

Mikroskopische Beobachtungen an Ciliaten- und Suctorienarten in Belebtschlämmen

Von GEORG STAMM

Einleitung

Im Rahmen einer grösseren Arbeit [9] untersuchte ich Belebtschlammproben aus 8 kommunalen Kläranlagen des Kantons Zürich. Die Untersuchung galt unter anderem der Bestimmung von Art und Dichte (Dichte = Anzahl Individuen pro Volumeneinheit Schlamm) der in den Schlämmen lebenden Ciliaten- und Suctorienarten. Zudem wurde die Beantwortung einiger ökologischer Fragen versucht, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Die Belebtschlammproben stammten aus folgenden Abwasserreinigungsanlagen (ARA): Dietikon, Thalwil, Küsnacht, Meilen, Rüti, Winterthur, Zürich/an der Glatt und Kloten-Opfikon. Die Bestimmung von Artmuster und Artdichten in 179 Belebtschlammproben gab Gelegenheit, die Erscheinung von Ciliaten- und Suctorienarten in Schlämmen von verschiedenen Herkunftsorten und unter verschiedenen Lebensbedingungen zu studieren.

Neben einigen älteren und sehr umfangreichen Ciliatenbestimmungswerken [2, 4, 5, 6, 8] gibt es nur wenige neuere morphologische Veröffentlichungen [1, 3, 7] über Ciliatenarten. In einigen der erwähnten Publikationen sind die Illustrationen der Arten zu schematisch, zu vage, oder es werden nur einzelne Arten ausführlich behandelt. Wenn man vom bereits erwähnten Büchlein von CURDS [3] absieht, steht keine Bestimmungshilfe für die speziell in Belebtschlämmen zu erwartenden Ciliaten- und Suctorienarten zur Verfügung. Der Klärmeister, der weiss, dass im normal funktionierenden Belebtschlamm stets einige Ciliatenarten vertreten sein sollten, und deshalb gelegentlich im Mikroskop die Arten im Schlamm seiner Anlage bestimmen möchte, hat kaum Möglichkeiten, diese innert für die Kläranlagenpraxis nützlicher Frist kennenzulernen.

In Ergänzung zum Ciliatenbüchlein von CURDS, das die häufigeren Belebtschlammarten beschreibt, möchte die vorliegende Arbeit eigene Beobachtungen an selteneren Arten in Wort und Bild vorstellen.

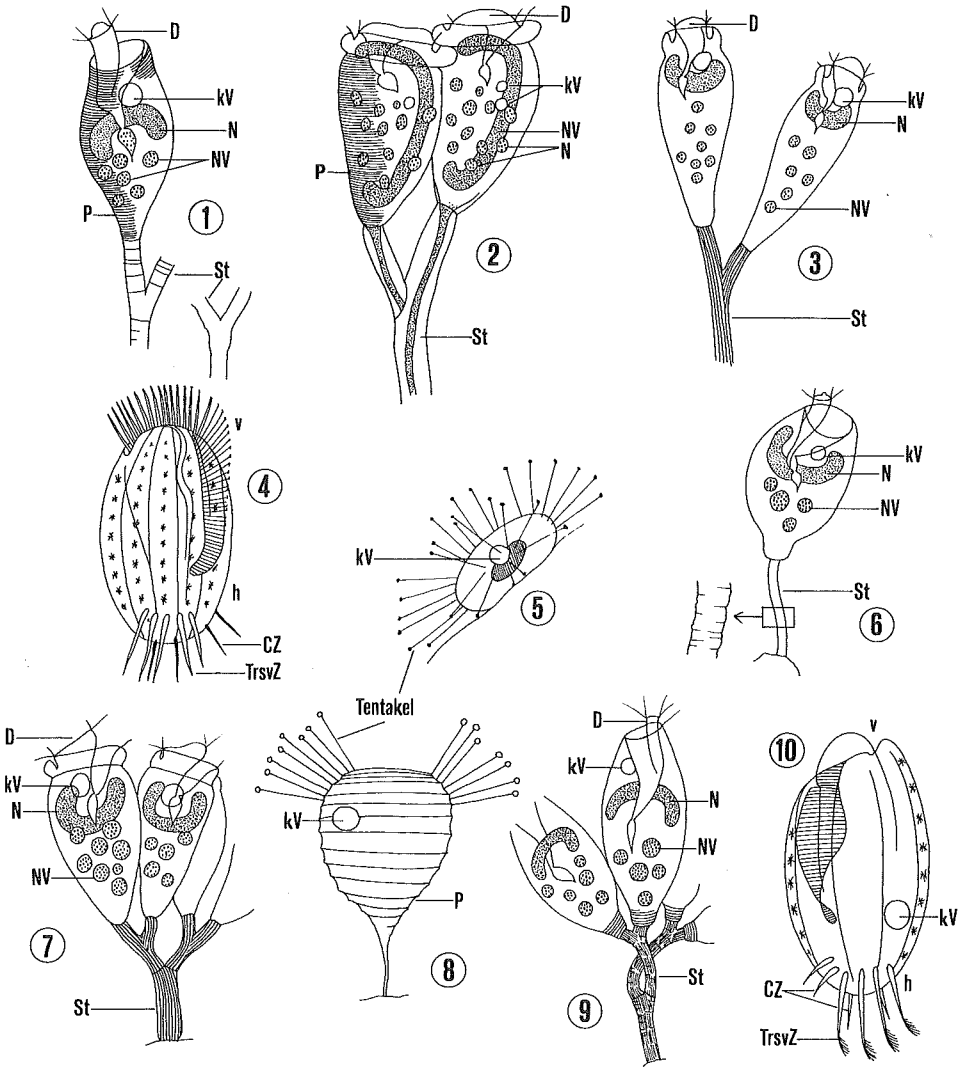


Abbildung 1 Einige seltenere Belebtschlamm-Ciliaten- und -Suctorienarten. 1 = *Opercularia* cf. *articulata*, 2 = *Carchesium* cf. *aselli*, 3 = *Epistylis* cf. *urceolata*, 4 = *Euplotes* cf. *balteatus*, 5 = *Sphaerophrya* sp., 6 = *Pyxidium* cf. *cothurnioides*, 7 = *Epistylis* cf. *lacustris/articulata*, 8 = *Periacineta* sp., 9 = *Opercularia* cf. *minima*, 10 = *Euplotes* cf. *moebiusi*. Abkürzungen: kv = kontraktile Vakuole, NV = Nahrungsvakuole, D = Diskus, P = Pellicula, N = Nucleus, St = Stiel, CZ = Caudalzirren, TrsvZ = Transversalzirren, v = vorne, h = hinten.

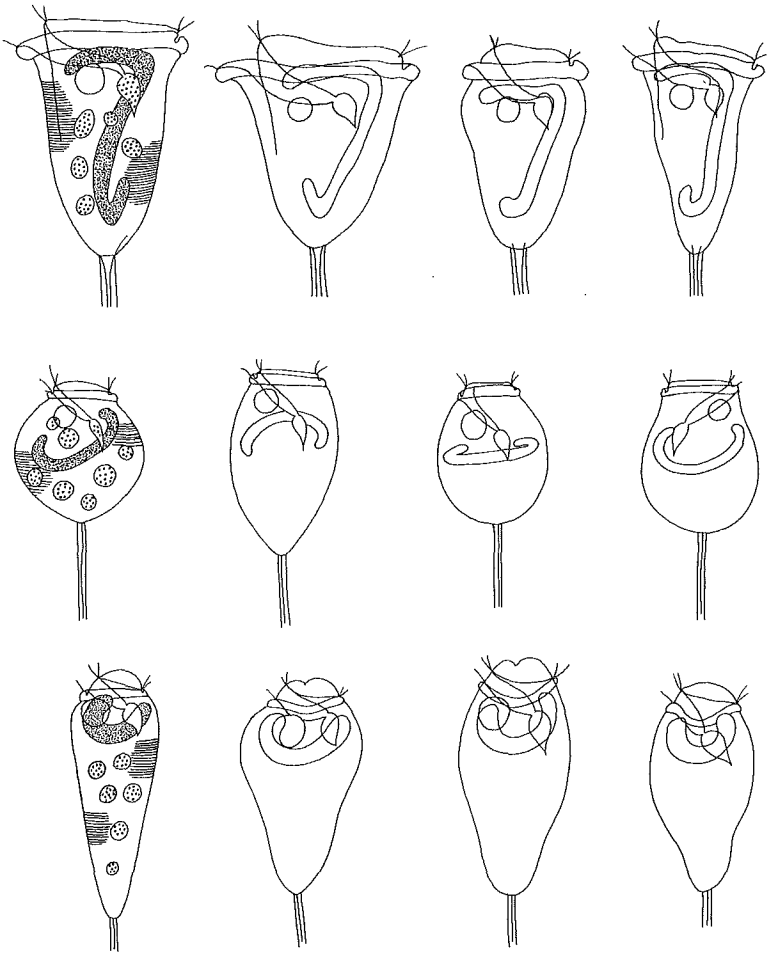


Abbildung 2 Formvariabilität bei drei häufigen Belebtschlammciliatenarten: *Vorticella convallaria* (oben), *Vorticella microstoma* (Mitte) und *Vorticella putrina* (unten).

Liste der gefundenen Ciliaten- und Suctorienarten und morphologische Beobachtungen

Nachfolgend sind sämtliche als Arten identifizierte Ciliatenformen aus 179 Belebtschlammproben aus den erwähnten 8 ARA in systematischen Gruppen nach KAHL [4] zusammengestellt. Bei etlichen Arten finden sich als Ergänzung zu bereits Bekanntem eigene Anmerkungen zur Gestalt.

Ordnung Holotricha STEIN, 1859

Gattung *Didinium* STEIN, 1867

– *Didinium balbiani* var. *nanum* KAHL.

Gattung *Lionotus* (*Litonotus*) WRZESNIEWSKY, 1870

Untergattung *Hemiophrys* WRZESNIEWSKY, 1870

– *Hemiophrys* (*Lionotus*) *fusidens* KAHL, 1926: sehr stark formveränderlich, manchmal keulig plump, manchmal schlank lanzettförmig. Bleibt unter dem Deckglas nur wenige Minuten in der ursprünglichen Form.

Untergattung *Lionotus* (*Litonotus*)

– *Lionotus lamella* (EHRB.) SCHEWIAKOFF, 1896

– *Lionotus fasciola* EHRB.-WRZESNIEWSKY, 1870. KAHL [4] gibt als Grösse 100 μ an. Die von mir gefundenen Exemplare massen durchwegs 50–70 μ .

Gattung *Chilodonella* STRAND, 1926

– *Chilodonella* (*Kolpoda*) *cucullulus* O. F. MÜLLER, 1786

– *Chilodonella uncinata* EHRB., 1838.

Gattung *Trochilia* DUJARDIN, 1841

– *Trochilia* (*Dysteropsis*) *minuta* ROUX, 1901.

Gattung *Colpoda* O.F. MÜLLER, 1786

– *Colpoda* (*Tillina*) *inflata* STOKES, 1885.

Gattung *Paramaecium* HILL, 1752

– *Paramaecium caudatum* EHRB., 1838 (*aurelia* O.F. MÜLLER, 1786)

– *Paramaecium trichium* STOKES, 1885.

Gattung *Drepanomonas* FRESENIUS, 1858

– *Drepanomonas revoluta* PENARD, 1922 (*Drepanomonas dentata* MERMOD, 1914).

Gattung *Glaucoma* EHRB., 1830

– *Glaucoma scintillans* EHRB., 1830

– *Glaucoma* (*Tetrahymena*) *pyriformis* (EHRB.) SCHEW., 1889.

Gattung *Colpidium* STEIN, 1860

– *Colpidium* (*Paramaecium*) *colpoda* (EHRB. 1831) STEIN, 1860 (*Tillinia helia* STOKES, 1885)

– *Colpidium* (*Tillinia*) *campylum* STOKES, 1886; BRESSLAU, 1922 (*Glaucoma colpidium* SCHEW., 1896; *Cryptochilum griseolum* var. *marinum* GOURR. U. R., 1886).

Gattung *Uronema* DUJARDIN, 1841 (*Cryptochilum* MAUPAS, 1883)

– *Uronema* (*marina*) *marinum* DUJARDIN, 1841 (*Cryptichilum nigricans* MÜLLER/MAUPAS, *Loxocephalus putrinus* KAHL, 1926).

Ordnung Spirotricha BÜTSCHLI, 1889 emend.

Gattung *Stentor* OKEN, 1815

– *Stentor roeseli* EHRB., 1835 (*St. barretti* KENT; *St. gracilis* MASKELL, 1886; *St. viridis* GHOSH, 1921).

Gattung *Oxytricha* (BARY, 1824) EHRENBERG, 1838; emend. WRZESNIEWSKY, 1877

Untergattung *Oxytricha* WRZESNIOWSKY, 1877

– *Oxytricha fallax* STEIN, 1859.

Untergattung *Stylonychia* EHRENBERG, 1838

– *Stylonychia putrina* STOKES, 1885.

Gattung *Euplotes* EHRENBERG, 1831

– *Euplotes* cf. *moebiusi* forma *quadricirratus* KAHL: Grösse 60–80 μ , Form rund-oval, vorne spitz gerundet, Dorsalplatte vorne mit Kerbe, das breite Peristom reicht wenig über die Zellmitte nach hinten, keine Peristomplatte, lateral je ein heller Saum mit Protrichocystensternen, Transversalcirren mindestens teilweise gefiedert, dorsal 5–6 breite Rippen (Abb. 1).

– *Euplotes* (*Ploesconia*) cf. *balteatus* DUJARDIN, 1842: Grösse 55–60 μ , Form rund-oval, 4 kurze ungefederte Kaudalcirren, 5 kräftige ungefederte Transversalcirren, nur wenig über den Zellrand ragend, heller seitlicher Randsaum mit Sternen, Rücken ohne deutliche Rippung und mit einigen längs verlaufenden Protrichocystensternchen-Reihen, Peristomfeld zieht sich relativ weit nach hinten (Abb. 1).

– *Euplotes affinis* DUJARDIN, 1842

– *Euplotes euryostomus* WRZESNIOWSKY, 1870.

Gattung *Aspidisca* EHRENBERG, 1830

– *Aspidisca lynceus* EHRB., 1838

– *Aspidisca turrita* EHRB., 1838 (nebst var. *tricosta* LEPSI, 1927)

– *Aspidisca* (*Coccludina*) *costata* DUJARDIN, 1842 (*A. cicada* MÜLLER-EHRB./CLAP. U. L., 1859).

Ordnung Peritricha STEIN, 1859 emend.

Gattung *Epistylis* EHRENBERG, 1838

Untergattung *Epistylis* EHRENBERG, 1838

– *Epistylis* cf. *lacustris* IMHOFF, 1884 oder cf. *articulata* FROMENTEL, 1874: KAHL [4] beschreibt die Pellicula von *E. articulata* als glatt, ich beobachtete eine sehr fein quer gestreifte Pellicula. Der Kern von *E. lacustris* hat nach KAHL einen längs liegenden Ast, einige der von mir beobachteten Individuen hatten einen hufeisenförmig quer liegenden Kern. Die sehr feine Pelliculastreifung kann mit alten Mikroskopen übersehen worden sein. Weitere von mir gefundene Merkmale sind: Grösse 50–65 μ . Diskus flach, kaum über Peristomrand erhoben, Peristomwulst breit, unterschiedlich kräftig ausgebildet, 1 kontraktile Vakuole mittlerer Grösse und hoch gelegen, Nahrungsvakuolen rund, Stiel kurz, kräftig, an den dichotomen Verzweigungen segmentiert, längs gestreift (Abb. 1).

– *Epistylis* cf. *urceolata* STILLER, 1933: Grösse 70–150 μ , Diskus nur wenig über den Peristomwulst erhoben und leicht gewölbt oder konisch zugespitzt, Peristomwulst breit, Körper hinter dem Wulst leicht eingezogen, kontraktile Vakuole gross, hoch liegend, Nahrungsvakuolen klein und rund, Nucleus in der oberen Körperhälfte quer liegend, Pellicula sehr fein quer gestreift, Stiel breit, nicht segmentiert, fein längs gestreift. Die Form lässt Ähnlichkeit mit *Epistylis plicatilis* EHRB., 1838 erkennen. Abweichende Merkmale sind die Einschnürung

hinter dem Peristomwulst und die dadurch entstehende krugförmige Gestalt sowie der breite, hohe Peristomwulst (Abb. 1).

– *Epistylis plicatilis* EHRB., 1838.

Gattung *Pyxidium* KENT, 1881

– *Pyxidium* cf. *cothurnioides* KENT, 1880: Grösse 20–50 μ , Zellkörper mit deutlichem Stielansatz, Discus klein, deutlich über den Peristomrand erhoben, Nucleus hufeisenförmig in der Mitte quer liegend, kontraktile Vakuole klein, wenig unterhalb vom Peristomrand gelegen, Nahrungsvakuolen rund, Pellicula sehr fein quer gestreift, Stiel fein und glatt, weniger als körperläng, Zellkörper von tonniger Form (Abb. 1).

Gattung *Opercularia* STEIN

– *Opercularia* cf. *minima* KAHL: Grösse 40–60 μ , Zellkörper von schlank-tonniger Form mit deutlichem Stielansatz, Discus sehr klein und wenig über den Peristomrand erhoben, Pellicula sehr fein quer gestreift, die Streifung kann beim Stielansatz ausgeprägter sein, Nucleus hufeisenförmig über der Mitte quer liegend, kontraktile Vakuole klein, etwas unterhalb vom Peristomrand gelegen, Stiel unterschiedlich kräftig längs gestreift und an den Verzweigungen segmentiert, Haupt- und Nebensteile kurz und schlank bis mittelkräftig ausgebildet (Abb. 1).

– *Opercularia microdiscum* FAURÉ-FR., 1904

– *Opercularia phryganeae* KAHL: da KAHL [4] eine lückenhafte Beschreibung dieser Form gibt, seien hier einige eigene Beobachtungen aufgeführt. Grösse um 100–130 μ , Körper schlank tonnig mit angedeutetem Stielansatz, Peristomrand gezähnt, Discus gross und deutlich erhoben, die Discuscilien sind in 3 nahe übereinander und konzentrisch liegenden Kreisen gruppiert, die kontraktile Vakuole ist gross und liegt nur wenig über der Mitte, die Pellicula ist glatt und lässt nur am Stielansatz eine feine Querstreifung erkennen, der hufeisenförmige Kern liegt quer über der Mitte, die breiten und dichotom verzweigten Stiele sind unsegmentiert und fein längs gestreift.

– *Opercularia (Epistylis) coarctata* CLAP. U. L., 1858

– *Opercularia* cf. *articulata* EHRB., 1838: Grösse 40–70 μ , Discus mittelgross und deutlich über den Peristomrand ragend, mit kleiner zentraler Erhebung, Körper schlank-tonnig mit Stielansatz, Nahrungsvakuolen klein und rund, 1 kontraktile Vakuole relativ tief im oberen Drittel gelegen, Nucleus über der Mitte quer liegend, Pellicula fein quergestreift, Stiele knorrig, mit unregelmässiger Querstreifung (Segmentierung ?); Kolonien mit sehr unterschiedlichen Individuenzahlen (Abb. 1).

Gattung *Vorticella* (LINNÉ) EHRENBERG, 1838

– *Vorticella putrina* MÜLLER-KENT, 1881 bzw. KAHL, 1932: da KAHL und MÜLLER-KENT möglicherweise zwei verschiedene Formen mit *putrina* bezeichnen, seien einige eigene Beobachtungen zur von mir als *putrina* bezeichneten Form angeführt. Grösse 60–90 μ , meist um 70–80 μ , Körper schlank, grösste Breite nur wenig unter dem Peristomwulst, Peristomwulst dünn und fein, Discus hutartig gewölbt, Pellicula fein bis mässig stark gestreift, Streifung gelegentlich in

weiten Abständen, kontraktile Vakuole mittelgross und hoch liegend, Kern hufeisenförmig und hoch quer liegend, Stiel relativ dünn und weit gewellt. Die Körperform kann wie bei den meisten *Vorticella*-Arten variieren und erscheint auch etwas gedrunken, sie ähnelt dann gestreckteren Formen von *Vorticella microstoma* (Abb. 2).

- *Vorticella convallaria* LINNÉ, 1758 (Abb. 2)
- *Vorticella aequilata* KAHL: Grösse 50–70 μ , Gestalt im Rumpfteil zylindrisch, unter dem Peristomwulst leicht eingezogen, Wulst meist kräftig, Discus leicht schief erhoben, Stiel kurz (etwa körperlang) und dünn, Kern mit einem oben quer liegenden und mit einem absteigenden Ast, unten hakig aufgebogen, kontraktile Vakuole gross und tief liegend, Nahrungsvakuolen gross und rund, Pellicula meist deutlich quer gestreift.
- *Vorticella* cf. *fomenteli* KAHL: Grösse um 60 μ , Körper geradlinig konisch gegen oben erweitert, Peristomwulst deutlich ausgebildet, Discus flach gewölbt, kontraktile Vakuole mittelgross und am Wulst gelegen, Kern hufeisenförmig und in der oberen Körperhälfte quer liegend, Pellicula fein gestreift, Stiel dünn und kurz.
- *Vorticella octava* STOKES, 1885
- *Vorticella microstoma* EHRB., 1830 (Abb. 2).

Gattung *Carchesium* EHRENBERG

- *Carchesium* cf. *aselli* ENGELMANN, 1862: Grösse 64–90 μ , Zellkörper schlank oval und unter dem kräftigen Peristomwulst eingezogen, Discus rund bis flach gewölbt, Nahrungsvakuolen klein und oval bis spindelig, 1 bis 2 kleine kontraktile Vakuolen, die nur wenig über der Mitte liegen, Nucleus oben quer, dann längs verlaufend und unten aufwärts gebogen, Pellicula fein gestreift, Hauptstiel weit gewellt, Stiele mindestens an den Verzweigungen segmentiert, Verzweigungen unregelmässig, Kolonien mit meist nur 2 bis 6 Individuen, gelegentlich solitär (Abb. 1).
- *Carchesium polypinum* LINNÉ, 1758.

Nachfolgend sind die als Arten identifizierten Formen der Sauginfusorien nach SCHÖNICHEN [8] in systematischen Gruppen zusammengestellt.

Klasse Infusoria

Unterklasse Suctoria (Sauginfusorien)

Gattung *Tokophrya* (BÜTSCHLI) COLLIN

- *Tokophrya* (*Podophrya*) *carchesii* CLAP. und LACHM., 1858
- *Tokophrya lemnae* STEIN
- *Tokophrya quadripartita* CLAP. und LACHM., 1858.

Gattung *Acineta* (EHRBG.) COLLIN, 1912

- *Acineta* sp.: Grösse (ohne Stiel) zwischen 100 und 200 μ , Zellkörper von einer feinen Hülle umgeben, die sehr kurzen Tentakel sind in 2 bis 3 Bündeln angeordnet, der Stiel ist etwa körperlang und sehr fein längs gestreift, die Streifung ist gegen den proximalen Stielansatz ausgeprägter, Zellkern und kontraktile Vakuole(n) waren nicht erkennbar, da der Zellkörper mit dunklen Granulen ausgefüllt war.

- *Acineta* sp.: einige Zellen, die im übrigen mit der oben beschriebenen *Acineta* sp. übereinstimmen, unterschieden sich durch die Anordnung der kurzen, kräftigen und gekopften Tentakel in 2 Reihen. Es könnte sich um Vertreter derselben Art handeln.

Gattung *Periacineta* COLLIN

- *Periacineta* sp.: Grösse zwischen 40 und 100 μ , meist um 50 μ , Zellkörper gedrunken birnförmig, die feine Zellhülle ist harmonikaartig gefältelt und läuft in einen kurzen zarten «Stiel» aus, Tentakel in 2 Reihen angeordnet mit grossen leuchtenden Köpfchen, wahrscheinlich 1 kontraktile Vakuole; der Zellkern war nicht zuverlässig erkennbar (Abb. 1).

Gattung *Trichophrya* CLAP. und LACHM.

- *Trichophrya epistylidis* CLAP. und LACHM.

Gattung *Podophrya* EHRBG., 1838

- *Podophrya fixa* QUENNERSTEDT, 1867 (O.F. MÜLLER)
- *Podophrya* cf. *sandi* COLLIN: Grösse ohne Stiel 40–90 μ , Zellkörper rundlich bis leicht keulig mit angedeutetem Stielansatz, Tentakel kurz und fein, über die ganze Zelloberfläche verteilt, bis zu 4 kontraktile Vakuolen, Stiel körperlang oder wenig länger, kräftig und knorrig (mit Querringelung, aber nicht segmentiert).
- *Podophrya carchesii* CLAP. und LACHM., 1858.

Gattung *Sphaerophrya* CLAP. und LACHM., 1858

- *Sphaerophrya* sp.: Grösse 20–50 μ , Zellkörper rund-oval, Kern gross und rund-oval, zentral gelegen, 1 bis 2 kontraktile Vakuolen, Tentakel in angedeuteten Bündeln gruppiert, teilweise über die Zelloberfläche verteilt, von mittlerer Länge (Abb. 1).

Zusammenfassung

53 Ciliatenarten, in 179 Belebtschlammproben aus 8 kommunalen ARA des Kantons Zürich gefunden, wurden in systematischen Gruppen nach KAHL [4] vorgestellt. Zeichnungen seltenerer Arten und zahlreiche eigene mikroskopische Beobachtungen zur Gestalt können dem, der Belebtschlammciliaten kennenlernen möchte, helfen. Die fehlerfreie Bestimmung von Ciliatenarten bleibt wegen der Formvariabilität vieler Arten schwierig.

Abstract

53 species of ciliated protozoas (suctorians included), which have been found in 179 sludge-samples originating from 8 sewage plants in the canton of Zurich, have been presented in taxonomic groups according to KAHL [4]. Illustrations of the more rare species and numerous microscopical observations of the species' shape can help those, who would like to get to know freshwater ciliates living in the sludge. The difficulty of a correct identification of species however may not be underestimated because of their morphological variability.

Literatur

- [1] BICK, H.: Ciliated Protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. WHO Geneva (1972).
- [2] BÜTSCHLI, O.: Protozoa (in BREHM'S Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. 1, 1889).
- [3] CURDS, C. R.: An illustrated key to the British freshwater ciliated protozoa commonly found in activated sludge. Water Pollut. Res. Techn. Pap. No. 12. H. M. Stationery Office, London (1969).
- [4] KAHL, A.: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, Gustav Fischer, Jena (1930–35).
- [5] KENT, W. S.: A manual of the infusoria. Vols. I–III. David Bogue, London (1880–82).
- [6] MAUPAS, E.: Contribution à l'étude des acinétiens. Arch. de Zool. expér. (1) T. 9 (1881).
- [7] NUSCH, E. A.: Ökologische und systematische Untersuchungen der Peritricha (Protozoa, Ciliata) im Aufwuchs von Talsperren und Flusstauen mit verschiedenem Saprobitätsgrad. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 37, 244 (1971).
- [8] SCHOENICHEN, W.: Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches, Bd. II, H. Behrmüller, Berlin (1927).
- [9] STAMM, G.: Untersuchungen über Lebensbedingungen von Ciliaten-Lebensgemeinschaften in Belebtschlämmen (in Vorbereitung).

Anschrift des Verfassers:

G. STAMM, Gstatlenstrasse 28, 4416 Bubendorf, Schweiz.

