

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Wissenschaftlicher Film C 650/1952

Aus der Protozoologischen Abteilung (Dr. A. WESTPHAL)
des Bernhard-Nocht-Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg
(Prof. Dr. E. G. NAUCK)

Bewegungsweisen bei Protozoen

Von

Dr. H. MÜHLPFORDT

Mit 12 Abbildungen

GÖTTINGEN 1954

Aus der Protozoologischen Abteilung (Dr. A. WESTPHAL)
des Bernhard-Nocht-Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg
(Prof. Dr. E. G. NAUCK)

Bewegungsweisen bei Protozoen

Von Dr. H. MÜHLPFORDT

Im Film werden die typischen Bewegungsweisen der Protozoen dargestellt: Lokomotion durch Pseudopodien (*Amoeba proteus*), Bruchsackpseudopodienbildung (*Entamoeba histolytica*), gleitende Bewegung ohne Formveränderung und Organellen (*Gregarina polymorpha*), Kontraktionsbewegungen durch Myoneme (*Stentor*) und durch Stielmuskel (*Vorticella* und *Zoothamnium procerius*), Bewegung mittels Flagellen (*Euglena variabilis*, *Haematococcus pluvialis*, *Trichomonas muris* und *Trichonympha agilis*), Lokomotion durch Cilien (*Paramecium caudatum*), Stelzenlauf auf Cirren (*Euplotes patella*).

I. Allgemeine Vorbemerkungen

Die Art der Bewegungsorganellen dient als Unterscheidungsmerkmal für die Klassen der Protozoen. Die Mastigophoren (Flagellaten) sind durch den Besitz einer oder mehrerer Geißeln charakterisiert. Die Klasse der Rhizopoden (Wurzelfüßler) ist durch Pseudopodienbildung, die der Bewegung und Nahrungsaufnahme dienen, gekennzeichnet. Unter den parasitischen Sporozoen ist bei den Telosporidien eine gleitende Bewegung zu beobachten. Nach der Art der Bewegung werden die Sporozoen klassifiziert durch das Nichtvorhandensein von Bewegungsorganellen. Bei den Ciliaten wird die Bewegung durch Cilien bewirkt, deren Ausbildung in Anpassung an einzelne Fortbewegungsarten sehr verschieden ist. Darüber hinaus ist bei Ciliaten eine Körperkontraktion, verursacht durch Myofibrillen, sehr verbreitet.

1. Fließende Bewegung

Die für die Amöben typische Bewegungsform ist durch die Ausbildung sogenannter Pseudopodien charakterisiert. Diese können an verschiedenen Körperstellen gebildet und eingezogen werden. Es werden verschiedene Formen der Pseudopodien wie Lobopodien, Filopodien, Rhizopodien und Axopodien unterschieden. Eine Bedeutung für die Bewegung kommt im allgemeinen jedoch nur den beiden zuerst genannten zu.

Bei der Pseudopodienbildung wird dünnflüssigeres Ento- in zäheres Ektoplasma umgewandelt. Dieser Vorgang wurde von RUMBLER [18] als „Ento-Ektoplasmaprozeß“ bezeichnet. Mit einem Wechsel in der Oberflächenspannung ist nach einer älteren Theorie die Pseudopodien-

bildung zu erklären. Diese Annahme stützt sich auf Modellversuche an Ölseifenschäumen, in denen ähnliche Bildungen wie bei lebenden Amöben beobachtet werden konnten. Mit dieser Theorie können jedoch nicht alle Gegebenheiten der Pseudopodienbildung erklärt werden. Deshalb wurde von PANTIN [13] nicht in der Oberflächenspannung, sondern in lokalisierter Säurebildung die Ursache für die Bildung von Scheinfüßchen gesehen. Ihm gelang es, bei Limax-Amöben an Bildungsstellen von Pseudopodien vermehrt Säure nachzuweisen. Die Folge davon ist eine Aufnahme von Wasser und somit ein Vorquellen des Protoplasmas. Nur ein Spezialfall der Pseudopodienbildung sind die bei *Entamoeba histolytica* und einigen anderen Arten auftretenden Bruchsackpseudopodien. Hierbei wird die Zellmembran an einigen Stellen durchbrochen und das Entoplasma quillt hervor. In den Außenzonen wandelt sich dann allmählich das Entoplasma in Ektoplasma um.

2. Gleitende Bewegung

Diese Bewegungsart ist bei den Gregarinen und in den Jugendstadien der Coccidien zu beobachten. Dabei bewegen sich diese Formen gleichmäßig nach vorn, ohne daß Bewegungsorganellen oder Kontraktionen am Körper nachgewiesen werden können. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse wird die Auffassung vertreten, daß diese Bewegung durch die Absonderung von Schleim zustande kommt. Über den Mechanismus konnte jedoch bisher noch nichts Endgültiges ausgesagt werden.

Gegen die Annahme, daß die am Hinterende austretende Schleimsubstanz an der Unterlage haften und so die Vorwärtsbewegung zustande komme, lassen sich verschiedene Gegenargumente anführen. So kann die Gleitbewegung nach rückwärts durch diese Theorie nicht erklärt werden. Einer anderen Hypothese zufolge wird angenommen, daß der abgesonderte Schleim im Wasser stark quillt [16]. Der Quellungsdruck soll danach die Vorwärtsbewegung bewirken. Den bei Gregarinen auftretenden Myonemen kommt, soweit sich schon heute etwas darüber sagen läßt, wahrscheinlich keine direkte Bedeutung für die Fortbewegung zu.

3. Kontraktionsbewegungen

Vielen Protozoen, denen durch eine feste Pellicula eine konstante Form gegeben wird, ist durch Kontraktionsbewegungen eine Gestaltveränderung möglich. Sie wird durch Myoneme, die mit den Muskelelementen im übrigen Tierreich verglichen werden können, verursacht. Diese sind als feine Längsstreifungen gut wahrzunehmen (z. B. bei *Stentor*).

Das einzelne Myonem läßt nach Untersuchungen von ROSKIN [19] folgenden Feinbau erkennen: Zunächst befindet sich ein Strang Kinetoplasma, der von einer feinen fibrillären Membran umgeben ist, welche die Kontraktion bewirken soll. Den Abschluß nach außen bildet ebenfalls eine Membran, die das Myonem röhrenartig umschließt und für die

Streckung des Myonems von Bedeutung ist. Im allgemeinen erfolgt die Kontraktion blitzartig schnell, während die Streckung langsam verläuft. Diese unterschiedliche Reaktionsweise ist biologisch sinnvoll, denn im normalen Fall spielen die Kontraktionsbewegungen für die Fortbewegung keine Rolle, sondern ihnen ist eine Schutzfunktion, mit der sich diese Organismen schnell aus der Gefahrenzone entfernen, zuzuschreiben. Dieser Tatbestand wird besonders anschaulich demonstriert von den gehäusebildenden Peritrichen.

4. Geißelbewegung

Die für die Mastigophoren typischen Flagellen sind in zwei unterschiedlichen Ausbildungsformen anzutreffen. Einmal sind es die sogenannten Flimmergeißeln, die einen feinen haarigen Besatz tragen, der entweder die Geißeln allseitig umgibt oder den Flagellen in einer diese spiralg umwindenden Reihe aufsitzt. Es wurde schon von FISCHER [3] festgestellt, daß innerhalb einer Gattung die Geißelstruktur konstant sei und ihr daher systematischer Wert zukomme — eine Auffassung, die auch von VLK [20] in neueren Untersuchungen vertreten wird. Die Flimmergeißel in der einzeiligen Form ist für die Euglenoidinen [11] charakteristisch. Die Peitschengeißel ließ sich bei den Phytomonadinen, den nicht chlorophyllführenden Protomonadinen und Polymastiginen nachweisen, während bei den Chrysonadinen sowohl Flimmer- als auch Peitschengeißeln anzutreffen sind.

Ob allerdings diese Anschauung über die systematische Verwertung der Geißelstrukturen zu Recht besteht, müssen erst weitere Untersuchungen klären (vgl. *Haematococcus pluvialis*). Am inneren Feinbau der Geißeln sind nach KORSCHIKOFF [9] drei Bauelemente beteiligt: ein elastischer Achsenstab wird von einer mehr oder minder dünnflüssigen Substanz umgeben; den Abschluß nach außen bildet ein zähes Häutchen. Nach neueren elektronenmikroskopischen Untersuchungen ist der Achsenstab aus mehreren längsverlaufenden Fibrillen zusammengesetzt [12].

Die Bewegungsart der Geißeln bietet ein sehr mannigfaches Bild; sie zeigt sich in Form von Schraubebewegungen, seitlichen Schlägen und rotierenden Bewegungen. Im allgemeinen ist die Frequenz der Geißelbewegung so groß, daß der einzelne Geißelschlag selbst nicht wahrgenommen werden kann. Gewisse Schlüsse über die Art und Weise der Flagellenbewegung lassen sich jedoch aus dem von der Geißel umschriebenen Raume ziehen, der im Dunkelfeld und im Phasenkontrastbild zu sehen ist [10].

5. Bewegung durch Cilien

Bei den Wimperinfusorien sind Cilien als Bewegungsorganellen anzutreffen. Hierbei handelt es sich um feine, fadenartige Bildungen, die im Verhältnis zu den Geißeln der Flagellaten wesentlich kürzer sind. Die Cilien sind in konstanten Feldern reihenmäßig auf der Körperfläche artcharakteristisch angeordnet. Die einzelne Cilie erscheint im Leben bei

mikroskopischer Betrachtung als homogener Faden. Nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen [6, 1] sind die Cilien aus einem zentralen Achsenfaden, der von einer elastischen Hülle umgeben ist, aufgebaut. Der Achsenfaden spaltet sich (z. B. bei *Paramecium*) nach besonderer Behandlung in mehrere feine Fibrillen auf und läßt somit den gleichen Aufbau wie die Geißel der Flagellaten erkennen. Jede Cilie nimmt ihren Ausgang von einem Basalkorn. Einer Vermehrung der Cilien geht eine solche der Basalkörner voraus. Darüber hinaus soll den Basalkörnern eine Funktion bei der Cilienbewegung zukommen. Der Wimperschlag ist eine typische Ruderbewegung. Dabei schlägt die einzelne Cilie nicht spontan allein, sondern der Wimperschlag ist synchronisiert. Der Schlag erfolgt schneller als die Wiederaufrichtung. Dadurch entsteht der Eindruck eines vom Winde bewegten Getreidefeldes. Die Wimperbewegung läßt eine große Mannigfaltigkeit erkennen. Bei ungestörtem Vorwärtsschwimmen rotieren die Ciliaten um ihre Längsachse und beschreiben dabei eine Spiralbahn, die für die einzelnen Arten charakteristisch ist. Die bei manchen Ciliaten auftretenden Cirren lassen sich ohne Schwierigkeiten ihrem Aufbau nach von den Cilien ableiten. Aus der Anordnung der Basalkörner ist zu schließen, daß es sich bei den Cirren um griffelartig verschmolzene Cilien handelt. Es sind verhältnismäßig starre Bildungen, vermittels derer sich die Tiere wie auf Stelzen vorwärtsbewegen können. Dabei ist die Bewegung nicht gleichförmig, sondern ruckartig.

II. Erläuterungen zum Film

*Fließende Bewegung*¹⁾

Amoeba proteus (Abb. 1) bildet stumpfe Lobopodien und gehört mit 200—500 μ Größe zu den ansehnlichsten Formen. Eine deutliche Differenzierung von Ento- und Ektoplasma ist wahrzunehmen. Das Entoplasma enthält viele Nahrungspartikel und ist durch Exkretionskristalle dunkel gefärbt. Es ist nur ein Kern und eine pulsierende Vakuole vorhanden. Die Fortpflanzung erfolgt durch Zweiteilung. Cystenstadien sind beobachtet und von DOFLEIN [2] beschrieben worden. *Amoeba proteus* kommt am Grunde stehender Gewässer vor und ist in bakterienreichen Teichen mit fauligem Wasser häufig. Diese Art läßt sich leicht züchten und stammt im vorliegenden Falle aus einem Aquarium des Zoologischen Institutes in Marburg.

Charakterisiert sind die Entamoeben durch die Kernstruktur. Der Kern läßt immer einen Binnenkörper erkennen, der bei *Entamoeba histolytica* meistens zentral gelegen ist. Der Kernmembran sind zahlreiche Chromatinkörner angelagert. Die Vermehrung erfolgt durch Zweiteilung. Für die Artdiagnose sind Reservestoffe, die als Chromidialkörper be-

¹⁾ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film. Eine Übersicht der einzelnen Aufnahmen mit Angabe der Bildfeldbreite (Breite des abgebildeten Ausschnitts) und Aufnahmefrequenz befindet sich am Ende des Textes.

zeichnet werden, wichtig. Im Gegensatz zu den übrigen Darmamöben des Menschen kann *E. histolytica* in die Darmwand eindringen. Nach dem Ort des Vorkommens lassen sich zwei Formen unterscheiden: die in der Darmwand schmarotzende Gewebs- oder Magnaform (20—30 μ)

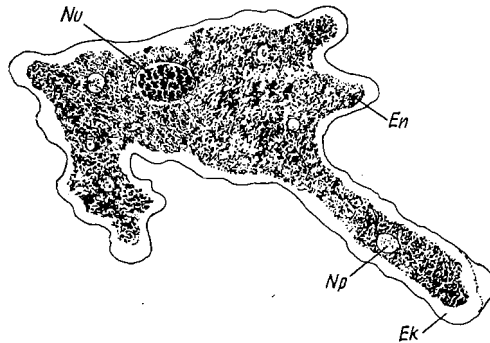


Abb. 1. *Amoeba proteus*

Ek: Ektoplasma; En: Entoplasma; Np: Nahrungspartikel; Nu: Kern

und die im Darmlumen lebende Minutaform (—20 μ). Die Gewebsform ist bei Amöbenruhrerkrankungen im blutig-schleimigen Stuhl nachzuweisen. Für die Übertragung sind Cysten, die nur von der Minutaform gebildet werden, von Bedeutung. Bei *E. histolytica* treten je nach dem Reifegrad 2- und 4kernige Cysten auf. Die Bewegung der vegetativen Formen erfolgt ruckartig unter Bruchsackpseudopodienbildung. Im Film werden Kulturformen dieser Entamöbe gezeigt. Der Stamm wurde von einem mit schwerer Amöbenruhr aus Indien kommenden Patienten isoliert und seit langer Zeit im Laboratorium auf einem zweiphasigen Nährboden gehalten.

Gleitende Bewegung

Die im Darme von Larven des Mehlkäfers *Tenebrio molitor* häufig zu findende *Gregarina polymorpha* (Abb. 2) erreicht eine Länge bis zu 350 μ . Zwei Körperabschnitte, Proto- und Deutomerit, können unterschieden

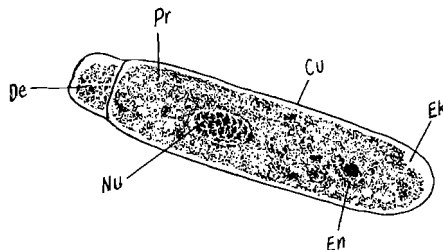


Abb. 2. *Gregarina polymorpha*

Cu: Kutikula; De: Deutomerit; Ek: Ektoplasma; En: Entoplasma; Nu: Kern; Pr: Protomerit

werden. Der Kern liegt im Deutomerit und ist deutlich wahrnehmbar. Eine derbe Kutikula mit einem Netz von Myofibrillen ist vorhanden und eine deutliche Differenzierung von Ento- und Ektoplasma wahrzunehmen. Die im Film sichtbaren Knickbewegungen sind auf die Tätigkeit der Myofibrillen zurückzuführen. Die Bewegung der Gregarinen ist im Film durch Zeitraffung (4 B/s) gegenüber dem tatsächlichen Verhalten stark beschleunigt.

Kontraktionsbewegungen

Die zur trichterförmigen Gattung *Stentor* (Abb. 3) gehörenden Arten lassen eine allseitig gleichmäßige Körperbewimperung erkennen. Das bewimperte, frontal gelegene Peristomfeld erstreckt sich in einer Spiralförmigen bis zum Munde. Die *Stentor*-Arten heften sich mit dem verschmälerten Hinterende an. Losgelöst schwimmen sie in halb oder ganz kontrahiertem Zustande umher. Die bei einigen Arten deutlich sichtbaren Myoneme befähigen diese Organismen zu plötzlicher starker Kontraktion. Die Myonemfibrillen verlaufen in besonderen Kanälen dicht neben und unter den Wimperreihen. Der Kern ist bei der im Film gezeigten Art rosenkranzförmig und teilweise gut zu erkennen. In der Großaufnahme kommen das Peristomfeld und die Myoneme von *Stentor coeruleus* zur Darstellung.

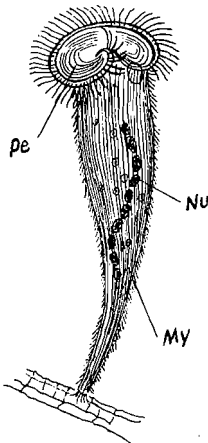


Abb. 3. *Stentor*

MY: Myoneme;
Nu: Kern;
Pe: Peristomfeld

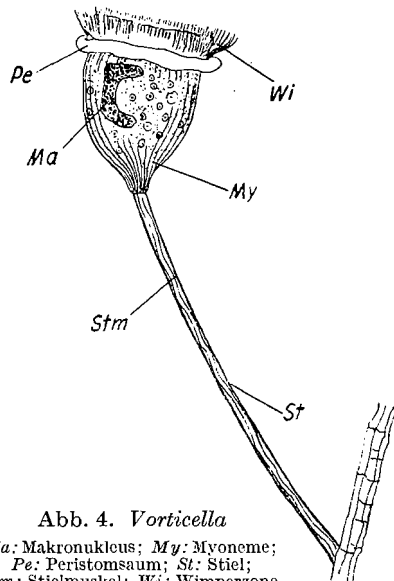


Abb. 4. *Vorticella*

Ma: Makronukleus; MY: Myoneme;
Pe: Peristomsaum; St: Stiel;
Stm: Stielmuskel; Wi: Wimperzone

Die sehr artenreiche Gattung *Vorticella* (Abb. 4) umfaßt einzellebende Formen, die man sowohl auf leblosen Gegenständen als auch auf Tieren und Pflanzen antreffen kann, wo sie mittels eines kontraktilen Stieles an-

geheftet sind. Das Peristom ist von zwei parallel verlaufenden Wimperzonen umgeben, und ein mehr oder minder kräftiger Peristomsaum kann nachgewiesen werden. Kontraktile Fibrillen in Form von längsverlaufenden Myonemen und Ringmyonemen bedingen die kugelige Form bei der Kontraktion und die glockenartige Form im gestreckten Zustand. Die Myonemfasern des Stiels lassen einen linkswindenden Verlauf erkennen. Umgeben werden die kontraktile Fibrillen von einer Myonemscheide. Bei der Kontraktion verkürzt und verdickt sich das Myonemband und zwingt die nachgiebige Scheide zu einer spiralförmigen Aufrollung. Die Streckung erfolgt nach der Erschlaffung der Myoneme selbsttätig infolge der Elastizität der Stielscheide. Da in diesem Komplex verschiedene Arten als Vorlage dienten, wurde auf eine genaue Artangabe verzichtet.

In der Gattung *Zoothamnium* werden koloniebildende, mit sehr kontraktile Stielen versehene Arten zusammengefaßt. Da die Stielmuskeln der einzelnen Individuen zusammenhängen, ist für sie eine einheitliche Kontraktion der gesamten Kolonie typisch. *Zoothamnium procerius* erreicht eine Größe bis zu 1200 μ . Die Pellicula ist im Gegensatz zu der ähnlichen Art, *Zoothamnium hentscheli*, frei von Detritus. Die Verzweigung der Stiele ist am Grunde dichotom. Die Kontraktion der Kolonie erfolgt ruckartig plötzlich. Die Struktur des Stieles läßt gegenüber *Vorticella* einen anderen Feinbau erkennen. Diese Art wurde im Besatz von Pfählen des Hamburger Hafens gefunden.

Bewegung durch Geißeln

Bei *Euglena variabilis* (Abb. 5), dieser metabolen Art mit Endspitze, 30—45 μ lang und 9—13 μ breit, ist die Geißel 2- bis 3 mal körperläng. Auffällig ist bei dieser Form der große Augenfleck. Pyrenoide können nicht nachgewiesen werden. Neben der Hauptvakuole liegt ein Paramylonkorn. Die Chromatophoren sind scheibenförmig. Eine Rotation um die Körperachse ist bei der Vorwärtsbewegung wahrzunehmen. Die im Film gezeigten Organismen wurden in einem Teiche in Hopfenbach bei Hamburg gefunden. Die Großaufnahmen wurden, um den Geißelschlag besser darzustellen, mit 60 B/s aufgenommen.

Der zur Ordnung der Phytomonadinen gestellte *Haematococcus pluvialis* (Abb. 6) ist befähigt, Haematochrom zu bilden und kann infolge seines massenhaften Auftretens das Wasser rot färben. Die Haematochrombildung ist abhängig von der Stickstoffarmut des Mediums, während die Verteilung des Haematochroms im Körper eine Abhängigkeit vom Licht erkennen läßt. Der einkernige, meist Pyrenoide enthaltende Zellleib ist mit feinen protoplasmatischen Fäden an der weit abstehenden Zellmembran aufgehängt. Die beiden auf einer Papille entspringenden Geißeln sind am Grunde von röhrenartigen Bildungen umgeben. Nach der allgemeinen Annahme, die sich auf die Untersuchungen von PETERSEN [15] stützt, sollen bei *Haematococcus* Peitschengeißeln vorhanden sein. In elektronenmikroskopischen Untersuchungen [12] konnte

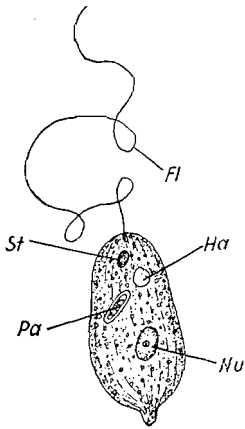


Abb. 5. *Euglena variabilis*

Ha: Hauptvakuole; Fl: Geißel;
Nu: Kern; Pa: Paramylonkorn;
St: Augenleck

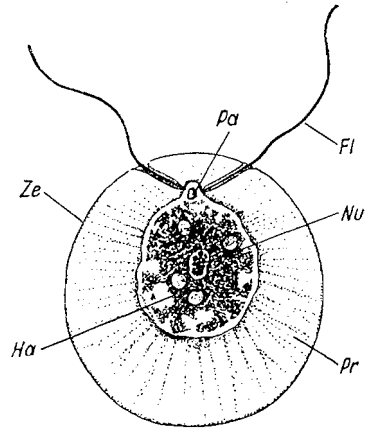


Abb. 6. *Haematococcus pluvialis*

Fl: Geißel; Ha: Haematochrom; Nu: Kern;
Pa: Papille; Pr: Protoplasmafäden;
Ze: Zellmembran

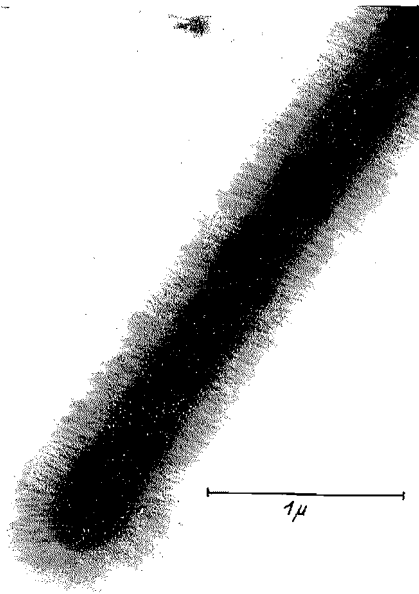


Abb. 7. Geißel von *Haematococcus*

Elektronenmikr. Aufnahme bei 35 000 facher Vergrößerung

jedoch ein feiner Flimmerbesatz an den Geißeln wahrgenommen werden (vgl. Abb. 7). Nach diesen Untersuchungen muß zumindest für *Haematococcus* die bisherige Ansicht über die Geißelstruktur revidiert werden, und

damit wird erneut die Frage nach der systematischen Verwertbarkeit der Geißelstruktur aufgerollt. Die Geißel läßt den im allgemeinen Teil näher beschriebenen Aufbau klar erkennen, und der Achsenfaden spaltet sich in mehrere längsverlaufende Fibrillen auf (vgl. Abb. 8). Bei der Großdarstellung von *Haematococcus* betrug die Bildfrequenz bei der Aufnahme 60 B/s.

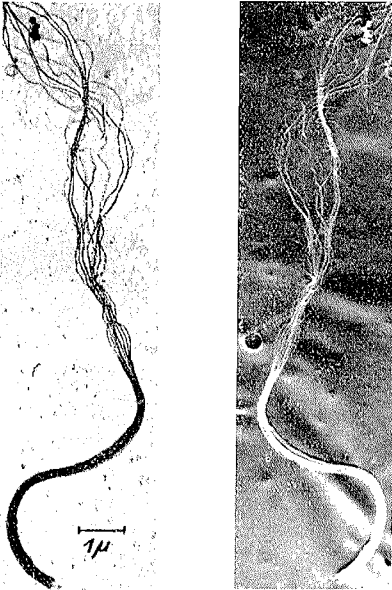


Abb. 8.

Fibrillär aufgespaltener Achsenfaden
Elektronenmikr. Aufnahme
bei 7500 facher Vergrößerung
links: unbedampft; rechts: metalbedampft

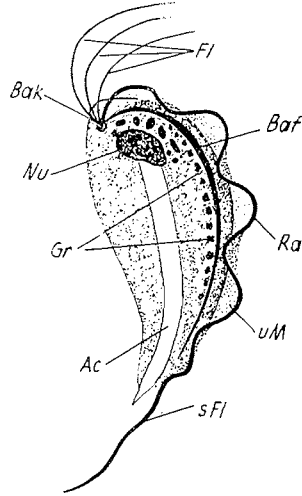


Abb. 9. *Trichomonas muris*

Ac: Achsenstab; Baj: Basalfibrille;
Bak: Basalkörner; FI: Geißel;
sFI: Schleppgeißel; Gr: Granula;
Nu: Kern; Ra: Randfäden;
uM: undulierende Membran

Im Blind- und Dickdarm von Mäusen ist *Trichomonas muris* (Abb. 9) häufig und in großer Menge zu finden. Diese bis zu 20 μ große Art ist durch vier Geißeln und eine undulierende Membran gekennzeichnet. Die drei am Basalkorn entspringenden, nach vorn gerichteten Geißeln sind verhältnismäßig kurz und fein. Die vierte Geißel ist als Schleppgeißel ausgebildet und verläuft als kräftiger Randfaden entlang der undulierenden Membran, um als freie Flagelle zu enden. Die undulierende Membran ist durch eine von der Basalkorngruppe entspringende Basalfibrille gestützt. Am Fuße dieser Fibrille lassen sich bei *T. muris* stark färbbare Granula nachweisen. Ein kräftiger Achsenstab, der frei endet, ist vorhanden.

Die in der Familie der *Hypermastigidae* zusammengefaßten Formen von *Trichonympha agilis* sind ausschließlich als Symbionten bei holzfressenden Termiten zu finden. Die hier gewählte *Trichonympha agilis*

(Abb. 10) wurde aus dem Darm von *Reticulitermes flavipes* Kollar, die aus den USA stammen, herauspräpariert. Diese Flagellaten gehören zu den differenziertesten Arten und erreichen eine beträchtliche Größe. Bei *T. agilis*, die eine Länge von 75—115 μ und eine Breite von 30—45 μ erreicht, lassen sich vier Körperzonen klar unterscheiden. Auf das geißel-

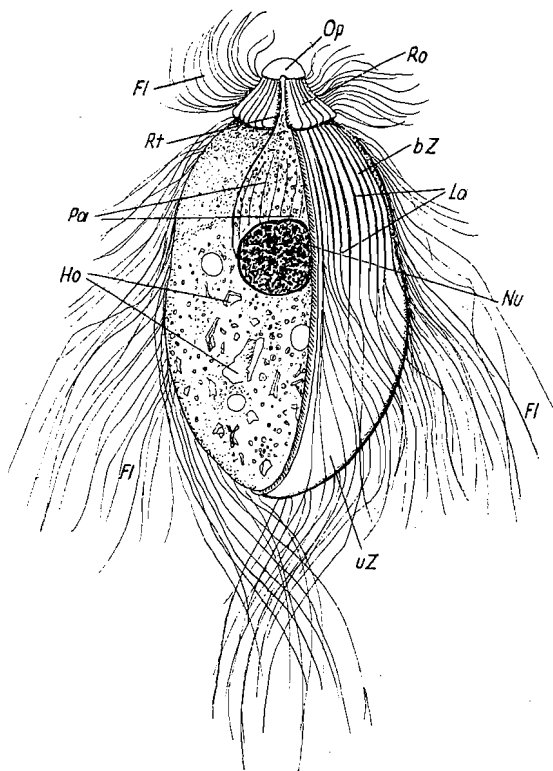


Abb. 10. *Trichonympha agilis*

La: Längsrippen; Nu: Kern; Fl: Geißeln; Ho: Holzpartikel; Op: Operculum; Pa: Parabasalkörner; Ro: Rostrum; Rt: Rostaltubus; bZ: begeißelter Körperteil; uZ: unbegeißelter Körperteil

lose Operculum folgt das mit gleichlangen Flagellen besetzte Rostrum. Daran schließt sich eine begeißelte Zone an, und darauf folgt der geißellose Zelleib. Das Operculum und das Rostrum sind mit dem übrigen Körper nur durch den schmalen Rostraltubus verbunden. Das Rostrum und der darauf folgende Körperteil lassen Längsrippen erkennen, zwischen denen die Geißeln entspringen. Die Flagellen erreichen am Ende der begeißelten Zone ihre größte Länge. Der unbegeißelte Teil, der nur von einer dünnen Ektoplasmaschicht umgeben wird, ist sehr metabol und enthält die geformte Nahrung, die hier aufgenommen wird. Der Kern liegt an der Grenze zwischen begeißeltem und flagellenfreiem

Hinterende. Er wird von fädigen Parabasalkörnern umgeben, deren Anordnung für die Systematik von Bedeutung ist. In der letzten Größeneinstellung von *T. agilis* bewegt sich eine schlankere, wesentlich kleinere Dinonymphe-Art durch das Bildfeld.

Bewegung durch Wimpern

Der spindelförmige Körper von *Paramecium caudatum* (Abb. 11), dieses allgemein bekannten, sehr häufigen und leicht züchtbaren Ciliats, ist mit einer kleingefelderten Pellicula bedeckt und allseitig bewimpert. Am Hinterende ist eine Gruppe längerer Wimpern nachweisbar. Die Mundöffnung liegt am Grunde einer bewimperten Mundgrube. Dem ovalen Makronukleus liegt ein Mikronukleus an. *P. caudatum* erreicht eine Größe von 180—300 μ , trägt Trichocysten und enthält zwei pulsierende

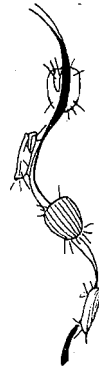


Abb. 11. *Paramecium caudatum* WICHTERMAN
Spiralbahn

Abb. 12. *Euplotes patella*
Spiralbahn

Vakuolen. Der Cilienschlag ist sehr mannigfaltig [4] und dementsprechend sind die Bewegungsmöglichkeiten sehr groß. Konjugierende Paramecien lassen einen gleichlaufenden Wimperschlag erkennen. Bei ungestörter Bewegung beschreibt *P. caudatum* eine linksgewundene Spiralbahn.

In der Gattung *Euplotes* werden ovale oder ellipsoide Formen mit ventral flachem und dorsal flach gewölbtem Körper zusammengefaßt. Die Dorsalfläche ist bei *Euplotes patella* (Abb. 12) gerippt. Die Bewimperung besteht aus neun Frontal-Ventralscirren, fünf Afterscirren und vier Randscirren. Von den zuletzt genannten sind zwei aufgespalten und dienen der Thigmotaxis. Auf den Cirren laufen die *Euplotes*-arten hastig ruckartig. Beim Schwimmen wird eine Spiralbahn beschrieben, deren Windungen

im Vergleich zu *P. caudatum* enger sind. *E. patella* ist eine sehr variable Art und erreicht in der forma typicus eine Größe von 80—120 μ . Die im Film dargestellte Form stammt aus einem Teich in der Nähe Göttingens, in dem sie sehr zahlreich zu finden war.

Literatur

1. ANDERSON, T., Techniques for the preservation of the three-dimensional structure in preparing specimens for the electron microscope. Trans. N. Y. Acad. Sci. **13** (1951), S. 130.
2. DOFLEIN, F., Die vegetative Fortpflanzung von *Amoeba proteus*. Zool. Anz. **49** (1918), S. 257.
3. FISCHER, A., Über die Geißeln einiger Flagellaten. Jb. Bot. **26** (1894), S. 187.
4. v. GELEI, J., Der schraubige Bau in der Ciliatenwelt im Vergleich mit den Symmetrieverhältnissen der vielzelligen Tiere. Arch. Prot. **88** (1937), S. 314.
5. HARTMANN, M., Allgemeine Biologie. G. Fischer, Jena 1947.
6. JAKUS, M. u. C. HALL, Electron microscope observations of the trichocysts and cilia of Paramecium. Biol. Bull. **91** (1946), S. 141.
7. KAHL, A., Wimpertiere oder Ciliata. Tierwelt Deutschlands. G. Fischer, Jena 1935.
8. KIRBY, H., Flagellates of the genus Trichonympha in termites. Univ. Cal. Publ. Zool. **37** (1932), S. 379.
9. KORSCHIKOFF, A., Über den Bau und die Aggregation bei den Volvocalen und den Flagellata. Arch. Russ. Protistol. Ges. **2** (1923).
10. KRUGSMAN, B., Beiträge zum Problem der Geißelbewegung. Arch. Prot. **52** (1925), S. 478.
11. MAINX, G., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Eugleninen. Arch. Prot. **60** (1928), S. 305.
12. MÜHLPFORDT, H. u. D. PETERS, Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Flagellatengeißeln. *Haematococcus pluvialis*. Verh. Dtsch. Zool. Marburg 1950, S. 153.
13. PANTIN, C., On the physiology of amoeboid movement. Jour. marine biol. Ass. Unit. Kingdom **13** (1923), S. 24.
14. PASCHER, A., Die Süßwasserflora. G. Fischer, Jena 1913.
15. PETERSEN, B., Beiträge zur Kenntnis der Flagellatengeißel. Saertryk Bot. Tidsskrift. **40** (1929).
16. PRELL, H., Zur Theorie der sekretorischen Ortsbewegung. II. Die Bewegung der Gregarinen. Arch. Prot. **42** (1921), S. 157.
17. REICHENOW, E., Lehrbuch der Protozoenkunde. 6. Aufl. G. Fischer, Jena 1949.
18. RHUMBLER, L., Zur Theorie der Oberflächenkräfte der Amöben. Z. wiss. Zool. **83** (1905), S. 1.
19. ROSKIN, G., La structure des myonèmes des infusoires. Bull. biol. France. Belg. 1923.
20. VLK, W., Über den Bau der Geißel. Arch. Prot. **90** (1938), S. 448.
21. WICHTERMAN, R., The biology of Paramecium. Blakiston Inc., New York 1953.

(Eingegangen am 14. 7. 1953)

Übersicht der einzelnen Aufnahmen

Objekt	Aufnahme Nr.	Bildfeldbreite	Aufnahmefrequenz
<i>Amoeba proteus</i>	1.	0,22 mm	10 B/s
	2.	0,16 mm	20 B/s
	3.	0,16 mm	20 B/s
	4.	0,33 mm	10 B/s
<i>Entamoeba histolytica</i>	1.	0,13 mm	12 B/s
	2.	0,08 mm	16 B/s
	3.	0,05 mm	16 B/s
	4.	0,10 mm	12 B/s
<i>Gregarina polymorpha</i>	1.	0,50 mm	4 B/s
	2.	0,16 mm	4 B/s
	3.	0,16 mm	4 B/s
<i>Stentor</i>	1.	0,66 mm	24 B/s
	2.	0,16 mm	24 B/s
	3.	0,66 mm	24 B/s
<i>Vorticella</i>	1.	0,33 mm	24 B/s
	2.	0,15 mm	24 B/2
	3.	0,09 mm	50 B/s
	4.	0,15 mm	24 B/s
	5.	0,50 mm	24 B/s
<i>Zoothamnium procerius</i>	1.	1,33 mm	24 B/s
<i>Euglena variabilis</i>	1.	0,33 mm	30 B/s
	2.	0,40-0,20 mm	60 B/s
	3.	0,50 mm	30 B/s
<i>Haemotococcus pluvialis</i>	1.	0,50 mm	24 B/s
	2.	0,09 mm	60 B/s
	3.	0,12 mm	24 B/s
<i>Trichomonas muris</i>	1.	0,08 mm	24 B/s
	2. ¹⁾	0,04 mm	60 B/s
	3.	0,08 mm	24 B/s
<i>Trichonympha agilis</i>	1.	0,33 mm	48 B/s
	2.	0,11 mm	48 B/s
	3.	0,11 mm	48 B/s
	4.	0,08 mm	48 B/s
	5.	0,08 mm	48 B/s
	6.	0,33 mm	48 B/s
<i>Paramecium caudatum</i>	1.	1,33 mm	24 B/s
	2.	0,66 mm	40 B/s
	3. ¹⁾	0,20 mm	40 B/s
	4. ¹⁾	0,13 mm	50 B/s
	5. ¹⁾	0,06 mm	50 B/s
	6. ¹⁾	0,04 mm	70 B/s
	7. ¹⁾	0,08 mm	50 B/s
<i>Euplotes patella</i>	1.	0,80 mm	40 B/s
	2.	0,33 mm	24 B/s
	3.	0,33 mm	24 B/s
	4.	0,28-0,13 mm	24 B/s
	5.	0,80 mm	40 B/s

¹⁾ Mit Gelatinezusatz