

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik

Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut, einzusenden zu wollen.

Bd. XXXI.

1. November 1911.

N^o 21.

Inhalt: Uehla, Ultramikroskopische Studien über Geißelbewegung (Fortsetzung). — Epstein, Beiträge zur Kenntnis von *Pleistophora periplanetae* (Lutz und Splendore). — Jordan, Die Lebenserscheinungen und der naturphilosophische Monismus. — Zur Strassen, Brehm's Tierleben.

Ultramikroskopische Studien über Geißelbewegung.

Von Vladimír Uehla.

(Fortsetzung.)

Als Beispiel für eine langgeißelige Art nennen wir *Monas vivipara*. Die Vergrößerung des kleinen Durchmessers der Querschnittsellipse geht hier so weit, dass fast Kreisquerschnitt resultiert. Bei dieser *Monas* lässt sich besonders deutlich eine weitere Veränderung des Lichtraumes wahrnehmen: eine Biegung zur Seite (Abb. 8). Diese kann andauern, dann dreht sich der Körper auf der Stelle in engen Kreisen, deren Zentrum im Hinterende des Körpers selbst oder wenig dahinter liegt, oder kann momentweise erfolgen, wobei eine Einkrümmung viel rascher, also mit einem Schlag, geschieht. Der Körper dreht sich dann schwingungsweise um 180° um, was sich wiederholen kann (Abb. 9, a, b).

Es kann der Lichtraum weiter so gebogen werden, dass die Bewegungsrichtung ungefähr eingehalten wird, die Geschwindigkeit aber abnimmt. In einem extremen Fall, der bei *Monas obliqua* beobachtet wurde, blieb das Individuum bei bestimmter Gestalt des Lichtraumes still stehen und machte nur momentweise Zuckungen, wenn Änderungen in der Abbiegung des Lichtraumes erfolgten (Abb. 10, a-c).

Bei sehr langen Geißeln der *Monas amoebina* u. s. w. kann man eine Teilung des Lichtraumes beobachten, wie das die Abb. 11, a—d zeigt. Dabei treten nicht selten noch Asymmetrien in den Seitenkonturen auf. Die Tätigkeit der Geißel ist nicht mehr normal.

Bei Individuen, die mechanisch (durch Ankleben an das Deckglas, durch Anheften an lange Fäden) an der Vorwärtsbewegung verhindert sind, die sonst durch die normal tätige Geißel zustande kommen würde, kann man den Lichtraum weiter analysieren. Es zeigt sich (z. B. bei *M. marina*) dann, dass manchmal die Seitenkonturen, manchmal das Innere des Lichtraumes (wenn der Lichtraum eben von beiden Ansichten aus erweitert ist) heller leuchtet.



Abb. 8.

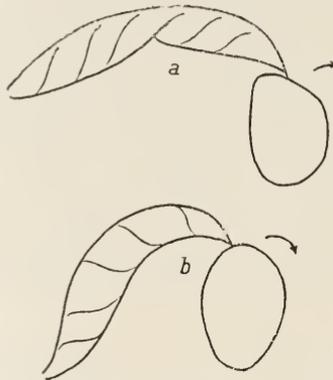


Abb. 9 a—b.

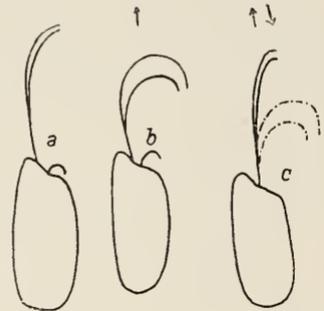


Abb. 10 a—c.

Abb. 8. *Monas vivipara*. Plötzliche Abbiegung des Lichtraumes. Flächenansicht von der konvexen Fläche.

Abb. 9 a—b. *Monas vivipara*. Biegung des Lichtraumes zur Seite. Profilsicht — Lichtraum erweitert. In a mäßigere Biegung, zugleich Lichtraum tordiert; in b starke Biegung, Individuum dreht sich schwingweise in der Richtung der Pfeile.

Abb. 10 a—c. *Monas obliqua*. a) Ein nach vorn schwimmendes Individuum. Lichtraum in der Profilsicht b) Dasselbe Individuum, gereizt. Lichtraum stark gebogen, erweitert, Bewegung sehr langsam. c) Lichtraum wird abwechselnd vorgestreckt oder gebogen, die Bewegung dementsprechend fortgesetzt oder sistiert, das alles momentweise = Probeerreaktion.

Ersteres tritt ein, wenn wir die Profilsicht vor uns haben, letzteres, wenn die Flächenansicht gegeben ist. Wenn die Seitenkonturen hell sind (Abb. 12 a), kann man an ihnen abwechselnd hellere und dunklere Strecken unterscheiden, die manchmal sich nur oszillierend verschieben, gewöhnlich aber der Spitze oder Basis des Lichtraumes zu verlaufen. Wenn das Innere des Lichtraumes leuchtet, sieht man ihn (Abb. 12 b) von quer verlaufenden, s-förmigen leuchtenden Linien durchzogen, die um eine Mittellage oszillieren. Da es sich bei diesen Erscheinungen nicht um Fehler handelt, die mit dem Azimut der Beleuchtung zusammenhängen, müssen wir schließen, dass diese Lichtstrecken und s-Lichtlinien diejenigen Lagen der

schwingenden Geißel vorstellen, an denen eine Verdichtung ihrer Substanz, also eine Kontraktion erfolgt. Auch bei der Biegung des Lichtraumes der langgeißeligen Formen, die eine Verlangsamung der Bewegung herbeiführt, erscheinen manchmal die s-förmigen Lichtlinien im Lichtraum besonders hell (Abb. 4, 5, 8, 9).

Wir lassen viele an sich sehr interessante Erscheinungen bei der Schädigung und dem Absterben der Geißel an dieser Stelle unberücksichtigt, da sie nach unserer Ansicht keine eindeutige Erklärung bieten können, zumal man in den wirklichen Verlauf der Geißeltätigkeit (also in die Struktur der Geißel) auch im Dunkel-feld keine Einsicht bekommt.

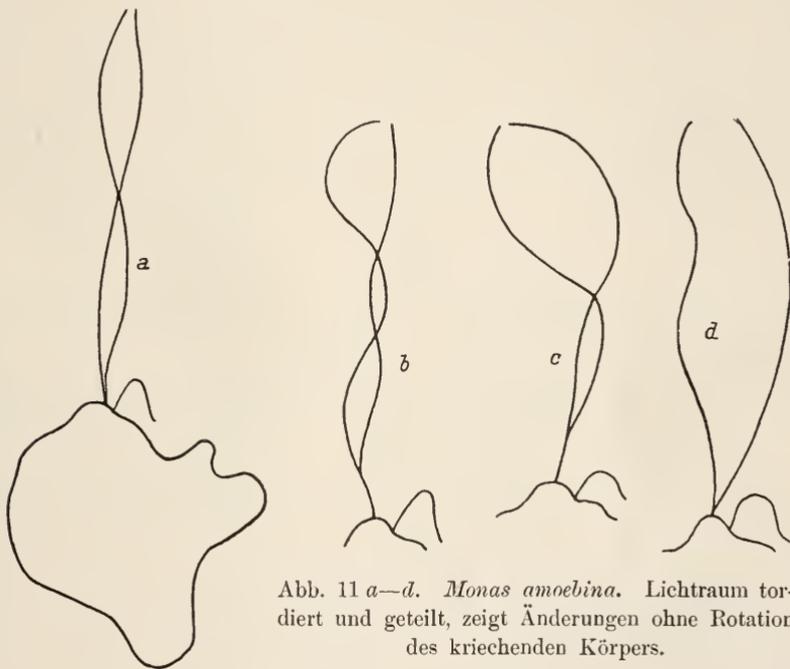


Abb. 11 a—d. *Monas amoebina*. Lichtraum tor-diert und geteilt, zeigt Änderungen ohne Rotation des kriechenden Körpers.

Nur eins soll hier noch erwähnt werden. Wenn die Geißel-tätigkeit allmählich an Intensität nachgibt, verschwinden die Seiten-konturen und eine noch immer lebhaft schlängelnde Geißel tritt zum Vorschein (Abb. 13 a, b). Sie ist auch nicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig hell und es lässt sich manchmal nach-weisen, dass die Lichtlinien im Innern des Lichtraumes den leuch-tendsten Stellen der Geißel entsprechen (Abb. 13 b). Diese Schlänge-lung kann im Raum oder in der Fläche erfolgen. Die in der Ebene oder einer gekrümmten Fläche verlaufenden Wellen wollen wir Flächenwellen, die im Raum verlaufenden Raumwellen nennen; letztere sind mit den „Spiralwellen“ Pfeffer's identisch.

Aus dem Umstand, dass leuchtende Strecken auch an Flächenwellen zu beobachten sind, darf man schließen, dass sie nicht etwa durch eine zu hohe oder zu tiefe Einstellung zustande kommen.

Man wird auf Grund solcher Wahrnehmungen schließen dürfen, dass auch die normale Geißel, die im Lichtraum verschwindet, doch die gleichen, nur rascher einander folgenden Wellen ausführt.

Mit dem Ausdruck „Wellen“ wollen wir einstweilen keine Theorie der eigentlichen Geißelbewegung aufstellen. Er erscheint uns aber passender als der Ausdruck „Schraube“, der z. B. von Reichert (1908) im Anschluss an die Theorie Bütschli's angewandt wird.

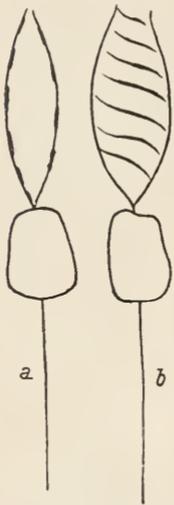


Abb. 12 a—b.

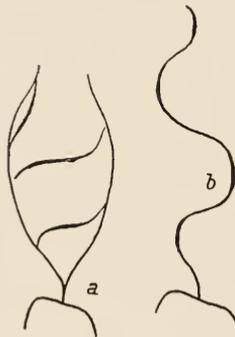


Abb. 13 a—b.

Abb. 12 a—b. *Monas marina*. Ein an einem langen Faden angeheftetes Individuum, das normal arbeitet.

- a) Flächenansicht des Lichtraumes; Seitenkonturen leuchtend, mit abwechselnden helleren und dunkleren Strecken, die der Basis zu sich rasch verschieben.
- b) Profilansicht erweitert. Seitenkonturen wenig hell, Lichtraum in der Mitte leuchtend, von oszillierenden Lichtlinien durchsetzt.

Abb. 13 a—b. *Monas marina*. Langsam schlagend, Geißel innerhalb des Lichtraumes (bei a) sichtbar, in Raumwellen schlagend, ebenso (bei b), wo Lichtraum ganz verschwunden. Schwingt langsam und zeigt hellere und dunklere Strecken.

Bütschli (1883) hat — wie schon eingangs erwähnt — die Vorstellung entwickelt, dass die Geißel wie eine Schiffsschraube wirkt. Die Schiffsschraube ist formenfest und schraubt sich durch Drehung der Achse ein oder aus. Da die Geißel keiner drehbaren Achse oder Gelenk aufsitzt, so muss sich die Schraube während der Rotation immer neu bilden und dies geschieht nach Bütschli dadurch, dass eine Kontraktionslinie an ihr dauernd die Peripherie umwandert und die Geißel sukzedan in alle jene Lagen bringt, die auch eine um die Achse sich drehende starre Schraube einnehmen würde. Die wirkenden Kraftkomponenten lassen sich aus dem Prinzip der schiefen Ebene ableiten; die Geißel schraubt sich entweder ein oder aus und zieht im ersten Fall den Körper nach, während sie ihn im zweiten Fall vor sich her stößt. Eine Rotation des Körpers um seine Längsachse ist dann ebenso aus dieser Schraubebewegung abzuleiten.

Wir lassen es dahingestellt, ob diese Theorie richtig ist oder nicht — eine direkte Bestätigung durch Beobachtung ist ja derzeit nicht möglich —, es sei nur bemerkt, dass eine Schraube, deren Querschnitt eine schmale Ellipse, deren Achse stark und während der Bewegung konstant gebogen ist, als ein während der Drehung sich immer neu bildender Körper kaum vorstellbar erscheint.

Dagegen kann man sich vorstellen, dass durch lokale Kontraktionen, die bei einer Wellenbewegung entstehen, solche Räume, wie wir sie bei *Monas* gesehen haben, durchschwungen werden können. Dass durch lokale Kontraktionen, selbst wenn sie in einer Fläche erfolgen, Stöße, die wie ein Ruderschlag wirken, bedingt werden, ergibt sich aus folgender Beobachtung. Ich sah gelegentlich im Dunkelfeld den Lichtraum einer *Monas marina* sich von einem geschädigten Körper losreißen und in voller Tätigkeit als ein flaches, leuchtendes Täfelchen unter lebhafter Rotation rasch vorwärts schwimmen. Die Geißel befand sich augenscheinlich in normaler Tätigkeit. Diese Tatsache ist nicht mit den häufig beschriebenen Zuckungen von abgeworfenen Geißeln zu vergleichen.

Familie *Bodonaceae*. Gattung *Bodo*⁶⁾.

Der Körper ist spindelförmig bis kugelig, ohne jegliche feste Hülle, daher bei manchen Arten amöboid. Am Vorderende befindet sich gewöhnlich eine Mundgrube, die sich zu der ventralen Seite hinzieht. In ihr sind beide Geißeln inseriert, die hier ungleich sind und im allgemeinen in eine kleinere Schwimmgeißel und in eine lange Schleppgeißel⁷⁾, auch Gubernaculum genannt, differenziert sind. A. Fischer (1891) hat bei diesen Geißeln ein sehr dünnes Endstück von beträchtlicher Länge gefunden; die Geißeln sind also Peitschengeißeln. Seine Beobachtung, die an mit der Löffler'schen Methode behandelten Geißeln gemacht worden ist, fand ich im Dunkelfeld völlig bestätigt.

Die Bewegung ist bei den Bodonen besonders durch die Klebs'schen Studien sehr gut bekannt. Fast alle *Bodo*-Arten können frei im Wasser schwimmen, außerdem können sie auch mittelst der Schleppgeißel an der Unterlage gleiten, also kriechen. Es gibt Arten, die das Kriechen besonders bevorzugen (siehe die Zusammenstellung bei Lemmermann). Wie Klebs hervorhebt, ist das Kriechen immer ein Zeichen einer rein tierischen Ernährung, welcher Ansicht ich mich anschließe.

6) Siehe besonders Klebs (1892), der die Organisations- und Lebensverhältnisse ermittelt hat. In histologischer Hinsicht siehe Prowazek (1903), Hartmann und Chagas (1910), Hartmann (1910), Alexieff (1911).

7) Bei einigen Arten ist die Schleppgeißel kürzer als die Schwimmgeißel.

Ich habe neben einigen marinen, nicht näher bestimmten Arten *Bodo saltans* und *globosus* eingehender untersucht. Die freie Schwimmbewegung und das Verhalten der Geißeln zeigten sich im Prinzip überall ganz gleich, doch mit kleineren konstanten Unterschieden, die sich bei eingehenderem Studium zweifellos für die Artdiagnosen verwerten lassen würden. Ich will mich auf die Schilderung der Verhältnisse bei *Bodo saltans* beschränken.

Bodo saltans ist nicht amöboid, hat einen schmalen, spindelförmigen Körper mit abgestutztem Vorderende. Die Schwimngeißel ist von Körperlänge, die Peitschengeißel 2—3mal so lang. Die Be-

Abb. 14. *Bodo saltans*.

Schwimmendes Individuum von der Körperfläche gesehen. Dorsiventral.

Schwimngeißel Lichtraum mit Seitenkonturen bildend, innerhalb des Lichtraumes sichtbar. In der Nähe der hinteren Seitenkontur zeigt sie intensive Kontraktion (*x*) — hier erfolgt der Schlag. Schleppgeißel sichtbar mit einem Peitschenstück.



Abb. 14.

Abb. 15. Schema des Vorwärtsschwimmens.

Abb. 16. *Bodo saltans*. Lichtraum der Schwimngeißel in d. Vorwärtsstellung. Vorwärtsbewegung sistiert. Rotation dauert fort.



Abb. 15.



Abb. 16.

wegung schildert Pfeffer (1889) als ein Schaukeln ohne Rotation. Das trifft unter Umständen auch zu, doch ist diese Art der Bewegung schon als eine Art Fluchtreaktion aufzufassen.

Im Dunkelfeld ist bei freiem, normalem Schwimmen die Schwimngeißel in einem Lichtraum aufgelöst, der zur Längsachse des Körpers senkrecht oder nur etwas nach vorn geneigt steht (Abb. 14). Diese Lage des Lichtraumes wollen wir als „Seitenstellung“ bezeichnen. Die Bewegung der Schwimngeißel lässt sich innerhalb der Seitenkonturen des Lichtraumes erkennen (Abb. 14); man sieht ihre gewundene Gestalt in zwei entgegengesetzten Lagen als Lichtlinien, die freilich nicht so sehr scharf strichförmig, wie an der Figur,

aussehen. Im Querschnitt wäre der ganze Lichtraum fast kreisförmig. Diejenige von den Lichtlinien, deren basale Ausbuchtung nach hinten gekehrt ist (x), leuchtet stärker, hier erfolgt die Kontraktion, folglich auch der Schlag. Es ist klar, dass diese Geißel den Körper nicht durch Einschrauben nach sich ziehen kann, sondern durch den Schlag, der bei der Kontraktion entsteht, wie ein Ruder oder ein Rad eines Raddampfers wirkt. Das tritt mit großer Deutlichkeit hervor, wenn die Schleppgeißel ruht. Dann treibt die Schwimmgeißel den Körper nach vorn, aber erteilt ihm, gleich einem seitlich tätigen Ruder, eine Abbiegung nach der Dorsalseite (in der Abbildung nach links). Diese Abbiegung wird während des freien Schwimmens durch die Tätigkeit der Schleppgeißel aufgehoben. Die Schleppgeißel bildet keinen Lichtraum, ihre Bewegungen sind nicht kontinuierlich genug. Sie bildet vielmehr eine einzige, sehr langgezogene Raumwelle und gibt kräftige Schläge zum Körper hin. Dabei verläuft die Raumwelle an der Geißel nicht mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit, sondern unter stoßweiser Beschleunigung, die durch Kontraktionen bedingt ist. Diese Geißel, wenn sie allein tätig wäre, würde dem Hinterende des Körpers, dem sie bei dem Schlag anliegt, Stöße erteilen, die es im Sinne des Schlages abbiegen würden, zugleich aber wirkt sie wie ein am Hinterende eines Kahn's steuerndes Ruder. Man kann ja mit einem solchen durch geeignete Schläge auch das Vorderende zu einer Drehung veranlassen. Diese Drehungskomponente kompensiert dann ebenfalls die von der Schwimmgeißel bewirkte Abbiegung, die beiden Komponenten erfolgen eben im entgegengesetzten Sinne. Den Erfolg der Tätigkeit der Schleppgeißel kann man gelegentlich direkt beobachten, wenn die Schwimmgeißel auf einen Moment still steht. Die beiden Geißeln ergänzen sich so, dass die seitlichen Komponenten aufgehoben werden und es bleibt nur die nach vorn gerichtete Kraftkomponente sowie ein paralleles Abweichen des ganzen Körpers von der ideellen Fortbewegungsachse übrig; der Körper bewegt sich also in einer Schraubenbahn, wobei er ununterbrochen die Bauchseite der ideellen Bewegungsachse zukehrt und derselben parallel bleibt (Abb. 15).

Bei Steigerung der Lichtintensität streckt sich der Lichtraum der Schwimmgeißel nach vorn. Wir wollen diese Lage als „Vorwärtsstellung“ bezeichnen. Die Rotation dauert ununterbrochen, sie wird sogar noch heftiger, aber der Körper kommt nur sehr langsam vorwärts. Die Tätigkeiten der beiden Geißeln werden dabei nicht abgeändert (Abb. 16). Die Schwimmgeißel, wie sich besonders bei langsamerem Schlagen erkennen lässt, kontrahiert sich zu der in der Abb. 14 mit x bezeichneten Stellung und gibt dabei einen Schlag. Bei Seitenstellung geschieht dieser Schlag direkt nach hinten als eine Ruderkomponente, die den Körper vorwärts treibt,

bei der Vorwärtsstellung des Lichtraumes beschleunigt sie dagegen einerseits die Rotation und dreht andererseits den Körper zur Seite; die letztere Bewegung wird aber wieder durch die Schleppgeißel kompensiert; die Schraubenbahn wird auf der Stelle umschrieben, d. h. der Körper „schaukelt“. Wenn die Schleppgeißel, was vorkommt, momentweise still steht, dann resultiert ein „Zappeln“, wie es mehrfach beschrieben wird.

Die Abnahme der Sauerstoffpressung führt den Körper in eine Kriechbewegung über. Er gleitet mit der Schleppgeißel an der Unterlage, während die Schwimmgeißel wie gewöhnlich arbeitet, aber den Körper wegen des Widerstandes der gleitenden Schleppgeißel nicht in Rotation zu versetzen vermag. Es kann sich der

Abb. 17 a—b.

Bodo globosus.

- a) Ein kriechendes Individuum. Schwimm- und Schleppgeißel sichtbar. Bei der Schwimmgeißel zwei extreme Lagen (x und y) der Krümmungen angedeutet. Bei x erfolgt der Schlag.
- b) Ein freischwimmendes Individuum. Schwimmgeißel im Lichtraum aufgelöst, den sie nur umschwingt; die Seitenkonturen entsprechen deshalb der Geißel selbst.

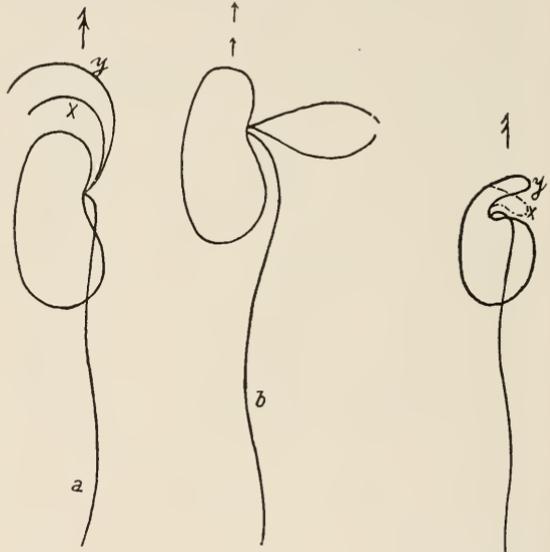


Abb. 17 a—b.

Abb. 18.

- Abb. 18. *Rhynchomonas*.
Ein kriechendes Individuum. Der Rüssel krümmt sich zu der Lage (x) mit einem Schlag.

Körper auch losreißen und eine Weile ohne Rotation herumswimmen. Dann schwimmt er aber nicht gerade, sondern in breiten Kreisen. In Wirklichkeit dürfte es sich nicht um Kreise, sondern um Schrauben handeln, die ähnlich wie bei *Monas* durch den Widerstand des Deckglases flachgedrückt werden. Dieses Stadium, das auch bei anderen *Bodo*-Arten vorkommt, dürfte dem von Pfeffer (1889) geschilderten Bewegungsmodus entsprechen.

Andere *Bodo*-Arten, z. B. *Bodo globosus*, sah ich unter normalen Umständen nur kriechen. Die Schwimmgeißel benimmt sich dabei aber anders, sie behält fast ihre Gestalt und krümmt sich abwechselnd mit einem Schlag (Kontraktion) noch etwas mehr ein, um sich darauf etwas langsamer zu dilatieren. Sie rudert also im wirklichen Sinne. Ein Lichtraum kommt hier (Abb. 17 a) im allge-

meinen nicht zustande, wohl aber beim Übergang zum freien Schwimmen, das gewöhnlich erst dann eintritt, wenn der Flagellat durch hohe Lichtintensität gereizt wird. Dann entsprechen aber die Seitenkonturen des Lichtraumes der Geißel selbst (siehe *Trepomonas*), die ihren Schlag und die Kontraktion nach hinten richtet (Abb. 17 b). Man kann diese Bewegung der Geißel als ein rascheres Rudern auffassen.

Eine verwandte Gattung *Rhynchomonas*, die statt der Schwimmgeißel einen kurzen plasmatischen Rüssel aufweist, zeigt ähnliche Verhältnisse. Der Körper gleitet mit der Schleppegeißel an der Unterlage. Die Schleppegeißel bewegt sich wie eine Schlange und der Rüssel schlägt mit einer Kontraktion nach hinten. Es resultiert eine gleichmäßige, wenig schaukelnde Bewegung (Abb. 18).

2. Gruppe: *Distomatina*.

Familie *Distomataceae*. Gattung *Trepomonas*⁸⁾.

Dieser seltsame Flagellat wurde in faulenden Pflanzenaufgüssen häufig angetroffen. Sein Körper ist einer Schiffsschraube ähnlich. Er rotiert nicht bei der Vorwärtsbewegung um die Längsachse,

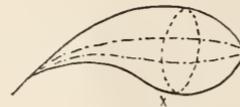
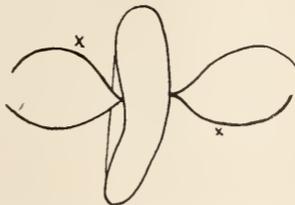


Abb. 19. *Trepomonas*. Ein rollendes Individuum. Beide Geißeln im Lichtraum aufgelöst, den sie nur umschwingen. Bei *x* die Seitenkonturen kürzer und aufleuchtend. Hier erfolgt der Schlag.

Abb. 20. *Trepomonas*. Der Lichtraum eines mechanisch festgehefteten Individuums schematisch dargestellt. Er wird von der Geißel umschwungen.

sondern rollt wie ein Geldstück um die Querachse und schaukelt abwechselnd um die Längsachse. Die beiden Geißeln (es werden deren auch 4—6 angegeben, doch habe ich immer nur zwei gesehen), die aus den Mundtaschen an den flachen Körperseiten entspringen, verschwinden jede wieder in einem Lichtraum, dessen Gestalt die Abb. 19 zeigt. Im Querschnitt ist dieser Lichtraum fast kreisförmig, er zeigt auch von keiner Seite eine sichelförmige Einkrümmung. Deswegen resultiert offenbar auch keine Rotation um die Längsachse. Die beiden Seitenkonturen sind nicht gleich hell und die Lage der hellsten Stelle an der Peripherie des Lichtraumes wechselt naturgemäß mit dem Rollen des Körpers. Dabei

8) Studiert von Bütschli (1878) und Klebs (1892).

befindet sich diese hellste Stelle an beiden Lichträumen gerade in entgegengesetzter Lage (vgl. Abb. 19 *x*). Die Stelle der größten Helligkeit entspricht der Geißelkontraktion, was man auch verfolgen kann, wenn das Individuum langsam schwimmt oder liegen bleibt. Dann zeigt sich, dass an der Geißel keine Raumwellen verlaufen, sondern dass sie sich im ganzen krümmt und sich also alle Stellen der Geißel gleichzeitig in Kontraktion oder Dilatation befinden. Die Seitenkonturen (Abb. 20) entsprechen eben der Geißel selbst; die Geißel bewegt sich also ausschließlich an der Peripherie des Lichtraumes. Wie sich aber die Geißeloberfläche bei den Kontraktionen verhält, wäre vielleicht nur an sehr langsam tätigen, also geschädigten Geißeln zu entscheiden möglich, von welchen Beobachtungen hier eben abgesehen werden soll.

Ein leichtes Neigen der Lichträume (der eine mehr in die Vorwärts-, der andere in die Rückwärtsstellung) verursacht ein breites Kreisen. Weiteres über analoge Erscheinungen siehe bei *Chlamydomonas*.

3. Gruppe: *Chrysonomadina*⁹⁾.

Familie *Chromulinaceae*.

*Chromulina Rosanoffii*¹⁰⁾ bildet in stehendem Wasser goldgrüne Überzüge; solche finden sich z. B. in den Straßburger Gewächshäusern. Woronin (1880) hat das Wesen dieser Überzüge ermittelt. Uns interessieren die Schwärmer, die aus den quellenden Hüllen ausschlüpfen, sobald diese benetzt werden. Die Zelle des Schwärmers weist einen einfachen Bau auf. Der Körper ist kugelig, bei freiem Schwimmen oval, am Hinterende metabolisch, mit einem wandständigen Chromatophor, einer Vakuole und einem Kern. Die Geißel ist in Einzahl am Vorderende inseriert. Sie ist dünn, ohne Endstück, von Körperlänge.

Das freie Schwimmen ist mit einer Rotation um die Längsachse verbunden. Die Geißel ist dabei in einem Lichtraum aufgelöst, der fast vollkommen in seiner Gestalt und Begrenzung demjenigen von *Monas* entspricht (Abb. 21 *a, b*).

An Individuen, die angeklebt sind und deshalb mechanisch an dem Fortschwimmen gehindert werden, sind in dem Lichtraum noch zwei Lichtlinien zu sehen (Abb. 22). Manchmal bei stark erweitertem Lichtraum tritt nur eine derselben hervor.

Andere Individuen kreisen breit oder drehen sich breit auf der Stelle.

Die sich auf der Stelle drehenden Individuen zeigen einen Lichtraum, dessen beide Seitenkonturen ihre Konkavseite von der Richtung der Drehung abwenden (Abb. 23 *a*). Dann ist nur eine

9) Literatur besonders bei Klebs (1892), Senn (1900) und Pascher (1910). Der letztgenannte Forscher hat eine gute Einteilung gegeben.

10) Siehe bei Woronin (1880), Iwanof (1899), Molisch (1901) u. s. w.

Linie sichtbar. Das Aufleuchten dieser Linie beweist, dass sie der Geißelkontraktion entspricht; das ist auch direkt wahrzunehmen, wenn die Geschwindigkeit der Bewegung nachlässt und die Geißel selbst sichtbar wird. Man bemerkt dann, dass die Geißel nach einer Seite eine heftigere Kontraktion, die mit Schlag und Aufleuchten verbunden ist, erfährt (Abb. 23 b). Von der einzeln sichtbaren und sich kontrahierenden Geißel führen bei Zunehmen der Bewegungsgeschwindigkeit alle Übergänge bis zur Bildung der beiden Seitenkonturen eines Lichtraumes. Man darf also annehmen, dass auch in letzterem eine einzige Raumwelle an der Geißel verläuft.

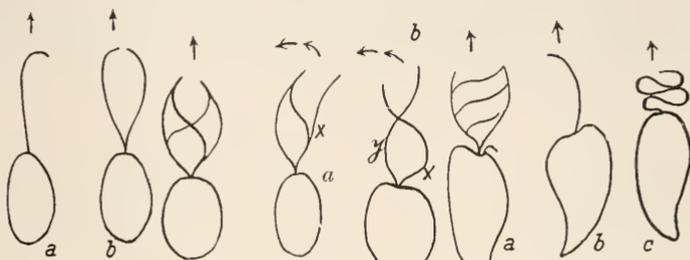


Abb. 21 a—b. Abb. 22.

Abb. 23 a—b.

Abb. 24 a—c.

Abb. 21 a—b. *Chromulina Rosanoffii*. Ein schwimmendes Individuum. Lichtraum in der Profilansicht (a) strichförmig.

Abb. 22. Ein breit kreisendes Individuum. In der Flächenansicht des Lichtraumes zwei Lichtlinien sichtbar, die der Geißel entsprechen.

Abb. 23 a—b. Ein auf der Stelle sich drehendes Individuum. In a Lichtraum noch erhalten, eine Lichtlinie sichtbar. In b Lichtraum verschwunden, Geißel sichtbar; bei x erfolgt Kontraktion, bei y Dilatation. Die Lage x entspricht der Lichtlinie in 23 b.

Abb. 24 a—b. *Ochromonas mutabilis*. Schwimmendes Individuum. In a der Lichtraum in Flächenansicht, in b um 90° gedreht in Profilansicht. c) Ein langsam nach vorn schwimmendes Individuum. Die Geißel sichtbar, ösenförmig eingekrümmt. c entspricht der Flächenansicht. Um 90° gedreht erscheint die Geißel strichförmig. Die Ösen kontrahieren und dilatieren sich abwechselnd

Familie *Ochromonadaceae*.

Ochromonas mutabilis Klebs ist von *Chromulina* besonders durch den Besitz von zwei Geißeln verschieden, einer Haupt- und einer Nebengeißel. Die Hauptgeißel löst sich während des Schwimmens in einem sehr kurzen Lichtraum auf, in dem ca. drei Lichtlinien sichtbar sind (Abb. 24 a, b). Gestalt und Abänderungen des Lichtraumes stimmen mit den bei *Monas* geschilderten völlig überein. Ich konnte beobachten, dass manchmal der Lichtraum verschwand und die Geißel selbst in einer ösenförmig gewundenen Form (Abb. 24 c) zum Vorschein kam. Diese Ösen dehnten und kontrahierten sich abwechselnd und gaben so Stöße nach rückwärts. Da aber die einzelnen Ösen nicht ganz in einer Ebene liegen, dürften die Stöße zugleich auch die Rotation herbeiführen. Vielleicht darf man die

Vermutung aussprechen, dass überall, wo man ein Oszillieren der Lichtlinien im Lichtraum wahrnimmt, es sich um solche ösenförmig gebogene Geißeln handelt, die in der eben geschilderten Weise tätig sind. Wo dagegen die Lichtlinien sich nach der Spitze des Lichtraumes zu verschieben, da dürfte es sich immer um Raumwellen an der Geißel handeln¹¹⁾.

4. Gruppe: *Cryptomonadina*.

Familie *Chilomonadaceae*¹²⁾.

Von den Cryptomonaden habe ich eingehender *Chilomonas*, *Cryptomonas* und *Cyathomonas*¹³⁾ studiert. *Cryptomonas* kommt in den Wasserbassins des botanischen Gartens vor, *Chilomonas* wurde in stärkehaltigen faulenden Pflanzenaufgüssen bei höheren Tempe-



Abb. 25.

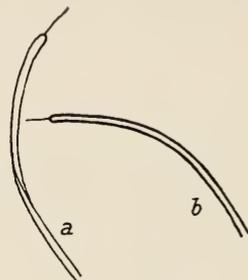


Abb. 26 a—b.

Abb. 25. *Chilomonas*. Geißel, bandförmig, Torsion zeigend, mit einem Endstück.

Abb. 26 a—b. *Chilomonas*. Geißel. a) eintordiert, b) retordiert mit Schlag.

raturen¹⁴⁾, *Cyathomonas* in faulenden Algenkulturen in Menge gefunden. Es sind dies kompliziert gebaute Formen von ovaler, abgeplatteter Körpergestalt. Durch die schräge Abstufung des Vorderendes wird eine ventrale (niedere) und eine dorsale (höhere) Seite bestimmt. Bei *Chilomonas* und *Cryptomonas* der ventralen, bei *Cyathomonas* der dorsalen Seite genähert, dringt am Vorderende ein Schlund in den Körper, aus dem beide Geißeln herausragen.

11) Nachträglich möchte ich bemerken, dass eine sehr langgezogene *Monas*-Form mir die Geißel auch in Ösengestalt zeigte, und dabei schwamm der Flagellat nicht rasch, aber ausdauernd nach vorn unter Rotation. Doch habe ich ihn nur in einer Kultur angetroffen und die Beobachtung nicht ausdehnen können.

12) Literatur besonders bei Bütschli (1878), Fisch (1885), Karsten (1898), Davis (1894), Cienkowski (1871), Schaudinn (1900), Winter (1907), Brandt (1885), Hansgirg (1886), Pascher (1911), Dangeard (1889), Prowazek (1903), Awerinzew (1907), Hartmann und Chagas (1910), Strasburger (1878) u.s.w.

13) Über die Zugehörigkeit zu den Cryptomonaden siehe Pascher (1911), Üehla (1911).

14) Siehe Pfeffer (1888).

Die Geißeln (Abb. 25) sind, wie ich im Dunkelfeld sehen konnte, bandförmig, mit kurzem Endstück, und, wenn dies fehlt, schräg abgestutzt. In ihrem Verlauf sind sie mehrmals tordiert. Durch diese Drehung wird eine Struktur vorgetäuscht; die Autoren (z. B. Awerinzew) sprechen von einem Achsenstab, der in Wirklichkeit der umgebogene Rand der Geißel sein dürfte. Ich sah die Geißel an den tordierten Stellen sich abwechselnd ein- und auskrümmen (Abb. 26 a—b). Der Geißelrand ist leuchtend, optisch voll, das centrale Geißelplasma optisch leer, also dunkel.

Präparate von *Chilomonas* ließen sich sehr schlecht halten, da der Flagellat sehr unter eintretendem Sauerstoffmangel leidet; er bleibt dagegen frisch, wenn man dem Tropfen eine Anzahl schwärmender Chlamydomonaden zugibt.

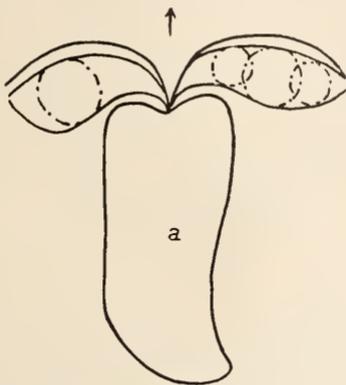


Abb. 27 a.

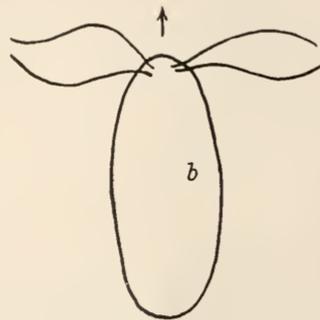


Abb. 27 b.

Abb. 27 a. *Chilomonas curvata*. Ein mechanisch festgehaltenes Individuum. Beide Geißeln im Lichtraum aufgelöst, in dem noch eine Lichtlinie und schleifenförmige Spuren der Geißel sichtbar sind.

Abb. 27 b. *Chilomonas paramecium*. Ein schwimmendes Individuum. Geißel in Lichträumen aufgelöst.

Bei normalem Schwimmen geht das geißeltragende Ende voran und der Körper rotiert ganz regelmäßig¹⁵⁾, wobei er zugleich eine Schraube um die ideale Fortbewegungsachse beschreibt¹⁶⁾. Da eine Umdrehung um die Körperachse einem Schraubengang entspricht, bleibt immer eine und dieselbe Seite des Körpers der idealen Achse der Vorwärtsbewegung zugewandt. Die dorsale Lippe geht voran, sie neigt nach außen.

Bei diesem Vorwärtsschwimmen sind beide Geißeln wieder in Lichträumen verschwunden, deren Länge ungefähr $\frac{1}{3}$ der Geißel-

15) *Cyathomonas* führt bisweilen Kreise ohne Rotation aus, indem sie einer der breiten Körperseiten aufliegt. Diese Bewegung wurde von einigen Autoren für die normale Schwimmbewegung gehalten. Dass wir es mit einer Art der Fluchtreaktion zu tun haben, wird aus dem weiter unten Gesagten ersichtlich.

16) Jennings (1900).

länge beträgt (Abb. 27 *a—b*). Die Lichträume sind um 180° voneinander abgewandt, sie stehen schräg auf die Symmetrieebene¹⁷⁾ des Körpers, aber unter einem kleinen Winkel, so dass sie sich als ein ventraler und ein dorsaler Lichtraum unterscheiden lassen. Der Querschnitt der Lichträume ist eine breite Ellipse. Außer den beiden Seitenkonturen ist im Lichtraum manchmal (wenn das Individuum durch mechanische Mittel am Wegschwimmen verhindert ist) noch eine Lichtlinie sichtbar (Abb. 29), die etwas anders in dem dorsalen als in dem ventralen Lichtraum aussieht. Man bemerkt da in den beiden Lichträumen unter günstigen Umständen, ohne dass die Seitenkonturen verschwinden, Raumwellen verlaufen, die fast schleifenförmig aussehen. In der dorsalen Geißel sind es mehrere auf einmal, die sich nach oben aufrollen, während an der

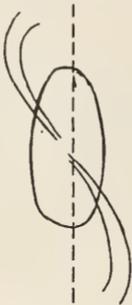


Abb. 28.

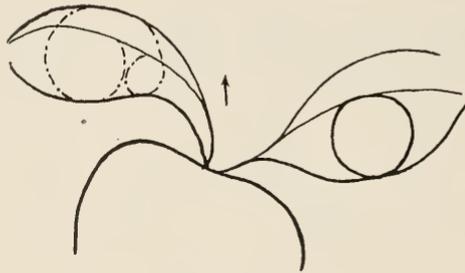


Abb. 29.

Abb. 28. *Chilomonas paramaecium*. Von vorn gesehen. Lichträume schmal, mit der Symmetrieebene kleine Winkel bildend.

Abb. 29. *Chilomonas paramaecium*. Ein mechanisch festgehaltenes Individuum (zwischen *Beggiatoa*-Fäden stecken geblieben). Dasselbe Bild wie 27 *a*, nur vergrößert mit Okul. 18.

ventralen nur eine auf einmal verläuft, die sich nach unten aufrollt, so dass die Geißelspitze nach oben schlägt. Näheres lässt sich an unbeschädigten Individuen nicht wahrnehmen.

Bei jedem Reiz, so Stoß- und Lichtreiz, wird die Vorwärtsbewegung aufgehoben, es tritt eine typische Fluchtreaktion im Sinne Jennings' ein, die sich entweder in einer Schreckreaktion und Rückwärtsschwimmen in Kreisen oder im Drehen auf der Stelle äußert.

Schreckreaktion wird dadurch eingeleitet, dass die Lichträume verschwinden und die Geißeln sich mit einem Schlag in die Vorwärtsstellung begeben (Abb. 30 *a*). Dadurch wird der Körper rückwärts gestoßen. Von der Flanke gesehen ergibt jetzt die Geißel einen sehr schmalen Lichtraum (Abb. 30 *b*); von der schmalen Körperseite sieht man die Geißel selbst, an der ein Zittern wahrzunehmen

17) Die schematische Abb. 28 zeigt, wie sie von oben gesehen aussuchen würden. Tatsächlich habe ich sie in dieser Aufsicht nie beobachtet.

ist. Sie bewegt sich also in sehr engen Flächenwellen. Der Körper kann so rückwärts in breiten Kreisen schwimmen, ein anderesmal bewegt sich er in Schrauben, wenn die ideale Bewegungsachse

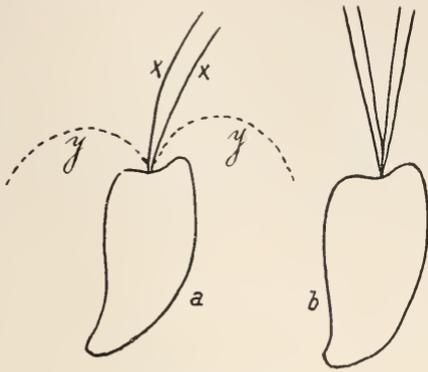


Abb. 30 a—b.

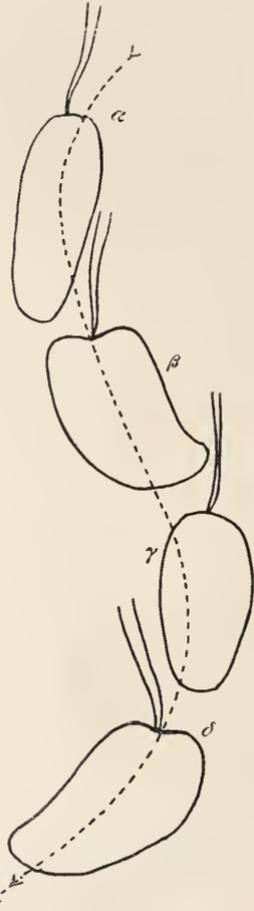


Abb. 31.

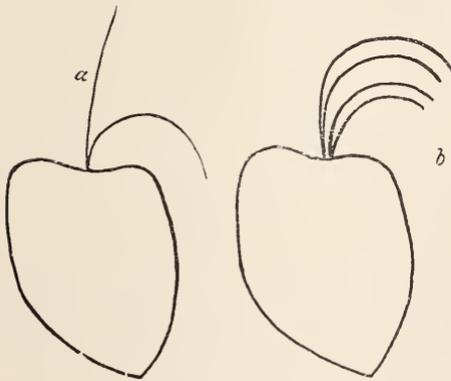


Abb. 32 a—b.

Abb. 30 a—b. *Cryptomonas* spec. a) Im Schreckmoment, der Lichtraum verschwindet; die Geißeln bei y sichtbar, werden in die Vorwärtsstellung (\times) geschlagen. b) Das Individuum schwimmt rückwärts; ein schmaler Lichtraum sichtbar.

Abb. 31. Die Schraubenbahn einer rückwärts schwimmenden *Cryptomonas*, den Zusammenhang mit der Stellung der Geißeln zeigend.

Abb. 32 a—b. *Cyathomonas truncata*. a) Ein rückwärts kreisendes Individuum, die ventrale Geißel stärker geneigt. b) Beide Geißeln geneigt, im Lichtraum aufgelöst. Das Individuum dreht sich ruckweise auf der Stelle.

mit der Objektträgerebene parallel ist (Abb. 31). Diese Bewegung ist es, die bei allen *Cryptomonaden* so häufig beobachtet worden ist, da eben das häufige Anstoßen an das Deckglas und der Sauerstoffmangel in der abgeschlossenen, dünnen Schicht eine ununter-

brochene Fluchtreaktion auslösen. Wenn der Durchmesser der Schraube zu groß wird, kann sie unmöglich in horizontaler Richtung zwischen Objektträger und Deckglas verlaufen; in vertikaler Richtung wird sie aber, wie bei *Monas* oder *Bodo*, flachgedrückt. So resultiert ein Kreisen mit oder ohne Rotation. In letztem Falle können wieder wie bei *Monas* Halbkreise entstehen, die sich zu einer Welle zusammenfügen können. Bei *Cyathomonas* ist diese Art von Bewegung für normal gehalten worden. Bei *Cyathomonas*- und *Cryptomonas*-Spezies sind die Geißeln während des Rückwärtsschwimmens in Schrauben oder Kreisen zu der ventralen (Abb. 30, 31, 32), bei *Chilomonas* zu der dorsalen Seite (Abb. 33) geneigt.



Abb. 33. *Chilomonas obtusa*. Rückwärtsschwimmendes Individuum. Geißeln in schmalen Lichträumen aufgelöst.



Abb. 34. *Chilomonas obtusa*. Beide Lichträume mehr geneigt. Das Individuum kreist infolgedessen.

Dementsprechend verläuft die Schraubenbahn bei beiden im entgegengesetzten Sinne. Im ganzen ist die Neigung der Geißeln beim Rückwärtsschwimmen oder -kreisen schwach.

Wird die Neigung stärker, so dreht sich das Individuum auf der Stelle (Abb. 34, 32b). Besonders bei *Chilomonas* und *Cyathomonas* kann man den Übergang aus dem Kreisen ins Drehen unfehlbar beobachten, sobald sich die zweite Geißel auch neigt oder wenn beide mehr zur Seite gebogen werden. Dann geschieht das Drehen mehrmals hintereinander schwingungsweise. Immer erfolgt das Drehen in demselben Sinne wie das Kreisen. Nach dem Schwung kann das Vorwärtsschwimmen wieder aufgenommen werden; es ist das Drehen als eine Proberreaktion im Sinne Jennings' aufzufassen.

Wir sehen, dass sich die Geißeln bei dem Vorwärtsschwimmen ganz anders verhalten als bei den Fluchtreaktionen. Jeder der geschilderten Bewegungsarten entspricht aber eine ganz konstante Stellung und Tätigkeit der Geißeln.

5. Gruppe: *Euglenina*¹⁸⁾.

Diese Flagellatengruppe wurde zum Teil in faulenden Gewässern, zum Teil in reinen Lachen und Altwässern des Rheins gesammelt. Die meisten Formen der Familie *Euglenaceae* weisen Chlorophyll auf, trotzdem ist ihre Ernährung fast nie rein autotroph. Näheres über Kulturbedingungen hat Zumstein (1900) an Reinkulturen ermittelt. Die farblosen Formen der Familie *Astasiaceae* ernähren sich saprophytisch, die farblose Familie der *Peranemaceae* weist tierisch sich ernährende Formen auf. Klebs (1883, 1892) zeigte hier wieder, dass die tierisch sich ernährenden Formen fast durchweg das freie Schwimmen mit Rotation aufgegeben haben und nur am Substrat gleiten. Damit hängt wohl auch die bilaterale Entwicklung des Körpers zusammen.

Fast allen *Euglenina*, auch den freischwimmenden, ist außer der Geißelbewegung auch eine Metabolie eigen, die von der hochdifferenzierten, fibrillär gestreiften Kutikula ausgeführt wird, was das Studium der freien Schwimmbewegung erschwert.

Familie *Euglenaceae*.

Es wurde *Euglena deses* eingehender untersucht. Der langcylindrische und spitz endigende Körper zeigt im Vorderende einen schiefen Einschnitt, aus dem die einzige, lange Geißel herausragt. Durch den Einschnitt können wir am Vorderende eine dorsale und eine ventrale Lippe unterscheiden. Der Körper ist metabolisch und kann sich nach Verlust der Geißel kriechend weiter bewegen. Die Geißel schlängelt bei solchem Abwerfen noch¹⁹⁾. Sie ist ziemlich dick und bei aller Elastizität recht steif, die Biegungen und Ösen, die sie ausführt, haben einen großen Durchmesser²⁰⁾.

An der *Euglena*-Geißel wurden verschiedene Strukturen beschrieben. A. Fischer (1894) schildert feine Wimperchen, die in

18) Grundlegend ist die Studie von Klebs (1883; außer den älteren Arbeiten von Ehrenberg (1841) und Stein (1878). Dann Wager (1900), Bütschli (1878), Blochmann (1894), Steuer (1904), Dangeard (1889, 1902), Haase (1910), Keuten (1895), Prowazek (1903) u. s. w.

19) A. Fischer (1894), dort Literatur.

20) Ihre Insertion ist nach Wager (1900) recht kompliziert, die Rhizofibrille spaltet sich in zwei Äste, von denen der eine über den in der dorsalen Lippe liegenden Augenfleck verläuft. Sie sollen sich am Ende der großen Blase wieder vereinigen und hier in einem Basalkorn endigen; nach Haase (1910) aber soll die vereinigte Fibrille fast bis zum Hinterende des Körpers verlaufen. Es liegt auf der Hand, zwischen dem Augenfleck und der Tätigkeit der Geißel Beziehungen zu suchen, die den Beobachtungen Engelmann's (1882) entsprechen würden.

Schrauben angeordnet die Geißeloberfläche bekleiden. Ich habe sie im Ultramikroskop nicht gesehen; die Geißel erschien mir in der Achse optisch leer, an den Rändern optisch voll, also leuchtend, und beim Absterben änderte sich dieses Verhältnis so, dass die Achse optisch voll wurde, während von den Rändern viele kleine Punkte herausgeschossen, ein Vorgang, den man auch an zerfallenden Flagellatenkörpern (z. B. *Chilomonas*) beobachten kann. Bleibende Spuren dieser herauschießenden Körnchen können möglicherweise jene Wimperchen sein, die durch Austrocknen günstig fixiert waren.

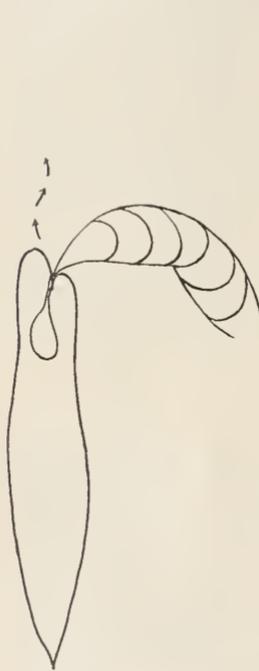


Abb. 35.



Abb. 36.

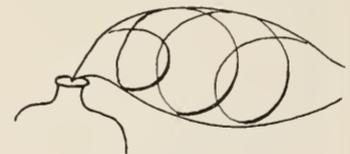


Abb. 37.

Abb. 35. *Euglena deses*. Ein nach vorn schwimmendes Individuum. Einzige Geißel im Lichtraum aufgelöst, der sich in Seitenstellung befindet. Zwischen den beiden Seitenkonturen Lichtlinien sichtbar, die in der Nähe der hinteren Seitenkontur aufleuchten.

Abb. 36. *Euglena deses*. In Schreckreaktion. Rückwärtschwimmendes Individuum: Lichtraum schmal, nach vorn gestreckt.

Abb. 37. *Trachelomonas volvocina*. Vorderende des Körpers mit dem Lichtraum während des Vorwärtsschwimmens. Im Lichtraum Lichtlinien sichtbar, in der Nähe der hinteren Seitenkontur und auch zur Seite aufleuchtend.

Die zentrale Partie zeigt eine Körnelung, etwa wie sie von Pro-wazek (1903) beschrieben wurde. Es handelt sich hier offenbar auch um eine Schädigung.

Die Körperbewegung wurde außer von Engelmann auch von Jennings (1910) studiert. Auch hier wurde die Geißel während des Schwimmens nicht gesehen.

Im Dunkelfeld verschwindet die Geißel während des freien Schwimmens in einem Lichtraum, der ziemlich lang, von elliptischem Querschnitt ist und in einem breiten Bogen in Seitenstellung sich befindet (Abb. 35). Trotz der deutlichen Seitenkonturen kann man in ihm manchmal die Raumwellen der Geißel in s-förmigen Lichtlinien, die die Stellen der Kontraktion, also des Schlages vorstellen,

erkennen. Die Geißel schlägt nicht besonders rasch. Der Lichtraum befindet sich an der ventralen Seite, daher das Neigen des Körpers der dorsalen Seite zu. Damit hängt zusammen, dass das Hinterende in der idealen Achse der Vorwärtsbewegung bleibt, während das Vorderende um diese Kegel beschreibt. Beim Schwimmen ist der Körper nicht metabolisch, die Bewegung wird also nur durch die Geißeltätigkeit bewirkt.

Da sich die Geißel in Seitenstellung befindet, ist es klar, dass sie nicht durch Einschrauben den Körper fortbewegen kann. Mehr darüber siehe weiter unten.

Bei einer stärkeren Lichtreizung stellt sich der Lichtraum mit einem Ruck in eine Mittellage zwischen Seiten- und Vorwärtsstellung. Das Individuum bewegt sich je nach der Neigung des Lichtraumes sehr langsam oder gar nicht, wobei sich die vom Vorderende umschriebene Schraube so ausbreitet, dass das Individuum bis 180° mit der idealen Bewegungsachse bildet. Bei intensiverer Reizung begibt sich der Lichtraum in die Vorwärtsstellung und das Individuum fängt an, rückwärts zu schwimmen. Das erfolgt plötzlich beim völligen Öffnen der Irisblende. Der Lichtraum bleibt doch noch immer der ventralen Seite etwas zugeneigt (Abb. 36). Daher neigt sich das jetzt vorangehende Hinterende dieser Seite zu und das Individuum schwimmt in Schrauben. Diese ganze Erscheinung der Schreckreaktion dauert immer nur einen Moment. Bald tritt Metabolie des Körpers ein, die der Schwimmbewegung ein Ende setzt, trotz der andauernden Tätigkeit der Geißel. Die Geißel arbeitet dabei nicht regelmäßig. Bei der Systole des Körpers ist sie still, um bei der Diastole von neuem zu schlängeln. Der Lichtraum erscheint dabei unregelmäßig, mehrmals gedreht, manche Teile in der Profilansicht ganz strichförmig. Mit gewöhnlicher Beleuchtung ist in diesem Stadium die Geißel auch nur dann sichtbar, wenn sie langsamer schlängelt, nicht aber während der Diastole, wenn sie im Dunkelfeld den Lichtraum bildet.

Trachelomonas volvocina gleicht in dem Bau ihres Körpers vollständig *Euglena*, sie unterscheidet sich von dieser durch Besitz einer festen, braunen Schale, die oval bis kugelig ist und am Vorderende eine Halsöffnung trägt, durch die die einzige, sehr lange (von 5—6-facher Körperlänge) Geißel hervorragt.

Im Dunkelfeld konnten wegen zu starken Leuchtens der braunen Schale nur junge, noch nicht oder erst dünn beschaltete Individuen beobachtet werden. Die Geißel, die nach Plenge (1898) flossenförmig aussieht, ist wieder in einem Lichtraum aufgelöst, der sich in Seitenstellung befindet. Er ist sehr breit, von fast kreisförmigem Querschnitt, und relativ kurz. In dem Lichtraum leuchten wieder Lichtlinien auf, die den sehr breiten Raumwellen der Geißel entsprechen (Abb. 37). Sie leuchten seitlich, aber in der Nähe von

der hinteren Seitenkontur besonders, hier erfolgt wieder die Kontraktion und auch der Schlag, die Geißel arbeitet wieder mit einem Ruderprinzip. Die durch die seitliche Begeißelung bedingte Abbiegung wird wieder durch die Rotation des Körpers aufgehoben, die hier sehr rasch ist. Etwa drei Umdrehungen des Körpers erfolgen auf einen Weg von zweifacher Körperlänge. Durch die große Breite der Raumwellen erfolgt offenbar die rasche Rotation, die für den kugeligen, also sich in einer labilen Lage befindlichen Körper, sicher sehr vorteilhaft ist²¹⁾.

Bei eintretender Reizung prallt der Flagellat rückwärts, indem sich der Lichtraum plötzlich in die Vorderstellung aufrichtet. Dann verschwindet er und die Geißel selbst, starr gestreckt, wird sichtbar. Das Individuum kann auch rückwärts schwimmen. Da bleibt der Lichtraum erhalten; er hat Vorderstellung und ist sehr schmal. Die seitliche Abbiegung wird durch Rotation ausgeglichen, doch nicht vollkommen, da der Körper durch seine ovale Gestalt zu labil ist. Das Rückwärtsschwimmen dauert auch nie lange.

Häufig jedoch kommt es vor, wie ich mit gewöhnlichem Horizontalmikroskop in kleinen Wasserküvetten beobachten konnte, dass das Individuum sich nach einer Kontaktreizung einfach zu Boden fallen lässt mit dem Hinterende voran, wobei die starr gestreckte Geißel durch geringe Bewegungen steuert. Eine ähnliche Erscheinung hat Oltmanns (1892) bei *Volvox* beschrieben.

Andere Gattungen der *Euglenaceae* erwiesen sich nicht als günstig zu ultramikroskopischen Untersuchungen. (Fortsetzung folgt.)

Beiträge zur Kenntnis von *Pleistophora periplanetae* (Lutz und Splendore).

(Vorläufige Mitteilung.)

Von H. Epstein (Moskau).

(Aus dem zoologischen Institut München.)

Im Laufe der letzten Jahre erschienen recht viele Untersuchungen über Bau, Entwicklung und Fortpflanzung bei Cuidosporidien. Besonders große Aufmerksamkeit wurde den Fortpflanzungserscheinungen gewidmet. Trotzdem muss man jedoch gestehen, dass dieser Punkt am wenigsten aufgeklärt geblieben ist und dass es sogar für die am genauesten untersuchten Formen, wie z. B. *Myxobolus Pfeifferi* noch nicht mit Sicherheit festgestellt ist, wo und wann der geschlechtliche Prozess sich vollzieht. Ob er in der bereits ausgebildeten Spore vor sich geht -- wie es Keysselitz (1908)

21) Klebs bemerkt, dass bei *Trachelomonas* die Rotationsrichtung wechselt, was ich nicht nur hier, sondern bei der Mehrzahl der Flagellaten gefunden habe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Ulehra Vladimir

Artikel/Article: [Ultramikroskopische Studien u^uber Gei^uBelbewegung. 657-676](#)