

**Ein Beitrag zur Kenntnis
von *Bicoeca lacustris* J. CLARK.
(Studien über farblose Flagellaten III.)**

Von

G. Klug (Prag).

Mit 3 Abbildungen im Text.

Dieser zarte Organismus, der im Frühjahr und Herbst in stehendem, schwach faulendem Wasser nicht selten zu finden ist, bildete schon wiederholt den Gegenstand eingehender Untersuchungen. Trotzdem sind unsere Kenntnisse über diesen epiphytisch lebenden, schwach oligothermen Flagellaten heute noch recht mangelhaft. So ist die Form des Flagellaten und dessen Gehäuse ungenau beschrieben, der Teilungsvorgang und die Vermehrung durch Schwärmer ungenügend bekannt und schließlich wissen wir nichts darüber, wie der Schwärmer aussieht, sich festsetzt und das Gehäuse bildet. Durch

die Anlage von Rohkulturen, in denen sich *Bicoeca lacustris* massenhaft vermehrte und somit in allen Entwicklungsstadien verfolgt werden konnte, gelang es mir ein recht vollständiges Bild über den Bau und die Vermehrung dieses Flagellaten zu erhalten. Als Material für die Rohkulturen diente Teichwasser, das im Herbst dem Rande eines Fischteiches bei Prag (Kunratice) mit etwas Grundschlamm und mit einigen von *Cladophora glomerata* besetzten Steinen entnommen wurde. Dieses Material blieb bis Ende Januar zwischen den Doppelfenstern eines ungeheizten Raumes stehen, dann wurden die Kulturgefäße in einen mäßig warmen Institutsraum gebracht und nach ungefähr einer Woche untersucht. Solange die Kulturen kühl gehalten wurden, waren die *Cladophora*-

Fäden nur langsam weitergewachsen und in den Kulturen noch verschiedene Heteroconten, *Tribonema*, *Phoeothamnion*, *Characiopsis* u. a. aufgegangen. Besonders diese waren es, auf denen sich *Bicoeca* mit Vorliebe festsetzte, obwohl sie im allgemeinen in der Wahl der Unterlage nicht heikel ist. So findet sie sich gelegentlich auf allen untergetauchten Pflanzenteilen, auf Wasserpilzen und allen Fadenalgen, sogar auf Fäden von Spirogyren, die nach meinen bisherigen Erfahrungen von farblosen Flagellaten nur ausnahmsweise besiedelt werden. Auf einigen *Tribonema*-Fäden bildete *Bicoeca* ganze Kolonien, die nicht selten aus 15—20 dicht nebeneinander gedrängten Individuen bestanden. In den Rohkulturen konnten die Flagellaten monatelang und in den feuchten Kammern wochenlang erhalten bleiben und sie verschwanden erst, als der Fäulnis- und Wärmegrad des Wassers das für *Bicoeca* erträgliche Maß überschritt.

Alle Untersuchungen, soweit sie nicht cytologischen Fragen galten, wurden an lebenden Material vorgenommen, wobei die mit *Bicoeca* besetzten Algenfäden zwischen Objektträger und Deckglas ständig mit frischem Wasser aus den Kulturen durchspült wurden. Dieser ständige Wasserwechsel war notwendig, da sonst die Flagellaten in dem durch die starke Beleuchtung sich erwärmenden Wasser allmählich den Bakterienfang einstellten, sich langsam in das Gehäuse zurückzogen und nach Einschmelzen der Fanggeißel kugelige oder ellipsoidische Ruhestadien bildeten. In selteneren Fällen wurden sogar die Gehäuse verlassen. Hierbei löste sich entweder die Schleppgeißel (Stützfaden) vom Gehäusegrund los oder sie riß ein Stück über der Anhaftstelle ab (Abb. 1f). Solche verlassene Gehäuse, die noch deutlich die Reste der Schleppgeißel zeigten, konnten mehrfach beobachtet werden.

Der Körper des Flagellaten (Abb. 1a—c) ist im voll entwickelten Zustand gestreckt eiförmig, in der Jugend oder nach Teilungen mehr kugelig, stets aber schwach dorsiventral zusammengedrückt. Ventral verläuft über die ganze Länge des Zellkörpers, die 6—12 μ beträgt, eine Furche, die am Vorderende in den muldenförmigen, lippenartigen Fortsatz (Peristom) mündet. In dieser Furche entspringen im oberen Körperdrittel eine bis 24 μ lange Fang- und eine bis 15 μ lange Schleppgeißel (Stützfäden). Nächst dem Ursprung der Schleppgeißel liegt der Caryosomkern, der von zwei wurstförmigen Parabasalkörpern schwimmgürtelartig umgeben wird (PROWAZEK). In der lebenden Zelle ist der Kern meist nicht wahrnehmbar. Die einzige kontraktile Vakuole findet sich stets in der hinteren Körperhälfte, nicht selten unmittelbar am Zellgrunde. Das Zellplasma ist

hyalin durchscheinend und schließt gewöhnlich mehr oder weniger dunkle Nahrungsreste sowie einige Öltröpfchen ein.

Die Nahrungsaufnahme und das Ausstoßen der unverdauten Reste erfolgt an dem lippenartigen Fortsatz am Vorderende der Zelle.

Mit Defäkation nichts zu tun hat jedoch jenes Ausstoßen von plasmatischer Substanz, die in Form eines größeren oder mehrerer kleiner Klümpchen oder Tröpfchen bisweilen am Grunde des Gehäuses anzutreffen ist. Solche Gebilde sah ich häufig bei Individuen vor der Teilung oder Cystenbildung und als Folge von ungünstigen Umweltbedingungen, wie allzu starke Erwärmung, kohlensäurereiches und sauerstoffarmes Wasser u. a. auftreten. Diese Abscheidungsprodukte können oft eine ziemliche Größe erreichen und einem unbeweglichen Teilungsproßling gleichen. Wie mir in liebenswürdiger Weise Herr Prof. A. PASCHER mitteilt, pflegen ähnliche Erscheinungen bei Chrysomonaden vor der Teilung häufig vorzukommen. Bei den gehäusebewohnenden *Protomonadineae* zählen solche Vorkommnisse ebenfalls nicht zu den Seltenheiten und ihre Beobachtung dürfte zu der falschen Ansicht über allseitige Defäkation geführt haben. Eine solche ist jedoch in keinem der erwähnten Fälle anzunehmen. Bei *Bicoeca* müßte durch die meist äußerst reichliche Nahrungsaufnahme und

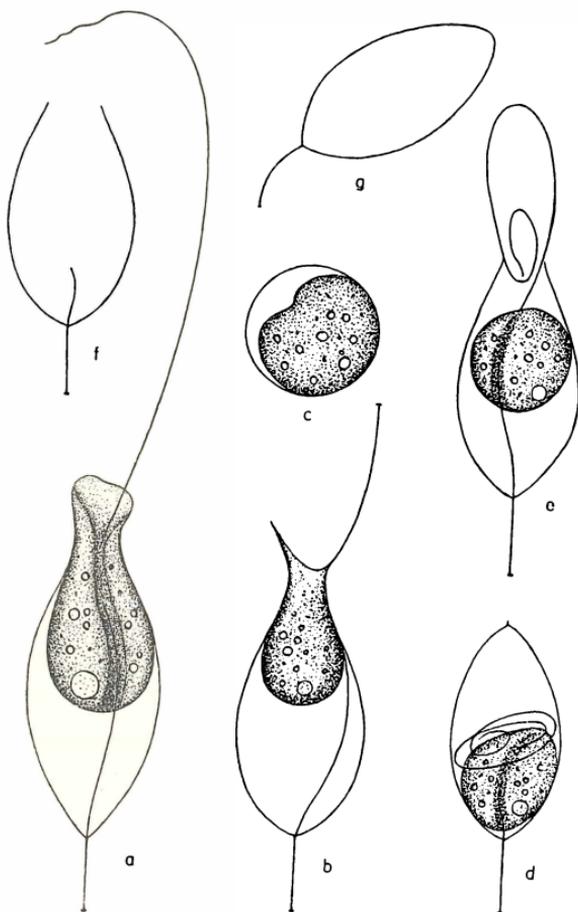


Abb. 1. *Bicoeca lacustris* J. CLARK. a in Fangstellung von der Bauchseite, b in Seitenansicht, c im Querschnitt, d kurz nach der Retraktion, e auf dem Wege in die Fangstellung. f verlassenes Gehäuse mit dem Rest des Stützfadens, g geschlossenes Gehäuse mit kontraktilem Stiel. Orig.

zu den Seltenheiten und ihre Beobachtung dürfte zu der falschen Ansicht über allseitige Defäkation geführt haben. Eine solche ist jedoch in keinem der erwähnten Fälle anzunehmen. Bei *Bicoeca* müßte durch die meist äußerst reichliche Nahrungsaufnahme und

dementsprechend lebhaft Ausstoßung unverdauter Reste der kleine freie Raum im Gehäuse in kurzer Zeit von solchen Partikeln vollgestopft sein und den Aufenthalt des Individuums daselbst unerträglich machen. Berücksichtigt man noch die Größenzunahme des Flagellaten, die bei günstigen Ernährungsverhältnissen oft schon nach wenigen Stunden das Doppelte der ursprünglichen Größe betragen kann, so ergibt sich schon rein rechnerisch die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges.

Bei Beunruhigung zieht sich der Flagellat ruckartig in das Gehäuse zurück, wobei der Zellkörper in der Richtung des sich zusammenziehenden Stützfadens meist etwas seitlich gedreht wird. Dabei nimmt die Zelle kugelige oder ellipsoidische Gestalt an und die Fanggeißel rollt sich spiralig ein (Abb. 1 d). Nach einer kurzen Ruhepause kehrt der Flagellat wieder langsam in die Fangstellung zurück; zuerst verläßt die Fanggeißel die Mündung des Gehäuses, indem sie sich mit zitternder Bewegung weitbogig entrollt (Abb. 1 e).

Das Gehäuse

besitzt lang ei- bis spindelförmige Gestalt und erreicht eine Größe von 12—18 μ in der Länge und 7—10 μ in der Breite. Der Gehäusegrund ist spitz, stumpf, seltener breit abgerundet. Seine Form wird durch die Gestalt des sich anheftenden Schwärmers bestimmt und da diese von der Unterlage und den Umweltbedingungen beeinflusst wird, ist die Aufstellung von Varietäten oder Formen bloß nach der Gestalt des Gehäusegrundes rein willkürlich und entbehrt jeder inneren Begründung. Das vordere Ende des Gehäuses ist äußerst zart und selbst bei stärkster Vergrößerung nicht immer deutlich wahrnehmbar. Nach der Retraktion und während des Teilungsvorganges schließt es sich vollständig, oft unter Bildung eines kurzen spitzen Fortsatzes (Abb. 1 d) und nur bei leichter Beunruhigung fast vollständig. Diese Fähigkeit geht selbst älteren Individuen nicht verloren. Die CLARKSche Behauptung, der sich auch BÜTSCHLI anschließt — „... es scheint mir wahrscheinlich, daß CLARK Recht hat, wenn er diese Fähigkeit den Kelch zu schließen, nur den jüngeren Tieren zuschreibt“ — vermag ich nicht zu bestätigen. Die von BÜTSCHLI als Beweis hierfür beigefügten Abbildungen (Taf. XI Fig. 6 a u. b) lassen deutlich erkennen, daß er seine Beobachtungen nicht an Individuen ein und derselben Gattung gemacht hat. Seine Abbildungen erinnern an ein *Poteriodendron*.

Der Gehäusestiel, der bei voll entwickelten Flagellaten meist nur ein Drittel der Länge des Gehäuses ausmacht, ist elastisch und

kehrt selbst nach einer Krümmung um 90° rasch wieder in die Ausgangsstellung zurück (Abb. 1 g).

Über die chemische Zusammensetzung des Gehäuses und des Stieles brachte die Anwendung der üblichen Färbeverfahren keine Klarheit. Durch Jod, Chlorzinkjod, Kongorot, Ruthenium u. a. wurde das Gehäuse nicht gefärbt. Auch der Chitinnachweis durch Erhitzen mit Kalilauge usw. schlug fehl; die Gehäuse lösten sich bei dem Verfahren auf. Für derart zarte Gebilde, wie sie die Gehäuse von *Bicoeca lacustris* darstellen, scheinen die üblichen mikrochemischen Methoden derzeit noch viel zu roh und noch viel zu wenig ausgearbeitet zu sein, als daß sich damit einwandfreie Bilder erzielen ließen.

Über

die Vermehrung

von *Bicoeca lacustris* liegen bisher nur die ganz unvollständigen Beobachtungen von STEIN und KENT vor. Sie wird von beiden Forschern als Querteilung beschrieben und abgebildet. Während KENT den sich loslösenden Schwärmer mit einer apikal stehenden langen und einer kurzen Geißel abbildet, erfahren wir von STEIN nur, daß der „vordere Teilungssproßling“, den er mit einer langen Geißel zeichnet, sich ablöst. BÜTSCHLI, der sich mit *Bicoeca lacustris* ebenfalls näher befaßte, scheint den Teilungsvorgang nicht beobachtet zu haben, da er ebenfalls von Querteilung spricht und die STEIN- und KENTSCHEN Abbildungen wiedergibt. An einer marinen *Bicoeca*, *B. pocillum* KENT, beschreibt GRIESSMANN den Teilungsvorgang als typische Längsteilung. Nach ihm geht der Durchschnürung des Zellkörpers die Ausbildung der neuen Geißeln (Fig. 15 II) voraus.

Mit den von mir zu wiederholten Malen gemachten Beobachtungen stimmt jedoch keine der vorerwähnten Schilderungen vollkommen überein. Die zur Teilung reifen *Bicoecen* sind schon äußerlich leicht dadurch zu erkennen, daß sie das Gehäuse bis auf einen kleinen Raum am Grunde ausfüllen. Als bald ziehen sich die Flagellaten in das Gehäuse zurück, schließen den Gehäusehals und schmelzen die Fanggeißel ein. Über das Schicksal des Stützfadens vermag ich nur so viel zu sagen, daß er nicht vollständig verschwindet, da er im lebenden und im gefärbten Zustand immer vom Gehäusegrund ein Stück aufwärts verfolgt werden kann. Die Kernteilung, der die Teilung der Parabasalkörper vorausgeht (PROWAZEK), erfolgt meist schräg zur Längsachse, nur manchmal fast in der Längsachse. Senkrecht dazu schnürt sich nach vollendeter Kernteilung die Zelle iris-

blendenartig, zentripetal fortschreitend durch (Abb. 2 a). Die Kern- und Zellteilung ist bei *Bicoeca lacustris* somit als eine schräge Quer- teilung anzusprechen und unterscheidet sich dadurch wesentlich von *Bicoeca pocillum* KENT. Nach erfolgter Durchschnürung runden sich die Teilprodukte an der Teilungsebene ab (Abb. 2 b) und beginnen mit der Ausbildung der Geißeln. Auch darin zeigt sich ein Unter- schied zwischen der ma- rinen Art und *Bicoeca la- custris*. Während des ganzen Teilungsvorganges bleibt die Längsfurche am Körper meist deutlich erkennbar.

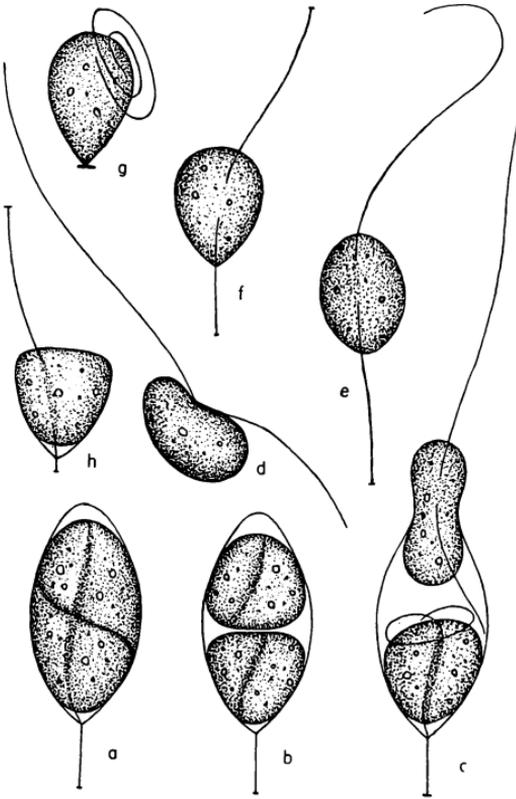


Abb. 2. Vermehrung von *Bicoeca lacustris*. a Schrägeilung, b die durchgeschnürten Teilungssproßlinge, c der Schwärmer verläßt das Gehäuse, d Gestalt des Schwärmers, e—g Festsetzen des Schwärmers, h beginnende Gehäusebildung. Orig.

nenförmige Gestalt annimmt (Abb. 2 d). Zuletzt verläßt die Schleppei- geißel das Gehäuse. Sie ist auch im ungefärbten Zustand kaum zu übersehen, da sie sich oft am Gehäusehals verfängt. Die Größe des Schwärmers schwankt zwischen 4 und 6 μ . Seine Bewegung ist weitbogig pendelnd und nur in selteneren Fällen und vor dem Festsetzen unsicher zitternd.

Der sich loslösende Teilungssproßling, ein *Bodo*-ähnlicher

Schwärmer entwickelt eine etwa 3 mal körperlange Schwimmgeißel, die nach dem Festsetzen und in der Folge als Fanggeißel dient, und eine etwa 2 mal körperlange Schleppei- geißel, den künftigen Stütz- faden. Beide haben im oberen Drittel der Längsfurche ihren Ursprung. Beim Loslösen zwingt sich der Schwärmer mit der Schwimmgeißel voran durch den geschlossenen Gehäusehals (Abb. 2 c), wobei er fortschreitend spitz ei-, geigen-, biskuit-, verkehrt ei- und nach dem Verlassen unregelmäßig boh-

Das im Gehäuse verbleibende Teilprodukt bildet erst nach dem Loslösen des Schwärmers die Fanggeißel aus, verharret meist noch einige Zeit am Grunde des Gehäuses, um schließlich nach der Streckung der Schleppgeißel (Stützfadens) den Nahrungserwerb erneut aufzunehmen.

Der Teilungsvorgang verläuft meist innerhalb einer knappen halben bis reichlichen dreiviertel Stunde und zwar von der beginnenden Einschmelzung der Fanggeißel an bis zur Loslösung des Schwärmers gerechnet.

Als Abweichungen von dem regelrechten Verlauf der Teilung seien nur jene seltenen Fälle erwähnt, bei denen der obere Teilungsproßling nach seiner vollen Entwicklung das Muttergehäuse nicht sogleich verläßt, sondern sich mit der Schleppgeißel im Gehäuse anheftet und den Bakterienfang beginnt. Das basale Teilprodukt verharret dabei in Ruhe ohne die Fanggeißel auszubilden. Verfolgt man solche Fälle weiter, so ergibt sich, daß stets nur aus irgendwelchen, unbekanntem Ursachen das Ausschwärmen verzögert wird. Früher oder später verläßt der Schwärmer dann doch das Gehäuse und eine gelegentliche Unterdrückung des Schwärmerstadiums, wie es beispielsweise bei *Bicoeca dinobryoidea* LEMMERMANN und *Poteriodendron petiolatum* STEIN bei der Bildung von *Dinobryon*-artigen Kolonien die Regel ist, kommt bei *Bicoeca lacustris* nach meinen bisherigen Erfahrungen nicht vor. Entwicklungsgeschichtlich lassen sich solche Verzögerungen vielleicht als Vorstufen zu *Dinobryon*-artigen Kolonienbildungen bei den *Bicoecaceae* deuten.

Das Sichfestsetzen des Schwärmers.

Nach einem meist nur kurzen Umherirren setzt sich der Schwärmer auf eine geeignete Unterlage zunächst mit der Schleppgeißel fest (Abb. 2e). Unter langsamer, kreiselförmiger Bewegung, die durch die ruhig schwingende Schwimmgeißel verursacht wird, verkürzt er nun allmählich die Schleppgeißel, nimmt dabei eine verkehrt eiförmige Gestalt an (Abb. 2f) und heftet sich schließlich mit dem Hinterende des Körpers an die Unterlage fest. Der untere Teil der Zelle kann nach der Anheftung die spitze Gestalt beibehalten oder sich mehr stumpf bis breit abrunden. Während die nun festsitzende Zelle anfangs noch mit ausgestreckter Fanggeißel in der langsam kreisenden Bewegung verbleibt, stellt sie diese später ein und verharret mit meist seitlich spiralig aufgerollter Fanggeißel (Abb. 2g) mehrere Stunden in Ruhe. Nur in wenigen Fällen beginnt kurz nach dem Festsetzen auch schon der Bakterienfang.

Die Gehäusebildung

wird durch ruckartig rechts- und linkswendige Bewegungen des fest-sitzenden Schwärmers eingeleitet. Hierbei scheint der Protoplast die während der Ruhelage zunächst am Zellgrunde abgeschiedene Hülle abzustreifen, da meist schon nach wenigen derartigen Bewegungen der Gehäusegrund deutlich sichtbar wird. Junge Gehäuse haben immer kelchförmige Gestalt (Abb. 2h) und sind ein getreuer Abguß von der Form des festhaftenden Schwärmers. In der Folge wächst das Gehäuse allmählich vom Grunde nach aufwärts, indem

offenbar von der Zelle apikal fortschreitend neue Substanz innen ringförmig angelagert wird, wie dies sehr schön A. PASCHER an *Stokesiella epipyxis* zeigen konnte. Das vordere Ende des Gehäuses liegt jungen Individuen stets eng an und ist selbst bei der Retraktion nicht deutlich zu erkennen. Eine feinere innere Struktur, die auf weitere Einzelheiten über die Art der Substanzanlagerung schließen ließe,

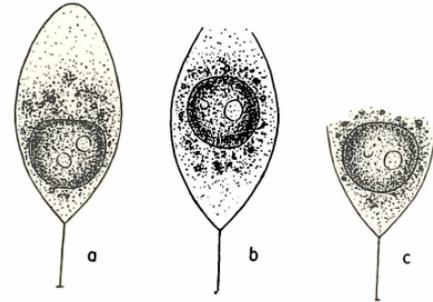


Abb. 3. Dauerstadien. a u. b in verschiedener Lage im Gehäuse, c in einem zur Hälfte abgebauten Gehäuse. Orig.

konnte ich bei der Zartheit der Gehäuse nicht wahrnehmen. Der Zerfall der Gehäuse erfolgt fortschreitend basalwärts (Abb. 3 b—c).

Das Wachstum des Gehäusestiels beginnt mit der Bildung des Gehäuses und ist stets früher als dieses abgeschlossen. Soweit ich beobachten konnte, erreicht er mit der Fertigstellung des Gehäusegrundes seine endgültige Länge. Ein nachträgliches Wachstum konnte ich in keinem Falle feststellen.

Dauerstadien.

Sie finden sich gegen Ende der Hauptentwicklung nicht selten am Grunde oder in der Mitte des Gehäuses und stellen abgestutzt kugelige oder nur kugelige Gebilde dar, die anfangs von einer zarten, später etwas deutlicheren Membran umschlossen sind (Abb. 3 a—c). Stets sind sie von Plasmaresten umgeben. Ihr Durchmesser beträgt 4 bis 6 μ . Solche Cysten, die noch gar nicht den Eindruck voll entwickelter Dauerstadien machen, werden bald durch den Zerfall der Gehäuse frei und scheinen ihre endgültige Entwicklung erst außerhalb des Gehäuses durchzumachen. Die von älteren Forschern als Dauerstadien beschriebenen Gebilde sind wohl nur Ruhestadien

die bei vorübergehenden ungünstigen Umweltbedingungen nicht selten zu beobachten sind. Aus solchen Ruhestadien entwickeln sich meist wieder Flagellaten, die das Gehäuse weiter bewohnen, wenn die Lebensbedingungen sich bessern oder die Zellen gehen zugrunde.

Alle Bicoecinen zeigen große Ähnlichkeit mit den Stokesiellen, von denen sie sich nur durch das Fehlen der zweiten kurzen Geißel am Vorderende unterscheiden, ferner mit *Poteriodendron*, dessen Jugendstadien mit *Bicoeca* leicht zu verwechseln sind; schließlich sind auch gewisse Übereinstimmungen mit den Salpingoecinen unverkennbar. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, daß die näheren verwandtschaftlichen Beziehungen, die namentlich *Stokesiella* und *Poteriodendron* zu den Chrysomonaden zeigen (PASCHER), vielleicht auch für *Bicoeca* gelten. Ein abschließendes Urteil wird allerdings erst nach der restlosen Erforschung der Dauerstadien und auf Grund der noch ausstehenden, vergleichenden Kernteilungsverhältnisse möglich sein.

Bot. Inst. d. Deutsch. Univ.
Prag II., Viničná 3a, Mai 1936.

Literaturverzeichnis.

- BÜTSCHLI, O. (1878): Beitrag zur Kenntnis der Flagellaten und einiger verwandter Organismen. Z. Zool. Bd. 30.
- (1883—1887): Mastigophora in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches.
- DOFLEIN, F. (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. Jena.
- FRANCÉ, H. (1895): Der Organismus der Craspedomonaden. Budapest.
- GRIESSMANN, K. (1914): Über marine Flagellaten. Arch. Protistenkde. Bd. 32.
- KENT, S. (1880—82): A Manual of the Infusoria. London.
- LEMMERMANN, E. (1910): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. III. Bd. Leipzig.
- (1914): Flagellatae I, in: A. PASCHERS Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Jena.
- PASCHER, A. (1914): Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 1. Jena.
- (1916): Zur Auffassung der farblosen Flagellatenreihen. Ber. dtsch. bot. Ges. Bd. 34.
- (1930): Zur Verwandtschaft der Monadaceae mit den Chrysomonaden; eine gehäusebewohnende farblose Chrysomonade. Ann. de Protistologie, Extrait du Vol. 2 Fasc. 4. Paris.
- PENARD, E. (1921): Studies on some Flagellata. Proc. Acad. natur. Sci. Philab., Part I.
- PROWAZEK, S. VON (1903): Flagellatenstudien. Arch. Protistenkde Bd. 2.
- REICHENOW, E. (1929): Dofleins Lehrbuch der Protozoenkunde. 5. Aufl. Jena.
- STEIN, FR. V. (1878): Der Organismus der Infusionstiere. II. Abt. 1. Hälfte. Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1936

Band/Volume: [88_1936](#)

Autor(en)/Author(s): Klug G.

Artikel/Article: [Ein Beitrag zur Kenntnis von Bicoeca lacustris J. Clark.
107-115](#)