Biologisches Zentralblatt

Begründet von J. Rosenthal

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig
Professor der Botanik Professor der Zoologie
in München

herausgegeben von

Dr. E. Weinland
Professor der Physiologie in Erlangen

Verlag von Georg Thieme in Leipzig

37. Band **September 1917** **Nr. 9**

ausgegeben am 30. September

Der jährliche Abonnementspreis (12 Hefte) beträgt 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, die Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Menzingerstr. 15, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. E. Weinland, Erlangen, Physiolog. Institut, einsenden zu wollen.

Inhalt: A. Pascher, Von der merkwürdigen Bewegungsweise einiger Flagellaten. S. 421.
H. Kutter, Myrmikologische Beobachtungen. S. 429.
A. Sokolowsky, Beiträge zur Biologie der See-Elefanten. S. 438.
F. Heikertinger, Über einige Versuche mit *Lytta vesicatoria* L. zur selektionistischen „Schutzmittel"-Frage. S. 446.
Referate: E. Zander, Die Zukunft der deutschen Bienenzucht. — Zeitgemäße Bienenzucht. S. 461.

Von der merkwürdigen Bewegungsweise einiger Flagellaten.

Von Adolf Pascher.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

Wie der Vogel an den Federn so wird die Flagellate an der Geißel erkannt und beide sind charakteristische Bewegungsorgane, die ihre charakterisierende Bedeutung auch dann nicht verlieren, wenn sie in ihrer Funktion um- oder ausgeschaltet werden und z. B. bei einzelnen Flagellaten die Geißeln nicht mehr zum Rudern, sondern zum Schreiten benützt werden und als Gehwerkzeuge dienen. Oder wenn neben der Geißelbewegung eine Art der Ortsveränderung sich ausbildet, die vielleicht zunächst noch neben der Geißel vorkommt, bis schließlich diese als Bewegungsorgan ausgeschaltet wird und funktionslos ist.

Im Jahre 1877 beschrieb R. Hertwig eine neue, den Noktiluken verwandte Flagellate: *Leptodiscus medusoides*. Sie erreicht ziemliche Größe und hat die Form einer $1-1^1/_2$ mm im Durch-

messer messenden dünnen Scheibe, die nach dem Rande hin verdünnt ist und einer nicht sehr tiefen Schale gleicht, deren Boden zentral etwas unvermittelt verdickt ist. Hier ist das „Zentralplasma", in dem auch der Kern liegt und von dem aus strangartiges Netzwerk die Schalenwand durchzieht. Die Geißel inseriert in bestimmter Weise am konvexen Teile der Schale und kommt für die Bewegung des Organismus kaum mehr in Betracht. Vielmehr schwimmt die Flagellate völlig nach dem Muster einer Schirmqualle: an der Hohlseite der Schale verlaufen feine Myoneme, durch deren Tätigkeit sich der schalenartige Protoplast der Flagellate wie der Schirm einer Qualle zusammenzieht und wieder erweitert. Durch dieses rhythmische Auf- und Zusammenziehen der Schale kommt die Bewegung zustande.

So soll sich nach Kofoid (1905) auch *Craspedotella* verhalten, die im Prinzipe *Leptodiscus* gleich gebaut ist, im Gegensatze dazu aber eine ringförmige zarte Lamelle besitzt, die über die weite Mündung der gewölbten Protoplastenschale gespannt ist und nur zentral in der Achse ein Loch frei läßt. Diese Gattung ist einer kleinen Meduse noch viel mehr ähnlich und Kofoid nennt mit großem Recht diesen Organismus ein Beispiel für Konvergenz.

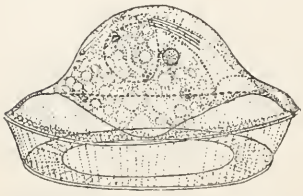

Fig. 1. *Craspedotella* Kofoid, schirmquallenartig gebaute Cystoflagellate — nach Kofoid aus Doflein. Lehrb. d. Protistenkunde, 4. Aufl.

Diese merkwürdige Bewegung, hervorgerufen durch rhythmisches Kontrahieren der schirmartigen Protoplasten ist aber bei den Flagellaten, wie zwei neue Fälle beweisen, die hier beschrieben werden sollen, noch weiter verbreitet, und zwar nicht nur bei jener Flagellatenreihe, der die Cystoflagellaten, die mit den Dinoflagellaten im engen Anschlusse stehen, angehören, sondern auch bei einer anderen Flagellatenreihe, für die man für gewöhnlich keine besondere Formenfülle innerhalb der einzeln lebenden Typen vermutet.

In der Ostsee bei Warnemünde am Übergang zum Breitling war in kleinen, mit faulenden Algen ausgefüllten Lachen eine kleine grüne Monade mit ganz abweichendem Bau zu finden. Die Zelle hatte die Form einer schalenförmigen, ziemlich stark gebogenen Platte, die annähernd wohl einem Hohlkugelabschnitte entspräche, aber gegen die Ränder mehr flach und weniger gewölbt war. In der Mitte, am Pole, war sie am stärksten, gegen die Ränder verdünnte sie sich allmählich. Der Rand selber war nicht kreisförmig, sondern ausgesprochen viereckig, wobei die Ecken leicht vorgezogen waren. Die Zelle hatte also die Form einer ziemlich gewölbten Schale mit viereckigem, nicht rundem Rande. Der konvexen Seite der Schale

lag ein großer grüner, an den muldenförmigen Rändern unregelmäßig gelappter Chromatophor an, der aber die Schalenwand in einem breiten Ring frei und klar ließ. Der Chromatophor hatte kein Pyrenoid, wohl aber Stärke in Form kleiner Körnchen; ein großes Stigma war immer zu finden. In der Nähe der Mitte des muldenförmigen Chromatophoren war der Zellkern. Eine differenzierte Hülle wie bei *Chlamydomonas* z. B. war nicht nachzuweisen; der Protoplast war sehr metabolisch, kontraktile Vakuolen fehlten wie fast immer bei nackten Flagellaten des Meeres, so auch hier.

Fig. 2. *Medusochloris* Pascher, eine Volvocale mit ausgebreiteten, schirmartigen Protoplasten, von der Seite gesehen.

An jeder Ecke der Zelle saß eine zarte Geißel, die merkwürdig schlaff war und nicht jene eigenwillige bestimmte Form hatte wie es sonst bei Flagellaten der Fall ist. Die Geißeln waren auffallend lang, 2—3 mal länger als der Querdurchmesser der Zelle betrug. Die Monade vermehrte sich durch Längsteilung, der Protoplast spaltete sich direkt in zwei Hälften auf. Damit ergibt sich mit Sicherheit die systematische Stellung der Monade, sie gehört zu den Polyblepharidinen, den nackten Volvocalen.

Eine ganz ähnliche Zellform hatte eine andere farblose Flagellate, die in alten Kulturen mit Meeresalgen wuchs. Sie hatte die Form eines sehr flachen geraden Kegels, der annähernd in der halben Höhe eine deutliche Querfurche hatte; an einer Stelle aber verbreiterte sich die Querfurche bis zu der Basis des Kegels und bildet hier eine ziemlich breite Längsrinne aus, die sich bis zum Rande fortsetzte. Dadurch war der Umriß der Kegelbasis nicht kreisrund, sondern sehr breit nierenförmig. In der Querfurche schwang eine Geißel in kleinen Wellen. Die Monade ist daher jedenfalls als eine Peridinee anzusprechen, bei der der Teil unter der Querfurche sich aber sehr bedeutend verbreitert hat. Die schwingende Geißel ist die Quergeißel der beiden Peridineengeißeln, die von der Querfurche zur Kegelbasis ziehende Rinne eben die Längsfurche, die aber keine Geißel mehr hat. Die Längsgeißel der Peridineen ist hier allem Anscheine nach verloren gegangen. Nun besitzt dieser Zellkegel keine solide Grundfläche, sondern die Geißelfläche ist stark eingedrückt wie der Boden einer Weinflasche und besitzt wie dieser axial eine kleine Vorwölbung. Die Zelle ist daher

nur im oberen Teil ein massiver Kegel, hier ist auch der Zellkern; der Teil unter der Querfurche entspricht einem Hohlkegel, dessen

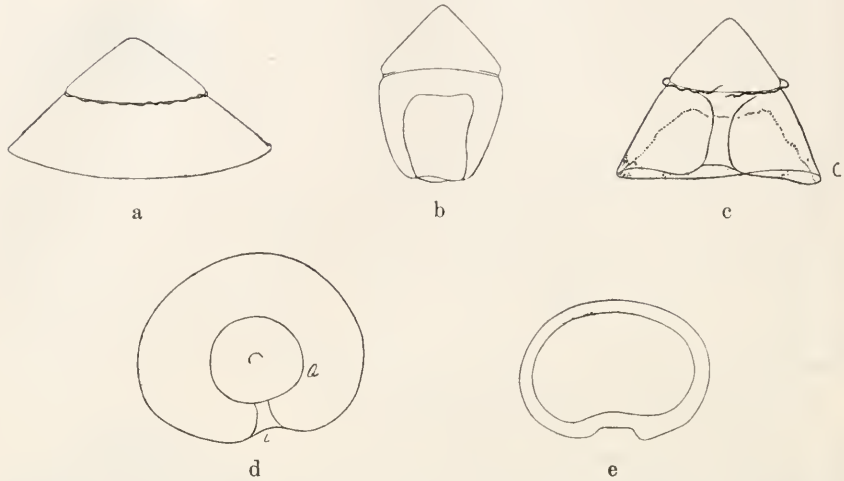

Fig. 3. a. *Clipeodinium* Pascher, eine Peridinee mit gleichfalls schirmartigen Protoplasten,
b. in zusammengezogenem Zustande,
c. halb zusammengezogen, von der Längsfurchenseite her gesehen.
d. halb zusammengezogen, von oben, $Q =$ die Querfurche, $L =$ Längsfurche,
e. optischer Querschnitt von *Clipeodinium* in halber Höhe der hohlkegelförmigen Basalteile geführt; Längsfurche deutlich.

Wände sich gegen den Rand verdünnen. Damit bekommt die ganze Zelle ebenfalls die Gestalt einer muldenförmig gebogenen Schale, deren Querdurchmesser vielleicht 2—3 mal so groß ist als die Höhe.

Beide Monaden, die grüne und diese farblose Dinoflagellate, haben also die gleiche Zellform.

Und bei beiden ist die Geißel kaum noch das hauptsächliche Lokomotionsorgan. Beide werden durch die rhythmischen Kontraktionen des schirmförmigen Protoplasten bewegt, genau so wie *Craspodetella* oder *Leptodiscus* oder die Schirmquallen. Bei beiden geht der Schirm mit der konvexen Seite voran. Es ist dies aber nicht derselbe Pol bei beiden Monaden.

Bei der grünen Monade — ich nenne sie *Medusochloris phiale* — werden die vier Geißeln nachgezogen. *Medusochloris* ist aber eine Volvocale resp. eine Polyblepharidine. Bei diesen sind die Geißeln immer am Vorderende angefügt, wie z. B. bei *Chlamydomonas* oder *Carteria*, nur ist hier bei *Medusochloris* das Vorderende ganz unerhört verbreitert und die Geißeln sind dadurch sehr weit voneinander gerückt. Das morphologische Vorderende ist bei *Medusochloris* die

Konkavseite und stellen wir *Medusochloris* auf wie eine *Chlamydomonas* mit nach oben gerichteten Geißeln, dann kommt die Konkavseite nach oben wie auch die Geißeln nach oben gerichtet sind. Tatsächlich bewegen sich auch fast alle einzeln lebenden Volvocalen mit dem morphologischen Vorderende nach vorne. Bei der Schwimmbewegung von *Medusochloris* infolge der rhythmischen Kontraktionen des Schirmprotoplasten geht aber das Hinterende voran und das Vorderende hinten und die Geißeln werden nachgeschleppt. Die Kontraktionen erfolgen sehr rasch, ungefähr 4 auf 5″. Diese Verhältnisse variieren gewiß sehr nach äußeren Umständen, dabei ist die Monade mit ihrer Längsachse nicht genau in die Bewegungsrichtung eingestellt, sondern steht etwas schief dazu.

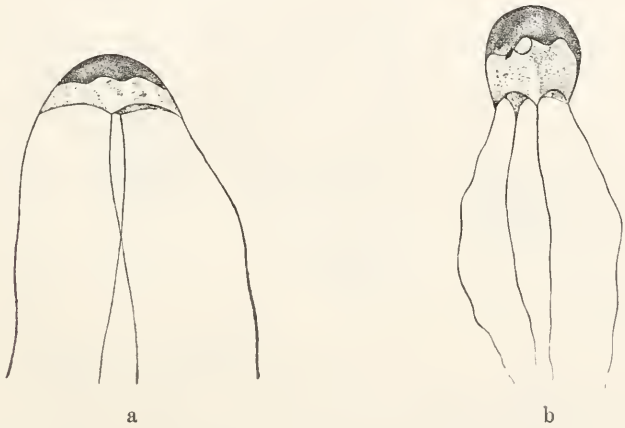

Fig. 4. *Medusochloris*. *a* in aufgeklapptem, *b* in zusammengeklapptem Zustande.

Nun ist bei *Medusochloris* die Einfügung der Geißeln an den Ecken der Platten erfolgt. Es muß ein bedeutender Reibungswiderstand da sein, was sich daraus leicht ersehen läßt, daß zu Beginn dieser Klappbewegung der Schirmes, nur der proximale Teil der Geißeln mit hin- und herbewegt wird, die distalen Enden aber diese Bewegung nicht mitmachen. Erst wenn die Lokomotion eingesetzt hat, dann nehmen die nach rückwärts gerichteten Enden der Geißeln eine Lage ein, einerseits durch die passiven rhythmischen Bewegungen der unteren Geißelhälften, andererseits durch die Vorwärtsbewegung des Organismus im Wasser hervorgerufen, wozu noch die Rotation der Protoplasten in seiner Längsachse kommt. Im allgemeinen ist während der Bewegung an den Geißeln nur eine leichte Schlängelbewegung zu bemerken und da der Organismus während der Bewegung um seine Längsachse rotiert. läge es nahe, diese Rotation auf die Schlängelbewegung der Geißeln zurückzuführen. Ich kann dies aber nicht bestimmt behaupten, es

läßt sich die Rotation um die Achse auch bei bloßer rhythmischer Kontraktion begreifen. Während der Kontraktion ist der Schirm von *Medusochloris* fast kugelig, von unten wie auch von der Seite ist leicht zu bemerken, daß die vier Ecken, die den vier stumpfen Radiarkanten des Protoplasten entsprechen, auch während der Kontraktion zwar undeutlich geworden, dennoch aber erkennbar sind.

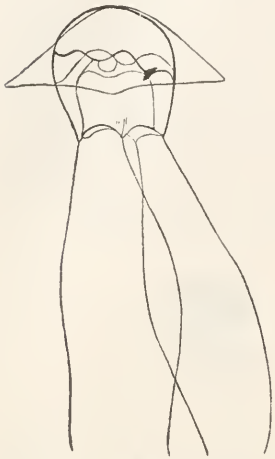

Fig. 5. *Medusochloris.* *a* zusammengeklappt, *b* aufgeklappt (*b* mit zu regelmäßigem Umriß, in Wirklichkeit sind die Seiten nicht immer gleich lang).

Medusochloris scheint mir keine glückliche Lösung des Problems einer Verbindung der Klapp- mit der Geißelbewegung zu sein, die vier an die Ecken so weit auseinander gestellten Geißeln, stellen eben eine durch ihre Reibung im Wasser bedeutende Hemmung für jede einzelne Kontraktion der Schirmes dar. Mechanisch vorteilhafter, mit geringerer Reibung im Wasser verbunden wäre die Insertion der Geißeln im Zentrum der Oberfläche, dann kämen die Geißeln von vornherein in die Längsachse der Zelle zu stehen. Diese zentrale Einfügung ist ja bei den Volvocalen üblich, auch bei vorn verbreiterten Typen (*Pyramimonas*, *Asteromonas* etc.). Doch sind auch weit auseinandergerückte Geißeln, wie hier, bei den Volvocalen nicht unvermittelt, es gibt Typen, bei denen die 2 oder 4 Geißeln auch bei birnförmigen Protoplasten weit voneinander abgerückt sind (*Gloeomonas*, *Tetratoma* und einige neue Gattungen).

Der schirmartige Protoplast der erwähnten farblosen Peridinee, sie sei *Clipeodinium medusa* genannt, arbeitet genau so wie der von *Medusochloris phiale*. Hier ist aber nicht der ganze Protoplast an der Klappbewegung beteiligt, sondern das verbreitete, basale Hohlkegelstück unter der Querfurche (die Spitze des Kegels als „oben“ angesehen). Nur dieser Teil kontrahiert sich, der obere solide kegelförmige Teil ändert kaum seine Form, während der basale im Momente der stärksten Kontraktion mehr oder weniger die Form einer kurzen, bauchig erweiterten Röhre, oder die einer unten offenen Hohlkugel annimmt. Während aber die *Medusochloris* verkehrt zur Bewegungsrichtung orientiert ist und mit dem

Fig. 6. *Clipeodinium* in den extremen Stellungen.

morphologischen Basalende vorangeht, steht bei *Clipeodinium* Bewegungsrichtung und Orientierung der Protoplasten im Einklang: bei *Clipeodinium* geht das nach der landläufigen Aufstellung der Peridineen obere Ende voraus. Allerdings stellt sich die Kegelachse der Protoplasten auch nicht genau in die Bewegungsrichtung, so wenig wie die Achse von *Medusochloris*, sondern steht ein wenig schief dazu. Auch bei *Clipeodinium* rotiert die Zelle um ihre Kegelachse, was bei der schlängelnden Bewegung der erhalten gebliebenen Quergeißel leicht verständlich ist. Übrigens ist die Tourenzahl der Protoplasten höher als bei *Medusochloris*. Es wäre auch anzunehmen, daß das Fehlen der Längsgeißel eine Anpassung an die Klappbewegung des Protoplasten, für welche sie jedenfalls hinderlich wäre, sei.

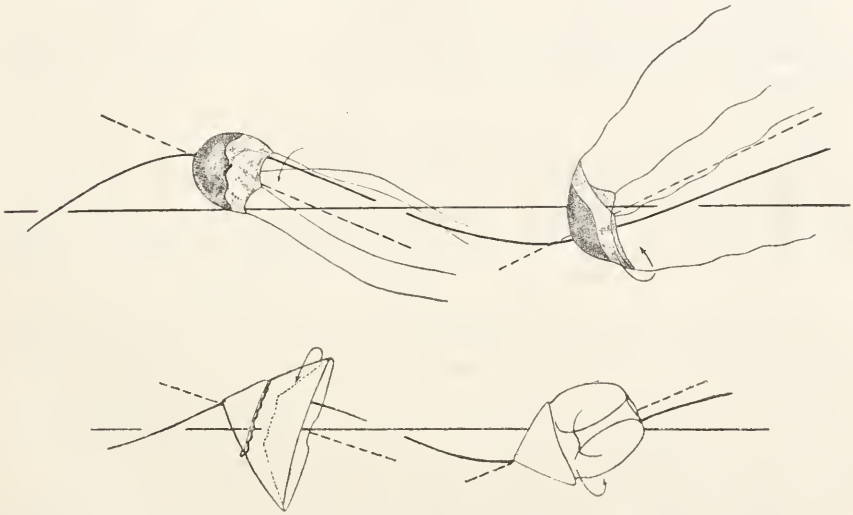

Fig. 7. Bewegung von *Medusochloris* und *Clipeodinium*. Die Achsen stehen schief zur Bewegungsrichtung, zugleich erfolgt Rotation um die Längsachse und schraubige Rotation um die Bewegungsrichtung. Bei *Medusochloris* geht das morphologische Hinterende, bei *Clipeodinium* das Vorderende voran.

Bei beiden Organismen kommt auch Lokomotion mittels der Geißeln allein ohne diese Klappbewegungen der schirmförmigen Protoplasten vor. Bei *Clipeodinium* ist es dann die Quergeißel, die Rotation und sehr unbeholfenes Hin- und Herschaukeln ohne wesentliche Ortsveränderung erzeugt. Bei *Medusochloris* ist aber dann eine wesentliche Ortsveränderung zu bemerken; bemerkenswert ist, daß dann der Körper anders zur Bewegungsrichtung orientiert ist: bei der Medusenbewegung geht das konvexe Basalende voran, die Geißeln werden nachgezogen, bei der Geißelbewegung aber gehen die Geißel und die Hohlseite des Protoplasten voran. Der Organismus schwimmt dann, wie eine andere einzeln lebende

Volvocale; nur rudern die Geißeln nicht in gleichmäßigen Schlägen wie bei diesen, sondern schlängeln mehr, es kommt dadurch ein langsames, wackelndes Vorwärtsschrauben zustande. Es ist nicht abzuweisen, daß die Geißeln (sie sind sehr auffallend schlapp, bereits nicht mehr auf ganzer Funktionshöhe) durch die Einstellung auf die andere Bewegungsweise bereits gelitten haben.

Bewegungsrichtung und Körperachse fällt während der Bewegung, wie bereits erwähnt, nicht zusammen, sondern stehen sehr schief zueinander, wobei der Winkel ziemlich beibehalten wird. Infolge der Rotation der Zelle um die eigene Achse, die immer bei der Bewegung vorhanden ist, nimmt der Körper auch nicht immer dieselbe relative Lage zur Bewegungsrichtung ein, sondern er rotiert außerdem um die Bewegungsrichtung als Achse, so daß er bei konstanter Rotation des Zellkörpers um seine eigene Achse langgezogene Schraubengänge um eine Linie, die mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt, beschreibt.

Die Klappbewegungen sind jedenfalls als eine Spezialisation der sonst bei nackten oder mit differenzierten Protoplasten versehenen Monaden so sehr verbreiteten Metabolie anzusehen. Der zähflüssige Protoplasmakörper der meisten Flagellaten steckt ja förmlich in einem fast muskulär ausgestalteten Beutelchen, das oft sehr wohl gegen den Inhalt abgegrenzt ist. Bei den meisten Formen sind nun feinere Strukturen kaum nachzuweisen, obwohl sie vorhanden sind. Bei den derben Cryptomonaden und Eugleninen aber kennen wir bestimmte Streifensysteme, die bestimmten kontraktilen und starren Strukturen entsprechen, wie sie speziell für Euglene in schöner Weise von Klara Hamburger aufgezeigt wurden.

Diese Periplaststruktur, bestehend aus kontraktilen und elastischen Komponenten, bewirkt bei vielen Euglenen die Metabolie, bei den Cryptomonaden aber eine Lokomotion, die völlig ohne Geißelbewegung vor sich geht, durch starke Kontraktionen dieser Hautschicht hervorgebracht wird und sich in einem ruckartigen Springen äußert (vgl. *Cryptomonas, Cyathomonas*, besonders aber *Chroomonas pulex*). Bei den Polyblepharidinen, zu denen *Medusochloris* gehört, ist Metabolie sehr häufig. Aber auch bei den Dinoflagellaten. Hier konnte ich aus faulenden Süßwässern eine farblose *Gymnodinium* studieren, deren obere Hälfte ebenfalls kegelig ist, dessen Basalpartie aber ebenfalls ungemein formveränderlich ist und hier mit die Aufnahme organischer Körperchen besorgt, wobei es sich um Metabolie und nicht um Amoeboidie handelt. Gerade dieses *Gymnodinium* läßt es aber verstehen, wie es bei Ausnützung dieser basalen Metabolie für die Bewegung zu Formen wie *Clipeodinium* gekommen sein mag.

Im Prinzipe müßten zwei mechanische Systeme vorhanden sein, ein radiär dilatorisches und ein peripheres, kontraktiles. Ersteres könnte starr sein und elastisch dem peripheren, kontraktilen entgegenwirken. Das scheint nun bei *Medusochloris* der Fall zu sein, hier scheinen die vier Partien, die den vier Ecken entsprechen, entschieden weniger geschmeidig, steifer zu sein als die Zwischenpartien, diese Stumpfkanten sind auch im zusammengeklappten Zustande noch sehr deutlich und es genügt; bei *Medusochloris* ringförmige Kontraktionsfasern, sei es in der Form eines geschlossenen, oder durch die vier Kanten in vier Abschnitte zerlegten Ringes anzunehmen. Da bei *Medusochloris* die Hautschicht sehr körnig ist, führte die Beobachtung in vivo zu keinem Ergebnisse. Und zu Färbungen lag zu wenig Material vor, ganz abgesehen davon, daß gerade solche Strukturen nicht einwandfrei eindeutig durch Färbungen erhältlich sind. Bei *Clipeodinium* konnte ich von radiären Systemen nichts bemerken, dagegen schien es mir, als ob der hohle basale Halbkegel im Längsschnitte seines Mantels deutlich Verdichtungen aufwiese, die sich durch andere Lichtbrechung erkennbar machten und Querschnitten zirkulärer Kontraktionssysteme entsprechen könnten. Auch hier gebrach es an Material, außerdem erschien mir das lebende Objekt wichtiger als das gefärbte Präparat.

Prag, 5. Mai 1917.

Literatur.

Hamburger, Kl. (1911). Studien über *Euglena Ehrenbergii*, speziell über die Kristalle. Sitzber. Heidelb. Akad. Wiss.

Hertwig, R. (1877). Über *Leptodiscus medusoides*, eine neue, den Noktiluken verwandte Flagellate. Jen. Zeitschr. f. Naturw. XI, S. 307.

Kofoid, C. A. (1905). *Craspedotella*, a new genus of Cystoflagellatae, an example of convergence. — Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. XLVI, S. 163.

Pascher, A. (1914). Süßwasserflora Bd. II, Cryptomonadinae (Fischer, Jena).

Uiehla, Wl. (1911). Die Stellung der Gattung *Cyathomonas* im System der Flagellaten. — Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIX.

Myrmikologische Beobachtungen.

Von Heinrich Kutter (Zürich).

1. Zur Biologie und Psychologie einiger *Formica*-Arten.

In seiner Arbeit: „Zur Kenntnis der Ameisen und Ameisengäste von Luxemburg," III. Teil, spricht Wasmann auf S. 12 die Vermutung aus, daß „beim Brutparasitismus von *Formica* die Königin der Hilfsameisenart gelegentlich durch die Königin der adoptierten Art beseitigt werden könnte" [1]). Diese Vermutung nachzuprüfen

1) Wasmann hatte auch Gelegenheit, durch eigene Beobachtung diese Vermutung zu bestätigen; siehe hiezu: Wasmann, „Über den Ursprung des sozialen Parasitismus, der Sklaverei und der Myrmikophilie bei den Ameisen". Biolog. Zentralblatt, Bd. 29, 1909, S. 663 u. 683 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: 37

Autor(en)/Author(s): Pascher Adolf

Artikel/Article: Von der merkwuÌˆrdigen Bewegungsweise einiger Flagellaten. 421-429