

Lauterbornia H. 1: 38- 59, März 1989

Morphologie einiger Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus dem Belebtschlamm

[Morphology of some ciliates (Protozoa: Ciliophora) from activated sludge]

Hannes Augustin und Wilhelm Foissner
Institut für Zoologie der Universität Salzburg

mit 22 Abbildungen und 4 Tabellen

Schlagwörter: Ciliophora, Kläranlage, Belebtschlamm

Die Morphologie und die Infracillatur von 3 im Belebtschlamm vorkommenden Ciliatenspecies wird untersucht. Die Artbeschreibungen basieren auf Lebendbeobachtungen, verschiedenen Silberimprägnationstechniken und morphometrischen Analysen. Bei *Thigmogaster oppositovacuolatus* nov. sp., einer neuen Chilodonellidae, liegen sich die kontraktile Vakuolen in Körpermitte gegenüber. Das hypotriche Ciliat, *Euplotes aediculatus* PIERSON, 1943 und der Suctor *Tokophrya quadripartita* (CLAPAREDE & LACHMANN, 1859), werden wiederbeschrieben. Der Schwärmer von *T. quadripartita* besitzt einen Wimperngürtel aus 5 Kineten und einen hinteren Wimpernschopf aus 8 - 15 Cilien.

The morphology and the Infracillature of 3 ciliate species which occur in activated sludge is investigated. The species descriptions base on living observations, various silver staining methods and morphometrical analyses. *Thigmogaster oppositovacuolatus* nov. sp., a new Chilodonellidae, is characterized by two contractile vacuoles opposed in the middle of the cell. The hypotrich ciliate, *Euplotes aediculatus* PIERSON, 1943 and the suctorian *Tokophrya quadripartita* (CLAPAREDE & LACHMANN, 1859), are redescribed. The swarmer of *T. quadripartita* possesses a ciliary girdle consisting of 5 kineties and a posterior ciliary tuft consisting of 8 - 15 cilia.

1. Einleitung

Ciliaten spielen eine wichtige Rolle in der Abwasserreinigung. Sie beeinflussen als Weidegänger die Struktur der Flocke günstig und filtern frei suspendierte Bakterien aus dem Belebtschlamm heraus, wodurch der Abfluß klar wird. Ciliaten werden daher schon seit langem für die Beurteilung der Abbauleistung von Kläranlagen verwendet. Trotzdem sind noch nicht alle Taxa bekannt, wie

die hier neu beschriebene Species belegt, und eine Reihe von Arten sind noch unzulänglich beschrieben. Einerseits fehlen oft gute Lebendzeichnungen, die der Ökologe für die Determination braucht, andererseits sind viele Arten noch nicht mit den modernen Silberimprägnationstechniken untersucht worden.

2. Material und Methoden

Die 3 hier beschriebenen Arten wurden in verschiedenen, nach dem Belebtschlammverfahren arbeitenden Kläranlagen von Österreich gefunden.

Thigmogaster oppositovacuolatus Am 5. 2. 1986 im Belebtschlamm der Kläranlage Rußbach (Salzburg). Coll.: A. UNTERWEGER & W. WIENER.

Euplotes aediculatus Am 4. 6. 1984 im Belebtschlamm der Kläranlage Zellhof (Salzburg). Rohkultur in Petrischale mit zerdrücktem Weizenkorn, destilliertem Wasser und einigen Tropfen Belebtschlamm. Coll.: A. UNTERWEGER & W. WIENER.

Tokophrya quadripartita Am 18. 10. 1984 im Belebtschlamm der Kläranlage Aspach (Oberösterreich). Rohkultur in Petrischale mit zerdrücktem Weizenkorn, destilliertem Wasser und einigen Tropfen Belebtschlamm. Gefüttert wurde mit *Paramecium* sp. und *Tetrahymena* sp. Coll.: H. AUGUSTIN.

Darstellung der Infraciliatur und des Silberliniensystems: Protargolimprägnation nach FOISSNER (1982), Silbercarbonatimprägnation nach AUGUSTIN et al. (1984), CHATTON-LWOFF-Silberimprägnation nach CORLISS (1953) und trockene Silberimprägnation nach FOISSNER (1976). Zur surpavitalen Übersichtsfärbung diente Methylgrün-Pyronin (FOISSNER 1979). Die Körperform der lebenden Zellen ist nach Individuen gezeichnet, die nicht mit einem Deckglas bedeckt waren. Feinere Details wurden mit dem Ölimmersionsobjektiv an mehr oder weniger stark gequetschten Exemplaren studiert. Alle übrigen Zeichnungen sind mit einem Zeichenapparat angefertigt und nur sehr wenig schematisiert.

Zur Methodik der morphometrischen Charakterisierung siehe FOISSNER (1982) und BERGER et al. (1984). In den Tabellen sind folgende Maßzahlen angegeben: M = Median, Min = Minimum, Max = Maximum, n = Anzahl der untersuchten Individuen, s = Standardabweichung, V = Variabilitätskoeffizient in %, \bar{x} arithmetisches Mittel.

3. Aufbewahrungsort des Typenmaterials

Von der neuen Species, *Thigmogaster oppositevacuolatus*, sind 1 Holo- und 1 Paratypuspräparat in der Sammlung der mikroskopischen Präparate des Oberösterreichischen Landesmuseums in Linz deponiert. Von den beiden anderen Arten sind ebenfalls je 2 Präparate dort hinterlegt.

4. Beschreibung der Arten

Ordnung Cytrophorida, Familie Chilodonellidae

Gattung *Thigmogaster* DEROUX, 1976

Thigmogaster ist durch eine schwache mediane Diskontinuität der Somakineten gekennzeichnet, so daß im Gegensatz zu *Trithigmotoma* bereits ein rechtes und ein linkes Wimpernfeld ausgebildet ist (FOISSNER 1988a). Dies ist besonders in späten Teilungsstadien gut erkennbar (Abb. 7).

Thigmogaster oppositevacuolatus nov. sp. (Abb. 1-7, Tab. 1)

D i a g n o s e In vivo 20 - 30 x 16 - 23 µm großer *Thigmogaster* mit 2 kontraktilen Vakuolen, die sich etwa in Körpermitte gegenüberliegen. Linke kontraktile Vakuole meist etwas weiter vorne (in der Nähe des Reuseneinganges) als die rechte.

L o c u s t y p i c u s Belebtschlamm der Kläranlage Rußbach (Salzburg, Austria).

B e s c h r e i b u n g Vorne und hinten breit gerundet, kein Schnabel. Ventral leicht eingesenkt, dorsal stark gewölbt (Abb. 3). Dorsalkörper gelegentlich unregelmäßig eingebuchtet. Makronucleus kugelig, liegt in der hinteren Körperhälfte, mit vielen unterschiedlich großen Chromatin-Körpern. Mikronucleus kugelförmig, dem Makronucleus anlegend, in vivo etwa 1,5 - 2 µm, färbt sich nicht oder nur sehr schwach mit Protargol, hingegen gut (bläulich) mit Methylgrün-Pyronin. Reuse in der Medianen, trichterförmig, stark nach dorsal geneigt, hinten füllhornartig umgebogen. Dicht unter der Pelllicula der Dorsalseite zahlreiche ellipsoide Mitochondrien (0,5 - 1 µm). Cytoplasma klar, enthält einige kleine (0,5 - 1 µm), stark glänzende, kugelige Einschlüsse.

Nahrungsvakuolen bis etwa 5 µm groß, mit granulärem Inhalt (Bakterien, Flagellaten?). Sehr flexibel, kriecht meist auf Schlammflocken, schwimmt nur unbeholfen; offensichtlich ein stark angepaßter Weidegänger.

Infraciliatur sehr ähnlich jener von *T. potamophilus* FOISSNER, 1988. Rechtes und linkes Wimpernfeld in der Medianen etwa um den Zwischenraum einer Kinete voneinander getrennt. Innere (postorale) Kinete des rechten Feldes vorne und hinten verkürzt, die übrigen Kineten sind unverkürzt und treffen vorne, links der Reuse auf die Kineten des linken Feldes. Bei einem Individuum setzte sich das rechte Wimpernfeld aus 7 Kineten zusammen (3 davon verkürzt und in postoraler Lage; Abb. 6). Kineten des linken Wimpernfeldes gegeneinander versetzt, so daß ein etwa rhombisches Wimpernfeld entsteht; die inneren Kineten anterior, die äußere(n) Kinete(n) posterior leicht verkürzt. Praeorale Kinete kurz, leicht gebogen, erreicht (im Gegensatz zu *Chilodonella* und *Trithigmostoma*) nie den linken Körperwand. Circumorale Kineten verhältnismäßig lang, die äußere ist rechts um die Reuse gebogen. Dorsalbürste aus 3 Cilien. Das einzelne, 4 - 5 µm lange steife Cilium der Dorsalbürste in der Höhe der praeoralen Kinete ist leicht zu übersehen!

V o r k o m m e n In der Zwischenzeit mehrfach in beta- bis alpha- mesosaproben Vorflutern (Amper bei München, BRD; Ager bei Lenzing, Oberösterreich) gefunden.

A r t v e r g l e i c h *T. oppositevacuolatus* unterscheidet sich von den anderen Arten der Gattung vor allem durch seine für die Chilodonellidae ungewöhnliche Lage der kontraktilen Vakuolen; diese liegen sich nämlich in Körpermitte gegenüber. Bei *T. pardus* DEROUX, 1976 sind die beiden kontraktilen Vakuolen in der für die Chilodonelliden typischen Lage diagonal angeordnet und im linken Wimpernfeld sind 6 - 7 Kineten vorhanden. *Thigmogaster potamophilus* FOISSNER, 1988 hingegen besitzt nur 1 kontraktile Vakuole rechts unterhalb der Reuse und ernährt sich vielleicht vorwiegend von Kieselalgen. *Thigmogaster schedoeublepharis* (DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS, 1986) die Lage seiner kontraktilen Vakuole(n) ist unbekannt unterscheidet sich deutlich in der Größe (40 - 70 µm), der Anzahl der Somakineten (14 - 16) und der Ausbildung der Dorsalbürste (etwa 7 Cilien).

Ordnung Hypotrichida, Familie Euplotidae

Euplotes aediculatus PIERSON, 1943 (Abb. 8-14, Tab. 2)a

W e d e r b e s c h r e i b u n g Wie bereits CURDS (1975) und DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS (1986) feststellen, ist der *E. eurystomus* (WRZESNIEWSKI, 1870) KAHL, 1932 von TUFFRAU (1960), WISE (1965), CARTER (1972) und anderen mit *E. aediculatus* PIERSON, 1943 identisch. Da die Unterscheidung dieser beiden Arten anscheinend Schwierigkeiten bereitet und bislang auch keine gute Lebendzeichnung vorliegt, nehmen wir dies zum Anlaß, die Art nochmals zu beschreiben und morphometrisch zu bearbeiten. Nach PIERSON et al. (1968) und DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS (1986) unterscheidet sich *E. eurystomus* von *E. aediculatus* durch die stärkere sigmoide Krümmung der adoralen Membranellenzonen, die Form des Makronucleus (ausgeprägter der Ziffer 3 ähnlich), die höhere Anzahl von Dorsalkineten (10 bzw. 8), die Ausbildung des Peristoms (weitgehend fehlende Nische, Form der Lippe) und durch die größere Distanz zwischen 1. Transversalcirrus und Cytostom.

Die ebenfalls ähnliche Art *E. patella* unterscheidet sich von *E. aediculatus* durch die ausgeprägter rund-ovale Körperform, den ziemlich weit offen C-förmigen Makronucleus, die 9 Dorsalkineten und durch das dorsale Silberliniensystem, dessen interkinetale Silberlinien nicht in der Mitte zwischen 2 Kineten sondern immer mehr oder weniger weit links der Mitte verlaufen.

Die Individuen unserer Population entsprechen weitgehend den Beschreibungen von PIERSON (1943), TUFFRAU (1960), WISE (1965), PIERSON et al. (1968), CARTER (1972) und DRAGESCO & DRAGESCO-KERNEIS (1986).

Größe in vivo 105 - 165 x 60 - 110 µm. Körperruß breit ellipsoid, hinter der Körpermitte meist etwas eckig ausgebuchtet und in Form eines stumpfen Kegels enger werdend. Etwa 2:1 abgeflacht. Dorsal fast glatt, ohne deutliche Leisten oder Furchen. Ventral etwa 6 zarte, leistenförmige Erhebungen im Bereich der Transversalcirren, von denen eine Leiste (die 4. von rechts) meist weit nach vorne reicht. Makronucleus C-förmig bis undeutlich 3 förmig, mit vielen 0,5 - 3,0 µm großen Nucleolen. Gelegentlich ist der Makronucleus in 2 bis 3 Teile zerfallen (vergleiche FIDLER et al. 1985). Mikronucleus kugelig bis leicht ellipsoid, liegt im anterioren Körperdrittel, meist deutlich (einige µm) von einer Einbuchtung des Makronucleus entfernt. Kontraktile Vakuole und Exkretionsporus in genustypischer Lage. Cytoplasma farblos, mit einigen etwa 2 µm großen, gelblichen, ellipsoiden bis hantelförmigen Kristallen. Nahrungsvakuolen 5 - 20 µm groß, enthielten in Kultur kokkale Grünalgen, Flagellaten und Stärkekörner.

Bewegung ohne Besonderheiten.

Buccalfeld groß, dreieckig, wird durch eine diagonal verlaufende, konvexe Falte in der Mitte geteilt. Vorne ein hoher, kragenartiger Vorsprung, an dessen rechtem Rand 2 Frontalcirren inserieren. Am rechten Rand des Buccalfeldes ein lappenartiges Gebilde (Lippe), das einen Teil der Peristomhöhle überdeckt. Dadurch entsteht eine mehr oder weniger weit nach rechts reichende Ausbuchtung, die sogenannte Nische. Daran schließt die aus etwa 40 kurzen Reihen bestehende parorale Membran an, die direkt zum Cytostom führt, von dem ein etwa 40 μm großer, cytoplasmatischer Sack entspringt. Aufbau der adoralen Membranen und der paroralen Membran siehe Abb. 10.

Infraciliatur genustypisch. 9 Frontoventralcirren, 5 Transversalcirren und 4 (bei 1 von 21 Individuen 5) Caudalcirren. Transversalcirren etwa 40 - 45 μm , alle anderen Cirren 25 - 35 μm lang. Die beiden rechten Caudalcirren sind distal immer zerfranst. 8 (bei 1 von 21 Individuen 9) Dorsalkineten mit paarigen Basalkörpern, von denen jeweils nur der vordere mit etwa 3 μm langen Cilien ausgestattet ist (vgl. GÖRTZ 1982). Silberliniensystem: "double eurystomus-Typ".

V o r k o m m e n Kosmopolitisch, im Süßwasser und Brackwasser. Alpha-mesosaprob (FOISSNER 1988b).

Ordnung Suctorida, Familie Dendrosomatidae

Tokophrya quadripartita (CLAPAREDE & LACHMANN, 1859) (Abb. 15- 22, Tab. 3, 4)

W i e d e r b e s c h r e i b u n g Die neuerliche Bearbeitung dieser gut bekannten Art bestätigt die morphologischen Beobachtungen früherer Autoren (z.B. STEIN 1854, CLAPAREDE & LACHMANN 1859, 1861, BÜTSCHLI 1889, COLLIN 1912, PENARD 1920, GOODRICH & JAHN 1943, GUILCHER 1951, CANELLA 1957, LOPEZ-UCHOTERENA 1962, OPPENHEIM & VORSTMAN 1976) und insbesondere die sehr gründliche Beschreibung von FILIPJEV (1910). Darüberhinaus wird das bislang unzureichend bekannte Schwärmerstadium näher studiert.

Unsere Identifikation beruht vor allem auf der typischen Körperform, einer verkehrt stehenden Pyramide mit rechteckigem Grundriß und 4 apikalen Vorwölbungen, auf denen je 1 Tentakelbündel inseriert, und auf dem langen, längsgestreiften Stiel mit seinen vorne verdickten Fibrillen, wodurch der

Abb. 15- 16

"Läppchenkranz" entsteht (Abb. 16 a). Eine Verwechslung ist eventuell mit *T. lemnarum*, *T. infusionum*, und *T. cyclosum* möglich, die zwar normalerweise nur 2, gelegentlich aber auch 3 oder 4 Tentakelbündel haben sollen. Die beiden letztgenannten Arten lassen sich schon allein anhand ihrer geringen Stiel-länge (höchstens körperläng) abtrennen, *T. infusionum* zusätzlich durch den fehlenden Läppchenkranz am Stielansatz. *Tokophrya lemnarum* kann von *T. quadripartita* vielleicht auch an der Bewimperung des Schwärmers unterschieden werden, der angeblich nur 4 Wimpernreihen und einen aus 6 Cilien bestehenden Wimpernschopf aufweist (MATTHES 1988). Nach FILIPJEV (1910), COLLIN (1912) und unseren Untersuchungen besteht der Wimperngürtel des Schwärmers von *T. quadripartita* meist aus 5 Reihen, GUILCHER (1951) führt allerdings nur 4 Wimpernreihen an, was auch wir bei 1 von 25 Individuen feststellten. KAHL (1926) beschreibt 5 – 6 und KORMOS & KORMOS (1959) zeichnen 6 Wimpernreihen. In der Diskussion um die systematische Einordnung schließen wir uns der Argumentation von CURDS (1985) an.

Größe in vivo 40 – 90 x 30 – 80 µm, was einiges unter den von obigen Autoren genannten Werten (bis zu 175 µm Länge) liegt. Stiel längsgestreift, Fibrillen vorne verdickt (Läppchenkranz), 100 – 200 µm (meist um 160 µm) lang, mit einer Basalplatte von rund 20 µm Durchmesser zur Anheftung an das Substrat. Auch eine "Verankerung" am Spiegelhäutchen der Wasseroberfläche der Kulturschale wurde mehrmals beobachtet. Gestalt normalerweise rechteckig-pyramidal, ist aber ziemlich variabel. Hypertrophe Individuen und solche während der Embryogenese bekommen häufig ein gedrungenes, birnenförmiges, abgerundetes Aussehen, wobei die 4 apikalen Höcker nicht mehr kenntlich sind (Abb. 15). Makronucleus etwa 15 µm groß, annähernd zentral gelegen, mit vielen 1– 3 µm großen Chromatin-Körpern, gelegentlich auch mit faseriger Struktur (vgl. FILIPJEV 1910, COLLIN 1911, 1912). 1 Mikronucleus, kugelig, in Protargolpräparaten 1 – 2 µm groß (vgl. FILIPJEV 1910), in vivo nicht wahrgenommen. Meist 1 oder 2, selten 3 (nach einigen Autoren sogar bis 5 oder 6) kontraktile Vakuolen in der anterioren Körperhälfte. Leider haben wir die Variationsbreite dieses Merkmals nicht studiert. Meist 40 – 80 Tentakel, bei einem Individuum wurden 140 gezählt. Während der Embryogenese können gelegentlich alle Tentakel fehlen (vgl. CANELLA 1957). Länge der Tentakel bis etwa 90 µm, Durchmesser 1 – 1,5 µm, Köpfechen ungefähr 2 µm dick (vgl. FILIPJEV 1910). Pellicula dünn, flexibel, stark lichtbrechend. Kein Gehäuse. Cytoplasma farblos, bei Hungerzellen mit wenigen, bei vollgefressenen Individuen mit vielen, 1 – 5 µm großen, kugeligen und scholligen, fettig glänzenden Einschlüssen. Ernährt sich von freischwimmenden Ciliaten wie *Paramecium*, *Tetrahymena*, *Cyclidium*, *Euploetes*. Silberliniensystem: sehr engmaschiges Netz.

Schwärmer in vivo etwa 30 x 20 µm groß, circumvaginativ gebildet. Gestalt breit ellipsoid, vorne (d. h. in Schwimmrichtung) etwas abgeschrägt, im Querschnitt rund (Abb. 17). Vorgebildete Basalplatte des späteren Stiels sowohl in vivo als auch in den Präparaten bereits deutlich am anterioren Ende erkennbar. Plasma im vorderen Bereich etwas milchig trüb, im hinteren Abschnitt farblos mit einigen Granula. Makronucleus etwa 10 µm groß, leicht ellipsoid, mit unterschiedlich geformten Chromatin-Körpern, subzentral gelegen. 1 kugelliger, etwa 1,5 µm großer Mikronucleus in der Nähe des Makronucleus. 1 oder vielleicht 2, nach KORMOS & KORMOS (1959) 3 kontraktile Vakuole(n), ihr Exkretionsporus mündet zwischen letzter und vorletzter Wimpernreihe nahe dem unbewimperten Bereich des Wimperngürtels (Abb. 19). In Protargolpräparaten Tentakelanlagen im Inneren der Zelle sowohl anterior als auch posterior des Wimperngürtels deutlich sichtbar (Abb. 19, 20). Wimperngürtel aus 5 Reihen aufgebaut, die konzentrisch um die Zelle verlaufen. Sie reichen nicht ganz um den Körper herum, sondern lassen auf einer Seite (ventral) eine Lücke frei. Vorderste Reihe stark verkürzt, weshalb bei bestimmten Lagen auf einer Seite nur 4 Wimpernreihen erkennbar sind (Abb. 18, 19). Im posterioren Drittel des Schwärmers eine kurze, etwas schräg gestellte Kinete (Wimpernschopf), die aus 8 bis 15 Cilien besteht. Diese Kinete liegt im Gegensatz zur Darstellung GUILCHERS (1951) nicht auf der Seite mit dem unterbrochenen Wimperngürtel sondern auf der gegenüberliegenden Seite. Cilien weich, etwa 10 µm lang. Bewegung mäßig schnell, um die Längsachse rotierend, steht nie still. Silberliniensystem wie bei den Adulten ein engmaschiges Netz. Die Basalkörper erscheinen bei trockener Versilberung paarig, vermutlich durch einen anliegenden parasomalen Sack (Abb. 18), in den Protargolpräparaten einzeln (Abb. 19, 20). Kurz nach dem Festsetzen des Schwärmers ist die Bewimperung noch vorhanden, die Gestalt kugelig und der Stiel im Wachstum. Einige Tentakel sind bereits gebildet aber noch nicht als apikale Bündel angeordnet (Abb. 21).

Die Bildung von Ruhecysten haben wir bei den Adulten beobachtet, nach FILIPJEV (1910) können auch die Schwärmer solche bilden. Sie fallen vom Stiel ab (Abb. 22). Etwa 50 µm im Durchmesser, Ektocyst auffällig kegelförmig bestachelt, zuerst farblos, später gelbbraun.

V o r k o m m e n Kosmopolitisch, im Süßwasser auf verschiedensten Substraten, epizooisch auf Perltrichen-Stielen (*Epistylis*, *Opercularia*, *Vorticella*), Mollusken, Crustaceen, Insektenlarven u. a. (z. B. COLLIN 1911, PENARD 1920, KEISER 1921, GOODRICH & JAHN 1943, LOPEZ-UCHOTERENA 1962). Alpha- bis beta-mesosaprob (FOISSNER 1988b).

Danksagung

Die Untersuchungen wurden mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt Nr. P 5226 und P 5889 durchgeführt. Frau K. BERNATZKY danken wir herzlich für die fototechnische Assistenz, Frau Mag. M. PALZENBERGER, Herrn Mag. H. BLATTERER und Herrn Dr. G. BERNATZKY für die Hilfe und die Möglichkeit, das Manuskript an einem Computer der Österreichischen Krebsgesellschaft (Projekt Nr. P 6346 M) auszudrucken.

Literatur

- AUGUSTIN, H., W. FOISSNER & H. ADAM (1984): An improved pyridinated silver carbonate method which needs few specimens and yields permanent slides of impregnated ciliates (Protozoa, Ciliophora). *Mikroskopie* **41**: 134-137.
- BERGER, H., W. FOISSNER & H. ADAM (1984): Taxonomie, Biometrie und Morphogenese einiger terricoler Ciliaten (Protozoa: Ciliophora).- *Zool. Jb. Syst.* **111**: 339-367.
- BÜTSCHLI, O. (1889): Protozoa. Abt. III. Infusoria und System der Radiolaria.- BRONN, H.G. (Hg.), Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs **1**: 1098-2035, (C. F. Winter) Leipzig.
- CANELLA, M. F. (1957): Studi e ricerche sui tentaculiferi nel quadro della biologia generale.- *Annali Univ. Ferrara (N. S.)* **1**: 259-716.
- CARTER, H. P. (1972): Infraciliature of eleven species of the genus *Euplotes*.- *Trans. Am. microsc. Soc.* **91**: 466-49.
- CLAPAREDE, E. & J. LACHMANN (1859): Etudes sur les infusoires et rhizopodes.- *Mém. Inst. natn. génev.* **6** (Jahr 1858): 261-482.
(1861): Etudes sur les infusoires et rhizopodes.- *Mém. Inst. natn. génev.* **7** (Jahr 1860-1861): 1-291.
- COLLIN, B. (1911): Etude monographique sur les Acinéliens. I. Recherches expérimentales sur l'étendue des variations et les facteurs tératogènes.- *Archs Zool. exp. gén.* **8**: 421-497.
(1912): Etude monographique sur les Acinéliens. II. Morphologie, physiologie, systématique.- *Archs Zool. exp. gén.* **51**: 1-457.
- CORLISS, J. O. (1953): Silver impregnation of ciliated protozoa by the Chatton-Lwoff technic.- *Stain Technol.* **28**: 97-100.
- CURDS, C. R. (1975): A guide to the species of the genus *Euplotes* Hypotrichida, Ciliata).- *Bull. Br. Mus. nat. Hist.(Zool.)* **28**: 3-61.
(1985): A revision of the Suctorina (Ciliophora, Kinetofragminophora) 3. *Tokophrya* and its morphological relatives.- *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool.)* **49**: 167-193.
- DEROUX, G. (1976): Le plan cortical des Cyrtophorida unité d'expression et marges de variabilité II.- *Cyrtophorida a thigmotactisme ventral généralisé*.- *Protistologica* **12**: 483- 500.
- DRAGESCO, J. & A. DRAGESCO-KERNEIS (1986): Ciliés libres de l'Afrique inter-tropicale.- *Faune tropicale* **26**: 1-559.

- EHRENBERG, C. G. (1830): Beiträge zur Kenntniss der Organisation der Infusorien und ihrer geographischen Verbreitung, besonders in Sibirien.- Abh. dt. Akad. Wiss. Berl., Jahr 1830: 1-88.
- FIDLER, S. J., S. JAYARAMAN & J. A. KLOETZEL (1985): Nuclear roles in the post-conjugant development of the ciliate *Euplotes aediculatus*. III. Roles of old macronuclear fragments in nuclear and cortical development.- J. Protozool. **32**: 429-436.
- FILIPJEV, J. (1910): Zur Organisation von *Tokophrya quadripartita* CL.-L.- Arch. Protistenk. **21**: 117-143.
- FOISSNER, W. (1976): Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten.- Verh. zool.-bot. Ges. Wien **115**: 68-79, Wien.
- (1979): Methylgrün-Pyronin: Seine Eignung zur supravitalen Übersichtsfärbung von Protozoen, besonders ihrer Protrichocysten.- Mikroskopie **35**: 108-115.
- (1982): Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida (Protozoa: Ciliophora) einiger österreichischer Böden.- Arch. Protistenk. **126**: 19-143.
- (1988a): Taxonomie und Ökologie einiger Ciliaten (Protozoa, Ciliophora) des Saprobiensystems. II. Familie Chilodonellidae. Hydrobiologia **162**: 21-45.
- (1988b): Taxonomic and nomenclatural revision of Sládeček's list of ciliates (Protozoa Ciliophora) as indicators of water quality.- Hydrobiologia **166**: 1- 64.
- GOODRICH, J. P. & T. L. JAHN (1943): Epizoic suctorina (protozoa) from turtles.- Trans. Am. microsc. Soc. **62**: 245-253.
- GÖRTZ, H.-D. (1982): The behavior and fine structure of the dorsal bristles of *Euplotes minuta*, *E. aediculatus*, and *Stylonychia mytilus* (Ciliata, Hypotrichida).- J. Protozool. **29**: 353-359.
- GUILCHER, Y. (1951): Contribution à l'étude des ciliés gemmipares chonotriches et tentaculifères.- Anns Sci. nat. (Zool.) **13**: 33-132.
- KAHL, A. (1926): Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten.- Arch. Protistenk. **55**: 197-438.
- KAHL, A. (1932): Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 3. Spiotricha.- Tierwelt Dtl. **25**: 399- 650, (G. Fischer) Jena.
- KEISER, A. (1921): Die sessilen peritrichen Infusorien und Suctorien von Basel und Umgebung.- Revue suisse Zool. **28**: 221-341.
- KORMOS, J. & K. KORMOS (1959): Determination in der Entwicklung der Suctorien II. Neue untersuchungen uber determinativen Zusammenhang zwischen der Schwarmbildung und der metamorphose.- Acta bio. hung. **9**: 25-45.
- LOPEZ-POCHOTERENA, E. (1962): Protozoarios ciliados de México II. Notas sobre biologia de *Tokophrya quadripartita* (Claparède et Lachmann, 1861) Bütschli, 1889 (Ciliata: Suctorida), en aguas dulces de México.- Revta Biol. trop. **10**: 1-10.
- MATTHES, D. (1988): Suctorina (Sauginfusorien).- MATTHES, D. (Hg.), Protozoenfauna, **7/1**: 1-226, (G. Fischer) Stuttgart, New York.
- OPPENHEIM, R. M. H. & A. G. VORSTMAN (1976): Oerdieren Protozoa. Zuiginfusorien Suctorina.- Wet. Meded. K. ned. natuurh. Veren. **21**: 3-4.
- PENARD, E. (1920): Etudes sur les infusoires tentaculifères.- Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève **39**: 131-229.
- PIERSON, B. F. (1943): A comparative morphological study of several species of *Euplotes* closely related to *Euplotes patella*.- J. Morph. **72**: 125-165.

- PIERSON, B. F., R. GIERKE & A. L. FISHER (1968): Clarification of *Euplotes eurystomus* Kahl and *E. aediculatus* Pierson.- Trans. Am. microsc. Soc. **87**: 306-316.
- STEIN, F. (1854): Die Infusionsthier auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht.- 265 S., (W. Engelmann) Leipzig.
- TUFFRAU, M. (1960): Révision du genre *Euplotes*, fondée sur la comparaison des structures superficielles.- Hydrobiologia **15**: 1-77.
- WISE, B. N. (1965): The morphogenetic cycle in *Euplotes eurystomus* and its bearing on problems of ciliate morphogenesis.- J. Protozool. **12**: 626-648.
- WRZESNIEWSKI, A. (1870): Beobachtungen über Infusorien aus der Umgebung von Warschau.- Z. wiss. Zool. **20**: 467-511.

Legenden zu den Abbildungen

Abb. 1– 5: *Thigmogaster oppositevacuolatus* nach Lebendbeobachtungen (1– 3) und Protargolimprägation (4, 5). **1:** Ventralansicht. **2:** Dorsalansicht. **3:** Lateralsicht. **4, 5:** Infraciliatur der Ventral- und Dorsalseite. Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 6, 7: *Thigmogaster oppositevacuolatus* nach Protargolimprägation. **6:** Ventralansicht eines Individuums mit 7 rechten Somakineten, wodurch die postorale Lücke (beinahe) verschwindet. **7:** Ventralansicht eines Teilungsstadiums. Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 8– 12: *Euplotes aediculatus* nach Lebendbeobachtungen (8), Protargolimprägation (9, 11, 12) und Silbercarbonatimprägation (10). **8:** Ventralansicht. **9:** Lateralansicht. **10:** Adorale Membranellenzone (AZM) und parorale Membran (pM). **11, 12:** Infraciliatur der Ventral- und Dorsalseite. Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 13, 14: *Euplotes aediculatus*, Silberliniensystem nach CHATTON-LWOFF-Silberimprägation. **13:** Ventralseite. **14:** Dorsalseite. Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 15, 16: *Tokophrya quadripartita* nach Lebendbeobachtungen. **15:** Adultes, hypertrophes Individuum aus einer Kultur. **16:** Adultes, normal genährtes Individuum. **16a:** Stielansatz mit verdickten Fibrillen (Läppchenkranz). Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 17– 20: Schwärmer von *Tokophrya quadripartita* nach Lebendbeobachtung (17), trockener Silberimprägation (18) und Protargolimprägation (19, 20). **17:** Ansicht der Seite mit dem Wimpernschopf (WS). **18:** Silberliniensystem und Infraciliatur. WS = Wimpernschopf. **19, 20:** Ansicht der Seite mit dem unterbrochenen Wimperngürtel (WG) und der gegenüberliegenden Seite mit dem Wimpernschopf (WS). EP = Exkretionsporus, St = Stielansatz, TA = Tentakelanlagen. Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 21, 22: *Tokophrya quadripartita* nach Protargolimprägation (21) und Lebendbeobachtung (22). **21:** Umbildung des Schwärmers zum Adultus. **22:** Junge Cyste mit Stiel. Teilung der Maßstriche: 10 µm.

Abb. 1- 5

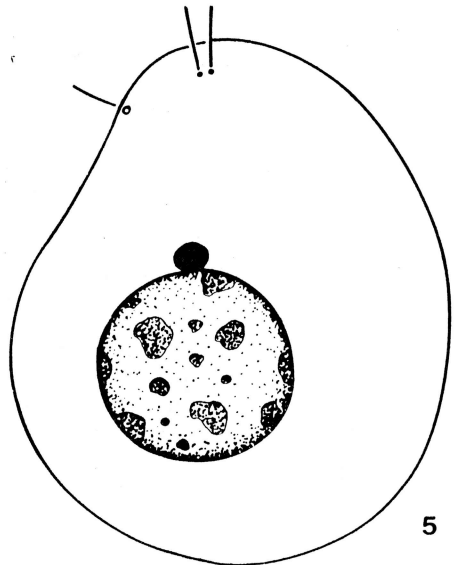
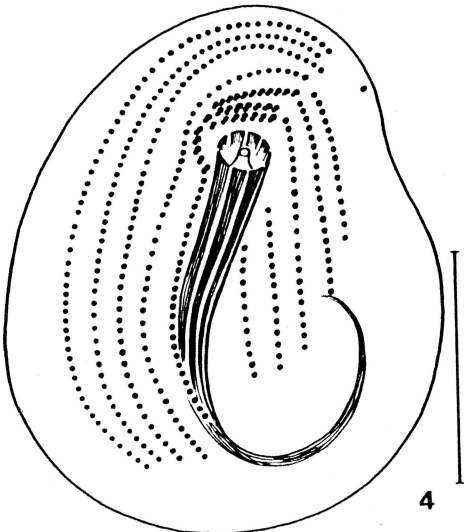
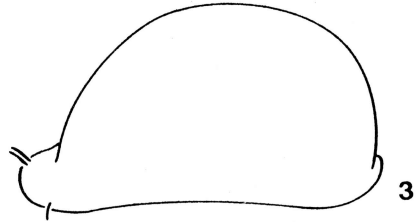
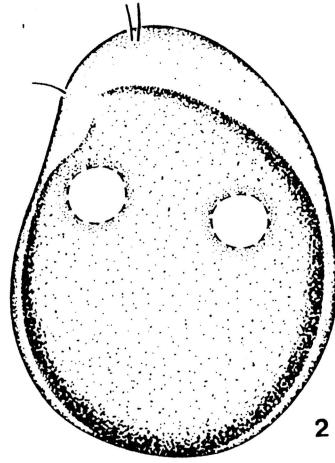
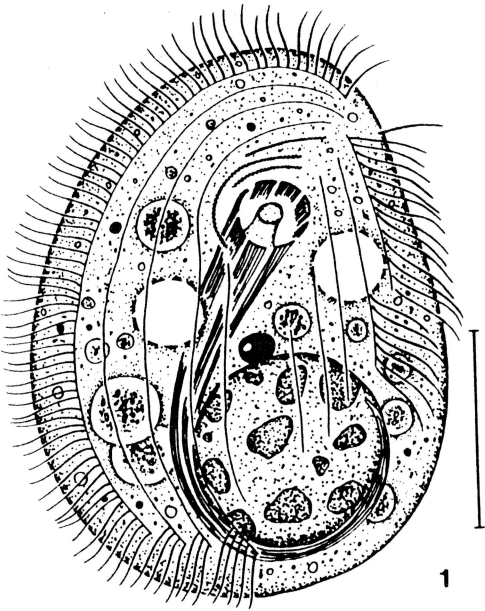


Abb. 6 und 7

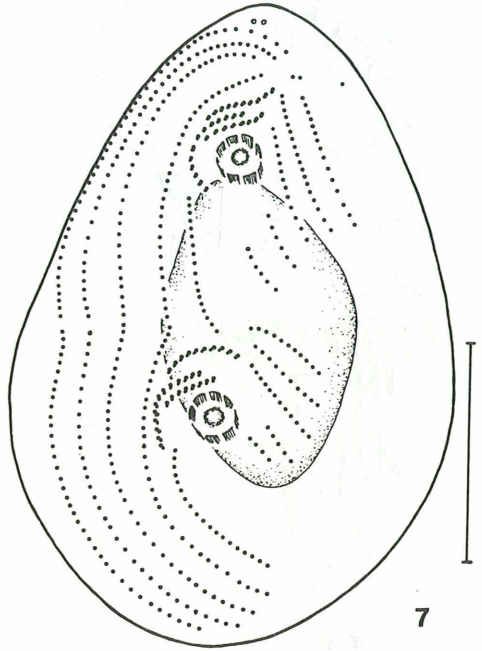
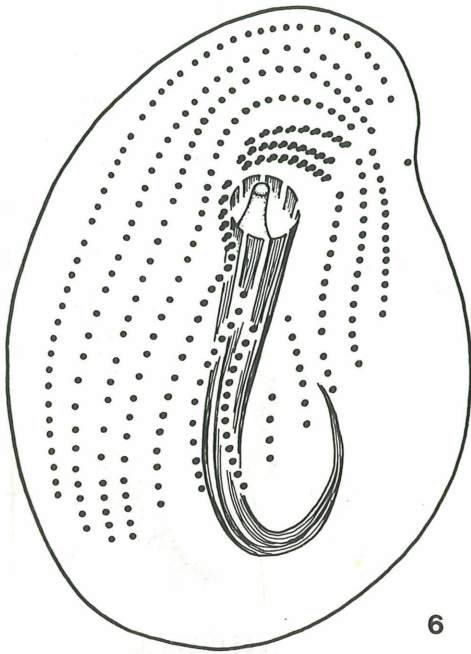
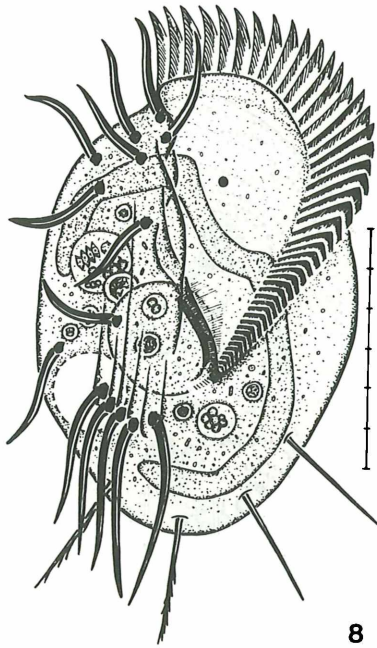
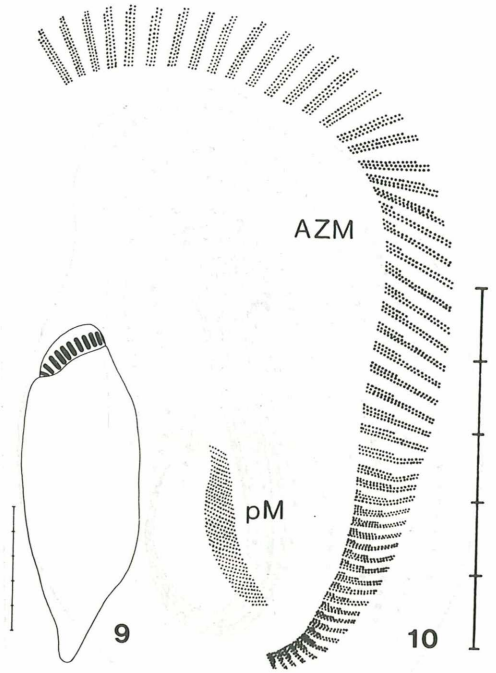


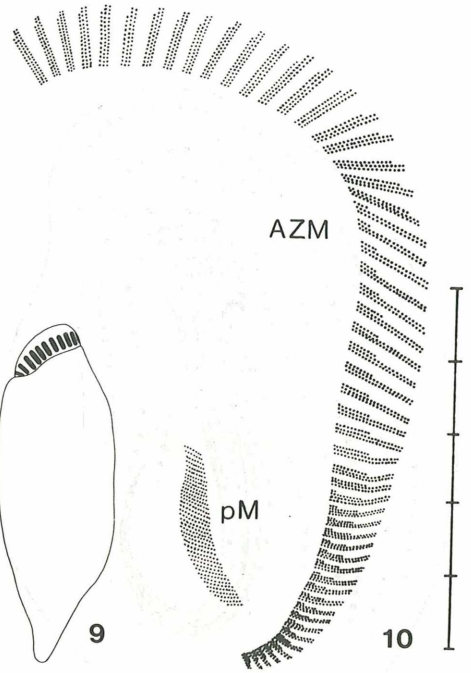
Abb. 8- 12



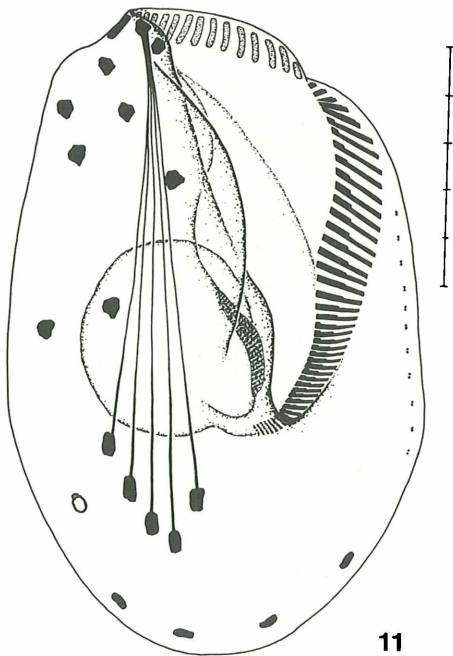
8



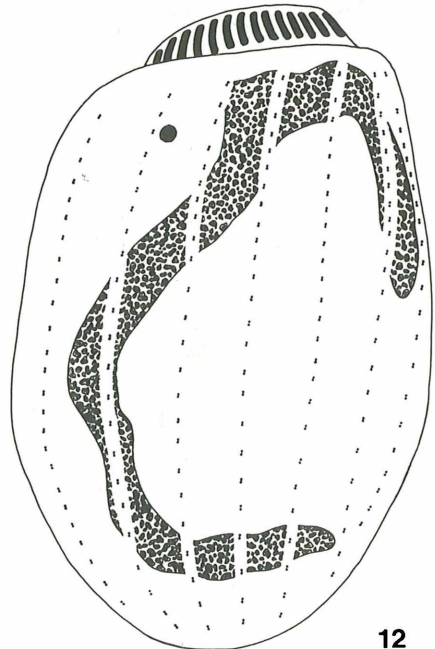
9



10

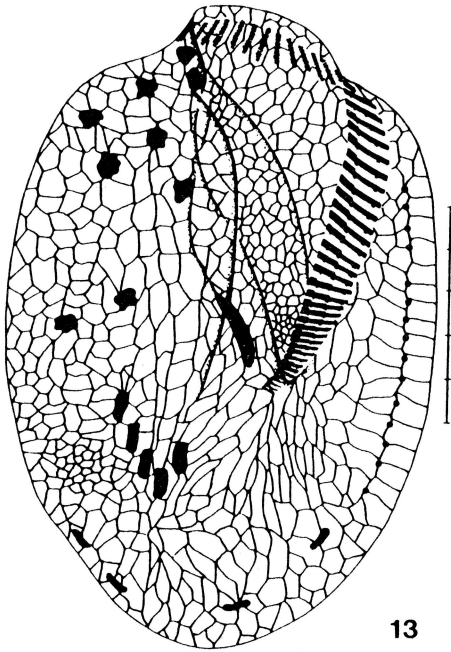


11

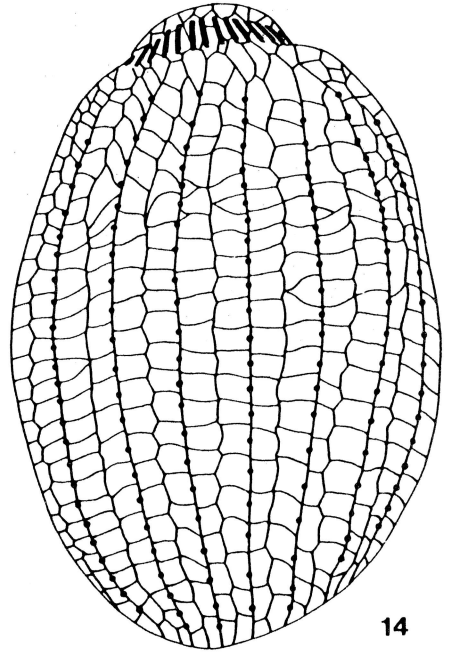


12

Abb. 13 und 14



13



14

Abb. 15 und 16

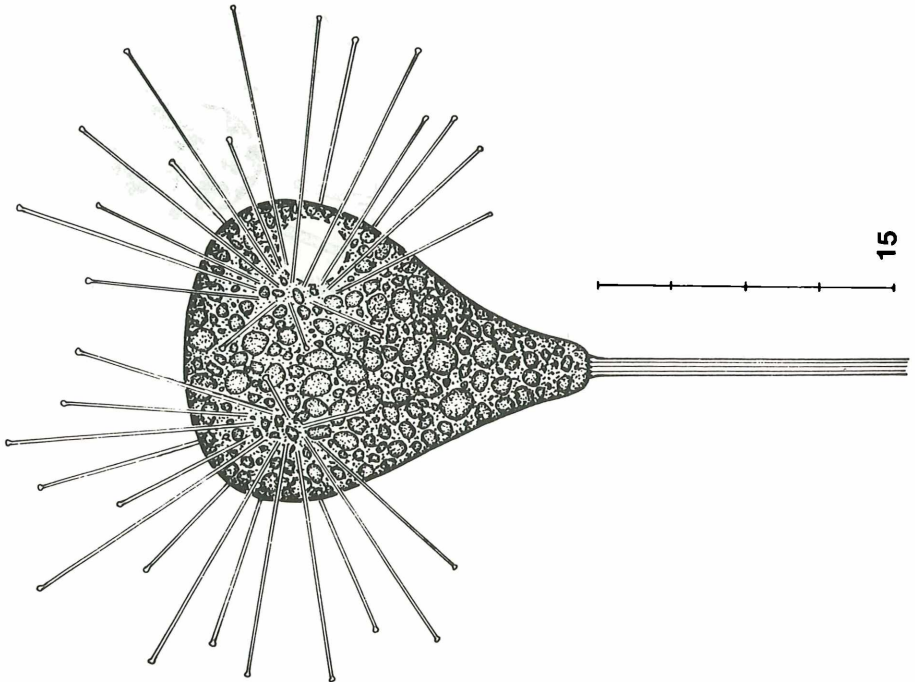
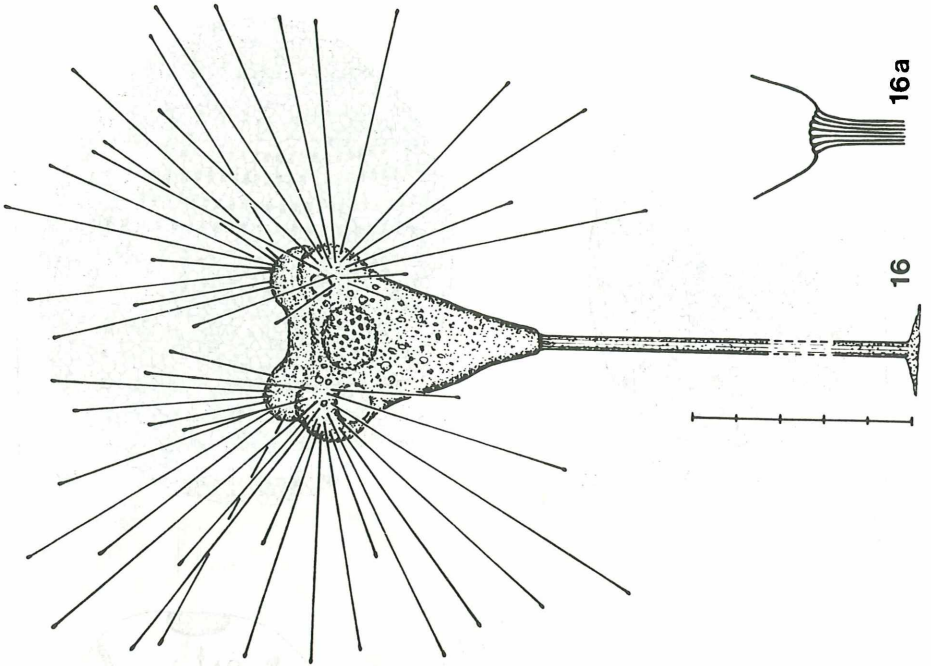


Abb. 17- 20

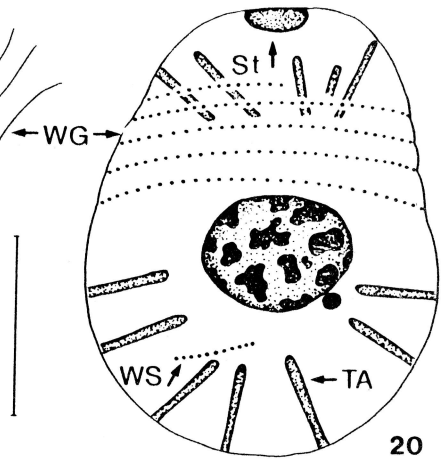
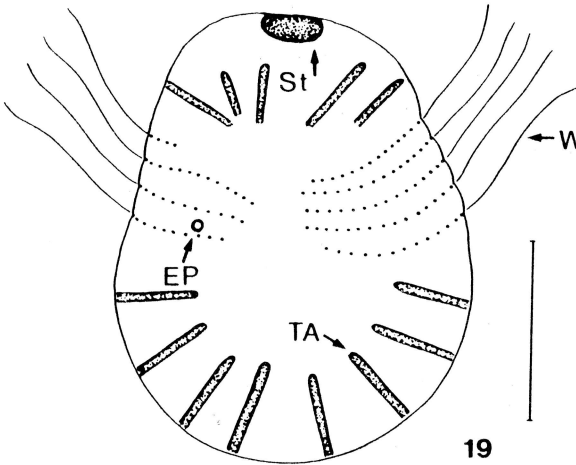
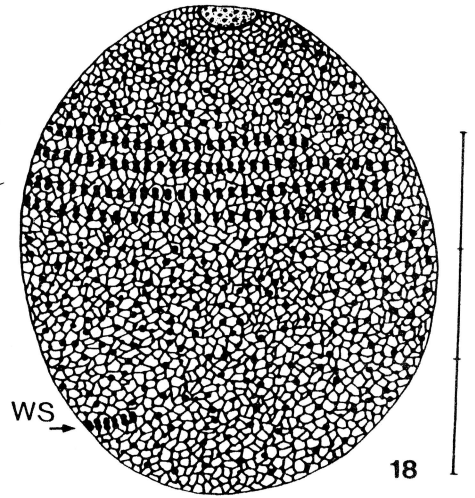
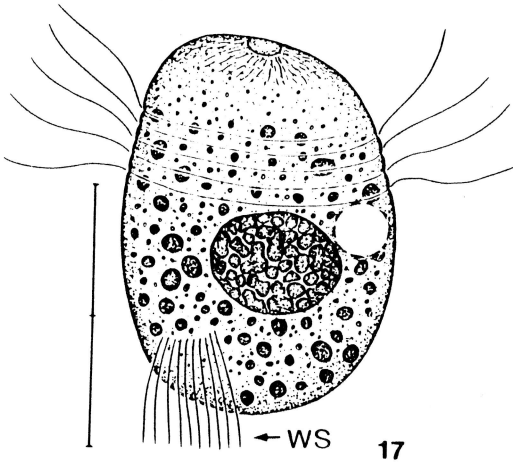


Abb. 21 und 22

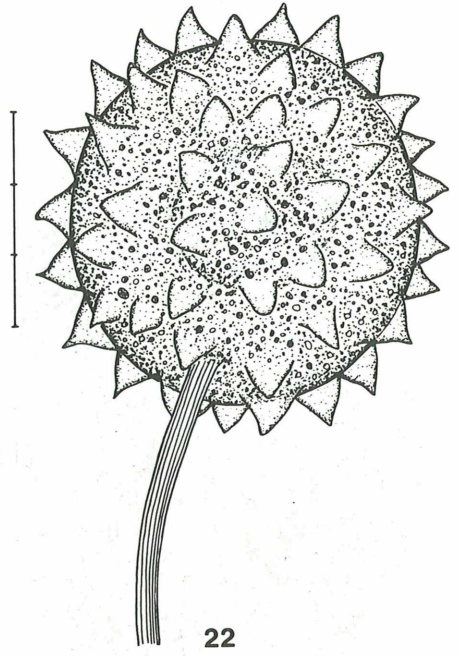
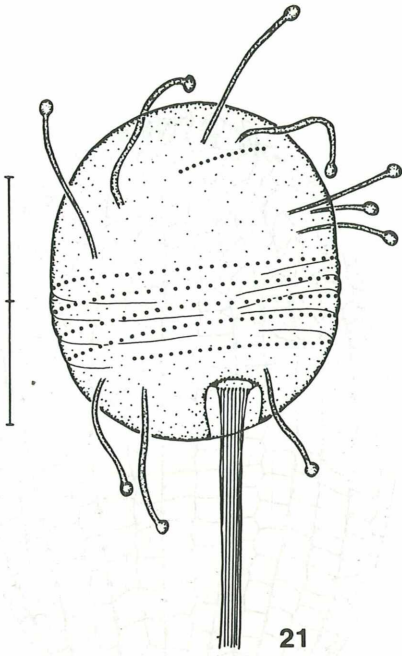


Tabelle 1. Morphometrische Charakteristik von *Thigmogaster oppositevacuolatus*. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Maßangaben in μm

Merkmal	\bar{x}	M	V	Min	Max
Länge	21,8	21,8	1,9	8,8	18 26 20
Breite	17,1	17,5	1,3	7,4	14 19 20
Länge des Makronucleus	8,9	9,0	0,8	8,9	7 10 20
Breite des Makronucleus	8,5	8,5	0,7	8,3	7 10 20
Anzahl der Somakineten des rechten Wimpernfeldes	5,1	5,0	0,2	4,4	5 6 20
Anzahl der Somakineten des linken Wimpernfeldes	5,2	5,0	0,4	7,1	6 20
Anzahl der Cilien der Dorsalbürste	3,0	3,0	0,0	0,0	3 3 20
Anzahl der Reusenstäbe	8,0	8,0	0,0	0,0	8 8 5
Länge der Reuse	13,6	13,8	1,3	9,7	11 16 20
Max. Breite der Reuse	2,8	2,8	0,2	8,2	2 3 20
Anzahl der praeoralen Kineten	1,0	1,0	0,0	0,0	1 1 20
Länge der praeoralen Kinete	3,9	4,0	0,3	8,2	3 5 20
Anzahl der circumoralen Kineten	2,0	2,0	0,0	0,0	2 2 20
Länge der innersten Somakinete des rechten Wimpernfeldes	9,8	10,0	1,7	17,7	7 17 20
Länge der innersten Somakinete des linken Wimpernfeldes	5,9	6,0	1,4	24,2	3 9 20
Länge der mittleren Somakinete des linken Wimpernfeldes	8,9	9,0	1,6	17,8	13 20
Länge der äußersten Somakinete des linken Wimpernfeldes	5,6	5,5	0,7	13,4	4 8 20

Tabelle 2. Morphometrische Charakteristik von *Euplotes aediculatus*. Die mit * gekennzeichneten Daten basieren auf protargolimprägnierten, alle anderen auf CHATTON-LWOFF präparierten Individuen. Alle Maßangaben in μm .

Merkmal	\bar{x}	M	s	V	Min	Max	n
Länge	123,9	122,0	9,4	7,5	110	146	21
Breite	85,1	85,0	6,3	7,4	73	98	21
* Länge des Makronucleus	83,2	83,0	6,0	7,2	70	95	21
* Maximale Breite des Makronucleus	9,5	10,0	2,3	24,4	5	15	21
* Minimale Breite des Makronucleus	3,9	4,0	0,9	24,2	3	6	21
* Durchmesser des Mikronucleus	3,0	3,0	0,4	14,5	2	4	21
* Distanz zwischen Makro- und Mikronucleus	4,6	5,0	2,6	56,5	0	10	21
Länge der adoralen Membranellenzone	84,7	83,0	3,9	4,6	77	91	21
Länge der paroralen Membran	19,9	20,0	1,1	5,7	18	23	21
Anzahl der adoralen Membranellen	55,5	55,0	3,5	6,3	49	62	21
Anzahl der Mikronuclei	1,0	1,0	0,0	0,0	1	1	21
Anzahl Frontoventralcirren	9,0	9,0	0,0	0,0	9	9	21
Anzahl Transversalcirren	5,0	5,0	0,0	0,0	5	5	21
Anzahl Caudalcirren	4,0	4,0	0,2	5,0	4	5	21
Anzahl Dorsalkineten	8,0	8,0	0,2	2,7	8	9	21
Anzahl der Basalkörperpaare der äußersten rechten Dorsalkinete	19,0	19,0	1,5	8,0	17	24	21
Anzahl der Basalkörperpaare der äußersten linken Dorsalkinete	14,1	14,0	2,9	20,7	9	19	21
Anzahl der Basalkörperpaare einer mittleren Dorsalkinete	22,9	23,0	1,3	5,6	21	25	21

Tabelle 3. Morphometrische Charakteristik von *Tokophrya quadripartita*. Alle Daten basieren auf protargolimprägnierten Individuen. Alle Maßangaben in μm .

Merkmal	\bar{x}	M	s	V	Min	Max
Länge	52,3	50,0	10,6	20,3	41	84
Breite	37,8	38,0	9,3	24,6	22	60
Länge des Stiels	154,9	156,0	36,4	23,5	110	205
Breite des Stiels	2,6	2,5	0,4	15,2	2	3
Länge des Makronucleus	18,1	16,0	8,2	45,6	10	46
Breite des Makronucleus	11,1	12,0	2,5	22,8	7	16
Maximale Tentakellänge	45,8	45,0	9,1	20,0	27	65

Tabelle 4. Morphometrische Charakteristik des Schwärmers von *Tokophrya quadripartita*. Die Daten basieren auf protargolimprägnierten (obere Zeile) und trocken versilberten Individuen (untere Zeile). Alle Maßangaben in μm .

Merkmal	\bar{x}	M	s	V	Min	Max	n
Länge	25,8	26,0	4,3	16,6	19	37	17
	39,9	41,5	3,6	9,1	33	43	8
Breite	20,5	20,0	4,2	20,5	14	32	17
	35,9	37,0	4,3	12,1	27	40	8
Länge des Makronucleus	9,5	9,0	1,7	17,9	6	12	17
Breite des Makronucleus	8,3	9,0	1,4	16,9	5	10	17
Länge der Kinete des Wimpernschopfes	6,4	6,5	0,8	13,0	5	8	7
	6,5	6,5	1,0	15,4	5	8	6
Anzahl der Wimpernreihen	4,9	5,0	0,2	4,9	4	5	17
	5,0	5,0	0,0	0,0	5	5	8
Distanz vom Vorderende bis zur 1. Wimpernreihe	14,8	14,0	3,8	25,7	9	22	17
Breite des Wimperngürtels	21,3	21,5	3,8	18,1	17	28	8
	5,5	5,5	0,8	13,6	4	7	17
	8,3	8,3	0,8	10,2	6	9	8

Anschrift der Verfasser

Hannes Augustin & Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Foissner
 Universität Salzburg, Institut für Zoologie
 Hellbrunnerstraße 34
 A-5020 Salzburg (Austria)