

Kokonpuppen auftritt. Der geringere Gasaustausch ist aber nicht bei *Samia acropio* und *Phylosamia cynthia* an die Anwesenheit der Kokons geknüpft, denn die aus der Umhüllung genommenen Puppen ergaben ungefähr gleiche Werte wie dieselben Puppen vorher in ihren Kokons. Weiter kann man aus den Tabellen I und II sehen, dass die Atmung der in Tabelle I untersuchten Puppen viel stärker vom CO₂-Gehalt der Luft beeinflusst wird wie die der Kokonpuppen der Tabelle II. Inwieweit man auch hier mit Allgemeinererscheinungen zu tun hat, kann nur aus einer Untersuchung vieler Puppenarten hervorgehen, wozu ich bis jetzt keine Gelegenheit gefunden habe. Dem Direktor vom Konink. Zoöl. Gen. „Natura Artis Magistra“ danke ich auch an dieser Stelle herzlichst für die freundliche Überlassung des wertvollen Materials.

Ultramikroskopische Studien über Geißelbewegung.

Von Vladimír Úlehla.

I. Einleitung.

Die Schwimmbewegungen bei Zoosporen und Flagellaten wurden zum erstenmal von Naegeli („Ortsbewegungen der Pflanzenzellen“) 1860 eingehend untersucht. Er zeigte, dass die Bewegungsbahn dieser Zellen bei konstanten Außenbedingungen immer dieselbe ist und dass sie durch äußere Einflüsse gesetzmäßig verändert wird. Er kannte auch schon die Geißeln¹⁾ und zeigte, dass die Schwimmbewegung mit deren Tätigkeit zusammenhängt, denn wenn die Geißel ruht, bewegt sich der Körper nicht mehr. Hofmeister (1867) hat die Funktion der Geißeln am besten bewiesen; denn er konnte zeigen, dass von einer Schwärmspore, die beim Ausschlüpfen zufällig in zwei Teile zerrissen wird, nur der mit Geißeln besetzte weiter schwimmen kann.

Später wurde diese Schwimmbewegung von sehr zahlreichen Forschern (z. B. Alexander Braun [1859], Cohn [1853], Pringsheim [1869], Bütschli [1883], Strasburger [1878], Berthold [1886], Pfeffer [1884, 8], Engelmann [1882], Klebs [1892, 96], Rothert [1891], Plenge [1898] u. s. w.) in allen Gruppen pflanzlicher und tierischer Organismen weiter verfolgt. Dabei wurde ein deutlicher Unterschied zwischen Geißeln, Flimmern und Cilien festgestellt, die freilich alle durch viele Übergänge verbunden sind. Der wesentliche Unterschied zwischen Cilien und Flimmern einerseits und zwischen Geißeln andererseits besteht meines Erachtens noch besonders darin, dass die Geißeln viel komplizierterer Tätig-

1) Vor ihm haben die Geißeln besonders Dujardin (1835) und Ehrenberg (1835) gesehen und geschildert (zitiert nach Bütschli 1883—1887).

keit fähig sind als die Cilien und Flimmern. Dazu tritt, dass jene wenig, diese aber zahlreich an einer einzigen Zelle sind. Weiter sind diese Modifikationen für natürliche Organismengruppen charakteristisch: die Bewegung mittelst Cilien findet sich bei den Infusorien, mit Flimmern ist das Flimmerepithel der tierischen Organismen bekleidet, die Geißelbewegung tritt bei Zoosporen, Flagellaten und wahrscheinlich bei den Spermatozoiden auf.

Während man durch die älteren Arbeiten, besonders von Purkiné und Valentin (1835), Valentin (1842), Engelmann (1868, 1879 u. s. w.), und durch die jüngeren von Verworn (1889, 1890, 1901), Lenhossek (1898), Erhard (1910), Hensen (1887) u. s. w. über die Cilienbewegung, Flimmerbewegung und ebenso über die Bewegung der tierischen Spermatozoiden ziemlich im klaren ist, gelang es bisher nirgends, einen klaren Einblick in die Geißeltätigkeit zu gewinnen und die Art der Körperbewegung aus dieser zu verstehen. Das kann man z. B. aus einer vorzüglichen Zusammenstellung von Pütter (1903) ersehen. Dies liegt daran, dass die Geißel beim normalen Schwimmen bis auf die wenigen Fälle der gleitenden Geißeln (z. B. *Peranema*, *Bodo*) sich so rasch bewegt, dass man sie nicht mehr wahrnehmen kann. Umgekehrt, wenn sie so langsam schwingt, dass man sie erkennen kann, findet keine freie Schwimmbewegung statt; entweder kriechen die Organismen (die schon erwähnte *Peranema*; *Bodo*-Arten), oder, wenn es sich um freischwimmende Arten handelt, geben sie ihre Schwimmbewegung auf und zappeln, schwer geschädigt, mühsam voran oder auf der Stelle. Immerhin haben mehrere Autoren auf Grund von Beobachtungen von solchen langsam schwingenden Geißeln Theorien über die Art der Geißelbewegung und deren Einfluss auf den Körper aufgestellt. Die durchdachtste davon, die auch den größten Anklang fand, ist diejenige von Bütschli; ihr hat sich in der jüngsten Zeit auch Reichert (1909) angeschlossen. Da sie neben anderen Möglichkeiten, die sich bei Betrachtung der Geißelbewegung ergeben, bei Pfeffer kurz zusammengefasst ist, lassen wir die diesbezüglichen Zeilen aus dem letztgenannten Autor hier folgen (Pfeffer, *Physiol.* II, 1904, S. 706):

„Bei dieser“ (d. h. der Cilienbewegung) „wird dadurch, dass sich die in einer Ebene schwingenden Wimpern schnell rückwärts schlagen und dann langsamer in die Ausgangslage zurückkehren (also in analoger Weise wie durch die entsprechende Bewegung eines Ruders), die Vorwärtsbewegung des Organismus erzielt. Es ist leicht einzusehen, dass mit einer solchen Mechanik eine Drehung des Schwärmers um die eigene Achse nicht verknüpft sein muss, dass aber eine solche Drehung sowohl durch die Körperform des fortbewegten Objektes, als auch durch die Richtung und den Modus der Cilienbewegung verursacht werden kann.“

Bis dahin ist nicht sichergestellt, ob die typische Flimmerbewegung bei vegetabilischen Schwärmern vorkommt. Bei diesen sowie auch bei der Mehrzahl der animalischen Schwärmzellen scheint sich vielmehr zumeist eine jede Geißel in den aufeinanderfolgenden Zonen sukzessive in der Weise zu krümmen, dass sie in ähnlicher Weise eine schraubenförmige Wellenbewegung ausführt, wie ein Tau, durch das man vermittelt geeigneter Schwingungen oder Stöße Spiralwellen schiebt (Bütschli). Eine solche Bewegung macht natürlich in der Gesichtsfeldebene des Mikroskops den Eindruck eines wellenförmigen Hin- und Herschlingelns, das entweder nur in dem apikalen Teile oder auch in der ganzen Geißel ausgeführt wird. Jedoch lässt sich in vielen Fällen (insbesondere nach Verlangsamung der Bewegung durch Übertragung in niedere Temperaturen oder in ein zähflüssiges Medium) der spiralwellige Verlauf der Geißelbewegung deutlich erkennen. Zuweilen wird von einer Geißel²⁾ eine ansehnliche transitorische (oder bleibende), schraubenförmige Kontraktion vollbracht. Außerdem gibt es Geißeln²⁾, die augenscheinlich, sei es mit oder ohne spiralwellige Bewegung, Kegelschwingungen ausführen (d. h. kreisförmige oder elliptische Kegelflächen beschreiben). Bei den Peridineen scheint die eine Geißel wesentliche Kegelschwingungen, die andere spiralwellige Bewegungen zu machen (Schütt, l. c.). Beachtet man ferner, dass der Bewegungsmodus der Geißeln²⁾ zuweilen in sehr auffälliger Weise durch die Außenbedingungen modifiziert wird, so hat man um so mehr Grund zu der Annahme, dass der Bewegungsmodus nicht immer derselbe zu sein braucht³⁾.“

„Es bedarf keiner besonderen Erörterungen, dass durch die spiralwellige Bewegung der Geißel²⁾ oder der Geißeln²⁾, in analoger Weise wie durch die Umdrehung der Schiffsschraube, eine Vorwärtsbewegung und zugleich eine Komponente gewonnen werden kann, die den Schwärmer um seine eigene Achse zu drehen sucht. Ebenso wie bei der Schiffsschraube wird aber auch durch den Wechsel der Umdrehungsrichtung der Geißeln bewirkt werden können, dass der motorische Apparat den zu bewegenden Körper nachzieht oder vor sich hertreibt. Außerdem würde durch eine geeignete rhythmische Wiederholung von Kontraktionen oder von Kegelschwingungen eine Schwimmbewegung des Schwärmers erzielbar sein. Eine derartige Bewegung wird natürlich nicht durch eine einzelne Kontraktion oder Wellenbewegung verursacht, die aber z. B. dann, wenn die Geißel einen festen Stützpunkt findet, ausreicht, um ein Fortstoßen des Schwärmers zu bewirken. Unter

2) Pfeffer sagt „Cilie“.

3) Gesperrt von mir.

diesen Bedingungen kann auch ein wiederholtes Schnellen sowie ein stoß- oder sprungweises Fortbewegen des schwärmenden Organismus zustande kommen.“

In dem zitierten Passus empfiehlt Pfeffer ein Übertragen der Schwärmer in ein zähflüssiges Medium oder Temperaturerniedrigung, um die Bewegung studieren zu können, außerdem empfiehlt er in einer Anmerkung Momentaufnahmen. Von anderen Forschern wurde die sogen. „Tuschmethode“ angewandt, die für den Nachweis der Bakteriengeißeln in neuester Zeit von Burri (1909) empfohlen wird.

Von der Verwendung einiger dieser Methoden soll später gelegentlich gesprochen werden, ebenso von ihrem gemeinsamen Nachteil, dass sie die Bewegung der Geißel verlangsamen, z. T. direkt erschweren.

Für mich kam in erster Linie eine ganz andere Methode in Betracht, nämlich die Dunkelfeldbeleuchtung mit Hilfe des Siedentopfschen (1908) Paraboloidkondensors, die ja bekanntlich gestattet, kleine, dem gewöhnlichen Mikroskop nicht mehr zugängliche Objekte sichtbar zu machen. Dieser Methode haben sich bisher nur wenige Forscher bedient. Über die Geißeln der Bakterien erschien im Jahre 1909 eine sorgfältige, aber zu sehr theoretisierende Arbeit von C. Reichert, der in demselben Jahre eine andere über Zopf- bildung der Spirillumgeißeln von Franz Fuhrmann folgte. Einige Andeutungen über Flagellatengeißeln finden sich in Gaidukow's Abhandlung über das Ultramikroskop 1910.

Auf Empfehlung von Herrn Prof. Dr. Ludwig Jost unternahm ich das Studium des Zusammenhanges zwischen der Körper- und der Geißelbewegung bei den verschiedenen geißeltragenden pflanzlichen Organismen. Es handelte sich bei meinen Untersuchungen nicht nur um die typische Schwimmbewegung, sondern auch um die Reizreaktionen, die „Fluchtreaktionen“, über welche letztere wir seit kurzem eine zusammenfassende Darstellung aus der Feder von Jennings (1910) besitzen. Über die Resultate, die ich bei diesen Studien erzielt habe, soll in dieser Arbeit berichtet werden.

II. Methode der Dunkelfeldbeleuchtung.

Die Konstruktion des Paraboloidkondensors von Zeiß, den ich zu meinen Beobachtungen verwendete, setze ich als bekannt voraus. Es wird mittelst dieses Kondensors ein vollkommen dunkles Feld geschaffen, in dem nur die Objekte leuchtend erscheinen. Zur Beobachtung wurde ein Trockensystem Apochromat 3 mm von Zeiß mit der nötigen Aperturblende und die Komp. Okul. Nr. 4, 8, 12, 18 gebraucht. Als Beleuchtungsquelle diente mir eine kleine Bogenlampe von Leitz, die mit 4 Ampère brennt (Leitz, Katalog 43 D, Nr. 105). Die Lampe wurde in einen Wechselstrom einge-

schaltet. Sie lieferte eine sehr hohe Lichtintensität, erzeugte aber auch viele Wärmestrahlen, die auf die Objekte im Präparat tödlich wirkten. Sie wurden deswegen in einer Küvette mit FeSO_4 -Lösung (nach Pfeffer, 1900) abgefangen. Die Eisensulfatlösung schwächt etwas die Lichtintensität, doch bleibt diese noch hoch genug. Als Immersionsflüssigkeit zwischen dem Objektträger und dem Kondensator benutzte ich zuerst Zedernöl, später, nach einem Vorschlag von Dr. Siedentopf (1910), Wasser.

Was die Präparatenherstellung anbelangt, so ist es bekannt, dass man zu jeder ultramikroskopischen Beobachtung sehr reine Gläser braucht. Ich habe, wie üblich, die Objektträger und Deckgläser in heißer Chromschwefelsäure gereinigt, dann mit Wasser, endlich mit Alkohol (in diesem konnten die Deckgläschen auch aufbewahrt werden) und abermals mit Wasser gespült und mit einem Leintuch getrocknet. Die Gläschen wurden dadurch für meine Zwecke genügend rein, ich musste also die umständlichere Methode, die Siedentopf (1910) für das Studium der Kolloide empfiehlt, nicht anwenden. Die Gläser habe ich schließlich noch mit einem reinen Pinsel abgewischt. Auf einem so gereinigten Objektträger habe ich einen sehr kleinen Tropfen der Kulturflüssigkeit aufgetragen. Nach dem Überdecken mit dem Deckglas bekam ich eine sehr dünne Wasserschicht, wie sie für solche Beobachtungen bekanntlich nötig ist. Wurden größere Objekte untersucht, z. B. *Euglenen* oder *Volvocaceae*, musste ich natürlich die Schicht dicker machen. Dadurch litt die Genauigkeit des Bildes und aus diesem Grund war es unmöglich, z. B. die sicher interessanten Schwärmer der *Vaucheria* zu beobachten. Auch das Beobachten der *Saprolegnia*-Schwärmer misslang, weil ich die ganzen dicken und leuchtenden Hyphen mit Sporangien unter das Deckglas legen musste. Das Deckglas habe ich gewöhnlich mit einem Vaseline ring umrahmt, den ich absichtlich nicht dicht machte, da ich nur die Flüssigkeitsströmungen, nicht aber den Sauerstoffaustausch abhalten wollte.

Als Fehlerquellen bei der Beobachtung kommt Unter- und Überkorrektur der Objektive nicht sehr in Betracht, da es sich nicht um die Beobachtung von Strukturen, sondern von Konturen handelt. Trotzdem wurde das Objektiv immer sorgfältig korrigiert. Siedentopf (1908) hat weiter darauf hingewiesen, dass das sogen. Azimut der Beleuchtung eine Fehlerquelle werden könnte. Bei einseitiger Beleuchtung nämlich werden diejenigen Konturen und Striche besonders deutlich sichtbar, „deren Längsrichtung senkrecht steht zur Hauptachse der beleuchtenden Strahlen.“ Ich habe immer Planspiegel benutzt und jegliche schiefe Beleuchtung vermieden; damit wird ein solcher Fehler beseitigt. Auch bei ganz gleichmäßiger Beleuchtung konnten sehr häufig leuchtende Stellen an den Geißeln beobachtet werden. Es wird sich später zeigen, dass sie

durch Kontraktionen des Geißelprotoplasma bedingt sind. Es wächst nämlich nach Siedentopf die Helligkeit einer ultramikroskopischen Struktur mit der sechsten Potenz ihrer Verdichtung, was für unsere späteren Ausführungen von Wichtigkeit ist. Den Herrn Prof. Dr. Ambronn und Dr. Siedentopf möchte ich an dieser Stelle für die vielen liebenswürdigen Ratschläge, die sie mir anlässlich eines Kursus für wissenschaftliche Mikroskopie in Straßburg zuteil werden ließen, meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

III. Material und Systematisches.

Über die Gewinnung des Materials wird bei den einzelnen Gruppen berichtet. Zur Untersuchung dienten fast alle Gruppen des Pflanzenreichs, bei denen begeißelte Formen vorkommen.

Es wurden Flagellaten und Bakterien besonders eingehend untersucht, weiter grüne und braune Schwärmer, sowie Spermatozoiden von *Marchantia*. Nicht vollständig gelangten zur Untersuchung *Saprolegnia*- und *Chytridien*-Schwärmer und Spermatozoiden von *Chara*, von denen folglich ebenso wie von den völlig ungünstigen Objekten (*Vaucheria*- und *Oedogonium*-Schwärmer, *Tolvox*, Schwefelbakterien u. v. a.) in der Schilderung abgesehen werden soll.

Obwohl ich manche von den untersuchten Arten (das gilt vorzüglich für Flagellaten) mit den schon beschriebenen nur unvollkommen oder gar nicht identifizieren konnte, will ich doch an dieser Stelle auf systematische Fragen nicht eingehen. Außer den Originalabhandlungen habe ich mich besonders des Bütschli'schen Werkes bedient, in der letzten Zeit der Lemmermann'schen Bearbeitung der Flagellaten in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, 1910, der ich in der Begrenzung der Familien gefolgt bin.

IV. Eigene Beobachtungen.

Es sollen die Beobachtungen an den verschiedenen Sippen in folgender Reihenfolge beschrieben werden:

- A. *Flagellata*,
- B. *Bakterien*,
- C. *Chlorophyceae*,
- D. *Phaeophyceae*,
- E. *Hepaticae*,

wobei bei der Reihenfolge praktische Gründe den Ausschlag geben.

A. *Flagellata*⁴⁾.

Viele Flagellaten wurden aus faulenden Pflanzenaufgüssen gewonnen, andere wurden in den Lachen und Tümpeln in der Um-

4) Siehe Seligo (1882), Kent (1880—1882), Bütschli (1883—1887), Senn (1900), Lemmermann (1910), Blochmann (1895).

gebung von Straßburg gefunden, Reinkulturen habe ich nicht angelegt, sie sind bekanntlich bei den Flagellaten sehr schwierig, fast unmöglich und bisher nur selten erzielt worden, nämlich von Zumstein (1900) bei *Euglena* und von H. Mayer (1897) bei *Monas* und *Ochromonas*. Ich habe besonders Arten untersucht, die in vielen Individuen auftraten, der Schwierigkeiten bei der Präparatenerstellung wegen. Auch lehrte mich die Erfahrung, dass solche Arten die Dunkelfeldbeleuchtung besser vertragen als die sporadisch auftretenden, empfindlicheren Arten.

1. Gruppe: *Protomastigina*.

Familie *Monadaceae*⁵⁾. Gattung *Monas*.

Der Körper ist eine einfache Zelle ohne feste Hülle, daher häufig amöboid. Beim Schwimmen nimmt er seine normale Gestalt an,

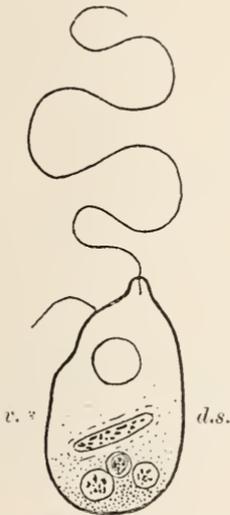


Abb. 1. *Monas vivipara*. Liegendes Individuum im Dunkelfeld. Geißel sichtbar.



Abb. 3. *Monas cordata*. Schwimmendes Individuum. Lichtraum in der Profilansicht, abwechselnde Einkrümmungen zeigend.

er ist dann je nach der Art kugelig, oval, birnförmig, dreieckig u. s. w. Man unterscheidet an ihm zwei Pole, von denen der eine (Hinterende) zu langen Fäden ausgezogen werden kann, während der andere (Vorderende) mehr oder weniger formenfest ist. Am Vorderende befindet sich eine flache Einsenkung, die „Mundgrube“ (Abb. 1), die gewöhnlich keine weitere Differenzierung erkennen lässt. Bei einigen Arten wird sie aber von einer plasmatischen Verdichtung, der sogen. „Mundleiste“ oder dem „Mundstrich“ durchzogen. Durch die Mund-

5) Über Monaden siehe bei Dangeard (1903) und Senn (1900), besonders aber bei H. Mayer (1897).

grube wird eine Bilateralität des Körpers bedingt, man kann eine ventrale (*v. s.*) und eine dorsale (*d. s.*) Seite unterscheiden (vgl. Abb.). An der Mundgrube sind die beiden für die Gattung charakteristische Geißeln inseriert, eine lange Schwimmgeißel und eine ganz kurze Nebengeißel.

Die freie Schwimmbewegung geschieht unter Rotation um die Längsachse, die je nach der Art rasch oder langsam sein kann.

Beobachtet man ein schwimmendes Individuum von *M. obliqua* im Dunkelfeld (Abb. 2, *a—d*), so ist von der Geißel selbst nichts zu sehen. Dagegen erblickt man an ihrer Stelle, dem Körper vorangehend, zwei leuchtende, symmetrisch verlaufende Striche, die sich

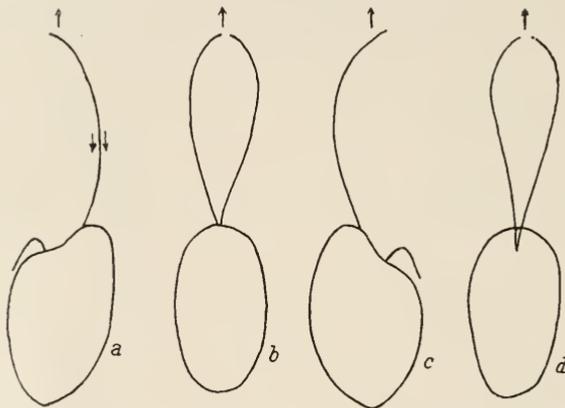


Abb. 2 *a—d*. *Monas vulgaris*. Schwimmendes Individuum im Dunkelfeld. Lichtraum mit Seitenkonturen sichtbar. Die Hauptansichten, die während einer Umdrehung zustande kommen.

- a*) Profilansicht; *b*) Flächenansicht von der Dorsalseite — konvexe Fläche nach oben; *c*) Profilansicht; *d*) Flächenansicht; von der ventralen Seite — konkave Fläche nach oben.

als seitliche Begrenzungen eines weniger hellen Raumes ergeben, den wir „Lichtraum“ nennen wollen. Während der Körper des Flagellaten eine Umdrehung um die Längsachse macht, sehen wir diesen Lichtraum die Veränderungen ausführen, deren vier Hauptphasen in Abb. 2 dargestellt sind. Man sieht also in der Dorsal- und Ventralansicht den Lichtraum wie geschildert, dagegen in der Seitenansicht (Abb. 2 *a u. c*) als eine schmale Sichel. Wir wollen erstere Flächenansicht, letztere Profilansicht nennen. Die Querschnitte des Lichtraumes müssen Ellipsen sein, deren Längsachse von der Basis der Geißel an bis zur Mitte sukzessiv zunimmt und sich dann wieder verkleinert. Während die Seitenkonturen des Lichtraumes an der Basis von einem Punkt ausgehen, berühren sie sich an der Spitze nicht. In der Profilansicht ergibt sich eine ziemlich gleichmäßige Krümmung, deren Konkavseite der Mund-

grube zuschaut; nur die äußerste Spitze ist schärfer gebogen. Bei *Monas obliqua* ist dieser Lichtraum ganz starr nach vorn gerichtet, bei anderen Arten kann er eine etwas andere Gestalt haben, so nämlich, dass auch die Flächenansicht schmal erscheint und bei diesen Lichträumen (besonders bei langgeißeligen Arten) sieht man dann, dass sie sich ununterbrochen und rasch etwas ein- und ausbiegen (Abb. 3) in der Profilan-sicht, ähnlich einem sich abwechselnd etwas mehr und wieder weniger krümmenden Finger.

Beobachtet man ein Individuum von *M. obliqua* längere Zeit, so wird es durch das intensive Licht allmählich geschädigt und statt des „Lichtraumes“ erscheint jetzt (während die Vorwärtsbewegung stark verlangsamt oder ganz sistiert wird) eine noch immer lebhaft „schlängelnde“ Geißel. Es ist also klar, dass der Lichtraum weiter nichts ist als die Summe aller Lagen der Geißel, die von unserem Auge einzeln nicht mehr wahrgenommen werden können, weil sie zu rasch aufeinanderfolgen. Die Geißel umschreibt demnach bei normalem Schwimmen nicht etwa einen Rotationskörper, sondern den oben geschilderten Raum, der manchmal zu einer Fläche zusammengedrückt werden kann.

Über die kleine Geißel wollen wir nur berichten, dass sie während des Schwimmens entweder dem Körper anliegt oder langsam hin- und herpendelt. Sie kann also nicht wesentlich zu dem normalen Schwimmen beitragen.

Auf alle Reize, vor allem auf starkes Licht, reagieren die Monaden, so wie das Jennings (1900) z. B. für *Chilomonas* oder *Euglena* geschildert hat, durch Verlangsamung der Bewegung und durch Änderung der Richtung eventuell bis zu 180°. Wir wollen im folgenden die einheitliche Terminologie von Jennings benutzen und alle Antworten auf Reize als „Fluchtreaktionen“ bezeichnen, diese dann in „Probierreaktion“ und in „Schreckreaktion“ einteilen. Beide können „positiv“ oder „negativ“ im Sinne der früheren Autoren ausfallen, sind aber durchweg darauf zurückzuführen, dass eine Annäherung an das Optimum keine Reaktion hervorruft, wohl aber eine Entfernung von demselben. Wegen anderer Terminologie siehe besonders Rothert (1891) und Pfeffer (1904), Physiol. II.

Mit allen diesen Fluchtreaktionen hängt je eine typische Veränderung des Lichtraumes zusammen, die zum Teil der ähnlich sind, die bei dem Vorwärtsschwimmen der langgeißeligen Arten erwähnt wurde; aber doch sind sie nicht mit dieser zu verwechseln.

Intensivere oder anhaltende Beleuchtung erweitert den Lichtraum im allgemeinen. Langgeißelige Arten erweitern die Profilan-sicht (Abb. 4, 5), kurzgeißelige die Flächenansicht. Als Beispiel eines in der Flächenansicht erweiterten Lichtraumes sei *Monas*

marina genannt, die in anderen Fällen aber auch die Profilansicht erweitern kann.

Die Abb. 6 *a, b* zeigt die Verbreiterung der Flächenansicht, sie zeigt auch, dass in der Profilansicht eine Veränderung eintritt, nämlich eine stärkere Krümmung. Das Individuum, das vorher annähernd geradlinig schwamm, macht infolgedessen unter Verlust der Rotation breite Kreise in der Ebene des Präparats. Diese sind als nieder-

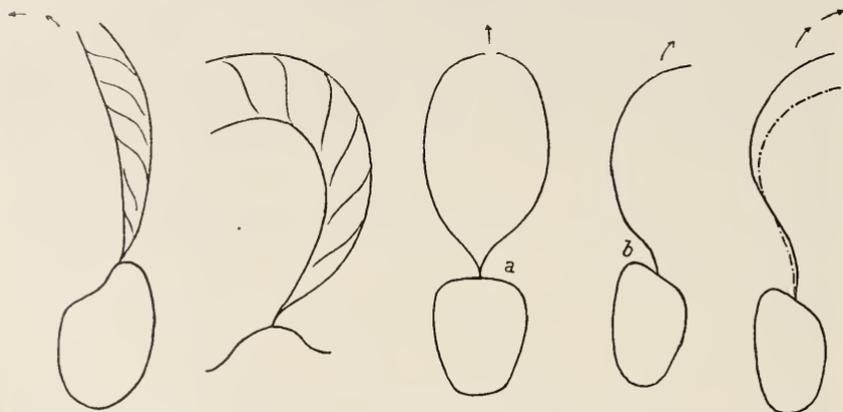


Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6 *a—b*.

Abb. 7.

Abb. 4—5. *Monas vivipara*. Erweiterte Profilansicht des Lichtraumes; zwischen beiden Seitenkonturen Lichtlinien sichtbar.

Abb. 6 *a—b*. *Monas marina* n. sp. Erweiterung des Lichtraumes in der Flächenansicht (Abb. *a*). Die Profilansicht (Abb. *b*) bleibt strichförmig, wird aber stärker eingekrümmt.

Abb. 7. *Monas marina* n. sp. Ein Individuum breit kreisend in der Richtung der Pfeile. Übergang aus der Profil- in die Flächenansicht durch Rotation.

gedrückte Schraubenbahnen aufzufassen. Wenn eine teilweise Rotation doch gelingt, resultiert eine Bewegung in Halbkreisen, die sich in Wellenform aneinander anschließen. In beiden Fällen (bei Bewegung „in weiten Kreisen“ und in Halbkreisen hängt mit der Erweiterung des Lichtraumes eine Erweiterung des Bahnquerschnittes zusammen. Die Wellenbahn wird so verfolgt, dass die konkave Seite des Lichtraumes (in der Profilansicht gedacht) dem Kreisinnern zugewandt ist (s. Abb. 7). (Fortsetzung folgt.)

Valentin Haecker. Allgemeine Vererbungslehre.

Braunschweig. Friedr. Vieweg & Sohn. 1911. 392 S. Preis 14 Mk.

Haecker gibt in seinem schön illustrierten Buche eine Zusammenfassung des jetzigen Standes der Vererbungslehre, wobei er besonderen Wert darauf legt, die Ergebnisse der Forschung auf

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. 645-654](#)