezogenen Algen, aber auch für die über-

wiegende Mehrzahl anderer Algentypen, wenn nicht als ein optimales, so doch als ein gut zusagendes Substrat herausgestellt hatte. Er lässt sich auch leicht, immer und überall in genau derselben Zusammensetzung herstellen und damit ist für jeden Algologen nicht nur die Möglichkeit gegeben, die Angaben jederzeit nachzuprüfen, sondern auch auf dieser Grundlage weiterzubauen und in objektiver Weise neue Untersuchungen den früheren gegenüberzustellen. Hätte ich z. B. Knop-Glucose-Pepton verwendet, einen Nährboden, der vielen Algen ebenfalls zusagt, so hätte das schon den Nachteil gehabt, dass die Herstellung eines durchaus einheitlichen derartigen Substrates in verschiedenen Ländern weniger leicht möglich wäre, da Peptone verschiedener Herkunft (Pepton Witte, P. Merk, P. Siegfried) nicht genau dasselbe sind und daher auch nicht vergleichbare Versuchsergebnisse ergeben können. Dies zeigt sich immer, wenn Pepton verschiedener Firmen nebeneinander zur Verwendung gelangt.

Ed. FREY (1932) hielt es für richtiger, statt, wie ich es tat, für den Vergleich von Variationskurven Material zu wählen, das unter denselben Wachstumsbedingungen sich entwickelt hatte, solches als Kulturmedium zu wählen, das für jede der zu vergleichenden Arten oder Rassen die optimalen Ernährungsbedingungen darstellt. Ed. FREY drückt das folgendermassen aus (siehe FREY S. 194) :

« JAAG (1929, S. 91) hat versucht, die Spezifität in biometrischen Kurven darzustellen. Er macht selber vorsichtige, einschränkende Bemerkungen zu seinen Zusammenstellungen. Man muss sich fragen, ob man wirklich Messungen von verschiedenen Arten, gewonnen auf genau demselben Substrat, verwenden kann, um die Grösse der spezifischen Distanz festzustellen. Sollte man nicht eher von jeder Algenart die optimalen Nährmedien suchen und dann erst diese optimalen Ergebnisse miteinander vergleichen? Dasselbe lässt sich nicht nur für den biometrischen Vergleich, sondern überhaupt für den Vergleich von Eigenschaften von Reinkulturen auf gleichen und verschiedenen Substraten einwenden. Uebertragen wir diese Forderung auf Experimente mit Blütenpflanzen, so kommt sie uns wohl etwas selbstverständlicher vor.

Wollen wir beispielsweise die spezifischen Unterschiede der Rassen von *Carex ferruginea* und *Carex sempervirens* miteinander vergleichen, so dürfen wir kaum die Rassen der beiden nahe verwandten Arten auf den gleichen Böden ziehen, sondern die Rassen der *C. ferruginea* auf einem frischen, kalkhaltigen, die Rassen der *C. sempervirens* auf einem saureren Boden. Die Rassen der beiden Arten werden sich nur in den ihnen zusagenden optimalen Bedingungen in typischer Weise voneinander differenzieren. »

Das Beispiel von *Carex ferruginea* und *C. sempervirens* hat zweifellos auf den ersten Blick etwas Ueberzeugendes. Für Mikroorganismen, wie z. B. die Grünalgen, um die es sich in der vorliegenden Arbeit handelt, wäre aber diese Methode keineswegs zu empfehlen. Denn das würde zu derart komplizierten Dingen führen, dass die Angaben verschiedener Forscher kaum mehr verglichen, noch weniger kontrolliert werden könnten. Was heisst zunächst : optimale Nährmedien ? Wäre darunter dasjenige zu verstehen, in dem die Alge das rascheste oder üppigste Wachstum zeigt ? Oder wäre das Substrat zu verwenden, das die schönsten und grössten Zellformen zur Entwicklung bringt; oder kommt der Nährboden in Frage, in dem die Algenzellen den in der Natur beobachteten Formen am nächsten stehen ? Ueber diese Frage müsste man sich zunächst einigen. Die Entscheidung wäre gar nicht leicht. Denn, entschieden wir uns z. B. für den Nährboden, der die grössten, bestausgebildeten Zellen hervorbringt, so wählten wir z. B. für unsere *Coccomyxa* N° 68 eine Flüssigkeit von Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glucose + 5 % Pepton. Ein Vergleich der verschiedenen systematischen Einheiten in dieser Flüssigkeit liesse sich durchführen; aber die Formen gleichen dann so wenig den in der Natur beobachteten, dass man dieses Nährsubstrat doch lieber beiseite lassen würde. Ueberdies hat eine so rasch wachsende Kultur eine kurze Lebensdauer. Nach 2—3 Monaten hört jede Entwicklung auf; es treten Mast- und Degenerationsformen auf und der Chromatophor wird immer mehr reduziert. Ein Vergleich wäre dann schwer. Eine andere Einheit hätte die optimalen Entwicklungsbedingungen in Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glucose (d. h. in bezug auf die gewählte Eigenschaft : Bildung der grössten Zellen). Ein Vergleich der beiden könnte nur dann durchgeführt werden, wenn die Form und Grösse der Zellen für eine Art oder Rasse in jedem Nährmedium gleich wären. Dies ist aber nicht der Fall, denn Form und Grösse hängen, wie oben erwähnt, weitgehend vom Nährboden ab. Wenn man daher dem Einwand, den Ed. FREY — übrigens mit aller Vorsicht — erhebt, für Untersuchungen an höheren Pflanzen bestimmen könnte, so kann man es sicher nicht tun für niedere Organismen, da dadurch eine derartige Unsicherheit in die Experimentierarbeit und namentlich in die Beschreibung und den Vergleich verschiedener Materialien käme, dass niemand mehr den Mut hätte, solche schon an sich komplizierten Untersuchungen in Angriff zu nehmen.

Mir scheint, dass die eingeschlagene Methode praktisch die einfachste und zugleich die sicherste ist : Einen Standardnährboden zu wählen, in dem die weitaus grösste Zahl der einzelligen Algen gut gedeiht, und der überall leicht und in genau gleicher Zusammensetzung hergestellt werden kann. Auf diese Weise allein können meiner Ansicht

nach die Ergebnisse verschiedener Forscher in objektiver Weise miteinander verglichen und in der ganzen Erforschung der Algen und Flechtengonidien die für den Fortschritt so notwendige Einheitlichkeit erzielt werden. Ich wählte deshalb für die biometrische Bearbeitung sämtlicher *Coccomyxa*algen (sowie auch in den Untersuchungen über *Cystococcus* usw.) als Standard-Nährboden Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glucose. Auf diese Weise wird es jedem Algologen möglich sein, eine schon beschriebene Form nach den Grössenverhältnissen zu bestimmen und auch noch nicht beschriebene Klone den bekannten anzugliedern. In vielen Fällen sind überdies die Grössen- und Formverhältnisse in rein mineralischer Lösung (Knop $\frac{1}{3}$) angegeben.

Coccomyxa

W. SCHMIDLE (1901) stellte die Gattung auf Grund eines Algenmaterials, das er als schleimig-klebrigen Ueberzug auf Moosen unter Tannen auf dem « Königsstuhl » bei Heidelberg gefunden hatte. Seine Beschreibung ist klar und übersichtlich, sowohl hinsichtlich der Angaben über die Zellformen und den Zellinhalt, als auch der Art und Weise ihrer Vermehrung. Auf dieser Grundlage baute R. CHODAT (1909/13) weiter, indem er die Gonidien zweier Flechtenarten *Solorina saccata* (L.) Ach. und *S. crocea* (L.) Ach. als neue Arten: *Coccomyxa solorinae* Chod., *C. solorinae saccatae* Chod. und *C. solorinae croceae*, sowie eine Reihe freilebender Algen (*Coccomyxa viridis*, *C. thallosa* usw.) in diese Gattung einreihete. R. CHODAT stellte *Coccomyxa* unter die *Protococcaceen*, speziell unter die *Oocystaceen*, und folgte darin SCHMIDLE, der ausdrücklich betont: « . . . dieselbe (die Gattung *Coccomyxa*) verbindet die Gattung *Raphidium* mit *Dactylothece*, welche, wie CHODAT mehrfach betont, eine zusammenhängende Reihe bilden. » SCHMIDLE glaubte, auch *Dactylococcus natans* Chod. (= *Dactylococcus lacustris* Chod. [1897]) in der Gattung unterbringen zu dürfen, eine Alge, die ebenfalls eines Pyrenoids entbehrt. Dieser Zusammenziehung ist von keiner Seite widersprochen worden und dürfte auch durchaus berechtigt sein.

Bei der Neubearbeitung der Grünalgen in der zweiten Auflage des 3. Bandes im Werke von ENGLER-PRANTL « Die natürlichen Pflanzenfamilien » (1927) trennte nun PRINTZ wieder die in dieser Gattung vereinigten Arten, indem er nur die von SCHMIDLE beschriebene *Coccomyxa dispar* berücksichtigt, und sich im übrigen darüber ausschweigt, was mit sämtlichen nachträglich von CHODAT, ACTON u. a. beschriebenen Arten geschehen soll. *Coccomyxa dispar* reiht er unter den *Pleurococcaceen* ein.

Welche Gründe veranlassten PRINTZ zu dieser Trennung und Umgruppierung? Er schreibt hierüber (l. c. S. 104):

« Wahrscheinlich verstecken sich in der Gattung *Coccomyxa* mehrere ganz verschiedene Gattungen. Als *Coccomyxa* führe ich nur diejenigen Arten auf, die sich, wie die typische Art *C. dispar* SCHMIDLE, durch eine wahre Zellteilung vermehren. Bei gewissen anderen Arten, z. B. *C. lacustris* Chodat, ist Autosporenbildung angegeben, welche deshalb einer ganz anderen Familie, wahrscheinlich den *Tetra-*

sporaceen oder den *Oocystaceen*, eingereiht werden müssen. Da diese Arten noch ganz ungenügend bekannt sind, lässt sich die Frage betreffs ihrer systematischen Stellung vorläufig nicht sicher entscheiden. Bei *C. subellipsoidea* Acton werden ausser Autosporenbildung auch zweiwimperige Schwärmer verschiedener Grösse angegeben, aber es liegt hier aller Wahrscheinlichkeit nach eine Vermischung zweier verschiedener Algen vor, einer pyrenoidlosen und einer pyrenoidführenden, die gleicherweise aussehen, z. B. eine kleine *Chlamydomonas* resp. deren Ruhestadium. Die Gattung *Coccomyxa* ist noch ganz ungeklärt, sowohl hinsichtlich der allgemeinen Kenntnis wie des Umfangs der Gattung, und jede einzelne Art ist unter neueren systematischen Gesichtspunkten noch eingehendsten Studiums dringend bedürftig. In der Koloniform zeigt sich gewisse Ähnlichkeit mit *Elakathotrix*, aber entscheidend für die systematische Stellung der einzelnen hierher gerechneten Arten ist ihr Vermehrungsmodus, und die ganze Gattung bedarf daher der konkretesten Sichtung, bevor sich die wahre Artenzahl festsetzen lässt. Viele der *C.*-Arten, inkl. die *Dactylococcus*-Arten, sind übrigens möglicherweise keine selbständigen Algen, sondern vielleicht Entwicklungsstadien anderer Algen. Es ist anzunehmen, dass es sich bei einigen um Algen handelt, die mit *Ulothrichaceen* zusammenhängen und vielleicht reduzierte *Ulothrichaceen* darstellen. Möglicherweise sind auch *Heteroconten* dabei. »

Dieser Darstellung völlig widersprechend, geht aus meinen Untersuchungen hervor, dass die Gattung *Coccomyxa* bei weitem nicht so kompliziert ist, wie es nach der Auffassung von PRINTZ aussehen könnte. *Coccomyxa* erweist sich im Gegenteil als eine sehr einheitliche Gruppe von Algenarten, die sich nur verhältnismässig wenig voneinander unterscheiden, und die nach allen wichtigen Merkmalen eine wirkliche natürliche Einheit darstellen.

Um diese Einheitlichkeit der Gattung zu erreichen, müssen freilich verschiedene irrige Angaben, die namentlich aus der älteren Literatur stammen und immer wieder nachgesprochen und in der Darstellung von PRINTZ miteinbezogen worden sind, korrigiert werden. Diese Aufgabe bietet aber keine besonderen Schwierigkeiten, wie im Folgenden gezeigt werden soll.

Die Hauptschwierigkeit, die unter dem Namen *Coccomyxa* vereinigten Algenformen in den einheitlichen Rahmen einer Gattung zu bringen, liegt nach PRINTZ in der angeblich durchaus verschiedenen Art und Weise der Vermehrung bei den einzelnen Arten. So steht nach PRINTZ auf der einen Seite *Coccomyxa dispar* Schmidle, mit echter Zellteilung (« nach *Pleurococcus*-Art »), auf der anderen Seite die

Gesamtheit aller weiteren *Coccomyxa*-arten, die in ihrer Vermehrung Autosporen ausbilden. Ein weiterer Punkt liegt im Vorhandensein bzw. Fehlen eines Pyrenoids und schliesslich noch in der Bildung von Zoosporen, wie sie für *Coccomyxa subellipsoidea* Acton und andeutungsweise auch für *C. ophiuræ* Rosenvinge angegeben wird. PRINTZ sieht also im Gegensatz zu R. CHODAT in der Beschreibung und in den Bildern von SCHMIDLE eine echte Zellteilung (« nach *Pleurococcus*-Art », wie er sich an anderer Stelle ausdrückt), eine Art der Zellvermehrung, die von der Bildung von Tochterzellen innerhalb einer Mutterzellmembrane (Autosporen) scharf zu trennen ist.

Obgleich sich mir von Anfang an die Auffassungen von SCHMIDLE und CHODAT in ihren wesentlichen Punkten zu decken schienen, während diejenige von PRINTZ auch zu der SCHMIDLE'schen Auffassung in Widerspruch steht, verschaffte ich mir das Originalmaterial, das SCHMIDLE bei der Aufstellung der Gattung vorgelegen hatte, um die Streitfrage, wenn möglich, endgültig zu entscheiden.

Die Durchsicht des ursprünglichen Materials ergab als Resultat die klare Erkenntnis, dass kein Recht vorliegt, aus Gründen der Vermehrungsweise *Coccomyxa dispar* von den sämtlichen später beschriebenen Arten zu trennen, noch sie aus der systematischen Verwandtschaft von *Raphidium* und den verwandten Gattungen zu entfernen. Namentlich ist es durchaus irrig, die Gattung *Coccomyxa* unter den *Pleurococcaceen* einzureihen.

Es ist nur schwer verständlich, weshalb ein so ausgezeichneter Algologe wie PRINTZ sich zu diesem Vorgehen entschliessen konnte, da doch SCHMIDLE, namentlich in bezug auf die Vermehrung, sich durchaus klar ausdrückt: « Zellteilung innerhalb der Mutterzellen schief nach aufwärts verlaufend, meist simultan in sich überkreuzenden Richtungen, so dass vier Tochterzellen entstehen. Die Muttermembran nimmt an der Teilung nicht Anteil. » Klarer könnte meines Erachtens die Diagnose kaum sein. Tatsächlich handelt es sich um die Bildung von vier oder zwei Autosporen innerhalb einer Mutterzellmembran; diese verschleimt früher oder später und verschwindet, wie dies bei allen typischen *Protococcoideen*, *Raphidium* usw. der Fall ist. SCHMIDLES Angabe « Die Mutterzellmembran nimmt an der Teilung nicht Anteil » steht doch wirklich in klarem Gegensatz zu dem, wie PRINTZ (1927, S. 100) die pleurococcoideale Teilung charakterisiert: « ... die jungen Zellwände setzen also an die alten persistierenden an. »

Die Abbildungen, die SCHMIDLE seiner Beschreibung beifügt und die der Natur sehr getreu nachgezeichnet sind, lassen zwar diese an der Zellteilung nicht beteiligte Mutterzellmembran nicht deutlich in Erscheinung treten, und diese Abbildungen könnten in der Tat den

Verdacht einer echten Querteilung der ganzen Zelle aufkommen lassen. Dies ist aber ebenso der Fall, wenn man das Originalmaterial betrachtet, in dem die grünen Zellen in dichte Schleimhüllen eingeschlossen sind. Auch in den Reinkulturen suchte ich oft stundenlang umsonst nach Anfangsstadien der Teilung, die zwei oder vier Tochterzellen innerhalb einer Mutterzellwand zeigen sollten. Das hat seinen Grund darin, dass die Teilung verhältnismässig rasch verläuft und dass sich die Mutterzellmembran, die selbst dünn ist, rasch auflöst, oder, wie dies bei *Coccomyxa dispar* der Fall ist, verquillt und, wenn viele Zellen aneinanderkleben, ein *tetraspora*artiges, schleimiges Lager bilden, in dem die grünen Zellen verteilt sind. Ob freilich bei *Coccomyxa dispar* die gequollene Membran allein die hyaline Schleimhülle liefert, scheint mir fraglich, denn die Hüllen sind oft so dick, dass durch die Zellwand hindurch Schleim fortwährend abgeschieden werden dürfte. Auch bei *Coccomyxa lacustris* (Chod.) Pascher (= *C. natans* [Chod.] Schmidle) mag dies zutreffen, während umgekehrt bei den *Coccomyxa*gonidien der Schleim ausschliesslich von den verschleimenden Membranen her stammt. Wenn SCHIMDLE in Fig. 6 und 7 seiner Arbeit (1901) Teilungsstadien angibt, ohne die Mutterzellmembran besonders darzustellen, so ist er dazu berechtigt, da diese so dünn ist, dass sie an lebendem Material ungefärbt meist gar nicht zu erkennen ist. Tuscheausstriche nach der Methode der Bakteriologen (BURRI) machen diese Membranen deutlich sichtbar.

Was das Vorhandensein oder Fehlen eines Pyrenoids anbetrifft, so liegen die Verhältnisse noch nicht völlig klar. Bisher waren es E. ACTON, ARTARI, WILLE und PETERSEN, die pyrenoidführende *Coccomyxa*algen beschrieben. Bei ACTON handelt es sich um *C. subellipsoidea*, die vermeintliche Gonidialalge von *Botrydina vulgaris* Bréb., bei PETERSEN um *C. Naegeliana* (Artari) Wille und bei WILLE um *C. litoralis*. Bei sämtlichen übrigen freilebenden oder in Flechten gebundenen Arten, soweit sie nicht auf Grund anderer Merkmale aus der Gattung ausgeschieden werden mussten, konnten Pyrenoide nicht nachgewiesen werden. Die Angabe ACTONS muss korrigiert werden, da das dieser Forscherin vorgelegene Botrydinamaterial nicht einheitlich war, was aus ihren Mitteilungen und Figuren deutlich hervorgeht. Sämtliche neueren Untersuchungen von PRINGSHEIM, MAINX und JAAG haben die Richtigkeit dieser Vermutung erwiesen. Mehr Wahrscheinlichkeit besitzen in bezug auf das Pyrenoid die Angaben PETERSENS und WILLES, wonach *C. Naegeliana* (Artari) Wille und *C. litoralis* (Hansg.) Wille ein Pyrenoid besitzen. Wenn auch diesen Autoren nur teilweise Kulturen vorlagen, so werden ihre Behauptungen durch die dem Text beigegebenen Figuren doch recht glaubwürdig gemacht.

SCHMIDLE konnte für *C. dispar* ebenfalls kein Pyrenoid nachweisen; er sagt hierüber : « Der Inhalt der Zelle besteht aus einem sehr zarten wandständigen Chromatophore. Dieses bedeckt höchst selten die ganze Zelle, sondern lässt meist die geradere Längsseite frei. In diesem hyalinen Zellteile befinden sich fast immer mehrere feine Körnchen, deren Natur ich nicht klarlegen konnte. Mit Hämatoxylin färbten sie sich nicht, auch nicht mit Jod; wahrscheinlich enthalten sie Reservestoffe (Oeltröpfchen?). Pyrenoide fehlen immer, dagegen war leicht, fast in der Mitte der Zelle liegend, ein kleiner Zellkern sichtbar. »

Ich habe SCHMIDLES Material nachgeprüft und bin zu demselben Schlusse gelangt. Auf Grund dieser Nachprüfung und angesichts der Tatsache, dass bei keiner der vollständig, sicher und namentlich in Kultur untersuchten Arten ein Pyrenoid vorhanden ist, war ich anfänglich geneigt, pyrenoidführende Formen aus der Gattung *Coccomyxa* auszuschliessen. In dem neuen, oben erwähnten Funde von *Coccomyxa dispar* in der Nähe von Zürich handelt es sich aber um Zellen, bei denen das Vorhandensein eines Pyrenoids ausser Frage steht, was aus der Betrachtung frischen, sowie gefärbten Materials auf den ersten Blick hervorgeht. Dieses Pyrenoid liegt ungefähr in der Mitte des Chromatophoren, ist gross und deutlich und färbt sich in seiner peripheren Zone durch Jod in durchaus typischer Weise blau. Bei Hämatoxylinfärbungen tritt, entsprechend den Angaben von SCHMIDLE, der kleine Zellkern deutlich hervor, während das Pyrenoid ungefärbt im Chromatophoren noch sichtbar bleibt.

Eine Untersuchung dieses interessanten Falles ist bereits im Gange. Wahrscheinlich muss das neugefundene Material wegen des Besitzes eines Pyrenoides als eigene Art von *Coccomyxa dispar* abgetrennt werden. Doch möchte ich damit zuwarten, bis die Alge in Reinkultur vorliegt. Aus diesen Tatsachen geht hervor, dass wohl auch pyrenoidführende Formen in die Gattung aufgenommen werden müssen, wenn ihre übrigen Merkmale denen der Gattung entsprechen.

Zoosporen wurden von E. ACTON für *Coccomyxa subellipsoidea* angegeben. Auch hier dürfte dieselbe Erklärung richtig sein : in den von ACTON beschriebenen und abgebildeten pyrenoidführenden Zellen handelt es sich um Algen, die mit *Botrydina vulgaris* nicht in Zusammenhang stehen, sondern um Formen, die dem untersuchten Material beigemischt waren, aber nicht in die Verwandtschaft von *Coccomyxa* hineingehören. (Für die Einzelheiten siehe : Jaag [1933] : *Botrydina vulgaris* Bréb., eine Lebensgemeinschaft von Moosprotonemen und Grünalgen.)

So ergibt sich für die Gattung *Coccomyxa* eine durchaus einfache, natürliche Umgrenzung : Längliche ovale, ellipsoidische oder annähernd

rundliche Zellen von 7—12 μ mittlerer Länge, 4—10 μ mittlerer Breite mit muldenförmigem parietalem Chromatophor, meist ohne, selten mit Pyrenoid, dünner, leicht verschleimender Zellwand und einem kleinen Kern. In verschiedenen Arten sind die Zellen in Gallerte eingehüllt. Die Vermehrung erfolgt durch Autosporenbildung innerhalb der Mutterzellmembran.

Umgrenzung der Gattung

Als Gattungsdiagnose kann für *Coccomyxa* die durch R. CHODAT (1913) erweiterte Fassung derjenigen von SCHMIDLE bestehen bleiben. Sie lautet: « Cellulae baculiformes vel anguste ellipsoideae libere nantantes, vel gelatina aggregatae, divisione contentus cellulae matricialis transversa dein obliqua multiplicatae. Sporae demum elongatae cellulae matriciali similes i. e. autosporae binae vel quatuor. »

Die Gattung umfasst Algen, deren Zellen sowohl im ausgewachsenen als auch im jugendlichen Zustande (Autosporen) länglich ellipsoidische Form haben. Bei *Coccomyxa subsphaerica* Chodat et Jaag erreichen freilich viele Zellen annähernd oder sogar völlig kugelige Gestalt. Diese Individuen stellen aber das eine Extrem der Formen dar.

Im Mittel ergibt sich dagegen immer für das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ ein Wert höher als 1,0.

Trotzdem für *Coccomyxa olivacea* Petersen nur von kugeligen Zellen die Rede ist, so habe ich, da mir mangels Materials eine Prüfung nicht möglich war, diese Art vorläufig noch in der Gattung beibehalten. Es sind aber eingehende Untersuchungen notwendig, um die Alge endgültig systematisch einreihen zu können. Auszuschliessen sind in bezug auf die Form Algen, die nur ovale Autosporen, dagegen mehrheitlich runde Formen bei den erwachsenen Zellen aufweisen. Mehrheitlich, sei dabei betont. Denn, wie bei *C. subsphaerica*, kommen in allen *Coccomyxa*-arten gelegentlich auf bestimmten Nährböden kugelige Zellen vor. Sie bilden aber immer nur das eine Extrem der Variabilität; nie liegt dagegen in den Variationskurven der Mittelwert von $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ bei 1, sondern bei 1,2; 1,4; 1,6 usw. Dadurch unterscheiden sich die *Coccomyxa*-arten von verwandten Arten der Gattung *Palmellococcus*, in welcher verschiedene Species zusammengeschlossen sind, die gelegentlich ovale Autosporen hervorbringen. Dies ist namentlich der Fall bei *P. symbioticus* Chod., für welche Art R. CHODAT als Dimensionen angibt 12/10, 9/9, 9/6, 6/4, 10/10 μ . Diese Grössenverhältnisse stimmen durch-

aus mit denen der *Coccomyxa*algen überein, und da diese wie jene meist eines Pyrenoides entbehren, so gibt es innerhalb des Formenkreises beider Gattungen Zellen, die bei alleiniger mikroskopischer Betrachtung durch ihre Formen nicht auseinandergehalten werden können. Mit Sicherheit lassen sich beide Gattungen dagegen abgrenzen durch ihre Variationskurven aus der Länge der Zellen und dem Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$.

Ein Blick auf die Kolonien, welche die beiden Gattungen in Reinkulturen hervorbringen, genügt ebenfalls, um alles, was zu *Coccomyxa*, bzw. zu *Palmellococcus* gehört, auseinanderzuhalten. Denn die Kolonien der ersteren sind auf einem bestimmten festen Substrat durchaus einheitlich, indem sie ohne Ausnahme eine regelmässige knopfähnliche Form besitzen mit durchaus glatter Oberfläche, scharfem Glanz und, wenigstens in jüngeren Kulturen, tief dunkelgrüner Farbe. *Palmellococcus* bildet dagegen Kolonien von ganz anderem Anblick aus. Diese sind weniger gewölbt als die Kolonien der verschiedenen *Coccomyxa*-arten. Ihre Farbtöne sind im allgemeinen wesentlich heller und weniger einheitlich. Noch zahlreiche weitere Unterscheidungsmerkmale könnten angeführt werden. Das Erwähnte dürfte aber genügen, um Algen von der Zugehörigkeit zu *Palmellococcus* von den zu *Coccomyxa* gehörenden Formen eindeutig zu unterscheiden.

Keineswegs leicht ist die Abgrenzung nach *Oocystis Naegelii* A. Br. hin. Diese Alge hat hauptsächlich ellipsoidisch langgestreckte Zellen, die an den Polen regelmässig abgerundet sind und im Gegensatz zu den übrigen *Oocystis*arten auch eines Pyrenoids entbehren. Die Grösse der Zellen stimmt ebenfalls mit der mittleren Grösse derjenigen verschiedener *Coccomyxa*arten überein. Leider war es mir nicht möglich, *Oocystis Naegelii* in Reinkultur mit den *Coccomyxa*arten gleichzeitig zu untersuchen. Es wäre dies interessant gewesen, da die farbigen Abbildungen, die R. CHODAT (1913 Taf. VI 31—34) davon gibt, die Alge *O. Naegelii* den *Coccomyxa*arten nahe verwandt erscheinen lassen. Wenn auch bei den letzteren Verfärbung der Kolonien nicht häufig vorkommt, so zeigen doch die mit dem Alter gelb werdenden Kolonien von *C. pallescens* u. a., dass eine verhältnismässig starke Verfärbung prinzipiell auch bei *Coccomyxa* möglich ist. Auch der schmale gelbe Rand, sowie das heller gefärbte Zentrum der Kolonie von *O. Naegelii* auf Agar-Glucose erinnern an ähnliche Erscheinungen bei *Coccomyxa*. Da in anderen *Oocystis*arten (*O. solitaria* Wittr., *O. lacustris* Chod. und *O. submarina* Wille) an den beiden Polen der Mutterzellen immer Wandverdickungen vorkommen, die bei *O. Naegelii* fehlen, so wird letztere Alge durch diese Eigenschaft ebenfalls in die Nähe von *Coccomyxa* gerückt.

Innerhalb der Gattung *Chlorella* sind verschiedene Arten, die, wenigstens in gewissen Stadien, mit *Coccomyxa*algen verwechselt werden könnten. Hier sind vor allem *Chlorella lichina* Chod. und *C. cladoniae* Chod. zu erwähnen, Arten, deren Autosporen vielfach regelmässig ellipsoidisch sind, und die diese Umrisse lange Zeit beibehalten. Die Zugehörigkeit solcher Zellen zur Gattung *Chlorella* wird aber immer erkannt werden können durch das Vorhandensein eines, manchmal sogar mehrerer Pyrenoide. Das Fehlen eines Pyrenoids ist überhaupt ein sicheres Zeichen, durch das sich (mit Ausnahme von wenigen Arten) die Mehrzahl der *Coccomyxa*algen von *Chlorella* unterscheidet. Es braucht nicht weiter erwähnt zu werden, dass noch zahlreiche Algen aus den verschiedensten Gattungen und Familien gelegentlich *coccomyxa*ähnliche Stadien ausbilden können. Man braucht dabei nur an die ausserordentliche Vielgestaltigkeit zahlreicher *Scenedesmus*arten zu denken (*S. obtusiusculus* Chod.), deren weitgehender Polymorphismus bekanntlich zu mancherlei Unklarheiten in der algologischen Literatur Anlass gab. Wie weitgehend *Chlorella cladoniae* Chod. in ihren Formen *Coccomyxa*algen gleicht, zeigt die Angabe von R. CHODAT: « La formation des spores se fait si facilement qu'on ne trouve plus guère que des cellules dactylococcoïdes. Il n'y a presque pas de cellules arrondies. »

Ourococcus bicaudatus Grobéty (früher *Dactylococcus bicaudatus* Al. Braun einschliesslich *D. caudatus* Hausg.) zeigt häufig ellipsoidische Formen, die weitgehend an *Coccomyxa* erinnern. Da bei jener Alge überdies das Pyrenoid oft nur schwer zu erkennen ist, so könnten in vermischtem Material Zellen beiderlei Zugehörigkeit kaum auseinandergehalten werden. Liegen aber von beiden Algen Reinkulturen vor, so ist die Abgrenzung leicht zu machen, da bei *Ourococcus* die meisten Zellen an beiden Polen borstenartig verjüngte Anhängsel tragen, wie sie bei *Coccomyxa* niemals vorkommen. In reichlich vorhandenem Material wird es auch immer möglich sein, bei *Ourococcus* durch Färbung das Pyrenoid sichtbar zu machen, so dass, falls ein solches vorhanden ist, nur wenige leicht erkennbare *Coccomyxa*arten zum Vergleich in Frage kommen.

Durch die Art der Vermehrung steht *Coccomyxa* der Gattung *Ankistrodesmus* (*Raphidium*) nahe. Die Zellformen dieser beiden Algentypen sind aber so verschieden, dass die einzelnen Individuen leicht auseinandergehalten werden können. Auch gegenüber *Stichococcus* ist die Abgrenzung nicht immer leicht, wenn Zellen aus den beiden Gattungen gemischt vorliegen. Doch unterscheidet sich *Stichococcus* von *Coccomyxa* durch die mehr zylindrische Zellform, die weniger abgerundeten Pole und die verschiedene Vermehrungsweise.

Kulturen von freilebenden Algen und Flechtengonidien auf festem Nährboden

Morphologie der Kolonie

Zahlreiche Untersuchungen früherer Autoren haben gezeigt, dass ebensowohl wie Form und Grösse, sowie weitere spezifische Eigenschaften der einzelnen Algenzellen auch ihre Kolonie, also eine unter bestimmten Bedingungen natürlich gewachsene Ansammlung sehr zahlreicher Individuen, vorteilhaft als systematisches Merkmal herangezogen werden kann. Denn Form und Farbe, Oberflächengestaltung, Glanz und Grob- bzw. Feinkörnigkeit haben sich in Algenkulturen als durchaus sichere und erbkonstante Eigenschaften einer bestimmten systematischen Einheit, Klon, Rasse, Art oder gar Gattung erwiesen. In der Kolonie summieren sich kleine Verschiedenheiten, die an der einzelnen Zelle bei der mikroskopischen Betrachtung auch dem schärfsten Auge entgehen. Bakteriologen und Mykologen haben daher seit langem der äusseren Erscheinungsform der Kolonie einen wichtigen Platz eingeräumt in der Systematik der Mikroorganismen.

Auch in der Systematik der Algen hat die Kolonie als Mittel zum Vergleich und zur Unterscheidung von Arten bereits ausgiebige Verwendung gefunden, wie dies aus den Arbeiten von R. CHODAT (1909, 1913, 1926) und einer Reihe seiner Schüler (LETELLIER 1917, OETTLI 1927, VISCHER 1933), sowie aus denjenigen von WAREN (1920) u. a. klar hervorgeht.

Die verschiedenen Algentypen verhalten sich nicht gleichartig in bezug auf die Gestaltung der Kolonie. Als sehr weitgehend spezifisch erwies sie sich bei verschiedenen Gonidienarten der Flechtengattungen *Cladonia* (CHODAT, 1913) und *Parmelia* (JAAG, 1929). Bei diesen *Cystococcus*algen lassen sich an den einzelnen Zellen durch die mikroskopische Beobachtung kaum Unterschiede erkennen, und es wäre nicht leicht, in einem Gemisch die Artzugehörigkeit der verschiedenen Individuen im mikroskopischen Felde zu erkennen. Hat man aber die entsprechenden Kolonien auf festem Nährboden vor sich, so könnte ein Kind sich zurechtfinden in der Aufgabe, die einzelnen, einer bestimmten Art angehörenden Kulturen zusammenzuordnen.

Nicht ganz gleich verhält es sich damit in der Gattung *Coccomyxa*. Hier unterscheiden sich die einzelnen Klone namentlich in der Form und in der Grösse der Einzelzellen, während sie in der Gestaltung der Kolonie auf einem bestimmten Nährboden und unter bestimmten Wachstumsbedingungen z. T. nur geringe Unterschiede aufweisen. Verschiedenheiten sind freilich trotzdem vorhanden, auffallend genug,

um in Verbindung mit anderen Merkmalen als wichtige Punkte zur Differenzierung der einzelnen Klone herangezogen werden zu können.

Kulturen auf zuckerfreiem, festem Nährboden

Aus früheren Untersuchungen (CHODAT 1913, JAAG 1929) ging hervor, dass sich die einzelnen Algen, freilebende Formen sowohl wie Flechtengonidien, weitgehend spezifisch verhalten in ihrem Wachstum auf kohlehydratfreiem, also ausschliesslich mineralischem Nährboden (mit oder ohne Agarzusatz). Dieses verschiedene Verhalten ist zurückzuführen einerseits auf die spezifische Wachstumsgeschwindigkeit einer Art, und andererseits auf die spezifische Fähigkeit, unter Ausschluss jeder organischen Ernährung eine autotrophe Lebensweise zu führen. Die meisten der von den verschiedenen Autoren untersuchten Algen geben kohlehydrat-, namentlich glucosehaltigen Nährsubstraten entschieden den Vorzug und verhalten sich wiederum spezifisch in der Verwertung verschiedener Mono-, Di- und Polysaccharide als Nahrungsmittel. Diese Bevorzugung von Nährböden mit organischen Beigaben ist aber durchaus nicht eine Eigentümlichkeit aller Grünalgen. Nach R. CHODAT gedeihen gewisse Arten aus den Gattungen *Pleurococcus*, *Dictyococcus* u. a. besser in rein mineralischer Nährlösung als bei Zugabe von Zucker, und auch in meiner Algothek befindet sich eine ganze Reihe von Algen, die, um ein gutes Wachstum zu ergeben, in kohlehydratfreien Nährböden kultiviert werden müssen.

Was sich für die freilebenden Algen als Tatsache erwiesen hat, gilt auch für die Flechtengonidien. Diese verhalten sich gegenüber einer zuckerhaltigen Nährlösung weitgehend spezifisch.

Wie bei den meisten anderen untersuchten Algentypen, kommt die Spezifität des einzelnen Klons in zuckerfreiem Substrat weniger ausgiebig zum Ausdruck als im zuckerhaltigen. Wenn auch, wie manche Algologen gelegentlich einwenden, dieses Nährsubstrat den tatsächlichen Verhältnissen in der Natur nicht genau entspricht, so bietet sich doch darin ein ausgezeichnetes Mittel zum Studium der Spezifität einer Alge.

Wie in zuckerhaltigem Medium sich sämtliche *Coccomyxa*algen in bezug auf die Ausbildung der Kolonie weitgehend einheitlich verhalten, so ist dies auch in zuckerfreien Nährböden der Fall; ja, die Einheitlichkeit geht noch weiter, indem die einzelnen Klone nach dem Anblick der Kolonie nicht auseinandergehalten werden könnten. Wohl entwickelt sich eine Kolonie von etwa 4--7 mm Durchmesser; sie ist ziemlich regelmässig rund, flach und morphologisch nicht weiter gegliedert. In Kulturen bis zu einem Alter von 6 Monaten weisen die

Kolonien einen frischen Glanz auf; später verschwindet dieser. Die Kolonien behalten unverändert ihre tiefgrüne Farbe, die selbst nach einem Jahr nicht verblasst. Die Spezifität der einzelnen Arten kommt in zuckerfreiem Nährmedium weniger in der Ausbildung der Kolonie, als vielmehr in der Form und Grösse der Zellen zum Ausdruck.

Kulturen auf festem, zuckerhaltigem Nährboden

(Knop — Agar + 2 % Glucose)

Was einem bei der Betrachtung der Kolonien von *Coccomyxa* auf Glucose-Agar sofort auffällt, ist die Einheitlichkeit in der Ausbildung der Kolonie bei sämtlichen Klonen der Gattung. Ein Blick in meine Algothek, in der etwa 250 verschiedene Klone aus zahlreichen Algengattungen nicht nach ihrer Verwandtschaft, sondern nach der Reihenfolge ihrer Isolierung nebeneinander stehen, genügt, um sämtliche Kulturen, die zu *Coccomyxa* gehören, augenblicklich zu erkennen. Trotz der spezifischen Verschiedenheiten in Grösse, Form und Farbe der einzelnen Arten, stellen sie einen bestimmten einheitlichen Typus dar, der sich in keiner anderen bisher in Kultur gezogenen Algengattung wiederholt.

Im allgemeinen sind sämtliche *Coccomyxakulturen* auf festem Nährboden gekennzeichnet durch eine kreisrunde Kolonie von — wenigstens während zwei bis drei Monaten — frischer dunkelgrüner Farbe. Die Kolonie liegt dem Substrat eng an und steigt knopfförmig vom Rande gegen die Mitte zu leicht an. Die Oberfläche ist durchaus glatt und zeigt einen scharfen Glanz. Der Rand der Kolonie ist regelmässig gestaltet ohne Ausbuchtungen und dgl. Erhebungen und Furchungen, wie z. B. in den für *Cystococcus* so charakteristischen Kolonien, treten nirgends auf. Niemals ist der Rand der Kolonie abgeflacht oder gar zu äusserst vom Substrat abstehend, wie dies z. B. bei der sonst ähnlichen Kolonie von *Cystococcus Chodati* (*Parmeliae*) JAAG (1929) der Fall ist, sondern die Kolonie steigt vom Rande her zunächst etwas steiler, dann etwas flacher an bis zu dem höchsten Punkt, der in der Mitte der Kolonie liegt.

Das Wachstum kann im allgemeinen als langsam bezeichnet werden, wengleich sich auch die einzelnen Arten in dieser Hinsicht sehr verschieden verhalten. Jedenfalls entwickeln sich *Coccomyxa*-kulturen wesentlich langsamer als manche Arten aus den Gattungen *Cystococcus*, *Chlorella* usw. Gut ausgebildete Kolonien von 1,5—2 cm Durchmesser brauchen zu ihrer völligen Entfaltung auch bei den am raschesten wachsenden Formen, wie z. B. *Coccomyxa Rayssiae* Jaag (Nr. 185), mindestens vier Monate, selbst auf Glucose-Agar, einem Nähr-

boden, der als wachstumfördernd bekannt ist. In der Gattung *Chlorella* gibt es zahlreiche Arten, die diese Ausmasse unter denselben Bedingungen schon nach 4—6 Wochen erreichen. Die langsamer wachsenden Arten von *Coccomyxa*, wie z. B. N^m 197, 82 und 120 erreichen in dieser Zeit einen Durchmesser der Kolonie von nur 2—4 mm.

Auch in der Farbe der Kolonie sind in den einzelnen Klonen auffallende Unterschiede zu beobachten, die, obwohl sie demselben Typus angehören, in verschiedenen, namentlich helleren Farbtönen mit gelbem Einschlag und in nachträglichen Verfärbungen zum Ausdruck kommen. Diese Farbunterschiede sind keineswegs als durch die Umweltbedingungen verursachte Zufallsresultate aufzufassen; sie sind durchaus konstant bei sämtlichen zehn Parallelkulturen einer Versuchsreihe und wiederholen sich mit absoluter Treue bei jeder neuen Ueberimpfung auf frischen Nährböden.

Innerhalb des sehr einheitlichen Kolonietypus der Gattung fallen unter den in gleichlaufenden Versuchen kultivierten Algen drei Klone auf durch besonders lebhaftes Wachstum und dementsprechend durch eine besonders grosse Kolonie. Es sind dies *Coccomyxa Rayssiae* Chod. et Jaag, Nr. 185 (Nr. 334 der Algothek von R. CHODAT), *C. Chodati* Jaag (= *C. lacustris* Chod. [1909], Nr. 186 nob. (Nr. 10 Chod.)) und *C. elongata* Chod. et Jaag, Nr. 190 nob. (Nr. 443 Chod.). Diese Kolonien sind von tief dunkelgrüner Farbe und auf Grund ihres Aussehens allein wären die drei von R. CHODAT aufgestellten Arten nicht voneinander zu unterscheiden. Dagegen sind sie in anderen Eigenschaften (Zellform und Zellgrösse) so weitgehend verschieden, dass sie bei eingehender Betrachtung nicht miteinander verwechselt werden können. Interessant ist die Tatsache, dass es sich bei diesen drei besonders rasch wachsenden Arten ausschliesslich um freilebende Algen, nicht aber um Gonidien handelt. Die letzteren bilden daher unter sich innerhalb der Gattung eine Einheit, wie sich dies auch in anderen Punkten gezeigt hat.

Durch besonders helle Farbe fallen vier Arten auf: *Coccomyxa solorinae* Chod., Nr. 193 nob. (Nr. 12 × Chod.), *C. solorinae saccatae* Chod., Nr. 189 nob. (Nr. 75 Chod.), *C. viridis* Chod., Nr. 192 nob. (Nr. 84 Chod.) und *C. pallescens* Chod., Nr. 184 nob. (Nr. 66 Chod.). Die ersten beiden sind Flechtengonidien, die letzteren beiden dagegen auf den Flechten *Sphaerophorus coralloides* (Nr. 192) bzw. auf *Cladonia gracilis* epiphytisch lebende Algen. Durch diesen helleren Farbton unterscheiden sich *C. solorinae saccatae* und *C. solorinae* von sämtlichen Gonidienkulturen, die sonst durchwegs durch ihre dunkelgrüne Farbe unter sich eine Einheit bilden. Unter den von mir isolierten Klonen weist keine der Gonidienkulturen die hellere Farbe

auf, obschon darunter auch solche vertreten sind, die z. T. denselben Flechtenarten entstammen: *Solorina crocea*, *S. saccata*. R. CHODAT ist unsicher, welcher Flechte die Gonidie *C. solorinae* zuzuschreiben ist (es kann sich handeln um *S. saccata* oder *crocea*). Diese Art (Nr. 193) steht unter sämtlichen von mir kultivierten Klonen durch eine von den anderen Arten abweichende unregelmässige Gestaltung der Kolonie allein da, so dass es auch auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nicht möglich ist, durch Vergleich mit anderen Formen ihre Herkunft zu ermitteln. Da die von mir gezogenen Gonidienkulturen der Flechte *Solorina saccata*, die ich am Glärnisch (Nr. 26 und Nr. 68) und im Jura (am Saut du Doubs, Nr. 172) sammelte, nicht diesen helleren Farbton aufwiesen, so lag die Frage nahe, ob eine Ursache dieser Farbverschiedenheit darin gesucht werden müsse, dass die von R. CHODAT beschriebene Art schon seit mehr als zwei Jahrzehnten auf künstlichem (zuckerhaltigem!) Nährboden gezogen wurde. Es käme diese Tatsache den verschiedentlich mitgeteilten Beobachtungen nahe, die einen teilweisen Verlust des Chlorophylls mancher Algen der Kultur in kohlehydrathaltigem Nährboden zuschrieben. Diese Vermutung kann aber nicht zutreffen, da die farbige Abbildung, die R. CHODAT auf Tafel VII schon 1913 gibt, durchaus dem Bilde entspricht, das die Kolonie auch heute noch nach jeder Uebertragung auf Knop-Glucose-Agar immer wieder liefert. Daraus geht hervor, dass schon auf Grund der Oberflächengestaltung der Kolonie die Gonidien der Flechte *Solorina saccata* von verschiedenen Standorten (Gr. St. Bernhard einerseits und Jura und Glärnisch anderseits) als verschieden bezeichnet werden müssen. Während innerhalb dieser Gruppe von heller grünen Kolonien *C. pallescens* Chod. (Nr. 184) und *C. solorinae saccatae* Chod. (Nr. 189) dem Aussehen der Kolonie nach, wenigstens während der ersten drei Monate, nur schwer auseinanderzuhalten sind, so unterscheiden sich beide von *C. viridis* Chod. (Nr. 192), welche Art Kolonien bildet, die nur in der Mitte eine hellere Farbe annehmen, während sie gegen den Rand zu ihre dunkelgrüne Farbe beibehalten. Je älter die Kulturen sind, um so mehr verschärfen sich die spezifischen Merkmale in den Kolonien der verschiedenen Arten, so dass es alsdann leicht ist, die einzelnen Klone zu unterscheiden. *Solorina saccata* (Nr. 189) liefert in 6 Monate alten Kulturen Kolonien von der hellsten Farbe. Sie sind völlig gelb und behalten höchstens einen feinen grünlichen Saum. Nr. 192 und Nr. 184 behalten dagegen einen breiten frischen grünen Rand und bei Nr. 193 färbt sich nur die mittlere Zone zwischen Zentrum und Rand blass braungelb, während innerhalb und ausserhalb davon die grüne Farbe erhalten bleibt. Wenn auch diese Merkmale namentlich in jüngeren Kulturen als syste-

matische Merkmale geringfügig scheinen mögen, so dürfen sie doch nicht übersehen werden, da sie sich in sämtlichen zehnfach geführten Versuchsreihen einstellen und bei jeder Neuimpfung getreulich wiederholen.

C. solorinae Chod. (Nr. 193) verhält sich in bezug auf die Oberfläche der Kolonie spezifisch und ist mit keinem der übrigen Klone zu vergleichen, was ebenfalls schon in der Abbildung, die R. CHODAT (1913, Taf. VII, Fig. 3) davon gibt, zum Ausdruck kommt. In meinen Kulturen ist diese Art nicht nur durch eine köpfchenartige Erhebung in der Mitte der Kolonie gekennzeichnet, sondern überdies durch weitere kleine höckerige Unregelmässigkeiten und namentlich radial verlaufende feine rippenartige Erhebungen, die den Kulturen der sämtlichen Parallelreihen als spezifisches Merkmal eigen sind.

Die übrigen Klone sind weiterhin noch untereinander verschieden durch die Grösse der Kolonien, sowie durch die Ausbildung kleiner, auffallend hell gefärbter Tochterkolonien, die aus den mittleren Teilen der Mutterkolonie hervorbrechen und durch gegenseitige Verschmelzung den ganzen mittleren Teil der Kolonie mit heller apfelgrüner Farbe überziehen. Die einzelnen Klone zeigen diese Art der Verfärbung in charakteristischer und weitgehend konstanter Weise. Besonders deutlich ist diese Erscheinung bei den Klonen Nr. 123, 142, 143, 144, 169 und 176, also ausschliesslich bei Flechtengonidien. Es liegt daher in dieser Eigenschaft ein interessantes Merkmal, das bei freilebenden *Coccomyxa*algen nicht zutage tritt.

So stellen die aus Flechten isolierten Klone in bezug auf die Gestaltung der Kolonie innerhalb der Gesamtheit der *Coccomyxa*algen eine Einheit dar, zu der sich freilich noch eine Reihe von Formen gesellen, die als Epiphyten auf verschiedenen Flechtenarten gefunden wurden. Hier sind zu erwähnen: Klon Nr. 82, epiphytisch auf der Flechte *Aspicilia cinereo-rufescens* Ach., sodann Nr. 149, gefunden auf *Acarospora fuscata* (Schrad) Nyl., und Nr. 58, isoliert von der Oberfläche der Flechte *Parmelia subaurifera* Nyl. Diese letztere Alge hat sich auch in sämtlichen übrigen Versuchen mit Klon Nr. 26 als identisch erwiesen. So liegt der Gedanke nahe, dass es sich dabei um eine aus einem Flechtenthallus entwichene Gonidienalge handeln könnte.

Je älter die Kulturen sind, um so mehr nehmen die Kolonien der verschiedenen Klone arttypische Farbtöne an. Durch diese Verfärbung werden sie immer heller, nie dunkler. Durchläuft eine Kolonie während ihrer Entwicklung mehrere Farbtöne, so ist die Reihenfolge ihres Auftretens bei jeder neuen Ueberimpfung immer dieselbe, weshalb solche Farbveränderungen ebenfalls als systematische Merkmale verwendet werden können.

Bei der Beschreibung der einzelnen Klone werden die Farben durch die Nummern bezeichnet, denen sie im « Code des Couleurs » entsprechen.

Die Verfärbung der Kolonie

Wird eine Grünalge in einem Erlenmeyerkolben auf festes Nährsubstrat geimpft und diese Kultur konstanten Aussenbedingungen ausgesetzt, so wäre zu erwarten, dass die sich entwickelnden Algen unter unveränderten Lebensbedingungen stünden. Die einzelnen Zellen wie auch die Kolonie müssten dann durchaus einheitlich bleiben in Form und Farbe. Diese Ueberlegung stimmt aber keineswegs überein mit dem, was der Algologe, der mit Reinkulturen arbeitet, fortwährend beobachtet. Er sieht immer wieder, wie nicht nur die Zellen, sondern auch die Kolonien als solche eine Entwicklung durchmachen, die sich in erster Linie in einer charakteristischen Verfärbung der Kultur zeigt. In gewissem Sinne trifft dies auch für das Algenmaterial in flüssigen Nährsubstraten zu. Diese Farbveränderungen sind charakteristisch für jede systematische Einheit (Art, Klon, Stamm). Sie treten, die Gleichheit des Nährsubstrats und der Aussenverhältnisse vorausgesetzt, in einer ganz bestimmten Zeit nach der Impfung auf, und wenn die Farben sich verändern, so geschieht dies immer in derselben Weise und in derselben Folge. Man kann daher wohl von einer Lebensgeschichte und von einem Altern der Kultur reden. Die bisher veröffentlichten Beschreibungen (CHODAT, WAREN, JAAG u. a.) beziehen sich zumeist auf die endgültigen Stadien, die sich mit dem Alter nicht oder nur wenig mehr verändern, die ihre Entwicklung abgeschlossen haben.

Die allmählich und regelmässig verlaufenden Verfärbungen der meisten Algenkolonien haben ihre Ursache meist in der spärlicher werdenden Ausbildung des Chlorophylls, während andere Farbstoffe, wie z. B. Carotine, Xantophyll usw. in den Vordergrund treten. Die Aufstapelung von Zelleinschlüssen als Produkt der Assimilation ist eine weitere Ursache der Verfärbung.

Neben solchen meist an der Oberfläche der Kolonie auftretenden Erscheinungen, die als Alterserscheinungen aufgefasst werden müssen, macht der experimentierende Algologe häufig die Beobachtung, dass mitten in einer Kolonie von bestimmter Farbe plötzlich scharf umrissene Punkte oder fächerförmig gegen den Rand zu fortschreitende Sektoren von auffallend verschiedener Farbe auftreten. Solche punkt- oder fächerförmigen Tochterkolonien, die ihren Ursprung im Zentrum oder an irgendeiner seitlich gelegenen Stelle der Kolonie nehmen können, gehen zweifellos von jeweils einer einzigen Zelle aus, welche die neuauftretende Eigenschaft (meist eine viel hellere Farbe) besitzt,

die sie auf ihre gesamte Nachkommenschaft weitergibt. Es lag daher von Anfang an nahe, beim Auftreten solcher Sektoren an Mutationen (Mikromutationen) zu denken. R. CHODAT (1929) hat in der Tat bei einzelligen Grünalgen Mutationen nachweisen können; in seinen Untersuchungen scheinen aber die durch Mutationen erhaltenen Klone nicht unbedingt von den Zellen eines Sektors zu stammen.

Allgemeine Farbveränderungen der Kolonie zeigen sich besonders häufig und regelmässig bei den Klonen der freilebenden *Coccomyxa*-algen. Bei den Flechtengonidien vom *Coccomyxa*-typus fehlen sie fast völlig. Dagegen treten die erwähnten punktförmigen plötzlichen Farbänderungen in sozusagen sämtlichen Klonen auf, und zwar mit solcher Regelmässigkeit, dass sie als wertvolles systematisches Merkmal der betreffenden Einheiten benützt werden können.

Wodurch ist die Farbenverschiedenheit der Sektoren verursacht? Es interessierte mich vor allem, zu erfahren, ob es sich dabei um Mutationen oder aber um gewöhnliche Alterserscheinungen, nicht nur der Kolonien, sondern auch der einzelnen Zellen handle. Letztere Möglichkeit schien mir gegeben, namentlich, als ich beobachtete, dass Sektoren dadurch entstehen können, dass sich von einer Zelle aus «epiphytisch» eine mehr oder weniger dicke Zellschicht auf dem Rücken der Mutterkolonie nach dem Rande zu entwickelt. Dass sich ein Sektor immer vom Ausgangspunkt aus in zentrifugaler Richtung und nie umgekehrt ausbreitet, liesse sich dadurch erklären, dass die jüngsten Zellen in der sich nach aussen zu abflachenden Kolonie immer bessere Ernährungsverhältnisse finden, je mehr sie sich dem Rande nähern. Die Zellen der Ueberkolonie (Sektor) ziehen doch wohl ihre Nährstoffe aus der zwischen den Zellen der Mutterkolonie durch Kapillarität festgehaltenen Flüssigkeit und dies dürfte um so leichter gelingen, je dünner die Kolonie ist. Mit Hinsicht auf die andersartigen Ernährungsbedingungen, denen die Zellen der Ueberkolonie ausgesetzt sind, ist es daher nicht verwunderlich, wenn sie auch andere Farbstoffe ausbilden als die Zellen der Mutterkolonie.

Aber nicht nur der Sektor in seiner Gesamtheit, sondern auch jede seiner einzelnen Zellen sieht anders aus als in der Mutterkolonie. Ganz allgemein sind die Zellen des Sektors grösser. Auffallende monströse Riesenformen sind zahlreich. Das Zellmaterial ist recht inhomogen. Immer erweist sich der Chromatophor als weitgehend reduziert und die Zellen sind mit tröpfchenartigen farblosen Einschlüssen angefüllt. Sie machen den Eindruck von Mast- und Degenerationsformen, wie sie vielfach in sehr reichhaltigen Nährflüssigkeiten erhalten werden. In diesen Fällen könnte die Ursache der genannten Veränderungen in den veränderten Lebensbedingungen der Zellen des Sektors gesucht werden.

Es gibt freilich auch Sektoren, bei denen von einer «Ueberkolonie» nicht gesprochen werden kann. Man beobachtet allein, dass in der kreisförmigen Kolonie ein deutlich von einem Punkt ausgehender Sektor anders ausgebildet ist. Dieser scheint sich aber gleichzeitig und unter denselben Bedingungen wie die Gesamtkolonie zu entwickeln. In diesem Falle könnte es sich um Mutationen handeln. Diese Frage muss aber erst in neuen eingehenden Studien, in denen neu-isolierte einzelne Zellen sowohl des Sektors als auch der Mutterkolonie untersucht werden, abgeklärt werden.

Zucker als Nahrung

Wer Algen in Reinkultur züchtet, weiss, dass sich viele Grünalgen trotz der Fähigkeit einer durchaus autotrophen Lebensweise nur in zuckerhaltigem Nährsubstrat auf die Dauer erhalten lassen. Für andere freilich ist Zucker ein Gift oder doch zum mindesten der Entwicklung nicht förderlich. Zu letzteren sind nach meinen Beobachtungen namentlich einige Flechtengonidien vom *Pleurococcustypus*, dann aber auch gewisse Arten von *Chlamydomonas* zu rechnen. Auch *Hämatococcus pluvialis* Flotow em. Wille und *Rhodoplax Schinzii*, Schmidle et Wellheim, stellen auf zuckerhaltigem Nährboden ihr Wachstum nach wenigen Wochen völlig ein. So könnte man eine fortlaufende Reihe aufstellen von rein autotrophen bis zu ausgesprochen saprophytisch sich ernährenden Grünalgen mit allen Uebergängen eines mehr oder weniger ausgesprochenen fakultativen Saprophytismus.

Die Gonidien verschiedener Flechtengattungen verhalten sich in bezug auf die Bedeutung der Kohlenhydrate in ihrer Ernährung spezifisch. So konnte ich (1929) nachweisen, dass zwischen den Gonidien aus verschiedenen Arten der Gattung *Cladonia* und denen aus der Gattung *Parmelia* tiefgreifende Unterschiede vorhanden sind in bezug auf die Fähigkeit, auf rein mineralischen Nährböden zu gedeihen. Zuckerhaltiges Nährsubstrat hat aber in der Algenkultur nicht nur die Bedeutung, das Wachstum in künstlichem Nährmedium zu erleichtern. Es wird, wie oben gezeigt, in systematischen Experimentaluntersuchungen auch deshalb mit Vorliebe verwendet, weil durch Zusatz von Zucker in vielen Algen die Eigenschaften geweckt, bzw. klarer zum Ausdruck gebracht werden können, die in rein mineralischem Substrat nicht oder nur undeutlich in Erscheinung treten. Dies gilt ganz besonders für viele Flechtengonidien. Während diese z. B. auf Knop-Agar nur eine kleine, wenige mm grosse Kolonie von einfachster Form ausbilden, ohne jede Differenzierung in Farbe, Oberflächengestaltung usw., so bilden dieselben Organismen auf Knop-

Glucose-Agar Kolonien aus, in denen die verschiedenen systematischen Einheiten, Gattungen, Arten, Rassen und Klone ihre verborgenen Eigenheiten zum Ausdruck bringen in durchaus spezifischer Gestaltung der Form und Gliederung der Kolonie, der Farbe usw. Derartige Kulturen in kohlehydrathaltigem Nährboden haben es auch ermöglicht, z. B. für die Gonidien sämtlicher untersuchten *Cladonia*- bzw. *Parmelia*-arten eine an die Gattung gebundene Spezifität festzustellen. Auch im Studium der freilebenden Algen hat sich diese Methode bestens bewährt, um die in einem Material vermischten systematischen Einheiten auseinanderzuhalten. Nicht, dass durch die Kultur auf zuckerhaltigem Nährboden neue Eigenschaften geschaffen würden! Aber jede Spezies, jeder Klon reagiert auf diese Ernährungsverhältnisse nach ihrer eigenen Art, und wenn es sich darum handelt, die Eigenschaften einer Alge, eines Pilzes, eines Spaltpilzes usw. zu erkennen, so gibt es kein besseres Mittel, als den Organismus in möglichst verschieden-gestaltigen Bedingungen zu ziehen, und ihm auf diese Weise Gelegenheit zu geben, seine Art nach allen Seiten zu bekunden.

Manche Forscher lehnen diese Methoden ab. Den einen sind sie zu kompliziert; die andern fürchten, dass man in solchen Untersuchungen gar nicht das wirkliche Wesen einer Pflanze erfasse, da solche Ernährungsbedingungen nicht in genügender Weise den tatsächlichen ökologischen Verhältnissen in der Natur entsprechen.

Letztere Ueberlegung ist nicht ganz ungerechtfertigt, selbst wenn man gestehen muss, dass die Ernährungsverhältnisse, unter denen Flechtengonidien oder Algen in der Natur leben, überhaupt noch recht wenig erforscht sind. Aber in diesen Kulturen auf zuckerhaltigem Nährboden braucht man gar nicht zunächst nur an die Verhältnisse in der Natur zu denken. Sie haben in erster Linie den Zweck, die verborgenen Eigenschaften eines Organismus wie durch eine Lupe erkennen zu lassen. Aber auch beim Studium der Ansprüche an das Nährsubstrat der in Frage stehenden Pflanze, z. B. der Feststellung einer autotrophen bzw. saprophytischen Ernährung, werden solche Kulturen gute Dienste leisten.

Aus den genannten Gründen schien es mir vorteilhaft, die *Coccomyxagonidien* zunächst in denselben Nährmedien zu untersuchen, in denen sämtliche, namentlich von R. CHODAT, bisher in Reinkulturen beobachteten Arten von *Cystococcus*, *Coccomyxa*, *Coccobotrys* u. a. gezogen worden waren. Da sich die Algen in verschiedenen Nährmedien verschieden verhalten, so kann ein Vergleich nur auf demselben Substrat durchgeführt werden, und da überdies Temperatur, Belichtung usw. auf Wachstumsgeschwindigkeit, Farbe und Morphologie der Kulturen einen beträchtlichen Einfluss ausüben, so war es

gegeben, die Kulturen in mineralischen und organischen Nährböden gleichzeitig anzusetzen.

In einer ersten Versuchsreihe untersuchte ich den Einfluss verschiedener Konzentrationen von Glucose. Dabei wählte ich zum Vergleich vier Klone: zwei von Gonidien aus verschiedenen und in verschiedener Höhe am Glärnisch gesammelten Thalli der Flechte *Solorina saccata* und sodann zwei Algen, die ich als freilebende Formen gesammelt hatte, und die mir in die Verwandtschaft der Gattung *Coccomyxa* zu gehören schienen. Es handelte sich um Klon Nr. 26: Gonidie von *Solorina saccata*, gesammelt am Gipfel des Glärnisch 2900 m ü. M., Nr. 68: Gonidie von *Solorina saccata* am Glärnisch, in der Höhe von 2100 m gesammelt, Nr. 58: Alge, epiphytisch lebend auf der Flechte *Parmelia subaurifera* auf Baumrinden am Zürichberg, Nr. 66: Alge epiphytisch auf Ulmenrinde im Garten des Kantonsspitals Zürich.

Als Nährflüssigkeit wurde Knopsche Lösung verwendet (auf $\frac{1}{3}$ verdünnt), welcher Glucose in verschiedener Konzentration von 0,5 bis 10 % beigegeben wurde.

Das Resultat dieser Versuchsreihe wurde in der Weise ermittelt, dass die in einem Versuchskolben entwickelten Algen in graduierten Glasröhrchen bei gleicher Tourenzahl (3000) während je 30 Minuten zentrifugiert wurden (siehe Kap. Methodik). Auf diese Weise erhielt ich freilich nicht absolute und für die verschiedenen Klone vergleichbare Werte. Ich verliess deshalb später diese Methode, indem ich das Algenmaterial in den Zentrifugiergläschen trocknete und wog und dadurch absolute Werte erhielt, die genügend genau waren, um namentlich zum Vergleich der Ergebnisse zeitlich auseinanderliegender Versuche und mit den Angaben anderer Autoren verwendet werden zu können.

Das Ergebnis dieser Versuche kann folgendermassen zusammengefasst werden.

Versuchsdauer: 20 Tage. Belichtung: diffuses Tageslicht. Temperatur: 20—22° C. Die Zahlen stellen Mittelwerte in mg dar aus je 10 Parallelkulturen.

Nährboden	Klon: Nr. 26	Nr. 68	Nr. 58
Knop $\frac{1}{3}$	20 ± 0,6	10 ± 0,6	19 ± 1,1
„ $\frac{1}{3}$ + 0,5 % Glucose	41 ± 0,9	22 ± 0,7	29 ± 0,8
„ $\frac{1}{3}$ + 1,0 % „	43 ± 0,4	31 ± 0,4	29 ± 0,7
„ $\frac{1}{3}$ + 2,0 % „	63 ± 0,9	44 ± 0,3	41 ± 0,4
„ $\frac{1}{3}$ + 5,0 % „	70 ± 1,0	40 ± 0,6	38 ± 0,7
„ $\frac{1}{3}$ + 10,0 % „	52 ± 0,8	9 ± 0,4	8 ± 0,6

Aus dieser Tabelle geht zunächst hervor, dass sich die hier verwendeten Algen in rein mineralischen Nährmedien (Knop $\frac{1}{3}$) wohl zu entwickeln vermögen. Zugabe von Zucker fördert das Wachstum. Die günstige Wirkung steigt mit der Konzentration des Zuckers bis zu 2 % bei Nr. 68 und Nr. 58 bzw. bis zu 5 % bei Nr. 26; 10 % werden von den Algen noch ertragen. Die Wachstumsintensität ist aber bei allen drei Klonen gegenüber 5 % vermindert. Die drei Klone verhalten sich indes verschieden. So zeichnet sich Nr. 26 aus durch ein etwas rascheres Wachstum. Diese Alge scheint die höchste Konzentration des Zuckers besser zu ertragen als die übrigen.

In einer 10 Tage später vorgenommenen Aufzeichnung zeigten sich die Ergebnisse des vorgenannten Versuches durchaus bestätigt und die Verschiedenheiten im Verhalten der 3 Klone waren noch verschärft.

Vergleichen wir diese Ergebnisse mit denjenigen früherer Versuche an *Cladonia*- bzw. *Parmeliagonidien*, so zeigt sich, dass *Coccomyxa*-algen auf rein mineralischem Substrat leichter gedeihen als *Cystococcusgonidien* von *Cladonia* und noch wesentlich leichter als diejenigen von *Parmelia*. Während diese letzteren (s. Jaag, 1929, S. 47/50) bei 20 % Glucose das Maximum ihrer Entwicklung erreichen, wird bei *Coccomyxa* die Entwicklung schon beträchtlich gehemmt bei 10 % Glucose, was auch in den später durchgeführten Versuchen klar zum Ausdruck kam.

In diesem Versuch erwies sich die freilebende Alge Nr. 58 als annähernd identisch mit der Gonidie Nr. 68, während im physiologischen Verhalten zwischen Nr. 26 und Nr. 68 auffallende Unterschiede zu verzeichnen waren. Auf diese Spezifität soll bei der Besprechung weiterer Experimente noch zurückgekommen werden.

Pepton als Nahrung

Seit den Versuchen von BEYERINCK (1890) und ARTARI (1902) bis in unsere Tage wurde die Frage von der Bedeutung des Peptons als Algennahrung immer wieder diskutiert. Trotzdem könnte man nicht sagen, dass heute das Problem gelöst wäre. Die Einzeluntersuchungen sind noch zu wenig zahlreich, um allgemeine Schlüsse zuzulassen; denn verschiedene Organismen verhalten sich auch in dieser Richtung spezifisch. Zur Untersuchung gelangten zunächst wiederum die im vorigen Versuch verwendeten Klone Nr. 26, 58 und 68. Sie wurden am gleichen Tage unter Zusatz von Zucker auf Knop-Agar in Erlenmeyerkolben eingimpft, sodann auf Pepton und schliesslich auf Mischungen, in denen Pepton und Zucker in verschiedener Konzentration vor-

handen waren, wie dies aus untenstehender Tabelle ersichtlich ist. Die so beimpften Nährflüssigkeiten wurden während sieben Monaten in ihrer Entwicklung beobachtet. Die Ergebnisse der Glucoseexperimente wurden insofern bestätigt, als die zucker- und peptonfreie Lösung ein, wenn auch geringes, so doch deutliches Wachstum aufweist. Mit Zusatz von 2 % Glucose wird das Wachstum bei sämtlichen Arten wesentlich beschleunigt.

Nährboden	Klon Nr. 26	Nr. 68	Nr. 58
$\frac{1}{3}$ Knop	22 mg	21 mg	21 mg
$\frac{1}{3}$ " + 0,1 % Pepton	35 "	32 "	33 "
$\frac{1}{3}$ " + 2,0 % Glucose	52 "	44 "	40 "
$\frac{1}{3}$ " + 0,1 % Pepton + 2 % Glucose	78 "	64 "	61 "
$\frac{1}{3}$ " + 0,5 % " + 2 % "	97 "	83 "	86 "
$\frac{1}{3}$ " + 1,0 % " + 2 % "	94 "	86 "	81 "
$\frac{1}{3}$ " + 2,0 % " + 2 % "	84 "	81 "	79 "
$\frac{1}{3}$ " + 5,0 % " + 2 % "	80 "	63 "	49 "

Setzt man der mineralischen Flüssigkeit 0,1 % Pepton zu, so beobachtet man ebenfalls eine geringe Begünstigung des Wachstums. Die Wirkung ist zwar schwächer als diejenige von 2 % Glucose. In sehr geringem Masse wären diese Algen also Peptonalgen, wenn man unter diesem Begriff nichts anderes verstehen würde als die Tatsache, dass Pepton das Wachstum leicht fördert. Niemals aber wäre es anständig, diesen Namen zu verwenden in der Auffassung von ARTARI, nach der diese Algen darauf angewiesen wären, den Stickstoff nur aus hochmolekularen organischen Verbindungen zu ziehen. Eine auffallende begünstigende Wirkung tritt erst ein, wenn Pepton und Zucker gleichzeitig beigegeben werden; in diesem Falle hat schon 0,1 % Pepton einen auffallenden Einfluss, was aus dem Vergleich mit den Versuchsergebnissen mit 2 % Glucose hervorgeht. Von der dritten Reihe in der Tabelle an bleibt der Zuckergehalt konstant und nur das Pepton nimmt in der Konzentration zu. Die zunehmende beschleunigende Wirkung ist daher ausschliesslich dem Pepton zuzuschreiben. Wenn in der obenstehenden Tabelle ein Maximum in der erzielten Wirkung bei den Peptonkonzentrationen von 0,5—2 % liegt, bei 5 % dagegen leicht zurückgeht, so verändert sich dieses Ergebnis im weiteren Verlaufe des Experimentes insofern, als sich erst bei 5 % Pepton die stärkste Entwicklung einstellt.

Auch in diesem Versuch erwiesen sich die verwendeten Flechten-
gonidien als spezifisch, indem, wie im Glucoseexperiment, Nr. 26 von
Anfang an die rascheste Entwicklung zeigt. Nr. 58 und Nr. 68 dagegen

zeigen wiederum keine wesentlichen Unterschiede, weder in bezug auf ihr physiologisches Verhalten, noch auf die Farbe und Morphologie der Kultur.

Peptonhunger ist übrigens durchaus keine allgemeine Erscheinung bei den Algen. Ich fand z. B., dass verschiedene mir von Herrn Prof. Dr. W. VISCHER in Basel zugesandten Algen Pepton auch in den für *Coccomyxa* verwendeten Konzentrationen durchaus nicht ertrugen, sondern schon bei 0,1 % Pepton jedes Wachstum einstellten.

Der Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung der Coccomyxaalgen

Nachdem sich gezeigt hatte (JAAG, 1929), dass die Gonidien vom *Cystococcutypus* in ihrer Entwicklung nicht nur tieferen Temperaturen den Vorzug geben, sondern bei höheren Temperaturen jedes Wachstum einstellen, so war es interessant, das Verhalten unserer *Coccomyxa*-algen in diesem Punkte zu untersuchen.

Ich ging dabei so vor: Von jedem Klon, gleichviel ob freilebende, epiphytische oder Gonidialalge, wurden je 130 Reagensgläschen, die jeweils 10 cm³ Nährflüssigkeit (Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glucose) enthielten, beimpft. Diese Kulturen wurden am 14. August 1932 in 13 Thermostaten verteilt, so dass jeder Klon bei 13 verschiedenen konstanten Temperaturen in je 10 gleichlaufenden Reihen ausgesetzt war. Dabei handelte es sich um die konstanten Temperaturen von 0°, 3°, 6°, 9°, 12°, 15°, 18°, 21°, 24°, 27°, 30°, 33°, 36° C. Zweimal wurde das Ergebnis abgelesen: zuerst am 14. November 1932 und sodann am 20. Februar 1933, d. h. nach etwa drei und sechs Monaten.

Bei der ersten Ablesung ergab sich als allgemeines Resultat, dass die Entwicklung in den mittleren Temperaturen, d. h. von 15—24° C am weitesten fortgeschritten war. Bei 0°, 3° und 6° C war zwar eine Zunahme des Algenmaterials zu verzeichnen; bei 33° und 36° C hatten sich die Algen dagegen nicht nur nicht vermehrt, sondern auch das eingepflichte Material war zugrunde gegangen.

Anders lautete das Ergebnis bei der zweiten Ablesung (6 Monate nach der Beimpfung). Es zeigte sich, dass sich das Entwicklungsmaximum wesentlich nach der Seite der tieferen Temperaturen hin verschoben hatte. Schon bei 0° C war bei sämtlichen Klonen eine wesentliche Vermehrung der Zellen zu beobachten. Bis zu 9° C nahm die Entwicklungsintensität regelmässig und rasch zu, um von da an bis zu den konstanten Temperaturen von 24° und 27° wieder langsam und stetig abzunehmen, und bei 30° in den meisten Klonen völlig aufzuhören. Bei den meisten Klonen liegt das Maximum der Entwicklung

bei 9° C; bei wenigen dagegen bei 12° C (Klon Nr. 122, 120, 192). Bei den tiefsten Temperaturen sind zwischen den einzelnen Klonen nur unwesentliche Verschiedenheiten im Verhalten zu beobachten, während die einzelnen Arten den höheren gegenüber weniger indifferent sind. So fallen die Klone Nrn. 190, 197, 189 und 82 auf durch die Einstellung des Wachstums oberhalb 27° C, während dagegen die Klone Nr. 140 und 147 noch bei 30° C eine ansehnliche Entwicklung zeigen.

Allgemein lässt sich sagen, dass die *Coccomyxa*algen namentlich im Vergleich mit den *Cystococcus*gonidien geringe Ansprüche an die Temperatur stellen. Zwischen den drei Algengruppen: freilebende, auf Flechten epiphytische und Gonidienalgen, bestehen hinsichtlich ihrem Verhalten gegenüber der Temperatur keine wesentlichen Unterschiede.

Die Temperatur hat auch auf die Ausbildung der einzelnen Zellen einen grossen Einfluss. Allgemein zeigen die Zellen bei tiefen Temperaturen ein gesundes Aussehen; sie sind von normaler Grösse und frischer grüner Farbe. Der Chromatophor bedeckt beinahe die ganze Oberfläche der Zellen. Diese sind bei 0° C kleiner als bei Temperaturen von 3—15° C; immerhin sind sie ebensogut ausgebildet wie im Thallus drin. Die grössten Individuen entwickeln sich bei 6°—12° C; bei diesen Temperaturen haben sie auch ein gesundes, lebenskräftiges Aussehen. Von 18° C an beobachtet man, dass sich der Chromatophor immer mehr auflöst, in Stücke zerfällt und schliesslich bei den höchsten Temperaturen unförmlich und körnig ist. Die Zellen nehmen dann immer mehr Zerrformen an. Kugelige Riesenzellen sind den in grosser Mehrzahl vorhandenen auffallend kleinen Zellen beigemischt. An manchen Individuen beobachtet man horn- und schwanzartige Anhängsel, die offenbar von anormalen Zellteilungen herrühren. Dies ist besonders auffallend in Kulturen bei Temperaturen oberhalb 27° C. Von 30° C an sind die Zellen so unförmlich, dass man sie kaum mehr als *Coccomyxa*algen erkennen kann. Ihr Inhalt ist zusammengeballt wie in plasmolysiertem Zustande, während die farblose Zellwand ihre normale Form beibehält.

Systematische Einheiten

Wenn es in der Systematik der höheren Pflanzen meist keine besonderen Schwierigkeiten verursacht, neue Formen nach ihrem Rang als Gattung, Art, Varietät usw. im System einzuordnen, so begegnet diese Aufgabe bei den niederen Pflanzen häufig erheblichen Schwierigkeiten. Da bei Phanerogamen eine Fülle von Unterscheidungsmerkmalen vorhanden ist, die in ihrer Universalität immer mehr eingeschränkt werden von der Gattung zu den Arten, von diesen zu den

Varietäten und von hier aus zu den Rassen und Formen, so ist die Einreihung nach dem Rang eine verhältnismässig leichte Sache. Meist handelt es sich um, im Vergleich zum Ganzen, geringfügige Einzelheiten, Verschiedenheiten in der Blattform, Unterschiede in der Behaarung, der Nervatur der Blätter usw., also alles, wenn auch erbkonstante, so doch unbedeutende Abänderungen von einer Normalform, wenn man sie an den allgemeinen Merkmalen der unter sich verwandten systematischen Einheiten höherer Ordnung misst.

Bei den Farnen sind es die Form und die gegenseitige Anordnung der Fiederchen eines Wedels, die als Artmerkmale verwendet werden; bei den Moosen ist u. a. die Form der Zellen des Gametophyten für die Aufstellung der Arten von grosser Bedeutung. Bei den Flechten geben Zahl, Farbe und Form der Sporen des Flechtenpilzes den Ausschlag für die Gliederung in morphologische Arten, und bei den parasitischen Pilzen dient die Wahl der Wirtspflanze zur Schaffung von physiologischen Arten. Von der Aufteilung in Varietäten wird hier in Anbetracht der Schwierigkeit der Wertung dieser Merkmale vielfach abgesehen. Im Bereiche der höheren fädigen Grünalgen (*Cladophora* u. a.) scheint sich die vegetative Entwicklung des Thallus zur Aufstellung von Varietäten und Formen zu eignen, wenn auch in vielen derartigen Fällen sorgfältig durchgeführte Experimentaluntersuchungen diesen Gebrauch noch werden rechtfertigen müssen.

Bei den einzelligen Algen hat man bis heute davon abgesehen, Varietäten und Formen als systematische Einheiten zu prägen und dies gewiss mit Recht; denn es ist in diesen Formenkreisen ausserordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich, über den systematischen Wert eines Unterscheidungsmerkmals zu entscheiden, solange man nicht die Chromosomenverhältnisse der in Frage kommenden Formen kennt.

Die Bakteriologen stellen Arten auf auf Grund rein physiologischer Merkmale. Auch das hat wohl seine praktische Begründung und seine Berechtigung. Die experimentell arbeitenden Algologen verzichten im allgemeinen bei einzelligen Algen auf die Schaffung von Varietäten und benennen als Arten, was sich unter Rücksichtnahme auf die Variationsbreite von Form und Grösse der Zellen unter dem Mikroskop wesentlich unterscheidet. Der Grund für dieses Vorgehen liegt wohl in der Erkenntnis, dass es in Anbetracht der wenig zahlreichen Unterscheidungsmerkmale willkürlich wäre, über den systematischen Rang einer bestimmten Form zu entscheiden. Ebenso beliebt sind aber auch Verschiedenheiten in der Morphologie und Farbe der Kolonie auf standardisierten Nährböden, soweit diese Unterschiede wenigstens unabhängig sind von zufälligen Aussenbedingungen und sich bei jeder Ueberimpfung auf neues Nährsubstrat als konstant erweisen.

Man lehnt sich mancherorts auf gegen diese Handhabung der Algensystematik; man hört sprechen von einer « école pulvérisatrice » und hebt dabei hervor, dass dadurch die Algologie unübersichtlich und kompliziert werde. Insofern behalten diese Leute recht: die experimentelle Algologie kann nicht die Sache von Dilettanten sein. Eine weitgehende Beherrschung der neuen Arbeitsmethoden (Mikromanipulator, Reinkulturen usw.) sind notwendig, und Geduld und kritische Verwertung der Versuchsergebnisse sind die unerlässlichen Vorbedingungen für erfolgreiche Arbeit. Aber wir sehen darin keinen Grund, auf diese exakten Methoden zu verzichten. Im Gegenteil, wie es schon verschiedene Forscher deutlich ausgesprochen haben, wird es in Zukunft nicht mehr angehen, Arten, namentlich bei einzelligen Algen, aufzustellen, ohne vorher nicht nur den gesamten Entwicklungsgang, sondern auch die Variationsbreite von Form und Grösse und die Reaktionsweise gegenüber verschiedenen Nährsubstraten erforscht zu haben. Ist dies aber getan, so ist es auch nötig, die Ergebnisse zu werten und zu verwenden. Es ist nicht leicht, den relativen Wert der Grösse der Zellen, ihrer Form, ihrer Koloniebildung und Koloniefarbe (Massenwirkung), ihrer Ansprüche an das Nährsubstrat und an die Temperatur gegeneinander abzuwägen.

In der vorliegenden Arbeit begnüge ich mich damit, mitzuteilen, wie ich in der Aufstellung systematischer Einheiten vorging. Im allgemeinen hielt ich mich an den üblichen Gebrauch der experimentierenden Algologen: Chodat, Oettli, Pascher, Pringsheim, Warén u. a. Als Differenzierungsmerkmale für die Arten wählte ich: Unterschiede in der mittleren Grösse der Zellen (Werte, erhalten aus der biometrischen Bearbeitung von 500 Individuen), Unterschiede in der mittleren Form, im Falle von *Coccomyxa*, das Verhältnis $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ (Schlankheit), erbkonstante Unterschiede in der Morphologie oder der Farbe der Kolonie auf standardisiertem Nährboden (als Ausdruck von kleinen morphologischen und physiologischen Unterschieden in den Einzelzellen). Physiologische Unterschiede allein, wie verschieden rasches Wachstum in bestimmten Nährlösungen, verschiedenes Verhalten gegenüber der Temperatur, verschiedene Variationsbreite, alle diese Eigenschaften wurden, sofern sie nicht mit auffallenden vorgenannten Merkmalen verbunden waren, nicht verwendet zur Aufteilung der Arten. In solchen Fällen nenne ich sie als Stämme, die eine bestimmte Nummer tragen, z. B. *Coccomyxa glaronensis* Stamm 1, Stamm 2 usw.

Systematik der Arten

Freilebende (nicht in Flechten gebundene) *Coccomyxa*-algen

Coccomyxa dispar Schmidle

Mit *Coccomyxa dispar*, einer einzelligen Grünalge, die auf Laubmoosen ausgedehnte gallertige Lager ausbildet, begründete W. SCHMIDLE (1901) die Gattung *Coccomyxa*. Der Entdecker gibt davon eine so klare Beschreibung, dass derselben wesentliche neue Beobachtungen kaum mehr beizufügen sind. Da aber seit der Aufstellung der Art mehrere neue Arten beschrieben wurden, so erwächst daraus die Notwendigkeit, *C. dispar* klar gegen jene abzugrenzen und ihre Stellung innerhalb des ganzen Formenkreises der Gattung festzustellen. Auf einander widersprechende Angaben, die verschiedene Autoren im Laufe der Jahre z. T. in unrichtiger Weise aus der Darstellung von SCHMIDLE ableiteten, sowie auf neue Beobachtungen, die mit dem Namen *Coccomyxa* in Zusammenhang gebracht wurden, bin ich im Kapitel «*Coccomyxa*» (S. 23) im einzelnen eingegangen. Ich kann mich deshalb an dieser Stelle auf die Berücksichtigung der Mitteilungen SCHMIDLES, sowie meiner eigenen Beobachtungen am Originalmaterial beschränken. Ausser der Erwähnung der Alge in Florenlisten verschiedener Autoren, die ein, wenn auch lückenhaftes, Bild geben über die geographische Verbreitung der Art, ist *C. dispar* seit ihrer Beschreibung durch SCHMIDLE kaum mehr Gegenstand neuer Untersuchungen gewesen.

FRITZ STEINECKE (1931) erwähnt freilich die Gattung in seiner «Phylogenie der Algophyten» und will in den *Coccomyxeen* Uebergangsformen sehen, die von den Blaualgen zu den Grünalgen überleiten sollten. Der Verfasser verwendet in diesem Versuch freilich beinahe ausschliesslich die Angaben früherer Autoren.

Ohne hier auf die Theorien STEINECKES über die Stellung der *Coccomyxeen* im Pflanzensystem im einzelnen einzugehen, möchte ich nur betonen, dass keinerlei Gründe vorliegen, die *Coccomyxeen* als Uebergangsglieder von Blau- zu Grünalgen aufzufassen, denn die Grundlagen, auf denen STEINECKE seine Theorie aufbaut — Mangel eines differenzierten Zellkerns und Chromatophoren — sind durchaus unrichtig.

In den meisten *Coccomyxa*algen ist der Chromatophor deutlich begrenzt, muldenförmig und parietal. Ein Zellkern ist schon von SCHMIDLE (1901) nachgewiesen worden, und auch die diesbezüglichen Untersuchungen, die ich zusammen mit meinem Schüler K. Wuhrmann durchführte, ergaben dasselbe Resultat.

Ich verwendete viel Mühe darauf, *C. dispar* in der Natur aufzufinden; leider hatte ich darin keinen Erfolg, bis sie, als die vorliegende Arbeit bereits im Druck war, einer meiner Schüler in der Nähe von Zürich entdeckte. Es war mir deshalb, wie oben erwähnt, noch nicht möglich, SCHMIDLES Alge mit den übrigen Arten in Parallelkulturen zu vergleichen.

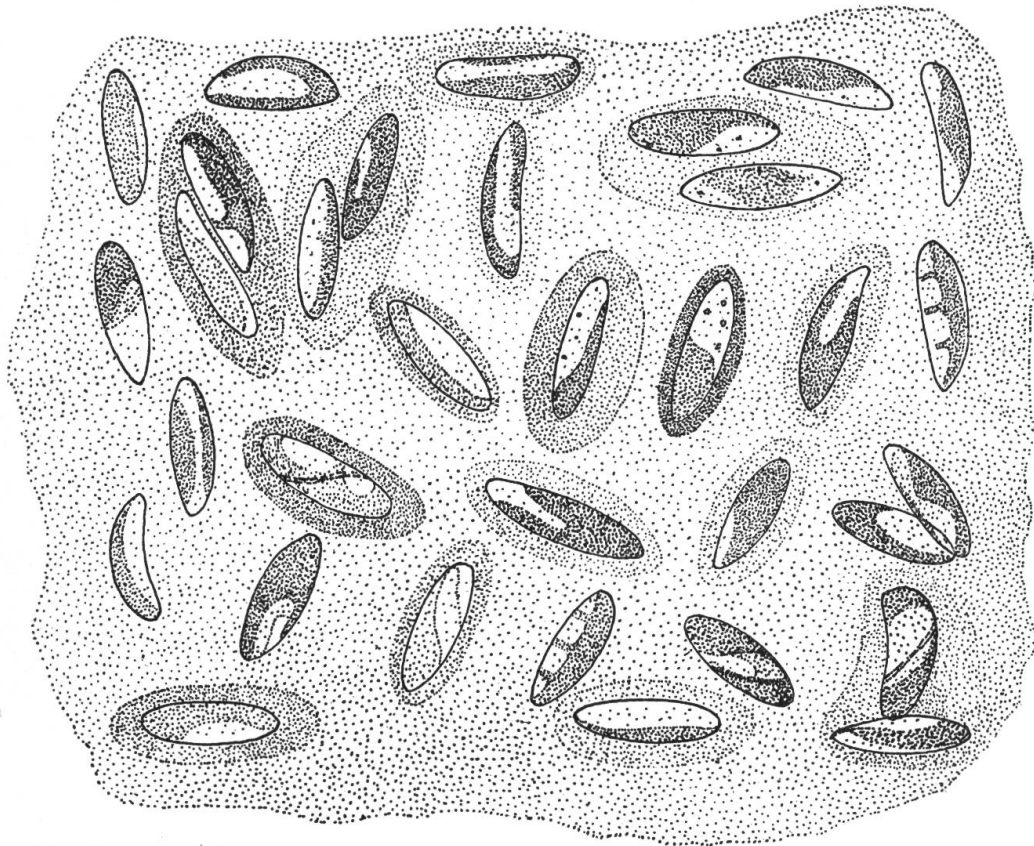


Fig. 1.

Coccomyxa dispar Schmidle. Aus dem Originalmaterial von W. SCHMIDLE. Ausschnitt aus einem Gallertlager («grössere Form»). Zellen in Teilung. Kamerazeichnung. Vergr. zirka 1300.

SCHMIDLE gibt als Dimensionen der Zellen an: 6—14 μ lang und 3—6 μ breit. Innerhalb dieser Grenzen liegen auch die Grössenverhältnisse sämtlicher übrigen *Coccomyxa*arten. Im Originalmaterial erweist sich diese Alge als weitgehend formveränderlich und auch recht verschieden in der Grösse der einzelnen Zellen. SCHMIDLE schreibt selbst darüber: «Bei der Untersuchung stellte sich heraus, dass in dem

scheinbar strukturlosen Schleime eine Menge länglicher, kleiner chlorophyllgrüner Zellen zerstreut lagen, oft einzeln, oft zu zweien oder vieren beieinander, in der Form und Grösse aber äusserst variabel. Meist sind sie länger als breit, gerade, an beiden Ecken abgerundet, auf der einen Seite fast gerade oder schwach und auf der anderen stärker konvex. Nicht selten sind sie aber auch eiförmig oder spindelförmig, beiderseits verschmälert, oft unförmig verdickt und vergrössert, einseitig, in der Mitte oder an beiden Enden angeschwollen. Oft trugen solche deformierten Exemplare an den Enden sehr kleine spitze oder stumpfe hyaline Fortsätze, oft auch in der Zellmitte. Nie jedoch sah ich rein zylindrische Formen. In der Scheitelansicht waren normale Exemplare stets rund. Ihre grosse Variabilität machte den Eindruck, als ob die Zellen metabolischer Veränderungen fähig wären. Tagelange Kultur einzelner Exemplare zeigte jedoch die Irrigkeit dieser Vermutung. »

Die weitgehende Variabilität in der Form der einzelnen Zellen ist eine charakteristische Eigenschaft sämtlicher in der Gattung vereinigten Algenformen. Beim Studium des Materials in situ ist es oft nicht leicht, die zu *Coccomyxa* gehörenden Zellen von denjenigen anderer Algentypen zu unterscheiden. So ist es oft ein ergebnisloses Unterfangen, durch alleinige mikroskopische Betrachtung z. B. die grünen Anflüge auf alten Baumstämmen und überrieselten Felswänden in ihrer algologischen Zusammensetzung erkennen zu wollen. Die Variationsbreite der Zellform ist unter den äusserst vielgestaltigen Lebensbedingungen, wie sie ein Baumstamm darbietet, oft so gross, dass sich die Ausmasse der extremen Formen genetisch verschiedenen Materials überkreuzen, wodurch es dann unmöglich ist, zu entscheiden, in welche der vermischten Formenkreise hinein die einzelnen Zellen gehören. Aber selbst in der Reinkultur erweisen sich die *Coccomyxa*-algen als weitgehend polymorph. Die Form der Zellen ist in erheblichem Masse abhängig vom Nährsubstrat, was sowohl hinsichtlich der

Grösse als auch der Schlankheit (Verhältnis von $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ der Zellen) zum

Ausdruck kommt. So weit geht bei manchen Arten, namentlich bei Flechtengonidien diese Abhängigkeit, dass es möglich ist, bis zu einem gewissen Grade aus Form und Grösse der Zellen in einer Reinkultur auf die Natur des Nährsubstrates zu schliessen, in dem sie sich entwickelten.

In dem von SCHMIDLE bearbeiteten Material zeigt sich aber die Variabilität der Zellen nicht nur in der Form, sondern ganz besonders auch in der Grösse derselben. Bei mikroskopischer Betrachtung fallen einem die ausserordentlichen Grössenunterschiede nicht nur einzelner

Zellen auf, sondern diese Grössenunterschiede erstrecken sich gleichzeitig auf sämtliche Zellen, die in einer Schleimmasse eingeschlossen sind (siehe Fig. 1, 2, 3). So liegen Zellaggregate mit grossen und solche mit kleinen Zellen nebeneinander, und man fragt sich unwillkürlich,

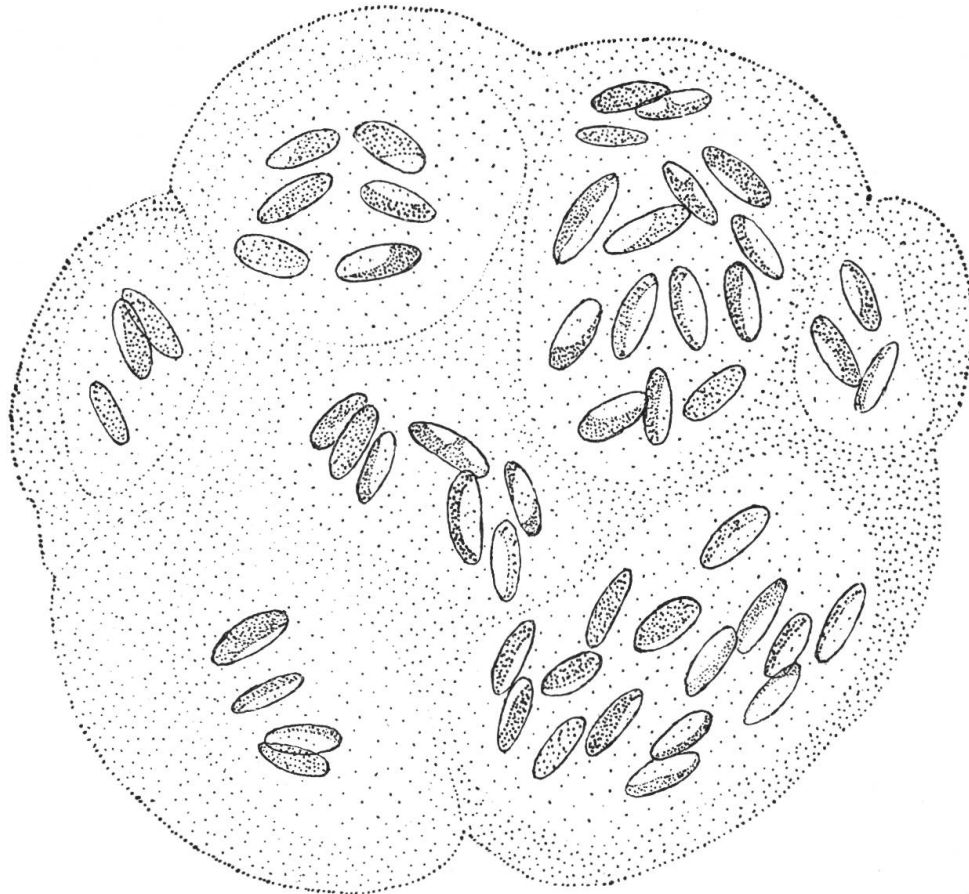


Fig. 2.

Aus dem Originalmaterial von *Coccomyxa dispar* Schmidle. Kamerazeichnung. Vergr. zirka 2000. Gallertlager von auffallend kleinen Zellen, die m. E. nicht in den Formenkreis von *C. dispar* gehören, sondern vielleicht als besondere Art aufzufassen sind (« kleinere Form »).

ob nicht eine Mischung verschiedener Arten hier vorliege. SCHMIDLE versuchte die Erklärung dieser Verschiedengestaltigkeit in anderer Richtung: « Es entstehen (bei der Teilung) aus einer Zelle vier Tochterzellen, welche nun dementsprechend kleiner sind, und wenn sie völlig die normale Form erreicht haben, nur 6—7 μ lang und nur 2,5—3,5 μ breit werden. Diese Zellchen können bis zur normalen Grösse heranwachsen, sich aber oft auch schon vorher wieder teilen. — Eine auffällige Erscheinung ist noch erwähnenswert. Einige Male kamen mir Individuen zu Gesicht, welche mit ihren vorderen Enden zusammenhingen oder durch mediane hyaline Fortsätze verbunden

waren. Diese Erscheinung und das Vorkommen äusserst kleiner Zellen, mikrozoosporenartiger Gebilde, legten mir den Gedanken an eine Kopulation nahe. Ich suchte jedoch vergebens nach Zygoten. Sorgfältige Kultur unter dem Mikroskop zeigte dann auch, dass solche Individuen durch anormal verlaufende Teilungen entstanden waren.»

Was die beobachteten, an Kopulation erinnernden Stadien anbetrifft, so hat SCHMIDLE seine Beobachtungen wohl richtig gedeutet. Dass dagegen die auffallend kleinen Formen von 6—7 μ Länge gegenüber 6—14 μ und 2,5—3,5 μ Breite gegenüber 3—6 μ nur als Folge der vorangegangenen Teilungen erklärt werden können, vermag mich nicht zu überzeugen. Wäre dies der Fall, so müssten die kleineren Individuen doch wiederum zu grösseren heranwachsen, die im Stadium weiterer Teilungen ihre normalen Formen wieder erlangt haben. Dies ist aber in dem Material, das SCHMIDLE vorlag, nicht durchwegs der Fall. Die Zellen von kleinerem Format, die SCHMIDLE (in Fig. 15, l. c., Taf. I) darstellt, sind nicht einzeln oder in Verbänden mit grösseren ausgewachsenen Zellen vermischt, sondern sie bilden ausschliesslich ausgedehnte Nester, in denen nur Zellen dieser Ausmasse beisammen liegen (Fig. 1, 2). Diese in Schleimmassen eingeschlossenen Zellnester haben mit Ausnahme der Grösse der Zellen durchaus dasselbe Aussehen wie Lager mit Zellen von normalen Ausmassen. Im mikroskopischen Felde ist es leicht, Lager mit « grossen » (Fig. 1) und Lager mit « kleinen » Zellen (Fig. 2) auseinanderzuhalten. Sie sind ungefähr in derselben Zahl im ursprünglichen Material vertreten. Ich halte es daher für wahrscheinlich, dass SCHMIDLE zwei, durch die sehr verschiedene Grösse der einzelnen Zellen charakterisierte Arten vorlagen, von denen der Entdecker nur diejenige mit den grösseren Zellen als *Coccomyxa dispar* beschrieb. Wenn schon die sehr verschiedenen Grössenverhältnisse einerseits von *C. dispar* und andererseits von den vermutlich beigemischten kleineren Formen genügen würden, um sie systematisch zu trennen, so ist aus Analogie mit den Verhältnissen bei anderen Arten anzunehmen, dass die Kultur in künstlichen Nährböden wahrscheinlich noch weitere Unterscheidungsmerkmale zutage fördern würde. Auch in dem beim Abschluss der Arbeit in der Nähe von Zürich aufgefundenen Material von *Coccomyxa dispar* scheinen nach dem Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung mindestens zwei durch Grösse und Form ihrer Zellen verschiedene Arten vermischt zu sein. Sichereres kann aber auch hierüber nicht mitgeteilt werden, bevor der Beweis hierfür durch die bereits angelegten Reinkulturen erbracht ist.

Coccomyxa dispar unterscheidet sich von den übrigen Arten der Gattung durch ausserordentlich üppige Schleimbildung. Diese kann so

weit gehen, dass die Algenzellen innerhalb der ungeschichteten Schleimmasse älterer Lager verhältnismässig weit auseinanderliegen, und man beim Anblick eines solchen Lagers kaum daran denken würde, dass die einen Zellen aus den anderen entstanden sind.

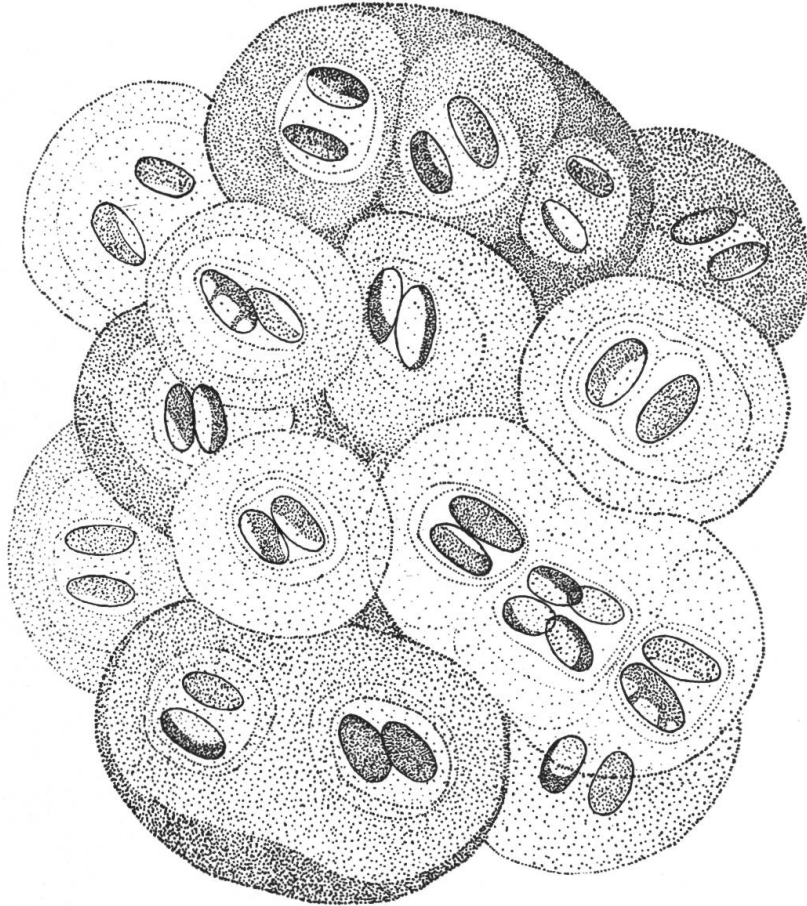


Fig. 3.

Coccomyxa dispar Schmidle. Aus dem Originalmaterial von W. SCHMIDLE. Zellen von mittlerer Grösse in geschichteten Gallerthüllen. Vergr. zirka 1300. Kamerazeichnung.

Als weitere schleimbildende Arten sind *C. lacustris* (Chod.) Pascher (= *C. natans* [Chod.] Schmidle) beschrieben worden. Diese beiden Arten unterscheiden sich aber durch ihre Lebensweise, indem *C. dispar* aerophytisch auf Moosen, *C. lacustris* dagegen als Planktonorganismus ständig im Wasser lebt. *C. lacustris* bildet überdies Schleimhüllen von viel geringerer Ausdehnung aus, und in der einzelnen Kolonie sind nur wenige Zellen (2—20) zusammengeschlossen, während in einem Lager von *C. dispar* viele Hunderte von Zellen nebeneinanderliegen. Auch *C. olivacea* Petersen und *C. Corbierei* Wille sind gekennzeichnet durch nennenswerte Gallertausscheidung.

Wenn unter den übrigen Arten die eine oder andere wie z. B. *C. thallosa* Chod. und *C. mucigena (peltigerae aphantosae)* Jaag Schleim ausbildet, so handelt es sich dort um viel weniger kompakte Zellagglomerate als bei *C. dispar* und *C. lacustris*. Die Zellen bleiben dort vielmehr aneinander hängen, weil die bei der Autosporenbildung frei werdende Mutterzellmembrane sich nicht sofort auflöst. Die einzelnen Zellen sind in diesem Falle nicht in einer Gallerthülle eingeschlossen, sondern kleben mit den gegeneinander gekehrten Enden aneinander.

Coccomyxa lacustris (Chod.) Pascher

(= *Coccomyxa natans* [Chod.] Schmidle)

Wir bezeichnen mit dem Namen *Coccomyxa lacustris* (Chod.) Pascher eine Alge, die von R. CHODAT (1897) im Plankton verschiedener Seen entdeckt und zunächst als *Dactylococcus lacustris*, zwei Monate später aber als *Dactylococcus natans* beschrieben wurde. CHODAT gibt im Bulletin de l'Herbier Boissier Tome 5, Nr. 2, Februar 1897, S. 120 u. a. eine klare Diagnose für die neue Art *Dactylococcus lacustris*, unter dem gleichzeitigen Hinweis, dass eine vollständigere, mit drei Tafeln versehene Beschreibung der neu aufgestellten Gattungen und Arten in Heft 5 (Maiheft) derselben Zeitschrift erscheinen werde. CHODAT löste dieses Versprechen ein; aber in der neuen Arbeit « Recherches sur les algues pélagiques de quelques lacs suisses et français » wird statt *D. lacustris* für dieselbe Alge der Name *D. natans* eingesetzt. Dabei handelt es sich um Algen mit deutlicher Gallerte. Die Diagnose für *D. lacustris* (l. c., S. 120) lautet: « Cellulae quaternatim dispositae, minimae substantia gelatinosa conjunctae saepe remotae, cylindricae pyrenoide carentes apicibus rotundatae, chlorophoro parietali brevi viridi. » Sodann, drei Monate später (l. c., S. 297) für *D. natans*: « Je comprends sous ce nouveau nom des groupes de cellules baculiformes disposées par groupes de quatre et retenues par une gelée commune. » Es scheint mir ausser Zweifel zu sein, dass unter den beiden Namen dieselbe Alge gemeint ist. Da SCHMIDLE *D. lacustris* Chod. (= *D. natans* Chod.) mit *Coccomyxa dispar* auf das engste verwandt schien, so bezog er bei der Aufstellung der Gattung *Coccomyxa* die von CHODAT beschriebene Alge in die neue Gattung ein. Dabei wählt er aber (wohl in Unkenntnis des von CHODAT zuerst gegebenen Namens) den zweiten, *C. natans*. Später wurde namentlich von den Hydrobiologen BACHMANN, SUCHLANDT u. a. auf dieser Basis weitergearbeitet, indem diese Autoren die in verschiedenen Schweizerseen häufige, gallertbildende Planktonalge *C. natans* (Chod.) Schmidle nennen. Anders ging PASCHER vor. In seiner Süßwasserflora, Heft 5 (1915), S. 210 greift er, den Nomen-

klaturregeln richtig folgend, auf die erste Bezeichnung *Dactylococcus lacustris* zurück und bezeichnet die Art den neuen Kenntnissen entsprechend *Coccomyxa lacustris* Chod. Nun beschrieb aber R. CHODAT (1909 und 1913) eine weitere, aus dem Wasser des Genfersees isolierte Alge unter dem Namen *Coccomyxa lacustris*. Dabei handelt es sich nicht um die 1897 beschriebene *Dactylococcus lacustris* bzw. *natans*, da letztere ausgiebig Gallerte bildet, erstere aber nicht (sie bildet auch in flüssigen Nährböden keine Gallerte).

Somit liegen zwei Arten vor: *Coccomyxa lacustris* (Chod.) Pascher = *Dactylococcus lacustris* Chod. (Bull. Herb. Boiss., tome 5, Nr. 2, S. 120) = *Dactylococcus natans* Chod. (l. c., Nr. 5, S. 297) = *Coccomyxa natans* (Chod.) Schmidle (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 19 (1901) S. 10—24. = *Coccomyxa lacustris* Chod. (Pascher, Süßwasserflora Heft 5 [1915], S. 210). Diese Art bildet ein deutliches Gallertlager aus.

Sodann liegt als zweite Art vor: *Coccomyxa lacustris* Chod., beschrieben bei CHODAT (1909 und 1913). PASCHER erwähnt die letztgenannte Alge in der Süßwasserflora nicht, wohl in der Meinung, dass es sich in dieser neuen Beschreibung um die gleiche 1897 beschriebene Alge *Dactylococcus lacustris* (= *D. natans* Chod.) handle, eine Annahme, die wie ich durch den Vergleich der beiden Arten ersehen konnte, nicht richtig ist.

Somit besteht heute in der Frage dieser beiden Arten die grösste Unsicherheit, indem bei PASCHER unter dem Namen *Coccomyxa lacustris* eine ein ausgesprochenes Gallertlager bildende Alge verstanden wird, von CHODAT aber (1909 und 1913) eine andere Alge, die Gallerte nicht ausbildet.

Diese Tatsachen nötigen mich, die Nomenklatur dieser beiden Arten nach den heute geltenden Nomenklaturregeln zu klären. Ich betone dabei, dass es mir nicht in erster Linie um die Priorität der Namen zu tun ist, sondern einzig um die Klarheit in der Sache. Wer mit niederen Algen arbeitet, weiss allzugut, welche Verwirrung die Ausgrabung alter Namen von ungenügend beschriebenen Gattungen und Arten (*Pleurococcus*, *Protococcus*, *Cystococcus* usw.) verursacht hat; er weiss auch, wohin es führen würde, wenn man die heute geltenden Bestimmungen über die Priorität der Namen, namentlich für die Algen, bei denen viele Erstbeschreibungen durchaus ungenügend sind, konsequent durchführen wollte. In unserem Falle aber ist die Sache klar, da über beide in Frage kommenden Arten sichere Diagnosen vorliegen.

Ich möchte heute vorschlagen, die zuerst unter dem Namen *Dactylococcus lacustris* Chod. (Bull. Herbier Boissier Tome 5, Nr. 2,

1897, S. 120) = *Dactylococcus natans* Chod. (Bull. Herb. Boiss., Tome 5, Nr. 5, S. 297) = *Coccomyxa natans* (Chod.) Schmidle (Beihefte zum Bot. Zentralblatt 19 (1901) mit PASCHER (Süßwasserflora, Heft 5 [1915]) als *Coccomyxa lacustris* (Chod.) Pascher zu bezeichnen.

Dadurch muss die von CHODAT später für eine andere Art derselben Gattung noch einmal verwendete Bezeichnung *Coccomyxa lacustris* aufgegeben werden. Ich schlage vor, diese Alge *Coccomyxa Chodati* Jaag zu nennen. Auf diese Weise dürfte die Frage klar sein. Was CHODAT 1897 als *Dactylococcus* beschrieb, gehört zu *Coccomyxa lacustris*, was er (1909 und 1913) unter *C. lacustris* mitteilte, ist von nun an *Coccomyxa Chodati* Jaag zu nennen.

Coccomyxa lacustris (Chod.) Pascher steht *C. dispar* Schmidle am nächsten und bildet mit dieser und der von Pascher aufgestellten *C. subglobosa* zusammen eine natürliche Gruppe, durch die diesen Arten eigentümliche Fähigkeit, ausgiebig Gallerte auszuschleiden und kleinere oder grössere, zusammenhängende Lager zu bilden. *C. lacustris* ist eine ausgesprochene Planktonalge. Wie bei *C. dispar*, sind die Zellen von *C. lacustris* in eine hyaline Gallerte eingeschlossen. Diese ist aber bei *C. natans* weniger regelmässig ausgebildet, auch viel weniger reichlich vorhanden und niemals geschichtet. Die Figuren, die R. CHODAT (1897, Taf. II, Fig. 8) und BACHMANN (1911, Taf. III, Fig. 7) davon geben, lassen deutlich den parietalen Chromatophoren erkennen, der die Zelloberfläche nicht völlig bedeckt. Auch die körnigen Zeleinschlüsse, die in den Zeichnungen der beiden Autoren wie Pyrenoide aussehen, sind im frischen Material immer deutlich erkennbar. Mit Pyrenoiden haben diese Körner aber nichts zu tun. Sie erschweren oft die Unterscheidung einzelner Zellgruppen von *C. lacustris* und denen von *Oocystis*. Da sich diese Einschlüsse aber durch Zugabe von verdünnter Jodlösung nicht färben, so liegt darin gerade ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegenüber den pyrenoidführenden Formen benachbarter Gattungen.

C. lacustris gehört nach R. CHODAT zum regelmässigen Bestand der Planktons nicht nur des Genfersees, sondern noch einer ganzen Reihe von französischen und Schweizerseen. Und zwar ist diese Art im Plankton nicht nur als gelegentliche Beimischung vertreten, sondern gehört zu den fünf von R. CHODAT aufgestellten Charakterarten der *Chlorophyceen* dieser Seen (Lac de Genève, Lac d'Annecy, Lac d'Aiguebelette). Auch im Vierwaldstättersee ist sie häufig, wie ich vom hydrobiologischen Institut « Kastanienbaum », sowie vom Landgut Unterbergiswil in Meggen aus verschiedentlich beobachten konnte. Häufig war sie auch im Davosersee bis zu dem Zeitpunkt seiner Umwandlung zum Stausee. Dr. SUCHLANDT gibt in seiner Arbeit (1917)

ihre quantitative Verbreitung an, aus der hervorgeht, dass *C. lacustris* namentlich in den Sommermonaten (am häufigsten im August 1916) und in Tiefen von 1—10 m (selten 20 m) ihre lebhafteste Entwicklung erreicht. Seit der Stauung des Sees ist die Alge — wie übrigens die meisten Grünalgen — völlig verschwunden. Eigentümlicherweise wird *C. lacustris* in den hydrologischen Arbeiten der Schule von C. SCHROETER und auch in vielen anderen Arbeiten, in

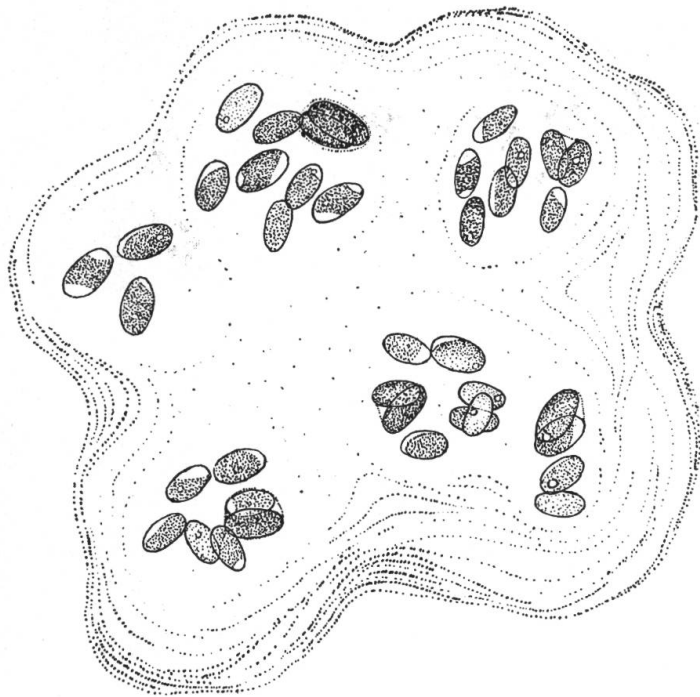


Fig. 4.
Coccomyxa lacustris
(Chod.) Pascher. Kamera-
zeichnung nach lebendem
Material aus dem Vier-
waldstättersee.
Vergr. zirka 700.

denen sie erwartet werden könnte, nicht erwähnt. Interessant war für mich die Beobachtung, dass *Coccomyxa lacustris* im Lac de Barberine (Wallis, 1888 m. ü. M.), einem durch Stauung völlig neugeschaffenen Bergsee, als beinahe einzige eigentliche Plankton-Grünalge vorhanden ist. Das Plankton dieses Sees ist auch heute noch (zehn Jahre nach der Stauung) ausserordentlich arm. *C. lacustris* dürfte daher zu den Erstbesiedlern unserer alpinen Seen gehören.

C. lacustris wurde in Reinkultur noch nicht untersucht; doch lässt sich schon im Studium des Planktons der erwähnten Seen die Art und Weise der Vermehrung leicht beobachten, da meist innerhalb der Gallerthülle deutliche Teilungsstadien sichtbar sind. Im Plankton des Vierwaldstättersees war am 21. November 1932 *C. lacustris* neben *Sphaerocystis Schroeteri* Chodat fast als alleinige Grünalge vorhanden. Von *Oocystis* lässt sich diese Alge unterscheiden durch die viel weniger regelmässige Form der Gallerte und auch die weniger regelmässige Verteilung der Zellen und Zellgruppen innerhalb derselben. Auch fehlen

C. lacustris die für *Oocystis* so charakteristischen Membranverdickungen an den beiden Polen der Zellen, und — sofern der Besitz von Pyrenoiden für *Oocystis* charakteristisch ist — auch durch den Mangel an Pyrenoiden.

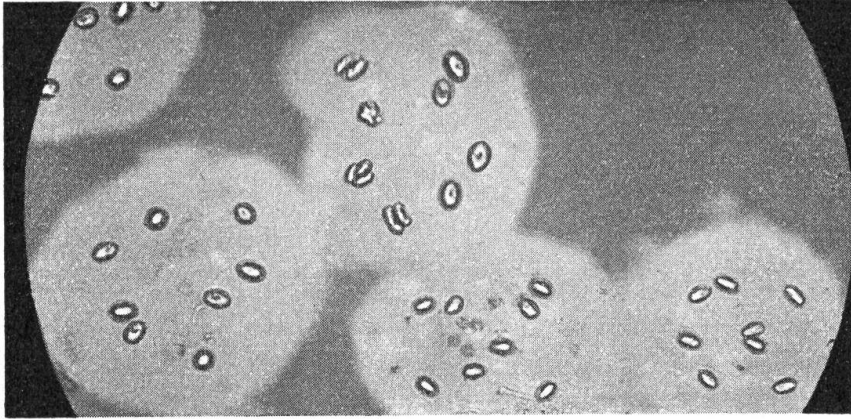


Fig. 5.

Coccoomyxa lacustris (Chod.) Pascher. Aus dem Plankton des Davosersees. Tuscheausstrich zur Sichtbarmachung des Schleimlagers. Mikrophot. Dr. O. Suchlandt, Davos. Vergr. zirka 300.

Die Gallerthülle von *C. lacustris* als besondere Anpassung an die schwebende Lebensweise im Wasser der Seen zu deuten, ist wohl irrig, da, wie schon R. CHODAT (1897) darauf hinweist, viele Luftalgen, die nie dauernd im Wasser leben, ebenfalls solche Bildungen besitzen. So besitzen die auf Moosen lebenden Arten, *C. dispar* Schmidle und *C. subglobosa* Pascher, ebenfalls gut ausgebildete Gallerthüllen. Ob in *C. lacustris* — sie wurde von niemandem in Reinkultur untersucht — noch spezifische Unterarten oder Rassen vereinigt sind, ist zur Stunde nicht mit Sicherheit zu sagen. Die Zeichnung von R. CHODAT (l. c. 1897) könnte dies vermuten lassen, da er in zwei Gruppen Zellen abbildet, die sich zu unterscheiden scheinen durch ihre Grösse und einigermaßen auch durch ihre Form. Von *Nephroclythium* unterscheidet sich *C. lacustris* durch die geringeren Dimensionen und die weniger gekrümmte Form ihrer Zellen.

Coccoomyxa subglobosa Pascher

PASCHER beschreibt diese Art in seiner Süßwasserflora, Heft 5 (1915) als eine epiphytische Alge, die auf *Sphagnum* in Torfmooren des südlichen Böhmerwaldes gefunden wurde. Durch ihre Gallertbildung gehört sie in die Nähe von *C. dispar* Schmidle und besonders in diejenige von *C. lacustris* (Chod.) Pascher (= *C. natans* [Chod.] Schmidle).

Von der letzteren unterscheidet sie sich durch die auffallend weniger schlanken Zellen und ihre aerophytische Lebensweise; die Zellen sind nicht nur breiter, sondern auch ein wenig länger. PASCHER gibt an: «Lager bis stechnadelkopfgross, derb, ohne Gallertschichtung. Zellen fast kugelig, oft auf einer Seite leicht eingedrückt; Chromatophor auffallend schmal, oft nur bandförmig. Zellen 6—8 μ lang und 2—3 μ breit. Ziemlich verbreitet.» Leider wurden vom Entdecker dieser Alge weder Kulturen angelegt, noch Material in fixiertem Zustande aufbewahrt. In der Natur konnte ich sie ebenfalls nicht auffinden und so musste ich darauf verzichten, *C. subglobosa* Pascher mit den übrigen Arten zu vergleichen.

Es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass *C. subglobosa* Pascher eine Art darstellt, die auch den Gallertlagern von *Coccomyxa dispar* Schmidle beigesellt ist. Ich habe bei der Behandlung dieser letzteren Alge darauf hingewiesen, dass im SCHMIDLE'schen Originalmaterial höchstwahrscheinlich mindestens zwei distinkte Arten vermengt sind. Da mir bis zum Abschluss der vorliegenden Arbeit aber kein lebendes Material vorlag, so war es mir bis heute jedoch nicht möglich, dieselben durch die Kultur auseinanderzuhalten. Nun zeigt sich in dem in letzter Stunde von meinem Schüler E. Thomas gefundenen Material von *C. dispar* dieselbe Erscheinung wieder, und mit Hilfe dieses Fundes wird es nun möglich sein, die Frage abzuklären. In diesen Gallertlagern sind tatsächlich ganze Nester von Zellen, die in allen Teilen den Angaben PASCHERS über *C. subglobosa* entsprechen. Diesbezügliche Kulturversuche sind bereits im Gange.

Coccomyxa pallescens Chod.

Nr. 184 nob. (Nr. 66 Chod.)

R. CHODAT isolierte diese Alge aus einem Material, das zum Zwecke der Kultur von Flechtengonidien nach der Verdünnungsmethode in Agarplatten ausgesät wurde. *C. pallescens* fand sich also den zur Gattung *Cystococcus* gehörigen *Cladoniagonidien* beigemischt und ist daher als eine auf *Cladonia gracilis* (L.) Willd. epiphytisch lebende Alge aufzufassen. Nach dem Aussehen der Kolonie auf Glucose-Agar gehört *C. pallescens* in die Gruppe von *C. solorinae saccatae* Chod. (Nr. 189), *C. viridis* Chod. (Nr. 192) und *C. thallosa* Chod. (Nr. 187), also in die Gruppe der Klone mit ausgesprochen hellerer, nach 3—4 Monaten gelblich werdender Koloniefarbe. Von *C. solorinae saccatae* und *C. viridis* unterscheidet sie sich aber schon beim Anblick der Kultur durch ein etwas langsames Wachstum (kleinere Kolonie) und von *C. thallosa* durch die gelben Farbtöne und die regelmässigeren

Oberfläche der Kolonie. Die hellere Verfärbung beginnt bei den meisten übrigen Klonen in der Mitte der Kolonie, um von da aus bis gegen den Rand vorzudringen. Die Kolonie behält aber 4—6 Monate lang ihren frischgrünen schmalen Saum bei, um nachher freilich einen ziemlich einheitlichen fahlen, gelben Farbton anzunehmen.

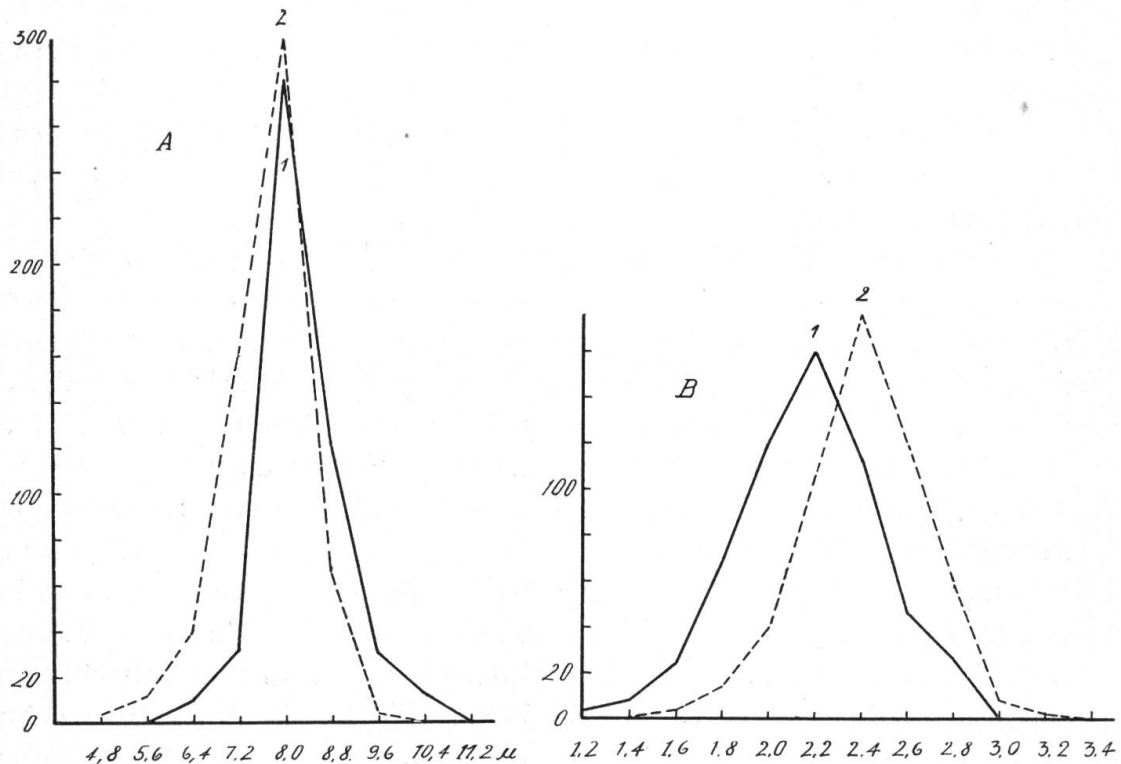


Fig. 6.

Coccomyxa pallescens Chod. Nr. 184.

- A) Längenkurven. 1: in Knop $\frac{1}{3}$
 2: in Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glucose
- B) die entsprechenden $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurven.

Die Zellen von *C. pallescens* sind verhältnismässig gross, regelmässig oval und an den Polen breit abgerundet. Sie sind im Mittel etwas grösser, namentlich breiter, als diejenigen von *C. solorinae saccatae*, schlanker als die Zellen von *C. viridis* und namentlich viel einheitlicher als diese in Grösse und Form. Sie sind weniger schlank als diejenigen von *C. thallosa*. Die Form der Zellen scheint bei *C. pallescens* weniger vom Nährboden abhängig zu sein als bei anderen Arten. Dies geht deutlich aus Fig. 6 hervor; in mineralischer Lösung sind die Zellen weniger schlank als in Glucose-Agar. Ihre Länge ist dagegen ziemlich weitgehend dieselbe.

Als Dimensionen der Zellen gibt R. CHODAT $8/2 \mu$, $7/2 \mu$ an. Dieselben Grössenverhältnisse fand ich auch in meinen Kulturen vor, nämlich,

in Knop $\frac{1}{2}$: mittl. Länge $8,3 \mu \pm 0,69$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 2,2 \pm 0,29$; in Glucose-Agar: mittl. Länge $7,7 \mu \pm 0,73$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 2,4 \pm 0,26$. (Vergl. Fig. 6.)

In sämtlichen Nährmedien zeigt sich *C. pallescens* in der Form ihrer Zellen als recht homogen. Sie zeichnet sich aus durch eine mittelschlanke Zellform; in Glucose-Agar sind die Zellen etwas schmaler als in mineralischer Nährlösung.

Die Verfärbung der Kolonie hat ihren Grund in einer weitgehenden Reduktion des Chromatophors. Während dieser in mineralischem Nährboden aus einem muldenförmig ausgehöhlten Stück besteht, teilt er sich auf zuckerhaltigem Substrat in zwei bis vier, oft in noch zahlreichere kleine Stücke, die in Form kleiner Plättchen oder Kügelchen in der Zelle verteilt sind, ohne indes die Zelle völlig auszufüllen. Auch die frische grüne Farbe verblasst gleichzeitig mit der Reduktion des Farbstoffträgers. Es liegt hier in der Tat ein Organismus vor, der als Folge seiner saprophytischen Lebensweise den grünen Farbstoff weitgehend einbüsst. Nicht, dass dabei durch immer wiederholte Kultur auf kohlehydrathaltigem Nährboden ein grüner Organismus in einen farblosen überginge. Impft man solches Material aus zuckerhaltigem Nährboden wieder in zuckerfreie Nährlösung, so erscheint alsbald der grüne Chromatophor in seiner ursprünglichen Ausbildung. In zuckerfreier Nährlösung tritt freilich in ganz alten Kulturen, z. B. nach einem Jahr, eine Reduktion des Chromatophors ein; die grüne Farbe aber bleibt unverändert erhalten, weshalb auch an diesen Kolonien keinerlei Verfärbung eintritt.

Die in älteren kohlehydrathaltigen Nährböden auftretenden farblosen tropfenförmigen Einschlüsse in den Zellen färben sich durch Jod in keiner Weise. Auch die Färbungsversuche mit den Reagenzien für den Nachweis von Fett und Oel (Sudan III, Alkannatinktur usw.) verliefen negativ. Um Stärke, Fett oder Oel dürfte es sich daher in diesen Einschlüssen nicht handeln. Es wird einer späteren eingehenden Untersuchung vorbehalten sein, die Natur dieser Stoffe zu erkennen.

Coccomyxa Chodati Jaag

Nr. 186 nob. (Nr. 10 Chod.) = *C. lacustris* Chod.

Wir haben bei der Besprechung von *Coccomyxa lacustris* (Chod.) Pascher einlässlich dargetan, warum die (1909: Etude critique et expérimentale sur le polymorphisme des algues, und 1913: Monographies d'algues en culture pure, p. 229) als *Coccomyxa lacustris* Chodat beschriebene Alge neu benannt werden musste.

Sie wurde von R. CHODAT aus dem Wasser des Genfersees isoliert.

Ihre Kolonie auf Glucose-Agar fällt unter den Kulturen sämtlicher *Coccomyxa*algen sofort auf durch ihre Grösse und tief dunkelgrüne Farbe. Hinsichtlich der Wachstumsgeschwindigkeit wird sie von keinem anderen Klon übertroffen. Nach dem Anblick der Kolonie ist sie von *Coccomyxa Rayssiae* Chod. et Jaag, wenigstens in jüngeren (bis fünf Monate alten) Kulturen, kaum zu unterscheiden. Deutliche Verschiedenheiten zeigen sich aber von Anfang an gegenüber dieser letzteren Art beim ersten Blick ins Mikroskop, und zwar ebensowohl hinsichtlich der Form als auch der Grösse der Individuen. Die Zellen sind bei *C. Chodati* wesentlich kleiner als diejenigen von *C. Rayssiae* Chodat et Jaag. Jene sind auch schlanker als diese und weniger regelmässig in der Form. In der Grösse der Zellen ist *C. Chodati* einheitlicher. Unterschiede zeigen sich auch in der Gestaltung des Chromatophoren. Dieser ist bei *C. Chodati* auch in fünf Monate alten Kulturen noch gut erhalten und besteht in den meisten Zellen aus einem einzigen Stück, wie dies in jüngeren Kulturen bei sämtlichen Klonen der Fall ist. Anders verhält sich dagegen *C. Rayssiae*, bei welcher Art in älteren Stadien der Chromatophor aufgeteilt erscheint in eine grosse Anzahl von kugeligen grünen Körnern.

Verglichen mit der Mehrzahl der Gonidialalgen, gehört *C. Chodati* zu den weniger schlanken, wie R. CHODAT dies bereits feststellte. Die von diesem Forscher gemachte Mitteilung, dass die Autosporen ebenfalls rundlichere Formen besitzen als in anderen Klonen, zeigte sich in allen meinen Kulturen als zutreffend. Durch Zugabe von Pepton zum üblichen Glucose-Agar wird das Wachstum wesentlich beschleunigt und die Farbe noch dunkler grün. Lactose kann nach R. CHODAT als Nährstoff nicht angesprochen werden. Gelatine wird durch diese Art nicht verflüssigt.

Von Klon Nr. 172 *Coccomyxa ovalis (solorinae saccatae)* Jaag (Gonidie aus *Solorina saccata*, Saut du Doubs), welche ebenfalls durch die breitovale Form ihrer Zellen gekennzeichnet ist, unterscheidet sich *C. Chodati* durch das Aussehen der Kolonie. *C. ovalis (solorinae saccatae)* entwickelt in derselben Zeit und unter denselben Ernährungs- und Entwicklungsbedingungen eine kleinere Kolonie (mittl. Durchm. bei *C. Chodati* 23,4 mm, bei *C. ovalis [solorinae saccatae]* 21,3 mm), deren Farbe und Form ebenfalls durchaus von derjenigen von *C. Chodati* (Nr. 186) verschieden sind. Am ehesten kommt diese Art noch *C. solorinae croceae* Chod. nahe. Letztere erreicht aber nicht ganz dieselbe Grösse der Kolonie (mittl. Durchm. 14,3 mm), und vor allem sind ihre Zellen von anderer Form. Sie sind in der Mitte nur um wenig breiter als an den beiden Polen, während die Zellen von *C. Chodati* eher spindelförmig sind (Fig. 8).

Auf Glucose-Agar verändert sich die Farbe der Kolonie nach 4—6 Monaten in eigentümlicher Weise. Von der Mitte aus entstehen sehr scharf begrenzte Sektoren, die sich nach dem Rand der Kolonie zu fächerförmig verbreitern. Sie sind in der Regel braun und gelbbraun gefärbt und ergeben in ihrer Gesamtheit ein charakteristisches Bild, nach welchem *C. Chodati* auf den ersten Blick deutlich zu erkennen ist.

Trotzdem *C. Chodati* Jaag aus dem Wasser des Genfersees isoliert wurde, ist sie bei PASCHER (Süßwasserflora, 1915) nicht aufgeführt.

Mittlere Länge der Zellen auf Glucose-Agar $7,5 \mu \pm 0,81$, $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ $2,6 \pm 0,20$.

Coccomyxa Rayssiae Chodat et Jaag

Nr. 185 nob. (Nr. 334 Chod.)

Dieser Klon wurde mir durch Herrn Prof. R. CHODAT zur Bearbeitung überlassen. Die Alge stammt aus Rumänien und wurde von Frl. Dr. Tscharna Rayss isoliert. Herr Prof. Dr. R. Chodat und der Verfasser erlauben sich, dieser unermüdlichen Forscherin auf dem Gebiete der Algen und Pilze die von ihr entdeckte Art zu widmen. Es handelt sich hier um eine freilebende, nicht um eine Gonidialalge. Diese Tatsache lässt sich sofort erkennen aus dem Anblick der Kolonie, die sich in allen ihren Merkmalen in die Gruppe der Klone der freilebenden Formen einreicht. Auf Knop-Agar erreichten die Kolonien in fünf Monaten einen Durchmesser von 3—5 mm. Nach dem Aussehen dieser Kulturen wäre die Alge von den übrigen Klonen der Gattung *Coccomyxa* nicht zu unterscheiden. Dagegen kommt die Spezifität dieses

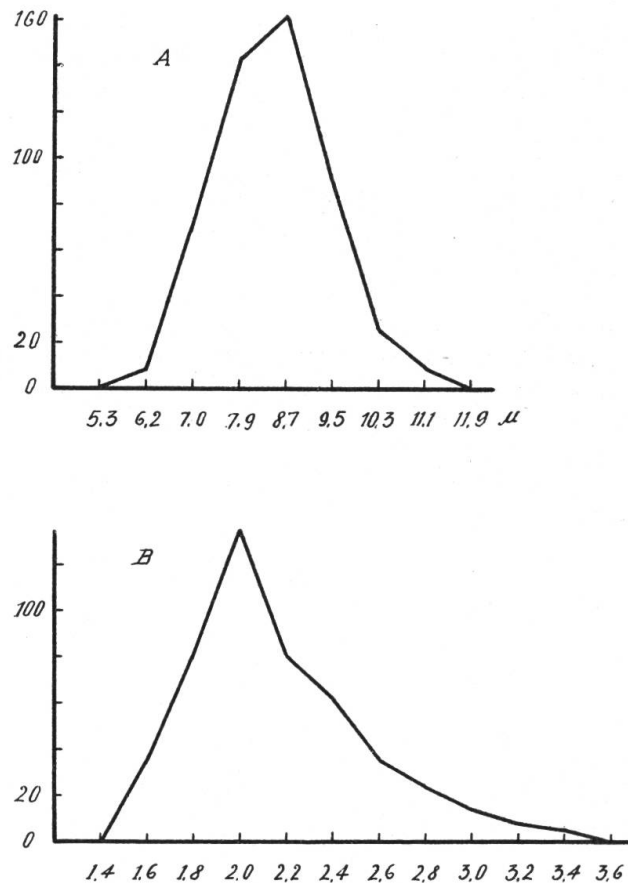


Fig. 7.

Coccomyxa Rayssiae Chodat et Jaag Nr. 185.
A) Längenkurve; in Knop $\frac{1}{3} + 2\%$ Glucose
B) die entsprechende $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurve.

Klons um so deutlicher zum Ausdruck in der Ausbildung der Kolonie auf Glucose-Agar. Unter allen Arten fällt *C. Rayssiae* auf durch das rascheste Wachstum, eine der grössten Kolonien und die einheitliche tief dunkelgrüne Farbe, welche sie unverändert beibehält während vielen Monaten. Nie treten hellere Punkte in der Kolonie auf, wie dies z. B. bei vielen Gonidialalgen der Fall ist; auch hellt sich die Farbe nie auf, wie z. B. bei *C. pallescens* u. a.

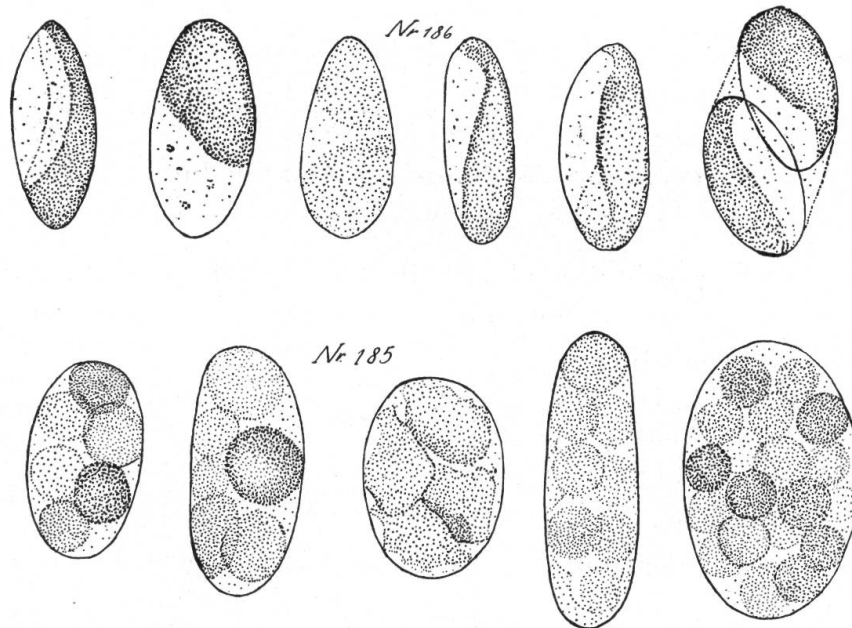


Fig. 8.

Obere Reihe: Zellen von *C. Chodati* Jaag in Knop $\frac{1}{3}$ + 2% Glucose. (Nr. 186.)
 Untere Reihe: Zellen von *C. Rayssiae* Chodat et Jaag Nr. 185. Vergleich der beiden Klone auf demselben Nährboden. Kamerazeichnung. Vergr. zirka 2500.

Die Zellen sind gross, breitelliptisch und an den Polen regelmässig abgerundet.

Auf Knop-Agar ergeben sich folgende Form- und Grössenverhältnisse:

	Variationsbreite	Mittelwert	Streuung
Länge der Zellen	6,2—11,1 μ	8,5 μ	$\pm 0,87$
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$	1,6— 3,4	2,1	$\pm 0,32$

Die grosse Formverschiedenheit der Individuen auf einem bestimmten Nährboden ergibt sich aus der grossen Variationsbreite des Verhältnisses $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$.

In älteren Kulturen auf zuckerhaltigem Nährboden erscheint der Chromatophor in viele kugelige Stücke aufgelöst. Setzt man dem Zellmaterial aber etwas Chlor-Zink-Jod zu, so macht der Farbstoffträger

wieder einen einheitlicheren Eindruck. Gleichzeitig färben sich in der Mitte der Zelle ein Gürtel oder unregelmässig auf die Zelle verteilte Punkte braun, so dass es sich möglicherweise in den grünlich erscheinenden kugeligen Gebilden, die den Chromatophor verdecken, um Stärkeeinschlüsse handeln könnte. Die Reaktion ist aber nicht klar genug, als dass dies mit Sicherheit behauptet werden könnte. Die Färbeversuche mit Alkannatinktur und Sudan III verliefen negativ.

Coccomyxa viridis Chod.

Nr. 192 nob. (Nr. 84 Chod.)

R. CHODAT isolierte diese Alge als Epiphyt der in den Hochalpen häufigen Flechte *Sphaerophorus coralloides* Pers. Dass es sich dabei nicht um eine Gonidialalge handelt, ist beim ersten Anblick der Kolonie auf Glucose-Agar zu erkennen, denn diese ist im Gegensatz zu der Mehrzahl der Klone von Gonidialalgen hellgrün und nimmt mit dem Alter (3—4 Monate) gelbe Farbtöne an. Sie wächst auch schneller als die Gonidien, und ihre Kolonien gehören zu den grössten unter allen *Coccomyxaalgen*. Auf Glucose-Agar gleichen die Kolonien freilich weitgehend denjenigen von *C. solorinae saccatae*, sind aber noch heller als diese, dagegen wiederum dunkler als die entsprechenden Kolonien von *C. pallescens*. Die helleren Farbtöne schreiten regelmässig von der Mitte der Kolonie her nach dem Rande fort, ohne einen grünen Saum beizubehalten, wie dies bei den nächstverwandten Klonen der Fall ist.

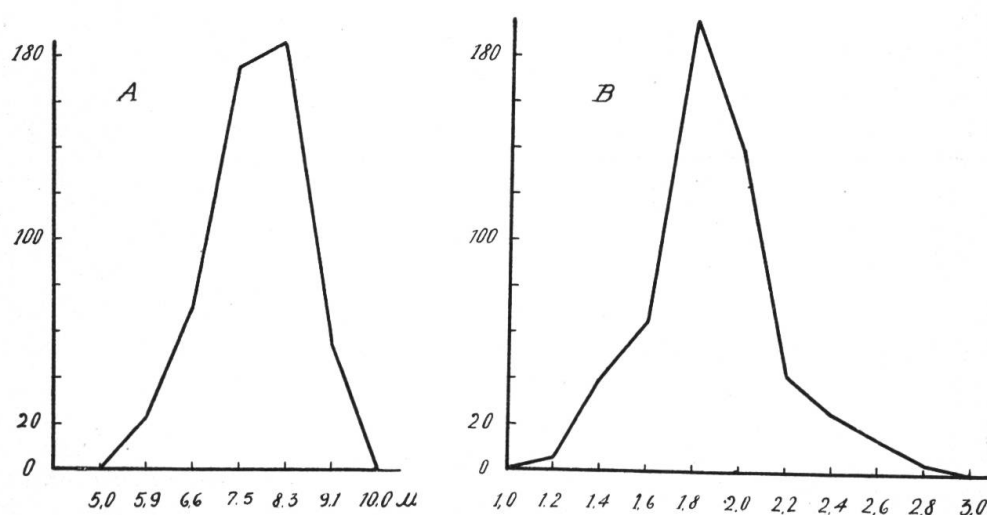


Fig. 9.

Coccomyxa viridis Chod. Nr. 192.

A) Längenkurve; in Knop $\frac{1}{3}$ + 2 % Glucose

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

Die Zellen sind mittelgross, breitoval und eiförmig, in der Mitte stark gewölbt. In der Form der Zellen gleicht *C. viridis* *C. ovalis* (*solorinae saccatae*), unterscheidet sich aber von dieser durch ihre wesentlich grösseren Zellen und auch durch Grösse und Farbe der Kolonie. In zuckerhaltigem Nährsubstrat scheint der Chromatophor weitgehend reduziert und die Zellen haben beinahe alles Chlorophyll verloren.

Auf Glucose-Agar ergeben sich folgende Form- und Grössenverhältnisse (Alter der Kolonie sieben Monate). Fig. 9.

	Variationsbreite	Mittelwert	Streuung
Länge der Zellen	5,9—9,1 μ	7,9 μ	$\pm 0,86 \mu$
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$	1,2—2,8	1,85	$\pm 0,34$

Coccomyxa thallosa Chod.

Nr. 187 nob. (Nr. 122 Chod.)

Die von R. CHODAT isolierte *C. thallosa* ist gekennzeichnet durch zusammenhängende Zellgruppen, die entstehen, wenn bei der Auto-sporenbildung die Mutterzellmembran sich nicht unmittelbar auflöst.

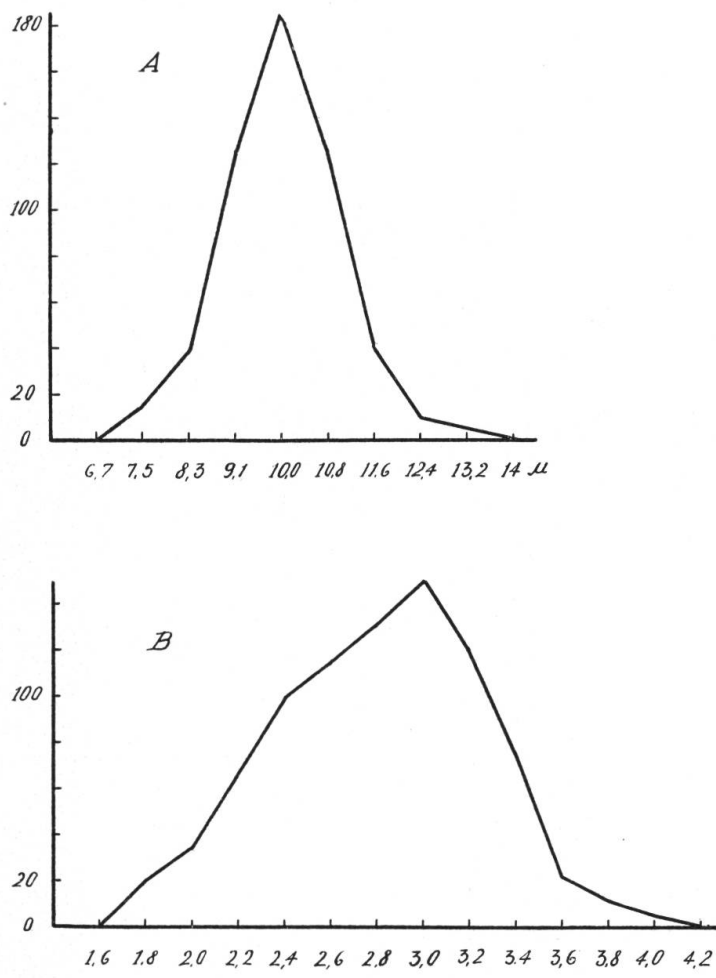


Fig. 10.
Coccomyxa thallosa Chod.
 Nr. 187.
 A) Längenkurve; in Knop
 $\frac{1}{3} + 2\%$ Glucose
 B) die entsprechende
 $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurve.

Solche Stadien kommen bei sämtlichen Arten der Gattung *Coccomyxa* mehr oder weniger deutlich vor. Besonders reichlich bilden sich solche Zellager namentlich bei den Klonen Nr. 123 (Gonidie der Flechte *Peltigera aphtosa*), sowie Nr. 172 (Gonidie von *Solorina saccata* aus

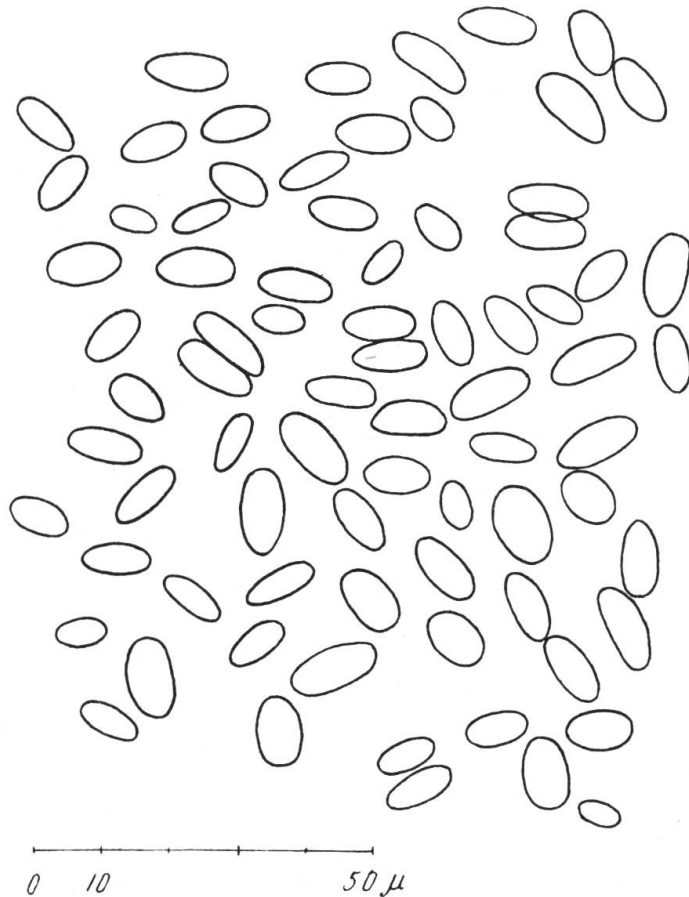


Fig. 11.

Coccomyxa thallosa Chod.
Nr. 187; in Knop-Agar
(Kolonie 1 Jahr alt). Ka-
merazeichnung.
Vergr. zirka 750.

dem Jura). Diese Arten sind bei jeder Ueberimpfung in neue Nährböden gerade an dieser Schleimbildung zu erkennen, da das Zellmaterial bei der Uebertragung Fäden zieht. Von den anderen schleimbildenden Arten ist *C. thallosa* leicht zu unterscheiden durch die verschiedene Gestalt und Farbe der Kolonie auf zuckerhaltigem Nährboden, sowie durch Form und Grösse der Zellen.

Auf Knop-Agar erreicht die Kolonie höchstens 3 mm; sie ist von tief dunkelgrüner Farbe mit glänzender Oberfläche. Auf Glucose-Agar hat die Kolonie im Alter von 4—5 Monaten einen mittleren Durchmesser von 12 mm (nach 7 Monaten 20,6 mm). Sie ist in jüngeren Stadien dunkelgrün, nimmt aber vom dritten Monat an heller grüne Farbtöne an, die vom erhöhten Mittelpunkt der Kolonie nach dem Rande zu in Form von fächerförmigen Sektoren vorwärtsschreiten. Ein grüner Saum bleibt aber auch in den 6—8 Monate alten Kulturen erhalten.

Die Zellen sind gross und auffallend langgestreckt. Auf Glucose-Agar ergeben sich die folgenden Form- und Grössenverhältnisse :

	Variationsbreite	Mittelwert	Streuung
Länge der Zellen	7,5—13,2 μ	10,0 μ	$\pm 0,87 \mu$
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$	1,8— 4,0	2,85	$\pm 0,31$

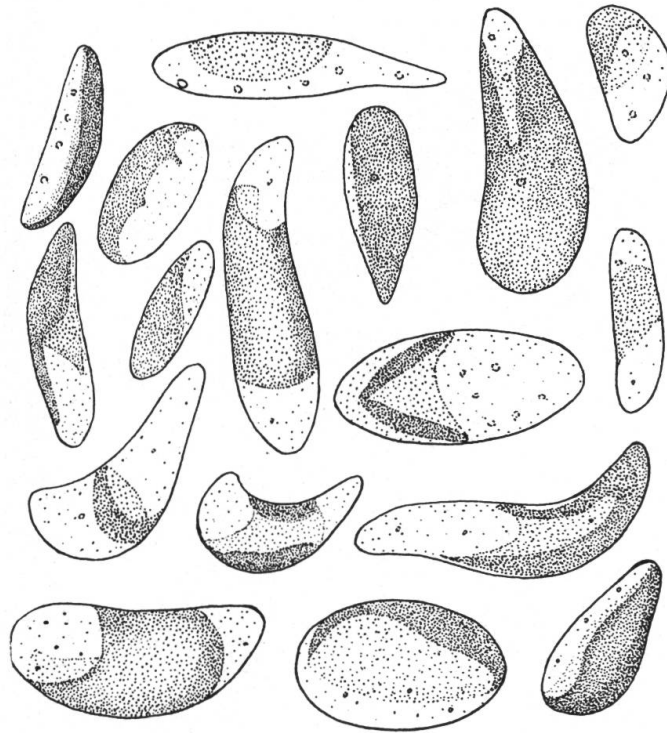


Fig. 12.

Coccomyxa thallosa Chod.
Nr. 187. Verschiedene
Zellformen in Knop-Agar.
Kamerazeichnung.
Vergr. zirka 3000.

Bei *Coccomyxa thallosa* handelt es sich um eine ausgesprochen polymorphe Art. Sie zeigt eine weitgehende Abhängigkeit der Zellform von der Zusammensetzung des Nährmediums. Aber auch innerhalb einer bestimmten Kultur sind Grösse und Form der Zellen starken Schwankungen unterworfen. Dies geht aus Fig. 11 und 12 und sodann

auch aus der $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ -Kurve in Fig. 10 deutlich hervor. Der Chroma-

tophor bleibt sehr lange (1 Jahr lang) gut erhalten. Er bedeckt etwa die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ der Zelloberfläche.

Coccomyxa Corbieri Wille

Durch Prof. L. CORBIERE darauf aufmerksam gemacht, sammelte WILLE in den Gewächshäusern im Parc « Emmanuel Liais » in Cherbourg eine kleine gallertbildende Grünalge, die sich als mit *Coccomyxa dispar* Schmidle auf das nächste verwandt erwies und die der Entdecker als *Coccomyxa Corbieri* (1910) beschrieb.

Diagnose : Thallus gelatinosus, verrucosus, confluens. Cellulae involucri gelatinosis, lamellosis inclusae, ellipticae, acuminatae. Massa chlorophyllacea parietalis, unilateralis, nuclei amylacei desunt. Akineta globosa vel subovalia. Long. cell. 5—14 μ ; lat. cell. 3—7 μ ; Diam. akin. 7—9 μ . Habitat ad lignem in calidariis urbis Cherbourg.

Im einzelnen gibt WILLE (1910, l. c. S. 298) über die Alge folgende Beschreibung : « Der grüne Ueberzug dieser Alge war bei Feuchtigkeit geleeartig und hatte meist eine ziemlich deutlich warzige Oberfläche. Diese Warzen waren grün, hatten eine Höhe von 1—2 mm und eine Breite von 1—3 mm, aber mehrere seitlich gestellte Warzen konnten zusammenfließen, so dass unregelmässige Erhöhungen gebildet werden konnten.

Bei der Untersuchung dieser Warzen unter dem Mikroskop fand ich, dass sie sich ziemlich leicht unter dem Deckglas zerdrücken liessen, und es erwies sich, dass sie aus Familien aus grünen Zellen bestanden, die von geschichteten Schleimhüllen umgeben waren. Man konnte Schleimhüllen finden, die nur eine einzige Zelle enthielten und bisweilen konnte man mehrere solche seitlich aneinandergeschmiegt liegen sehen, scheinbar ohne gemeinsame Hülle; am häufigsten jedoch fanden sich zwei Zellen innerhalb dieser gemeinsamen Schleimhülle vereinigt. In den Schleimhüllen, sowohl in den besonderen für die einzelnen Zellen, als auch in den gemeinsamen konnte man die Schichtung mehr oder weniger ausgeprägt finden, nämlich mit einzelnen deutlichen Schichten und wiederum anderen so undeutlichen, dass sie sich kaum ohne Färbung nachweisen liessen. Auch kann der Fall eintreten, dass vier oder mehr Zellen in ihrer gemeinsamen Schleimhülle umschlossen werden, aber die Schichtung so undeutlich wird, dass sie sich nicht mit Sicherheit nachweisen lässt, wahrscheinlich, weil sämtliche Schichten soviel Wasser aufgenommen haben, dass keine Verschiedenheit in der Lichtbrechung zwischen ihnen und dem Wasser mehr vorhanden war. Indes liegt danach die Annahme nahe, dass die ganze gallertige Masse, worin die Zellen liegen, ursprünglich aus den geschichteten Hüllen der einzelnen Zellen gebildet wird, aber allmählich ihre Schichtung verloren hat. Die einzelnen vegetativen Zellen waren etwas formverschieden, aber stets im ausgewachsenen Zustande spindelförmig mit etwas zugespitzten, selten ein wenig abgerundeten Enden. Da sie natürlich alle möglichen Stellungen in der Schleimmasse einnahmen, sah man sie bald von der Seite, bald von oben mit rundem Querschnitt und bald in allen möglichen Zwischenstellungen.

In lebendem Zustande sah man in den Zellen grössere oder kleinere Oeltropfen und auf einer oder auf beiden Seiten findet sich

der Chromatophor als ein grüner Streifen. In einzelnen Zellen waren jedoch bisweilen, nach zeitweiliger Aufbewahrung im Dunkeln, die Oeltröpfchen bedeutend reduziert, sowohl was Grösse als Zahl anbelangt. Durch Behandlung der Zellen mit z. B. Chlor-Zink-Jod liessen sich die Oeltropfen zum Verschwinden bringen und man fand danach in der Zelle eine einseitige parietale, länglich-runde Chlorophyllscheibe ohne Pyrenoid vor. Innerhalb des Chromatophoren im Zellplasma wurde bisweilen ein winziger rundlicher Körper sichtbar, der als Zellkern angesehen werden muss.

Ausser den vegetativen Stadien scheinen auch Akineten auftreten zu können, entweder vereinzelt oder zwei zusammen in einer gemeinsamen Schleimhülle. Diese Akinetenzellen sind, während sie noch nicht ganz entwickelt sind, mehr abgerundet als die vegetativen Zellen und haben eine Grösse des protoplasmatischen Inhalts, die zwischen $6-8 \mu$ Länge und $4-5 \mu$ Breite wechselt.

Sind die Akineten völlig reif, so wird die ringsherum gelagerte Schleimhülle aufgelöst, und man kann sie dann zu zweien oder einzeln liegend vorfinden. Wenn die Akineten ganz ausgebildet sind, sind sie nahezu kugelförmig und haben einen Durchmesser von $7-9 \mu$.

Die Keimung der Akineten scheint dadurch eingeleitet zu werden, dass der Inhalt sich zuerst in zwei Zellen, dann in vier, bisweilen sogar in acht Zellen teilt; während dieses Vorganges verschleimt die umgebende Akinetenmembran, so dass die jungen Tochterzellen frei werden, während sie selbst sich mit ihrer selbständigen Schleimmembran umgeben. Diese Teilungen bei der Akinetenteilung scheinen, nach der Stellung der Teilprodukte zu urteilen, in drei Richtungen des Raumes vor sich gehen zu können: es entstehen dann sehr kleine Individuen mit einer Länge von $3-4 \mu$ und einer Breite von $1,5-2 \mu$. Sie beginnen schon ziemlich bald von neuem sich zu teilen, ehe sie noch voll ausgewachsen sind, und so kann man eine grosse Anzahl kleiner Zellen innerhalb derselben Schleimhülle mit den grösseren normalen vegetativen Zellen zusammenfinden.

Von *Coccomyxa dispar* unterscheidet sich *C. Corbierei* durch die Zellform, durch die Teilungen, die nicht ausschliesslich schräg verlaufen, durch die Bildung von *Glöocystis*-artigen Kolonien und durch warziges Aussehen des ganzen Lagers. »

Coccomyxa simplex (Pringsheim) Mainx

Nr. 204 nob.

Unter dem Namen *Coccomyxa simplex* wurden mir von Herrn Prof. Pringsheim Reinkulturen von zwei Klonen zugestellt, die ich auf den üblichen Nährböden mit den übrigen Arten zusammen züchtete.

Von Anfang an zeigten diese Algen sämtliche charakteristischen Merkmale der Gattung. Nach dem Anblick der Kultur auf Glucose-Agar mussten beide Klone in die Gruppe der *C. elongata* Chod. et Jaag, *C. ovalis (solorinae saccatae)* Jaag u. a. gestellt werden: dunkelgrüne, nie verblassende Farbe der Kolonie; letztere ist gross und einheitlich im Farbton. Klon Nr. 204 ergab freilich dunklere Kolonien und wies deutliche, nur wenig hellere apfelgrüne Sektoren auf als die genannten verwandten Arten. Mainx fasste die beiden Klone (Nr. 203 und 204) auf als zwei Stämme der Art *Coccomyxa simplex* (Pringsheim) Mainx.

Die mikroskopische Untersuchung des Materials aus verschiedenen Nährmedien zeigte aber alsbald, dass es sich nicht nur um zwei Stämme, sondern um zwei durchaus verschiedene Arten handelt. Klon Nr. 203 ist zufolge der ausserordentlichen Schlankheit seiner Zellen in die Verwandtschaft von *Coccomyxa elongata* Chod. et Jaag, Nr. 190 zu stellen. Trotzdem diese beiden Klone nach dem Anblick der Kolonie, der Grössenordnung und der Form der Zellen einander äusserst nahe stehen, so können sie aber trotzdem nicht miteinander vereinigt werden. Bei Klon 203 sind die Zellen etwas grösser, auch schlanker und an den Polen stärker verjüngt als bei Nr. 190. Bei letzterem Klon sind die Zellen deutlich abgerundet, während diejenigen der ersteren vielfach in eine kurze Spitze auslaufen. Auf Grund dieser Unterschiede betrachte ich die beiden Klone Nr. 190 und 204 als zwei distinkte Stämme innerhalb der Art *Coccomyxa elongata* Chod. et Jaag (Stamm 1 Nr. 190 und Stamm 2 Nr. 203). Die von MAINX als Stamm 2 bezeichnete Alge (Klon Nr. 204) entspricht der Beschreibung, die er (1928) für *Coccomyxa simplex* gibt: « Zellen meist einzeln, nur selten mit den Enden zu Gruppen verklebt; ihre Form ist ellipsoid, stets etwas gekrümmt und unsymmetrisch; sie sind 7—10 μ lang und 2—3 μ breit. Der mantelförmige Chromatophor kleidet meist die konvexe Längswand aus und ist meist kürzer als die Zelle. Er führt kein Pyrenoid. Stärke fehlt; ein ölhaltiger Reservestoff ist meist in Form mehrerer Tröpfchen vorhanden. Die sonst für die Gattung charakteristische Gallerte ist auf einen im Leben fast unsichtbaren Pfropf beschränkt, der das spitze Ende der Zelle umgreift und sich mit Nigrosin oder Kollargol sehr gut darstellen lässt. Mit ihm sitzen die Zellen locker dem Substrat an oder kleben in Gruppen zusammen. Teilung meist quer mit einer schrägstehenden Scheidewand, doch auch in anderen Richtungen. Dieses Merkmal, sowie der Besitz der Gallerte sprechen für die Zuteilung zur Gattung *Coccomyxa*, während mit anderen protococcalen Gattungen keinerlei Aehnlichkeit besteht. In einer Reinkultur von Prof. E. PRINGSHEIM (Prag) aus Roh-

kulturen von *Paramaecium bursaria*, ausserdem häufig als Verunreinigung in den Wasserkulturen höherer Pflanzen im botanischen Institut in Münster i. W. gefunden.»

In meinen Kulturen fand ich bei dieser Alge gelegentlich weniger schlanke Formen und etwas grössere Zellen, als MAINX angibt. Auf Glucose-Agar ist die Schleimbildung und dadurch die Verklebung mehrerer Zellen weniger häufig. Aus dem Vergleich mit sämtlichen übrigen *Coccomyxa*algen geht hervor, dass Klon Nr. 204 in die nächste Verwandtschaft von *Coccomyxa ovalis* (*solorinae saccatae*) Jaag, Nr. 172 zu stellen ist. Trotz zahlreicher gemeinsamer Merkmale (Form und Farbe der Kultur, Form der einzelnen Zellen usw.) können die beiden Klone aber nicht zusammengezogen, sondern müssen als distinkte Arten aufgefasst werden. *C. simplex* (Pringsheim) Mainx hat wesentlich grössere Zellen als *C. ovalis* (*solorinae saccatae*) Jaag. Bei letzterer Alge ergab sich für die Länge der Zellen 4,6—7,9 μ (Mittelwert 7,2 μ), bei ersterer 7—11 μ (Mittelwert 8,2 μ).

C. olivacea Petersen

PETERSEN beschreibt (1915, l. c., S. 371) unter diesem Namen eine auf den Kalk- und Kreidefelsen der «Grotte du Roi de la Falaise» (Dänemark) weitverbreitete Alge. Es scheint mir aber sehr fraglich, ob dieselbe in die Gattung *Coccomyxa* einbezogen werden darf, denn die Bilder, die der Verfasser (l. c., Taf. II, Fig. 19 und 20) davon gibt, sprechen nicht gerade dafür. Wenn schon die ausgewachsenen Zellen nicht der gewohnten Form der *Coccomyxa*algen entsprechen, so erwecken namentlich die gefärbten (braunen und roten) Zelleinschlüsse Zweifel über die *Coccomyxa*natur dieser Zellen. Solche Einschlüsse sind in keiner anderen Art gefunden worden. Gallertbildung, Streckung der Zellen nach der Teilung und Grösse derselben würden freilich mit den Merkmalen der Gattung übereinstimmen. Wenn weitere Untersuchungen wirklich ergeben sollten, dass die fragliche Alge in den Kreis von *Coccomyxa* gehört, so würde sie in die Verwandtschaft von *C. subsphaerica* Chod. et Jaag zu stellen sein. PETERSEN gelang es nicht, die Alge in Kultur zu bekommen. Er macht über *C. olivacea* folgende Angaben (l. c., S. 371): «Coussinets gélatineux ou de consistance relativement solide, de couleur verdâtre ou brun orangé clair, mesurant environ 1 mm de diamètre, finissant par se fusionner de manière à former des croûtes épaisses de 2 à 3 mm. Cellules sphériques; après la division, elles ne tardent pas à s'allonger parallèlement au plan de division. La membrane cellulaire est solide, bien qu'assez mince; elle est colorée faiblement en brun par le chlorure de zink jodé.

Chaque cellule est entourée d'une épaisse couche de gelée stratifiée, formant les « systèmes de boîtes » qui caractérisaient l'ancien genre *Gloeocystis*. Un seul chromatophore pariétal d'un vert pâle dans chaque cellule. On aperçoit d'ordinaire un grand nombre de gouttes huileuses, dont quelques-unes sont brunes ou rouges. L'amidon fait défaut. Diamètre de la cellule : env. 8 à 10 μ . Division des cellules simple. Les cellules sont entremêlées de nombreuses hyphes de champignons, lesquelles toutefois ne semblent croître que dans la gelée sans entrer en relation aucune avec les cellules elles-mêmes.

J'ai trouvé cette espèce d'abord sur Stevns Klint, où elle se rencontre un peu partout, notamment sur les parties surplombantes de la falaise. L'algue se loge de préférence dans toutes les petites cavités du calcaire. C'est surtout au-dessus de la couche de silex qu'on aperçoit bien distinctement les taches marbrées obscures dues au *C. olivacea*. »

Wir möchten *C. olivacea* vorläufig als Art bestehen lassen, bis neue eingehende Untersuchungen und Vergleichskulturen mit anderen Arten der Gattung durchgeführt sind.

Coccomyxa Naegeliana (Artari) Wille

Wenn es mir zunächst schien, dass *C. Naegeliana* (Artari) Wille wegen des Besitzes eines Pyrenoids aus der Gattung *Coccomyxa* ausgeschlossen werden müsse, so bin ich von dieser Einstellung abgewichen, nachdem ich sah, dass die in der Nähe von Zürich gefundene gallertbildende und ihrem äusseren Anblick nach *C. dispar* wohl am nächsten verwandte Alge ebenfalls ein Pyrenoid aufweist. Obwohl ich *C. Naegeliana* mangels Materials nicht nachprüfen konnte, so möchte ich diese Art doch, wenigstens vorläufig, in der Gattung belassen. Durch die angeblich ausgiebige Ausbildung von Oel in den einzelnen Zellen steht die Art zwar isoliert da; vielleicht wird sie bei einem späteren Vergleich mit den übrigen Arten in Reinkultur diese Sonderstellung verlieren.

PETERSEN schreibt über seine eingehenden Untersuchungen : « Après avoir isolé cette espèce de deux échantillons différents, j'en ai préparé des cultures pures :

1. Des éléments provenant d'un rocher escarpé de l'île de Bornholm furent disséminés dans de la gélatine additionnée de substances nourricières inorganiques (réaction acide). Au bout d'un mois, on y constata la formation de petites colonies d'une couleur vert foncé, dont je continuai la culture sur la gélatine et l'agar. Il a ainsi été constaté que cette algue peut prospérer sur un milieu acide aussi bien

que sur un milieu faiblement alcalin. Dans les cultures sur gélatine, les cellules se trouvèrent bientôt remplies d'huile. Pour ce qui est des cultures sur agar, il paraît que la formation d'huile n'a lieu que lorsqu'elles sont devenues très vieilles.

2. Dissémination sur M. S. A. (réaction légèrement alcaline) d'éléments provenant de l'écorce de *Corylus*. Au bout d'un mois et demi, on put constater sur l'agar l'apparition, entre autres, d'une colonie de *C. Naegeliana* qui, transféré sur de l'agar additionné de $\frac{1}{2}$ ‰ de glucose, prit un beau développement.

Stations naturelles : Terre (surtout humus acide), rochers couverts de mousse; souches.

C. subellipsoidea Acton présente, sous tous les rapports, une si grande analogie avec le *C. Naegeliana*, que je crois juste de les regarder provisoirement comme constituant une seule et même espèce. Le *Botrydina vulgaris*, mentionné, entre autres par WILLE, est un lichen primitif dont — ainsi que cela a été démontré par ELIZABETH ACTON — la gonidie est constituée par *Coccomyxa Naegeliana*. »

Diese zuletzt erwähnte Gleichsetzung mit *C. subellipsoidea* muss bestritten werden, da, im Gegensatz zu *Coccomyxa Naegeliana*, die Algenzellen von *Botrydina vulgaris* Bréb. niemals ein Pyrenoid aufweisen, wie dies aus den Arbeiten von PRINGSHEIM, MAINX und JAAG mit aller wünschbaren Deutlichkeit hervorgeht.

Coccomyxa ophiuræ Rosenvinge

In welcher Weise sich die von ROSENVINGE (1898) beschriebene *Coccomyxa ophiuræ* unter den uns vorliegenden *Coccomyxa*algen einreihen lässt, kann heute nicht gesagt werden, da es mir nicht möglich war, mir das fragliche Material zu verschaffen. Die Alge wurde von MORTENSEN im Limfjord auf *Ophioglypha texturata* und *O. albida* entdeckt. Auf den befallenen Echinodermen erscheinen grosse grüne Flecken, die nach MORTENSEN (1910) zuerst auf der Dorsalseite der Scheibe und der Arme auftreten, dann aber sich auf die Teile der Oberfläche des Tieres ausbreiten können. Anfangs sind die Algenester von der Epidermis bedeckt; die Alge nistet am häufigsten in dem Gewebe, das die Maschen des Kalkskelettes der Scheibe, der Armstacheln und der Tentakelanhänge ausfüllt. Bald wird die Epidermis durch die heranwachsenden Algenpolster gesprengt, und indem die Kalkplatten aufgelöst werden und das Bindegewebe verschwindet, entstehen sich vergrössernde Wundlöcher, die schliesslich den Darm freilegen. Eine Regeneration scheint nicht möglich zu sein, und die Infektion führt schliesslich zum Tode.

Zur Systematik der fraglichen Alge schreibt ROSENVINGE (1910) : « Je l'ai rapportée en 1895 au genre *Dactylococcus* Naegeli, et j'ai trouvé qu'elle était parente du *D. litoralis* Hansgirg. Plus tard on a éliminé ce genre parce qu'on a supposé que l'espèce sur laquelle il fut fondé n'était que des formes de développement de *Scenedesmus*, et quelques formes assez semblables ont alors été rattachées au genre *Coccomyxa* Schmidle, entre autres aussi le *D. litoralis*. En adoptant cette manière de voir, je rapporterai notre algue à ce même genre et je lui donnerai le nom de *Coccomyxa ophiuræ*. »

Die Beschreibung, die ROSENVINGE von der Alge gibt, stimmt im allgemeinen mit unseren Kenntnissen über diese Gattung überein. Wenn der Autor aber — zwar mit viel Vorsicht — von Zellen mit ausgesprochener Eigenbewegung spricht, so glauben wir bestimmt, dass es sich dann nicht mehr um *Coccomyxa*algen handelt.

ROSENVINGE schreibt darüber : « En examinant un peu de la masse verte, délayée avec de l'eau de mer sous le microscope, on voit que les cellules qui sont suspendues dans l'eau s'agitent en se tortillant. Mais il ne s'agit ici que du mouvement Brownien; les cellules ne s'avancent pas dans l'espace et elles offrent le même mouvement après la mort, ainsi je l'ai observé chez des cellules conservées pendant plusieurs années dans une solution de formaline. Pourtant dans quelques cas rares j'ai observé un mouvement actif. J'ai vu ainsi en septembre 1895 dans des échantillons vivants expédiés par M. MORTENSEN, plusieurs cellules se mouvoir en avant en tournant sur un axe, l'axe longitudinal de la cellule oscillant en même temps autour de l'axe de rotation. C'étaient des individus normaux de grandeur ordinaire qui se mouvaient ainsi et je voyais aussi deux cellules cohérentes s'agiter, la membrane de la cellule-mère en partie quittée, se trouvant en avant pendant le mouvement. En juin 1901 j'ai vu aussi, à Nyköbing, dans des échantillons récemment récoltés, quelques cellules s'avancant activement à travers l'eau. Dans tous les cas ce n'était qu'un très petit nombre de cellules qui se mouvaient de cette manière. Plus tard j'ai étudié l'algue de l'Ophiure à plusieurs reprises dans le Limfjord sans rien voir d'un tel mouvement actif; je n'ai donc pas pu confirmer mes observations antérieures, et je ne puis rien dire sur la nature et les conditions de ce mouvement actif des cellules pourvues de membrane cellulaire. »

Ausser dieser Mitteilung sind von E. ACTON (1909) bewegliche Zellen für *Coccomyxa* angegeben worden. Wie wir bereits ausdrücklich betont haben, muss aber dieser Autorin ein unreines Algenmaterial vorgelegen haben. Dieselbe Erklärung dürfte auch für die unwahrscheinliche Mitteilung ROSENVINGES Gültigkeit haben. Die Seltenheit des

Auftretens beweglicher Zellen verstärkt noch die Wahrscheinlichkeit, dass dem vorgelegenen *Coccomyxa*-Material Zellen einer anderen Algengattung, höchst wahrscheinlich von *Chlamydomonas*, beigemischt waren.

Als Artdiagnose gibt ROSENVINGE an : Cellulae fusiformes, apicibus rotundato-truncatae, rarius oblongae, plerumque aliquantulum obliquae, latitudine 1,5—3 μ longitudine 6—8 μ chromatophorum unum viride, laterale oblongum vel fere orbiculare sine pyrenoide continentis. Cellulae plerumque solitariae, post divisionem binae, rarius ternae vel quaternae apice membranae cellulae matricialis cohibitae. Hab. in *Ophioglypha texturata* parasitica.

Diese Alge besitzt tatsächlich ein besonderes Interesse, da sie das einzige Beispiel einer wirklich parasitischen Alge darstellen dürfte. Obwohl man verschiedene Algen kennt, die mit Tieren in « Symbiose » leben, so kennt man doch keine anderen Algen, die beim Wirtstier Krankheitserscheinungen oder gar den Tod herbeiführen. Die Beobachtung ROSENVINGES, dass durch die Alge beim Wirtstier das Kalkskelett aufgelöst wird, scheint mir einer eingehenden Untersuchung wert.

Coccomyxa litoralis (Hansg.) Wille

Im Jahre 1890 hat A. HANSGIRG eine von M. FOSLIE (1890, l. c. S. 23) im nördlichen Norwegen (Kjelmö, Tromsö) gefundene kleine marine Grünalge als *Dactylococcus* (?) *litoralis* Hansg. beschrieben, die mit unsern *Coccomyxa*-algen weitgehende Aehnlichkeit hat. WILLE führte sodann (1906) an frischem Material anscheinend derselben Alge eine eingehende Untersuchung durch und kam in deren Verlauf zu der Ueberzeugung, dass es sich dabei um eine Alge aus der nächsten Verwandtschaft von *C. dispar* Schmidle handle. Er schlug daher vor, die fragliche Alge *Coccomyxa litoralis* (Hansg.) Wille zu nennen. *C. litoralis* hat tatsächlich sehr wichtige Merkmale mit den *Coccomyxa*-algen gemein, namentlich Form, Grösse, Zellenbau usw. Was sie aber von den meisten Arten dieser Gattung unterscheidet, ist der Besitz eines Pyrenoids. Dasselbe soll aber irgendwie verdeckt sein, « so dass es an lebenden Individuen nur unter besonders günstigen Umständen hervortrat, dagegen bei Zusatz von Jodtinktur leicht sichtbar wurde. » WILLE ist vorsichtig in der Einreihung der pyrenoidführenden Alge in die Gattung *Coccomyxa*, und er begründet sein Vorgehen im einzelnen : « Indessen kann das Vorhandensein oder Fehlen eines Pyrenoides nicht als entscheidender Gattungscharakter angesehen werden. Die Bedeutung des Pyrenoids ist noch nicht ganz sicher. Ebenso wenig sicher ist, ob ein jeder Farbstoff speichernder Körper innerhalb des Chromatophors denselben

Wert wie ein wirkliches Pyrenoid hat, das doch erfahrungsgemäss in einer gewissen Beziehung zur Stärkebildung steht. Da es sich gezeigt hat, dass Arten mit und ohne sog. Pyrenoid einander ausserordentlich nahe stehen können, so ist es klar, dass sich auch Uebergangsstadien finden, da z. B., wo ein Pyrenoid vorhanden ist, jedoch seine physiologische Bedeutung eingebüsst hat. Ein solcher Fall scheint mir bei der in Rede stehenden Art vorzuliegen, welche, wie ich gezeigt habe, in ihren Zellen nicht Stärke bildet. »

Man kann auch heute noch nicht sagen, dass über die Bedeutung des Pyrenoids als systematischem Merkmal absolute Klarheit bestünde, da aber auch *Coccomyxa Naegeliana* und die mit *C. dispar* weitgehend verwandte gallertbildende *Coccomyxa*alge, die in der Nähe von Zürich gefunden wurde, ein Pyrenoid besitzen, so möchte auch ich nicht anstehen, *C. litoralis* in der Gattung zu belassen, da sie sonst in allen Teilen mit den allgemeinen Merkmalen von *Coccomyxa* übereinstimmt.

WILLE schreibt darüber (nach HANSGIRG) : Vegetative Zellen länglich eiförmig, 1—1,5 μ breit, 2—3 mal so lang, an beiden Enden abgerundet, mit gelblich oder olivgrünem Inhalte und dünner farbloser Membran, durch schief zu dem Längsdurchmesser der Mutterzelle liegende Scheidewände in zwei, seltener mehrere Tochterzellen sich teilend. HANSGIRG war jedoch im Zweifel, ob er diese Alge in die Gattung *Dactylococcus* einreihen dürfte. Er schreibt nämlich : « Da ich nicht konstatieren könnte, ob die Tochterzellen auch in einen Schwärmerzustand übergehen können, wie bei *Dactylococcus infusionum* Nägl. und da der Zellinhalt nicht rein chlorophyllgrün ist, so habe ich diese Alge oben als *Dactylococcus* (?) bezeichnet. »

Hierzu ist zu bemerken, dass HANSGIRG nur getrocknetes Material zur Verfügung hatte und deshalb den Zellinhalt nicht hat untersuchen können. Im Juli 1906 gelang es mir, auf Brückenpfeilern bei Steinviksholm in der Nähe von Drontheim diese Alge wiederzufinden, welche auch hier ungefähr an der Flutgrenze wuchs, zusammen mit *Gloeocapsa crepidinum* Thur., *Pseudendoclonium submarinum* Wille und anderen Algen. Ich hatte Gelegenheit, diese Alge in lebendem Zustande zu studieren und kann daher die Angaben HANSGIRGS in einigen Punkten berichtigen und erweitern.

Was die Grösse der Zellen anbetrifft, so ist diese überaus veränderlich, je nachdem man ausgewachsene oder erst vor kurzem durch Teilung entstandene Individuen vor sich hat. Als Beispiel soll hier die Breite und Länge einer Anzahl willkürlich ausgewählter Individuen angeführt werden :

Länge . . .	6	10	6,5	6	5	7	8	9	4	6
Breite . . .	2,5	4	4	2	2	3	4	4	2	4

Wenn HANSGIRG eine Breite von nur 1—1,5 μ angibt, so kann dies sicherlich Zweifel an der Identität wecken. Indessen lege ich diesem Umstande keine grosse Bedeutung bei, da seine Messungen an getrocknetem und daher plasmolysiertem Material ausgeführt sind, an welchem vielleicht die Zellwand selbst schwer zu sehen gewesen ist. Möglich wäre es ja auch, dass die Art in so hohen nördlichen Breiten in einer kleineren Form auftritt.

Wie man aus den begleitenden Abbildungen sieht, ist die Form der Zellen sehr variabel, nämlich bald oval, gerade oder gekrümmt, bald eiförmig oder fast dreikantig, bald kürzer, bald länger. Dies beruht im wesentlichen darauf, ob man ganz junge oder mehr oder weniger ausgewachsene Individuen vor sich hat. Die Zellwände sind so ausserordentlich dünn, dass sie sehr schwer zu sehen sind und erst bei Plasmolyse oder Färbung deutlicher werden. Die Zellen liegen eingelagert in einem strukturlosen und ziemlich flüssigen Schleim.

Für den innern Bau der Zelle ist besonders charakteristisch der wandständige, plattenförmige, rundliche, grüngefärbte Chromatophor an der einen Seite der Zelle. Die Chromatophorplatte scheint in der Mitte etwas dicker zu sein und enthält hier ein Pyrenoid, das so undeutlich war, dass es an lebenden Individuen nur unter besonders günstigen Umständen hervortrat, dagegen bei Zusatz von Jodtinktur leicht sichtbar wurde. An vor kurzem geteilten Individuen war der Chromatophor oft dem einen Ende der Zelle genähert, nahm aber während des späteren Wachstums in der mittleren Region der Zelle eine parietale Stellung ein.

Bei den lebenden Zellen war der Zellkern zu undeutlich, als dass man ihn mit voller Sicherheit hätte beobachten können. Doch kann man gewiss davon ausgehen, dass sich nur ein Kern in der Zelle befindet. Im Protoplasma konnte man hier und da, besonders gegen das Zellende zu, meist eine grössere oder geringere Anzahl kleiner Körner beobachten. Man konnte hierbei an Stärkekörner denken, doch liess sich Stärke vermittelst Jodtinktur in den Zellen nicht nachweisen, was einigermassen auffallend ist, da der Chromatophor ein Pyrenoid enthält.

Zellteilungen waren an dem von mir untersuchten Material sehr selten; sie gehen indessen vielleicht zu einer andern Tageszeit vor sich. Die Teilungen geschehen, wie von HANSGIRG angegeben, mittelst schiefer Längsteilungen, und hierbei entstehen entweder zwei Tochterzellen oder vier Tochterzellen, die sich dann ungefähr wie die Tochterzellen von *Dactylococcus* anordnen.

Dass diese Alge nicht zur Gattung *Dactylococcus* Nägl. gerechnet werden darf, steht ausser allem Zweifel. *Dactylococcus* Nägl. stellt

nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen Entwicklungsstadien von *Scenedesmus*arten dar, jedoch kommt keine einzige *Scenedesmus*art unter solchen Verhältnissen vor, wie die oben beschriebene Alge. Ausserdem stimmt auch der Bau des Chromatophors nicht mit dem von *Dactylococcus* oder *Scenedesmus* überein.

Dagegen zeigt die Alge eine nicht geringe Uebereinstimmung mit der von SCHMIDLE beschriebenen neuen Gattung *Coccomyxa* Schmidle, von welcher nur zwei im Süsswasser vorkommende Arten bekannt sind, nämlich *C. dispar* Schmidle und *C. natans* (Chod.) Schmidle. Der einzige wesentliche Unterschied ist, dass *Coccomyxa* nach SCHMIDLE ein Pyrenoid fehlt.

Diese die Angaben von HANSGIRG wertvoll ergänzenden Mitteilungen WILLES erlauben uns, *Coccomyxa litoralis* tatsächlich in unserer Gattung einzureihen.

Coccomyxaalgen als Epiphyten auf Flechten

Verschiedene Algologen, namentlich R. CHODAT, haben darauf hingewiesen, dass die Oberfläche eines Flechtenthallus häufig eine reiche Gesellschaft von Mikroorganismen verschiedenster Art beherbergt. Darunter spielen neben Bakterien und Pilzen zahlreiche Typen von Grünalgen eine wichtige Rolle. Ich habe eine Reihe solcher epiphytischen Algen isoliert und neben *Pleurococcus*, *Chlorella*, *Stichococcus* und vielen anderen Formen auch drei neue zu *Coccomyxa* gehörende Klone gefunden. Diese schienen mir geeignet zur Prüfung der Frage, ob solche freilebenden epiphytischen Arten sich physiologisch gleich verhalten wie die *Coccomyxagonidien*, oder ob umgekehrt bestimmte, mit der Lebensweise der beiderlei Organismen in Zusammenhang stehende Unterschiede vorhanden seien.

Nachdem bereits R. CHODAT eine Reihe von auf Flechten epiphytisch lebenden *Coccomyxa*algen isolierte, konnte ich weitere drei Klone in Reinkultur bringen. Es sind dies: Nr. 58, epiphytisch auf *Parmelia subaurifera* Nyl., Fundort: auf Ulmenrinde in der Nähe von Zürich, sodann Nr. 81, epiphytisch auf *Aspicilia cinereorufescens* Nyl., Fundort: Besse (Auvergne) und Nr. 149, epiphytisch auf *Acarospora fuscata* Th. Fr., Fundort: Besse (Auvergne).

Diese drei Klone müssen als unter sich verschiedene systematische Einheiten aufgefasst werden, da sie sich durch Form und Grösse der Zellen und in geringerem Masse auch durch den Anblick der Kolonie auf Glucose-Agar voneinander unterscheiden.

Coccomyxa arvernensis Jaag

Nr. 149

Auf *Acarospora fuscata* epiphytisch lebende Alge. Fundort : Besse (Auvergne).

Kolonie : auf Knop-Agar mittlerer Durchmesser 4 mm, dunkelgrün glänzend. Auf Glucose-Agar : mittlerer Durchmesser der Kolonie 12 mm, flach, mit gekerbtem Rand, während drei Monaten dunkelgrün, dann von der Mitte aus nach dem Rande zu hellere Farbtöne annehmend. Schliesslich ist der mittlere Teil der Kolonie von leuchtend gelber Farbe, während der Saum einen frischen grünen Farbton beibehält. Zellen von mittlerer Grösse; Länge 4,9—8,6 μ ; Mittelwert : $7,3 \mu \pm 0,74$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 1,6 \pm 0,43$.

Zellenmaterial in Form und Grösse sehr ungleichmässig. In sämtlichen Kulturen auf Glucose-Agar sind grosse breitellipsoidische und regelmässig abgerundete Formen in grosser Zahl vermisch mit schlankeren grossen und auffällig schlanken kleineren Zellen. Bei allen ist der Chromatophor, der namentlich in den grösseren Individuen annähernd die ganze Oberfläche der Zelle bedeckt, auffallend gut ausgebildet. Die bei anderen Arten erwähnten farblosen Einschlüsse in den Zellen auf glucosehaltigem Nährboden wurden bei *C. arvernensis* nicht beobachtet.

Coccomyxa turicensis Jaag

Nr. 58 nob.

Fundort : epiphytisch lebend auf *Parmelia subaurifera*, auf Ulmenrinde aus der Nähe von Zürich.

Kolonie : auf Knop-Agar kleine Zellhäufchen von 2—3 mm Durchmesser, dunkelgrün, nicht verblassend.

Auf Glucose-Agar Kolonien von 9,7 mm mittlerem Durchmesser, satt dunkelgrün, hochgewölbt ohne Randsaum, regelmässig gerundet. Die Kolonie behält auch im Alter (bis 1 Jahr) die dunkle Farbe unverändert bei.

Form und Grösse der Zellen : Zellen verhältnismässig klein.

Länge 4,2 μ —8,1 μ ; Mittelwert 6,8 $\mu \pm 0,79$ $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}} 3,0 \pm 0,19$.

Die Zellen sind ausserordentlich schlank; ihre Längsseiten verlaufen beinahe parallel. Sie sind an den Polen regelmässig abgerundet, teilweise auch leicht zugespitzt. Das Zellenmaterial ist innerhalb eines bestimmten Nährmediums recht homogen.

Coccomyxa epiphytica Jaag

Nr. 81 nob.

Auf *Aspicilia cinereo-rufescens* epiphytisch lebende Alge. Fundort: Besse (Auvergne).

Kolonie: mittlerer Durchmesser auf Knop-Agar 3 mm, auf Glucose-Agar 9,7 mm. Kolonie flach, ohne Randsaum, in der Mitte etwas erhöht, in jungen Stadien dunkelgrün, vom 3.—4. Monat an hellere Farbtöne annehmend.

Zellen gross und breit. Länge: 5,3—11,6 μ ; Mittelwert 8,7 $\mu \pm 0,96$, $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ 1,9 $\pm 0,2$. Das Zellmaterial innerhalb eines bestimmten Nährbodens ist recht inhomogen, sowohl in bezug auf die Form als auch auf die Grösse der Zellen.

Coccomyxa subsphaerica Chod. et Jaag

Nr. 191 nob. (Nr. 109 Chod.)

Diese Alge wurde von R. CHODAT isoliert und mir zur Bearbeitung überlassen. Es handelt sich um einen Klon, der bei Vessy (Kt. Genf) gesammelt wurde. Kolonie auf Knop-Agar: klein (2—4 mm), dunkelgrün; auf Glucose-Agar: grosse Kolonie von 16 mm mittlerem Durchmesser; Kolonie flach, mit kleinen Erhebungen in der Mitte und inner-

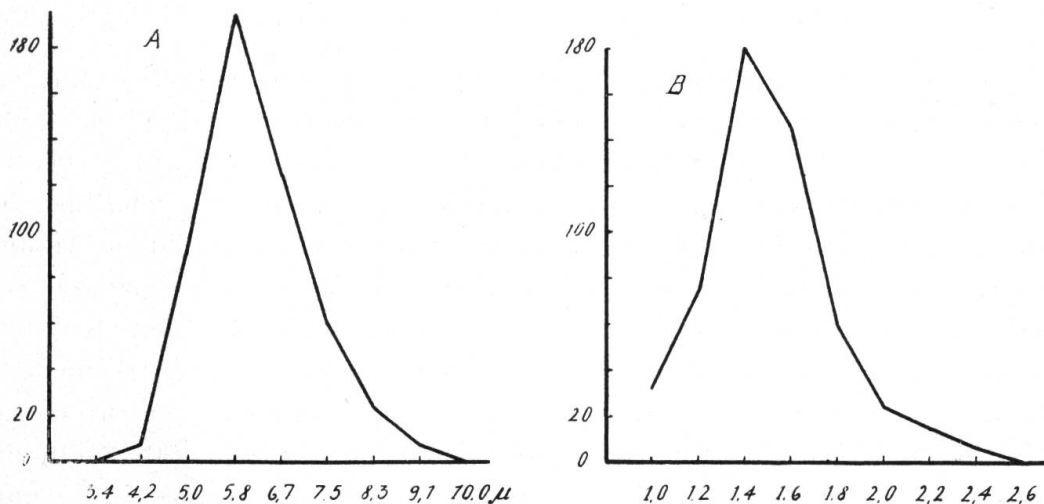


Fig. 13.

Coccomyxa subsphaerica Chodat et Jaag Nr. 191.

A) Längenkurve Knop $\frac{1}{3}$ — Agar

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

halb des Randes. Farbe : in jungen Kulturen tief dunkelgrün, mit dem Alter heller werdend.

Die Zellen sind mittelgross und von beinahe kugeliger Form; neben kugeligen Formen sind aber zahlreiche ovale und längliche Zellen eingestreut. Ich zögerte lange Zeit, diese Art zur Gattung *Coccomyxa* zu zählen. Ihrer Form nach erinnert sie stark an *Chlorella*. Sie besitzt aber kein Pyrenoid, bildet nie mehr als 4 Autosporen, und besitzt eine ausserordentlich dünne Zellhaut. Durch diese Eigenschaften reiht sie sich eher in den Formenkreis der Gattung *Coccomyxa*. Der Typus ihrer Kolonie und ihre Ansprüche an den Nährboden sind durchaus dieselben wie bei *Coccomyxa*, und da die länglichen Zellen in einem bestimmten Nährmedium den rundlichen gegenüber doch weit- aus in der Mehrheit sind, so möchte ich diese Art bezeichnen als *Coccomyxa subsphaerica* Chod. et Jaag. Die Zellen sind noch weniger schlank als diejenigen von *C. subglobosa* Pascher. Weiterhin unterscheidet sich unsere Art von derjenigen PASCHERS dadurch, dass sie keinen Schleim ausscheidet und ihre Zellen daher nicht in eine Gallerschicht eingeschlossen sind.

Form- und Grössenverhältnisse der Zellen; auf Glucose-Agar :

	Variationsbreite	Mittelwert	Streuung
Länge . . .	4,2—9,1 μ	6,1 μ	$\pm 0,81 \mu$
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$. . .	1,0—2,4	1,4	$\pm 0,31$

Coccomyxa elongata Chod. et Jaag

Nr. 190 nob. (Nr. 443 Chod.) und Nr. 203 nob.

Coccomyxa elongata umfasst in dem mir vorliegenden Material zwei Stämme, von denen mir der eine (Nr. 190) von R. CHODAT, der andere (Nr. 203) von E. PRINGSHEIM (Prag) zugestellt wurde. Dass es sich in beiden Klonen um freilebende und nicht im Thallus von Flechten investierte Algen handelt, lässt sich schon aus dem Anblick ihrer Kolonien auf Glucose-Agar erraten. Beide Stämme bringen von den grössten der in der Gattung *Coccomyxa* erhaltenen Kolonien hervor. Zehn bis zwölf Monate lang behalten diese ihre frische, tief dunkelgrüne Farbe unverändert bei. Bei manchen Kulturen auf Glucose-Agar entwickeln sich, wenigstens bei Klon 190, hellgelbe Sektoren, die strahlen- und fächerförmig in äusserst feiner Linie nahe der Koloniemitte beginnend sich nach dem Rande zu ausbreiten.

Untersucht man die Zellen eines solchen Sektors, so findet man ein einheitliches Material, das sich von den Zellen des grüngefärbten Teiles der Kolonie dadurch unterscheidet, dass der Chromatophor sehr weit-

gehend reduziert ist. Die grüne Farbe ist in den Zellen des Sektors fast völlig verschwunden. Aus seiner Form geht hervor, dass dieser Sektor von einer einzelnen Zelle ausging. Die Vermutung einer Mutation liegt daher nahe. Ob diese Vermutung Berechtigung hat, kann ich freilich heute noch nicht entscheiden, da weitere Untersuchungen, namentlich neue von einzelnen Zellen einerseits des Sektors und anderseits der Mutterkolonie ausgehende Parallelkulturen notwendig sind. Solche Erhebungen sind bereits im Gange, doch ist ihr Ergebnis noch abzuwarten.

Die Zellen sind klein bis mittelgross. Sie sind sehr schlank und oft, namentlich bei Stamm 2 (Nr. 203), an den beiden Polen etwas zugespitzt. Durch diese Eigenschaften erinnert *C. elongata* an manche Klone von Flechtengonidien, von denen sich diese Alge aber deutlich unterscheidet durch das rasche Wachstum und die grosse Kolonie auf Glucose-Agar. Der Chromatophor wird auf zuckerhaltigem Nährboden verhältnismässig früh in zahlreiche Stücke aufgelöst und das Chlorophyll verschwindet beinahe völlig.

Klon Nr. 203 wurde mir unter der Bezeichnung *Coccomyxa simplex* (Pringsheim) Mainx Stamm 2 zugestellt. Die Untersuchung und der Vergleich mit den übrigen Arten ergab aber, dass diese Alge nach allen ihren Merkmalen in die nächste Verwandtschaft der *C. elongata* gehört. Sie muss aber als distinkter Stamm weitergeführt werden, da ihre Zellen noch schlanker und auch grösser und die Pole noch mehr verzüngt sind als bei Stamm 1 (Klon Nr. 190).

Auf Glucose-Agar ergeben sich folgende Grössenverhältnisse :

Stamm 1 (Nr. 190) mittlere Länge $6,5 \mu \pm 0,9$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ $3,1 \pm 0,3$.

Stamm 2 (Nr. 203) mittlere Länge $6,8 \mu \pm 0,7$; $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ $3,3 \pm 0,2$.

Coccomyxa gracilis Chod.

Für *Coccomyxa gracilis* sind wir auf die Angaben von R. CHODAT angewiesen. Ich selbst fand die Alge nicht in der Natur und auch unter den mir von R. CHODAT zugestellten Klonen war sie nicht vertreten. Es handelt sich dabei um eine Art, die sich bei der Kultur von Gonidien der Flechte *Cladonia gracilis* einstellte, und daher als Flechtenepiphyt betrachtet werden muss. CHODAT schreibt darüber : « Sur agar-glucose elle forme des disques brillants qui même au bout de trois mois ne dépassent pas un centimètre. Ces disques sont parfaitement arrondis, un peu plus verts au bord que vers le centre. Leur épaisseur est assez considérable et ceci leur donne une apparence de

coussinet qui rappelle ceux de certains *Chlorella*. Les disques pâlisent cependant moins vite, ou jaunissent moins vite que ceux du *C. pallescens* Chod. au bout de trois à quatre mois, leur couleur est encore vert pomme très clair avec un faible reflet rougeâtre au centre. Il faut attendre six à neuf mois pour observer la décoloration de la colonie qui prend alors une apparence crémeuse avec liseré verdâtre. Sur gélatine sucrée elle forme de petites verrues agrégées vert foncé de 1 à 2 mm de diamètre. Les cellules de ce *Coccomyxa* atteignent 10/4, 10/5, 8/2,5. La culture sur peptone-glucose atteint dans le même temps un diamètre double; elle est plus foncée mais non pas vert noir. »

Diese Alge reiht sich durch ihre Eigenschaften, namentlich durch die ausgesprochene Verfärbung ihrer Kolonie auf Glucose-Agar nach einigen Monaten, in die Gruppe der freilebenden *Coccomyxa*algen. Ihre Zellen gehören zu den grössten, die beobachtet wurden.

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 aptosa* 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.

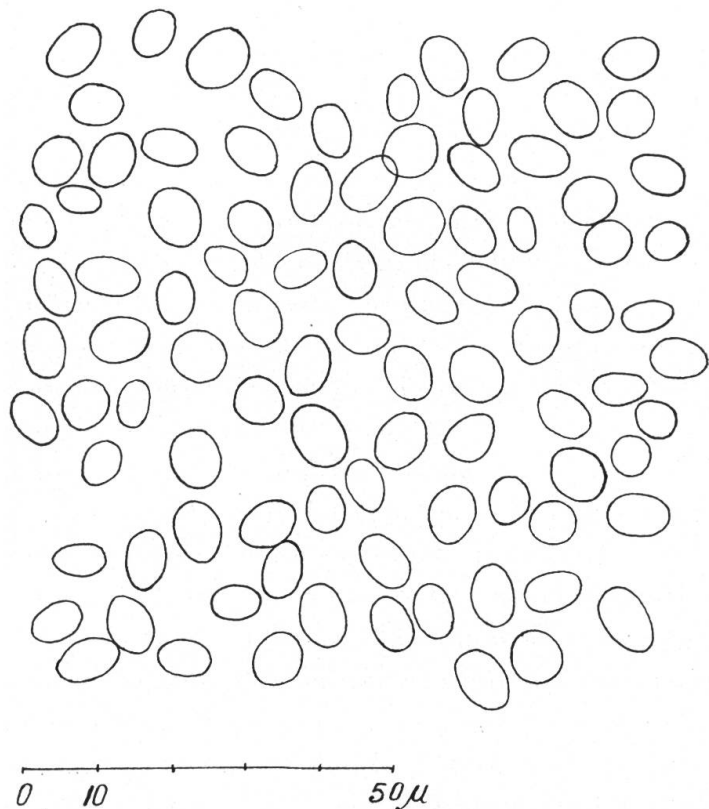


Fig. 14.

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

In vielen Flechtenarten haben die Gonidien in situ die breit-ovale 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

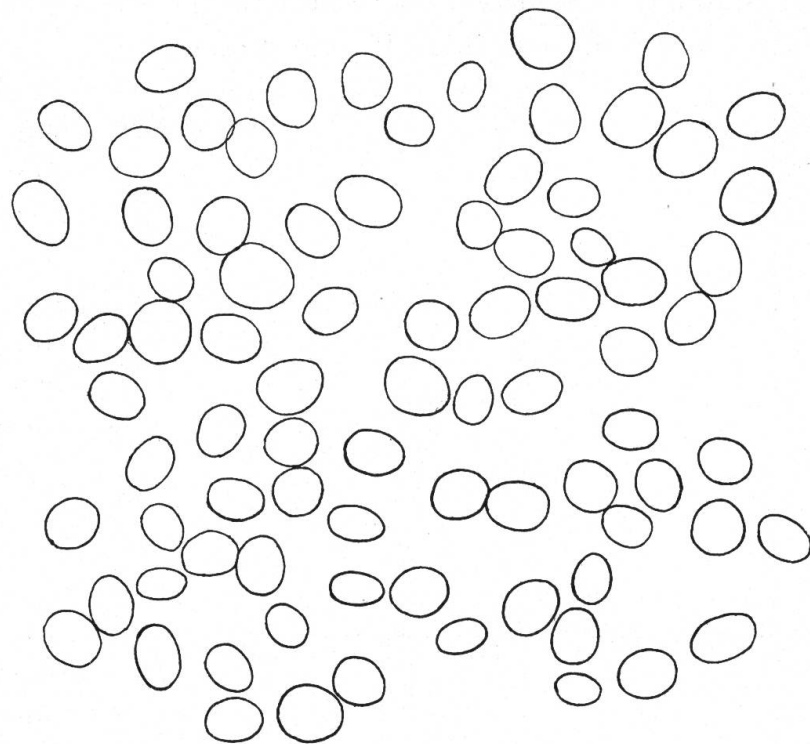


Fig. 15.
Solorina crocea (L.)
 Ach.; Gonidien in
 situ. Fundort: Gr.
 St. Bernhard, 2350 m
 ü. M. (in Kultur Nr.
 143). Kamerazeich-
 nung. Vergr. zirka
 750.

0 10 50 μ

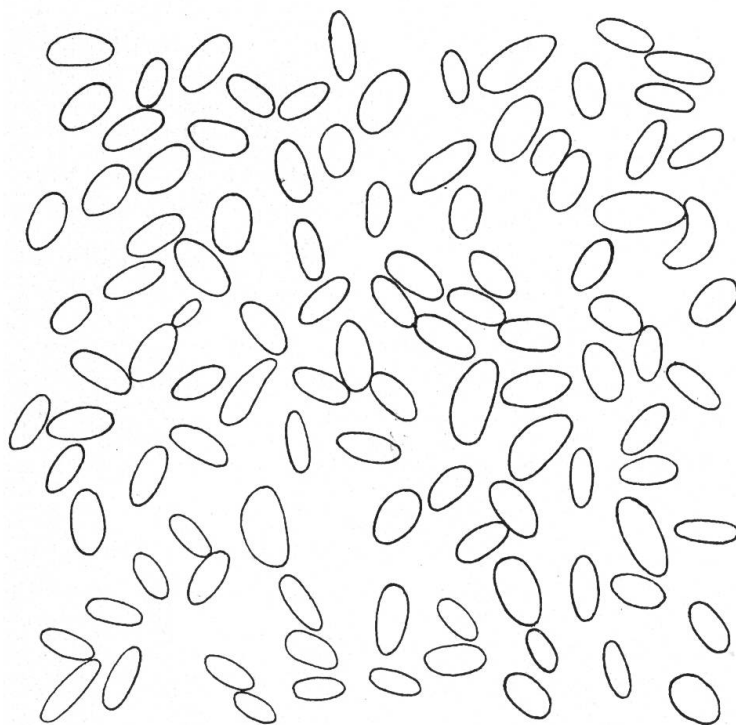


Fig. 16.
Solorina crocea (L.) Ach.;
 Nr. 143 auf Knop-Agar
 + 2 % Glucose.
 Vergr. zirka 750.

0 10 50 μ

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

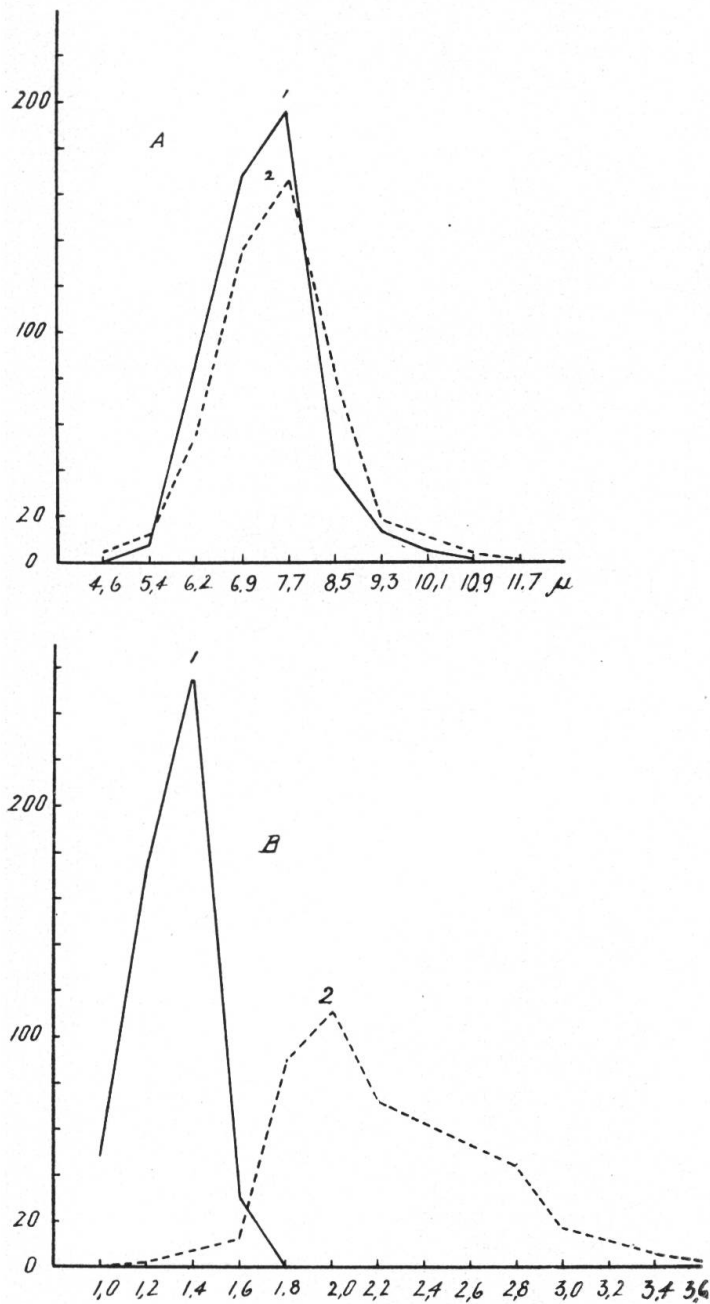


Fig. 17.

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 andererseits 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 andererseits auf künstlichem Nährboden (Fig. 16) einander gegenübergestellt ist.

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

Fig. 18.
Solorina crocea Ach.; Go-
 nidien in situ. Im Gneis-
 schutt am Schartenkofel ob
 Tulfes (Innsbruck). 2150 m
 ü. M. Nr. 197. *Coccomyxa*
tirolensis (solorinae croceae)
 Jaag. Vergr. zirka 750.

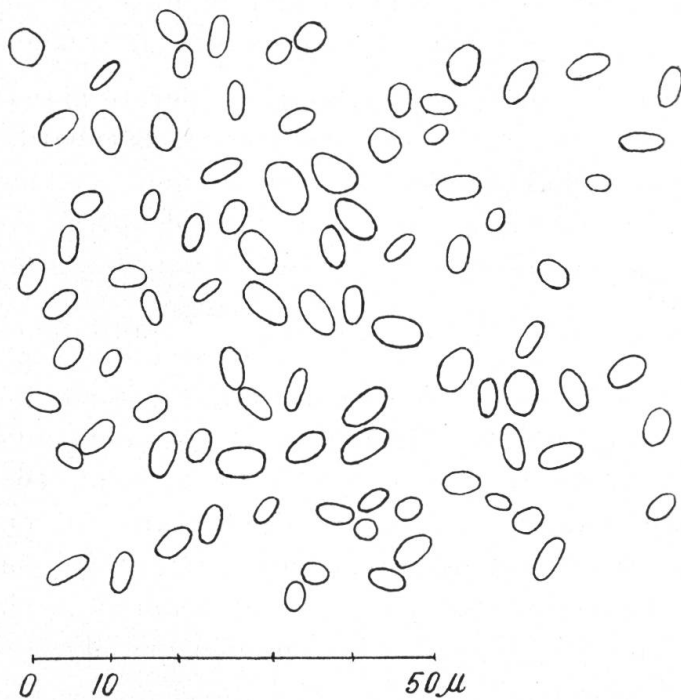
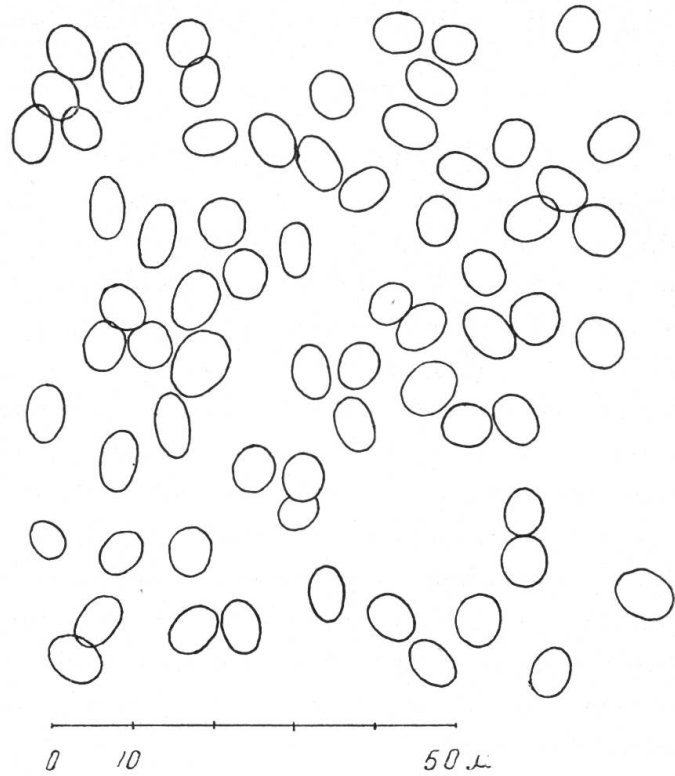


Fig. 19.
Solorina crocea Ach.; Go-
 nidien in situ. Im Gneis-
 schutt an der Viggarspitze,
 2250 m ü. M. (Innsbruck).
 Vergr. zirka 750.

schiede; die Breitenkurve der Zellen, 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 Grösse- 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 Grösse- 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 aptosa*, 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

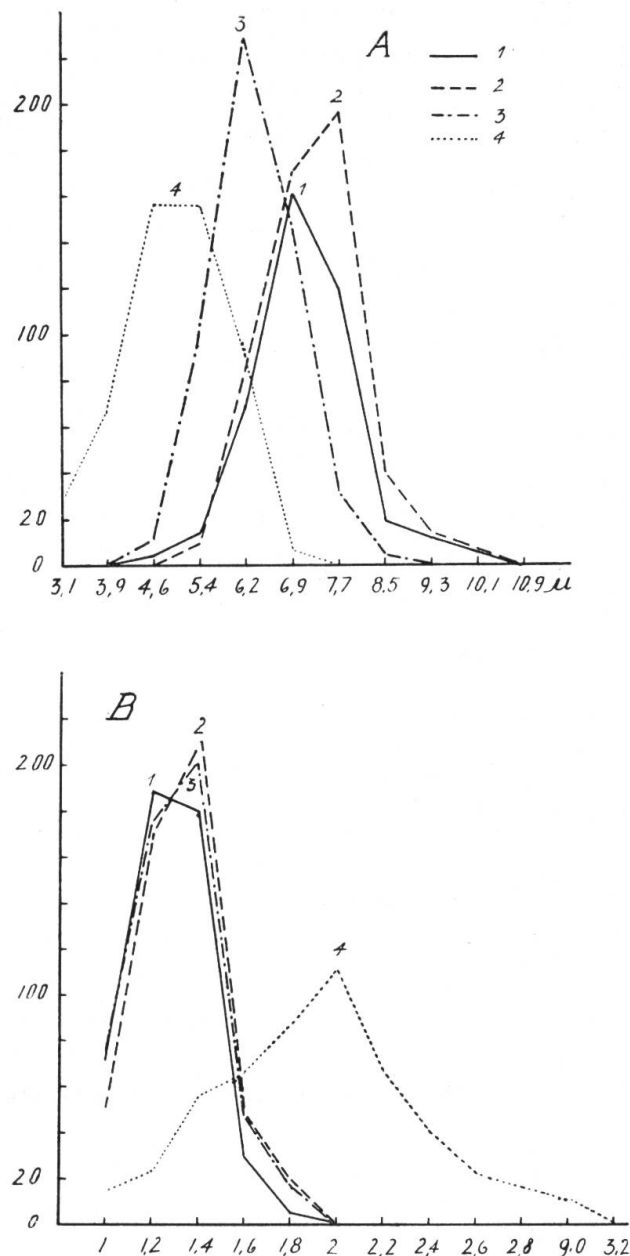


Fig. 20.

Solorina crocea Ach. 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 Viggarspitze 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 *Coccomyxa*-führenden 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 Moosprotonemen 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 Flechtensystematik verwerten? Gewiss! Denn es sind nur wenige Gattungen mit *Coccomyxa*-gonidien. 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 Thallusunterseite. 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 *Stereo-*

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 Gonidialalge durchaus wahllos verfähre, 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 *Cyanophyceen*gonidien 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). Angesichts 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 Wirrnis 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 Gonidialgen 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 aphotosa*, 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 aphotosa* 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 *Coccomyxa*-typus 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 Gonidientypen 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. BELJERINCK und ARTARI (1899) waren in der Tat der Ansicht, dass die Gonidienalgen 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 *Coccomyxa*gonidien 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 eingepflegt 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 andererseits 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 : langsames Wachstum, meist sehr dunkelgrüne Farbe, nur geringfügige Verfärbung der Kolonie mit dem Alter und keinen Verlust der dunkelgrünen Farbe auf zucker- und peptonhaltigem Substrat. Bezüglich 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 Algentypen 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 aphotosa (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 aphotosa*, gesammelt in Besse (Auvergne, Gebiet des Puy de Sancy), 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.

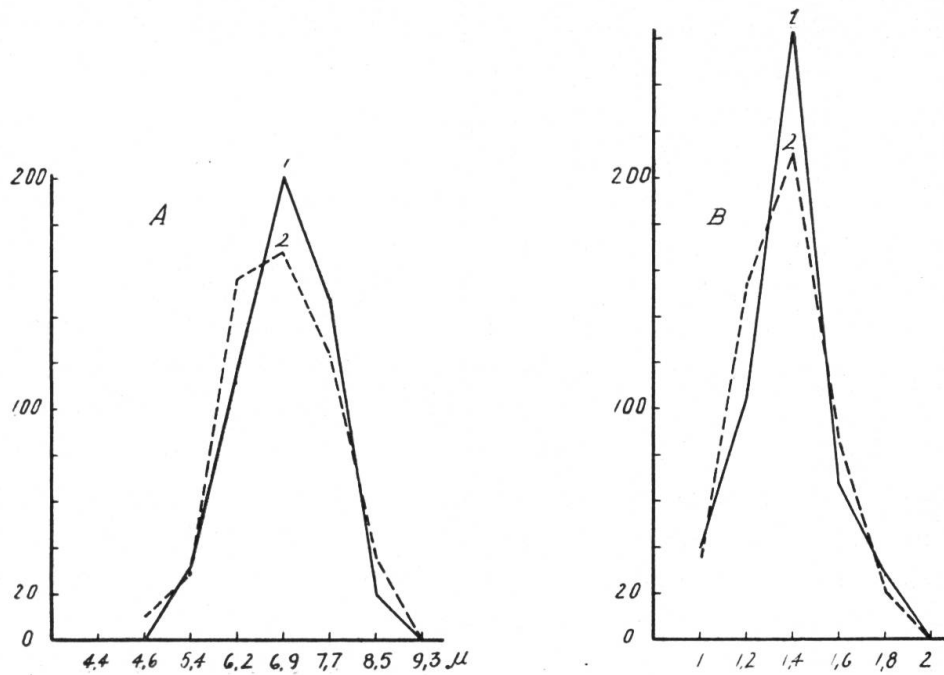


Fig. 21.

Peltigera aptosa. 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 μ mittlerer Länge, während ein anderer aus derselben Gegend, sowie weitere Thalli von andern Standorten Gonidien von 6,9 μ 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-

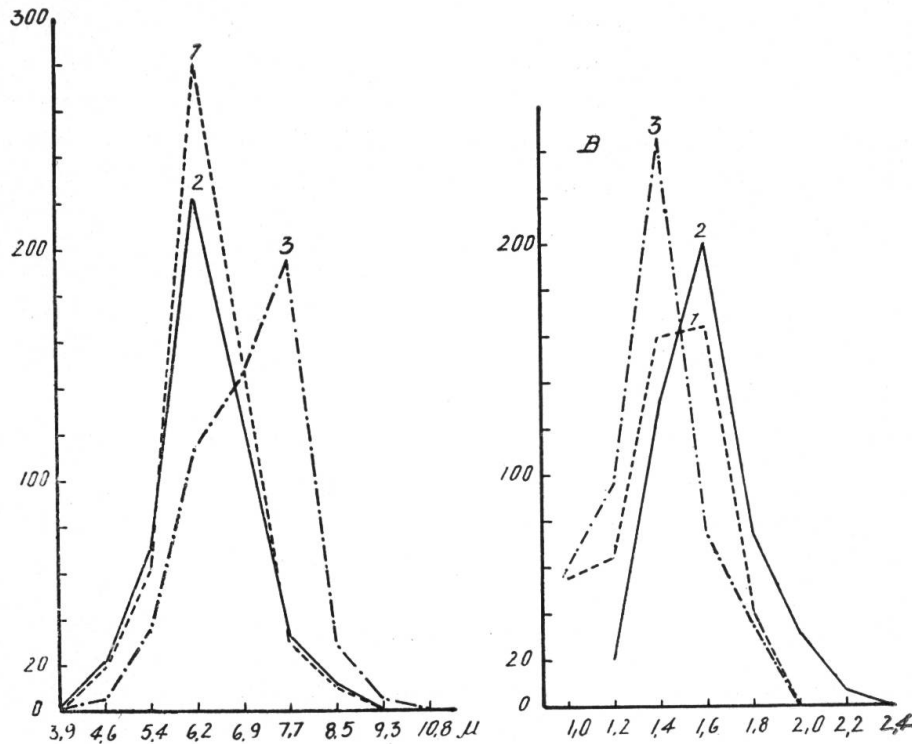


Fig. 22.

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 blossen 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 aptosa* 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 WARÉN (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 :

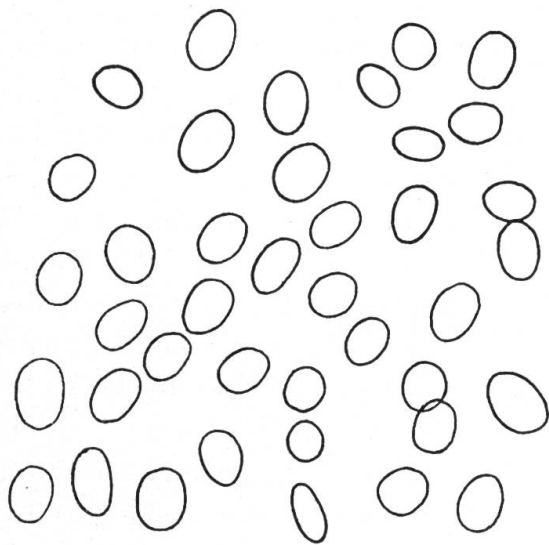
Coccomyxa mucigena (peltigerae aptosae) Jaag

Hier wie auch bei den andern Klonen rührt 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 Walliser Alpen, 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

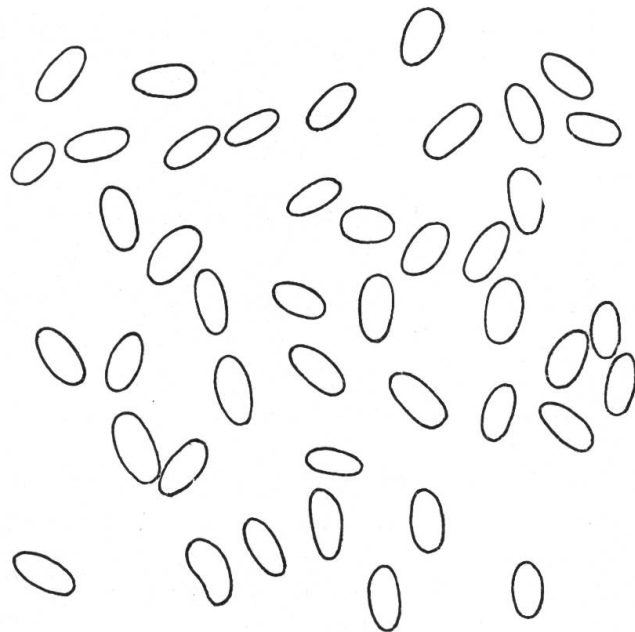
verhältnismässig leicht als *Coccomyxa*algen erkennen, da sie im Flechtenthallus im Vergleich mit den Gonidialalgen der verwandten Flechte *Peltigera aptosa* ziemlich schlanker sind. Kugelige Zellformen kommen in situ nur selten vor. Zwar sind die einzelnen Individuen innerhalb eines Thallus unter sich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



0 10 50 μ

Fig. 23.

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



0 10 50 μ

Fig. 24.

Peltigera venosa (L.) Ach. Gonidien auf Knop $\frac{1}{3}$ + 2% Glucose (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 Gonidienmaterial 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).

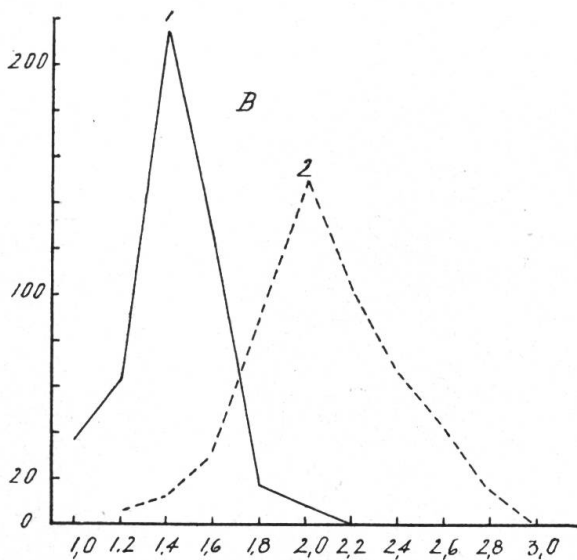
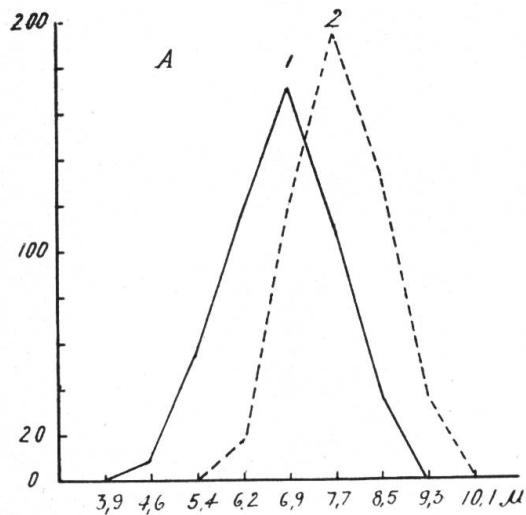


Fig. 25.

Peltigera venosa (L.) Ach. Klon Nr. 144.

A) Längenkurven; 1, in situ

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

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

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 Gonidienalgen. 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

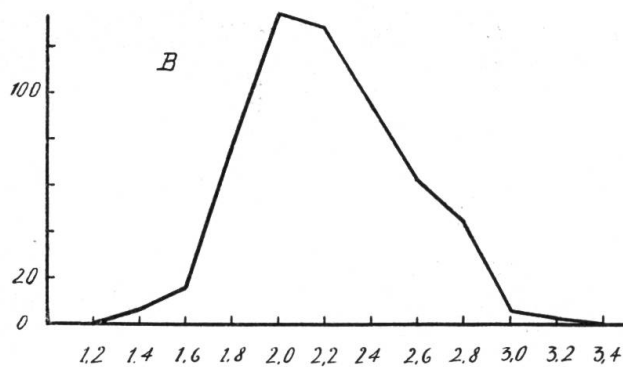
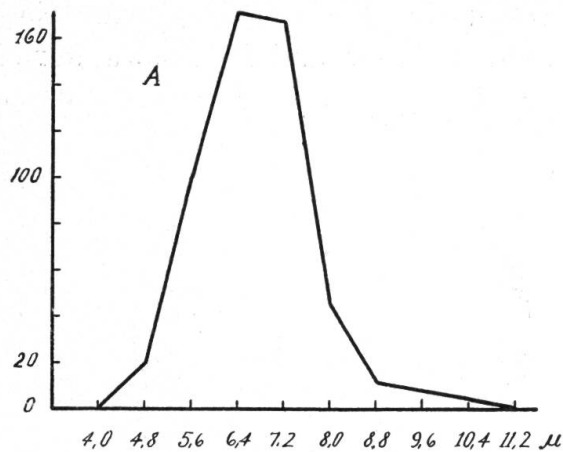


Fig. 26.

Coccomyxa peltigerae venosae
Jaag, Nr. 122 in Knop $\frac{1}{3}$.

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 frühern 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 aptosa* und *P. venosa* dürfte diese Gesetzmässigkeit also nicht oder doch nur in beschränktem Masse vorhanden sein.

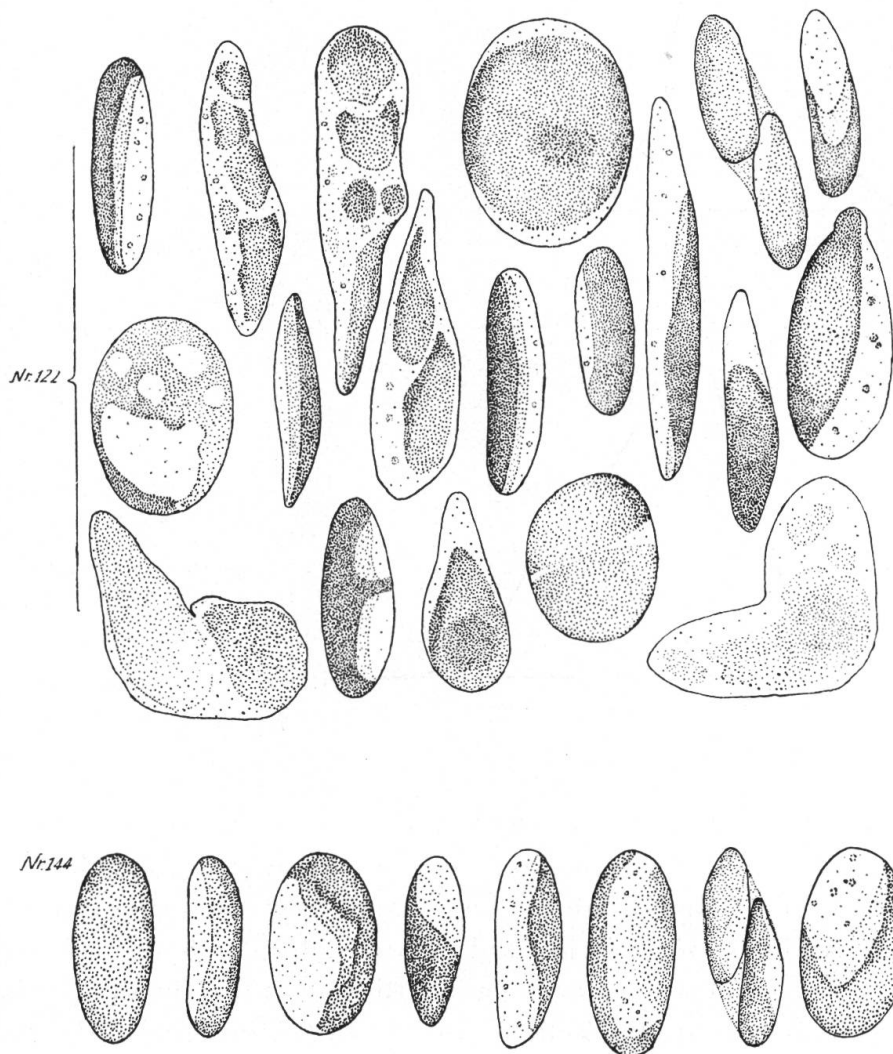


Fig. 27.

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 *Coccomyxa*typus; 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-

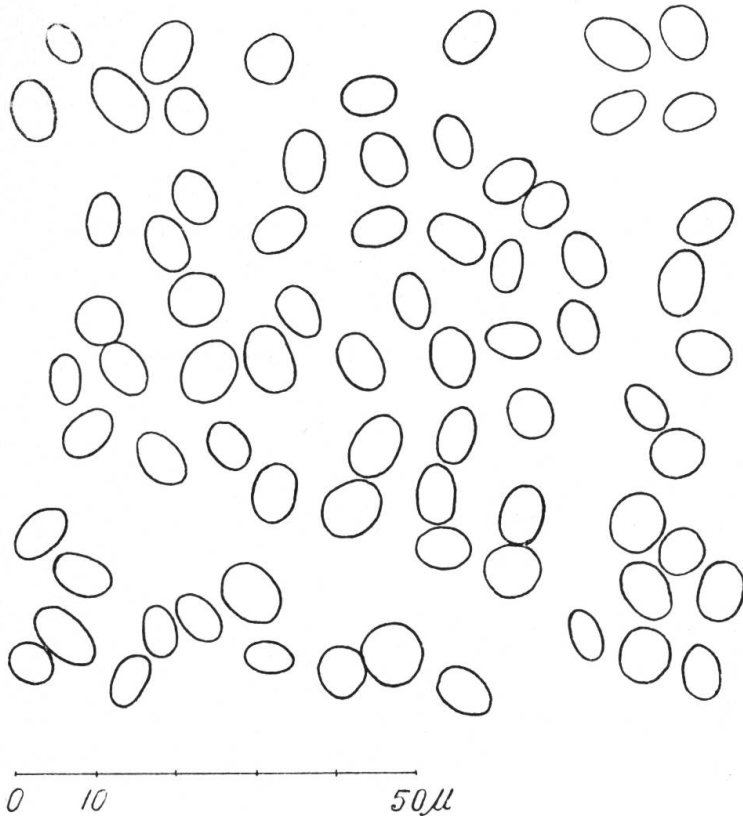


Fig. 28.
Peltigera variolosa
Mass. Gonidien in situ.
Fundort : Umgebung
von Oslo. Vergr. zirka
750.

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 schmaler 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.

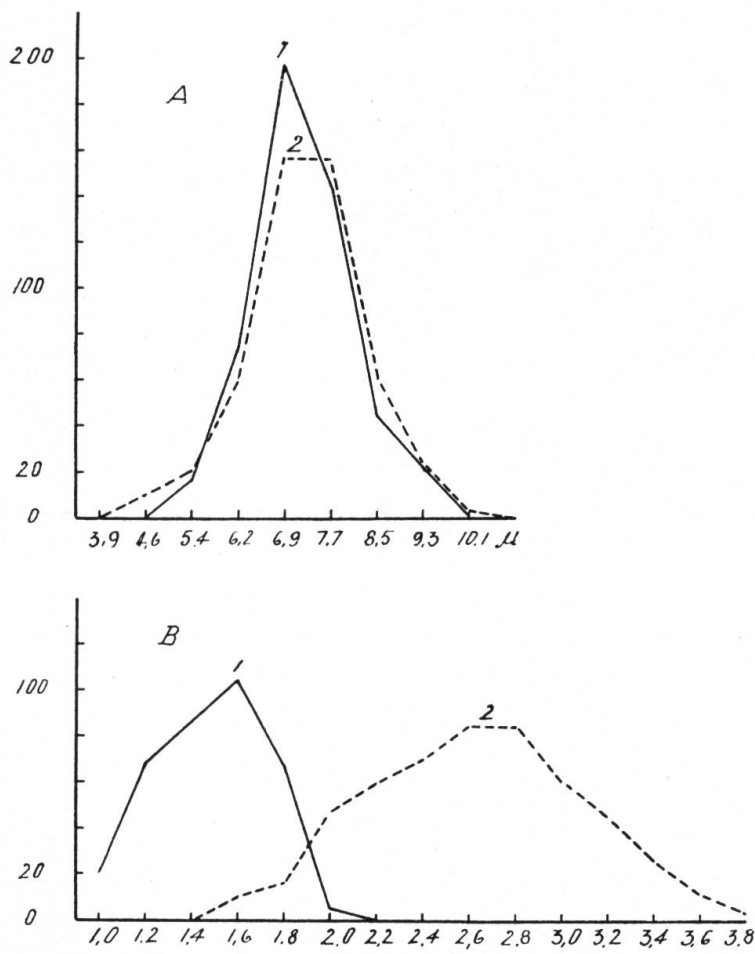


Fig. 29.
Peltigera variolosa
Mass. Gonidien in situ
(Kurven 1) und auf
Glucose-Agar (Kur-
ven 2).
A) Längenkurven
B) die entsprechenden
Länge
Breite -Kurven.

Form und Grösse der Zellen (Fig. 29) :

Gonidien in situ	Variationsbreite	Mittelwert	Streuung
Länge	5,4— 9,3 μ	7,1 μ	$\pm 0,86 \mu$
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$	1,0— 2,0	1,55	$\pm 0,36$
in-Glucose-Agar			
Länge	4,6—10,1 μ	7,2 μ	$\pm 0,82 \mu$
$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$	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 schmaler und dementsprechend wesentlich kleiner. In situ zeigen sich die grünen Zellen im Vergleich zu den Gonidien von *Peltigera aptosa* 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 tiroliensis (solorinae croceae)* Jaag**

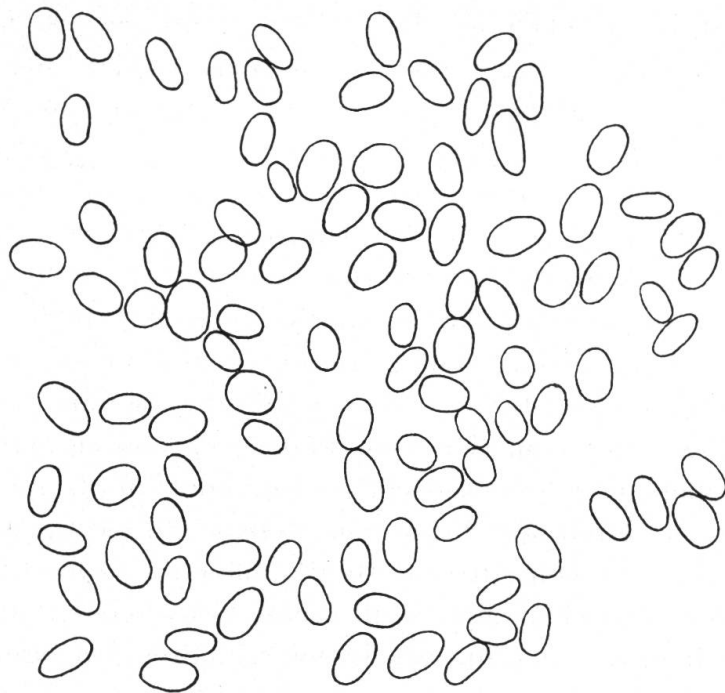
Was beim Vergleich der beiden Klone interessant ist, liegt in der Tatsache, dass, wie dies bei *Solorina saccata* der Fall ist, die verschiedenen Gonidienklone aus Thalli verschiedener Herkunft untereinander weniger verwandt zu sein scheinen als manche Klone aus verschiedenen Flechtenarten.

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. Fund-
ort: in einem Fichten-
wäldchen ob Hötting bei
Innsbruck. Vergr. zirka
750.



0 10 50 μ

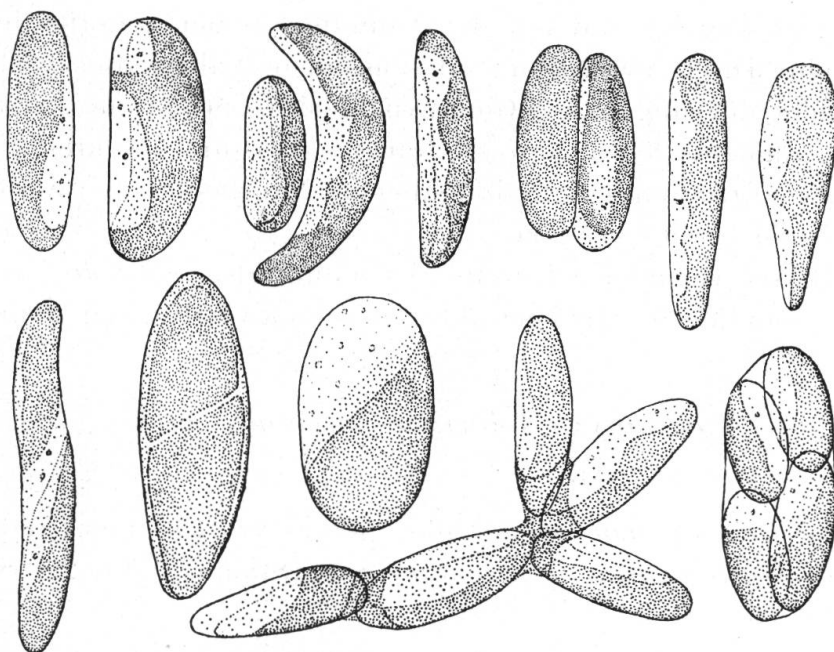


Fig. 31.

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 ebensowohl 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 breit-oval, 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 *Coccomyxa*-gonidien 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 (*solorina 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 MAINX 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.

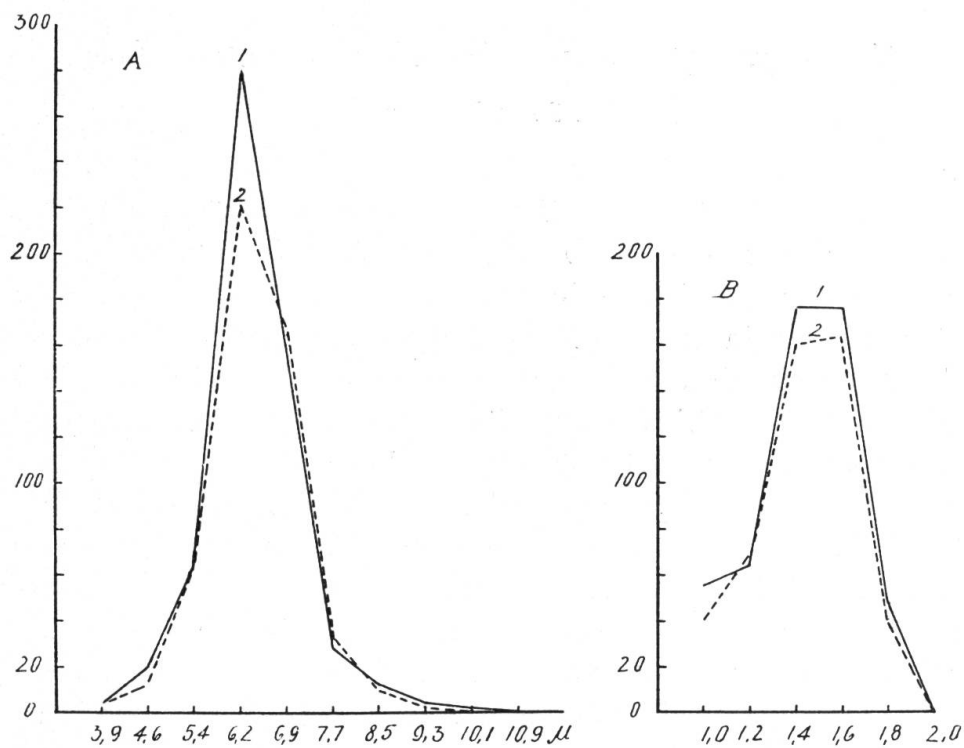
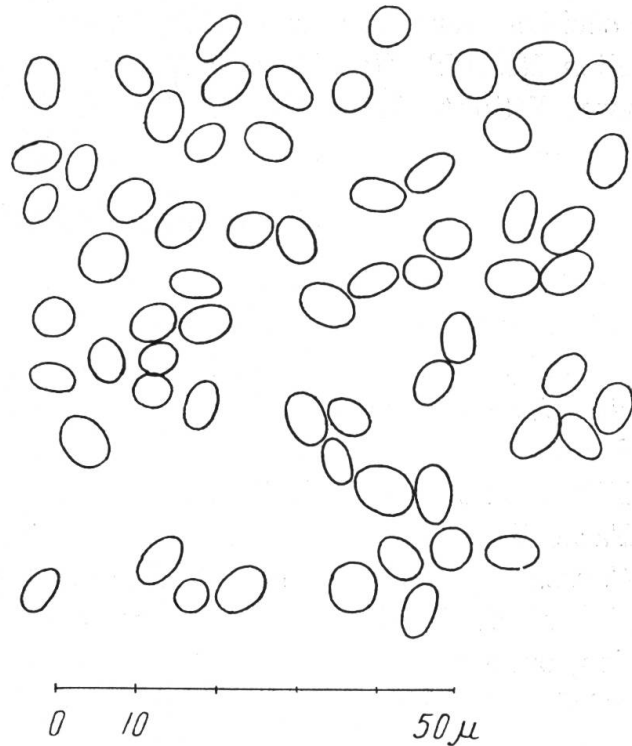


Fig. 33.

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 *Coccomyxa*gonidien 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

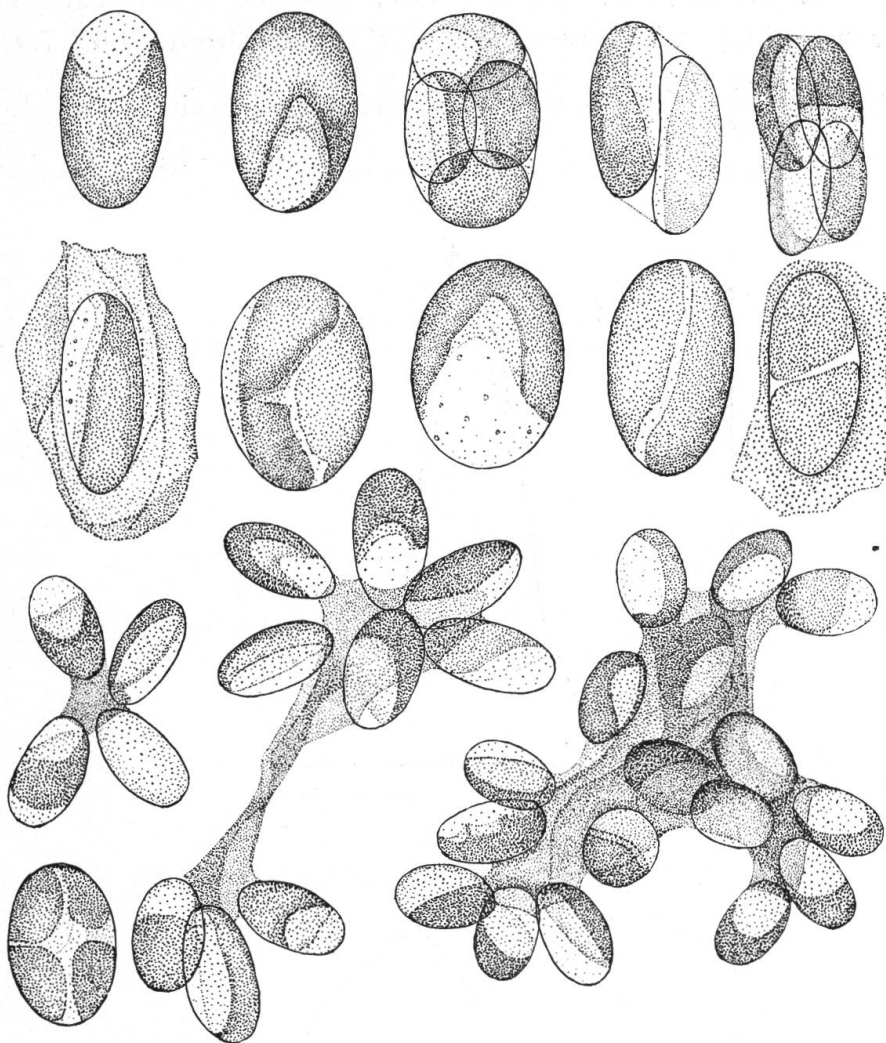


Fig. 34.

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

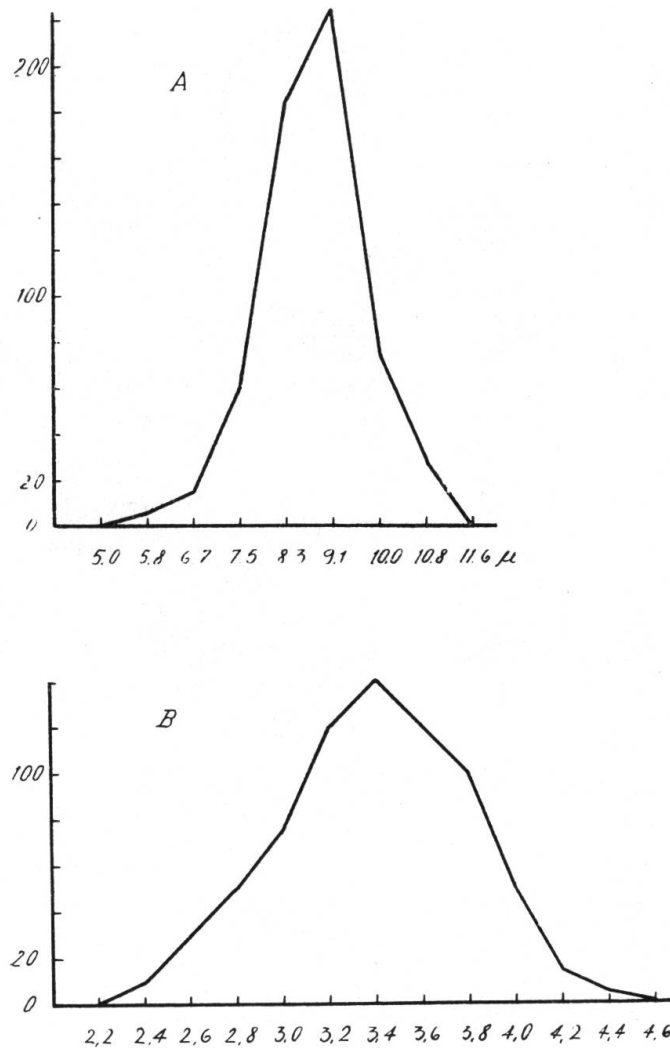


Fig. 35.

Coccomyxa solorinae saccatae Chod. auf Glucose-Agar.

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

Gonidialalgen 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 Umrisen (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.

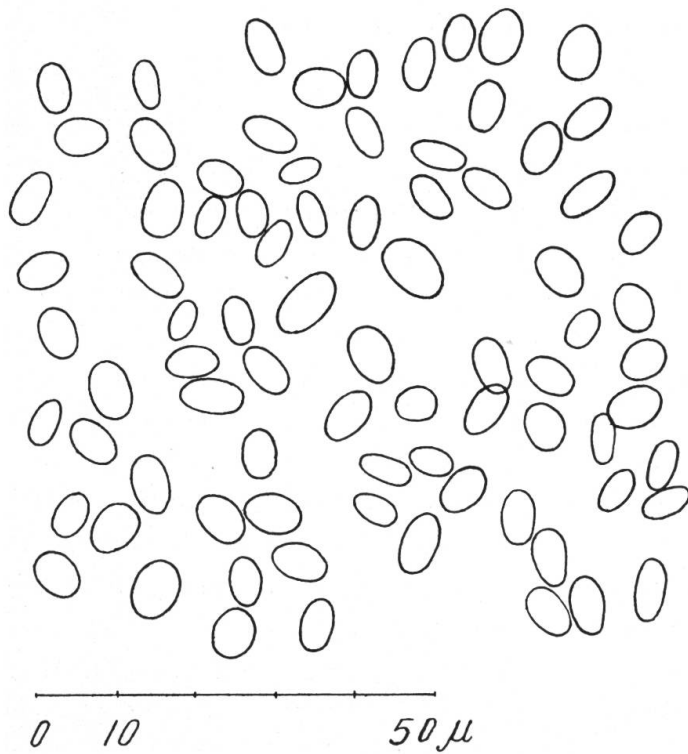
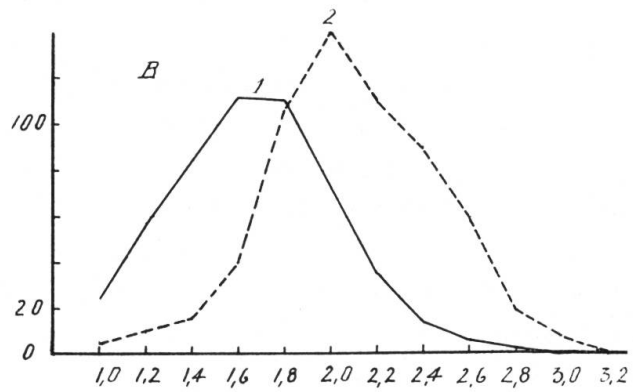
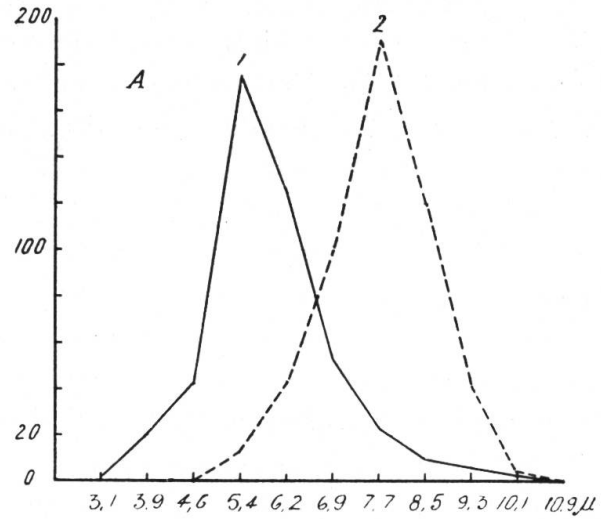


Fig. 37.
Solarina bispora Nyl. Go-
 nidien in situ. Fundort :
 Val Sorey (Gr. St. Bern-
 hard) (in Kultur Nr. 142).
 Vergr. zirka 750.

lonie 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 in losem Zusammenhang.

Coccomyxa ovalis steht der als freilebende Alge gefundenen *C. simplex* (Pringsheim) Mainz 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 bisporae 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 Wachstumsgeschwindigkeit, 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 Kamerazeichnungen 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-

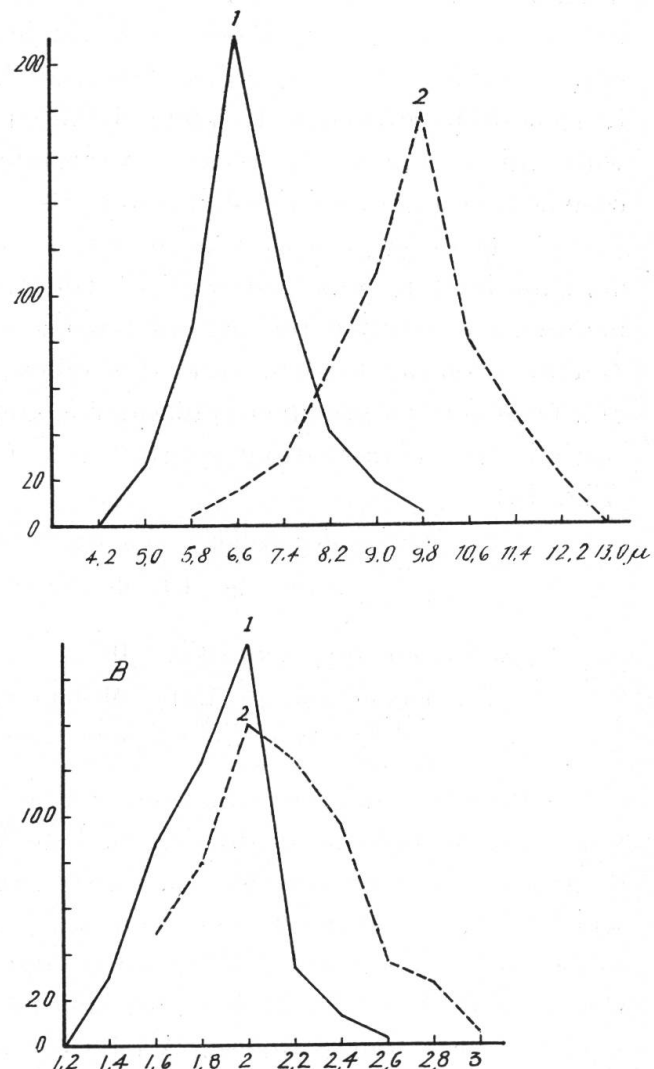


Fig. 38.

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 Baumstrünken, seltener auf der Erde selber. Im ganzen Gebiet verbreitet, im Flachland selten, am häufigsten im subalpinen Nadel-

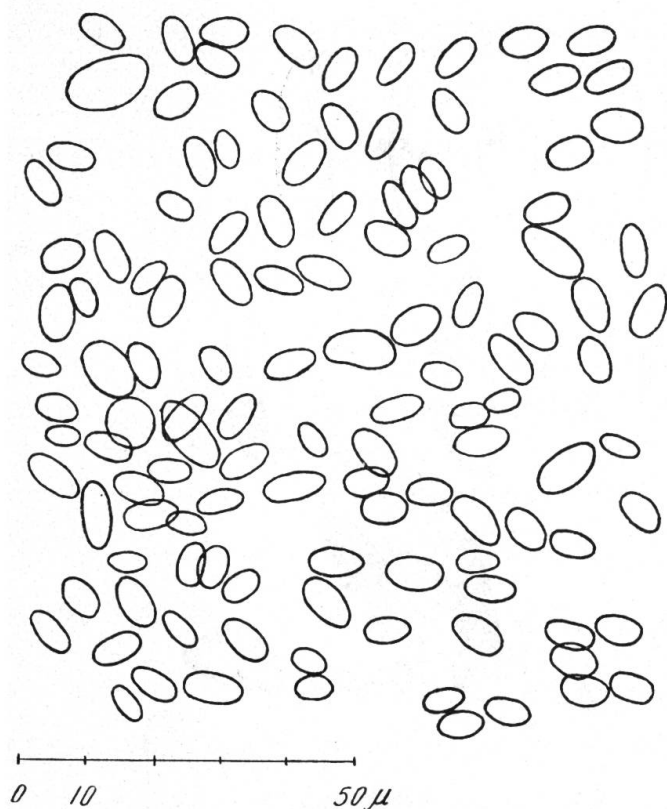


Fig. 39.

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

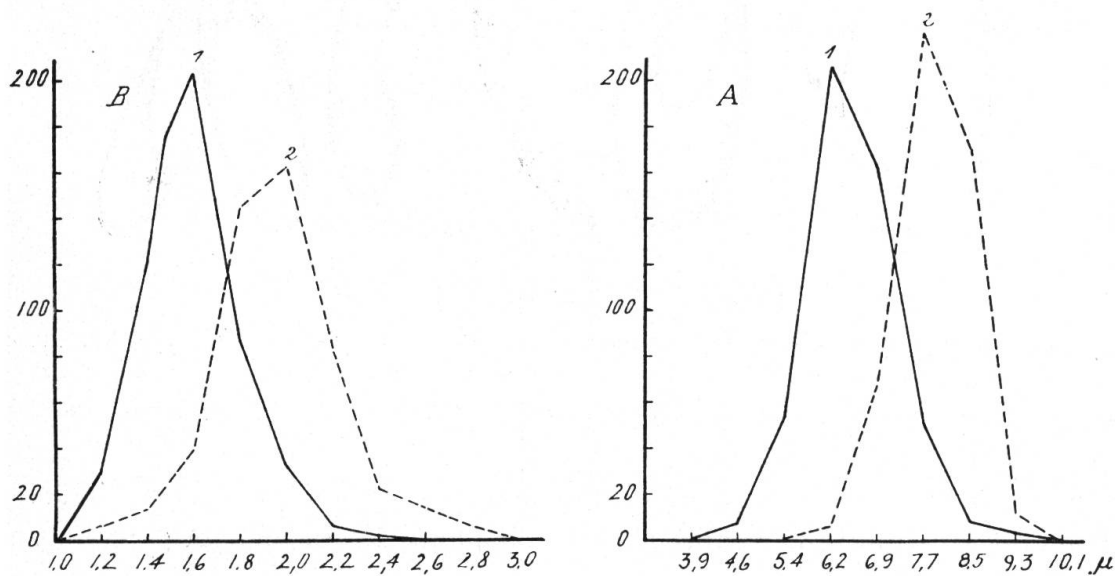


Fig. 40.

Coccomyxa solorinae bisporae Jaag Nr. 142 in situ.

A) Längenkurven

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

Kurven 1: in situ

Kurven 2: in Glucose-Agar.

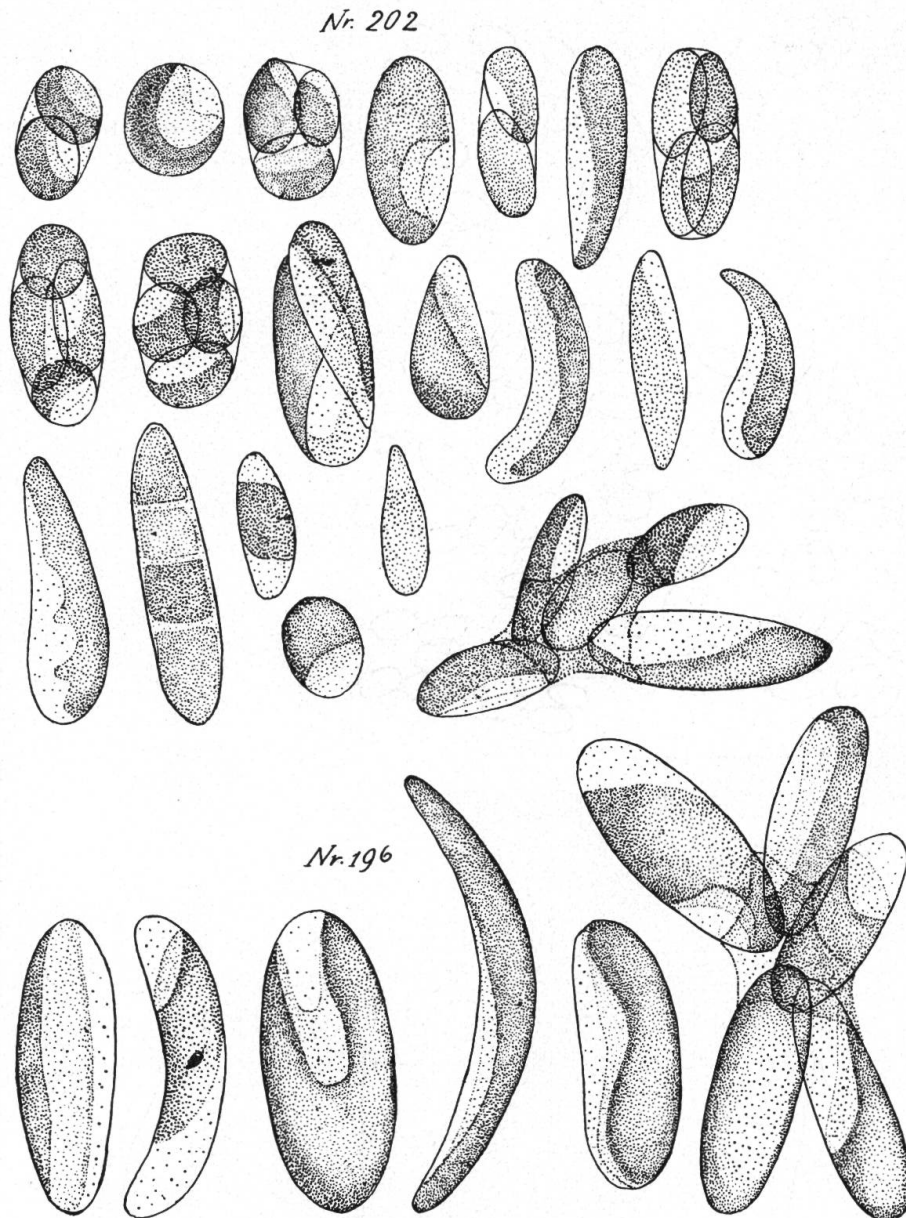


Fig. 41.

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

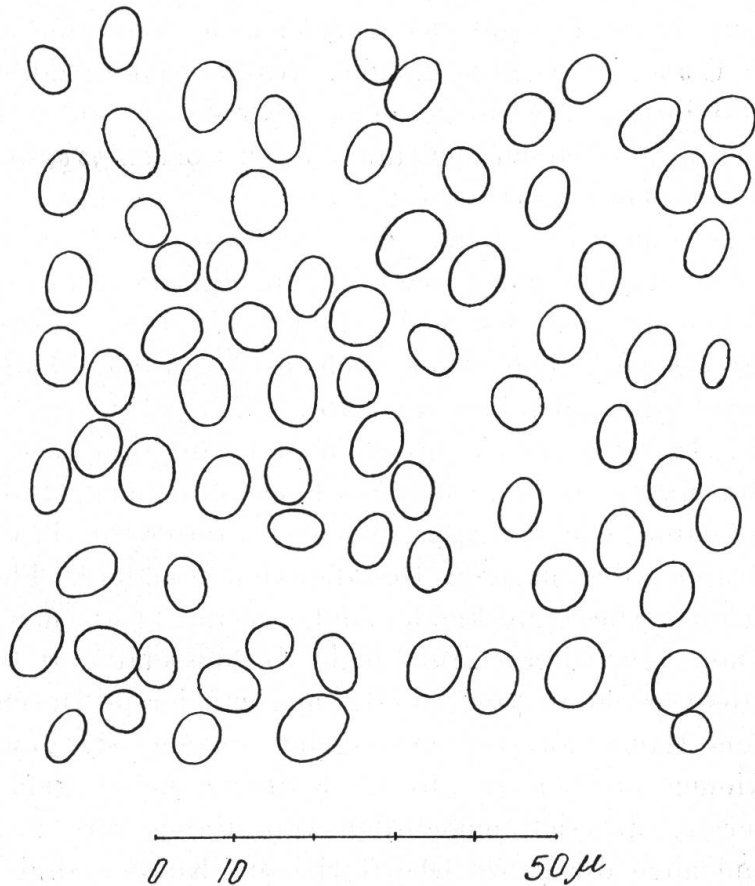


Fig. 42.
Solorina octospora
 Nyl. Gonidien in situ.
 Fundort: Val Sorey
 (Gr. St. Bernhard).
 Vergr. zirka 750.

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

Meine Untersuchungen ergaben, dass es sich in Wirklichkeit um Gonidien vom *Coccomyxa*typus 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 *Coccomyxa*gonidien 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 *Icmadophil*agonidien 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: mittelgrosse 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 *Icmadophil*agonidien 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 *Coccomyxa*gonidien, 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-

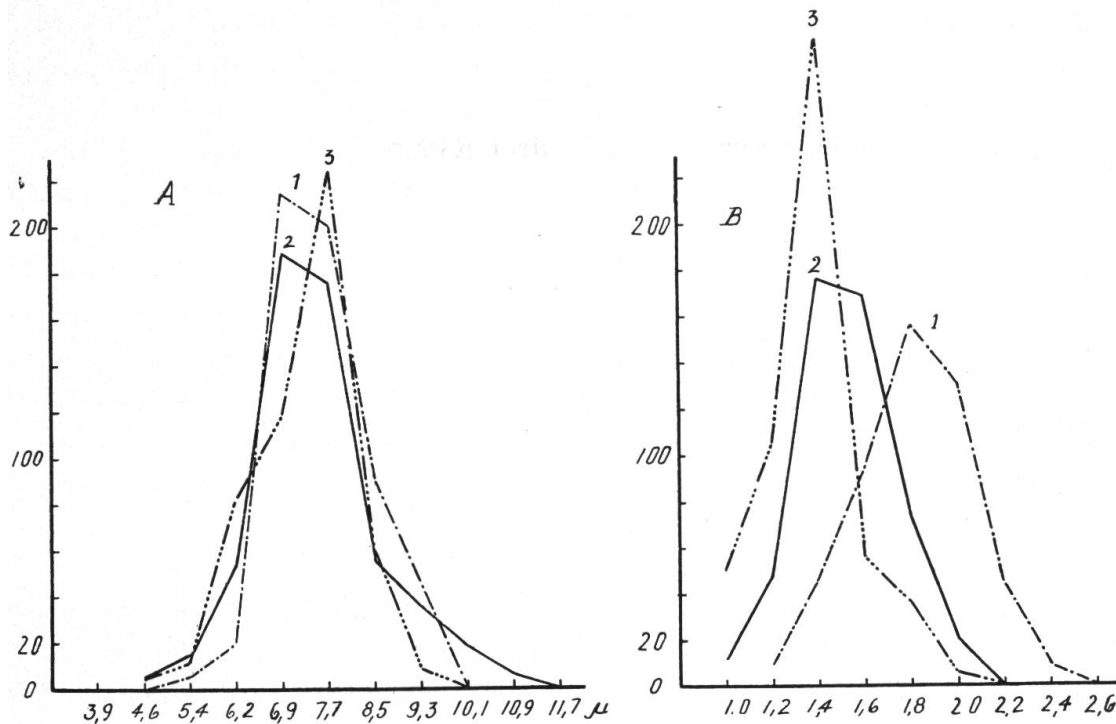


Fig. 43.

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) Längenskurven

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

zelenen 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 Viggartal 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 eingepflichte 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 trauartigen 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.

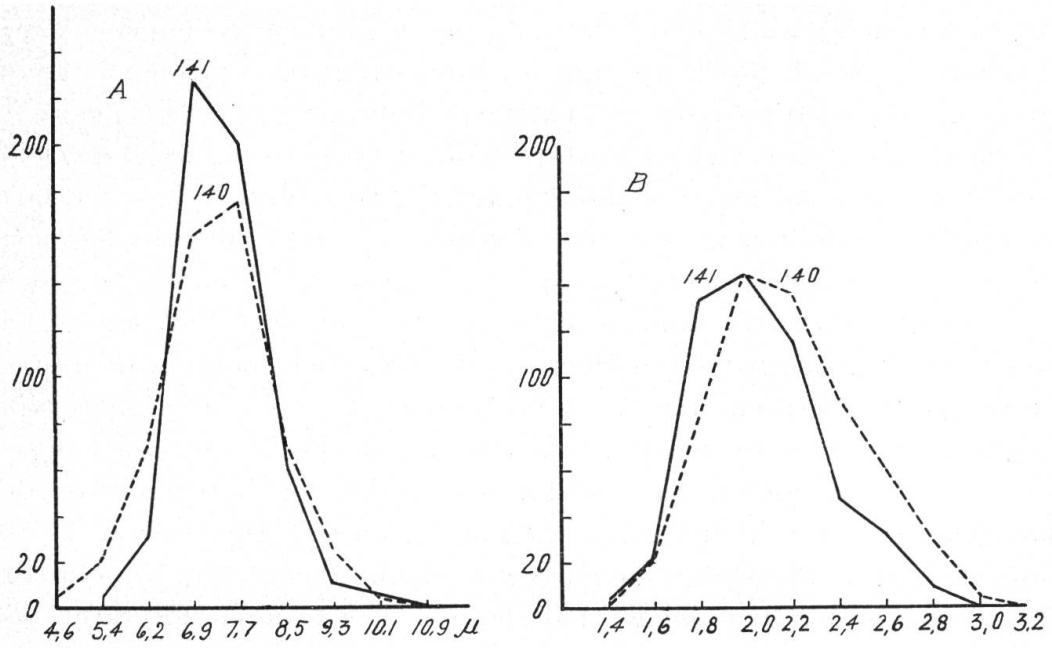


Fig. 44.

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

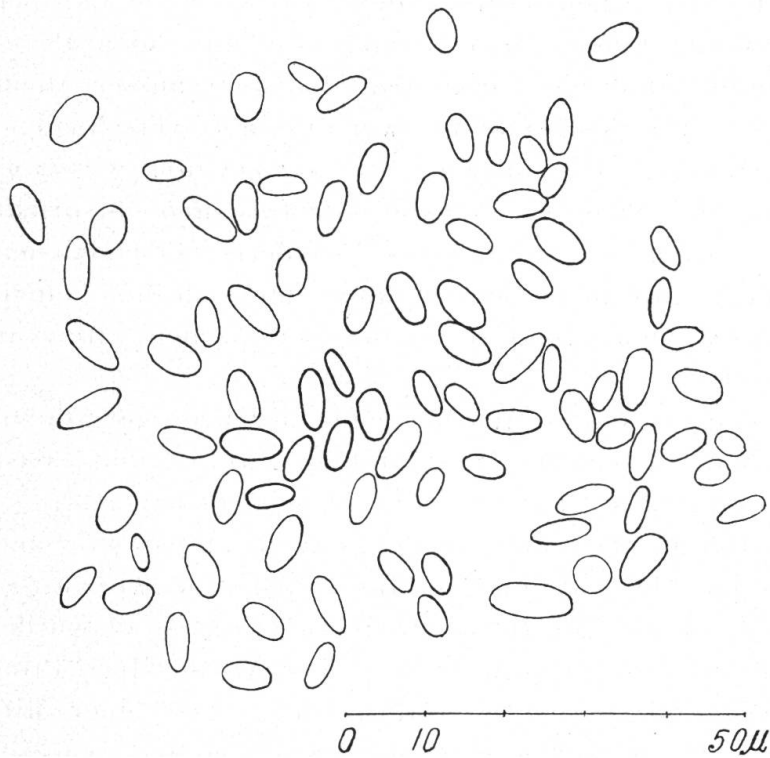


Fig. 45.
Icmadophila ericetorum A. Zahlbr.
 Gonidien in situ.
 Fundort: Alpenschutthumus bei
 Schneekar, N. Innsbruck.
 Vergr. zirka 750.

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 Moosprotonemen mit *Coccomyxa*algen » (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 Moooses handle, in denen *Coccomyxa*algen, 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*) vermischte. 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 *Coccomyxa*algen 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

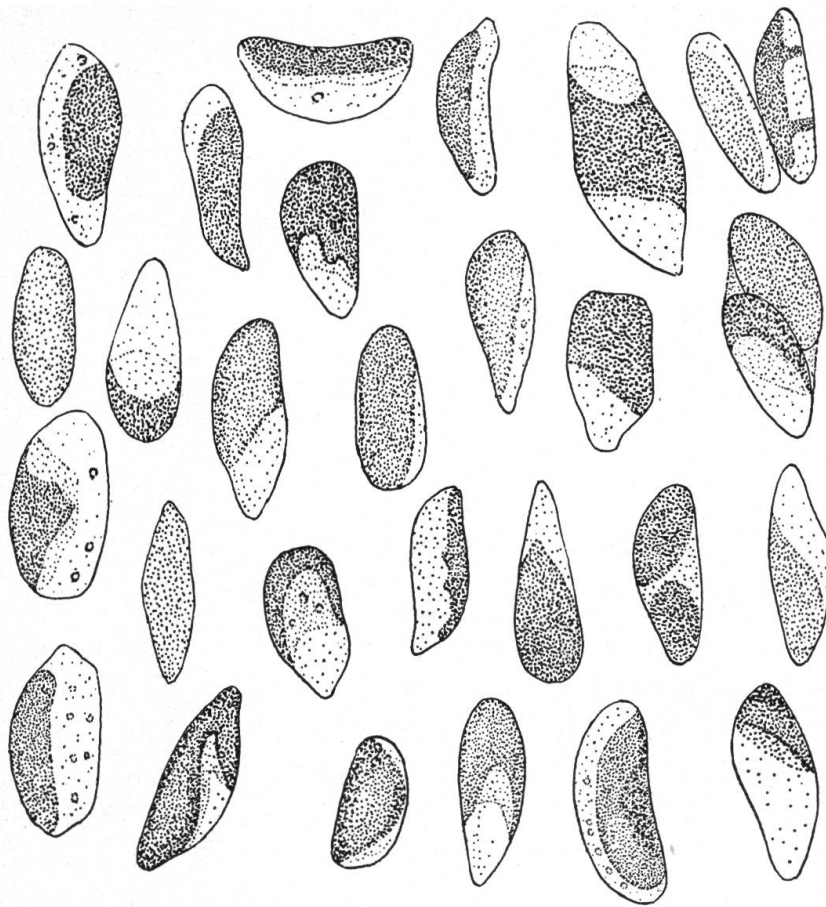


Fig. 46.
*Coccomyxa*zellen von *Botrydina* in situ.
 Fundort: Tulfes. Verschiedene Zellformen.

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 Botrydinalgen

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 Gonidialalgen auf demselben Nährboden höchstens durch eine eigentümliche Farbenverschiedenheit des Gipfelpunktes gegenüber dem Rand und den äusseren Zonen der Kolonie. Der zentrale Teil nimmt langsam einen apfelgrünen helleren Farbton 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.

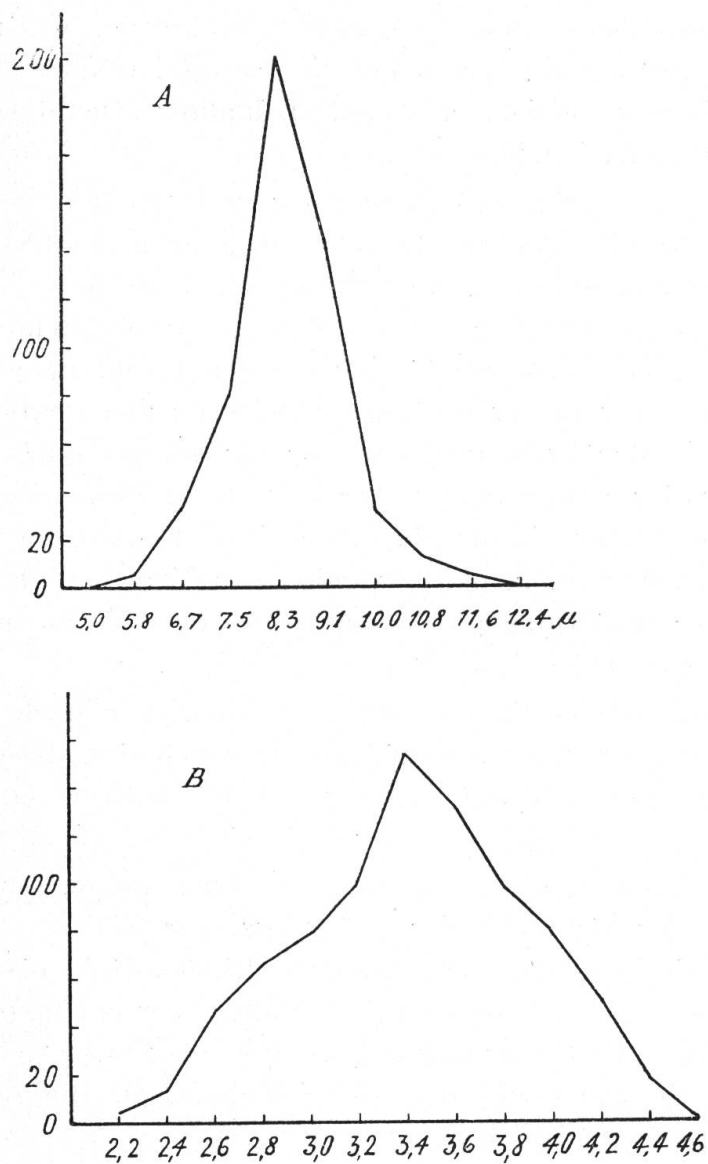


Fig. 47.

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 andererseits 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 μ ; Streuung $\pm 0,98 \mu$

$\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$: Mittelwert 3,5 ; Streuung $\pm 0,48$

(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 geringerem 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 *Botrydinaalgen* dieselbe Tatsache wie für die meisten *Gonidialalgen* : reges Wachstum und Bildung normaler Zellen nur bei tieferen Temperaturen. Optimum bei 6—15° C. Von 18°—27° C noch verhältnismässig gutes Wachstum und Ausbildung gesunder normaler Zellen, während oberhalb 30° C bei minimalem Wachstum unförmliche Zellen, monströse Formen entstehen.

Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Untersuchungen geht hervor, dass im Gegensatz zu der Auffassung verschiedener neuerer Autoren in der Gattung *Coccomyxa* eine durchaus einheitliche Gruppe unter sich verschiedener Algen vereinigt ist. Diese Einheitlichkeit betrifft Form und Grösse der Zellen, Morphologie und Farbe der Kolonie auf festen Nährböden, sowie das physiologische Verhalten in verschiedenen Nährlösungen. Im allgemeinen sind die Zellen länglich ellipsoidisch, oft mit ungleicher Wölbung der beiden Längsseiten. Der muldenförmige Chromatophor liegt parietal und entbehrt meist eines Pyrenoids. Durch schräge Querteilung des Protoplasten bilden sich bei der Vermehrung 2—4 Tochterzellen (Autosporen) innerhalb einer Mutterzellmembran. Wenn an lebendem Material letztere oft auch nur schwer zu erkennen ist, so ist sie doch immer vorhanden und kann in Tuscheausstrichen oder durch Färbung leicht sichtbar gemacht werden.

Nie erfolgt die Vermehrung durch eine echte Zellteilung (« nach *Pleurococcus*-Art » auct.). Zoosporen fehlen. Sämtliche beschriebenen Algenformen, die Zoosporen bilden, sind daher aus der Gattung auszuschliessen. *Coccomyxa* gehört in die Familie der *Coelastraceae* im Sinne von R. CHODAT (1913) und von PRINTZ (1927) oder der *Scenedesmaceae* im Sinne von BRUNNTHALER (1915), jedenfalls aber nicht in die Familie der *Pleurococcaceae*, in welcher PRINTZ (1927) die *Coccomyxa*algen einreihet.

Die Trennung der bisher von verschiedenen Autoren beschriebenen *Coccomyxa*arten in solche mit pleurococcoidaler Zellteilung (*C. dispar* Schmidle) und solche mit Autosporenbildung (*C. solorinae* Chod. u. a.), wie sie H. PRINTZ vorschlägt, kann nicht zugestimmt werden. Dies geht deutlich hervor aus einem Vergleich des Originalmaterials, das bei der Aufstellung der Gattungsdiagnose SCHMIDLE vorlag, mit den später beschriebenen Arten.

Schleimbildung kann bei sämtlichen Arten auftreten. Ausgiebig ist sie aber nur bei *Coccomyxa dispar* Schmidle, *C. lacustris* (Chod.) Pascher, *C. subglobosa* Pascher, *C. olivacea* Petersen und *C. Corbierei* Wille. Bei *C. thallosa* Chod. und *C. mucigena* (*solorinae saccatae*) Jaag entstehen verklebte Zellgruppen ausschliesslich durch Verschleimung der Mutterzellmembran nach der Zellteilung.

*Coccomyxa*algen kommen in der Natur vor als freilebende Formen: im Wasser unserer Seen (*C. lacustris*, *C. Chodati*), epiphytisch auf Moosen (*C. dispar*, *C. subglobosa*) als Epiphyten auf verschiedenen Flechten (*C. arvernensis*, *C. turicensis*). An Pilze gebunden bilden sie als Gonidien den einen Bestandteil vieler Flechten (*C. peltigerae*, *C. icmadophilae*) und auch mit Tieren findet man sie in engster Vergesellschaftung (*C. ophiurae*). *Coccomyxa*algen sind sowohl freilebend wie auch als Flechtengonidien über die ganze Erde verbreitet.

In die Gattung *Coccomyxa* gehören sämtliche rein grünen Gonidien der Flechtenfamilie der *Peltigeraceen* (*Peltigera* und *Solorina*). Andere Typen von Grünalgen sind nach unseren heutigen Kenntnissen in dieser Familie nicht vorhanden. Daraus geht hervor, dass die entsprechenden Flechtenpilze in der Vereinigung mit Gonidien nicht wahllos vorgehen, sondern sich mit Algen von nur zwei Typen verbinden: *Coccomyxa* (*Chlorophyceen*) und *Nostoc* (*Cyanophyceen*).

Entgegen den Angaben in der gesamten Flechtenliteratur erwiesen sich auch die Gonidien der Gattungen *Icmadophila* und *Baeomyces* als *Coccomyxa*algen, ebenso die grünen Zellen von *Botrydina*, welche seit den Arbeiten von E. ACTON als Flechte aufgefasst wird. Aus meinen Untersuchungen geht aber hervor, dass es sich dabei nicht um eine Flechte handelt, sondern um eine Lebensgemeinschaft von Moosprotonemen und *Coccomyxa*algen.

Im allgemeinen bilden die Gonidien der untersuchten Flechtenarten unter sich eine systematische Einheit, die sich durch eine Reihe von Merkmalen von den freilebenden *Coccomyxa*algen unterscheidet. Dies zeigt sich in der Morphologie und Farbe der Kolonie auf festen Nährböden, in der verschiedenen Wachstumsgeschwindigkeit und in andern Eigenschaften.

Innerhalb der einzelnen Flechtengattungen erwiesen sich die Gonidien wiederum spezifisch. Diese Spezifität der Flechtenalgen geht — in Uebereinstimmung mit den Befunden bei andern Gattungen — sogar so weit, dass eine bestimmte Flechtenspecies in verschiedenen Gegenden Europas verschiedene Gonidienarten beherbergt. Während sich beim Studium der Gonidien aus den Gattungen *Parmelia* und *Cladonia* herausstellte, dass der Verwandtschaftsgrad der Gonidien untereinander derselbe ist, wie derjenige der entsprechenden Flechten selbst (Jaag 1929), zeigte sich in diesem Sinne bei den *Coccomyxa*gonidien eine weniger ausgesprochene Spezifität. Wohl erweisen sich die einzelnen Gonidienklone verschiedener Thalli einer Flechtenart, die in verschiedenen Gegenden Europas gesammelt worden waren, als sehr nahe verwandt; in einzelnen Fällen aber (z. B. bei *Solorina saccata*) scheinen gewisse Klone den Gonidien mancher *Peltigera*arten näher zu

stehen als denjenigen aus Thalli ihrer eigenen Flechtenart, die in verschiedenen Gegenden gesammelt worden war.

Die Form der Zellen ist bei sämtlichen Arten weitgehend abhängig vom Kulturmedium. Auffallend ist, dass in den meisten untersuchten Flechtentypen die Gonidien in situ breitovale bis kugelige Formen besitzen, während sie in künstlichem Nährboden durchwegs viel schlankere Formen annehmen.

Zusammenstellung der Größenverhältnisse bei den Gonidien der untersuchten Flechtenarten in situ

(Die hier angeführten Zahlen ergaben sich aus der Messung von je 200 Zellen)

Ordnungsnummer in der Algothek	Name der Flechte und Fundort	Entsprechende Variations- kurve	Zelllänge in μ			Länge Breite		
			Mittelwert	Variationsbreite		Mittelwert	Variationsbreite	
				von	bis		von	bis
	1. <i>Solorina saccata</i>	Fig.						
172	a) Saut du Doubs:							
	Thallus 1	22	6,4	3,9	9,3	1,5	1	1,8
26	Thallus 2	33	6,2	3,9	8,5	1,6	1	1,8
	b) Glärnisch	22	7,1	4,6	9,3	1,4	1	1,8
	c) Hötting, N. Innsbruck	22	6,2	4,6	8,5	1,6	1,2	2,4
	2. <i>Solorina crocea</i>							
	a) Gr. St. Bernhard:							
143	Thallus 1	17	6,9	4,6	10,1	1,2	1	1,8
	Thallus 2	20	7,3	5,4	10,1	1,3	1	1,6
	b) Schartenkofel bei Innsbruck	20	6,2	4,6	8,5	1,4	1	1,8
	3. <i>Solorina bispora</i>							
142	a) Gr. St. Bernhard . .	40	6,5	4,6	9,3	1,6	1,2	2,4
	4. <i>Solorina octospora</i>							
	a) Gr. St. Bernhard:							
169	Thallus 1		7,3	4,6	10,1	1,4	1	2
	Thallus 2	43	7,7	4,6	9,3	1,4	1	2
	5. <i>Peltigera aphtosa</i>							
145	a) Gr. St. Bernhard . .							
195	b) Schneekar bei Innsbruck	21	6,9	5,4	8,5	1,4	1	1,8
	c) Viggartal bei Innsbruck:							
	Thallus 1	21	6,9	4,6	8,5	1,4	1	1,8
	Thallus 2		6,2	4,6	9,3	1,4	1	1,8
	6. <i>Peltigera variolosa</i>							
	a) von Oslo:							
194	Thallus 1	29	7,1	5,4	9,3	1,5	1	2
	Thallus 2		6,9	5,4	10,1	1,4	1	2
144	7. <i>Peltigera venosa</i> . .	25	6,7	4,6	8,5	1,4	1	2
	8. <i>Botrydina vulgaris</i>							
196	a) Tulfes bei Innsbruck		7,2	4,8	9,6	1,8	1,2	2,6
	9. <i>Icmadophila ericetorum</i>							
	a) Schneekar bei Innsbruck 2040 m . .		6,2	3,1	9,3	2	1,2	3,6

Zusammenstellung sämtlicher

	Nr. in der Algothek		Herkunft	Farbe der Kolonie auf Glucose-Agar nach 7 Mon. (nach Code des Couleurs)
	von Jaag	von Chodat		
<i>Coccomyxa dispar</i> Schmidle			epiphytisch auf Moosen	
<i>C. lacustris</i> (Chod.) Pascher			in verschiedenen Seen Europas	
<i>C. subglobosa</i> Pascher			auf Moosen	
<i>C. olivacea</i> Petersen			auf Kalkfelsen in Dänemark	
<i>C. Corbierei</i> Wille			auf feuchtem Holz (Cherbourg)	
<i>C. simplex</i> (Pringsheim) Mainx	204		in Wasserkulturen höherer Pflanzen	305/310
<i>C. pallescens</i> Chod.	184	66	epiph. auf <i>Cladonia</i> <i>gracilis</i>	251 R. ** 277
<i>C. Chodati</i> Jaag	186	10	aus dem Genfersee	303
<i>C. Rayssiae</i> Chod. et Jaag	185	334	aus Rumänien	304
<i>C. viridis</i> Chod.	192	84	epiph. auf <i>Sphaerophorus</i> <i>coralloides</i>	252; R. 253
<i>C. thallosa</i> Chod.	187	122	von Genf	276; R. 303
<i>C. arvernensis</i> Jaag	149		epiph. auf <i>Acarospora</i> <i>fuscata</i> (Auvergne)	251; R. 304
<i>C. turicensis</i> Jaag	58		epiph. auf <i>Parmelia</i> <i>subaurifera</i>	305/310
<i>C. epiphytica</i> Jaag	81		epiph. auf <i>Aspicilia</i> <i>cinereo-rufescens</i>	303; R. 304
<i>C. subsphaerica</i> Chod. et Jaag	191	109	von Genf	207; P. 304
<i>C. elongata</i> Chod. et Jaag Stamm 1	190	443	von Genf	304
<i>C. elongata</i> Chod. et Jaag Stamm 2	203		von Prag	305/310
<i>C. gracilis</i> Chod.		61	epiph. auf <i>Cladonia</i> <i>gracilis</i>	
<i>C. ophiurae</i> Rosenwinge			parasit. auf Echinodermen	
<i>C. litoralis</i> (Hansg.) Wille			von Norwegen	
<i>C. Naegeliana</i> (Artari) Wille			von Dänemark	
Flechtengonidien				
<i>C. peltigerae</i> Warén Stamm 1	120		Gon. von <i>Peltigera aphtosa</i> (Besse)	305/310
<i>C. peltigerae</i> Warén Stamm 2	145		Gon. von <i>Peltigera aphtosa</i> (Gr. St. Bernh.)	305/310

* = Mittel aus nur wenigen Zellen. Die biometrische Bearbeitung konnte
 ** R. = Randsaum. Z. = Zentrum. P. = heller gefärbte Punkte in der

bis heute beschriebenen Arten

Mittl. Durchmesser der Kolonie auf Glucose-Agar nach 7 Mon. in mm	Mittlere Länge der Zellen in μ			Mittlere Form der Zellen: $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$			Schleimbildung	Figuren
	in situ	auf Knop $\frac{1}{3}$	auf Glucose-Agar	in situ	auf Knop $\frac{1}{3}$	auf Glucose-Agar		
	12,9 ± 0,9			2,9 ± 0,4			++++	1, 2, 3
	11,0 ± 0,1			2,2 ± 0,3			+++	4, 5
	7,0 *			1,4 *			+++	
	9,0 *			1,0 *			++	
	9,0 *			1,9 *			+++	
21,6 ± 0,45			8,2 ± 0,71			1,7 ± 0,29		
20,7 ± 0,39		8,3 ± 0,69	7,7 ± 0,73		2,2 ± 0,29	2,4 ± 0,26		6
23,4 ± 0,42			7,5 ± 0,81			2,6 ± 0,20		8
22,1 ± 0,31			8,5 ± 0,87			2,1 ± 0,32		7
23,1 ± 0,57			7,9 ± 0,86			1,9 ± 0,34		9
20,6 ± 0,29		9,5 ± 1,5	10,0 ± 0,87		2,1 ± 0,32	2,8 ± 0,31		10, 11, 12, 38
12,0 ± 0,39			7,3 ± 0,74			1,6 ± 0,43		
9,7 ± 0,50			6,8 ± 0,79			3,0 ± 0,19		
9,7 ± 0,29			8,7 ± 0,96			1,9 ± 0,24		
16,0 ± 0,36		5,9 ± 0,72	6,1 ± 0,81		1,5 ± 0,26	1,4 ± 0,31		13
20,5 ± 0,40			6,5 ± 0,92			3,1 ± 0,32		
16,8 ± 0,46			6,8 ± 0,73			3,3 ± 0,2		
			9,3 *			2,5 *		
	7,0 *			3,2 *				
	6,8 *			2,2 *			+++	
	10,0 *		8,3 *	1,6 *				
10,7 ± 0,33	7,1 ± 0,91		7,4 ± 0,81	1,3 ± 0,19		1,9 ± 0,21		
9,6 ± 0,40	6,9 ± 0,73			1,4 ± 0,16				

mangels Material nicht durchgeführt werden.
Kolonie.

	Nr. in der Algothek		Herkunft	Farbe der Kolonie auf Glucose-Agar nach 7 Mon. (nach Code des Couleurs)
	von Jaag	von Chodat		
<i>C. peltigerae</i> Warén Stamm 3	147		Gon. von <i>Peltigera aphtosa</i> (Ischgl.)	305/310
<i>C. peltigerae</i> Warén Stamm 4	195		Gon. von <i>Peltigera aphtosa</i> (Innsbruck)	305/310
<i>C. peltigerae</i> Warén Stamm 5	144		Gon. von <i>Peltigera venosa</i> (Gr. St. Bernh.)	310; P. 251
<i>C. mucigena</i> (<i>peltigerae</i> <i>aphtosae</i>) Jaag	123		Gon. von <i>Peltigera aphtosa</i> (Dent de Nendaz)	305/310 P. 166
<i>C. peltigerae venosae</i> Jaag	122		Gon. von <i>Peltigera venosa</i> (Dent de Nendaz)	282; R. 310
<i>C. peltigerae variolosae</i> Jaag	194		Gon. von <i>Peltigera variolosa</i> (Oslo)	305/310
<i>C. solorinae croceae</i> Chod. Stamm 1	188	85	Gon. von <i>Solorina crocea</i> Gr. St. Bernh. (v. CHODAT isol.)	278 Z. R. 305
<i>C. solorinae croceae</i> Chod. Stamm 2	143		Gon. von <i>Solorina crocea</i> Gr. St. Bernh. (v. JAAG isol.)	276; R. 310
<i>C. tirolensis</i> (<i>solorinae</i> <i>croceae</i>) Jaag	197		Gon. von <i>Solorina crocea</i> (Innsbruck)	305/310
<i>C. solorinae</i> Chod.	193	12	Gon. einer <i>Solorinaflechte</i> (sp. unbekannt)	252 R. Z. 276
<i>C. solorinae saccatae</i> Chod.	189	75	Gon. von <i>Solorina saccata</i> (Gr. St. Bernh.)	223; R. 278
<i>C. glaronensis</i> (<i>solorinae</i> <i>saccatae</i>) Jaag, Stamm 1	26		Gon. von <i>Solorina saccata</i> (Glärnisch, 2900 m ü. M.)	305/310
<i>C. glaronensis</i> (<i>solorinae</i> <i>saccatae</i>) Jaag, Stamm 2	68		Gon. von <i>Solorina saccata</i> (Glärnisch, 1800 m ü. M.)	305/310
<i>C. ovalis</i> (<i>solorinae</i> <i>saccatae</i>) Jaag	172		Gon. von <i>Solorina saccata</i> (Saut du Doubs)	310; P. 282
<i>C. solorinae bisporae</i> Jaag Stamm 1	142		Gon. von <i>Solorina bispora</i> (Gr. St. Bernh.)	310; Z. 276
<i>C. solorinae bisporae</i> Jaag Stamm 2	169		Gon. von <i>Solorina octospora</i> (Gr. St. Bernh.)	303 Z. R. 310
<i>C. icmadophilae</i> Jaag Stamm 1	140		Gon. von <i>Icmadophila eri-</i> <i>cetorum</i> (Dent de Nendaz)	305/310
<i>C. icmadophilae</i> Jaag Stamm 2	141		Gon. von <i>Icmadophila eri-</i> <i>cetorum</i> (Gr. St. Bernh.)	305/310 P. 276
<i>C. icmadophilae</i> Jaag Stamm 3	176		Gon. von <i>Icmadophila eri-</i> <i>cetorum</i> (Viggartal)	310; P. 278
<i>C. subellipsoidea</i> Acton em. Jaag	196		aus <i>Botrydina vulgaris</i> (Innsbruck)	305/310
<i>C. Pringsheimii</i> (<i>botry-</i> <i>dinae</i>) Jaag	202		° aus <i>Botrydina vulgaris</i> (Finnland)	310

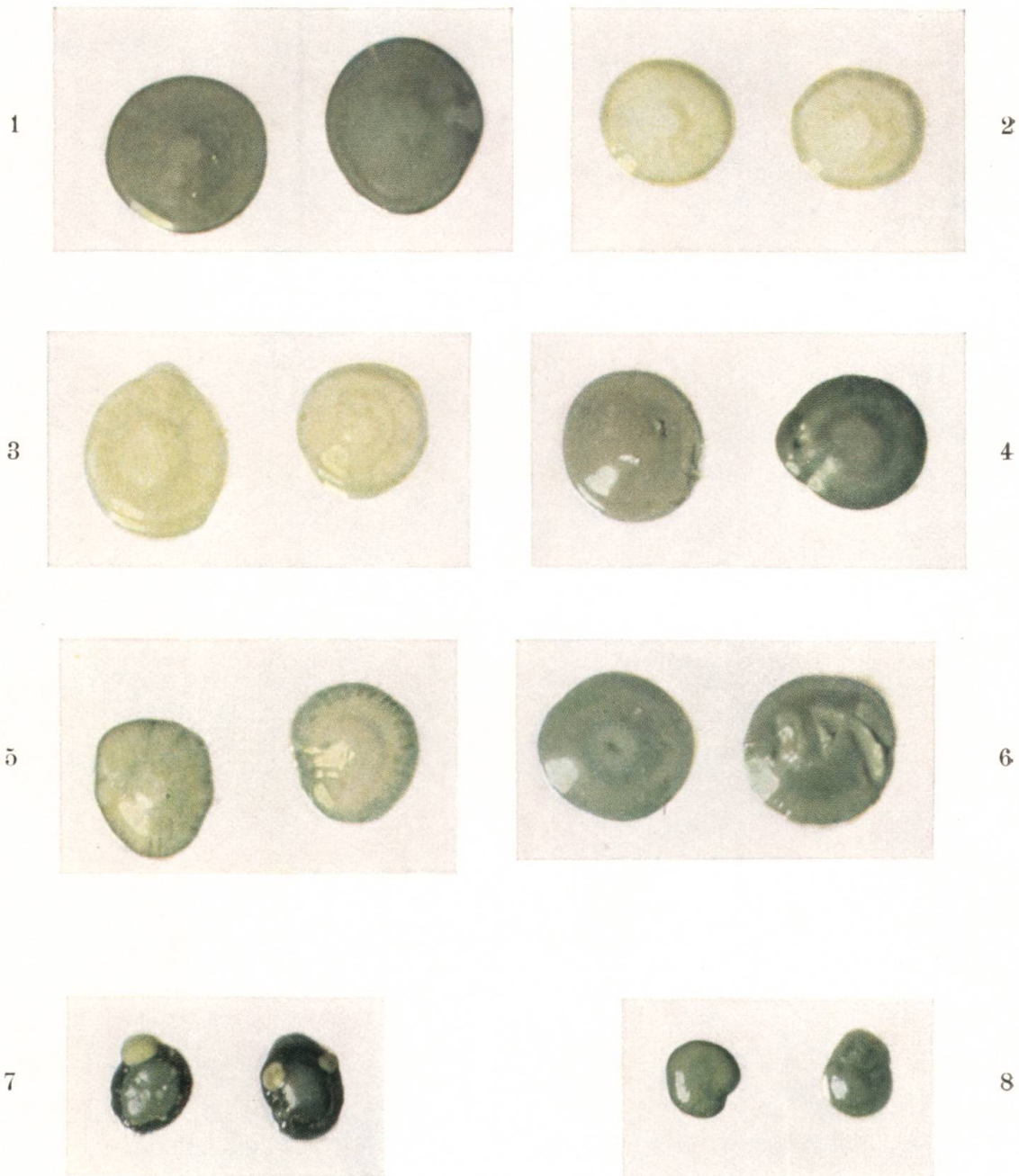
Mittl. Durchmesser der Kolonie auf Glucose-Agar nach 7 Mon. in mm	Mittlere Länge der Zellen in μ			Mittlere Form der Zellen: $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$			Schleimbildung	Figuren
	in situ	auf Knop $\frac{1}{3}$	auf Glucose-Agar	in situ	auf Knop $\frac{1}{3}$	auf Glucose-Agar		
9,7 ± 0,50	7,2 ± 0,82			1,3 ± 0,21				
10,9 ± 0,36	7,0 ± 0,7			1,4 ± 0,19				21
8,9 ± 0,42	6,7 ± 0,88		7,8 ± 0,68	1,4 ± 0,18		2,1 ± 0,32		22, 24, 25
10,9 ± 0,43	7,1 ± 0,91			1,4 ± 0,23			++	
15,2 ± 3,2	6,7 ± 0,93	6,8 ± 0,70	7,4 ± 0,83	2,2 ± 0,31	2,1 ± 0,21	2,4 ± 0,31		26, 27
9,8 ± 0,55	7,1 ± 0,86		7,2 ± 0,82	1,5 ± 0,36		2,6 ± 0,42		28, 29
14,3 ± 0,38			6,0 ± 0,91			2,6 ± 0,42		
11,3 ± 0,29	7,3 ± 0,81		7,4 ± 0,83	1,3 ± 0,21		2,2 ± 0,53		15, 16, 17
5,1 ± 0,33	6,3 ± 0,74			1,3 ± 0,20				18
21,0 ± 0,41		5,7 ± 1,00	7,8 ± 0,90		1,7 ± 0,35	2,0 ± 0,40		36
22,3 ± 0,39			8,8 ± 0,90			3,4 ± 0,44		35
8,5 ± 0,29	7,1 ± 0,83			1,4 ± 0,18				14, 22, 31
8,7 ± 0,31								
21,3 ± 0,51	6,4 ± 0,72		7,2 ± 0,9	1,5 ± 0,20		1,4 ± 0,25		22, 32, 33, 34
12,1 ± 0,38	6,5 ± 0,74	6,8 ± 0,91	7,9 ± 0,68	1,6 ± 0,20	1,9 ± 0,32	2,0 ± 0,27		37, 33 38, 39, 40
13,4 ± 0,42	7,3 ± 0,84	7,6 ± 0,80		1,4 ± 0,21	1,8 ± 0,24			42, 43
8,4 ± 0,53		7,3 ± 0,95			2,1 ± 0,31			44
11,1 ± 0,40		7,4 ± 0,73			2,0 ± 0,27			44
10,8 ± 0,51		7,0 ± 0,86			2,1 ± 0,30			45
11,9 ± 0,6	7,2 ± 0,65		8,5 ± 0,98	1,8 ± 0,25		3,5 ± 0,48		46 47, 41
9,8 ± 0,41			7,9 ± 0,81			2,5 ± 0,50		41

Zitierte Literatur

- ACTON, E. *Coccomyxa subellipsoidea*, a new member of the Palmellaceae. *Annals of Botany*, Vol. 23 (1909) 573—577.
- *Botrydina vulgaris*, Brébisson, a primitive Lichen. *Annals of Botany*, Vol. 23 (1909) 579—595.
- ARTARI, A. Zur Ernährung der grünen Algen. *Berichte d. Deutsch. Bot. Ges.* 19 (1901) 7—9.
- Zur Frage der physiologischen Rassen einiger grünen Algen. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* 20 (1902) 201—207.
- BACHMANN, H. Das Phytoplankton des Süßwassers, Luzern (1911), und in Mitteilungen der Naturf. Gesellschaft Luzern.
- BEIJERINCK, M. W. Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. *Bot. Zeitg.* (1890).
- BOISTEL, A. *Nouvelle Flore des Lichens*, Paris.
- BONNIER, G. Germination des spores des lichens sur les protonémas des mousses et sur des algues différentes des gonidies de lichens. *Compt. rend. Soc. Biol.*, série 8, 5 (1888) 541—543.
- BRÉBISSON. *Botrydina vulgaris*, in Meneghini, « *Monographia Nostoch* ». *Ital. Atti R. Acad. Sci. Torino*, ser. ii, tom. 5 (1841).
- CHODAT, R. *Etudes de biologie lacustre*. Genève, in *Bull. Herb. Boissier*. (1898.)
- Polymorphisme des Algues. Genève (1901).
- *Monographies d'Algues en culture pure*. Berne (1913) (*Matériaux pour la Flore cryptogamique suisse* 4, 2).
- *La Biologie des plantes*. I. *Plantes aquatiques*. Genève 1917.
- *Nouvelles recherches sur les gonidies des Lichens*. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. 191, p. 475 (1930).
- *La Symbiose des Lichens et la théorie de la spécificité en général*. *Actes de la Soc. Helvétique des Sciences Naturelles St-Gall* (1930) p. 221—236.
- DE TONI. *Sylloge Algarum*. (1889.)
- FREY, ED. Die Spezifität der Flechtengonidien. *Berichte der Schweiz. Bot. Ges.* 41. Heft 2 (1932).
- *Cladoniaceae* und *Umbilicariaceae* in Rabenhorst's Kryptogamenflora, IX. Band, Abt. IV/1 (1932).
- FOSLIE, M. « *Contribution to knowledge of the Marine Algae of Norway*. I. *East-Finmarken*. » (*Tromsø Museums Aarshefter XIII*, Tromsø 1890.)
- HAYRÉN, E. Beobachtungen bei Kultur von Flechtenfragmenten. *Forh. vid. Nord. Naturforsk. och Licharemötet, Helsingfors* (1902), (1903) Sect. 6.
- JAAG, O. *Nouvelles recherches sur les gonidies des Lichens*. *Comptes rendus des séances de la Soc. de Physique et d'Histoire naturelle de Genève* (1928).
- *Recherches expérimentales sur les gonidies de lichens appartenant aux genres *Parmelia* et *Cladonia**. Genève, Thèse n° 804 (1929).
- *Morphologische und physiologische Untersuchungen über die zur Gattung *Coccomyxa* gehörenden Flechtengonidien*. *Verhandlungen der Schweiz. Naturf. Gesellsch.* La Chaux-de-Fonds (1931).

- JAAG, O. *Botrydina vulgaris* Bréb., eine Lebensgemeinschaft von Moosprotonemen und Grünalgen; in Berichte d. Schweiz. Bot. Ges. 42, Heft 1 (1933).
 — Ueber die Verwendbarkeit der Gonidialgen in der Flechtensystematik. Berichte d. Schweiz. Bot. Ges. 42, Heft 2 (1933).
- JATTA, A. Flora Italica Cryptogama. Pars 3 Lichenes (1909—11).
- KIRCHNER, O. Algen, in Kryptogamenflora von Schlesien (1878).
- KLEBS, G. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen niederen Algen und Pilzen. (1896.)
- KÜTZING, F. T. Species Algarum. Zweiter Band. Erste Hälfte. (1849.)
 — Tabulae Phycologiae 1 (1845—49).
- LETÉLLIER, A. Etude de quelques gonidies des lichens. Thèse, Inst. de Bot. de l'Université de Genève, 9^{me} série, fasc. 7 (1917).
- LINDAU, G. Die Algen, in Kryptogamenflora für Anfänger 4. 2. Aufl. Berlin (1924).
- LOTSY, J. P. Vorträge über botanische Stammesgeschichte. Jena (1909).
- MOREAU, F. Les Lichens, Morphologie, Biologie, Systématique. Paris (1927).
 — Sur la spécificité des gonidies des Lichens. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, tome CIV (1930) 7, p. 23.
- MORTENSEN, TH., et KOLDERUP ROSENVINGE, L. Sur quelques plantes parasites dans les Echinodermes. D. k. d. Vid. Selsk. Övers. (1910.)
- OLTMANN, FR. Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl. Jena 1923.
- OETTLI, M. Recherches expérimentales sur cinq espèces élémentaires d'Ankistrodesmus. Bull. Soc. bot. Genève, série 2. Vol. 19 fasc. 1 (1927).
- PASCHER, A. Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. Heft 5. Chlorophyceae 2. Jena (1915).
- PETERSEN, I. B. Studier over Danske aerofile Alger. Mem. Acad. Royale des Sciences et de lettre de Danmark. Copenhague (1915) 7. Ser. Tome 12, No. 7.
- PRINTZ, H. *Chlorophyceen* in ENGLER-PRANTL « Die natürlichen Pflanzenfamilien ». 3. Bd., zweite Auflage. (1927.)
- PUYMALY, A. DE. Recherches sur les Algues vertes aériennes. Thèse sciences, Paris (1924).
- RABENHORST. Flora Europ. Algar., iii (1868).
- ROSENVINGE, KOLDERUP, L. Grönlands Hafalgar. 1. Meddelelser om Grönland. (1893) 3.
 — 2. Das. (1898) 20.
- SCHMIDLE, W. Ueber drei Algengenera. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 19 (1901) 10—24.
- SMITH, A. L. British Lichens. London (1918).
 — Lichens. Cambridge (1921).
- STEINECKE, F. Die Phylogenie der Algophyten. Schriften der Königsberger gelehrten Gesellschaft. Naturw. Klasse, Heft 5 (1931).
- SUHLANDT, O. Beobachtungen über das Phytoplankton des Davosersees im Zusammenhange mit chem. u. physik. Bestimmungen. Inaug. Diss. Lausanne (1917).
- SCHWENDENER, S. Die Algentypen der Flechtengonidien. Programm für die Rektoratsfeier d. Universität Basel (1869).
- TOBLER, F. Biologie der Flechten. Berlin (1925).
- TRÉBOUX, O. Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola* in bezug auf die Flechtensymbiose. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. (1912).
- VISCHER, W. Ueber einige kritische Gattungen und die Systematik der *Chaetophorales*. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Bd. LI, Abtlg. 1, Heft 1 (1933).

- WARÉN, H. Reinkulturen von Flechtengonidien, oefversigt af Finska. Vetensk.-Soc. Forhanlingar (1920).
- WERNER, R. G. Recherches biologiques et expérimentales sur les Ascomycètes des Lichens. Thèse, Fac. Sci. Paris. (1927.)
- WEST, G. S. Treatise Brit. Freshw. Alg., Cambridge (1904).
- WILLE, N. Algologische Untersuchungen an der biologischen Station in Drontheim I—VII (1906).
- Nachträge zum I. Teil, 2. Abteilung von Engler und Prantl, « Die natürlichen Pflanzenfamilien ». (1911.)
 - Algologische Notizen XVI—XXI in « Nyt Magazin f. Naturvidensk ». B. 48 Kristiania (1910).
- ZAHLBRUCKNER, A. Die Flechten, in Engler-Prantl « Die natürlichen Pflanzenfamilien ». 3, 2. Auflage (1926).

Kulturen auf Glucose-Agar; 7 Monate alt**Die freilebenden *Coccomyxa*algen: Fig. 1—6**

Phot. E. Rüst

Fig. 1. — *Coccomyxa Rayssiae* Chodat et Jaag; Nr. 185 nob. (Nr. 334 Chod.)

Fig. 2. — *Coccomyxa pallescens* Chod.; Nr. 184 nob. (Nr. 66 Chod.)

Fig. 3. — *Coccomyxa viridis* Chod.; Nr. 192 nob. (Nr. 84 Chod.)

Fig. 4. — *Coccomyxa Chodati* Jaag; Nr. 186 nob. (Nr. 10 Chod.)

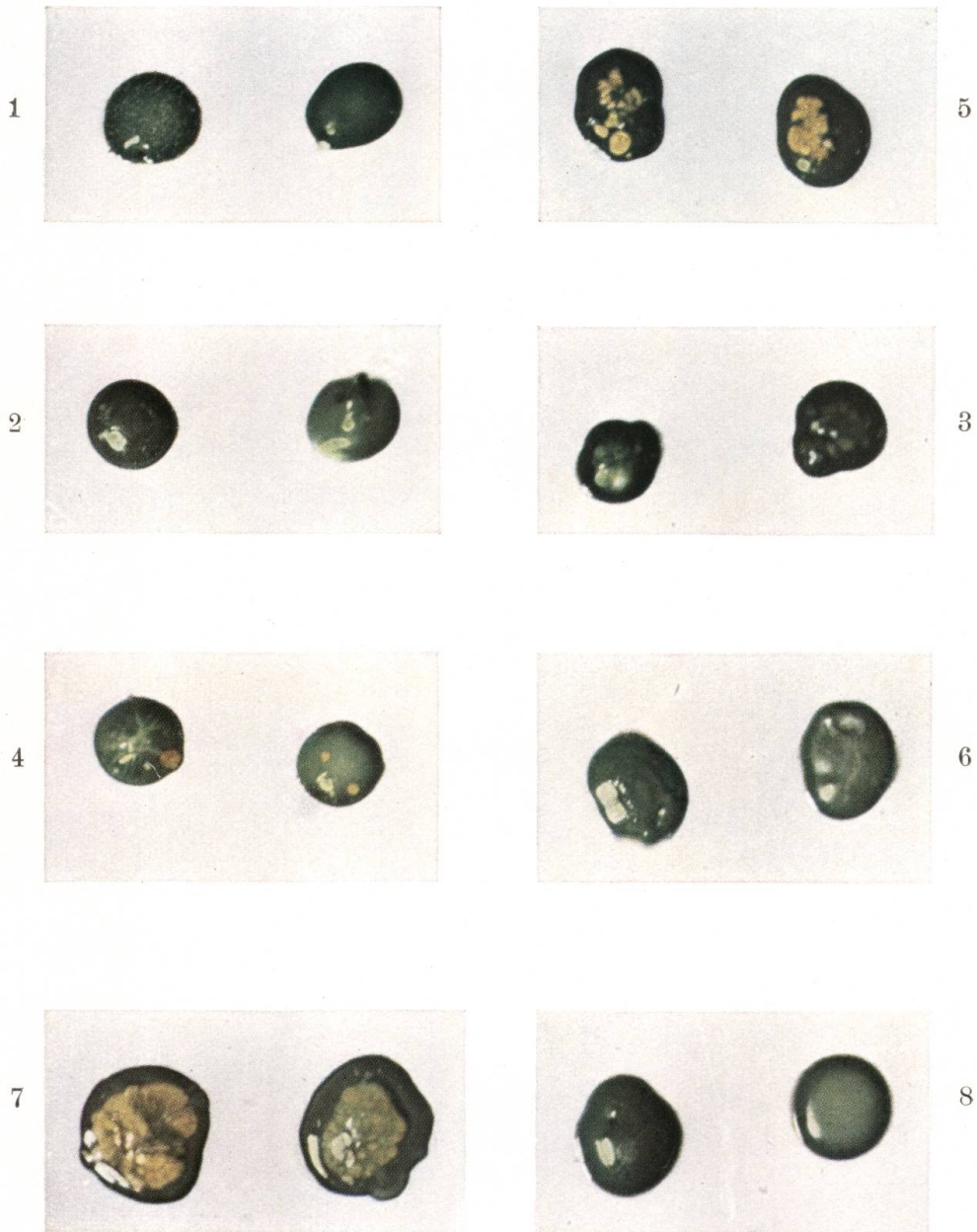
Fig. 5. — *Coccomyxa thallosa* Chod.; Nr. 187 nob. (Nr. 122 Chod.)

Fig. 6. — *Coccomyxa elongata* Chodat et Jaag; Nr. 190 nob. (Nr. 343 Chod.)

Fig. 7. — *Coccomyxa subellipsoidea* Acton em Jaag; Nr. 196 nob.

Fig. 8. — *Coccomyxa epiphytica* Jaag; Nr. 81 nob.

Kulturen auf Glucose-Agar; 7 Monate alt

Die Gonidien der Gattung *Peltigera*

Phot. E. Rüst

A. *Peltigera aphtosa* :

- Fig. 1. — *Coccomyxa peltigerae* Warén, Stamm 1; Nr. 120.
 Fig. 2. — *Coccomyxa peltigerae* Warén, Stamm 2; Nr. 145.
 Fig. 3. — *Coccomyxa peltigerae* Warén, Stamm 3; Nr. 147.
 Fig. 4. — *Coccomyxa peltigerae* Warén, Stamm 4; Nr. 195.
 Fig. 5. — *Coccomyxa mucigena* (*peltigerae*) Jaag; Nr. 123.

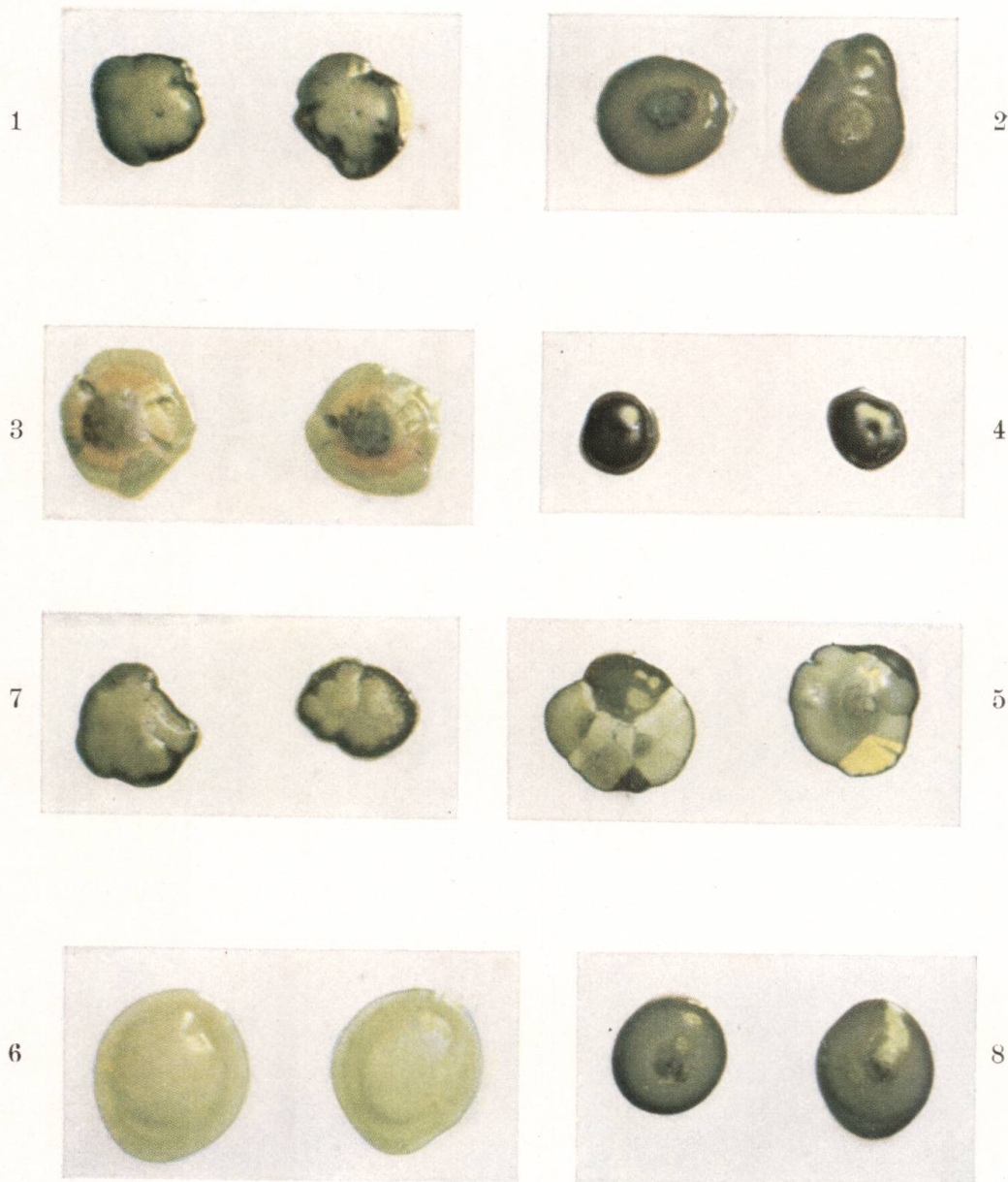
B. *Peltigera venosa* :

- Fig. 6. — *Coccomyxa peltigerae* Warén, Stamm 5; Nr. 144.
 Fig. 7. — *Coccomyxa peltigerae venosae* Jaag; Nr. 122.

C. *Peltigera variolosa* :

- Fig. 8. — *Coccomyxa peltigerae variolosae* Jaag; Nr. 194.

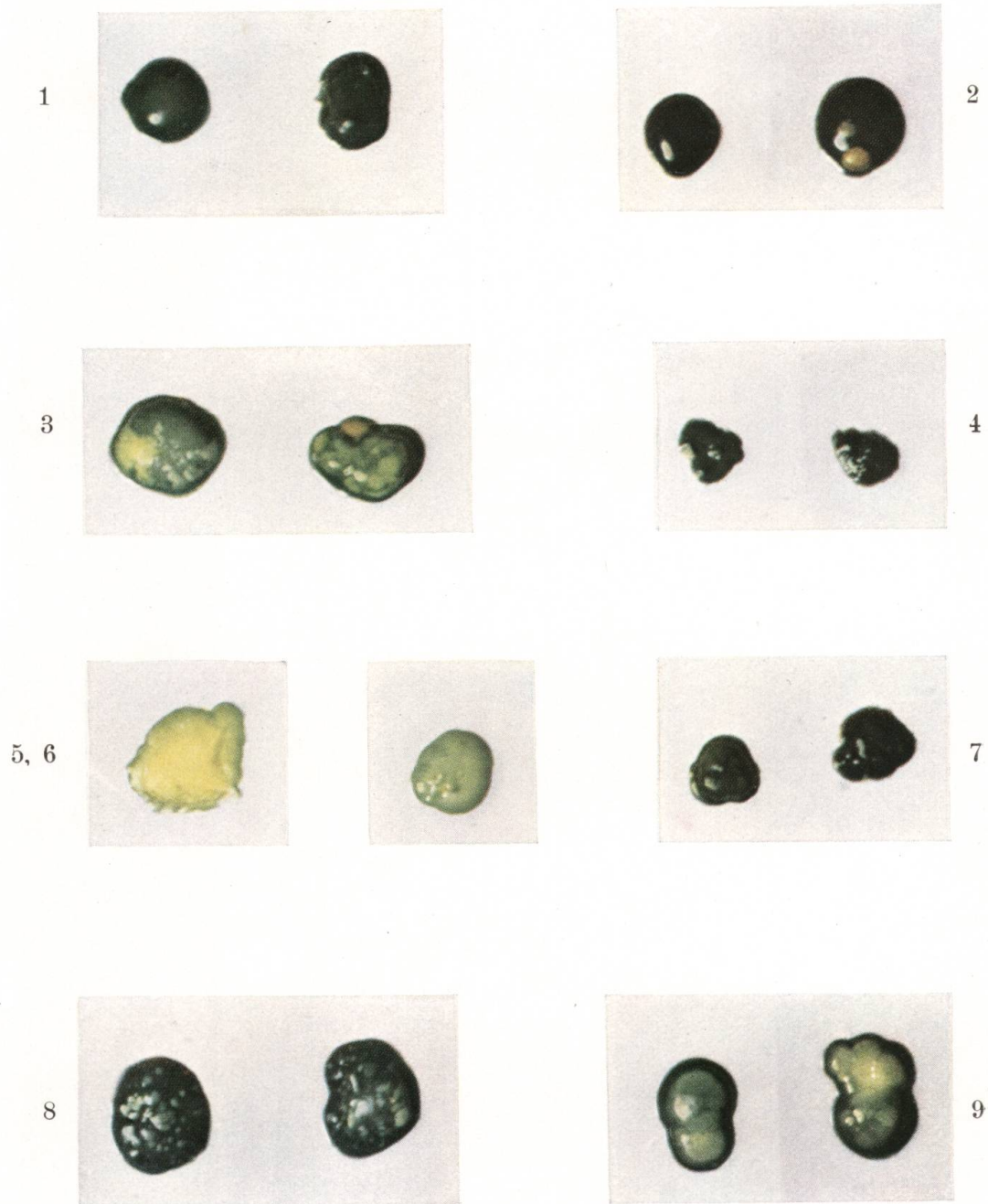
Kulturen auf Glucose-Agar; 7 Monate alt

Die Gonidien der Gattung *Solorina*

Phot. E. Rüst

A. *Solorina crocea* :Fig. 1. — *Coccomyxa solorinae croceae* Chod., Stamm 2; Nr. 143.Fig. 2. — *Coccomyxa solorinae croceae* Chod., Stamm 1; Nr. 188.B. *Solorina saccata* :Fig. 3. — *Coccomyxa solorinae* Chod.; Nr. 193.Fig. 4. — *Coccomyxa glaronensis (solorinae saccatae)* Jaag, Stamm 1; Nr. 26.Fig. 5. — *Coccomyxa ovalis (solorinae saccatae)* Jaag; Nr. 172.Fig. 6. — *Coccomyxa solorinae saccatae* Chod.; Nr. 189.C. *Solorina bispora* :Fig. 7. — *Coccomyxa solorinae bisporae* Jaag; Nr. 142.D. *Solorina octospora* :Fig. 8. — *Coccomyxa solorinae bisporae*, Jaag, Stamm 2; Nr. 169.

Kulturen auf Glucose-Agar; 7 Monate alt



Phot. E. Rüst

- Fig. 1. — *Coccomyxa turicensis* Jaag; Nr. 58.
 Fig. 2. — *Coccomyxa glaronensis* (*solorinae saccatae*) Jaag, Stamm 1; Nr. 26.
 Fig. 3. — *Coccomyxa subellipsoidea* (*botrydinae*) Acton em. Jaag; Nr. 196.
 Fig. 4. — *Coccomyxa tirolensis* (*solorinae croceae*) Jaag; Nr. 197.
 Fig. 5. — *Coccomyxa arvernensis* Jaag; Nr. 149.
 Fig. 6. — *Coccomyxa epiphytica* Jaag; Nr. 81.
 Fig. 7. — *Coccomyxa icmadophilae* Jaag, Stamm 1; Nr. 140.
 Fig. 8. — *Coccomyxa icmadophilae* Jaag, Stamm 2; Nr. 141.
 Fig. 9. — *Coccomyxa icmadophilae* Jaag, Stamm 3; Nr. 176.