### MORPHOLOGIE UND TAXONOMIE EINIGER HETEROTRICHER UND PERITRICHER CILIATEN (PROTOZOA : CILIOPHORA) AUS ALPINEN BÖDEN

### Wilhelm FOISSNER

Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 (Austria)

#### ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden die Morphologie, die Infraciliatur, das Silberliniensystem und die Ökologie von einigen neuen und wenig bekannten heterotrichen und peritrichen Ciliaten aus alpinen Böden untersucht. *Microdiaphanosoma arcuata* wird in die Familie Kreyellidae versetzt, deren systematische Stellung unklar ist. Das Silberliniensystem spricht für eine Einordnung in die Heterotrichida, die Morphogenese ähnelt aber der von *Cyrtolophosis. Metopus hasei* besitzt eine gattungstypische Infraciliatur. Er ist vielleicht ein Indikator für stickstoffreiche Böden. Der freischwimmende peritriche Ciliat *Telotrochidium cylindricum* bildet während der Encystierung einen kurzen Stiel aus. *Pyxidium arboricolum* wird in die Gattung *Opercularia* versetzt, da sich in Kulturen dichotom verzweigte Kolonien entwickeln. *Haplocaulus terrenus* nov. spec. unterscheidet sich durch das stielartig verschmälerte distale Körperende und durch die sehr grob quergestreifte Pellicula von den anderen Arten der Gattung. *Vorticella astyliformis* nov. spec. bildet nur selten einen Stiel aus. Ihr Schwärmer besitzt so wie der von *Vorticella similis* eine Epistommembran. Die biometrischen Daten der argyrophilen Strukturen der untersuchten peritrichen Ciliaten sind in Tabelle I zusammengestellt. An einigen Beispielen wird gezeigt, daß sie wichtige Anhaltspunkte für die Speciesdetermination liefern.

#### SUMMARY

Morphology, infraciliature, silverline system, and ecology of some new and little known heterotrichous and peritrichous ciliates occurring in alpine soils were investigated. *Microdiaphanosoma arcuata* is transfered to the family Kreyellidae, whose systematic position is unclear. The silverline system supports a classification into the Heterotrichida, however, its morphogenesis is similar to *Cyrtolophosis*. The infraciliature of *Metopus hasei* is similar to that known from other species of this genus. This species could be an indicator for nitrogen enriched soils. The freely moving peritrichous ciliate *Telotrochidium cylindricum* develops a short stalk during encystation. *Pyxidium arboricolum* is transfered to the genus *Opercularia*, because it develops dichotomous branched colonies in cultures. *Haplocaulus terrenus* nov. spec. differs from other species of the genus by its stalk-like formation of the distal part of the body and by the very rough transverse striation of the gellicle. *Vorticella astyliformis* nov. spec. develops only rarely a stalk. Its swarmer has an epistome membrane like the swarmer of *Vorticella similis*. The biometrical values of the argyrophilic structures of the investigated peritrichous ciliates are listed in table I. These data yield important criterions for species identification as shown by means of some examples.

#### I. — EINLEITUNG

Im Verlaufe einer dreijährigen Studie über die Ökologie der Ciliaten in alpinen Böden entlang der Großglockner-Hochalpenstraße wurden 81 Arten nachgewiesen (FOISSNER, 1980 a). An 12 Probenahmestellen konnten neben 27 neuen Species auch einige seit Jahrzehnten verschollene Bodenciliaten entdeckt werden, unter anderen *Microdiaphanosoma arcuata* (R. und L. GRANDORI, 1934) und *Metopus hasei* SONDHEIM, 1929. Ihre Morphologie und Infraciliatur wird in dieser Arbeit nach Lebendbeobachtungen und Silberpräparaten neu beschrieben. Die peritrichen Ciliaten sind im Boden stark unterrepräsentiert (FOISSNER, 1980a). Es wurden nur 6 Arten festgestellt, von denen hier 4 beschrieben werden. Von *Cothurnia* sp. wurde nur ein Einzelexemplar gefunden, und die im Boden ebenfalls ziemlich

Manuscrit reçu le 3 août 1980; accepté par le Comité de lecture le 10 octobre 1980.

seltene Vorticella infusionum entsprach der Beschreibung von FOISSNER und SCHIFFMANN (1975) und FOISSNER (1979a).

### II. — MATERIAL UND METHODEN

Die hier beschriebenen Arten wurden in alpinen Böden entlang der Großglockner - Hochalpenstraße (Hohe Tauern, Österreich) gefunden. Genaue Fundortangaben, ökologische Daten und die zur Zucht und Anreicherung verwendeten Methoden finden sich bei FOISSNER (1980a, b).

Neben einer sorgfältigen Lebendbeobachtung im Hellfeld und Phasenkontrast wurden alle Arten mit verschiedenen Silberimprägnationsverfahren präpariert. Zur Darstellung des Silberliniensystems diente die trockene Silberimprägnationsmethode nach FOISSNER (1976a). Die Infraciliatur wurde mit Protargolsilber nach TUFFRAU (1964) in der Modifikation von FOISSNER und SCHUBERT (1977) imprägniert. Bei *Microdiaphanosoma arcuata* bewährte sich mit geringen Modifikationen (Ausführung auf dem Objektträger, Verarbeitung zu Dauerpräparaten) die Pyridin-Silberimprägnationsmethode von FERNANDEZ-GALIANO (1976). Die Untersuchung auf Protrichocysten erfolgte mit Methylgrün-Pyronin (FOISSNER, 1979b).

### III. - ERGEBNISSE UND DISKUSSION

# 1. Microdiaphanosoma arcuata (R. und L. GRANDORI, 1934) (Abb. 1a-k, 7-18).

Biometrische Charakteristik (Mittelwerte in Klammer). Alle Angaben basieren auf Exemplaren, die mit der Pyridin-Silberimprägnationsmethode präpariert wurden. Anzahl der untersuchten Individuen: 15; Länge in  $\mu$ m: 8,0-10,6 (9,4); Breite in  $\mu$ m: 5,3-7,7 (6,5); Abstand vom proximalen Pol bis zur letzten adoralen Membranelle in  $\mu$ m: 4,0-5,4 (4,6); Größe des Makronucleus in  $\mu$ m: 2,5 — 3,4 × 2,5 — 3,4 (2,7 × 2,7); Länge der undulierenden Membranelle in  $\mu$ m: 1,3-1,5 ((1,4); Anzahl der adoralen Membranellen: 4 (4); Anzahl der Somakineten der rechten Seite: 4 (4); Anzahl der Somakineten der linken Seite: 3 (3).

Morphologie. Größe in vivo 15-25 µm. Körperform sehr variabel, meist breit oval, an einigen Fundstellen auch Cyrtolophosis-ähnlich oder proximal und distal leicht zugespitzt (Abb. 1a, b, d, 7). Lateral stark bis mäßig deutlich abgeflacht (etwa 2-3 : 1, Abb. 1c). Links lateral leicht konvex, rechts lateral eben bis leicht konkav. Die Tiere quellen unter dem Deckglas sehr rasch auf ! Makronucleus rund, dicht granuliert, mit deutlicher Kernmembran und dicht anliegendem, kugelförmigem Mikronucleus. Liegt meist zentral, selten in der Höhe des Oralapparates. Kontraktile Vakuole dem distalen Körperrand genähert, mit einem Exkretionsporus im Zentrum des distalen Pols (Abb. 1a, 7). Meist viele kleine Nahrungsvakuolen mit Bakterien. Entoplasma farblos, durch viele winzige Granula und einige größere. unregelmäßig geformte, kristallähnliche Einschlüsse getrübt. Bewegung mäßig rasch, im freien Wasser unter Rotation um die Längsachse, an Bodenpartikeln kriechend oder stillstehend und Bakterien abweidend. Keine Extrusome nachweisbar.

Somatische Infraciliatur. Pellicula rechts lateral durch die leicht spiralig verlaufenden Somakineten meist deutlich gekerbt. Basalkörper paarig angeordnet, aber nur im proximalen Abschnitt und bei Kinete 1 sind beide Basalkörper bewimpert. Cilien etwa 7 µm lang. Proximaler Basalkörper eines jeden Paares etwas kleiner, besonders in der distalen Körperhälfte. Kineten 1 und 4 reichen nur etwa bis zur Höhe des Oralapparates. Vom letzten Basalkörperpaar der ersten Kinete, das durch einen etwas größeren Zwischenraum vom vorletzten abgesetzt ist, entspringt die leicht links der Medianen inserierte, etwa körperlange Caudalcilie. Kinete 4 ohne Doppelwimpern. Basalkörper der Kineten 2-4 distal in der Höhe der kontraktilen Vakuole verdichtet (Abb. 1 a, b, e, 11-14). Links lateral proximal 3 kleine, bewimperte Kineten aus konstant 1 bzw. 2 Basalkörperpaaren (Abb. 1 d, 9, 15). Ventral dicht unterhalb des Oralapparates 2-4 bewimperte Basalkörper (Abb. 1 a, b, e, 11, 12, 14).

Orale Infraciliatur. Oralapparat im proximalen Drittel des Tieres gelegen, gering bis deutlich eingesenkt. Adorale Membranellen nach distal breiter werdend, vermutlich aus je 2 Basalkörperreihen (eventuell  $2 \times 2$ ) aufgebaut. Rechts der Membranellen eine argyrophile Linie, die proximal nach links biegt und dort verdickt erscheint. Undulierende Membran bogenförmig, reicht nur etwa bis zur Mitte des Oralapparates. Sie ist von den adoralen Membranellen vergleichsweise weit entfernt und vermutlich aus zickzackförmig angeordneten Basalkörpern aufgebaut. Wahrscheinlich tragen nur die äußeren Basalkörper kurze Cilien. Pharynxfibrillen sehr fein, trichterförmig angeordnet, nur in wenigen Präparaten festgestellt (*Abb.* 1 a, b, e, 11-14).

Silberliniensystem. Silberliniensystem sehr schwierig zu imprägnieren, zerfällt meist zu einem granulären, argyrophilen Überzug. Einige Tiere zeigten aber deutlich, daß es am ganzen Körper ein sehr engmaschiges Gitter ist. Auffällig sind 10-11 argyrophobe Zonen, je 4 auf den Lateralseiten und 2-3 auf der Ventralseite. Links lateral sind sie bei den Kineten verbreitert. Zwei ovale Verbreiterungen finden sich auch noch bei den 2 rechts an diese angrenzenden Zonen, obwohl dort keine Kineten mehr vorhanden sind. Diese Zonen können als rudimentäre Kineten interpretiert werden (KLEIN, 1942), worauf auch die Befunde über die Morphogenese hinweisen (*Abb.* 1 d, e, 8-10).

Morphogenese. Diese konnte nicht in allen Einzelheiten beobachtet werden. Die Präparate waren aber klar genug, um erkennen zu können, daß die adoralen Membranellen aus den Somakineten hervorgehen und durch eine Torsion von etwa 90° in ihre charakteristische Lage gebracht werden (Abb. 1 f-k, 17, 18). Das erste Anzeichen der Teilung scheint eine Zunahme der Basalkörper auf der linken Seite zu sein (Abb. 1 f, 16).

Ökologie. Diese Art kam regelmäßig in der obersten, ziemlich stark mit Flechten bewachsenen Bodenschicht

















(0-2 cm) der alpinen Grasheide beim Wallackhaus vor. Sie war auch sonst im Untersuchungsgebiet weit verbreitet (FOISSNER, 1980 a). Nach Sättigung des Bodens mit Wasser und in Bodenaufgüssen vermehrte sie sich im Laboratorium manchmal sehr stark.

Diskussion. R. und L. GRANDORI (1934) beschrieben Diaphanosoma arcuata aus Erdaufgüssen bei Mailand. Wegen Praeokkupation wurde die Gattung von WENZEL (1953) in Microdiaphanosoma umbenannt. WENZEL (1953) fand M. arcuata in Trockenmoosen, Laubstreu, Flechten, Sphagnum, steril angesetzten Laub- und Sphagnum-Proben und in morschem, feuchtem Holz. LUZZATTI (1938) meldete sie aus dem Boden eines Buschwaldes. Die Originalbeschreibung ist ziemlich unvollständig, so daß jede Identifikation mehr oder minder willkürlich sein muß. Meiner Bestimmung liegen die im wesentlichen übereinstimmenden Merkmale Größe, Körperform, Lage des Oralapparates und der kontraktilen Vakuole sowie der ähnliche Verlauf der Somakineten zugrunde.

Die systematische Einordnung bereitet Schwierigkeiten. Ohne Zweifel steht sie der Gattung Kreyella nahe (vgl. FOISSNER, 1979 c). Von CORLISS (1979) werden beide Genera als « incertae sedis » zu den Microthoracidae gestellt. Ich schließe mich aber der Meinung von KAHL (1930-35) an, daß sie nur Konvergenzformen zu den Microthoracidae sind, da ihr Silberliniensystem und ihr Oralapparat einen ganz anderen Aufbau zeigt. Im Gegensatz zu meiner früheren Auffassung, nach der ich die Krevellidae zu den Microthoracina stellte, neige ich heute zu der Ansicht, daß es ursprüngliche Heterotrichida oder Colpodida sind. Auf die Heterotrichida deutet vor allem das engmaschige Silberliniensystem hin, und auch die allgemeine Organisation der Infraciliatur spricht nicht gegen diese Einordnung. Auf die Colpodida weisen die Infraciliatur (Basalkörperpaare !) und die Morphogenese, die jener der Gattung Cyrtolophosis ähnelt (vgl. BUITKAMP, 1977, FOISSNER 1978 b). Eine sichere Einordnung dieser Familie ist vermutlich erst nach Vorliegen elektronenmikroskopischer Befunde möglich.

2. Metopus hasei Sondheim, 1929 (Abb. 2a-h, 1922).

Biometrische Charakteristik (Mittelwerte in Klammer). Alle Angaben basieren auf protargolimprägnierten Exemplaren. Anzahl der untersuchten Individuen : 6 ; Länge in  $\mu$ m : 57-75 (65,5); Breite in Höhe des Cytostoms in  $\mu$ m : 8-12 (9,5) ; größte postorale Breite in  $\mu$ m : 12-19 (15,3) ; Abstand vom proximalen Pol bis zum distalen Ende des Makronucleus in  $\mu$ m : 29-45 (35,7) ; Größe des Makronucleus in  $\mu$ m : 15-23 × 7-9 (17,3 × 7,8) ; Größe des Mikronucleus in  $\mu$ m : 2,6 × 3,7 (3,0 × 3,0); Anzahl der Somakineten : 10 (10) ; Anzahl der adoralen Membranellen : 17-20 (18,5) ; Anzahl der perizonalen Kineten : 23-25 (24,7).

Morphologie. Größe in vivo 70-100  $\times$  13-18 µm. Körperform lang oval, postoral leicht bis mäßig stark verbreitert, praeoraler Abschnitt schmal, nach ventral aufgebogen. Etwa 2 : 1 abgeflacht. Makronucleus meist eiförmig, seltener ellipsoid, stets links der Medianen und dicht unterhalb der adoralen Membranellenzone gelegen. Viele 0,6-1,5 µm große Nucleolen. Mikronucleus am proximalen Ende des Makronucleus gelegen, von einer



ABB. 2a-h. — Metopus hasei. Abb. 2a-c nach Lebendbeobachtungen, Abb. 2d-h nach Protargolimprägnation. 2a : Ventralansicht. 2b : distaler Körperabschnitt nach Entleerung der kontraktilen Vakuole. 2c : Nahrungsvakuole mit Bakterien. 2d : starke Vergrößerung der Infraciliatur des proximalen Körperabschnittes. 2e-h : ventrale, rechts laterale, dorsale und links laterale Ansicht der Infraciliatur. AM = adorale Membranellen, Cc = Caudalcilien, Ma = Makronucleus, Mi = Mikronucleus, PC = perizonales Cilienfeld, PF = Pharynxfibrillen. leicht erkennbaren Membran umgeben. Pellicula zart, biegsam, durch die Somakineten kaum gekerbt. Dicht unter der Pellicula viele 0,3-0,7  $\mu$ m große Granula, die sich mit Protargol imprägnieren und mit Methylgrün-Pyronin rot anfärben. Kontraktile Vakuole distal, dreieckförmig. Nach der Entleerung faltet sich der distale Körperabschnitt in der in Abbildung 2b dargestellten Weise. Entoplasma farblos, hyalin, mit 4-6  $\mu$ m großen Nahrungsvakuolen, die bohnenförmige, bewegliche Bakterien enthielten, die in der Mitte ein glänzendes Kügelchen besaßen. Bewegung mäßig rasch, unter Rotation um die Längsachse (*Abb.* 2 a, c, 19).

Somatische Infraciliatur. Die Anordnung der Somakineten ist in den Abbildungen 2 e-h dargestellt. Einige enden in der Höhe des Cytostoms, und nicht alle reichen bis zum distalen Pol (Abb. 2 f). Der mittlere Teil der Ventralfläche ist manchmal frei von Cilien, da hier die Somakineten ziemlich weit voneinander entfernt sind (Abb. 2 d). Basalkörper stets paarig angeordnet. Im praeoralen Abschnitt und dicht unterhalb des Mundeinganges tragen meist beide Basalkörper eines Paares eine etwa 13 µm lange Cilie. Postoral besitzt nur der distale Basalkörper eine etwa 10 µm lange Cilie. Vom letzten Basalkörperpaar der Somakineten entspringen die etwa 30 µm langen, ziemlich steifen Caudalcilien.

Orale Infraciliatur. Adorale Membranellenzone deutlich S-förmig, leicht spiralig verdreht, zieht von links oben schräg nach rechts unten, wo sie rechts der Medianen endet. Jede Membranelle besteht aus 2 oder 3 langen und einer kurzen Reihe von Basalkörpern. Pharynxfibrillen sehr lang, reichen bis zum distalen Pol. Fünf perizonale Cilienreihen. Die 2 oberen Reihen sind von den 3 unteren meist durch einen etwas breiteren Zwischenraum getrennt. Die Basalkörper sind so angeordnet, daß etwa 25 kurze, zur Korperlängsachse annähernd parallel verlaufende Reihen entstehen. An den Enden ist das perizonale Cilienfeld nur ein- bis dreireihig (*Abb.* 2 d, e, 19-22). Ökologie. Metopus hasei, der von SONDHEIM (1929) in einem Schlammaufguß (terrestrisches Biotop!) gefunden wurde, trat im Untersuchungsgebiet nur an 2 Probenahmestellen in 0-10 cm Bodentiefe auf, die sich von den anderen dadurch unterschieden, daß sie durch Tierexkremente bzw. häusliche Abwässer stark eutrophiert waren. Diese Art ist daher vielleicht ein Indikator für stickstoffreiche Böden (FOISSNER, 1980 a).

Diskussion. Meine Lebendbeobachtungen stimmen im wesentlichen mit denen von SONDHEIM (1929) überein. Der postorale Abschnitt war allerdings nur sehr selten so ausgeprägt dreieckförmig wie ihn SONDHEIM (1929) zeichnete. Die Abbildung 2 a zeigt die typische Form des von mir untersuchten Stammes. Sie veränderte sich durch die Präparation ziemlich stark (Abb. 2 e-h). Die Formvariabilität von M. hasei wurde von SONDHEIM (1929) hervorgehoben, so daß ich keine Zweifel hege, die Art richtig determiniert zu haben. MOTE (1954) hat offensichtlich diesselbe Art aus einem Prärieboden als Metopus sp. beschrieben. Sein Stamm ist dem meinen sehr ähnlich. Die Organisation der Infraciliatur stimmt mit der anderer Metopidae überein (vgl. JANKOWSKI, 1964, TUFFRAU, 1967, SCHMALL, 1976, FOISSNER, 1980 c).

# 3. **Telotrochidium cylindricum** FOISSNER, 1978 (Tab. I).

Morphologie und Diskussion. Diese Art trat vereinzelt in einer alpinen Braunerde von der Nordseite des Gebirges auf (FOISSNER, 1980 a). Sie entsprach weitgehend der Originalbeschreibung, besonders hinsichtlich der Lage der kontraktilen Vakuole und der Cytopyge sowie der Körper- und Kontraktionsform. Der terricole Stamm war aber nur 100-130 µm groß, während die in Regenwassertümpeln gefundenen Tiere 130-170 µm lang waren. Die biometrischen Werte der argyrophilen Strukturen (Tab. I) stimmen aber trotz dieses Unterschiedes sehr gut überein (vgl. FOISSNER, 1978).

TABELLE I. — Biometrische Charakteristik der peritrichen Ciliaten. Zur Methodik der Ermittlung s. FOISSNER und SCHIFFMANN (1974).

DGS = durchschnittliche Gesamtanzahl der Silberlinien, 0 = Oralapparat, P = Pelliculaporen, S = Scopula, W = aboraler Wimperkranz.

Species	Anzahl der unter- suchten Indivi- duen	Länge der lebenden Tiere in µm	Silber- linien- system- typ	Anzahl der Silberlinien vom 0 bis zum W (Extrem- werte)	Anzahl der Silberlinien vom 0 bis zum W (Mittel- werte)	Anzahl der Silberlinien vom W bis zur S (Extrem- werte)	Anzahl der Silberlinien vom W bis zur S (Mittel- werte)	Abstand der Silber- linien in μm	Errech- neter Abstand der Silber- linien in μm	DGS	Anzahl der P pro 100 µm <sup>2</sup> (Extrem- werte)	Anzahl der P pro 100 µm <sup>2</sup> (Mittel- werte)
Telotroch- idium cylindricum	6	100-130	EST	135-157	148,3	nur ein gut in Exempla Silber	mprägniertes r mit 24 linien	0,4-0,5	0,67	172,3	30-64	50,7
Opercularia arboricolum	6	49-63	EST	75-97	85,2	12-20	16,5	0,4-0,7	0,55	101,7	72-120	94,5
Vorticella astyliformis (Stamm I)	16	30-50	WST	21-21	21,0	3-5	3,7	0,9-1,5	1,62	24,7	70-120	104,7
Vorticella astyliformis (Stamm II, III)	9	?	WST	17-30	25,0	?	?	1,0-1,3	?	?	?	?
Vorticella similis	14	52-80	EST	75-80	77,6	28-34	30,7	0,3-0,5	0,61	108,3	?	?

3

Bei Individuen, die mit wenig Wasser in einem Blockschälchen gehalten wurden, konnte die Cystenbildung beobachtet werden. Die Tiere setzten sich mit der Scopula an der Unterseite des Oberflächenhäutchens fest, kugelten sich langsam ab und schieden dabei eine etwa 2  $\mu$ m dicke, glatte Cystenwand ab. Der Durchmesser der fertigen Cysten betrug etwa 45  $\mu$ m. Einige saßen auf einem bis 5  $\mu$ m langen, dünnen, hyalinen Stiel !

## 4. **Opercularia arboricolum** (BIEGEL, 1954) (*Abb.* 3a-j, 23, 24, 29-33, Tab. I).

Morphologie. Größe gestreckt 49-63 µm, kontrahiert 30-40 µm. Körper schlank glockenförmig, leicht asymmetrisch, mit deutlich verengtem Peristom und mäßig stark verjüngtem distalen Abschnitt (Abb. 3 a, 23, 24). Kontrahierte Individuen breit spindelförmig, proximal mit einem kleinen, schnauzenartigen Vorsprung, distal mit einem kleinen wulst, der den Stiel leicht überlappt (Abb. 3 a). Sehr stark kontrahierte Tiere sind herzförmig (Abb. 3 f). Peristomrand glatt, stets deutlich schräg abgestutzt. Peristomdiskus zylindroid, 5-8 µm breit, proximal mit einer mehr oder minder deutlich ausgeprägten kuppenförmigen Wölbung. Er kann etwa 4 µm über den Peristomrand herausgehoben werden. Vestibulum verhältnismäßig breit, aber ziemlich kurz. Es nimmt 1/5-1/4 der Körperlänge ein. Pharynxfibrillen sehr lang, reichen bis in die Nähe des aboralen Wimperkranzes. Kontraktile Vakuole stets an der dorsalen Wand des Vestibulums, ihr Pulsationsintervall beträgt etwa 15 Sekunden. Cytopyge am Grunde des Vestibulums, in Lateralansicht links der kontraktilen Vakuole. Die Fäkalien werden als Strom lose zusammenhängender Partikel entlassen (Abb. 3 a). Makronucleus annähernd halbkreisförmig, umgreift den Pharynx, etwa 6 µm breit, mit vielen kleinen Nucleolen. Pellicula glänzend, Querstreifung nur mit der Ölimmersion erkennbar. Kolonien dichotom verzweigt. Stiele 2-3 µm breit, mit stärker lichbrechenden Rändern (Abb. 3 a, b). Auch die Protargolpräparate weisen darauf hin, daß der Stiel hohl ist, da im Zentrum der Scopula meist keine argyrophilen Körnchen nachweisbar sind (Abb. 3 h, 31). Einzeltiere besitzen einen bis 6 mal körperlangen, häufig unregelmäßig verbogenen Stiel.N ahrungsvakuolen 4-7 µm groß, nach der Abschnürung kugelförmig, später mit sehr kompaktem Inhalt und unregelmäßig ellipsoid. Die meisten liegen in der distalen Körperhälfte. Ernährt sich nur von Bakterien. Entoplasma glänzend, unterhalb des aboralen Wimperkranzes meist mit einigen stark lichtbrechenden Granula.

Schwärmer ausgeprägt stiefelförmig, etwa 100  $\mu$ m lang, bewegen sich ungeheuer schnell (*Abb.* 3 c). Wenn sie beunruhigt werden, kontrahieren sie sich während der Bewegung, wobei sie eine flaschenartige Gestalt annehmen und die Geschwindigkeit etwas herabsetzen (*Abb.* 3 d). Zwischen Objektträger und Deckglas leicht gepreßte oder eingetrocknete Schwärmer nehmen eine herzförmige Gestalt an (*Abb.* 33). Distal bildet sich dabei ein Wulst aus, der den aboralen Wimperkranz etwas überragt (*Abb.* 3 e). Infraciliatur. Der Aufbau der Infraciliatur ist sehr ähnlich demjenigen anderer peritricher Ciliaten (vgl. LOM, 1964). Die Haplo- und die Polykinete beschreiben am Peristomdiskus etwas mehr als 1 1/4 und etwas weniger als 1 1/2 Umgänge. Die Haplokinete beginnt einige Mikrometer hinter der Polykinete. Im Vestibulum teilt sich die Polykinete in 3 Peniculi auf. Der sehr kurze 3. Peniculus besteht aus nur 2 Basalkörperreihen, während die Peniculi 1 und 2 aus je 3 Reihen aufgebaut sind. Die innere Basalkörperreihe des 2. Peniculus ist proximal leicht verlängert (*Abb.* 3 f, g, h, 29, 30).

Die Anlage des aboralen Wimperkranzes ist durch winzige, schräg gestellte Kineten gekennzeichnet (Abb. 3 g). Beim Schwärmer sind diese Kineten etwas länger (Abb. 3 h). Sie werden außen von einem argyrophilen Ring umgeben.

Das Myonemsystem besteht aus 2 voneinander isolierten Teilen. Der erste Teil des Systems, der offensichtlich der Kontraktion und Retraktion der Peristomöffnung dient, ist aus kurzen, meridional orientierten Myonemen aufgebaut, die eine rohrartige Struktur bilden (*Abb.* 3 f). Der zweite Teil des Systems besteht aus den dicht unter der Pellicula verlaufenden Körper-Myonemen. Sie beginnen bei der Scopula, ziehen unter dem aboralen Wimperkranz hindurch und enden entlang der Polykinete des Oralapparates (*Abb.* 3 i, j, 31). Sie bilden ein dichtes Geflecht. Vom Peristomdiskus ziehen 2 besonders kräftige, stark verzweigte Myoneme weg, die vermutlich seine ausgeprägte Beweglichkeit ermöglichen (Abb. 3 j, 32).

Silberliniensystem. Das Silberliniensystem entspricht dem Typus des Engstreifensystems (FOISSNER und SCHIFFMANN, 1974) und weist keine Besonderheiten auf (Abb. 33). Die Zone, wo sich beim Schwärmer der aborale Wimperkranz entwickelt, ist argyrophob. Die DGS trennt diese Art deutlich von Telotrochidium johanninae (vgl. FOISSNER, 1976 b), das so wie O. arboricolum nach GUHL (1979) synonym mit Opercularia coarctata sein soll (s. Diskussion).

Ökologie. Opercularia arboricolum fand ich in 2 Almweideböden von der Südseite des Gebirges (FOISSNER, 1980 a). Sie kam in der Kahmhaut von Aufgüssen zu starker Entwicklung, bei denen mehrere cm Wasser über dem Boden standen. In nur wassergesättigten Bodenproben trat sie stets vereinzelt auf. BIEGEL 11954) entdeckte diese Art ebenfalls in terrestrischen Biotopen, nämlich im Baumfluß und in Laubsteu.

Diskussion. Meine Lebendbeobachtungen über die Zooide stimmen sehr gut mit jenen von BIEGEL (1954) überein, mit der Ausnahme, daß bei meinem Stamm die Nahrungsvakuolen häufig unregelmäßig ellipsoid waren. Der Schwärmer wurde von BIEGEL (1954) anders dargestellt. Aus ihrer Zeichnung glaube ich aber schliessen zu können, daß sie ein leicht kontrahiertes Exemplar beobachtete. Da sie keine Beschreibung gab, vermute ich, daß sie nur ein Exemplar sah. Neu ist auch die Beobachtung, daß diese Art Kolonien bilden kann. Sie muß daher in die Gattung Opercularia gestellt werden.

GUHL (1979) fügt O. arboricolum in seine — sicher viel zu umfangreiche — Synonymieliste von Opercularia











ABB. 3a-j. — Opercularia arboricolum. Abb. 3a-e nach Lebendbeobachtungen, Abb. 3f-j nach Protargolimprägnation. 3a: gestrecktes und kontrahiertes Individuum. 3b: Verzweigungsschema einer Kolonie. 3c: frei beweglicher, nicht kontrahierter Schwärmer. 3d: frei beweglicher, kontrahierter Schwärmer. 3e: leicht gepreßter, vollständig kontrahierter Schwärmer. 3f, g: orale und somatische Infraciliatur links und rechts lateral. 3h: stärkere Vergrößerung des 1. und 2. Peniculus. 3i: Infraciliatur und Myonemsystem eines Schwärmers in aboraler Ansicht. 3j: leicht schräge Ansicht des Myonemsystems im Bereich des Oralapparates. Die Pfeile weisen auf zwei besonders dicke Myonem am Rand des Peristomdiskus. W = aboraler Wimperkranz, CV =kontraktile Vakuole, CP = Cytopyge, Gi = germinale Kinete, Hi = Haplokinete, Ma = Makronucleus, NV = Nahrungsvakuole,  $P_{1...3} = 1., 2.$  und 3. Peniculus, Pi = Polykinete, Pr = Peristomrand. coarctata ein. Da GUHL (1979) keine Angaben über die Infraciliatur und das Silberliniensystem seiner Opercularia coarctata- Stämme macht, ist meiner Ansicht nach derzeit keine sichere Entscheidung darüber möglich, ob O. arboricolum in den Formenkreis dieser Art gehört. Hinsichtlich der in vivo feststellbaren Merkmale steht meine O. arboricolum seinen Ökoformen I und II von O. coarctata nahe. Opercularia arboriculum unterscheidet sich von O. coarctata vor allem durch das viel weniger stark verengte Peristom. Dieser Vergleich stützt sich auf die Durchsicht der Originalbeschreibung von CLAPARÈDE und LACHMANN (1858-61), die weiterhin als vorrangig zu betrachten ist.

#### 5. Haplocaulus terrenus nov. spec. (Abb. 4a-c, 25, 26).

Diagnose. In vivo  $40-60 \times 20-26 \,\mu\text{m}$  großer, schlank glockenförmiger, terricoler *Haplocaulus* mit stielartig verschmälertem distalen Körperende und sehr grob quergestreifter Pellicula. Die kontraktile Vakuole mündet über einen engen Kanal an der ventralen Wand des Vestibulums aus und liegt weit unterhalb des Peristom-kragens.

Locus typicus. Sehr selten im Boden eines subalpinen Lärchenwaldes auf der Piffkaralm (Großglockner-Hochalpenstraße, etwa 1620 m ü.d.M.).

Morphologie. Von dieser Art fand ich lediglich 9 Exemplare, weshalb es nicht möglich war, Versilberungen anzufertigen. Sie ist sehr empfindlich und nur 3 Individuen wurden mit vollständig augestrecktem Peristom beobachtet. Diese zeigten die in den Abb. 4 a und 25 dargestellte, leicht asymmetrische Form mit stielartig verschmälertem distalen Körperende. Die kleine Ausbauchung oberhalb der Verschmälerung war bei den anderen Exemplaren nicht so stark ausgeprägt. Peristomkragen wulstartig, stets schmäler als die größte Körperbreite, enthält ein dickes Band von Myonemen (Abb. 4 a). Peristomrand nicht gekerbt. Peristomdiskus leicht konvex bis leicht konkav, kann nur ganz wenig aus dem Tier herausgehoben werden. Vestibulum geräumig, in einem Winkel von etwa 45° nach dorsal geneigt. Makronucleus annähernd halbkreisförmig, quer bis leicht schräg in der Mitte des Tieres gelegen, mit keulenartig verdickten Enden und deutlichen Nucleolen. Pellicula glänzend, bei allen Tieren auffallend stark guergestreift, besonders in der distalen Körperhälfte. Etwa 30 Streifen, zwischen denen mäßig häufig stark glänzende Granula liegen. Entoplasma dicht gefüllt mit etwa 4  $\mu$ m großen Nahrungsvakuolen, die Bakterien enthielten. Fäkalienballen locker, glänzende Granula enthaltend.

Stiel etwa 0,5-3 mal körperlang, 2,5-3,5  $\mu$ m breit, nach distal meist leicht verschmälert. Er kontrahiert S-förmig, wobei sich in den Biegungen viele kleine Falten bilden, so daß die Stielscheide dann quergarunzelt erscheint. Stielscheide mit deutlichen antagonistischen Bändern, die durch verstärkte Lichtbrechung auffallen. Am Übergang zur Scopula eine manschettenartige Struktur. Myonem leicht spiralig verdreht, reicht bis nahe an die sockelartige Verbreiterung, mit der der Stiel an Bodenpartikeln befestigt ist (*Abb.* 4 a-c, 25). Ungeschädigte Individuen zeigten die in Abb. 4 c dargestellte Kontraktionsform. Das distale Körperende wurde teleskopartig eingezogen und proximal bildete sich ein schnauzenartiger Vorsprung. Individuen, die das Peristom vor dem Absterben nicht mehr öffneten, zeigten lange Zeit die in Abbildung 4 a dargestellte birnenartige Kontraktionsform. Die äquatoriale Verbreiterung ist mehr oder minder stark ausgeprägt (vgl. *Abb.* 4 a, 26). Beunruhigte Tiere streckten das distale Körperende häufig nicht vollständig aus, obwohl sie Nahrung aufnahmen. Sie zeigten die in Abb. 4 b dargestellte charakteristische Form mit einem sehr scharf abgesetzten Basalteil.

Diskussion. Die Merkmalskombination, stielartig verschmälertes distales Körperende und außergewöhnlich grobe Streifung der Pellicula, unterscheidet *H. terrenus* von den bisher bekannten Arten der Gattung (PRECHT,



ABB. 4a-c. — Haplocaulus terrenus. Leicht schematisierte Zeichnungen nach Lebendbeobachtungen. 4a: typisches, voll ausgestrecktes Exemplar und Kontraktionsform eines leicht geschädigten Individuums. 4b: typische Form nicht ganz ausgestreckter Exemplare. 4c: Kontraktionsform ungeschädigter Individuen. CV = kontraktile Vakuole, M = Makronucleus, NV = Nahrungsvakuole. 1935, NENNINGER, 1948, SOMMER, 1951, STILLER, 1971, LÜPKES, 1976). Er steht den Arten *H. claudicans* (PENARD, 1922), *H. elegans* (NENNINGER, 1948) und H. hengsti LÜPKES, 1976 nahe. Von dem hinsichtlich der Kontraktionsform und dem Biotop sehr ähnlichen *H.* claudicans (PENARD, 1922) unterscheidet sich *H. terrenus* auch durch die Lage der kontraktilen Vakuole, die bei *H. claudicans* an der dorsalen Wand des Vestibulums ausmündet. Bei *H. elegans* betonte NENNINGER (1948) nachdrücklich die sehr feine Streifung der Pellicula. Der stygorhithrale *H. hengsti* ist von LÜPKES (1976) leider ziemlich unvollständig dargestellt worden, so daß ein Vergleich mit *H. terrenus* kaum möglich ist. Auch bei dieser Art scheint die Streifung sehr fein zu sein.

# 6. Vorticella astyliformis nov. spec. (Abb. 5a-h, 34-38, Tab. I).

Diagnose. In vivo 30-50 µm große, annähernd kugelförmige, meist freischwimmende, terricole Vorticella mit sehr deutlich quergestreifter Pellicula, die nach trockener Silberimprägnation etwa 100 Pelliculaporen pro 100 µm<sup>2</sup> aufweist. Freischwimmende Individuen stiellos, glokkenförmig. Schwärmer schlank zylindroid, mit etwa 10 µm langer Epistommembran. Cysten etwa 20 µm im Durchmesser, äußere Cystenhülle glatt. Makronucleus annähernd halbkreisförmig, liegt beim adulten Tier meist quer in der Mitte, beim Schwärmer ist er dagegen mehr



ABB. 5a-h. — Vorticella astyliformis. Abb. 5a-d nach Lebendbeobachtungen, Abb. 5e-h nach Protargolimprägnation. 5a: gestieltes Individuum. 5b, c: freischwimmende Individuen. 5d: freischwimmendes Exemplar kontrahiert. 5e: Infraciliatur eines adulten Individuums. 5f: Infraciliatur eines Schwärmers. 5g, h: Infraciliatur und Myonemsystem eines adulten Individuums in oraler und aboraler Ansicht. W = aboraler Wimperkranz, CV = kontraktile Vakuole, E = Epistommembran, Gi = germinale Kinete, Hi = Haplokinete, Ma = Makronucleus, Mi = Mikronucleus, My = Myoneme, NV = Nahrungsvakuole, P<sub>1...3</sub> = 1., 2. und 3. Peniculus, Pi = Polykinete.

oder minder deutlich längs orientiert und unregelmäßig verschlungen. Kontraktile Vakuole etwas oberhalb der Körpermitte, entleert sich über einen kurzen Kanal, der an der ventralen Wand des Vestibulums ausmündet.

Locus typicus. Regelmäßig aber nicht häufig in einer wenig entwickelten Rendsina beim Hochtor (Großglockner-Hochalpenstraße, etwa 2520 m ü.d.m.).

Morphologie. Sessile Individuen mit 2-3 mal körperlangem, spiralig kontrahierendem Stiel. Auf eine eventuell vorhandene Stielmanschette wurde nicht geachtet. Peristomkragen wulstartig, Peristomdiskus mehr oder minder deutlich konvex, wird während der Nahrungsaufnahme leicht schräg herausgehoben. Vestibulum geräumig, etwa 45° zur Körperlängsachse geneigt (Abb. 5 a). Freischwimmende Individuen während der Nahrungsaufnahme breit bis schlank glockenförmig (Abb. 5 b, c), kontrahiert spindel- bis annähernd kugelförmig, distaler Körperabschnitt manchmal teleskopartig eingezogen, Peristomrand meist mit schwach ausgeprägten Längsfalten (Abb. 5 d). Makronucleus mit großen Nucleolen. Mikronucleus etwa  $3.5 \times 2.7 \,\mu m$ groß. Entoplasma farblos, ohne auffallende Granulation. Meist viele 4-6 µm große Nahrungsvakuolen, die Bakterien und Detritus enthielten.

Infraciliatur. Infraciliatur gattungstypisch. Haplo- und Polykinete beschreiben am Peristomdiskus etwa 1 1/4 Umläufe. Im Vestibulum teilt sich die Polykinete in 3 Peniculi auf. Der sehr kurze 3. Peniculus besteht nur aus 2 Basalkörperreihen (*Abb.* 5 e, g). Die Epistommembran des Schwärmers entspringt aus einer kleinen Gruppe von Basalkörpern am Peristomdiskus (*Abb.* 38). Die germinale Kinete war bei dem in Abbildung 5 f dargestellten Schwärmer nicht nachweisbar. Die Anlage des aboralen Wimperkranzes wird beim adulten Tier durch kleine, schräg gestellte Kineten markiert (*Abb.* 5 e, h). Beim Schwärmer sind sie größer und dicht unterhalb derselben verläuft ein Kranz eng nebeneinander liegender, argyrophiler Körnchen (*Abb.* 5 f, 37).

Das Myonemsystem besteht aus 2 voneinander getrennten Teilen. Im Peristomkragen verläuft ein aus vielen feinen Myonemen zusammengesetztes Band, das offensichtlich zur Kontraktion und Retraktion der Peristomöffnung dient (*Abb.* 5 e, f). Von der Scopula ziehen etwa 10 Myoneme weg, die sich oberhalb des aboralen Wimperkranzes ziemlich stark verzweigen und entlang der Polykinete des Oralapparates enden (*Abb.* 5 h). Bei einer sich bildenden Cyste waren die Myoneme dicker und weniger stark verzweigt (*Abb.* 34). Vermutlich treten während der Encystierung mehrere dünnere Myoneme zu einem dickeren Strang zusammen.

Ökologie. Vorticella astyliformis trat an 4 der 12 Probenahmestellen mit geringer bis mäßig häufiger Abundanz auf. Sie konnte in wassergesättigten Bodenproben, nicht aber in Bodenaufgüssen gezüchtet werden. Die überwiegend vagile Lebensweise kann als Anpassung an die porige und astatische Wasserführung des Biotops interpretiert werden.

Silberliniensystem und Diskussion. Das Silberliniensystem entspricht dem Typus des Weitstreifensystems (FOISSNER und SCHIFFMANN, 1974). Bemerkenswert sind die hohe Anzahl von Pelliculaporen und die geringe Anzahl der Silberlinien vom aboralen Wimperkranz bis zur Scopula (Tab. 1, *Abb.* 35, 36). Diese Merkmale trennen V. astyliformis von den im Untersuchungsgebiet ebenfalls vorkommenden und auf den ersten Blick ähnlichen Arten Astylozoon enriquesi und Vorticella infusionum (FOISSNER, 1977, 1979 a).

Auffallende Übereinstimmungen in einigen biometrischen Werten der argyrophilen Strukturen bestehen dagegen zu Vorticella costata, die im Untersuchungsgebiet vereinzelt in Moosen eines reinen Bächleins gefunden wurde (FOISSNER, 1979 a). Diese Art zeigt ebenfalls eine beträchtliche Variabilität in der Anzahl der Silberlinien vom Oralapparat bis zum aboralen Wimperkranz. Der Durchschnittswert liegt mit 16,5 aber doch bedeutend niedriger als bei den 2 Stämmen von V. astyliformis (Tab. I). Weitere abweichende Merkmale sind die überwiegend vagile Lebensweise, die etwas andere Körperform und die Größe. Den beiden letzten Merkmalen kommt aber wegen ihrer bekannt großen Variabilität wenig Bedeutung zu. Auch die vagile Lebensweise könnte als spezielle Anpassung an den Lebensraum interpretiert werden. Warum ich V. astyliformis dennoch nicht mit V. costata identifiziert habe, liegt an der stark unterschiedlichen Anzahl von Pelliculaporen pro 100 µm<sup>2</sup>. Sie beträgt bei V. costata im Durchschnitt 15,9 (FOISSNER, 1979 a), bei V. astyliformis 104,7 (Tab. I). Dieses Merkmal trennt sie auch von V. abbreviata (FOISSNER und SCHIFFMANN, 1974).

Hinsichtlich der Körperform und der Größe könnte V. astyliformis auch mit einigen bei KAHL (1930-35) angeführten Vorticella-Arten identisch sein. Da keine dieser Arten im Boden gefunden wurde und die Originalbeschreibungen sehr unvollständig sind, war eine Identifikation nicht möglich.

ABB. 19-22. — Metopus hasei nach Protargolimpränation. 19: Ventralansicht. 20: perizonales Cilienfeld stärker vergrößert. 21, 22: links laterale Ansicht eines Individuums in unterschiedlicher Fokushöhe. AM = adorale Membranellen, Cc = Caudalcilien, Mi = Mikronucleus, PC = perizonales Cilienfeld.

ABB. 7-18. — Microdiaphanosoma arcuata in vivo (Abb. 7), nach trockener Silberimprägnation (Abb. 8-10) und nach Pyridin-Silberimprägnation (Abb. 11-18). 7: links laterale Ansicht. Der Pfeil weist auf die kontraktile Vakuole. 8, 9: rechts und links laterale Ansicht des Silberliniensystems und der Infraciliatur. Die Pfeile weisen auf die Erweiterungen der argyrophoben Zonen. 10: Ventralansicht. Der Pfeil weist auf die undulierende Membran. 11-14: Infraciliatur der rechten Seite. Der Pfeil in Abb. 12 weist auf die undulierende Membran. Die Pfeile in Abb. 14 markieren die adoralen Membranellen. 15: Infraciliatur der linken Seite. Die Pfeile weisen auf die proximalen Kinetensegmente. 16: Infraciliatur der linken Seite eines frühen Teilungsstadiums. 17: Infraciliatur der rechten Seite eines mittleren Teilungsstadiums. Die Pfeile markieren die sich bildenden adoralen Membranellen des Tochtertieres. 18: Infraciliatur der Ventralseite eines späten Teilungsstadiums. Mi = Mikronucleus.



.



ABB. 6a-g. — Vorticella similis. Abb. 6a-f nach Lebendbeobachtungen, Abb. 6g nach Protargolimprägnation. 6a : frei beweglicher
Schwärmer von Stamm II. 6d, e, f : häufige Formvarianten von Stamm II.
6g : Infraciliatur eines kontrahierten Schwärmers in oraler Ansicht. E = Epistommembran, My = Myoneme, NV = Nahrungsvakuole.

# 7. Vorticella similis STOKES, 1887 (Abb. 6a-g, 27, 28, 39, 40, Tab. I).

Morphologie und Diskussion. Vorticella similis trat in Aufgüssen einiger Böden der Nord- und Südseite des Gebirges auf (FOISSNER, 1980 a). In nur wassergesättigten Proben kam sie nicht vor. Die Morphologie der Zooide glich im wesentlichen der Darstellung von NOLAND und FINLEY (1931). Ein Stamm besaß so wie der von ihnen untersuchte ausgeprägt spindelförmige Nahrungsvakuolen (*Abb.* 6 a), während sie bei einem anderen kugelförmig waren. Bei 100 untersuchten Individuen lag die kontraktile Vakuole an der ventralen Wand des Vestibulums, etwas oberhalb der Mitte des Tieres. Die Cytopyge lag bei 3 Individuen dagegen an der dorsalen Wand des Vestibulums, dicht unterhalb des Peristomkragens.

Die Zooide zeigen eine so große Formvariabilität (*Abb.* 6 d-f, 27, 28), daß es unmöglich ist, sie nach diesem Merkmal von *V. convallaria* zu trennen (vgl. KRALIK, 1957, NUSCH, 1970). Die biometrischen Werte der argyrophilen Strukturen sind aber verschieden, besonders die Anzahl der Silberlinien vom aboralen Wimperkranz bis zur Scopula. Sie beträgt bei dem hier beschriebenen *Vorticella similis*-Stamm und 2 früher untersuchten sehr konstant 30-31 (Tab. I, FOISSNER und SCHIFFMANN, 1975). Bei 2 *Vorticella convallaria*-Stämmen waren nur 22 Silberlinien vorhanden (FOISSNER,

ABB. 23-28. — Lebendaufnahmen im Hellfeld von Opercularia arboricolum (Abb. 23, 24), Haplocaulus terrenus (Abb. 25, 26) und Vorticella similis (Abb. 27, 28).

ABB. 29-33. — Opercularia arboricolum nach Protargolimprägnation (Abb. 29-32) und nach trockener Silberimprägnation (Abb. 33). 29, 30: Ein Individuum in verschiedener Fokushöhe fotografiert, um den Aufbau der oralen Infraciliatur zu demonstrieren. 31, 32: aborale und seitliche Ansicht des Myonemsystems. Die Pfeile in Abb. 32 weisen auf die verdickten Myoneme am Rand des Peristomdiskus. 33: Gesamtansicht des Silberliniensystems eines Schwärmers. Der Pfeil weist auf den aboralen Wimperkranz. W = Anlage des aboralen Wimperkranzes, Hi = Haplokinete,  $P_{1,2} = 1$ . und 2. Peniculus, S = Scopula. ABB. 34-38. — Vorticella astyliformis nach Protargolimprägnation (Abb. 34, 37, 38) und nach trockener Silberimprägnation (Abb. 35, 36). 34: orale Ansicht der Infraciliatur und des Myonemsystems einer sich bildenden Cyste. 35: Gesamtansicht des Silberliniensystems. 36: Silberliniensystem des distalen Körperabschnittes stärker vergrößert. 37, 38: Infraciliatur eines Schwärmers. W<sub>1</sub> = Anlage des aboralen Wimperkranzes, W = aktivierter aboraler Wimperkranz, E = Epistommembran, Hi = Haplokinete, Ma = Makronucleus, Pi = Polykinete, S = Scopula.

ABB. 39-40. — Vorticella similis. 39: orale Infraciliatur nach Protargolimprägnation. 40: Die Scopula (S) wird von einem Kranz dicht nebeneinander liegender Körnchen umgeben (Pfeile). Gi = germinale Kinete, Hi = Haplokinete,  $P_{1,2} = 1$ . und 2. Peniculus.



1979 a). Die Scopula wird so wie bei *V. convallaria* von einem Kranz argyrophiler Körner umgeben (*Abb.* 40, FOISSNER, 1979 a). Ein ähnlicher Ring befindet sich beim Schwärmer dicht unterhalb der Kineten des aboralen Wimperkranzes.

Die Schwärmer sind zylindroid und unterhalb der Körpermitte gering bis deutlich hantelförmig eingebuchtet (Abb. 6 a, b, c). Sie besitzen eine etwa 15 µm lange Epistommembran aus 5-10 Cilien, die einen sehr feinen Fortsatz besitzen, den man nur im Phasenkontrastmikroskop erkennt. Bei dem früher von uns untersuchten Stamm waren die Schwärmer mehr trapezförmig (FOISSNER und SCHIFFMANN, 1975). Die Epistommembran haben wir damals vermutlich übersehen. Die unterschiedliche Gestalt könnte dadurch verursacht sein, daß sie in bestimmten Entwicklungsstadien die Form etwas verändern. Die Epistommembran entspringt aus einer kleinen Basalkörperreihe, die sich auf dem Peristomdiskus befindet (Abb. 6 g). Ansonsten ist die orale Infraciliatur der Schwärmer mit jener der adulten Tiere identisch, die der anderer großer Vorticella-Arten gleicht (vgl. Pätsch, 1974, FOISSNER, 1977). Der 2. Peniculus besteht aus 2 (eventuell 3 sehr eng nebeneinander verlaufenden) kurzen Basalkörperreihen. Die Kontraktilität wird durch ein gut ausgebildetes Myonemsystem ermöglicht (Abb. 6 g), das im wesentlichen dem von V. convallaria gleicht (FOISSNER, 1977, 1979 a). Rund um den Peristomeingang zieht ein Myonemband, von dem viele sehr zarte, kurze Myoneme abgehen. Am Peristomdikus findet sich ein dichtes Geflecht feiner Myoneme.

Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung des Maß-6 Programmes der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

#### LITERATUR

- BIEGEL M. (1954). Beitrag zur Peritrichenfauna der Umgebung Erlangens. Arch. Protistenk., 100, 153-182.
- BUITKAMP U. (1977). Die Ciliatenfauna der Savanne von Lamto (Elfenbeinküste). Acta Protozool., 16, 249-276.
- CLAPARÈDE E. und LACHMANN J. (1858-61). Etudes sur les infusoires et les rhizopodes. *Mém. Inst. nat. Genevois*, **5**, 1-260 ; **6**, 261-482 ; **7**, 1-291.
- CORLISS J. O. (1979). The ciliated protozoa. Characterization, classification and guide to the literature. 2nd ed. Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt : 455 pp.
- FERNANDEZ-GALIANO D. (1976). Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, **95**, 557-560.
- FOISSNER W. (1975). Opisthonectidae (Ciliata, Peritrichida) nov. fam. und Revision der Genera Telotrochidium (Kent) und Opisthonecta (Fauré-Fremiet). Protistologica, 11, 395-414.
- FOISSNER W. (1976 a). Erfahrungen mit einer trokkenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung

argyrophiler Strukturen bei Protisten. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien, 115, 68-79.

- FOISSNER W. (1976 b). Eine Neubeschreibung von *Telotrochidium johanninae* Fauré-Fremiet 1950 (Ciliata, Opisthonectidae). *Protistologica*, **12**, 263-269.
- FOISSNER W. (1977). Revision der Genera Astylozoon (Engelmann) und Hastatella (Erlanger) (Ciliata, Natantina). Protistologica, **13**, 353-379.
- FOISSNER W. (1978 a). Opisthonecta bivacuolata nov. spec., Telotrochidium cylindricum nov. spec. und Epistylis alpestris nov. spec., drei neue peritriche Ciliaten aus dem Hochgebirge. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 81, 549-565.
- FOISSNER W. (1978 b). Das Silberliniensystem und die Infraciliatur der Gattungen Platyophrya Kahl, 1926, Cyrtolophosis Stokes, 1885 und Colpoda O.F.M., 1786 : Ein Beitrag zur Systematik der Colpodida (Ciliata, Vestibulifera). Acta Protozool., 17. 215-231.
- FOISSNER W. (1979 a). Peritriche Ciliaten (Protozoa : Ciliophora) aus alpinen Kleingewässern. Zool. Jb. Syst., 106, 529-558.
- FOISSNER W. (1979 b). Methylgrün-Pyronin : Seine Eignung zur supravitalen Übersichtsfärbung von Protozoen, besonders ihrer Protrichocysten. *Mikroskopie*, **35**, 108-115.
- FOISSNER W. (1979 c). Ökologische und systematische Studien über das Neuston alpiner Kleingewässer, mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. Int. Revue ges. Hydrobiol., 64, 99-140.
- FOISSNER W. (1980 a). Die Gemeinschaftsstruktur der Ciliatenzönose in alpinen Böden (Hohe Tauern, Österreich) und Grundlagen für eine Synökologie der terricolen Ciliaten (Protozoa, Ciliophora). Im Druck.
- FOISSNER W. (1980 b). Colpodide Ciliaten (Protozoa : Ciliophora) aus alpinen Böden. Zool. Jb. Syst., 107, 391-433.
- FOISSNER W. (1980 c). Taxonomische Studien über die Ciliaten des Großglocknergebietes (Hohe Tauern, Österreich). IX. Ordnungen Heterotrichida und Hypotrichida. Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg, 5, 71-117.
- FOISSNER W. und SCHIFFMANN H. (1974). Vergleichende Studien an argyrophilen Strukturen von vierzehn peritrichen Ciliaten. *Protistologica*, **10**, 489-508.
- FOISSNER W. und SCHIFFMANN H. (1975). Biometrische und morphologische Untersuchungen über die Variabilität von argyrophilen Strukturen bei peritrichen Ciliaten. *Protistologica*, **11**, 415-428.
- FOISSNER W. und SCHUBERT G. (1977). Morphologie der Zooide und Schwärmer von *Heteropolaria colisarum* gen. nov., spec. nov. (Ciliata, Peritrichida), einer symphorionten Epistylidae von *Colisa fasciata* (Anabantoidei, Belontiidae). *Acta Protozool.*, **16**, 231-247.
- GRANDORI R. und GRANDORI L. (1934). Studi sui protozoi del terreno. Boll. Lab. Zool. Agric. Bachicolt. Milano, 5, 1-339.

- GUHL W. (1979). Opercularia coarctata, ein variables Peritrich. Arch. Protistenk., **121**, 308-346.
- JANKOWSKI A. W. (1964). Morphology and evolution of Ciliophora. III. Diagnoses and phylogenesis of 53 sapropelebionts, mainly of the order heterotrichida. *Arch. Protistenk.*, **107**, 185-294.
- KAHL A. (1930-35). Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata. In DAHL F.: Die Tierwelt Deutschlands, G. Fischer, Jena: 886 pp.
- KLEIN B. M. (1942). Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ciliaten. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 53, 156-336.
- KRALIK U. (1957). Untersuchungen über den Bewuchs von peritrichen Ciliaten in einigen Fließgewässern bei Leipzig. Wiss. Z. Karl-Marx-Univ. Leipzig, 7, 309-328.
- LOM J. (1964). The morphology and morphogenesis of the buccal ciliary organelles in some peritrichous ciliates. *Arch. Protistenk.*, **107**, 131-162.
- LÜPKES G. (1976). Die vertikale Verteilung von Ciliaten im Stygorhithral der Fulda (Beitrag zur Kenntnis mesopsammaler Ciliaten in Fließgewässern). Int. J. Speleol., 8, 127-133.
- LUZZATTI E. (1938). I ciliati di un terreno di « macchia » della campagna romana. Boll. Lab. Zool. Agric. Bachicolt. Milano, **9**, 91-113.
- MOTE R. F. (1954). A study of soil protozoa on an Iowa virgin prairie. *Proc. Iowa Acad. Sci.*, **61**, 570-592.
- NENNINGER U. (1948). Die Peritrichenfauna der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung der Wirtsspezifität. Zool. Jb. Syst., 77, 169-266.
- NOLAND L. E. und FINLEY H. E. (1931). Studies on the taxonomy of the genus Vorticella. Trans. Amer. Micros. Soc., 50, 81-123.

- NUSCH E. A. (1970). Ökologische und systematische Untersuchungen der Peritricha (Protozoa, Ciliata) im Aufkuchs von Talsperren und Flußstauen mit verschiedenem Saprobitätsgrad (mit Modellversuchen). Arch. Hydrobiol./Suppl., 37, 243-386.
- Pätsch B. (1974). Die Aufwuchsciliaten des Naturlehrparks Haus Wildenrath. Arb. Inst. Landwirtsch. Zool. Bienenkunde, 1, 1-82.
- PENARD E. (1922). Etudes sur les infusoires d'eau douce. Georg et Cie, Genève : 331 pp.
- PRECHT H. (1935). Epizoen der Kieler Bucht. Nova Acta Leop. Carol. (N.F.), 3, 405-474.
- SCHMALL G. (1976). Organismenbesiedlung und Stoffhaushalt von schwefelwasserstoffhaltigen Modellökosystemen. Diplom-Arbeit an d. Math.-naturwiss. Fak. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Univ. Bonn: 89 pp.
- SOMMER G. (1951). Die peritrichen Ciliaten des Großen Plöner Sees. Arch. Hydrobiol., 44, 349-440.
- SONDHEIM M. (1929). Protozoen aus der Ausbeute der Voeltzkowschen Reisen in Madagaskar und Ostafrika. Abh. d. Senckenberg. Naturforsch. Gesellsch., 41, 283-313.
- STILLER J. (1971). Szájkoszorús Csillósok-Peritricha. *Fauna Hung.*, **105**, 1-245.
- STOKES A. C. (1888). A preliminary contribution towards a history of the fresh-water infusoria of the United States. J. Trenton nat. Hist. Soc., 1, 71-344.
- TUFFRAU M. (1964). Quelques variantes techniques de l'imprégnation des ciliés par le protéinate d'argent. Arch. Zool. exp. gén., 104, 186-190.
- TUFFRAU M. (1967). Les structures fibrillaires somatiques et buccales chez les ciliés hétérotriches. Protistologica, 2, 369-394.
- WENZEL F. (1953). Die Ciliaten der Moosrasen trockner Standorte. Arch. Protistenk., 99, 70-141.