

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über Fortpflanzung, geißellose Gattungen und die Nomenklatur der Coccolithophoraceen nebst Mitteilung über Copulation bei *Dinobryon*.

Von
J. Schiller (Wien).

(Hierzu 8 Textfiguren.)

Vor kurzem wurde in einer hier erschienenen Arbeit¹⁾ darauf hingewiesen, daß die von LOHMANN²⁾ schon 1902 gemachten Angaben über die Totalteilung der Individuen ungenügend sind³⁾. Ich führte dort l. c. p. 50 aus, daß bisher nach den bekannt gewordenen Abbildungen oder Beschreibungen von niemandem der Zellteilungsablauf beobachtet worden sein kann und daß ich selbst durch Jahre hindurch viele Tausende der verschiedensten Coccolithophoraceen sah, wobei eine Totalteilung der Individuen (Schale + Plasmaleib) nie auftrat. Wenn ich in Anbetracht der zu gleicher Zeit reichlich auftretenden Teilungen bei Bacillariaceen und Peridineen im Plankton der Najade-Expedition in der Adria 1911—1914 immer mehr an der erwähnten Teilung zweifelte, so war das insbesondere auch darin begründet, daß der Zellinhalt sehr oft in Teilung war, ohne daß damit eine Zerteilung der Schale einherging.

Im Adriatischen Meere sah ich z. B. bei *Syracosphaera pulchra* l. c. 1925 p. 51 Fig. V und bei anderen Gattungen und Arten den

¹⁾ SCHILLER, J.: Die planktonischen Vegetationen des Adriatischen Meeres. A. Die Coccolithophoriden-Vegetation in den Jahren 1911—14. Arch. f. Protistenk. 1925 Bd. 51 p. 50.

²⁾ LOHMANN, H.: Die Coccolithophoriden. Arch. f. Protistenk. 1902 p. 89.

³⁾ LOHMANN pflegt seine Beobachtungen, wie bekannt, sehr genau und ausführlich zu geben. Offenbar fehlte ihm das Tatsachenmaterial.

Plasmaleib zweigeteilt, während andere Formen, beispielsweise *Calyptrosphaera sphaeroidea* durch Mehrfachteilung 8 oder 16 Teilprodukte lieferten, deren Natur zwar nicht durch die Beobachtung direkt als Schwärmosporen nachgewiesen wurde, indirekt aber als solche sich dadurch ergaben, daß leere Schalen mitten unter solchen 16 Stadien lagen.

Zum Eingehen auf diese Spezialfragen nach den Modalitäten der Fortpflanzung bei den Kalkgeißlern blieben im Laufe der Terminfahrten nur die in einzelne günstig gelegene Häfen Dalmatiens verlegten Ruhe- und Rasttage. Das verchmutzte Hafengewasser gibt nur wenigen Formen die Lebensmöglichkeiten, manchen freilich in solchem Maße, daß sie zu enormer Entwicklung kommen können. Doch dauerten die Hafenaufenthalte meist nur 1 oder 2 Tage, wodurch ein systematisches Arbeiten behindert war.

Nach dem Kriege ging ich deshalb zuerst nach Helgoland (Juli 1923). Hier stand eine sehr gute Zentrifuge zur Verfügung und Herr Kustos Dr. WULFF veranlaßte in liebenswürdiger Weise, daß mir auch von Helgoland etwa 3—4 Seemeilen entfernten Gebieten zahlreiche Wasserproben aus verschiedenen Tiefen stets reichlich zur Verfügung standen. In der Zeit vom 7.—20. Juli 1923 untersuchte ich 42 Liter Wasser mittels der Zentrifugen- und Sedimentierungsmethode auf ihren Organismengehalt. Geringere Wassermengen prüfte ich im August (15.—30.) 1924 und im Juli (15.—30.) 1925.

Die Untersuchungen hatten das übereinstimmende Ergebnis, daß die Nordsee im Bereiche Helgolands während der angeführten Zeit so wenig Coccolithophoraceen enthielt, daß diese hier als Produzenten von organischer Substanz ganz ausschieden. Und damit kamen sie auch für meine entwicklungsgeschichtlichen Studien nicht in Betracht. Von *Pontosphaera Huxleyi*, einer kosmopolitischen Art, zählte ich 20 bis maximal 35 Individuen pro Liter und daneben trat noch ganz vereinzelt eine mir unbekanntere andere *Pontosphaera*-Art von größeren Dimensionen als vorige auf.

Dieses Resultat enttäuschte mich deswegen sehr, weil GRAN im Wasser des Oslo-Fjordes eine ungeheuer reiche Besiedlung mit *Pontosphaera Huxleyi* sah, OSTENFELD¹⁾ in den dänischen Gewässern die weit verbreitete *Acanthoica quattropsina* — er nennt sie *A.*

¹⁾ OSTENFELD, C. H.: De danske farvandes Plankton in Aarene 1898/1901. Phytoplankton og Protozoa. I. Phytoplanktonets Livskaar og Biologi samt de i nove farvande jakt. Phytopl. Kgl. Danske Vid. Skr. Naturw. og. Math. Afd. IX 2, 1—364, 1913 p. 340.

brevispina — und M. LEBOUR¹⁾ im Wasser des Ärmelkanals *Coccolithophora pelagica* WALLICH nachwiesen.

Die Ursache des Fehlens der Coccolithophoraceen ist mir demnach rätselhaft. Vielleicht ist zu anderen Zeiten eine reichere Vegetation vorhanden. Übrigens hatte auch LOHMANN in den Helgoländer Gewässern nach mündlicher Mitteilung vergebens nach diesen Organismen gesucht.

Meine Blicke waren daher auf das Mittelmeer gerichtet und da im Laufe des Herbstes 1924 Österreich einen Platz an der Zoologischen Station in Neapel gemietet hatte, ging ich im April 1925 dorthin, wo mir alle technischen Hilfsmittel zur Untersuchung des Nannoplanktons zu Gebote standen.

Das Wasser für meine Anfang April begonnenen Untersuchungen wurde einige hundert Meter vom Mergellina-Hafen seewärts aus Tiefen von 0—10 m und 10—25 m mit einer MAYER'schen Schöpfflasche geschöpft. Es herrschte noch das Diatomeenmaximum des Frühjahrs. Wiederum zeigte sich, wie immer wenn man Netz- und Zentrifugenfänge zugleich ausführt, was für ein falsches Bild das Netz (Apsteinnetz Nr. 20) gegenüber dem tatsächlichen planktonischen Organismenbestande gibt. Das mir täglich gebrachte Netzplankton bestand zahlenmäßig zu 90 Proz. aus Kieselalgen, zu etwa 6 Proz. aus Peridineen, der Rest aus Tieren.

Das am gleichen Orte, wo die Netzfänge ausgeführt waren, geschöpfte und in der Station zentrifugierte Wasser enthielt in Wirklichkeit zu 52 Proz. Diatomeen mit *Skeletonema costatum* als Leitform, 40 Proz. Peridineen²⁾, der Rest setzte sich zusammen aus Coccolithophoraceen, Cryptomonaden, wenigen Chrysomaden und Protozoen. Sonderbarerweise fehlten die grünen Protophyten fast völlig.

Die Kalkgeißler besiedelten das Wasser des Neapler Golfes im April nicht in den erwarteten großen Mengen, wie ich auf Grund meiner Erfahrungen im Adriatischen Meere annehmen durfte; ihre Hochzeit war noch nicht gekommen. Doch fanden sich die wichtigsten Formen. Meinen Studien über die Fortpflanzung kam besonders der Umstand zu statten, daß ihre Entwicklung gerade begann. Es bereitete sich besonders von Mitte April an der auch von der Adria her bekannte normale Umschlag vor, bei welchem die Diatomeen

¹⁾ LEBOUR, M.: *Coccolithophora pelagica* (WALLICH) from the Channel. Journ. Mar. Biol. Assoc. of the United Kingdom N. S. Vol. 13 1923 p. 271.

²⁾ Meine Beobachtungen über die Bacillariaceen und Peridineen werde ich in Kürze dieser Mitteilung folgen lassen.

rasch zurückgehen, an deren Stelle die Peridineen, Coccolithophoraceen und Chlorophyceen das Medium immer stärker beleben. Ich beobachtete folgende Kalkgeißler:

- Pontosphaera Huxleyi*
 „ *Syracusana*
 „ *inermis*
 „ spec. nov.
Syracosphaera pulchra
 „ *mediterranea*
Discosphaera tubifer
Rhabdosphaera claviger
 „ *nigra* spec. nov.
Acanthoica lithostratos spec. nov.
Calyptosphaera oblonga.

Die schon in der Adria mehrfach beobachtete Schwärmsporenbildung konnte ich bei mehreren der auftretenden Arten nachweisen. In den Zentrifugenfängen aus bei Tag geschöpftem Wasser war sie bei mühseliger und ermüdender Durchmusterung vieler Hunderter von Individuen, die in einer Unmenge von verschiedenartigen Organismen durcheinander lagen, nur selten zu beobachten. Daher erhoffte ich bei Nachtbeobachtung von Kulturen ein leichteres und erfolgreicherer Arbeiten.

Die Kulturen wurden in zweifacher Weise ausgeführt:

1. In flache runde Glasschalen von etwa 20 cm Durchmesser goß ich je 250 ccm des frischgeschöpften Seewassers, je 2 Proben aus 0—10 m und je 2 Proben aus 10—20 m Tiefe und gab einige Tropfen von Knop'scher Nährlösung hinzu mit Bikaliumphosphat (K_2HPO_4), um alkalische Reaktion zu erzielen. Um das Kulturwasser alkalisch zu erhalten, gab ich fein zerriebenes Pulver von toter *Corallina mediterranea* hinein. Diese Kulturen wurden mit einem Glasdeckel zugedeckt, so daß für Staubsicherheit gesorgt war. Diese so beschickten Glasschalen kamen in das beständig zirkulierende Meerwasser der Anstalt zu stehen, so daß eine nahezu gleichmäßige Temperatur bei Tag und bei Nacht gesichert war. Mein Arbeitszimmer war gegen Norden gelegen und damit standen auch günstige Lichtverhältnisse zu Gebote.

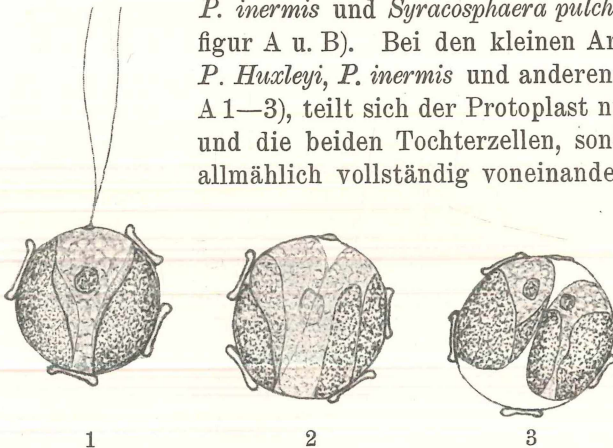
Nach 2-tägigem Stehen zentrifugierte ich von diesen Kulturen je 30 ccm Wasser, das beim Herausnehmen aufgewirbelt wurde. Nach 5—6-tägiger Kulturdauer fing ich mit der Pipette vom Boden der Glasschalen oft beträchtliche Mengen von Coccolithophoraceen, so daß in solchen Schalen das Zentrifugieren sich erübrigte.

2. Mit Meerwasser wurde 1 proz. Agar-Agar hergestellt und zu 500 ccm 5 Tropfen einer 1 proz. KNOP'schen Nährlösung gegeben, dann wie gebräuchlich in Petrischalen gegossen. Nach dem Erstarren gab ich mittels feiner Pipette je einen Tropfen von dem verdünnten Zentrifugenfange mit reichlichem Gehalt an Coccolithophoraceen an drei Stellen des Agars in die Schale.

Es zeigte sich bald, daß für meine Zwecke nur die Wasserkulturen brauchbar waren, da die Agarkulturen fast nie Resultate erbrachten und überdies eine Durchmusterung nur mit schwacher für die meisten Kalkgeißler ganz unzureichenden Vergrößerung zuließen.

Da mir die Wasserkulturen in den obengenannten flachen Glascshalen nicht bloß bei den Coccolithophoraceen eine große Menge von interessanten Resultaten ergaben, die meine Zeit, die kurz bemessen war, voll in Anspruch nahmen, so sah ich diesmal von vergleichenden Versuchen ab, in welcher Weise der quantitative Gehalt an Nährlösung sowie verschieden starke Belichtung die Entwicklung der Coccolithophoraceen förderte.

I. Fortpflanzung durch Ausbildung von zweigleichgroßen Schwärmsporen. Beobachtet bei *Pontosphaera Huxleyi*, *P. inermis* und *Syracosphaera pulchra* (Textfigur A u. B). Bei den kleinen Arten, z. B. *P. Huxleyi*, *P. inermis* und anderen (Textfig. A 1—3), teilt sich der Protoplast nur einmal und die beiden Tochterzellen, sondern sich allmählich vollständig voneinander, zeigen



Textfig. A 1—3. *Pontosphaera Huxleyi* LOHM. Die Coccolithen in Profilsicht. 1. Vegetative Zelle. 2, 3. Teilung des Protoplasten und Bildung von zwei gleichen Schwärmsporen, die durch eine Erweiterung der Geißelpore frei werden.

Vergr. 2700 \times . Lebend gezeichnet.

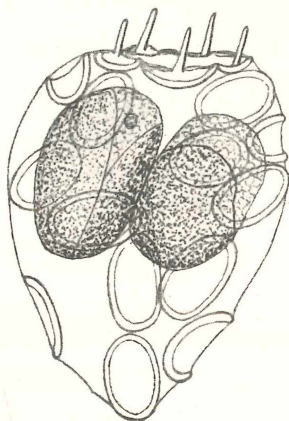
geringe Bewegung, die die Zellen kaum von ihrer Stelle bringt. Die Geißeln der Mutterzellen sind schon bei den dem Beobachter sich bemerkbar machenden ersten Vorbereitungen zur Teilung nicht mehr

vorhanden. Die Teilungsebene steht bisweilen etwas schief zur Längsachse (Textfig. A 2). Sobald die beiden Tochterzellen langsame aneinander hin und her gleitende Bewegungen auszuführen beginnen, bemerkt man am Geißelpol eine bedeutende ovale Erweiterung der Geißelpore, hervorgerufen durch chemische und morphologische Veränderungen, und das Ausschlüpfen der Tochterzellen geht dann nach etwa einer halben Stunde vor sich, wonach die Schale zugrunde geht.

Bei den kleinen *Pontosphaera*-Arten werden also zwei Tochterzellen gebildet und jede schwärmt aus. *P. syracusana* läßt den Zellinhalt durch die dicken und etwas opaken schüsselförmigen Coccolithen nicht erkennen. Da die größeren Arten wie *Pontosphaera discopora*, *P. echinofera* und *P. Haeckelii* fehlten bzw. nicht in Teilung gesehen wurden, kann ich nicht sagen, ob auch hier nur zwei Schwärmsporen gebildet

Textfig. B. *Syracosphaera pulchra*. Zwei reife gleichgroße Schwärmsporen.

Vergr. 1800 \times . Lebend gezeichnet.



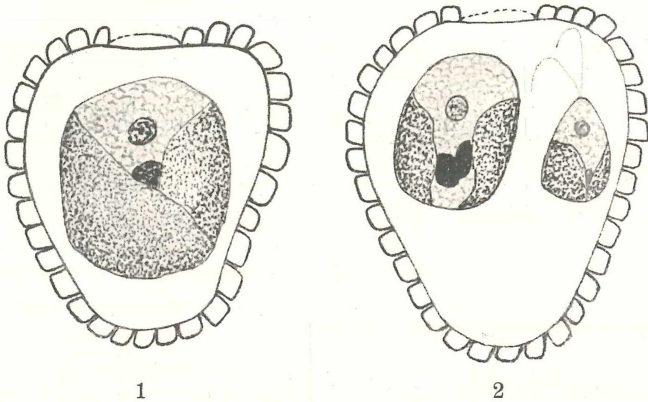
Textfig. B.

werden. Die Gattung *Syracosphaera* bildet ebenso wie *Pontosphaera* zwei Schwärmsporen aus (Textfig. B), die durch die meist schon genügend große Öffnung am Geißelpole austreten können. Diesen Vorgang sah ich bei *Syracosphaera pulchra*, *S. mediterranea* und anderen Arten. Es kommt aber dabei auch häufig zur Zerstörung der Schalen, wobei sich zunächst die Coccolithen loslösen. Diesen Vorgang beobachtete ich bereits in der Adria bei *S. pulchra*, wie aus meiner Darstellung und Abbildung l. c. 1925 S. 51 hervorgeht.

II. Ausbildung von zwei ungleichgroßen Tochterzellen (Textfig. C1, 2). Die Kulturen gaben Gelegenheit die Bildung und das weitere Schicksal der bei *Calypptosphaera sphaeroidea* von mir bereits während der Najade-Expedition beobachteten ungleichen Teilprodukte des Zellinhaltes weiter aufzuklären¹⁾. Wenn der Plasmaleib bei *Calypptosphaera oblonga* zur Teilung schreitet, dann gehen zunächst die Geißeln verloren (Textfig. C1). Hierauf zieht er sich zusammen, etwa auf ein Drittel seines früheren Volumens. Dank der großen Durchsichtigkeit der Schalen kann man hier die

¹⁾ SCHILLER, J., 1925 l. c. S. 50 ff.

Teilungsvorgänge gut verfolgen. Man erkennt leicht, daß zuerst die Chromatophoren sich spalten, dann erst teilt sich der Kern, der deutlich sichtbar bleibt. Bei lebenden Zellen sieht man während des Teilungsvorganges den Kern als hellen Fleck und erst die Tochterkerne treten wieder als prägnante Körperchen in Erscheinung. Von Färbungen nahm ich Abstand, da das Studium der lebenden Objekte zunächst wichtiger erschien.



Textfig. C. *Calyptosphaera oblonga*. Schalen im optischen Längsschnitt.
 1. Vegetative Zelle. 2. Bildung von zwei ungleichgroßen Teilungsprodukten, davon das größere die Mutterschale weiter benützt, das kleinere zur Schwärmspore wird und austritt. Vergr. 2000 \times . Lebend gezeichnet.

Von den beiden gleichgroßen Kernen wandert der eine zu den beiden Chromatophoren auf die eine Seite, während der zweite etwa in der Mitte verbleibt. Sodann wird der Protoplast durch eine Längsteilung in eine größere und eine um etwa ein Drittel kleinere Portion geschieden und beide nehmen, indem sie sich voneinander trennen, eine mehr oder minder kugelige oder eiförmige Gestalt an. Die kleinere Tochterzelle bildet zwei Geißeln (Textfig. C 2), bevor noch bei der größeren solche sichtbar werden, und durch sie erlangt sie langsame Bewegungen in der von ihr eingenommenen Schalenhälfte und zwängt sich schließlich durch die weite Geißelpore ins Freie durch. Die zurückgebliebene größere Tochterzelle wächst innerhalb einiger Stunden soweit heran, daß der Hohlraum der Mutterzelle ganz oder fast ganz ausgefüllt wird. Dabei werden zunächst besonders die Chromatophoren größer und die Vakuole erlangt bald den für die vegetativen Zellen charakteristischen bedeutenden Umfang. Die Geißeln kommen rasch durch die alte Geißelpore der Schale hervor, sobald der Zelleib den Hohlraum ausfüllt, doch

trat lebhafte Bewegung nie sofort, sondern erst langsam und allmählich auf. Wie viel daran die jedenfalls von den natürlichen Verhältnissen sehr verschiedenen Kulturbedingungen schuld sind, läßt sich nicht beurteilen.

Diese in der Mutterschale verbliebene Tochterzelle benützt also jene als weiteren Wohnraum. Die Ausbildung einer besonderen Schale mit neuen Coccolithen um den Plasmaleib innerhalb der Mutterschale sah ich im Golfe von Neapel nicht, und kann somit durch die Kulturen keine Vervollständigung meiner im Adriatischen Meere gemachten Beobachtungen bringen, über die ich 1925 l. c. S. 51, 52 berichtete.

Das Schicksal der ausgeschwärmten kleineren Tochterzellen ließ sich in der zur Verfügung stehenden Zeit nur lückenhaft verfolgen. Schuld daran dürfte sein, daß sich in meinen Wasserkulturen diese Schwärmzellen nur zu einem geringen Prozentsatze weiter entwickelten. In den Zentrifugaten aus frisch geschöpftem Wasser trat *Calyptrosphaera oblonga* nur spärlich auf, so daß auch hier keine Aussicht auf das Auffinden der entsprechenden Entwicklungsstadien bestand.

LOHMANN¹⁾ fand im Atlantischen Ozean am Geißelpol einer großen Zelle von *Calyptrosphaera oblonga* eine weit kleinere aufsitzend, deren Ursprung und Entwicklungsgeschichte ihm unklar blieb. Es bestünde die Möglichkeit, daß diese kleineren Zellen einer solchen oben erwähnten ausgeschwärmten kleinen Spore ihre Entstehung verdankten.

Die Ausbildung verschieden großer Sporen ist bei den Flagellaten und Chlorophyceen keine Seltenheit. So sah z. B. PROWAZEK bei *Polytoma uvella* in der Zelle neben normalen Sporen Zwergsporen, über deren weiteres Schicksal der Autor nichts aussagt²⁾.

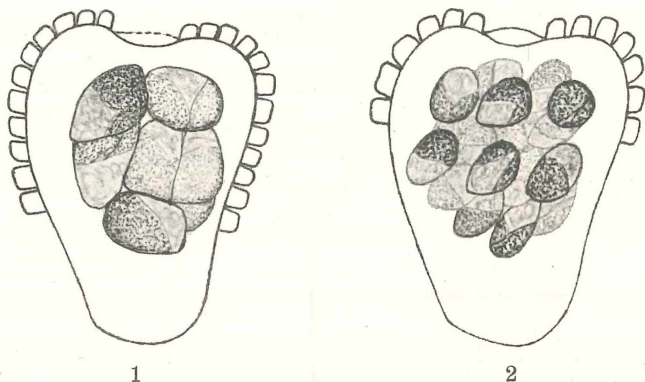
Durch die Kultur im Hängetropfen einer feuchten Kammer war das rasche Heranwachsen der ausgeschwärmten kleinen Tochterzellen wohl leicht festzustellen, aber selten lebten die Zellchen, die von 4—5 μ Größe bis zu 8—9 μ wuchsen, länger als 10—16 Stunden. Innerhalb dieser Zeit sah man nichts von der Ausbildung der Coccolithen, wiewohl sie fast die Größe der normalen Protoplasten erreicht hatten. Ich glaube nach früheren Erfahrungen, daß das durch ein

¹⁾ LOHMANN, H., Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der Deutschland 1911. Teil I, II. Arch. f. Biontol. herausg. von der Ges. naturf. Freunde zu Berlin 1920 Bd. IV Heft 3 p. 1—470, 471—617. S. 85, 86.

²⁾ PROWAZEK, S.: Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. 1903 Bd. 2 p. 195.

Rührwerk in den Kulturschalen in leichte Bewegung versetzte Wasser die volle Entwicklung herbeigeführt hätte. Zu dieser Annahme berechtigen mich Versuche über die Kultur des Meeresplanktons, die ich 1909 bei Diatomeen und Peridineen mit sehr guten Erfolgen an der Zoologischen Station in Rovigno vornahm. Wichtig ist jedoch dabei, daß die Wasserbewegung außerordentlich langsam vor sich geht.

III. Ausbildung von meist 16 Schwärmsporen Gameten?) durch multiple Teilung (Textfig. D, E). In

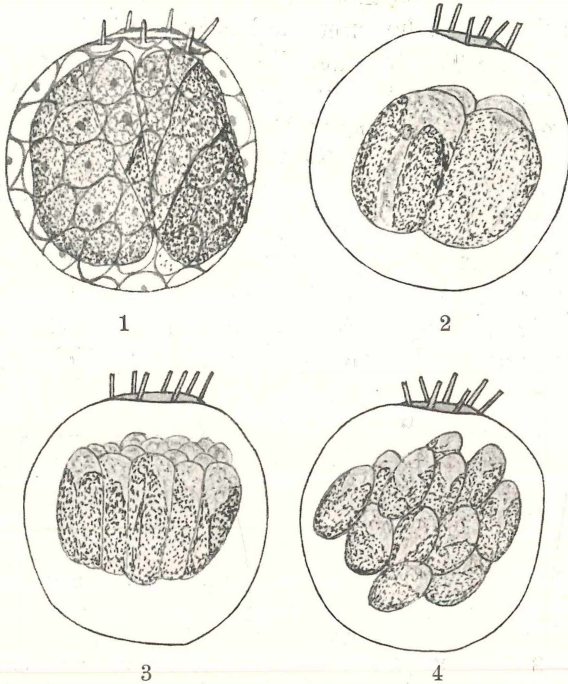


Textfig. D 1—2. *Calyptrosphaera oblonga*. Zellen im optischen Durchschnitt gezeichnet. Die Entstehung von 16 Schwärmsporen (Isogameten?). Vergr. 2000 \times . Lebend gezeichnet.

meiner oben zitierten Arbeit (1925 p. 62) führte ich für die Kalkgeißler den ersten Fall vor, der das Vorhandensein von 16 Tochterzellen innerhalb einer Mutterzelle bei *Calyptrosphaera sphaeroidea* zeigte. Es war diesbezüglich sehr willkommen, bei den Neapler Studien nun auch analoge Stadien bei *Syracosphaera pulchra*, *S. mediterranea* und *Calyptrosphaera oblonga* zu sehen. Diese schönen Coccolithophoraceen traten an manchen Tagen häufig auf und dann stellte ich sofort Kulturen her. Schon von früher her wußte ich, daß diese Arten — insbesondere gilt dies für *S. pulchra* — gegen Verunreinigungen recht unempfindlich sind und somit für den Versuch ein günstiges Objekt darstellen müssen.

Tatsächlich hielten und vermehrten sie sich zufriedenstellend. Die Vermehrung durch zwei gleichgroße Schwärmsporen (Typus I), die ich oben S. 330 ff. schilderte, war die Regel. Kurz vor meiner Abreise fand ich bei der Durchmusterung eines Zentrifugenfanges in den Morgenstunden zwischen 5 und 6 Uhr bei *S. mediterranea* (Textfig. E) und *C. oblonga* (Textfig. D) Zellen mit 8, mit 10 und 16 Teilungsstadien.

welch letztere sich in zwei Zellen lebhaft bewegten und aus einer Zelle konnte ich bei *C. oblonga* das Ausschlüpfen direkt beobachten, das durch die Pore am Geißelpol gegen 6 Uhr früh erfolgte. Diese ist hinreichend groß, um einer solchen 3–4 μ großen Schwärmerspore das Ausschlüpfen ohne weiteres zu ermöglichen. Von zweien dieser ausgeschwärmten Zellchen bemerkte ich, wie sie nach etwa 6–8 Minuten, genau wie es bei den Cochlodinien u. v. a. Peridineen unter



Textfig. E 1–4. *Syracosphaera mediterranea*.

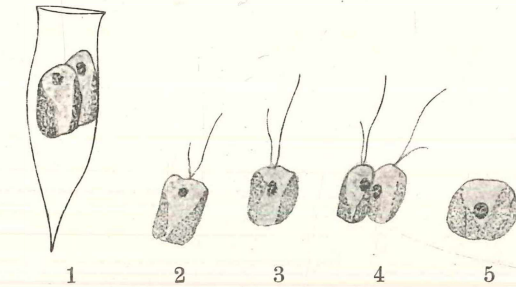
1. Vegetative Zelle. 2–4. Ausbildung von 16 Schwärmern, die wahrscheinlich copulieren (Isogameten). Vergr. 2200 \times . Lebend gezeichnet.

dem Deckglas beobachtet werden kann, einfach zerflossen. Sie waren nackt, rundlich 3–4 μ groß, besaßen zwei gleichlange und sehr zarte Geißeln von ungefährender Körperlänge und zwei schwachgelbliche Chromatophoren. So sehr ich auch die Versuchsbedingungen änderte, es gelang mir doch niemals, diese Zellchen länger als einige Minuten am Leben zu erhalten. blieb somit das weitere Schicksal dieser kleinen Zellen verborgen, so wird wohl niemand, der mit den Fortpflanzungserscheinungen der Flagellaten und Algen vertraut ist, und die oben geschilderten ungeschlechtlichen Vermehrungsvorgänge

berücksichtigt, den Gedanken zurückweisen können, daß diese kleinen Schwärmer Isogameten sein werden. Verläuft doch ganz konform bei *Chlamydomonas* die vegetative und geschlechtliche Vermehrung!

Wenn wir diese im Neapler Golfe gemachten Beobachtungen über die Fortpflanzungserscheinungen bei den Coccolithophoraceen überblicken und die in der Reihe der *Chrysomonadina* bis jetzt bekannten Fortpflanzungsmodi in Vergleich stellen, so zeigen sich recht interessante Parallelerscheinungen.

Es ist seit langem bekannt, daß nach der Teilung einer Dinobryonzelle die eine Tochterzelle, die nach den Beobachtungen auch häufig größer ist, im Gehäuse verbleibt, während die andere, häufig kleinere, dagegen an den oberen Rand des Gehäuses rückt und ein neues Gehäuse innerhalb und im Verbands mit dem Muttergehäuse aufbaut; oder aber, daß eine oder beide Zellen ausschwärmen und mindestens durch 2—6 Stunden nackt herumschwärmen. Im Juni 1923 sah ich in den Steinhofer Teichen bei Wien-Hetzendorf ein massenhaftes Ausschwärmen, so daß innerhalb 2 Tagen das früher reichlich in prächtigen Kolonien auftretende *Dinobryon sertularia* völlig aus dem Plankton verschwand. Meine Gewohnheit



1—3 nach dem Leben. 4, 5 fixiert mit 2proz. neutralem Formalin und mit Karmalaun gefärbt.

Textfig. F 1—5. *Dinobryon sertularia*. 1. Gehäuse mit zwei Schwärmern, deren Geißeln nicht gezeichnet sind. 2, 3. Zwei nackte ins Wasser geschwommene Gameten. 4. Zwei Gameten unmittelbar vor der Copulation. 5. Zygote. Vergr. 1000×.

stets Netz- und Nannoplankton zugleich zu gewinnen, verhalf mir zu der Feststellung, die ich hier zum erstenmal bringe, daß die beiden Schwärmer einer jeden Zelle erst nach Mitternacht sich ganz ausbilden und bis 9 Uhr früh die Gehäuse sämtlich verlassen haben. Ferner ergab sich, daß diese Schwärmer Gameten (Isogameten) waren, deren Copulation zum größten Teile bis 11 Uhr vormittags beendet war. Die Zygoten verlieren sehr rasch die Geißeln und sinken zu Boden. Man findet spärlich auch nachmittags noch Copulationen, doch blieb an den beiden Tagen, wo ich die Erscheinung gerade fassen konnte, ein erheblicher Teil ledig. Am 19. Juni lieferte mir die Zentrifuge — durch das Netz gingen diese winzigen

nur 8—10 μ großen Schwärmer natürlich hindurch — keinen einzigen Schwärmer mehr. Es haben also die Dinobryen mit den Coccolithophoraceen die Bildung von zwei Schwärmsporen gemeinsam, von denen entweder nur eine oder beide ausschwärmen. Bei jenen sind die Schwärmsporen nachgewiesenermaßen Isogameten, bei letzteren kann dies mit aller Wahrscheinlichkeit bei den zu 16 gebildeten Schwärmern angenommen werden. Auch bei der Chrysonade *Stylopyxis mucicola* bleibt die eine Tochterzelle im Gehäuse, die andere schwärmt aus. Diese Parallelerscheinungen zwischen diesen beiden Chrysonadengruppen gestattet vielleicht für die bisher nur bei der Gattung *Coccolithophora* gefundene kettenförmige Aneinanderreihung von 2—4 Zellen, die besonders im Atlantischen Ozean von mehreren Seiten beobachtet wurden, eine Erklärung. Da eine Teilung des ganzen Individuums weder beobachtet noch möglich erscheint und daher auch die Aneinanderreihung der Tochterindividuen im Gefolge der Teilung nicht vor sich gehen kann, so bin ich der Ansicht, daß diese Aggregation dadurch eher zustande kommen könnte, daß die ausschwärmenden Tochterzellen sich an die alten Mutterschalen ansetzen und so die Ketten bilden, die im Atlantischen Ozean bei der Gattung *Coccolithophora* gesehen wurden. Hierfür spräche das Ansetzen der ausschwärmenden Tochterzellen bei *Dinobryon*, insbesondere das Verhalten derselben bei dem von mir gefundenen *Dinobryon coalescens*, wo die Tochterzellen nicht innen, sondern außen an die mütterlichen Schalen sich ansetzen.

II. Die zwei Organisationstypen der Coccolithophorales. In der Literatur herrschte bis vor kurzem die Ansicht, daß die einzelnen Arten der Kalkgeißler eine oder zwei Geißeln besäßen. Diese Ungewißheit rührte daher, weil diese Organismen schon während des Zentrifugierens oder später unter dem Deckgläschen die Geißeln abwerfen. Durch die reichlichen Funde im Adriatischen Meere sowie durch die Erfahrung, daß Fixierung des frisch geschöpften Wassers mit 2—3 Proz. neutralem Formalin die Organismen am Abwerfen der Geißeln hindert, konnte gezeigt werden, daß alle Arten, sofern ihnen überhaupt Geißeln zukommen, zwei gleich lange und stets fadenförmige Flagellen besitzen. Doch fand ich ebenso wenig wie z. B. schon seinerzeit LOHMANN bei den Gattungen *Rabdosphaera* und *Discosphaera* diese Bewegungsorgane, wiewohl ich es an speziellen Beobachtungen nicht fehlen ließ. Meinen Aufenthalt in Neapel benützte ich nun neuerdings zur Klärung der Frage, ob es wirklich in dieser sonst so typischen Flagellatengruppe geißellose Gattungen gäbe. Diesen Nachweis führte ich in zweifacher Art.

1. Es wurde festgestellt, welche Arten in einem lebenden Zentrifugenfange stets mit, welche stets ohne Geißeln auftraten.
2. Durch Einwirkung von Jodalkohol.

Jodalkohol ist meines Erachtens das beste und zugleich einfachste Färbemittel für die Geißeln. Man braucht ja nur einen Tropfen desselben dem auf dem Objektträger befindlichen Fange zuzusetzen, wobei eine dunkle Braunfärbung der Geißeln sofort auftritt. Durch diese Parallelbeobachtung lebenden und mit Jodalkohol behandelten toten Materials ließ sich feststellen, daß bei *Rabdospaera* und *Discospaera* nie Geißeln festgestellt werden konnten. Diese Beobachtung deckt sich völlig mit meinen schon in der *Adria* gemachten Wahrnehmungen. Wahrscheinlich hat auch die von OSTENFELD im westlichen Becken des Mittelmeeres entdeckte Gattung *Thorosphaera elegans*, die ich bis jetzt noch nicht sah, keine Geißeln und dasselbe glaube ich von dem im Adriatischen Meere gefundenen *Calcioconus vitreus* annehmen zu können.

So steht fest, daß innerhalb der außerordentlich einheitlich gebauten Gruppe der Coccolithophorales zwei Organisationstypen bestehen: die Flagellaten- und Protococcalen-Organisation. Dieses Vorkommen ist deswegen besonders interessant, weil der Zusammenhang der geißellosen und geißeltragenden Gattungen zellmorphologisch klar gegeben ist, besonders durch den Besitz der Coccolithen, der beiden gleichgefärbten und gleichgebauten Chromatophoren, so daß an abgeleitete Arten oder an eine Konvergenzerscheinung nicht gedacht werden kann. Damit präsentieren die Kalkgeißler ein schönes Beispiel für das direkte Übergehen der Flagellaten in die Protococcalen-Organisation.

Es taucht nun die Frage auf, wie die Vermehrung dieser geißellosen Gattungen vor sich geht, ob sporogam oder autogam, um den Abstand zu erkennen, den sie gegenüber flagellären Gattungen erreicht haben. Bei autogamer Fortpflanzung wäre dieser jedenfalls bedeutend. Meine daraufhin gerichteten Bemühungen blieben bis jetzt erfolglos. Der Herbst ist für solche Nachforschungen wahrscheinlich die günstige Zeit, weil die beiden Gattungen wenigstens in der *Adria* reichlich auftreten. Da ich bei *Rabdospaera*-Arten oft leere Zellen traf, bei denen manchmal eine kleinere oder größere spaltförmige Öffnung sichtbar war (siehe SCHILLER 1925 *Rabdospaera multistylis* Taf. 4 Fig. 41), nehme ich an, daß die protococcalen wie die geißeltragenden Gattungen sporogam sein dürften.

Vor kurzem hat PASCHER¹⁾ über die Wege der morphologischen Entwicklung der Flagellaten zu Algen berichtet und darauf verwiesen, daß bei den einzelligen Flagellatenreihen entweder über die zarte ruhende Zelle, oder über die bereits weitgehend modifizierte aus der zartwandigen Ruhezelle hervorgegangene Dauerzelle der Übergang vom Flagellaten zur einzelligen Alge stattfindet. Nun kennen wir bei den Coccolithophoraceen weder zarte ruhende noch dickwandige Dauerzellen. Solange dies der Fall ist, müssen wir annehmen, daß jene geißellosen Gattungen nicht über ein Ruhestadium, sondern direkt aus dem aktiven Flagellatenstadium einfach durch Verlust des lokomotorischen Apparates in das Algenstadium gelangten. Es kommt somit dieser Vorgang zu den beiden oben angeführten von PASCHER erkannten Wegen als dritter hinzu, dem sich gewiß noch andere anreihen lassen werden.

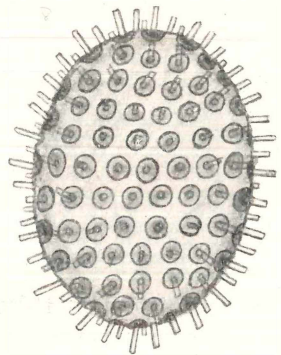
III. Systematische Bemerkungen. In meiner ausführlichen Arbeit 1925 wies ich darauf hin, daß trotz der in der Adria aufgefundenen zahlreichen neuen Coccolithophoraceen viele unbekannte Formen noch existieren werden. Das fand ich denn auch gleich bei Durchsicht der ersten Zentrifugensedimente bestätigt, darin eine große auffällige Form auftrat, die mit dunkel gefärbten Coccolithen dicht bedeckt war und keine Geißeln zeigte. Aus diesem Grunde lediglich achtete ich auf diese Form und gebe hier die Diagnose an:

Rhabdosphaera nigra spec. nov.

Testa oviformis, obscura, obtecta coccolithis rotundis bacillum verisimile quadriangulum ferentibus. Coccolithi $1,5-2 \mu$ in diametro, bacilli $1-2 \mu$ longi, testa $20-24$ longa, $14-16 \mu$ lata. Cellula tota chromatophoris magnis verisimile duobus flavo-bruneis colorata. Flagella desunt.

Textfig. G. *Rhabdosphaera nigra* spec. nov.
Vergr. $1800 \times$. Schalenzeichnung nach dem Leben.

Schale eiförmig, bedeckt mit dunkel gefärbten, freie Zwischenräume lassenden Coccolithen, die rundlich und $1,5-2 \mu$ groß sind. In ihrer Mitte erhebt sich ein $2-2,5 \mu$ langer wahrscheinlich vierkantiger



Textfig. G.

¹⁾ PASCHER, A.: Über die morphologische Entwicklung der Flagellaten zu Algen (Ber. d. D. bot. Ges. 1924 Bd. 42 p. 148).

Fortsatz; durch die dunkle Schale erkennt man die braungelb gefärbten und fast die ganze Schalenfläche einnehmenden Chromatophoren, die dem ganzen Zellinhalte ein gelbbraunes Aussehen geben. Geißeln fehlen. Länge 20—24 μ , Breite der Zellen 14—16 μ .

Gefunden im Golf von Neapel, in Tiefen bis 15 m, April 1925.

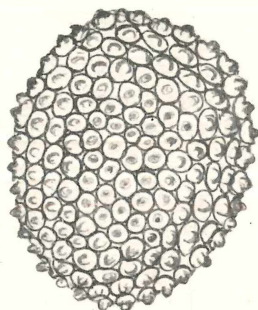
Acanthoica lithostratos spec. nov.

Testa oviformis, densissime oblecta coccolithis rotundis, umbonem ferentibus, chromatophoris binis, flavis, flagellis binis, cellula longioribus, tenerrimis.

Longit. 26—30 μ , lat. 22—25 μ .

Schale eiförmig, mit runden, gebuckelten Coccolithen dicht bedeckt, die sich berühren und nur selten freie Zwischenräume lassen.

Textfig. H. *Acanthoica lithostratos* spec. nov.
Schalenzeichnung nach dem Leben. Vergr. 1200 \times .



Textfig. H.

Chromatophoren gelbbraun, Geißeln 2, weit länger als die Schale. Schalendurchmesser 26—30 μ , 22—25 μ breit.

Gefunden im Golf von Neapel, bis 15 m Tiefe, April 1925.

Schon während der Challenger-Expedition 1852 erkannte HUXLEY richtig den pflanzlichen Charakter der Kalkgeißler, der in der Folgezeit auch nicht angezweifelt wurde. Trotzdem wurden die Namen mit für tierische Organismen bestimmten Endigungen gebraucht, Coccolithophoridae (LOHMANN 1902) Coccolithophoridales (SCHUSSNIG 1925), wiewohl diese Endigungen für tierische Organismen nach den Nomenklaturregeln reserviert sind. Auch ich habe in meinen früheren Arbeiten jene Bezeichnung gebraucht, da sie durch die LOHMANN'schen Arbeiten den Interessenten sozusagen in Fleisch und Blut übergegangen sind. In dieser Mitteilung halte ich jedoch die richtige Bezeichnung Coccolithophoraceae ein. In meiner Arbeit 1925 habe ich auch den neuen Namen Calcimonaden (infolge Druckfehlers Calcimonaden) und das deutsche Wort Kalkgeißler gebraucht und zwar hauptsächlich aus stilistischen Bedürfnissen, weil die oftmalige Anwendung des Namens „Coccolithophoriden“ in der Diktion auf die Dauer unerträglich wirkt. Es lag mir also fern damit einen „regelrechten“ nomenklatorischen

Ausdruck einzuführen, vielmehr soll nur eine sprachliche Abwechslung möglich gemacht werden, etwa wie bei den Bacillariaceen die Namen Diatomeen und Kieselalgen im Gebrauch sind.

Zusammenfassung.

1. An der Zoologischen Station in Neapel gelang zum ersten Male die Kultur von Coccolithophoraceen in Glasschalen mit 350 ccm Seewasser, dem alkalisch reagierende KNOP'sche Nährsalzlösung und Pulver von *Corallina officinalis* zugesetzt war. Das Wasser reagierte stets schwach alkalisch. Agarkulturen blieben erfolglos.

2. Die Vermehrung der beobachteten Kalkgeißler erfolgte a) durch Teilung des Protoplasten und Ausbildung von zwei gleichgroßen, nackten Schwärmosporen, die bereits in der Mutterschale beweglich werden und durch eine gebildete bzw. vorhandene Öffnung (Geißelöffnung) ohne Coccolithen ins Freie gelangen.

Dieselbe Art der Fortpflanzung beschreibt eben R. CHODAT¹⁾ und A. RODRIQUEZ für die von ihnen in Süßwassertümpeln der Umgebung von Genf entdeckte erste Coccolithophoracee des süßen Wassers.

b) Durch Ausbildung von zwei ungleichgroßen Schwärmosporen, davon die größere im Muttergehäuse verbleibt, die kleinere aber nackt ausschwärmt.

c) Durch Entstehung von 16 Schwärmosporen, die in der Mutterzelle beweglich werden, ausschwärmen und wahrscheinlich copulieren. Diesfalls wären es Isogameten.

3. Im Anschluß an die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Coccolithophoraceen weiß Verf. auf analoge Verhältnisse bei *Dinobryon* hin und teilt eine 1923 gemachte Beobachtung mit, derzufolge die gebildeten beiden Tochterzellen aus den Gehäusen fast aller Kolonien im Laufe zweier Tage massenhaft ausschwärmten und dabei zahlreich im Laufe des Vormittags copulierten. Beobachtet bei *Dinobryon sertularia* am 17. VI. 1923.

4. Bei den Coccolithophoraceen gibt es zwei Organisationen: die Flagellaten- und Protococcale (Algen-) Organisation; denn es steht nun fest, daß wenigstens bei den Gattungen *Rhabdosphaera* und *Thorosphaera* im vegetativen Stadium Geißeln nicht vorkommen. Die Entwicklung des Flagellaten zur Alge geht hier nicht über

¹⁾ Sur une Coccolithophoridée d'eau douce. Compt. rend. de séances d. l. soc. de physique et d'histoire naturelle de Genève 1925 T. 42 No. 1, 11.

eine ruhende Zelle (Cyste), wie dies PASCHER für andere Flagellaten zeigte, sondern direkt ohne weitere morphologische Änderungen einfach durch Verlust der lokomotorischen Organe vor sich.

5. Im systematischen (III. Teil) der Arbeit werden die beiden neuen Arten *Rhabdosphaera nigra* und *Acanthoica lithostratos* aus dem Golf von Neapel beschrieben und gesagt, daß an Stelle des bisherigen von LOHMANN 1902 eingeführten Namens Coccolithophoridae der Name Coccolithophoraceae zu treten habe, da damit pflanzliche Organismen bezeichnet werden sollen, für die die Endigung -aceae eingeführt ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [53 1926](#)

Autor(en)/Author(s): Schiller Josef

Artikel/Article: [Über Fortpflanzung, geißellose Gattungen und die Nomenklatur der Coccolithophoraceen nebst Mitteilung über Copulation bei Dinobryon 326-342](#)