

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.

Der Abonnementspreis für 24 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

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. Dezember 1911.

N^o 23.

Inhalt: Uehla, Ultramikroskopische Studien über Geißelbewegung (Schluss). — Miele, Über den Okzipitalleck von *Haplohilus panchar*. — Miele, Über die javanische *Myrmecodia* und die Beziehung zu ihren Ameisen. — Lubosch, Was lehrt die Phylogenese der Gelenke für die Beurteilung des Kaugelenkes der Säugetiere? — Arrhenius, Das Schicksal der Planeten. — Sjöstedt, Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen zoologischen Expedition nach dem Kilimandjaro, dem Meru und den umgebenden Massai-steppen Deutsch-Ostafrikas 1905—1906. — Berichtigung.

Ultramikroskopische Studien über Geißelbewegung.

Von Vladimir Uehla.

(Schluss.)

D. *Phaeophyceae*.

Familie *Ectocarpaceae*²⁶⁾.

Schwärmer²⁷⁾ von *Phyllitis fascia* und *Scytosiphon* gewann ich, wenn ich die Algen in feuchter Luft dunkel hielt, und dann eine Probe in Wasser legte. In 5—10 Minuten wimmelte es von Schwärmern; *Scytosiphon* erwies sich noch günstiger als *Phyllitis*. Beim wiederholten Herausnehmen aus dem Wasser konnte die Schwärmerproduktion bei *Scytosiphon* viele Tage lang fort dauern, während *Phyllitis* alsbald unter diesen Bedingungen gelitten hatte.

Die Beobachtungen wurden im Winter und wegen der großen Empfindlichkeit der Schwärmer gegen höhere Temperaturen in kaltem Raum ausgeführt. Trotzdem gingen die Schwärmer im Dunkelfeld sehr rasch zugrunde. Die hohe Intensität war es nicht, sondern

26) Herr Prof. Kuckuck (Helgoland) hatte die große Liebeshwürdigkeit, mir mehrfach lebendes Material von Ectocarpaceen mit Sporangien zuzusenden, wofür ich ihm bestens danke.

27) Siehe besonders Berthold (1881, 1897), Goebel (1878), Oltmanns (1897), Sauvageau (1896), Thuret (1850), Thuret et Bornet (1878).

der Luftabschluss, der sie schädigte. Denn ins Dunkelfeld ohne Deckglas gebracht, blieben sie sehr lange munter.

Der Körper eines Schwärmers²⁸⁾ ist birnförmig. Das schmale Ende ist das Vorderende des Körpers. In der Mitte der etwas abgeplatteten ventralen Seite sind die beiden Geißeln inseriert; die dorsale Seite ist mehr gewölbt (Abb. 67 a). Die Geißeln sind als Schwimmgeißel und Schleppgeißel ausgebildet. Die Schwimmgeißel ist 2—4mal so lang wie der Körper, die Schleppgeißel ungefähr von Körperlänge. Die Tätigkeit während der Bewegung wurde früher nicht beobachtet.

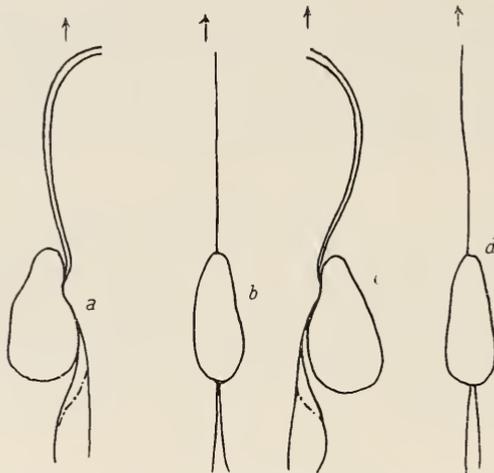


Abb. 67. *Scytosiphon lomentarius*. a—d Ein schwimmendes Individuum in 4 Hauptphasen. Lichtraum der Schwimmgeißel in der „Profilsicht“ flächenförmig, in der „Flächenansicht“ strichförmig.

Die Schwärmer schwimmen im Dunkelfeld schnell, mit ziemlich rascher Rotation. Eine Umdrehung entspricht etwa einem Wege von 2—3facher Körperlänge. Die Schwimmgeißel ist in einem Lichtraum verschwunden, dessen Gestalt ganz an den von *Monas* erinnert, der sich aber dadurch von jenem unterscheidet, dass (in normalem Zustand) die „Flächenansicht“ (Abb. 67 a, d) ganz strichförmig, die Profilsicht dagegen (Abb. 67 a, c) schmal flächenförmig aussieht. Von der Profilsicht aus ist im Lichtraum ein leises Zittern wahrzunehmen, das wohl von sehr engen Flächenwellen stammt. Die konkave Seite des Lichtraumes ist der ventralen Körperseite zugewendet.

Die hintere Geißel dient offenbar als Steuer. Sie bewegt sich anders als die Schwimmgeißel. Die dem Körper zugewendete Seite ihres Lichtraumes leuchtet stärker, ist mehr eingekrümmt (siehe

28) Dessen Entwicklung und Morphologie unter anderen Kuckuck (1892, 1898), Thuret (1878) und Berthold (1881) studiert haben.

Pandorina) und kürzer. Hier (Abb. 67 *c*) erfolgt der Schlag. Eine Lichtlinie wie bei *Pandorina* ist auch hier manchmal sichtbar. Sie entspricht, wie sich bei Verlangsamung der Bewegung zeigt, der Geißel, die den Lichtraum nicht nur umschwingt, sondern bei dem Übergang in die Kontraktionslage vorübergehend eine schraubige Einkrümmung annimmt, um dann wieder in eine einfache Biegung überzugehen. Bei der Profilansicht erscheint der Lichtraum schmal und symmetrisch.

Breites Kreisen erfolgt bei *Scytosiphon* mit Rotation. Der Lichtraum der Schwimmgeißel erweitert sich in der Flächenansicht und es liegt da eine volle Analogie mit *Monas* vor. Bei *Phyllitis* kreist

Abb. 68.

Phyllitis fascia.

Kreisendes Individuum ohne Rotation
Lichtraum asymmetrisch.

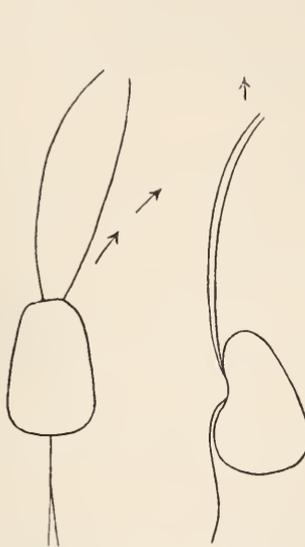


Abb. 68.

Abb. 69.

Dasselbe. Kreisendes Individuum mit Rotation.
Lichtraum in Profilansicht.

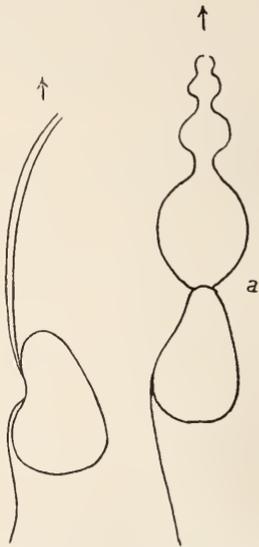


Abb. 69.

Abb. 70.

Dasselbe. Langsam schwimmendes Individuum. Geißel in Flächenwellen bildet Lichtraum (a). Profilansicht bleibt strichförmig.

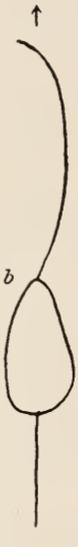


Abb. 70.

der Körper ohne oder mit langsamer Rotation, die Rückenseite gleitet auf dem Substrat. Die Schwimmgeißel erweitert ihren Lichtraum nicht symmetrisch (Abb. 68 *a*, 69 *b*). Die weniger ausgebauchte Seitenkontur liegt an der inneren Seite des Kreises.

Wenn die Bewegung verlangsamt wird, erweitert sich der Lichtraum in der Flächenansicht ganz gewaltig. Endlich können die Schwingungen so langsam werden, dass der Lichtraum schwindet. Während jetzt die Geißel reine Flächenwellen ausführt, schwimmt das Individuum (die Schleppgeißel ist meistens schon starr) doch nach vorn (Abb. 70 *a*, *b*). Ich führe diese Erscheinung, die wohl schon eine Schädigung vorstellt, nur deswegen an, um zu zeigen, dass es mehrere Möglichkeiten gibt, um eine wirksame Schwimmkomponente zu gewinnen.

Nachdem Geschilderten folgt die Bewegung der Ectocarpaceenschwärmer mehr den Prinzipien, die wir bei *Monas* schilderten, als

den bei *Bodo* beobachteten. Mit der Entwicklung einer Schleppgeißel, die das nötige Steuern durch Neigung des Lichtraumes leicht besorgt, mag es zusammenhängen, dass die Schwimmgelbsteife und weniger abwechslungsfähig geworden ist als die Hauptgeißel von *Monas*. Eine Abbiegung des Lichtraumes wurde dementsprechend nie beobachtet.

E. *Hepaticae*.

Marchantia polymorpha. Das Entstehen und die Morphologie der Spermatozoiden von *Marchantia* wurde besonders durch Arbeiten von Guignard (1889), Ikeno (1903) und Belajeff (1894) klargelegt. Bisher wurde nur auf die Bewegung des ganzen Spermatozoiden geachtet. Dasselbe gilt von den Farnspermatozoiden²⁹⁾.

Die *Marchantia*-Spermatozoiden haben, wie überhaupt die Spermatozoiden der Moose, für isokont gegolten. Ich fand dagegen, dass sie heterokont sind.

Der Körper ist spiralig gewunden. An dem dünneren Vorderende, an einem besonderen Ansatz, sind die beiden Geißeln angewachsen. Sie sind sehr starr, lang und in kurzen, flachen (= bandförmigen) Raumwellen gewunden.

Was das Beobachten während des Schwimmens anbelangt, so entstehen Schwierigkeiten dadurch, dass bei dem Austritt der Spermatozoiden auch viel Schleim austritt, der im Dunkelfeld, wie alle Kolloide, eine milchige Trübung liefert. Es wurde deswegen ein reifer Hut mit Antheridien nur einen Moment in einen klaren Wassertropfen gelegt und so eine erwünschte Verdünnung des hervorquellenden Schleimes erzielt.

Bei der normalen Schwimmbewegung schraubt sich der Körper, der rechtsschraubig gewunden ist, unter Rotation in das Wasser ein. Die Geißel I ist dabei um ihn in einer gleichsinnigen Schraube gewunden (Abb. 71); einige lange und schmale Raumwellen verlaufen an ihr. Während die Wellen der Spitze zu verlaufen, tritt abwechselnd eine Kontraktion und Dilatation der Geißel ein. Alles das geschieht so langsam, dass kein Lichtraum entsteht. Durch die Kontraktion erteilt sie der Spitze des Körpers einen Drehimpuls, sie schraubt den Körper ein. Die Geißel II verläuft durch die fast kreisförmige Schleife der Geißel I nach hinten und wird beim Vorwärtsschwimmen nachgezogen. Es verlaufen an ihr sehr viele kurze und starre Raumwellen, so dass die Geißel einem *Spirochacte*-Körper ähnelt. Sie verlaufen ruckweise, die steifere Seite der Wellen leuchtet (Abb. 71, 72); Azimutfehler in der Beleuchtung ist bei dieser Beobachtung ausgeschlossen. Die Dilatationen geben hier einen Schlag nach hinten. Außerdem ist die ganze Geißel in

²⁹⁾ Siehe Bruchmann (1909), Lidforss (1905), K. Shibata (1905) und besonders Hoyt (1910).

ein bis zwei lange Raumwellen gewunden, was möglicherweise passiv durch die Rotation des Körpers geschieht. Die verschiedenen Funktionen der beiden Geißeln kann man schon an unreifen Spermatozoiden sehen, die mit noch ganz kurzen Geißeln austreten (Abb. 73). Da verlaufen an der Geißel *II* schon die gedrungenen Raumwellen und treiben den noch kugeligen Körper nach vorn, während die Geißel *I* sich seitlich krümmt und durch kurze Kontraktionen den Körper zur Rotation zu bringen sucht. Es sind also beide Geißeln in ihrem Verhalten ganz verschieden.

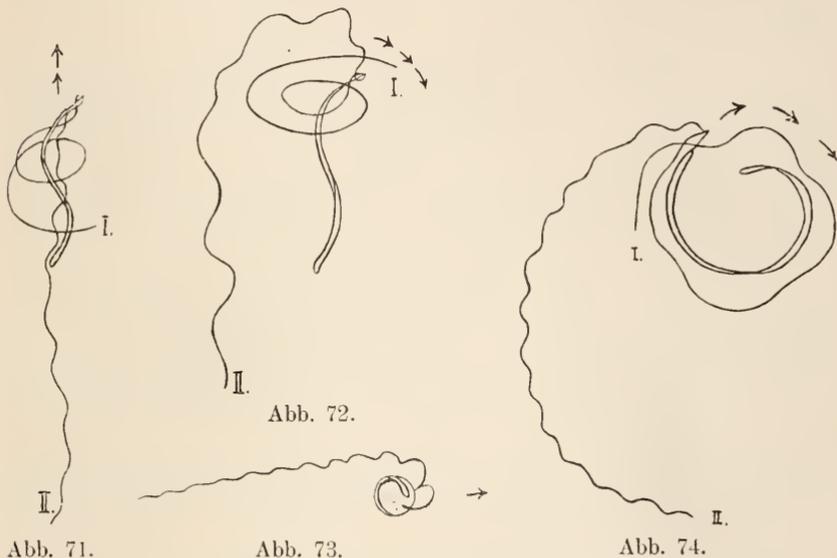


Abb. 71. Ein nach vorn schwimmendes Spermatozoid, Heterokontie der Geißeln zeigend.
 Abb. 72. Fluchtreaktion, beide Geißeln heben sich nach vorn.
 Abb. 73. Ein unreifes Individuum. Die Geißel (*I*) wenig entwickelt.
 Abb. 74. Ein gegen das Deckglas rotierendes Individuum.

Die Spermatozoiden schwimmen gegen das Deckglas hin und rotieren da auf der Stelle, wie das für *Ulothrix*-Schwärmer geschildert wurde. Dann sind die Funktionen der beiden Geißeln besonders deutlich (Abb. 74).

Bei einer Fluchtreaktion (siehe Hoyt, 1910) gegen zu starkes Licht heben sich beide Geißeln in eine Vorwärtsstellung (Abb. 72). Geißel *I* flacht sich zu einer Spirale ab, endlich kommt sie vor den Körper zu liegen, sie stellt jetzt eine umgekehrt gewundene Schraube vor und die Kontraktion sucht jetzt den Körper in einer entgegengesetzten Richtung zu schrauben, also rückwärts zu treiben. Die Geißel *II* stellt sich schief und ändert so die Richtung.

Diese Verhältnisse sind allerdings sehr schwer herauszufinden wegen des schon erwähnten Schleims und des merkwürdigen „Krabbelns“ des gewundenen Körpers.

Anzuschließen wären hier Untersuchungen über tierische Spermatozoiden, die leider nicht ausgeführt werden konnten. Ihre Bewegung, die verhältnismäßig langsam erfolgt, ist besonders durch Hensen (1887) und Koltzow (1908) untersucht worden. Es liegen hier andere Verhältnisse vor als bei der echten Geißelbewegung und ich würde vorschlagen, diese Bewegung als einen besonderen Typus neben der Cilien-, Flimmer- und Geißelbewegung zu unterscheiden.

Zusammenfassung einiger Resultate.

Bei der Tätigkeit der plasmatischen Fortbewegungsorgane hat Valentin (1842) vier Typen aufgestellt: *Motus undulatus*, *uncinatus*, *vacillans* und *infundibuliformis*. Später hat man zunächst einmal diese Organe in drei Gruppen gebracht, die Cilien, die Flimmern und die Geißeln. Während nun die Bewegungsart der Cilien und Flimmern verhältnismäßig einfach und leicht verständlich ist, bot das Studium der Geißeln große Schwierigkeiten. Bütschli insbesondere hat die Valentin'sche Einteilung völlig umgestoßen, da er zeigen konnte, dass diese Bewegungsformen bei einem und demselben Individuum unmittelbar ineinander übergehen können. Doch sucht er alle diese Typen auf ein einheitliches Prinzip (Schraubenprinzip) zurückzuführen.

In den vorliegenden Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass dieses Prinzip jedenfalls keine allgemeine Gültigkeit besitzt. Vielmehr zeigte sich folgendes:

1. Die normaltätige Geißel umschwingt oder durchschwingt durch ganz verschiedenartige Krümmungen einen gegebenen Raum. Dieser Raum, den wir Lichtraum nennen, ist von komplizierter Gestalt, die jedenfalls selten eine Rotationsfigur vorstellt.

2. Dieser Lichtraum kann bei voller Geißeltätigkeit seine Gestalt verändern, wodurch Änderungen der Bewegungsrichtung in gesetzmäßiger Weise bedingt werden. Es muss also gleichzeitig mit den normalen Einkrümmungen der Geißel, durch die die Bewegung zustande kommt, auch noch eine Einkrümmung der Geißel im ganzen möglich sein, woraus man auf eine sehr komplizierte Geißelstruktur schließen muss. (Dagegen z. B. siehe Prowazek 1910.)

3. Die Bewegungsschnelligkeit der Geißel ist eine viel größere als man sich das meistens dachte (siehe Prowazek, 1900), weil man meist an geschädigten Individuen beobachtete.

4. Durch äußere Einflüsse wird die reguläre Geißeltätigkeit sehr leicht beeinflusst. Sie wird langsam und unregelmäßig und es dürfte

außerordentlich schwer sein, aus Beobachtungen an solchen geschädigten Individuen Schlüsse auf die normale Geißelbewegung zu ziehen.

5. Bei aller Verschiedenheit im einzelnen hat sich als fast allgemeines Resultat ergeben, dass die Geißel nicht mit einem Schraubenprinzip, sondern mit einem Ruderprinzip arbeitet, d. h. wenn auch Raumwellen an ihr verlaufen, dass diese durch seitliche Schläge (Kontraktionen), deren Wirkungen sich summieren, und nicht durch Einschrauben den Körper nach vorn bringen. Dies ist besonders augenscheinlich bei solchen Geißeln, die seitlich stehend Raumwellen aufweisen (*Euglena*, Abb. 35).

6. Die Verschiedenheiten der Geißeltätigkeit lassen sich am besten überblicken, wenn man verwandte Formen zu Typen zusammenfasst. Als solche Typen mögen die folgenden sechs gelten. Es fehlt natürlich nicht an Übergängen zwischen ihnen.

I. Monadentypus. Geißel lang, ohne Endstück, gleichmäßig dick, stielrund, nach allen Seiten hin sehr biegsam, einer ösenförmigen Einkrümmung leicht fähig. Bewegt sich in vielen Raumwellen, die zu Flächenwellen abgeplattet werden können. Lichtraum vorhanden, im ganzen biegsam, nach vorn gerichtet.

(*Monadaceae*. Schwimmgeißel der *Ectocarpaceae*.)

II. Chrysomonadentypus. Geißel wie bei I, nur kürzer und steifer. Bewegt sich in wenigen Raumwellen oder Flächenwellen. Lichtraum nicht in dem Maße biegsam wie bei I.

(Chrysomonaden, Schwimmgeißel von *Bodo saltans*.)

III. Euglentypus. Geißel lang, bandförmig, im Sinne des kleinen Durchmessers biegsamer, tordiert. Der Lichtraum seitlich gerichtet. Bewegt sich in schleifenförmigen Raumwellen.

(*Euglena*, *Cryptomonaden*.)

IV. Bodotypus. Geißel mit langem Endstück (Peitschengeißel), ziemlich starr, bewegt sich langsam ohne Lichtraum in 1—2 flachen Raumwellen, kann sich anheften oder gleiten, ist einer schleifenförmigen Biegung nicht fähig.

(*Bodo*-Schleppgeißel, *Eutosiphon*-Schleppgeißel.)

V. Clostridiumtypus. Geißel lang, relativ starr, in kleinen, steifen Schraubenwindungen tordiert, die langsam und stoßweise dem apikalen Ende zu, durch basale Biegung einzeln eingeleitet, verlaufen. Kein Lichtraum. Entwickelte Energie gering. Die Organismen gleiten an der Unterlage oder schweben im Schleim.

(*Clostridium*, Geißel II der *Marchantia*-Spermatozoiden.)

VI. Chlorophyceentypus. a) Schwärmertypus. Geißel kurz, stielrund, starr, einer ösenförmigen Einkrümmung unfähig. Der Basalteil ist viel biegsamer. Sie umschwingt einen Lichtraum, indem sie sich als Ganzes kontrahiert.

(*Chlamydomonas*-, *Ula*-, *Draparnaldia*-, *Oedogonium*-Schwärmer, *Spirillum undula*.)

b) *Pandorina*-Typus. Die Geißel ist länger und biegsamer, manchmal schwach bandförmig. Sie ist an der Basis nicht biegungsfähiger als an anderen Stellen. Sie nimmt vorübergehend nach der Seite des Schlages hin eine schraubige Gestalt an. Manchmal bemerkt man in ihr ein Zucken und Zittern.

(Vegetative Individuen von *Chlamydomonas*, *Pandorina*, *Gonium*, *Spirillum rotulans*; Schleppgeißel der *Ectocarpaceen*.)

Die vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institut der Universität Straßburg ausgeführt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Ludwig Jost, bleibe ich dauernd dankbar für sein lebenswürdiges Interesse an meinen Untersuchungen und die stete Hilfe und Anregung, die er mir hat zuteil werden lassen.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Emil Hannig herzlich für seine Aufmerksamkeit mir und meiner Arbeit gegenüber.

Straßburg i./E., Botan. Inst. der Universität, 11. Juli 1911.

Literaturverzeichnis.

- Alexieff, Sur la morphologie et la division de *Bodo caudatus* (Duj.) Stein. Compt. rend. soc. biol. 1911, T. 70.
- Awerinzew, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten (*Chilomonas*). Zool. Anz., 1907, Bd. 31, Heft 25.
- Belajeff, Über Bau und Entwicklung der Spermatozoiden der Pflanzen. Flora 1894, Bd. 79.
- Berthold, Studien über Protoplasmamechanik, 1886.
- Die geschlechtliche Fortpflanzung der eigentlichen Phacosporeen. Mitt. a. d. zool. Station zu Neapel, 1881, Heft 3.
- Bemerkungen zur Abhandl. von Fr. Oltmanns: Über Scheinkopulation bei *Ectocarpus* und anderen Algen. Flora, 1897, Bd. 83.
- Blackman, The primitive Algae and Flagellata. Annales of bot., 1901, Vol. 15.
- Blochmann, Bemerkungen über einige Flagellaten. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1884, Bd. 40.
- Über die Kernteilung bei *Euglena*. Biol. Centralbl., 1894, Bd. 14.
- Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. II. Aufl., 1895.
- Brandt, Die kolonienbildenden Radiolarien des Golfes von Neapel, 1885.
- Braun, A.L., Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, 1859.
- Bruchmann, Von der Chemotaxis der *Lycopodium*-Spermatozoiden. Flora, 1909, Bd. 99.
- Burri, Das Tuscheverfahren als einfaches Mittel zur Lösung einiger schwieriger Aufgaben der Bakteriologie. Jena 1909.
- Bütschli, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1878, Bd. 30.
- *Mastigophora* (*Protozoa* 2) in Bronn, Klassen und Ordnungen, 1883—1887.
- Bemerkungen über Cyanophyceen und Bacteriaceen. Arch. f. Protistenkunde. 1902, Bd. 5.
- Cienkowski, Über Schwärmerbildung bei Radiolarien. Arch. f. mikrosk. Anat., 1871, Bd. 7.
- Cohn, Untersuchungen über die mikroskopischen Algen und Pilze, 1853.
- Dangeard, Recher. sur les *Cryptomonadineae* et les *Euglenae*. Le Botanist, 1889, Tom. 1.

- Dangeard, Recher. sur les *Eugléniens*. Le Botanist, 1902, Tom. 8.
 — Mémoire sur les *Chlamydomonadinales* ect. Le Botanist, 1898, Tom. 6.
 — Observations sur le *Monas vulgaris*. Compt. rend., 1903.
- Davis, Notes on the life history of a blue-green motile cell. Botan. Gazette, 1894, Vol. 7.
- Dill, Die Gattung *Chlamydomonas* und ihre nächsten Verwandten. Jahrb. f. wissensch. Botanik, 1895, Bd. 28.
- Ehrenberg (Werneck), Untersuchungen über mikroskopische Organismen in der Umgebung von Salzburg. Monatsber. d. Berlin. Akademie, 1841.
- Engelmann, Über die Flimmerbewegung. Jen. Zeitschr. f. Medizin, 1868, Bd. 4.
 — Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung. Herrmann's Handbuch d. Physiologie, 1879, Bd. 1.
 — Über Licht- und Farbenperzeption niederster Organismen. Arch. f. d. ges. Physiol., 1882, Bd. 29.
- Erhard, Studien über Flimmerzellen. Arch. f. Zellforschung, 1910, Bd. 4.
- Fisch, Untersuchungen über einige Flagellaten u. s. w. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1885, Bd. 42.
- Fischer, Alfred, Über die Geißeln einiger Flagellaten. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1894, Bd. 26.
 — Untersuchungen über Bakterien. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1895, Bd. 27.
- Franzé, Die Polytomeen, eine morphol.-entwicklungsgeschichtliche Studie. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1894, Bd. 26.
- Fuhrmann, Die Geißeln von *Spirillum volutans*. Centralbl. f. Bakteriologie, 1909, Abt. II, Bd. 25.
- Gaidukow, Dunkelfeldbeleuchtung und Ultramikroskopie in der Biologie und der Medizin. Jena 1910.
- Goebel, Zur Kenntnis einiger Meeresalgen. Bot. Zeitung, 1878.
- Goroschankin, *Chlamydomonas Braunii*. Bull. de la societ. imp. des Naturalistes de Moscou, 1890.
- Guignard, Developpement et constitution des Antherozoides. III. Fougères. Revue gener. de Botanique, 1889, Tom. I.
- Haase, Studien über *Euglena sanguinea*. Arch. f. Protistenk., 1910, Bd. 20.
- Hansgirg, *Prodromus* der Algenflora von Böhmen, 1886.
- Hartmann, Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk., 1907, Bd. 10.
 — Flagellatengenus *Brinucleata*. Arch. f. Protistenk., 1910.
 — und Chagas, Flagellatenstudien. Memoires do Instituto Oswaldo Cruz, 1910.
- Hensen, Physiologie der Zeugung. Handb. d. Physiol., 1887, Bd. 6.
- Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Handb. d. physiol. Botanik. I. Leipzig 1867.
- Hoyt, Physiological aspects of fertilization and hybridization in Ferns. Botanical Gazette, 1910, Vol. 49.
- Ikeno, Beiträge zur Kenntnis n. s. w.; die Spermatogenese von *Marchantia polymorpha*. Beihefte z. Botan. Centralblatt, 1903, Bd. 15.
- Iwanoff, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chrysoomonaden. Bull. Akad. Imp. de sc. de St. Petersbourg 1889, ser. 11.
- Jacobsen, Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen. Zeitschr. f. Botan., 1910, Jahrg. 2.
- Jennings, Studies on reactions to stimuli in unicellular organism. V, VI. (*Chlorella*.) American Journal of Physiol., 1900, Vol. 3.
 — Das Verhalten der niederen Organismen u. s. w. Deutsch von Mangold. Leipzig 1910.
- Jost, Beiträge zur Kenntnis der Coleochaeten. Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch., 1895, Bd. 13.
 — Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. II. Aufl. Jena 1910.
- Karsten, *Rhodomonas Baltica*, n. sp. n. g. Jahresber. d. Kommission z. wissensch. Untersuch. d. deutsch. Meere, 1898, N. F., Abt. Kiel, Bd. 3.

- Kent, Manual of *Infusoria*. London 1880—1882.
- Keuten, Die Kernteilung der *Euglena viridis*. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1895, Bd. 60.
- Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen, 1883, Bd. 1, Heft 3.
- Flagellatenstudien. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1892, Bd. 55.
- Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
- Klein, Morphologische und biologische Studien über die Gattung *Volvox*. Jahrb. f. wissensch. Botanik, 1889, Bd. 20.
- Kirchner, Zur Entwicklungsgeschichte von *Volvox minor* Stein. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1883, Bd. 3, Heft 1.
- Koltzow, Studien über die Gestalt der Zelle. II. Untersuchungen über das Kopfskelett des tierischen Spermiums. Arch. f. Zellforsch., 1908, Bd. 2, Heft 1.
- Kuckuck, Über die Paarung von Schwärmsporen bei *Scytosiphon*. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1898, Bd. 16.
- *Ectocarpus siliculosus* u. s. w. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1892, Bd. 10.
- Künstler, Contribution à l'étude des flagelles. Bull. soc. zool. de France, 1882, Tom. 7 A.
- Lemma, Algen I in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, 1910, Bd. 3.
- Lenhossek, Über Flimmerzellen. Verhandl. d. anatom. Gesellsch., 1898.
- Lidforss, Über die Reizbewegungen der *Marchantia*-Spermatozoiden. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1905, Bd. 41.
- Massart, Recherches sur les organismes inférieures. Bull. de l'Académie Belg., 1891, Tom. 12.
- Mayer, H., Untersuchungen über einige Flagellaten. Revue Suisse de Zool., 1897, Bd. V.
- Merton, Über den Bau und die Fortpflanzung von *Pleodorina Illinoisensis*. Zeitschr. f. wissensch. Zool., 1908, Bd. 90.
- Meyer, A., Über den Bau von *Volvox aureus*. Bot. Zeit., 1896, Bd. 56.
- Migula, Beiträge zur Kenntnis des *Gonium pectorale*. Bot. Centralbl., 1890, Bd. 43.
- Molisch, Über den Goldglanz von *Chromophyton Rosanoffii*. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1901. Math.-nat. Kl., Bd. 110. I.
- Naegeli, Rechts und Links. Ortsbewegungen der Pflanzenzellen. Beitr. z. wissensch. Bot., 1860, Heft 2.
- Oltmanns, Über Scheinkopulation bei Ectocarpeen und anderen Algen. Flora, 1897, Bd. 83.
- Über die photometrischen Bewegungen der Pflanzen. Flora, 1892, Bd. 75.
- Morphologie und Biologie der Algen, I, II. Jena 1904, 1905.
- Pascher, Chryomonaden des Großteiches bei Hirschberg in Nord-Böhmen. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Abh. 1900, Bd. I.
- Zwei braune Flagellaten. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1911, Bd. 29. Über die Beziehungen der Cryptomonaden zu den Algen. Ebenda.
- Pfeffer, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Unters. a. d. bot. Inst. Tübingen, 1884, Bd. 1, Heft 3.
- Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. Unters. a. d. bot. Inst. Tübingen, 1888, Bd. 2, Heft 3.
- Pflanzenphysiologie II, 1904.
- Die Anwendung des Projektionsapparates zur Demonstration von Lebensvorgängen. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1900, Bd. 35.
- Plenge, Über die Verbindungen zwischen Geißel und Kern u. s. w. Verhandl. d. math.-med. Vereins in Heidelberg, 1898, N. F., Bd. 6.
- Pringsheim, N., Über Paarung von Schwärmsporen u. s. w. Monatsber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1869, Oktober.
- Prowazek, Protozoenstudien II (Geißel und Cilie). Arb. a. d. zool. Inst. d. Univ. Wien, 1900, Bd. 12.

- Prowazek, Kernteilung und Vermehrung der *Polytoma*. Öst. bot. Zeitschr., 1901, Bd. 51.
- Flagellatenstudien. Arch. f. Protistenk., 1903, Bd. 2.
- Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen) 1910.
- Purkyně und Valentin, De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui. 1835.
- Pütter, Die Flimmerbewegung. Ergebnisse der Physiologie. Wiesbaden 1903. 2. Jahrg., 2. Abt.
- Reichert, Über die Sichtbarmachung der Geißeln und die Geißelbewegung der Bakterien. Centralbl. f. Bakteriol., 1909, Abt. I, Bd. 51.
- Rostafinski, Quelques mots sur l'*Haematococcus lacustris* etc. Mém. de la Soc. nat. des Scien. nat. de Cherbourg 1875, T. 19.
- Rothert, Beobachtungen und Betrachtungen über taktische Reizerscheinungen. Flora, 1891, Bd. 88.
- Sauvageau, Observations relatives à la sexualité des Phéosporées. Journ. de Bot. 1896, Tom. 10.
- Schacht, Die Spermatozoiden im Pflanzenreich. Braunschweig 1864.
- Schaudinn, Untersuchungen über den Generationswechsel von *Trichosphaerium Sieboldii*. Anhang zu den Abh. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1900. Physikalische Abh.
- Senn, *Flagellata* in Engler-Prantl Natürliche Pflanzenfam., 1900. J. I. Abt. 1a
- Seligo, Untersuchungen über Flagellaten. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl., 1882, Bd. 7.
- Shibata, Studien über die Chemotaxis der *Isoëtes*-Spermatozoiden. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1905, Bd. 41.
- Siedentopf, Über mikroskopische Beobachtungen bei Dunkelfeldbeleuchtung. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, 1908, Bd. 25.
- Über einen neuen Fortschritt in der Ultramikroskopie. Ber. d. deutsch physik. Gesellsch., 1910, Bd. 28.
- Strasburger, Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmosporen. Jena 1878.
- Stein, Der Organismus der Infusionstiere III. 1. Hälfte (*Flagellata*). Leipzig 1878.
- Steuer, Über eine Euglenoide aus dem Cauale grande von Triest. Arch. f. Protistenk., 1904, Bd. 3.
- Thuret, Recherches sur les zoospores des algues etc. Ann. scient. nat. bot., 1850, Ser. 3, Tom. 14.
- Thuret et Bornet, Études physiologiques, 1878.
- Úlehla, Die Stellung der Gattung *Cyathomonas* im System der *Flagellata*. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1911, Bd. 29.
- Unger, Pflanze im Momente der Tierwerdung. Wien 1843.
- Valentin, Flimmerbewegung in Wagner's Handbuch d. Physiologie, 1842, Bd. 1.
- Verworn, Psychophysiologische Protistenstudien. Jena 1889.
- Studien zur Physiologie der Flimmerbewegung. Pflüger's Arch., 1890, Bd. 48.
- Allgemeine Physiologie. Jena 1901.
- Wager, On the eye-spot and flagellum of *Euglena viridis*. Journ. Lin. Soc., London 1900, Vol. 27.
- Walz, Beitrag zur Kenntnis der Zoosporenbildung bei den Algen. Bot. Zeit., 1868.
- Wille, Algologische Notizen IX—XIV. Nyt Magaz. for Naturvidensk., 1903, Bd. 41.
- Winter, Zur Kenntnis der Thalamophoreen. I. Arch. f. Protistenk., 1907, Bd. 10.
- Woronin, Über *Chromophyton Rosanoffii*. Bot. Zeit., 1888.
- Zumstein, Zur Morphologie und Physiologie d. *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. f. wissensch. Bot., 1900, Bd. 34.

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 Geißelbewegung. 721-731](#)