

5629 ✓

Dr. F. Wenzel

Zoologisches Institut der Universität Bonn, BRD

Eine Neubeschreibung von *Calyptotricha lanuginosum* PENARD, 1922 (Ciliata, Scuticociliatida)¹⁾

A Redescription of *Calyptotricha lanuginosum* PENARD, 1922 (Ciliata, Scuticociliatida)

VON NORBERT WILBERT und WILHELM FOISSNER

Mit 5 Abbildungen

Summary

The species of the Genus *Cyclidium* are all free living. So the discovery of *Cyclidium lanuginosum* PENARD, 1922 in a shell caused a taxonomic research of this species. For this purpose the animals were treated with protargol and got a FOISSNER silver impregnation. Their silverline system and their infraciliature were compared with those of several species of the genera *Calyptotricha*, *Cyclidium*, *Ctedoctema*, and *Pleuronema*. It appeared from this, that the species described by PENARD belongs to the genus *Calyptotricha*. For that genus the following criteria are stated: They are Cyclidiidae, building shells and possessing a preoral suture, a postoral kinety and a characteristic silverline system. Their first adoral membranelle is always considerably longer than the second or the third one.

Calyptotricha lanuginosum, von PENARD 1922 als *Cyclidium lanuginosum* beschrieben, lebt in einem Gehäuse (Abb. 1, 3). Dies wurde bei Untersuchungen an Aufwuchsciliaten festgestellt (WILBERT 1969, BICK 1972). Die Lebendbeobachtung ergab dann außerdem, daß diese Art apikal bewimpert ist, also keine Frontalplatte hat (Abb. 2, 3). Die Fähigkeit ein Gehäuse zu bauen und der Besitz einer Frontalplatte sind wichtige Gattungsmerkmale der hymenostomen Ciliaten. Die Arten der Gattung *Cyclidium* sind alle freilebend und haben kein Gehäuse, sie besitzen aber als charakteristisches Merkmal die Frontalplatte. So war es also fraglich, ob die von PENARD beschriebene Art in der richtigen Gattung stand. Um hier Klarheit zu erhalten, wurden taxonomische Untersuchungen an Populationen, die aus einem regulierten Traunarm bei Linz/Donau und aus dem Poppelsdorfer Weiher in Bonn stammten, durchgeführt. Beide Fundorte sind dem α -mesosaprobien Gewässertyp zuzuordnen.

Material und Methoden

Das Silberliniensystem von *C. lanuginosum* (Abb. 2, 3, 4) wurde nach der von FOISSNER 1976 beschriebenen Silberimprägnationsmethode, und die Infraciliatur (Abb. 2, 3) durch Imprägnation mit Protargol (WILBERT 1975) dargestellt. Die Art konnte nicht in Kultur genommen werden. Daher können Aussagen über den Verlauf der Morphogenese während der Teilung nicht gemacht werden.

¹⁾ Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des Österreichischen MaB-6-Programms der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Fundorte: Die zur vergleichend-taxonomischen Untersuchung herangezogenen Arten *Cyclidium glaucoma* und *Ctedoctema acanthocrypta* stammen aus Kleingewässern der Hohen Tauern. *Pleuronema* spec. wurde zusammen mit *Calyptotricha lanuginosum* angetroffen.

Beobachtungen

Morphologie. Die untersuchten Individuen waren zwischen $35-40\mu\text{m}$ groß. Sie sind langovoid, ventral stark vorgewölbt, dorsal aber gestreckt und abgeplattet (Abb. 1), eine Gestalt, die sich deutlich von der der *Cyclidien* unterscheidet, die nämlich eine flache bis konkave Ventralseite haben. Typisch sind 2 etwa $20\mu\text{m}$ lange Apikalcilien (A), subapikal am Vorderende des Peristoms (Abb. 1, 2, 3). Weiterhin ist eine über $20\mu\text{m}$ lange Caudalwimper (Ce) vorhanden (Abb. 1, 2). Die übrigen

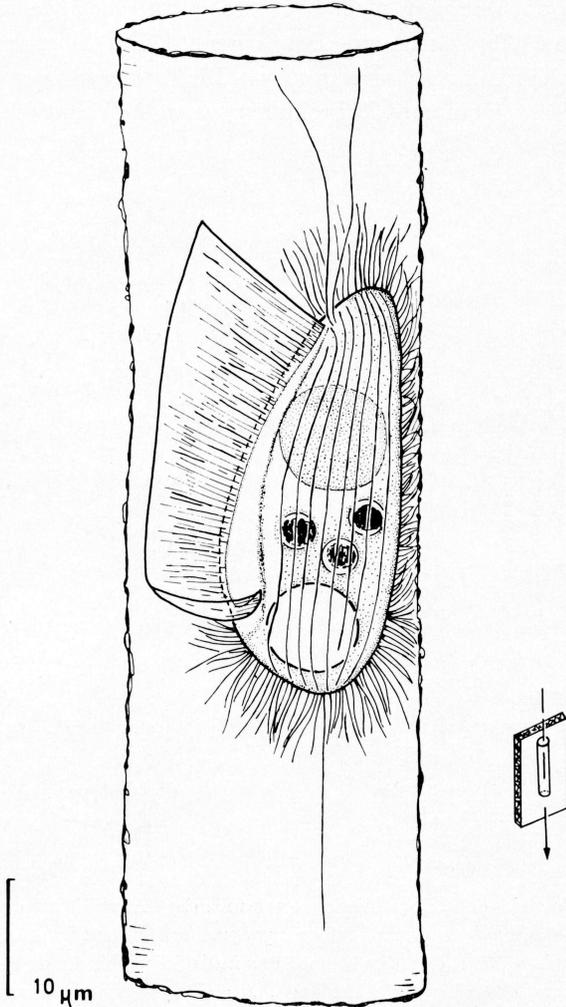


Abb. 1. *Calyptotricha lanuginosum* PENARD, 1922, Nach Lebendbeobachtungen und Protargolpräparaten gezeichnet.

Körpercilien sind auffallend weich — der Artname *lanuginosum* spricht dieses Merkmal an — sie sind um $5\mu\text{m}$ lang, caudal und besonders apikal sind sie verlängert (Abb. 1). Abweichend von den Cyclidien werden die Körpercilien nicht abgespreizt. Tiere, die ihr Gehäuse verlassen haben, nehmen auch keine Ruhestellung ein, sondern schwimmen pausenlos umher.

Das Gehäuse von *C. lanuginosum* wurde auf Objektträgern gefunden, die zur Aufwuchsuntersuchung exponiert waren (WILBERT 1969). Die Wohnröhre ist an beiden Enden weit offen, um $100\mu\text{m}$ lang und besteht aus einem durchsichtigen, dünnen Material (Abb. 1, 3). Sie kann schnell verlassen werden, etwa dann, wenn die Tiere während der mikroskopischen Betrachtung durch Licht und Temperaturänderung beunruhigt werden.

Auch im Gehäuse werden die Wimpern nicht abgespreizt. Die verlängerten apikalen Cilien fallen besonders durch ihre strudelnde Bewegung auf. Die Cilien der Dorsal-seite sind offensichtlich alle thigmotaktisch und immer in Berührung mit der Gehäusewandung. So ist die Ventralseite stets zum Röhreninnern gerichtet, und die undulie-

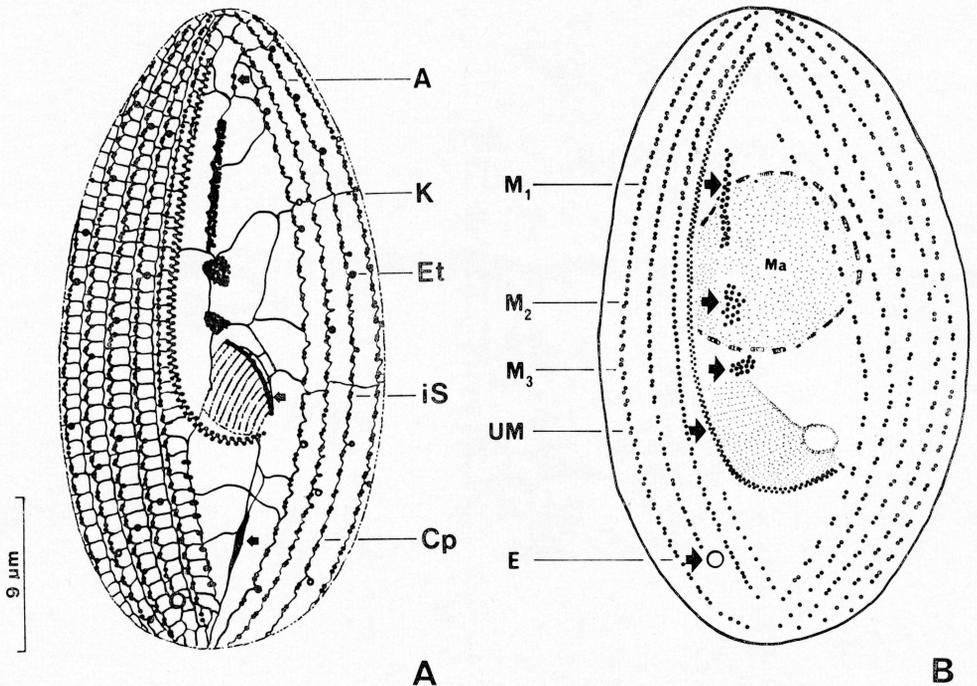


Abb. 2. Leicht schematisierte Ansicht des Silberliniensystems und der Infraciliatur der Ventral-seite von *Calyptotricha lanuginosum* nach trockener Silberimprägnation (A) und Imprägnation mit Protargol (B). In A ist links der Medianen das direkt und das indirekt verbindende Silberliniensystem eingezeichnet. Rechts nur das direkt verbindende. A = Basalkörper der verlängerten Apikalcilien, Cp = Cytopyge, E = Exkretionsporus, Et = Extrusome, iS = imprägnierbare Struktur, K = kommissurale Silberlinien, M_{1-3} = Membranellen, Ma = Makronukleus, UM = undulierende Membran.

rende Membran kann sich ungehindert entfalten. Dieses Verhalten sowie die Körperform, insbesondere die geradlinig abgeflachte Dorsalseite, können vielleicht als Anpassung an die mehr oder weniger sessile Lebensweise und den strudelnden Nahrungserwerb der Art verstanden werden, denn der Wasserstrom und herangebrachte Nahrungspartikel werden hauptsächlich zwischen Gehäusewandung und der Ventralseite des Tieres vorbeigeführt und können optimal genützt werden.

Die Mehrzahl der von uns untersuchten Tiere hatte 25 Kineten, mitunter wurden auch nur 21 gezählt. Dorsal sind nicht alle Kineten polar, sondern distal verkürzt (Abb. 3 D). In den Kineten stehen die Basalkörper paarweise zusammen, auf einer Länge von $10\mu\text{m}$ etwa 12 bis 16 (Abb. 2). Auf der rechten Körperseite stehen die einzelnen Paare dichter beieinander als auf der anderen Seite. Am caudalen Kinetenende sind dann nur noch einzelne Basalkörper vorhanden (Abb. 2).

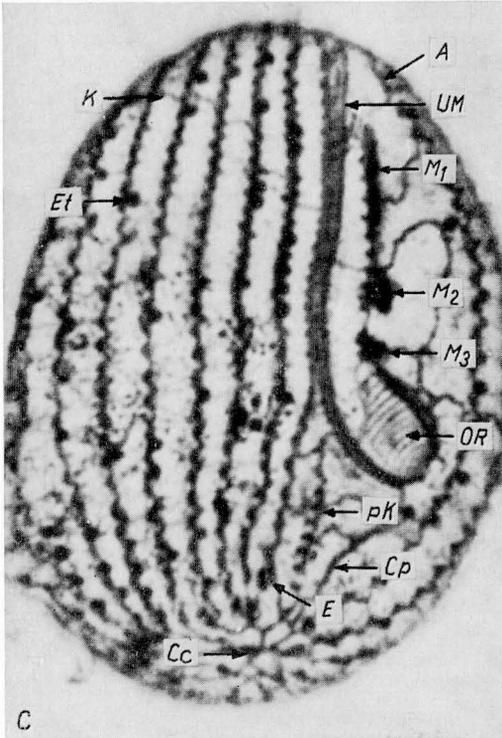
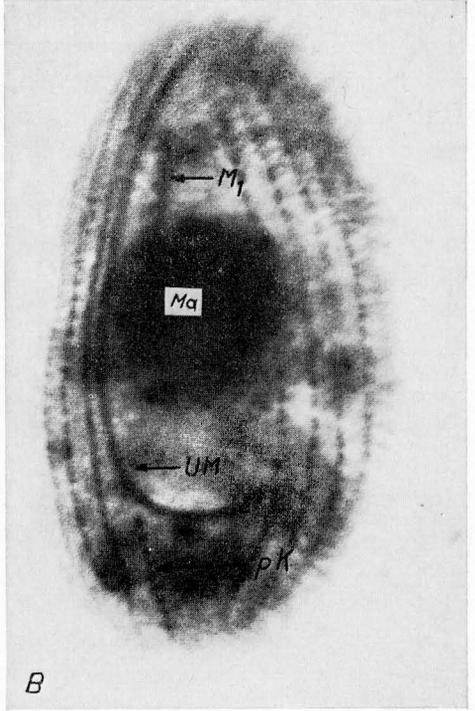
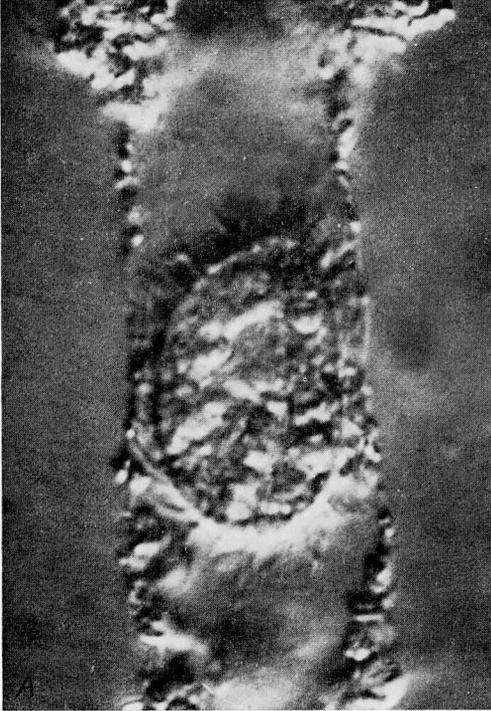
Auf der vorgewölbten Ventralseite zieht bis ins hintere Körperviertel ein von vorne nach hinten sich erweiterndes Peristomfeld. An seinem rechten Rand verläuft die undulierende Membran. Sie umfaßt den Zellmund J-förmig (Abb. 2, 3). Apikal verlängert sich das Peristom zu einem wimperfreien Streifen, eine Sutura, die über den Pol nach dorsal herüberzieht (Abb. 2, 3). Diese Nahtlinie entsteht durch eine von Pol zu Pol ziehende Kinete, die apikal andere Kineten abschneidet (Abb. 3).

Auffallend ist ein postorales Kinetenfragment aus etwa 10 Basalkörpern im letzten Viertel unter der undulierenden Membran (Abb. 2, 3). Dieses Kinetenfragment sowie das Fehlen der Frontalplatte sind Merkmale, die für die taxonomische Zuordnung der Art wichtig sind.

Die kontraktile Vakuole liegt terminal und mündet mit einem Exkretionsporus ventral am Ende der 2. Kinete (Abb. 2, 3).

In der vorderen Hälfte liegt ein kugeliger Makronukleus. Manchmal ist er in 3—4 runde Brocken aufgeteilt. Ein Mikronukleus konnte nicht festgestellt werden. Das Plasma aller untersuchten Tiere war immer klar und zeigte keine besondere Eigenfärbung.

Silberliniensystem. Das direkt verbindende Silberliniensystem (di) von *C. lanuginosum* besteht aus den meridional verlaufenden und den kommissuralen Silberlinien (Abb. 3 C, 4 A, B, 5 a). Die meridionalen Silberlinien sind zwischen je 2 Basalkörperpaaren girlandenartig aufgebogen. Am höchsten Punkt der Erhebung scheinen sie mit den indirekt verbindenden Silberlinien zu kontaktieren. In den dadurch entstehenden Stoßpunkten liegen vereinzelt argyrophile Körnchen oder Ringe. Vermutlich sind es die Relationskörper der zum Gehäusebau benötigten Mucocysten. Am distalen Pol vereinigen sich die meridionalen Silberlinien im Gebiet des Caudalciliums, wodurch eine netzartige Struktur entsteht. Am proximalen Pol treten von einigen Meridianen der linken Körperhälfte kleine Silberlinien zu den Meridianen der rechten Körperhälfte über (Abb. 3 C, D). Die Silberlinie der postoralen Kinete ist am oberen Ende Y-förmig aufgezwiegt (Abb. 3 C). Stets ist der rechte Ast mit der UM und der linke mit der benachbarten Somakinete verbunden. Ferner sendet sie auch Ausläufer zur Cytopyge (Cp). Die Cytopygensilberlinie kann als direkte Fortsetzung der Silberlinie, welche die Basalkörper der UM verbindet, aufgefaßt werden (Abb. 3 C).



Die meridionalen Silberlinien werden durch 3 Reihen kommissuraler Silberlinien (K) verbunden, die auch in das Mundfeld eindringen und dort ein weitmaschiges Gitter bilden. Dieses kontaktiert mit den adoralen Membranzellen, der UM und der imprägnierbaren Struktur am Mundeingang. Die erste Kommissur verläuft nahe des apikalen Pols (Abb. 3C), die zweite in der Höhe der M_1 und die dritte in der Höhe der imprägnierbaren Struktur (iS) (Abb. 2A, 3C, D).

Das indirekt verbindende Silberliniensystem (id) ist gitterförmig und besteht aus etwa $1,3 \times 1,5 \mu\text{m}$ großen, leicht pentagonalen Maschen. Sie sind so angeordnet, daß die direkt verbindenden Silberlinien am rechten Rand der Maschen verlaufen. Häufig enden die horizontalen Silberlinien des id bereits an den Stoßpunkten mit dem di (Abb. 2A, 3D, 4B). Dadurch entstehen U-förmige Maschen. Einige Präparate geben Hinweise dafür, daß das indirekt verbindende Silberliniensystem (id) auch im Mundfeld ein unregelmäßiges, engmaschiges Gitter bildet.

Diskussion

1. Die systematische Stellung der Gattung *Calyptotricha* PHILLIPS, 1882

Für die Gattung *Calyptotricha* ist der Bau von gelatinösen Gehäusen kennzeichnend. Das trennt sie von der nach KAHL (1930 bis 1935) sonst sehr ähnlichen Gattung *Cyclidium* MÜLLER, 1786. Unsere Untersuchungen zeigen weitere abweichende Merkmale auf. Die Genusdiagnose kann daher präzisiert werden und ist nicht mehr ausschließlich an das oft schwer feststellbare Gehäuse gebunden. Die Infraciliatur von *Calyptotricha lanuginosum* weist interessante Beziehungen zu einigen anderen Genera der Pleuronematina auf. Daher war uns zuerst nicht klar, ob dieses Genus zu den Cyclidiidae oder den Pleuronematidae zu stellen ist. Mit ähnlichen Schwierigkeiten kämpfte bereits KAHL (1926). Im folgenden soll daher ein Vergleich mit den Gattungen *Cyclidium*, *Ctectoema* und *Pleuronema* durchgeführt werden. Dem sei vorausgeschickt, daß einer von uns (FOISSNER, unveröffentlicht) einen anderen Vertreter dieser Gattung, möglicherweise *Calyptotricha pleuronemoides* PHILLIPS (1882) untersuchen konnte. Diese Art besitzt viele der für *C. lanuginosum* typischen Merkmale, nämlich ein gelatinöses Gehäuse, eine postorale Kinete (pk), eine verkürzte Kinete links der UM, eine auffallend lange M_1 , verlängerte Frontalwimpern und das typische Silberliniensystem. Sie besitzt Zoochlorellen und nur etwa 15 Somakineten. Die apikale Polbildung konnte leider nicht klar erkannt werden, dürfte aber ähnlich der von *C. lanuginosum* sein.

Abb. 3. *Calyptotricha lanuginosum*. A: lebendes Tier im Gehäuse, B: nach Imprägnation mit Protargol (Ventralansicht), C: ventrales und D: dorsales Silberliniensystem (Foisner-Präparation). Größe der Zellen $35-40 \mu\text{m}$. A = Basalkörper der verlängerten Apikaleilien, Ce = Caudaleilium, Cp = Cytopyge, E = Exkretionsporus, Et = Extrusome, K = kommissurale Silberlinien, M_{1-3} = Membranellen. Ma = Makronukleus, N = Nahtlinie, OR = oral ribbs, pK = Pectorales Kinetenfragment, UM = undulierende Membran, VK = verkürzte Kineten.

a) Oralstrukturen: Bei den Genera *Calyptotricha* und *Ctedoctema* (s. WILBERT et al. 1973) dominiert die M_1 . Für die Genera *Cyclidium*, *Pleuronema* und *Hippocomos* ist dagegen die Dominanz der M_2 typisch (DRAGESCO 1960; GROLIERE 1973; CZAPIK et al. 1977). Hinsichtlich der UM nimmt *Calyptotricha* eine Mittelstellung zwischen den Gattungen *Cyclidium* und *Pleuronema* ein. Sie biegt etwas weiter nach links als bei *Cyclidium*, umgreift aber das Cytostom nicht ausgeprägt halbkreisförmig wie bei *Pleuronema*. Ganz ähnlich ist die UM von *Hippocomos* ausgebildet (CZAPIK et al. 1977). Die kurze Kinete links oberhalb der M_1 , aus der die 2 verlängerten Cilien entspringen, kann vielleicht mit der kleinen, vermutlich aber unbewimperten Kineto-somenreihe links der M_1 von *Ctedoctema* (WILBERT et al. 1973) verglichen werden.

b) postorales Kinetensegment: Eine dem postoralen Kinetensegment von *Calyptotricha* vergleichbare Struktur findet sich bei *Ctedoctema* (WILBERT et al. 1973), *Hippocomos* (CZAPIK et al. 1977) und ganz vereinzelt auch bei *Cyclidium* (AGAMALIEV 1972). Die meisten Cyclidien und alle Pleuronemen besitzen kein postorales Kinetensegment.

c) somatische Infraciliatur: Bei *C. lanuginosum* tritt so wie bei den Pleuronemen eine präorale Struktur (N) auf, an der die Kineten der rechten und linken Körperseite zusammenstoßen (Abb. 3D). Es fehlt die für *Cyclidium* und *Ctedoctema* charakteristische wimperlose Frontalplatte. Auch die Doppelwimpern erinnern an *Pleuronema*, da sie bei *Cyclidium* und *Ctedoctema* auf die vordere Körperhälfte beschränkt sind (GELEI 1940; WILBERT et al. 1973). Das singuläre Caudalcilium ist dagegen typisch für *Cyclidium* und *Ctedoctema*, da die meisten Pleuronemen mehrere verlängerte Caudaleilien aufweisen. Der Verlauf der ersten Kinetenlinie des Oralapparates von *Calyptotricha* gleicht dem von *Cyclidium* und *Ctedoctema*. Bei den meisten Pleuronemen werden sie dagegen durch die starke Umbiegung der UM in der Höhe des Cytostoms abgeschnitten.

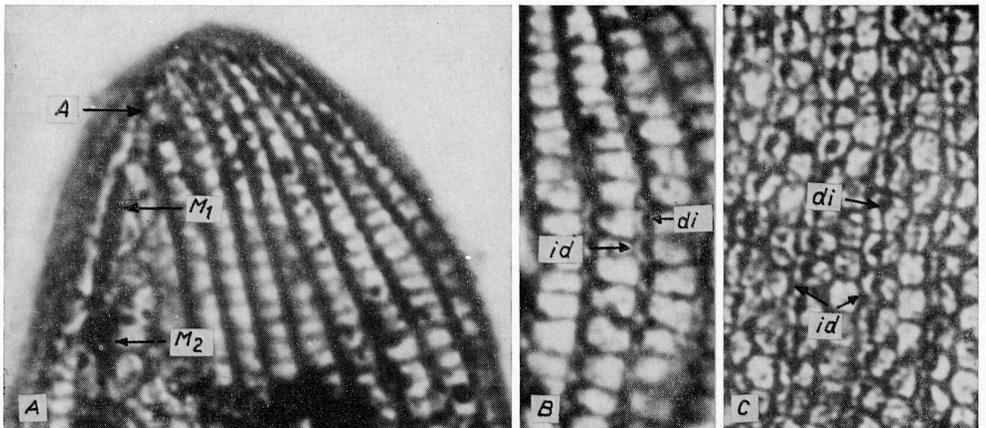


Abb. 4. A: *Calyptotricha lanuginosum* (links lateral). B: direkt und indirekt verbindende Silberlinien von *C. lanuginosum* und C: von *Pleuronema* spec. (Foissner-Präparation). A = Basalkörper der verlängerten Apikalcilien, M_{1-2} = Membranellen, di = direkt, id = indirekt verbindende Silberlinien.

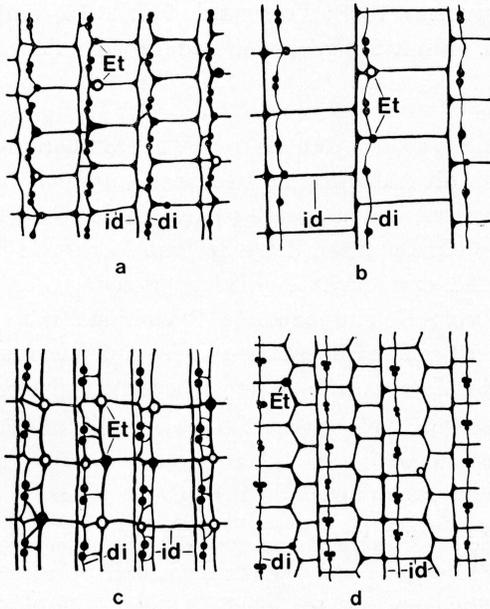


Abb. 5. Leicht schematisierte Darstellung des Silberliniensystems von *Calyptricha lanuginosum* (a), *Cyclidium glaucoma* (b), *Ctedoctema acanthocrypta* (c) und *Pleuronema* spec. (d). di = direkt verbindende Silberlinien, in denen die Basalkörper der Cilien liegen, Et = Relationskörper der Extrusome, id = indirekt verbindende Silberlinien.

d) Silberliniensystem: Die Genera *Calyptricha*, *Cyclidium*, *Ctedoctema* und *Pleuronema* unterscheiden sich hinsichtlich des direkt verbindenden Silberliniensystems (di) und der Insertion der Extrusome (Et) nur unwesentlich (Abb. 5a—d). Das indirekt verbindende Silberliniensystem (id) ist dagegen unterschiedlich gestaltet. Jenes von *Cyclidium* ist dem von *Calyptricha* allerdings sehr ähnlich. Etwas abweichend ist lediglich die Verbindung der horizontal und vertikal verlaufenden Maschenzüge. Bei *Cyclidium* ist diese regelmäßig, so daß die Somakineten am rechten Rand der streng orthogonalen Maschen verlaufen. Bei *Calyptricha* enden die horizontalen Maschenzüge dagegen häufig an der Insertionsstelle der Extrusome. Das Gitter erscheint daher unvollständig. Das indirekt verbindende Silberliniensystem (id) der Gattungen *Pleuronema* und *Ctedoctema* ist dadurch charakterisiert, daß zwischen je zwei Somakineten eine zusätzliche Maschenreihe eingeschaltet ist. Es besitzt daher weniger Ähnlichkeit mit dem von *Calyptricha* (Abb. 5).

Aus dieser Übersicht ergibt sich, daß *Calyptricha* nur ein einziges charakteristisches Merkmal der Pleuronematidae besitzt: die präorale Suture. Die anderen Merkmale sind typisch für die Cyclidiidae. Daher glauben wir, daß *Calyptricha* zu den Cyclidiidae gestellt werden kann (vgl. KAHL 1930 bis 1935; CORLISS 1977). Die sehr ähnliche Form und Anordnung der adoralen Membranzellen bei den Genera *Ctedoctema* und *Calyptricha* deutet darauf hin, daß man diese Genera vielleicht einmal in einer eigenen Familie zusammenfassen kann. Derzeit spricht aber der

eigenartige Bau der Extrusome (STOKES 1888; FOISSNER et al. 1975) und das abweichende Silberliniensystem (Abb. 5a mit 5c) gegen einen derartigen Schritt.

2. Präzisierung der Genusdiagnose

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen, daß als wesentliches Charakteristikum der Gattung *Calyptotricha* weiterhin die Fähigkeit des Gehäusebaues gelten muß, da die sonstigen Merkmale auch bei anderen Gattungen der Familie oder bei den Pleuronematidae angetroffen werden. Die Kombination der einzelnen Merkmale ist jedoch außerordentlich charakteristisch und ermöglicht eine klare Fassung der Gattung. Wir schlagen folgende Diagnose vor: Gehäusebauende Cyclidiidae mit präoraler Sutur, postoraler Kinete, charakteristischem Silberliniensystem und meist verlängerten Frontalcilien. Die erste adorale Membranelle ist stets bedeutend länger als die zweite und dritte.

Zusammenfassung

Die Arten der Gattung *Cyclidium* sind alle freilebend. Daher war das Auffinden von *Cyclidium lanuginosum* (PENARD, 1922 in einem Gehäuse Anlaß einer taxonomischen Überprüfung dieser Art. Hierzu wurden die Tiere mit Protargol und nach der FOISSNER-Silberimprägnationstechnik behandelt. Das Silberliniensystem sowie die Infraciliatur wurden verglichen mit denen von Arten der Gattungen *Calyptotricha*, *Cyclidium*, *Ctedoctema* und *Pleuronema*. Es zeigte sich, daß die von PENARD beschriebene Art in die Gattung *Calyptotricha* zu stellen ist. Für diese Gattung werden folgende Kriterien aufgestellt: Gehäusebauende *Cyclidiidae* mit präoraler Sutur, postoraler Kinete und einem charakteristischen Silberliniensystem. Die erste adorale Membranelle ist stets bedeutend länger als die zweite und dritte.

Literatur

- AGAMALIEV, F. G.: Ciliates from microbenthos of the islands of Apseronskij and Bakinskij archipelagos of the Caspian Sea. Acta Protozool. **10** (1972): 1—28.
- BICK, H.: Ciliated Protozoa. 198pp, Genf (1972); (World Health Organisation).
- CORLISS, J. O.: Annotated assignment of families and genera to the orders and classes currently comprising the corlissian scheme of higher classification for the phylum ciliophora. Trans. Amer. Micros. Soc. **96** (1977): 104—140.
- CZAPIK, A., et JORDAN, A.: Deux ciliés psammophiles nouveaux: *Hippocomos loricatus* gen. n., sp. n. et *Pleuronema tardum* sp. n. Acta Protozool. **16** (1977): 157—163.
- DRAGESCO, J.: Ciliés mésopsammiques littoraux. Trav. Stat. Biol. Roscoff **12** (1960): 4—356.
- FOISSNER, W.: Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **115** (1976): 68—79.
- LOSERT, A., und STEINER, E.: Beiträge zur Vitalfluorochromierbarkeit von Ciliaten. Mikroskopie **31** (1975): 233—240.
- GELEI, J. v.: Körperbau und Erregungsleitung bei Ciliaten. Eine Studie an *Loxoccephalus* und einigen anderen Ciliaten. Arch. Protistenk. **93** (1940): 273—317.
- GROLIERE, C.-A.: Description de quelques espèces de ciliés hyménostomes des genres *Sathrophilus* CORLISS, 1960, *Cyclidium* O. F. MÜLLER, 1786, *Histiobalantium* STOKES, 1886. J. Protozool. **20** (1973): 369—376.
- KAHL, A.: Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten. Arch. Protistenk. **55** (1926): 197—438.

- Urtiere oder Protozoa. I: Wimperntiere oder Ciliata (Infusoria). In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands. Jena (1930—1935): 886 pp.
- MÜLLER, O. F.: Animalcula Infusoria Fluvialia et Marina. Havniae et Lipsiae (1786): 367 pp.
- PHILLIPS, F. W.: Note on a new infusoria allied to *Pleuronema*, *Calyptotricha*. J. Linnean Soc. London **16** (1882).
- STOKES, A. C.: A preliminary contribution towards a history of the fresh-water infusoria of the United States. J. Trenton nat. Hist. Soc. **1** (1888): 71—344.
- WILBERT, N.: Ökologische Untersuchungen der Aufwuchs- und Planktonciliaten eines eutrophen Weihers. Arch. Hydrob. **35** (1969): 411—518.
- BUITKAMP, U.: Eine Neubeschreibung von *Ctedoctema acanthocrypta* STOKES 1884 (Ciliata, Scuticociliatida). J. Protozool. **20** (1973): 208—210.
- Eine verbesserte Technik der Protargolimprägung für Ciliaten. Mikrokosmos **6** (1975): 171—179.

Anschrift der Verfasser: Dr. WILHELM FOISSNER, Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A - 5020 Salzburg; Dr. NORBERT WILBERT, Zoologisches Institut der Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloß, D - 53 Bonn.