

Nachdruck verboten.

Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.
Leiter: Prof. Dr. Nocht.)

Studien über Protozoen.

Von

G. Keysselitz.

Aus dem Nachlaß von FRITZ SCHAUDINN.

(Hierzu Tafel XIX—XXI.)

Die Kernteilung von *Oxyrrhis marina* DUJARDIN.

Oxyrrhis marina DUJARDIN (Fig. 1—21) ist zuerst genauer von BLOCHMANN studiert worden. Dieser stellte die Anwesenheit zweier Flagellen, eines einheitlichen, sich indirekt teilenden Nucleus und die Vermehrung durch Querteilung fest. Seine Angaben kann ich im wesentlichen bestätigen.

Der Körper.

Oxyrrhis besitzt einen länglichen, seitlich etwas abgeplatteten Körper von 10—34 μ Länge. Das eine Ende — Hinterende — ist leicht abgerundet; das Vorderende läuft in einen seitlichen, etwas verschieden großen Höcker aus. Man kann an den Flagellaten eine Vorder- und eine Hinterseite unterscheiden. Auf der Vorderseite liegt gegenüber dem erwähnten Höcker das Cytostom, und inserieren die Geißeln. Das Vorderende ist glatt bis zur Basis des Höckers. Dasselbst liegt eine grubenförmige Vertiefung, die senkrecht zur Längsachse des Tieres nach der Cytostomseite hinüberzieht und im Cytostom ihr Ende findet. Dasselbe stellt eine mit ihrer Konkavität

nach der Höckerseite gerichtete längliche Vertiefung dar, die bis etwa zum mittleren Drittel des Körpers und weiter hinabzieht und eine seitliche Ausbuchtung besitzt. Dieselbe liegt an der Basis eines kleinen lappenförmigen Gebildes, das sich zwischen Höcker und Cytostom einschiebt.

Die Geißeln.

Oxyrrhis hat 2 Geißeln, 1 lange und 1 kurze. Die erstere entspringt an der Basis des lappenförmigen Gebildes und ist durchschnittlich $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie der Körper. Die letztere nimmt ihren Ursprung der ersteren gegenüber in der Tiefe der seitlichen Ausbuchtung des Cytostoms und ist ein wenig länger als der Körper (etwa $1\frac{1}{6}$ mal so lang). Sie erreicht nicht die Breite des großen Flagellums. Die Geißeln stellen etwas abgeplattete, sich nach der Spitze zu allmählich verjüngende Fäden dar. Sie bestehen aus einem gleichmäßig starken, stumpf endenden Achsenstrang und einer plasmatischen Hülle, die jedoch nicht bis unmittelbar an das Ende der Geißel reicht, sondern eine kleine Strecke vor demselben aufhört. Der Achsenfaden wird in seiner letzten Strecke frei. Dieser kurze Abschnitt verquillt ziemlich leicht. An der Basis des Achsenfadens befindet sich eine kleine, punktförmige Anschwellung, die durch ein feines Fädchen mit einem Basalkorn verbunden ist (Fig. 21). Beide Geißeln liegen nur eine ganz kurze Strecke im Protoplasma-körper. Sie werden, das gilt namentlich für das größere Flagellum, schon bei leichteren Insulten von den Tieren abgeworfen. Sie führen dann noch einige zuckende Bewegungen aus und verquellen sehr bald unter terminaler Bläschenbildung an beiden Enden. Man kann sich hierbei häufig von der Anwesenheit des Achsenfadens überzeugen, der nicht im Centrum der plasmatischen Hülle liegt, sondern dessen Rand einnimmt (cf. AWERINZEW Fig. 4 von *Chilomonas paramaccium*). An seiner Basis findet man gewöhnlich auch noch das mit abgeworfene Basalkorn. Der Bau der Geißeln gleicht denen von *Trichomastix lacertae* nach PROWAZEK und denen von *Chilomonas paramaccium* nach der Schilderung von AWERINZEW. Der Achsenfaden dürfte als stützendes Gebilde anzusehen sein, während das umgebende Protoplasma das aktiv tätige Element darstellt, dessen contractive Bewegungen von dem vollkommen elastischen Achsenfaden in bestimmtem Sinne geordnet werden (cf. AWERINZEW, GURWITSCH, HARTMANN, PLENGE, KOLTZOW, PROWAZEK, PÜTTER, SCHUBERG).

Beim Schwimmen hält der Flagellat die Geißeln in der Schwimmrichtung nach hinten gestreckt. Der geißeltragende, im allgemeinen bei den Flagellaten als Vorderende bezeichnete Körperteil wird zum Hinterende. Der Körper des Tieres dreht sich unter der schlängelnden Tätigkeit der Flagellen um seine Längsachse. Zuweilen unterbleibt diese Rotation. Bei Bewegungsänderungen funktionieren die großen Flagellen als Steuer. Bei Tieren, die durch irgend ein Hindernis in der Fortbewegung gehindert sind, führt die große Geißel in ihrer ganzen Länge, peitschenartige Schlagbewegungen aus, während aus dem kleinen Flagellum sehr rasche Schlängelungen vor sich gehen. Die Erscheinung, daß die Flagellen bei der Fortbewegung nach hinten gehalten werden, findet sich auch noch bei Choanoflagellaten z. B. *Codonosiga* (cf. LANG). Mitunter stellt der Flagellat die Geißelbewegungen ein; das große Flagellum krümmt sich in charakteristischer Weise, indem es sich um das lappenförmige Gebilde hernümmelt und sich in das Cytostom einlenkt, um in dessen Tiefe umzubiegen und mit dem Ende aus dem Cytostom hinauszureichen (cf. BLOCHMANN Fig. 15).

Der Kern.

Der Kern (Fig. 1—16) liegt in der Mitte des Tieres oder an verschiedenen Stellen im Hinderende. Er ist ein typischer Centronucleus und stellt ein bläschenförmiges, rundliches, leicht ovales Gebilde dar, das gegen die Umgebung durch eine deutlich doppelt konturierte, stärker lichtbrechende Membran abgeschlossen ist, die von dem feinen alveolar gebauten Liniengerüst des Kernes gebildet wird und infolge ihrer Chromatinnarmut sich in gefärbten Präparaten kaum mit Kernfarbstoffen tingiert. Dem Liniengerüst sind kleine rundliche Chromatinpartikel eingestreut, deren Menge sich im wesentlichen nach der Größe des Kernes richtet. Im Zentrum des Kernes, häufig auch in verschiedenem Maße exzentrisch verlagert, mehrfach der Kernmembran angelehnt (cf. SCHAUDINN), befindet sich das rundliche Caryosom. Dasselbe imponiert am lebenden, leicht gepreßten Tier als stärker lichtbrechender Fleck. In gefärbten Präparaten vermag man eine periphere, sich mit Kernfarbstoffen intensiv imprägnierende Hülle, im Innern einen kleinen dunkel gefärbten Innenkörper (Centriol) festzustellen.

Zuweilen kann man beobachten, daß der Nucleus seine normale Gestalt aufgibt und gleichsam einen Ausläufer ins Plasma entsendet. Man gewinnt den Eindruck, daß Kernteile abgestoßen

werden sollen. Über die Bedingungen, unter denen diese Verhältnisse auftreten, vermag ich nichts anzugeben, da ich beim Studium lediglich auf fertige Präparate angewiesen war und an dem lebenden mir zur Verfügung stehenden Material nichts dergleichen beobachtet werden konnte.

Teilung des Kernes.

Der Teilung des Kernes Fig. 4—12 gehen Veränderungen am Caryosom voraus. Dasselbe funktioniert als Teilungsorgan. Der Innenkörper (Centriol) des Caryosoms spaltet sich, seine Teilstücke rücken, indem sich zwischen ihnen ein feiner Faden auszieht, auseinander, während gleichzeitig das Caryosom eine ovale Gestalt annimmt. Es streckt sich mehr und mehr in die Länge und geht in eine Hantelform über. In den polaren Auftreibungen derselben liegt je ein Teilprodukt der gespaltenen Innenkörper, deren Verbindungsstrang inzwischen durchgerissen ist. Die Tochtercaryosome streben nunmehr danach, Kugelgestalt anzunehmen. Die sie verbindende Brücke verschmälert sich und wird zu einem dünnen Faden, der schließlich verschwindet.

Während dessen sind auch Veränderungen am Kern vor sich gegangen. Derselbe hat sich entsprechend der Richtung der auseinanderrückenden Teilprodukte des Caryosoms in die Länge gestreckt und vergrößert. Umwandlungen an den Chromatinteilchen kann ich nicht nachweisen. Es tritt eine Trennung des Kernes in zwei annähernd gleich große Teile ein, von denen sich jeder nun ein Tochtercaryosom anordnet. Die Kernmembran bleibt während dieser Vorgänge erhalten, sie hebt sich etwas vom Kern ab. Zur Zeit, da der Verbindungsstrang der Caryosome schwindet, verwischen ihre Konturen an der Durchschnürungsstelle des Kernes, um später daselbst zu regenerieren.

Regelmäßig ist die Erscheinung, daß sich die Tochterkerne in entgegengesetzten Richtungen um ihre Achse drehen. Dieser Vorgang ist häufig schon während des Teilungsvorganges zu beobachten.

Der eben geschilderte Teilungsmodus bildet anscheinend die Regel. Mehrfach kann man jedoch auch eine Verdoppelung des Caryosoms beobachten, ohne daß eine Teilung des Kernes damit Hand in Hand geht. Sie schließt sich aber im Laufe der Zeit an, der Kern vergrößert sich und schnürt sich in der geschilderten Weise durch.

Ein wesentlicher Punkt bei der Teilung des Kernes ist die Übermittlung des Caryosoms auf die Tochterkerne. Das Caryosom

ist ein kontinuierliches Gebilde. Es verhält sich im Nucleus wie ein Kern. Wie dieser ist es mit einem Innenkörper (Centriol) ausgerüstet. In seinem Verhalten zeigt es eine Abhängigkeit von der chromatischen Kernzone. Sein Wachstum erfolgt korrespondierend derselben. Seine Durchschnürung kann mit der Kernteilung zeitlich zusammenfallen — es wirkt als Teilungsorgan, als Centralspindel¹⁾ —, sie kann derselben auch vorausgehen oder, wie ich in einem Falle beobachtete, derselben nachfolgen. [Der Kern war bereits geteilt; an der Verbindungsstelle der aneinanderweichenden Teile lag das eben in Durchschnürung begriffene Caryosom.]

Der Teilungsmodus ähnelt dem von *Euglena viridis* nach den Angaben KEUTEN'S. Allerdings kommt es da zur Längsspaltung der parallel sich zur Spindel anordnenden Chromatinstränge. PROWAZEK konnte sich von deren Längsspaltung nicht überzeugen.

Ähnliche Prinzipien der Teilung findet man bei Amöben (*Amoeba polypodia*, *crystalligera*, *limax*), Heliozoen (Teilung des Kernes bei der Knospung von *Acanthocystis*), Coccidien (z. B. *Coccidium schubergi*) sowie bei den Trypanosomen und Halteridien.

Der Kernteilung schließt sich die Körperteilung an (Fig. 8—10). Die Teilungsachse steht im Gegensatz zu der der anderen Flagellaten quer oder fast quer zur Längsachse des Tieres.

Nachdem die Tochterkerne auseinandergerückt sind und die für sie typische Drehung um ihre Achse zu vollführen beginnen, zeigt sich an der dem Höcker gegenüberliegenden Seite eine Einbuchtung. Indem dieselbe tiefer einschneidet, beginnt sich auch an der gegenüberliegenden Stelle, ein wenig mehr nach dem Vorderende zu, eine Einsenkung der Körperwand auszubilden. Es entsteht schließlich eine ringförmige, immer tiefer einschneidende Furche, die das Tier in zwei annähernd gleich oder etwas verschieden große Stücke trennt. Man erhält ein ähnliches Bild, wie es BLOCHMANN in Fig. 17 gegeben hat. Über das Verhalten der Geißeln bei der Teilung habe ich leider bisher nicht ins klare kommen können. Ich habe wiederholt ungeteilte Oxyrrhen mit 4 Flagellen, 2 kurzen

¹⁾ Der Ausdruck „Centralspindel“ ist von der Metazoeinteilung übernommen. Er diente ursprünglich zur Bezeichnung der bei der Teilung der Centrosomen auftretenden, durch Fasern ausgezeichneten Figur, die bei der Kernteilung eine Rolle spielt. Er wurde dann auf die Protozoenkernteilung übertragen, indem man das Hauptgewicht weniger auf eine Faserung, sondern in erster Linie auf ein bei der Teilung wichtiges Strukturelement legte, das ununterbrochen durch die ganze Länge der mitotischen Figur zieht und senkrecht zur Spaltungsebene des Kernes steht (vgl. GUROWITSCH).

und 2 langen gefunden. Die langen Geißeln entsprangen, ebenso wie die kurzen, dicht nebeneinander. Es scheint mir, daß zuerst eine Verdoppelung der Flagellen erfolgt und sich die Kern- und Zellteilung anschließt. Die neben den alten neugebildeten Geißeln würden dann nach hinten rücken und dem Teilprodukt überantwortet werden. Man findet Zellteilungsstadien, bei denen jeder der beiden zusammenhängenden Tochterindividuen je 2 Geißeln besitzt (cf. BLOCHMANN Fig. 17).

Nahrungsaufnahme von *Oxyrrhis*.

RHUMBLER hat darauf hingewiesen, daß Amöben (*Amoeba verrucosa*) imstande sind, Algenfäden, die die Länge der Amöbe übertreffen, als Nahrung aufzunehmen. Die Amöbe knäult den Faden in sich an, um ihn dann zu verarbeiten. Dieselbe Erscheinung fand ich auch bei *Oxyrrhis* in Präparaten SCHAUDINN's. Fig. 16—19 zeigt diese Bilder. Beim lebenden Tier habe ich den Vorgang leider nicht verfolgen können, so daß ich über die Art und Weise, in der die Aufrollung bewerkstelligt wird, nichts aussagen kann. Der Algenfaden färbt sich in den Präparaten nicht mit Hämatoxylin, dagegen nimmt er innerhalb des Flagellaten zu Beginn der Verdauung den Farbstoff intensiv auf (Einwirkung der Verdauungssäfte). Der angeknäulte Faden kommt in eine Vakuole zu liegen, in der er verarbeitet wird. Bei fortschreitender Verdauung wird er in einzelne kleine Stücke zerlegt und blaßt mehr und mehr ab, um sich endlich gar nicht mehr zu färben. Die je nach dem Inhalte sehr verschieden großen Vacuolen können an allen Stellen des Flagellaten liegen. BLOCHMANN beobachtete das Ansstoßen von Excretballen aus dem erwähnten Fortsatz.

Das Nahrungsbedürfnis der *Oxyrrhis* ist zuzeiten ganz außerordentlich groß. Ich habe in SCHAUDINN'schen Präparaten Tiere gefunden, die mit zum Teil unverdauten Algenfäden voll gepropft waren und im Begriff standen, einen neuen Faden einzubeziehen.

Oxyrrhis nimmt infolge der bei ihm sich findenden Querteilung eine Sonderstellung gegenüber den anderen Flagellaten ein. Querteilung wurde nur noch bei *Codosiga* festgestellt.

Über die Reduktionskörper bei *Actinophrys sol.* EHRBG.

SCHAUDINN hat in einer kurzen, in den Sitzungsberichten der königl. preuß. Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Arbeit:

„Über die Copulationen von *Actinophrys sol.* EHRLG.“ berichtet. Seinen Angaben möchte ich hinzufügen, daß auch bei diesem Heliozoon zwei Reduktionsteilungen erfolgen (Fig. 22—32).

Der Kern von *Actinophrys sol.* stellt, wie SCHAUDINN angibt, ein rundliches Bläschen dar, das gegen die Umgebung durch eine deutliche, doppelt konturierte Kernmembran abgegrenzt ist. Sein Inneres wird durch ein feines Linalveolarwerk eingenommen, dem kleine Chromatinpartikelchen eingestreut sind. Peripher befindet sich, an die doppelt konturierte Membran anstoßend, eine einschichtige Lage annähernd gleich großer, runderlicher bis polymorpher voneinander gesonderter Chromatinbrocken (Fig. 22) („Binnenkörper“). Über Chromidien kann ich auf Grund der mir zur Verfügung stehenden Präparate nichts aussagen. Ebenso kann ich nicht entscheiden, ob eine Heterokopulation oder Autogamie hier vorkommt. Viele Bilder sprechen für eine Autogamie.

Vor der Copulation schreiten die Kerne der beiden in einer gemeinsamen Hülle liegenden Individuen zur ersten Reduktionsteilung, die in beiden Tieren gleichzeitig oder zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgt. Die peripheren Chromatinpartikel vereinigen sich und verteilen ihre färbare Substanz auf dem Kerngerüst, während der Umfang des Nucleus zunimmt (Fig. 23, 26—30). Schließlich entsteht ein Knäuelstadium, aus dem sich mit der Zeit kleinere und größere gesonderte Chromatinstränge abheben (Fig. 26, 28, 29, 30), deren Zahl ich nicht feststellen kann. Inwieweit sie als Chromosome anzusehen sind, lasse ich dahingestellt. Sie vereinigen sich schließlich zu einer körnigen Masse (Fig. 26—28), in der man bestimmt gesonderte Elemente (Chromosomen) nicht mehr nachweisen kann (Fig. 28). Zu dieser Zeit streckt sich der Kern mehr in die Länge. Man erhält ein Bild, wie es in Fig. 28 wiedergegeben ist. Es dürfte sich um die Vorbereitung zur ersten Reduktionsteilung handeln. Das nächste von mir beobachtete Stadium ist in Fig. 27 u. 30 wiedergegeben. In dem einen Individuum ist die erste Reduktionsteilung vor sich gegangen. Man sieht den ersten Reduktionskern, dessen Chromatin zu einem intensiv sich färbenden Kügelchen vereinigt ist. Dasselbe ist umschlossen von einem hellen, durch eine deutliche Membran abgegrenzten Hof. Auch das Chromatin des Kernes ist — allerdings viel lockerer — central angeordnet. Er wächst durch Flüssigkeitsaufnahme, während der Reduktionskern schrumpft. Das Chromatin verteilt sich allmählich auf dem Linalveolargerüst. Es folgt das Stadium der Fig. 29 u. 31. Man findet an Stelle des Kernes je eine Reduktionsspindel in verschiedener Aus-

bildung. Neben denselben liegt der erste abgeblaßte Reduktionskörper (Fig. 29 n. 30). Betreffs der Ausbildung der Reduktionsspindeln verweise ich auf SCHAUDINN.

Niemals konnte ich in einer Zelle beide Reduktionskörper finden. Das rasche Abblässen derselben dürfte hierfür verantwortlich sein. Das in Fig. 32 und in Fig. 4 von SCHAUDINN gezeichnete Stadium stellt die Kerne nach der zweiten Reduktionsteilung vor. Die Plasmakörper sind in der Verschmelzung begriffen. Es schließt sich die Kernvereinigung an, über die SCHAUDINN berichtet; ich habe seinen Angaben nichts hinzuzufügen.

Über die Herkunft des Centralkorns bei *Acanthocystis*.

SCHAUDINN hat bei *Acanthocystis* die nucleäre Herkunft des Centralkorns der Heliozoen klargelegt. Bei Durchmusterung von Knospungsstadien der *Acanthocystis aculeata* findet man Formen, bei denen im Kern nur das Caryosom liegt (Fig. 33, 34). Man kann die Teilung desselben verfolgen. Es nimmt ovale Gestalt an und schnürt einen kleineren Kern ab, der sich noch einige Zeit neben dem Caryosom hält, um dann, wie SCHAUDINN nachwies, durch Wegwandern des Kernes ins Plasma zu rücken und zum Centralkorn zu werden (Fig. 34—36). Dasselbe ist caryosomiales Ursprunges. Nach seiner Bildung liegen zwei gesonderte Kerne in der Zelle, von denen jeder seinen Binnenkörper besitzt und sich teilen kann. (Fig. 37 stellt das Centralkorn mit dem

Bemerkung über die Zweikernigkeit der Protozoen.

SIEDLECKI wendet sich in seiner Arbeit: „Über die Bedeutung des Caryosoms“ gegen die Zweikernigkeit der Protozoen. Sein Hauptargument gegen dieselbe erblickt er in der Tatsache der innigen Wechselbeziehungen zwischen Kern und Caryosom bei vegetativen Lebensprozessen. Er kommt zum Schluß, daß das caryosomähnliche Gebilde einen Vorrat oder eine Ergänzung des ganzen Kernapparates darstellt und wir infolgedessen in der Protozoenzelle immer nur einen einzigen und einheitlichen Kernapparat vor uns haben.

SIEDLECKI sieht nur die eine Seite der Bedeutung des Caryosoms: seine Aufgabe, als regulatorisches Centrum des Kernes zu dienen. Eben diese Aufgabe des Caryosoms, auf die v. PROWAZEK in seiner Mitteilung über „Die Sexualität bei den Protozoen“, LÉGER und MOROFF bei ihren Studien an *Aggregata eberthi* und FRENZEL, PROWAZEK bei *Plasmodiophora*, ENTOSIPHON, VAHLKAMPF bei *Amoeba*

limax, *Calcutuba* (SCHAUDINN), *Actinosphaerium* (HERTWIG), *Ophryocystis* (LÉGER), *Adelea zonula* (MOROFF), KEYSSELITZ bei den *Myxobolen* hingewiesen haben, spricht aber nicht gegen den Kerndualismus. Es beweist, daß im Kern ein mit bestimmten Aufgaben ansgestattetes Centrum sich findet. Auf die Bedeutung des Caryosoms, als Teilungsorgan des Kernes in seiner Gesamtheit oder in seinen Teilen zu funktionieren, mit den Bewegungen in Beziehung stehende und den Plasmaleib stützende Organellen zu liefern (vgl. später), geht SIEDLECKI nicht ein. Er stellt auch für das Caryosom bei *Caryothropha mesnili* die Kontinuirlichkeit fest.

Die Zweikernigkeit der Protozoenzellen, die sich auch bei Trypanosomen und Halteridien findet, geht auf den Kerndualismus zurück. Derselbe findet seinen primitiven Ausdruck in der Ineinanderschachtelung zweier Kerne (Kern und Caryosom). Der Kern birgt in seinem Innern einen anderen Kern, der wie er mit einem Innkörper ansgestattet ist. Bei den genannten Formen ist das Teilprodukt des einen Kernes, des Caryosoms, aus dem Kern herausgerückt und stellt einen selbständigen Kern dar. Derselbe ist ein besonders spezialisiertes, mit bestimmten Aufgaben ansgestattetes Gebilde hinfalliger Natur. Er steht in dieser Beziehung im Gegensatz zu dem anderen Kern, der omnipotent ist und jederzeit den lokomotorischen Kern, das Centrakorn oder den Blepharoplasten aus seinem Caryosom hervorgehen lassen kann.

Mit dieser Differenzierung hat die Zweikernigkeit der Infusorien nichts zu tun. Es liegen keine vergleichbaren Zustände vor. Der Macronucleus stammt nicht vom Caryosom ab. Das besondere Merkmal bei den Infusorien ist die Sonderung in einen Geschlechtskern und einen somatischen Kern. Die Differenzierung hat vor allen Dingen eine geschlechtliche Bedeutung. Die Sonderung in zwei differente Kerne bei Heliozoen, Trypanosomen und Halteridien dagegen besteht in der Bildung eines vom Caryosom abstammenden Teiles, der die mit der Lokomotion in Beziehung stehenden und Stützfaser des Zelleibes liefernden Centren zu bilden. Die Tatsache, daß die Blepharoplasten bei der Copulation eine Rolle spielen, berührt die obige Darstellungsweise deshalb nicht, weil das Resultat der Befruchtung schließlich ein mit einem Amphinucleus (Syncaryon) ansgestattetes Plasmaklumpchen ist. Dieses als Ookinet bezeichnete Stadium ist der Ausgangspunkt für meine Darlegungen. Ein gemeinsamer Grundzug würde darin liegen, daß stets nur der eine Kern, der Micronucleus bei Infusorien, der große Kern bei Trypanosomen und Halteridien omnipotent ist.

Der Kerndualismus bei den Infusorien ist in der Sonderung der beiden Kerne in chromatische Kernzone und Caryosom (Binnenkörper) zu suchen.

Bemerkungen zur Genese der Axopodien.

Die Axopodien der Heliozoen sind verschiedenfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Bei einigen Heliozoen hat man sie bis an den Kern heran verfolgen können (*Actinophrys sol.*, *Camptonema nutans*). Bei anderen beobachtete man, daß sie sich in einem im Centrum des Tieres gelegenen Korn vereinigen (*Acanthocystis*, *Raphidiophrys*, *Actinolophus*, *Heterophrys*, *Sphaerastrum*).

Sie stellen stark lichtbrechende, sich peripher verjüngende Fäden dar, die sich mit Chromatinfarbstoffen intensiv tingieren (GRENACHER'S Hämatoxylin, Thionin, Eisenhämatoxylin).

Bei *Camptonema nutans* stellte SCHAUDINN fest, daß je ein Achsenfaden nach je einem Kern hinzieht und auf denselben mit einer kappenförmigen Verbreitung endet. Die Kappe tingiert sich mit Hämatoxylin in demselben Tone wie das Axopodium. Die Verbindung mit dem Kern hat Ähnlichkeit mit den von PLENGE gefundenen Strukturen an der Geißelbasis der Schwärmsporen der Myzetozen.

Bei *Actinophrys* konnte SCHAUDINN die Achsenfäden bis zur Oberfläche des Kernes verfolgen, wo sie der Membran mit einer kleinen fußplattartigen Verbreiterung aufsitzen.¹⁾ Man kann sie mit der HEIDENHAIN'schen Hämatoxylinfärbung schön distinkt schwarz färben. Zuweilen beginnen die Achsenfäden erst in einiger Entfernung des Kernes.

Eine Eigentümlichkeit von *Actinophrys sol* besteht in dem peripheren Belag des Kernes mit Chromatinstücken. Diese Configuration ist am schönsten ausgebildet, wenn die zahlreichen Axopodien zu erkennen sind. Wenn dieselben auf längere Zeit verschwinden, so gehen auch Veränderungen an den Chromatinbrocken vorstatten. Sie konfluieren, oder das Chromatin verteilt sich im Kerngerüst. Vor der Kern- und der anschließenden Körperteilung gelangen die Achsenfäden zur Auflösung, um später von neuem angelegt zu werden.

¹⁾ MÖNUS: Bruchstücke einer Rhizopodenfauna der Kieler Bucht. Abh. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin 1899 schreibt: „Die Achsenfäden der Pseudopodien von *Actinophrys sol* reichen bis zu einem runden Körper im Innern des Nucleolus (Taf. II Fig. 18). — Bei der marinen Form des Sonnentierchens scheint dies deutlicher hervorzutreten als bei der Süßwasserform, wo es nur GRIEPE gesehen hat, andere Untersucher nicht.“

An Schnittpräparaten von *Acanthoecystis turfacea* und *aculeata* (Fig. 36, 37) findet man im Centrum der Zelle das Centralkorn als rundliches Gebilde, dessen Peripherie sich intensiv mit Chromatinfarbstoffen tingiert. Im Innern gewahrt man einen kleinen runden Binnenkörper, der sich als dunkel gefärbter Fleck abhebt. Das Centralkorn ist umgeben von einem hellen Hof, in dem man bei schwachen Vergrößerungen keine weiteren Strukturen sieht. Auf den hellen Hof folgt eine kreisförmige Zone radiär gestellter dunkel gefärbter Stäbe, die Fußplatten der radiär ausstrahlenden Achsenfäden. Bei starken Vergrößerungen vermag man noch feinste Verbindungen der Fußplatten mit dem Centralkorn nachzuweisen.

Welche Genese haben die Achsenfäden?

Auf die Beziehungen zwischen Pseudopodien mit Achsenfäden und Geißeln ist vielfach schon hingewiesen worden.

PROWAZEK hat kürzlich auf die caryosomiale Herkunft der Geißeln bei *Bodo lacertae*, *Trichomastix lacertae*, *Mastigamoeba sp.*, *Cercomonas longicauda*, AWERINZEW bei *Chilomonas paramaecium* aufmerksam gemacht. SCHAUDINN und PROWAZEK, dann ROBERTSON verfolgten die Genese der Flagellen bei Halteridien und Trypanosomen und stellen deren caryosomiale Herkunft fest. Der Blepharoplast, ein Teilprodukt des Caryosoms, teilt sich heteropol und aus dem neuen kleineren Kern geht das Flagellum bei der Teilung durch Verdickung der Centralspindel hervor. Die Geißel beginnt dementsprechend nicht direkt vom Blepharoplasten, sondern eine kleine Strecke von demselben entfernt, sie bleibt durch ein feines Fädchen mit demselben verbunden. Ihr Anfangsteil zeigt eine kolbige Auftreibung, der Rest des Kernes, aus dem sie entstanden ist.

Auch die Achsenfäden der Heliozoen dürften Kernderivate darstellen und nicht plasmatischen Ursprungs sein, wenigstens lassen sich die morphologischen Befunde in diesem Sinne deuten.

Bei *Camptonema nutans* liegt lediglich eine Verbindung der Axopodien mit dem Kern vor. Inwieweit die basale Verdichtung des Fadens caryosomalen Ursprungs ist, läßt sich nicht sagen.

Bei *Actinophrys* fällt, wie schon erwähnt, der Belag mit annähernd gleich großen Binnenkörpern unter der Membran auf. Beim Studium der Präparate findet man, daß die Axopodien mit ihren Fußplatten in der Regel in unmittelbarer Nähe der Chromatinteile liegen. Man kann dieselben als Bildungszentren der Axopodien ansehen. Ihre Veränderung bei Rückbildung derselben, deren Verschwinden bei der Kernteilung würde dafür sprechen. Inwieweit

diese peripheren Chromatinelemente von einem Caryosom abstammen, läßt sich nicht nachweisen. Es läßt sich nur feststellen, daß sie dem Kern als besondere Gebilde eingelagert sind. Bei Degenerationsprozessen bekunden sie eine gewisse Unabhängigkeit von ihm. Man kann nämlich bei encystierten, vor der Reduktion stehenden Individuen bemerken, daß sie sich nicht auf dem Kerngerüst verteilen, sondern sich mit der Zeit zu besonderen ründlichen Chromatinbrocken zusammensetzen, während der Kern, wie das vor der Reduktion die Regel ist, an Volumen zunimmt (Fig. 23—25).

Das Centrikorn ist, vor allem auch wegen seines kernendogenen Ursprungs, mit dem Blepharoplasten zu vergleichen. Die Achsenfäden dürften in derselben Weise wie die Flagellen der Trypanosomen entstanden sein. Die Fußplatte entspricht den durch heteropole Teilung abgespaltenen, die Geißel liefernden Kerne. Nur ist bei den Heliozoen entsprechend der großen Zahl der Achsenfäden eine multiple Teilung des Centrikorns anzunehmen. Ähnlich liegen vermutlich auch die Verhältnisse bei *Dimorpha*. Bei *Trypanoplasma* und *Herpetomonas* wäre entsprechend der Zweifzahl der Geißeln eine doppelt heteropole Teilung des Blepharoplasten anzunehmen.

Welche Bedeutung kommt dem Caryosom zu?

Diese Frage hängt mit dem Kerndualismus zusammen, der als eine bei den Protozoen durchgängige Erscheinung angesehen werden dürfte und in der Ineinanderschachtelung zweier Kerne seinen primitiven morphologischen Ausdruck findet. Der Kern scheidet sich in eine chromatische Kernzone und das Caryosom, das selbst wieder als zweiter Kern seinen eigenen Innenkörper (Centriol) besitzt.

Seine Aufgabe liegt vor allem in der Bildung des Teilungsorgans der Zelle und in der Bildung der mit der Bewegung in Beziehung stehenden und stützenden Funktionen ausführenden Organellen. „Im Sinne der Morphose ist demnach die Substanz des Innenkörpers Träger des formengebenden Prinzips“ (PROWAZEK).

Das Caryosom kann in seiner Gesamtheit als Teilungsorgan funktionieren oder von ihm abgespaltene Teile übernehmen diese Aufgabe.

Ersteres findet sich bei Amöben (*Amoeba polyppodia*, *crystalligera*, *limax*, *Entamoeba buccalis*, *Mastigamoeba* sp.), bei Knospungsvorgängen der Heliozoen (Acanthocystiden), den Engleninen, Monasarten, Bodonaceen, Coccidien mit Ausnahmen, Trypanosomen, Halteridien und *Entosiphon* (Umwandlung des Caryosoms in eine durch faserige Strukturen ausgezeichnete Spindel) verwirklicht. Letzteres ist der Fall bei Heliozoen. Das vom Caryosom

abstammende Centrankorn bildet bei der gewöhnlichen zweiten Teilung den Teilungsapparat, bei *Trypanosoma rotatorium* übernimmt der Blepharoplast diese Funktion (FRANCA und ATHIAS), bei *Plasmodiophora* — die Centriolen entstammen dem Caryosom — bei Myxobolen — das vom Caryosom abgespaltene Secundärcaryosom läßt die Centriolen hervorgehen. Vielleicht gehört auch das Entosom von *Polytoma* hierher.

Es wäre festzustellen, inwieweit das Nucleocentrosom bei *Adelea zonula* caryosomialer Herkunft ist und welche Bedeutung das grain caryosomien der Gregarinen besitzt. (Stammt es vom Caryosom ab und liefert es die Centrosomen?) Vielleicht entstammt das Centrosoma bei *Aggregata eberthi* (vgl. LÉGER und DUBOSCQ) sowie bei *Aggregata frenzeli* (vgl. MOROFF) dem Caryosom. Jedenfalls aber ist es kernendogenen Ursprungs.

Die Herkunft der mit der Lokomotion in Beziehung stehenden Organellen vom Caryosom.

A. Die Geißel hängt direkt mit dem Kern zusammen.

PROWAZEK konnte bei *Mastigamoeba sp.* und bei *Cercomonas longicauda* eine Verbindung der bis an die Kernmembran herangehenden Geißel mit dem Innenkörper nachweisen. Diese Verbindung wäre als Rest einer Centralspindel zu betrachten. PLENGE fand bei den Schwärmzellen der Mycetozoen, HAMBURGER bei *Dunaliella salina* Verbindungen zwischen Flagellen und Kern, ebenso GOLDSCHMIDT bei *Mastigella vitrea* und *Mastigina setosa*.

B. Die Geißel entspringt von einem oder mehreren aus dem Caryosom herstammenden Centren, die vom Hauptkern unabhängig sind, sich selbständig teilen können, aber hinfallige, sich nicht im Lebensprozeß der Protozoen dauernd erhaltene Gebilde darstellen. Sie können von dem Hauptkern neu gebildet werden.

Auf die caryosomiale Herkunft der geißelbildenden Blepharoplasten bei Halteridien und Trypanosomen ist schon aufmerksam gemacht worden. Die Verbindungsfäden wären als Reste der Centralspindel zu betrachten. Auf die engen Beziehungen zwischen Caryosom und Blepharoplast bei *Herpetomonas*, *Trypanoplasma* und *Calonympha grassi* weisen PROWAZEK, KEYSSELITZ und FOÀ hin. Die Abstammung des Geißelsäckchens von *Bodo sp.* (PROWAZEK) ist nicht bekannt.

Die Genese der Basalkörner bei *Bodo lacertae* aus dem Caryosom deutet der vom Caryosom ausgehende, nach der Geißelbasis ziehende

Stab an. Das gleiche Strukturelement findet sich bei *Chilomonas paramaecium* (das von AWERINZEW als Kern angesehene Gebilde ist das Caryosom) sowie bei *Trichomonas lacertae* und läßt auf dieselbe Genese der geißelbildenden Centren schließen. Bei *Entosiphon sulcatum* (PROWAZEK), *Polytoma uvella* (DANGEARD), *Chlamydomonas pulvisculus* (MAIER), Monasarten (PROWAZEK), der marinen *Bicosoeca* (PROWAZEK), *Cloropeltis ovum* (PLENGE), *Trachelomonas*-Arten (PLENGE) zieht eine Fibrille vom Kern nach dem Basalapparat, ebenso bei *Devescovina striata*. Bei *Joenia annectens* verläuft nach der Basis der Flagellen vom Kern aus eine starke Fibrille. Bei anderen Flagellaten fehlen Verbindungen zwischen Kern bzw. Caryosom und den basalen Strukturen der Geißeln. Der im Prinzip immer gleiche Charakter der die Geißel bildenden Centren — man hat Basalorganoide bei genaueren Untersuchungen stets finden können (vgl. auch GURWITSCH) — läßt auf eine gleiche Genese schließen. Es ist wahrscheinlich, daß auch sie kernendogenen Ursprungs sind.

Auf die Herkunft von Stützfasern (Myoneme) der Zelle vom Kern, insbesondere vom Caryosom weisen SCHAUDINN bei Halteridien und PROWAZEK bei *Herpetomonas* und *Trypanosoma*, KEYSSELITZ bei *Trypanoplasma* hin. Betreffs ihrer Bildung muß auf die Originalarbeiten verwiesen werden.

PROWAZEK deckte die nahen Beziehungen des Achsenstabes zum Kern bei *Trichomastix lacertae* auf. Der Achsenstab funktioniert bei der Teilung als Teilungsorgan. Die beiden Achsenstäbe von *Octomitus intestinalis* PR., die gleichen Bildungen bei *Megastoma* zeigen dieselben färberischen Eigenschaften wie die Innenkörper der Kerne. Der starke, vom Innenkörper nach den Basalorganen hinziehende, als Stütze des Zelleibes dienende Stab bei *Bodo lacertae* läßt sich vielleicht mit den genannten Achsenstäben vergleichen. Er würde dann einen näheren Rückschluß auf deren Genese zulassen. Auch die vom Kern ausgehende fibrilläre Struktur von *Devescovina striata* läßt sich vielleicht mit den Achsenstäben in Parallele bringen.

An dieser Stelle sind auch die fibrillären Strukturen von *Calonympha grassi* (FOÄ) zu erwähnen. Sie hängen mit dem Kern zusammen. Inwieweit sie caryosomialer Natur sind, muß dahingestellt bleiben.

Interessante fibrilläre Strukturen finden sich bei *Joenia annectens* (FOÄ). Vom Kern aus geht nach dem Hinterende des Tieres ein breiter, sich verjüngender Apparat des „mestolo“, während sich nach vorn eine starke Fibrille „regolo“ erstreckt. FOÄ erbrachte den Nachweis, daß der „mestolo“ bei der Teilung des Kernes zum Teil

aus der Spindel, deren Herkunft unbekannt ist, hervorgeht. Es ergeben sich Beziehungen zu dem Achsenstab von *Trichomastix*.

Es ist also bei einer Anzahl von Protisten der kernendogene Ursprung von Basalorganellen, Flagellen und fibrillären Stützfasern nachgewiesen worden. Bei einigen Tieren deuten die morphologischen Verhältnisse auf einen derartigen Ursprung hin. Bei anderen, namentlich den Infusorien, fehlen zurzeit noch die Grundlagen zur einwandfreien Beurteilung ihrer Genese. Es handelt sich überall um Elemente, die sich nicht dauernd erhalten. Sie sind keine kontinuierlichen Gebilde. Dagegen kommt dem Organoid, von dem sie in einigen Fällen einwandfrei ableitbar sind, dem Caryosom, Kontinuitätlichkeit zu. Es ist als dauernder Zellorganoid überall da, wo man ihm Aufmerksamkeit zuwendete, erkannt worden: Rhizopoden, Coccidien, Gregarien, Mastigophoren, Myxosporidien.

Auf die Entstehung der Achsenfäden von Spermatozoen aus dem Centriol, das als zweiter Kern angesehen werden dürfte, ist vielfach hingewiesen worden. Neuerdings hat man auch festgestellt, daß ihre Bildung in ganz ähnlicher Weise wie die der Trypanosomengeißeln erfolgt (Centrosomose bei *Pyrrhocoris* (GROSS), *Helix* (PROWAZEK).

GURWITSCH fand bei seinen Untersuchungen am Tubarepithel von Kaninchen und dem Rachenepithel der Buffolarven, daß die Bildung der Basalkörper vor der der Cilien erfolgt. Die Cilien gehen aus ihnen hervor.

Die Annahme, daß die Basalkörper, die Flagellen mit Einschluß der Cilien, Stützfasern der verschiedenen Art cytoplasmatischer Herkunft sind, ist, soweit ich die Literatur kenne, noch in keinem Fall durch einwandfreie Befunde gestützt worden. Ihren kernendogenen Ursprung dagegen hat man mehrfach verfolgen können.

Literaturverzeichnis.

- BLOCHMANN: Bemerkungen über einige Flagellaten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1884.
 DANGEARD: Étude comparative de la zoospore et du spermatozoïde. Le Botaniste 1901.
 FOÀ: Due Nuovi Flagellati parassiti. 1905.
 —: Ricerche sulla riproduzione dei Flagellati. I. Processo di Divisione delle Joenia. 1904.
 FRANCA und ATHLAS: Recherches sur les Trypanosomes des Amphibiens. Arch. Inst. Bact. Camera Pestana Tome I 1907.
 GOLDSCHMIDT: Lebensgeschichte der Mastigamöben. Arch. f. Protistenk. Suppl. I 1907.

- GROSS: Die Spermatogenese von *Pyrrhocoris apterus* L. Zool. Jahrb. 1906.
- GURWITSCH: Morphologie und Biologie der Zelle. Jena 1904.
- HAMBURGER: Zur Kenntnis der *Dunaliella salina* und einer Amöbe aus dem Salinenwasser von Cagliari. Arch. f. Protistenk. 1905.
- KOLTZOFF: Studien über die Gestalt der Zelle. I. Arch. f. mikr. Anat. Vol. LXVII 1906.
- LÉGER et DUBOSCQ: L'évolution nucléaire du schizonte de l'*Aggregata eberthi*. Grenoble 1907.
- MAIER: Über den feineren Bau des Wimperapparates der Infusorien. Arch. f. Protistenk. 1903.
- MOHOFF: Bemerkungen über den Kern der *Aggregata FRENZEL*. Zool. Anz. Vol. 31 1906.
- PLENGER: Über die Verbindungen zwischen Geißel und Kern. Inaug.-Diss. Heidelberg 1899.
- V. PROWAZEK: Sexualität der Protozoen. Arch. f. Protistenk. 1907.
- : Studien über Säugetiertrypanosomen. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. XXII 1905.
- : Untersuchungen über einige parasitische Flagellaten. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt 1904.
- : Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk. 1903.
- SIEDLECKI: Über die Bedeutung des Caryosoms. Extrait du Bulletin de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1905.
- SCHAUDINN: Über das Centrikorn der Heliozoen. Verb. d. deutsch. Zool. Ges. 1896.
- : Über die Copulation von *Actinophrys sol*, ENKBO. Sitz.-Ber. d. kgl. preuß. Acad. d. Wiss. Berlin 1896.

Tafelerklärung.

Tafel XIX.

Fig. 1—21. *Oxyrrhis marina*.

- Fig. 1—3. Kern und Caryosom bei *Oxyrrhis*.
- Fig. 4. Teilung des Caryosoms bei *Oxyrrhis*.
- Fig. 5—9. Kernteilung.
- Fig. 10. Kerne nach der Teilung, Beginn der Querspaltung des Flagellaten.
- Fig. 11—13. Verdoppelung des Caryosoms.
- Fig. 14—15. Veränderungen an der ebromatischen Kernzone (Abstoßung von Kernsubstanz).
- Fig. 16. Nahrungsaufnahme.
- Fig. 17—19. *Oxyrrhis* mit Nahrungspartikeln im Körper.
- Fig. 20. *Oxyrrhis* von der Seite (nach dem Leben).
- Fig. 21. *Oxyrrhis* kombiniert nach dem konservierten und gefärbten Präparat und nach dem Leben.

Tafel XX.

Fig. 22—32. *Actinophrys sol*, ENKBO.

- Fig. 22. *Actinophrys sol*, ENKBO.
- Fig. 23. Zwei encystierte Individuen. Die peripheren Chromatinbrocken vereinigen sich.

Fig. 24—25. Degenerationsstadien der Kerne. Zusammenballung der peripheren Chromatinbrocken.

Fig. 26. Kerne vor der ersten Reduktionsteilung.

Fig. 27. Links Kern vor der ersten Reduktionsteilung, rechts Kern nach der Reduktionsteilung.

Fig. 28. Links Kern vor der Reduktionsteilung, rechts Kern in Umwandlung zur ersten Reduktionsspindel.

Fig. 29. Links Kern vor der ersten Reduktionsteilung, rechts zweite Reduktionsspindel, daneben ein Reduktionskörper.

Fig. 30. Links Kern kurz nach der ersten (zweiten?) Reduktionsteilung, rechts Kern vor der ersten Reduktionsteilung.

Fig. 31. Links zwei Reduktionsspindeln, daneben ein Reduktionskörper, rechts Kern nach der ersten oder zweiten Teilung.

Fig. 32. Kerne nach der zweiten Reduktionsteilung, daneben der zweite Reduktionskörper. Verschmelzung der Individuen.

Tafel XXI.

Fig. 33. Knospenstadium von *Acanthocystis aculeata*.

Fig. 34. Knospenstadium von *Acanthocystis aculeata* (Caryosom in Teilung).

Fig. 35. Knospenstadium von *Acanthocystis aculeata* nach Bildung des vom Caryosom abstammenden, neben ihm liegenden Centalkorns.

Fig. 36. *Acanthocystis aculeata*.

Fig. 37. Centalkorn von *Acanthocystis aculeata*.

Fig. 38. Ookinet von *Halteridium* (nach SCHAUDINN).

Fig. 39. Entwicklung des Trypanosomeustadiums aus dem Ookineteu (nach SCHAUDINN).

Fig. 40. Knospenstadium von *Acanthocystis*.

Fig. 41. Differenzierung des Centalkorns der Achsenfäden von *Acanthocystis*.

Fig. 42. *Trypanosoma brucei* (nach PROWAZEK).

Fig. 43. *Herpetomonas* (nach PROWAZEK).

Fig. 44. *Bodo lacertae* (nach PROWAZEK).

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Eine kultivierbare Peridinee.

Von
Ernst Küster (Halle a. S.).

(Hierzu 4 Textfiguren.)

Peridineen lassen sich wohl in Meereswasser bzw. Süßwasser auch im Laboratorinn eine Zeitlang lebendig und zur Untersuchung geeignet erhalten; im allgemeinen sind sie aber empfindlicher als die meisten anderen Gruppen von Mikroorganismen, und den Methoden der künstlichen Züchtung sind sie bisher nicht zugänglich gewesen. In den nachfolgenden Zeilen erlaube ich mir über eine marine Peridinee zu berichten, die sich in künstlichen Nährlösungen beliebig lange am Leben erhalten und anscheinend unbegrenzt zur Vermehrung bringen läßt.

Während eines kurzen Sommeraufenthaltes an der Biologischen Station auf Helgoland, der mich mit zahlreichen interessanten marinen Mikroorganismen bekannt machte, fand ich auf Fucaceen (*Fucus serratus*, *F. vesiculosus*) ein *Gymnodinium*, das ich nunmehr schon länger als ein Jahr beobachte und kultiviere. Der gütigen Vermittlung des Herrn Prof. KUCKUCK verdanke ich zahlreiche Fucus-Sendungen ans Helgoland, die mir zeigten, daß zu allen Jahreszeiten in annähernd gleichbleibender Reichlichkeit das mich interessierende *Gymnodinium* auf den Fucusthalli vorkommt. Am einfachsten gewinnt man die Organismen in der Weise, daß man Fucusmaterial im feuchten Raum z. B. unter einer Glasglocke einige Tage oder mehrere Wochen sich selbst überläßt. Übergießt man alsdann

eine Probe des in Zersetzung begriffenen Fucusmaterials mit Meerwasser, so bevölkert sich dieses binnen 24 oder 48 Stunden mit einer Fülle von Mikroorganismen, unter welchen gewöhnlich ein *Gymnodinium* und eine Ciliate¹⁾ die am reichlichsten vertretenen sind. Zum Ansetzen dieser Rohkulturen, die ich selbst noch aus 6 Monate altem Fucusmaterial gewinnen konnte, das so lange in meinem Arbeitszimmer gestanden hatte und zu einer papierdünnen, schwarzen, nahezu geruchlosen Masse zusammengesunken war, genügt künstlich angefertigtes Meerwasser vollanf z. B. von folgender Zusammensetzung:

ClNa	27	%
Cl ₂ Mg	3	"
MgSO ₄	2	"
CaSO ₄	1	"
KCl	0,5	"

Das in der Kulturflüssigkeit reichlich schwärmende *Gymnodinium* läßt sich leicht von den anderen Mikroorganismen trennen — wenigstens von den es begleitenden Algen, Ciliaten und Flagellaten — und in den Kulturen auf seinen Entwicklungsgang beobachten. Die besten Resultate lieferte ein mit künstlichem Meerwasser hergestellter bierbranner Fucusdekot, der sich auch zu festen Nährböden verarbeiten läßt. Da das mir vorliegende *Gymnodinium* meines Wissens die erste Peridinee ist, die sich durch sehr viele Zellgenerationen unter den Augen des Beobachters in künstlichen Nährmedien vermehrt, ist es vielleicht nicht überflüssig, über die an ihr beobachteten Erscheinungen mit einigen Worten zu berichten.

Form, Größe und Farbe.

Die mir vorliegende *Gymnodinienspezies* erinnert in ihren Umrißlinien ein wenig an die von STEIN beschriebene Süßwasserform, *G. vorticella*, unterscheidet sich aber von ihr vor allem durch die Lage ihrer Geißelfurchen. Fig. 1 veranschaulicht die Form der von mir isolierten Art, die vielleicht neu ist und die im folgenden provisorisch als *P. fucorum* bezeichnet werden mag. Die Zellen sind durchaus asymmetrisch, die Quersfurche mäßig steil in Spiralwindung ansteigend; die Vorderhälfte der Zelle erscheint etwas voluminöser als die hintere, die vordere Hälfte etwas zugespitzt, zuweilen auch halb-

¹⁾ *Cryptochilum nigricans* nach gütiger Bestimmung durch Fr. Cl. HANNINGEN-Heidelberg.

kugelförmig gerundet. Die in der Längsrichtung der Zelle eingestellte hintere Geißel ist $1\frac{1}{2}$ —2 mal so lang wie der ganze Zellenleib, und ist auch ohne Anwendung von Fixierungs- und Färbungsmitteln leicht erkennbar, wenn man ruhende oder langsam kreisende Individuen untersucht; die seitliche Geißel habe ich fast nur an absterbenden Individuen, an welchen sie schlängelnde Bewegungen ausführte, beobachten können, das deutlich wahrnehmbare Ende war stets kürzer als der kleinste Zellendurchmesser. — Die Zellen sind stets etwas länger als breit. Sehr wechselnd sind ihre Maße, am häufigsten sind die Zellen 60—65 μ breit und 65—75 μ lang; die kleinsten Individuen, die ich beobachtete und gemessen habe, waren 28 μ lang, die größten 85 μ lang.

Gymnodinium fucorum enthält keine Chromatophoren und ist farblos, oder ganz schwach gelblich getönt.

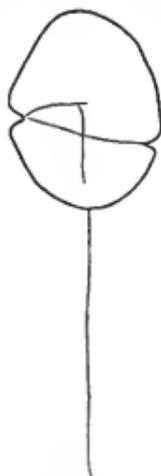


Fig. 1.

Bewegung.

Die Gymnodinien bewegen sich gradlinig — ein wenig taumelnd — vorwärts bis sie vor einem sichtbaren (einer Luftblase oder anderem) oder unsichtbaren Hindernis mit einer „Schreckbewegung“ zurückfahren, ihre Richtung ändern und wieder eine Strecke weit vorwärts tanmeln. Anders geartete Bewegung tritt ein, wenn irgend welche Stoffe taktisch auf die Gymnodinien wirken sowie besonders bei der „Schwarmingbildung“ (s. u.).

Lebensweise.

Es ist für Gymnodinien tierische Ernährungsweise, d. h. Aufnahme fester Körperchen angegeben worden. Ich habe niemals beobachten können, daß *G. fucorum* Bakterien, Diatomeen, die in vielen Kulturen sehr zahlreichen winzigen Flagellaten, Karminkörnchen oder andere Fremdkörper in sich aufgenommen hätte, und nehme daher an, daß es nach Pflanzenart auf rein osmotischem Wege die erforderlichen Substanzen in gelöster Form zu sich nimmt. Wie sogleich zu erwähnen sein wird, leben und wachsen die Gymnodinien

auch im behüteten Zustand, der eo ipso tierische Ernährungsweise ausschließt, wochen- und monatelang. Überdies wird später davon zu sprechen sein, daß die Gymnodinien sich auch auf einem von Bakterien und anderen Fremdkörpern völlig freien Nährboden zu Wachstum und Vermehrung bringen lassen.

Encystierung und Teilung.

Bei den Gymnodinien geht der Teilung der Zelle ihre Encystierung voran. Bei *G. fucorum* tritt bei guter Ernährung etwa alle 24 Stunden einmal Encystierung und Teilung ein. Die schwärmenden Individuen kommen allmählich zur Ruhe, indem sie ihre geradlinigen Streifzüge in dem ihnen zur Verfügung stehenden Raum aufgeben und in eine zitternde tänzelnde Bewegung übergehen, die sie wenig oder garnicht von der Stelle bringt. Schließlich bleiben sie irgendwo völlig bewegungslos liegen; aus dieser Ruhe können sie zunächst durch mechanische Reize — z. B. von schwärmenden, an sie anstoßenden Individuen — wieder aufgeschreckt werden; sie bewegen sich alsdann eine Zeitlang und kommen bald von neuem zur Ruhe. Die Gymnodinien encystieren sich dann, indem sie eine dünne Haut ausscheiden; Gallertbildung findet in keinerlei Weise statt. Deutliche Zellulosereaktion habe ich an dieser Membran nach Zusatz von Chlorzinkjod niemals beobachten können. Durch plasmolysierende Mittel kann der Plasmaleib stets von der Cystenhaut abgetrennt werden. Die Größe der Teilungscysten ist sehr wechselnd, entsprechend der ungleichen Größe der schwärmenden Individuen; ihre Form ist im Gegensatz zu der der letzteren mehr kugelig als länglich. Als die häufigsten Maße stellte ich Durchmesser von ca. 56—100 μ fest.

Nach einigen Stunden erfolgt die Teilung; Stadien unfertiger Teilung, bei welchen erst eine den Plasmaleib mehr oder minder tief spaltende Einkerbung sichtbar ist, sind leicht aufzufinden. Nach der Teilung liegen zwei annähernd halbkugelförmige Plasmagebilde in der Cystenhaut. Nun setzt das Wachstum der Cystenhälften ein, die beiden Hälften runden sich mehr und mehr ab und bilden dabei noch eine weitere sehr dünne Haut um ihre Protoplasten aus. Die alte äußere Cystenmembran folgt dem Wachstum ihres Inhalts — ob durch Dehnung oder durch eigenes Flächenwachstum, kann ich nicht entscheiden. Die beiden Tochterindividuen nähern sich mehr und mehr der Kugelform, ihre Kontaktfläche verkleinert sich; die äußere Cystenmembran ist in diesen letzten Entwicklungsphasen, die

dem Ausschlüpfen der neuen Schwärmer vorangeht, nicht mehr mit Sicherheit nachweisbar.

Bevor die Tochterindividuen ihre Cystenhaut verlassen, sieht man sie schon innerhalb der letzteren sich bewegen; der Protoplast ist ringsherum von der Cystenhülle losgelöst und führt in ihr langsam rotierende Bewegungen aus. Die schwärmende Zelle wird frei, indem die Cystenhülle sich öffnet — möglicherweise handelt es sich um eine lokale Lösung der Membransubstanz. Gallertbildung habe ich auch an den sich öffnenden Cysten nicht beobachten können.

Erhöhung des Turgordrucks, den man durch Übertragen des Cystenmaterials in hypotonische Lösungen (Nährlösungen mit 2 proz. oder 1 proz. Chlornatriumgehalt) erreichen kann, beschleunigt das Ausschlüpfen der neuen Zellen.

Die geschilderten Cysten haben in gut ernährten Kulturen nur ganz kurzen Bestand, da ihr Inhalt bald nach ihrer Bildung wieder ausschlüpft. In alten Kulturen sah ich nach einer großen Zahl von Teilungen das Schicksal der encystierten Individuen sich anders gestalten. Die Cysten teilten sich nicht, sondern wuchsen langsam heran; ihre Membran wurde dabei ein wenig dicker, der Durchmesser stieg auf fast das Doppelte des normalen oben angegebenen. Die Ursache für die Bildung dieser Riesencysten, die sich wochen- und monatelang in langsamem ständigem Wachstum halten, liegt vermutlich in der Abnahme der erforderlichen Nährstoffe. In neue Nährlösung übertragen, rührt sich in den Riesencysten sogleich neues Leben und binnen 24 Stunden entwickeln sich aus ihnen neue Schwärmer, allerdings keine Riesenschwärmer, die der Größe der Cysten entsprächen, vielmehr zerfällt der Inhalt der letzteren in vier oder acht Portionen; ob nun alle Tochterzellen selbständige Membranen ausgebildet werden, habe ich nicht mit Sicherheit ermitteln können. Nachträglich sei bemerkt, daß auch die oben geschilderten Teilungscysten in seltenen Ausnahmefällen mehr als zwei Tochterzellen (4) liefern können.

Abnormale Teilungen und Cystenformen.

Solche sind schon für verschiedene Peridineen beschrieben worden und sind auch bei *G. fucorum* nicht selten; es handelt sich bei ihnen um Teilungen, die nicht völlig durchgeführt werden und auf halbem Wege stehen bleiben. Die Tochterindividuen sind in ihrer Bewegungsfreiheit trotz der Verkettung zu Pärchen den normalen durchaus gleich. Fig. 2 zeigt einige abnormale Formen; solche,

welche der ersten Skizze (a) gleichen, täuschen leicht Copulationsvorgänge vor; viele andere Abnormitäten, die ich zumeist nur in ruhendem Zustand auffinden und in diesem zeichnen konnte (b—g), sind mannigfaltig gelappt; sämtliche in Fig. 2 dargestellten Individuen entstammen einer Anssaat von Cysten in 1proz. CNa-Lösung.

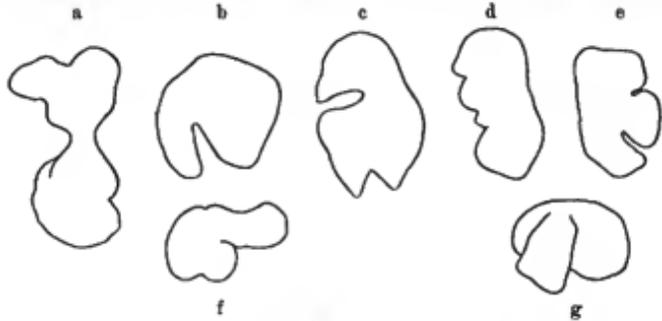


Fig. 2.

In hypotonischen Nährlösungen (bis 2proz. CNa,) sowie ferner in Lösungen, welche neben geringen Mengen CNa bis 25proz. Rohrzucker enthielten, beobachtete ich außerdem Cysten, die durch einen der Sprossung vergleichbaren Vorgang sich vergrößerten: einige waren an einer Seite zitronenförmig zugespitzt, andere — anscheinend weiter vorgeschrittene Individuen — sprossenden Hefezellen vergleichbar (Fig. 3); die Cystenhaut scheint in solchen Fällen an einer



Fig. 3.

eng begrenzten Stelle besonders wachstumsfähig oder dehnbar zu sein und dem zunehmenden Inhalt der Cyste durch Wachstumstätigkeit oder rein passive Dehnung zu folgen. In zuckerreichen Nährlösungen von geringem osmotischem Druck sah ich sehr oft neben solchen unregelmäßigen Cysten eine große Menge von schwärmenden Zwergindividuen; die Kulturen starben einige Tage nach dem Auftreten der letzteren ab.

Unregelmäßig gestaltete Cysten entstehen ferner bei Kultur der Peridineen auf festen Nährböden (s. u.).

Isolierung, Verhalten auf festen Nährböden.

Die Trennung der Gymnodinien von den andern Organismen, welche in den Rohkulturen sich tummeln, gelingt leicht und auf ver-

schiedenem Wege. Solange nicht die Bacterien ausgeschlossen werden sollen, kann man einzelne Individuen mit der Pipette herausfangen — allerdings widerstehen viele den damit verbundenen mechanischen Insulten nicht gut —, oder man isoliert Cysten, Teilungscysten oder die beschriebenen Riesencysten alter Kulturen. In vielen Fällen habe ich in meinen Fucsextraktkulturen die anfangs reichlichen Ciliaten „von selbst“ zugrunde gehen sehen, so daß nach einigen Wochen und nach wiederholtem Zusatz frischer Nährlösung Kulturen vorlagen, die in jedem Tropfen Dntzende oder Hunderte von Gymnodinien enthielten, ohne daß die Bacterien in störendem Maße sich entwickelt hätten.

Isolierte Individuen teilen sich in Objektträgerkulturen regelmäßig — zunächst in ca. 24 Stunden immer einmal. 24 Stunden nach der Isolierung kann man auf zwei Individuen in jeder Kultur rechnen, nach der doppelten Frist fast stets auf vier; nach drei Tagen beginnen kleine Unregelmäßigkeiten sich bemerkbar zu machen; die Zellen teilen sich nicht alle so pünktlich, und die Zahl der tatsächlich vorhandenen Individuen bleibt hinter der erwarteten mehr oder weniger zurück.

Vorzüglich gelingt die Isolierung und Beobachtung der Gymnodinien durch Zuhilfenahme fester Nährböden. ZUMSTEIN¹⁾ kultivierte Englenen auf flüssigen und festen Nährmedien und konstatierte, daß in Flüssigkeiten die Zellteilung sich stets im beweglichen Zustand vollzieht, auf genügend festen Substraten dagegen in Ruhe; die Zellen umgeben sich mit einer dünnen Schleimhülle und liefern nach wiederholten Teilungen palmellenartige Zellgruppen. Einigermaßen vergleichbar ist das Verhalten der Peridineen auf gallertigen Nährböden, die Daner ihrer Schwärmerphase wird abgekürzt. Die Zellen leben fast nur noch im Cystenzustand. Ich kultivierte die Gymnodinien mit gutem Erfolg auf Fucsextrakt, das mit 2% Agar oder 10% Gelatine zu einem festen Nährboden verarbeitet worden war. Der Nährboden wird in Petrischalen gegossen und nach dem Erstarren einige kleine Tropfen aus einer gymnodinienreichen, möglichst bacterienarmen Nährlösung aufgetragen. Die Flüssigkeit wird von der Gallerte allmählich aufgenommen, und die Gymnodinien geraten auf die feste Oberfläche des Nährbodens. Hier lassen sie sich fixiert in ihrer Lage und getrennt voneinander noch besser beobachten als in Einzellkulturen mit flüssigem Nährsubstrat.

¹⁾ Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs (Jahrb. f. wiss. Bot. 1900, Bd. XXXIV, p. 149).

Auf Agar wie auf Gelatine lassen sich im wesentlichen dieselben Wachstumserscheinungen verfolgen; auf Agar ist das Wachstum vielleicht noch etwas besser als auf Gelatine, andererseits bleiben — vermutlich wegen der höheren Acidität — auf der Gelatine die Bakterien sehr im Wachstum zurück und bleiben sehr oft ganz aus, so daß es unschwer gelingt, mit Hilfe der Gelatinekultur Peridineen in organischem, völlig bakterienfreiem Medium sich entwickeln zu lassen.

Die Gymnodinien encystieren sich und teilen sich auf Gallerten im wesentlichen ebenso wie in flüssigen Substraten, die aus den Cysten ausschlüpfenden Tochterindividuen kriechen unter bescheidenen amöboiden Formveränderungen eine ganz kurze Strecke weit und schicken sich zu neuer Cystenbildung an. Die Formen, welche die Gymnodinien bei ihrer amöboiden Wanderung annehmen, weichen von ihren normalen beträchtlich ab; es entstehen längliche wurstförmige, keilförmig zugespitzte, stumpf- oder rechtwinklig gebogene Zellen, die in eben diesen Formen bei der Cystenbildung verharren. Bei der unregelmäßigen Gestalt vieler Cysten versteht sich von selbst, daß ihre Querteilungen Tochterindividuen von ganz ungleicher Form und Größe zustande kommen lassen (vgl. Fig. 4). Die Teilungsgeschwindigkeit ist ungefähr dieselbe wie bei Kultur in flüssigen Medien — nach 24 Stunden liegen die Gymnodinien zu zweien auf der Gallerte, nach zweimal 24 Stunden zu je vier (Fig. 4)



Fig. 4.

nach dreimal 24 Stunden im allgemeinen zu acht in einer Gruppe. Allerdings erfolgt schon bei diesem dritten Teilungsschritt sowie bei den folgenden die Teilung aller Individuen einer Gruppe nicht mehr so präzise, so daß statt acht Individuen oft nur sieben oder sechs vorliegen.

Das Gedeihen der Gymnodinien auf dem stärker sauren Gelatine Nährboden war deswegen für mich von großem Interesse, weil es, wie gesagt, nicht schwer hält, bakterienfreie Peridineenhäufchen zu erzielen. Die Teilungsgeschwindigkeit ist dieselbe oder nahezu

dieselbe wie auf Agar. Es geht aus den an Gelatinekulturen gewonnenen Beobachtungen hervor, daß auch in Abwesenheit aller Fremdkörperchen, die etwa als Nahrung dienen könnten, die Gymnodinien trefflich gedeihen. Falls überhaupt tierische Ernährung durch Aufnahme fester Körperchen den Gymnodinien möglich sein sollte — beobachten konnte ich sie, wie gesagt, niemals —, so ist sie zum mindesten entbehrlich und durch osmotische Nahrungsaufnahme ersetzbar; höchstwahrscheinlich ernährt sich das von mir untersuchte *Gymnodinium* ausschließlich durch osmotische Stoffaufnahme aus der umgebenden Nährlösung. —

Leider lassen sich die Gymnodinien auf den genannten festen Nährböden nicht zu derselben unbegrenzten Vermehrung bringen wie in flüssigen Medien. Schon beim dritten Teilungsschritt bleiben viele Exemplare der auf je eine Zelle zurückführbaren Häufchen in der Entwicklung zurück, und Häufchen von mehr als 30 Exemplaren habe ich nur ganz selten beobachten können; die Individuen behalten zwar ihr normales Aussehen, verlangsamen aber ihr Wachstum und stellen bald Wachstum und Teilung völlig ein. Vermutlich sind es ihre Stoffwechselprodukte, die durch den festen Nährboden in der Nähe der Peridineen fixiert werden, und welche das Wachstum der Zellen hemmen. — Setzt man zu den auf festen Nährboden kultivierten Gymnodinien Meerwasser oder Nährlösung, so beginnen sie sogleich zu schwärmen und vermehren sich normal.

Mit Hilfe der Agar- und Gelatinemethode habe ich den Einfluß verschiedener Stoffe auf die Entwicklung der Gymnodinien geprüft. Ich nenne hier wenigstens die Versuche mit einer Nährlösung, die ich durch Anskochen des Fucusmaterials in süßem Leitungswasser herstellte; auch auf den mit solchem ClNa-armen Medien hergestellten Agar wachsen die Gymnodinien wie auf Meerwasseragar.

Aërotaxis.

Sauerstoff übt zweifellos starke Anziehung auf die Gymnodinien aus; ich stellte einige Deckglaskulturen in der Weise an, daß ein Tropfen gymnodinienreicher Kulturflüssigkeit mit einem Deckglas bedeckt wurde, unter das ich ein Stückchen Fucus-Agar geklemmt hatte.¹⁾ Die Gymnodinien hielten sich tagelang, blieben vorzüglich

¹⁾ In den Deckglaspräparaten fand ich gelegentlich seltsam deformierte Individuen, die unzweifelhaft derselben Spezies wie die typischen Exemplare angehörten; von diesen unterschieden sie sich dadurch, daß sie nicht kugelförmig oder ellipsoidisch waren, sondern ganz flach und glatt, wie es von vielen Ciliaten

in Bewegung und encystierten sich nach angemessener Zeit. Dabei sah man die Organismen die Nähe des luftspendenden Deckglasrandes bevorzugen, ohne daß an diesem das dichte Gewimmel entstanden wäre, wie es von manchen anderen Lebewesen her bekannt ist. Die Gymnodinien gehen oft zu ansehnlicher Entfernung vom Deckglasrand zurück. In der Nähe der letzteren finden sich auch die meisten Cysten, doch sind viele von ihnen auch noch an weiter zurückliegenden luftärmeren Teilen des Präparates zu finden. Auch der geringe Luftvorrat, der in der Mitte des Präparates sich findet, genügt den Gymnodinien für ihre Entwicklung. Exemplare, die durch untergelegten, breitgequetschten Fucus-Agar in der Mitte des Präparates gehalten worden waren, blieben beweglich.

Einfluß hoher Konzentrationen.

In sehr hohen Konzentrationen (Zusatz von ClNa - oder KNO_3 -Kristallen zum Beobachtungstropfen) sterben die Gymnodinien allmählich ab und verlieren dabei sogleich ihre charakteristische Form. Gallertbildung, wie es für andere Peridineen in der Literatur angegeben wird, findet beim Absterben der Zellen nicht statt. Bei lokaler Zuführung von hoch konzentrierten Lösungen halten sich die Gymnodinien zunächst unter Schreckbewegungen von diesen fern.

Schwarmbildung.

Ein eigentümlicher Vorgang, den ich besonders in reich bevölkerten Kulturen des *Gymnodinium* sehr oft beobachten konnte, wird wohl als Äußerung des chemotaktischen Reaktionsvermögens der Organismen aufzufassen sein. Es handelt sich darum, daß einzelne Individuen, die in zitternder, taumelnder Bewegung begriffen kaum von der Stelle kommen, plötzlich eine starke Anziehung auf die in ihrer Nähe befindlichen Exemplare ausüben. Ein zweites eilt zu ihm, sie tanzen gemeinsam weiter und berühren sich dabei offenbar, weitere Exemplare drängen sich herbei, so daß zehn, zwanzig, Hunderte von Gymnodinien zu einem dichten Knäuel vereinigt ihre Zitterbewegungen fortsetzen. Bevor es aber zu so großen Ansammlungen kommt, kann der Schwarm wieder auseinandergehen

her bekannt ist. Die Geißelfurchen waren an diesen, übrigens gut beweglichen Formen besonders gut zu sehen. Ob die Deformation durch den Druck des Deckglases (auf Cysten?) oder durch andere Faktoren hervorgerufen worden sein mag, vermag ich nicht zu entscheiden.

oder sich vorübergehend lockern, um sich sogleich wieder zusammenzufinden. Obwohl alle Exemplare eines Schwarmes in lebhafter Bewegung sich befinden, kommt doch das Ganze kaum von der Stelle und kann lange Zeit hindurch im Gesichtsfeld des Mikroskops der Beobachtung zugänglich bleiben. Nachdem das Getümmel einige Zeit — unter Umständen mehrere Minuten — gedauert hat, zerstreut sich der Schwarm nach allen Richtungen hin.

Es liegt wohl nichts näher, als den geschilderten Vorgang in Verbindung mit der in neuester Zeit wiederholt diskutierten Sexualität der Peridineen zu bringen. Es wäre ja möglich, daß bei der Schwarmbildung eine Copulation erfolge. Ich möchte sogleich bemerken, daß ich nach aufmerksamer Prüfung aller in Betracht kommenden Erscheinungen keinen sexuellen Vorgang in der Schwarmbildung der Gymnodinien sehen kann. Bei anderen Organismen scheinen ähnliche „Schwarmbildungen“ vorzukommen.

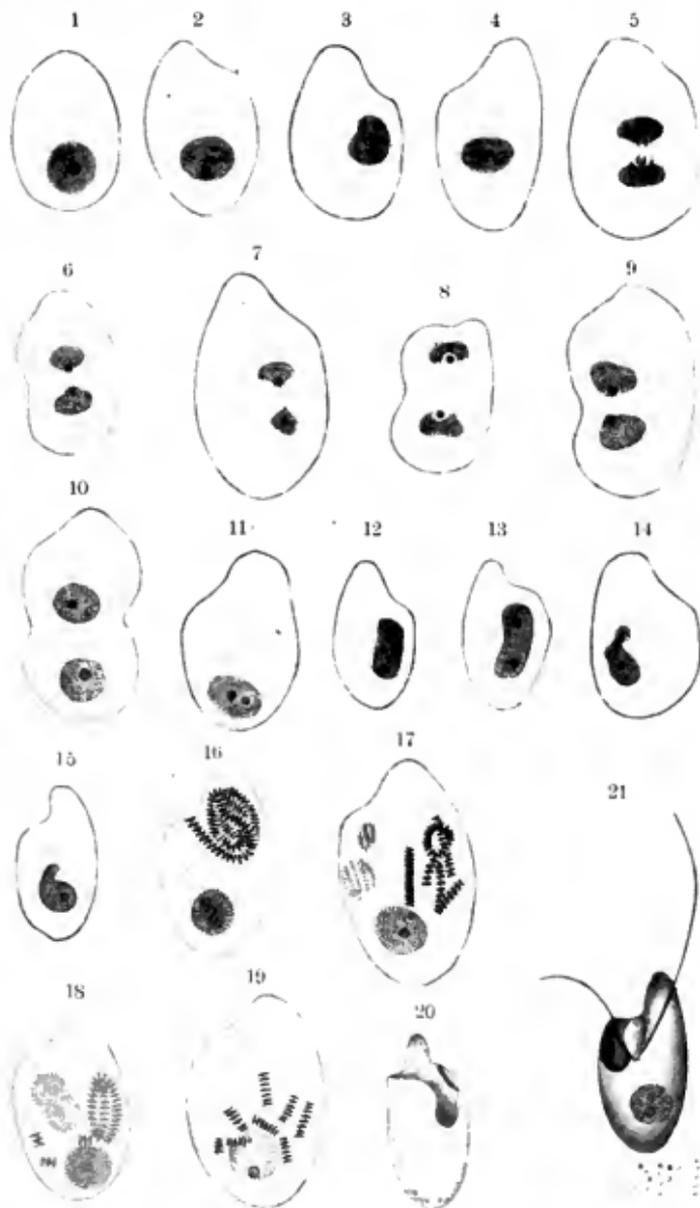
MEYER beschreibt eine Monade, die in einer Kultur von Sumpfwasser und Kartoffeln sich so reichlich entwickelt hatte, daß die Tiere sich in dichten Klumpen drängten. „Dabei kam es häufig vor, daß einige Exemplare aneinander hängen blieben und in Gemeinschaft ihre Bewegung fortsetzten; dies geschah bei 2, 3 und bis 6 Individuen sehr häufig. Öfters ging aber die Vereinigung noch weiter, indem zu den kleinen Grüppchen noch weitere Exemplare, oft ähnliche Grüppchen binzutraten, worauf der ganze Komplex sich zusammen fortbewegte, oft mit unregelmäßiger Rotation. Sobald auf diese Weise sich etwa 20 Exemplare vereinigt hatten, wurde die Rotationsbewegung regelmäßig, und die Tiere, die vorher ohne bestimmte Ordnung zusammengehangen hatten, ordneten sich jetzt zu vollkommener Kugelform an, indem die vielleicht etwas verlängerten Schwanzspitzen sich zusammenfügten. Oft lösten sich die Formen schon vor diesem Stadium wieder los, einzeln oder in Grüppchen; häufig wurde aber auch die genannte Vereinigung noch weiter getrieben, so daß schließlich eine vollkommene kugelförmige Kolonie entstand, die bis 50 Exemplare enthielt und in ihrer ruhigen gleichmäßigen Rotation einen prächtigen Anblick bot. Nach einiger Zeit lösten sich viele dieser Kolonien wieder auf, während andere sich erhielten, solange ich sie beobachtete.“ MEYER¹⁾ nennt den Organismus *Monas sociabilis*. Trotz aller Unterschiede sind vielleicht die Schwärme des letzteren den unseren *Gymnodinium* vergleichbar.

Ob die Schwarmbildung im Leben der Gymnodinien irgend eine

¹⁾ Untersuchungen über einige Flagellaten. Dissertation. Basel 1897. p. 57.

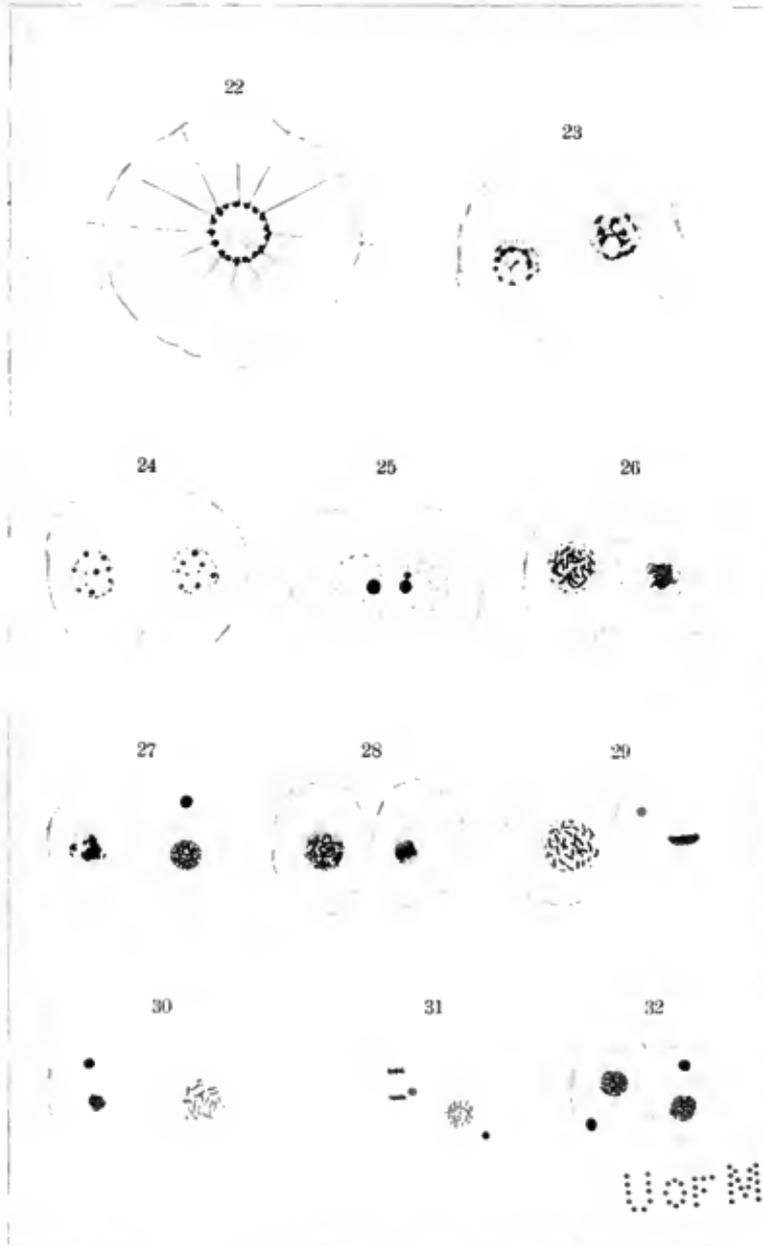
Rolle spielt, habe ich nicht mit Sicherheit erkennen können. Vielleicht bestehen Beziehungen zwischen der geschilderten Erscheinung und den Vorbereitungen zur Encystierung. Die Cysten der Gymnodinien liegen fast stets in Gruppen beieinander; diese füllen die auf Kulturflüssigkeiten sich bildenden Häute und Hautschüppchen wie mit einem dichten Belag; aber auch dann, wenn alle Substanzen, welche etwa chemotaktisch wirken und die Gymnodinien alle an einem Platz vereinigen könnten, fehlen wie in Objektträgerkulturen, treten die Cysten fast immer scharenweise auf. Es wäre möglich, daß vor der Cystenbildung dieselben chemotaktischen Wirkungen der Organismen aneinander im Spiele wären wie bei der Schwarmbildung.

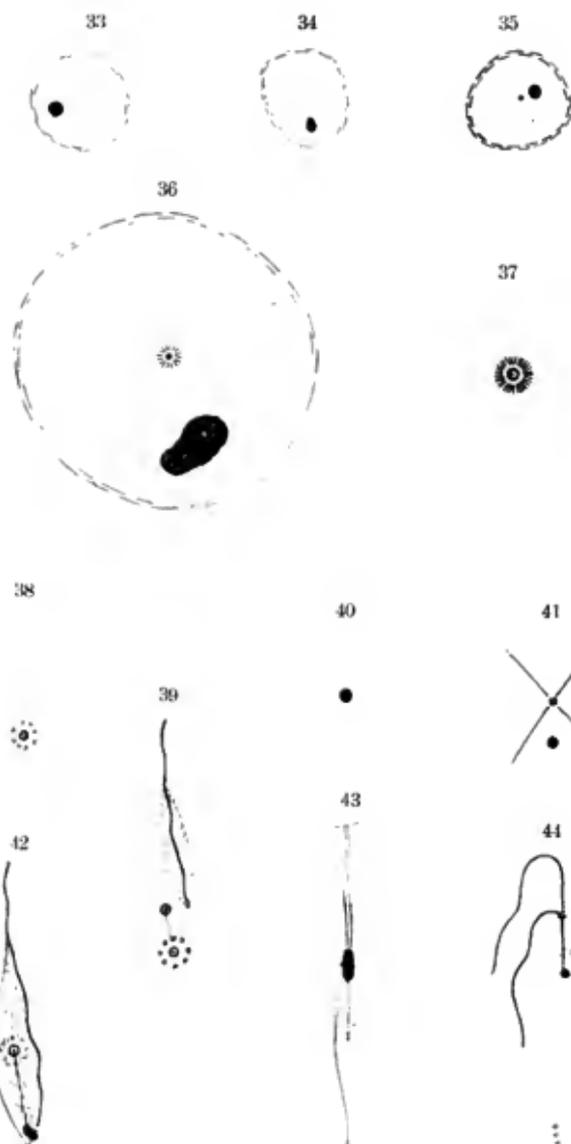
Halle a. S., Botanisches Institut der Universität,
Dezember 1907.

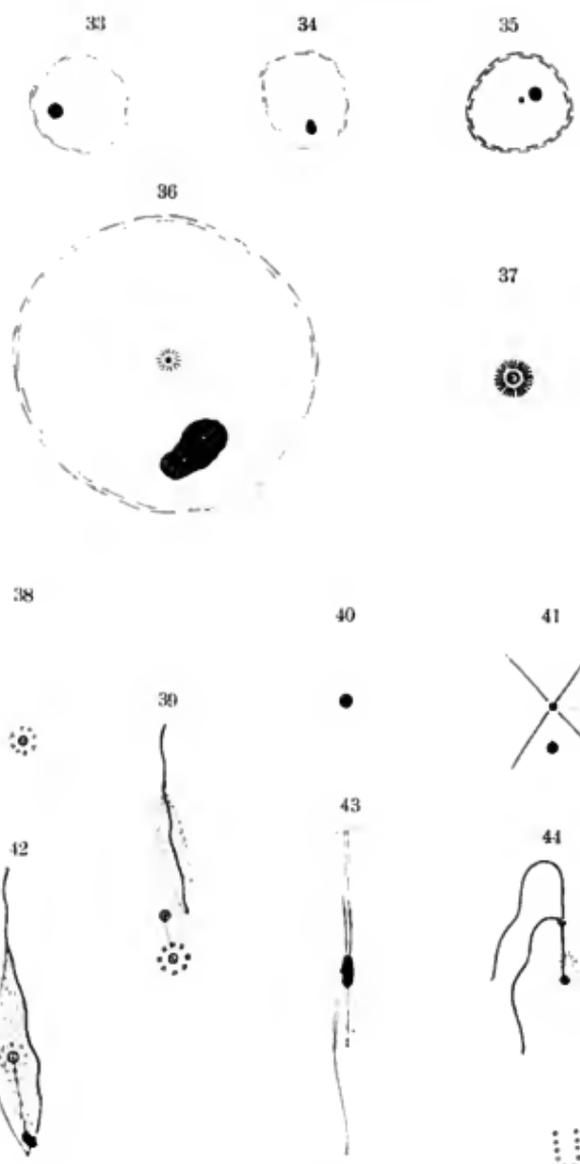


Keyserlingia.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.







UofM

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [11 1908](#)

Autor(en)/Author(s): Keysselitz G.

Artikel/Article: [Studien über Protozoen 334-362](#)