

VERGLEICHENDE STUDIEN AN ARGYROPHILEN STRUKTUREN VON VIERZEHN PERITRICHEN CILIATEN

Wilhelm FOISSNER und Hubert SCHIFFMANN
Naturkundliche Station der Stadt Linz; Roseggerstrasse 22 (Austria).

ZUSAMMENFASSUNG

Eine vergleichende Studie an argyrophilen Strukturen von 14 peritrichen Ciliaten führte zu folgenden wesentlichen Ergebnissen: (1) Ein bisher bei peritrichen Ciliaten unbekannt gewesenes gitterförmiges Silberliniensystem wird beschrieben; somit sind auch die Silberliniensysteme der peritrichen Ciliaten nicht mehr monotypisch. (2) Auf Grund dieser Entdeckung wird die Gattung *Vorticella* (Ehrenberg, 1838) in die Genera *Pseudovorticella* nov. gen. (gitterförmiges Silberliniensystem) und *Vorticella* (streifenförmiges Silberliniensystem) aufgetrennt; für die Gattungen *Vorticella* und *Campanella* werden exaktere Diagnosen vorgeschlagen. (3) *Pseudovorticella sphagni* nov. spec., *Pseudovorticella difficilis* var. *magnistriata* nov. var. und die Silberliniensysteme von 14 peritrichen Ciliaten werden erstmals beschrieben. (4) Für die Unterscheidung der Arten erwiesen sich der Typus des Silberliniensystems und die Durchschnittswerte der Silberlinienanzahl vom Oralapparat bis zum hinteren Wimperkranz und vom hinteren Wimperkranz bis zur Scopula als besonders geeignet. Einige andere Besonderheiten (Streifenabstand, durchschnittliche Porenanzahl, Lage der Poren) sind taxonomisch ebenfalls verwertbar. (5) Der hintere Wimperkranz entsteht vermutlich ganz allgemein auf der Grundlage eines zu diesem Zwecke ausgebildeten sehr engmaschigen Silberliniensystems, das besonders bei der Gattung *Pseudovorticella* deutlich in Erscheinung tritt. (6) Die somatischen Silberlinien werden bei der Teilung einfach durchgeschnürt. Während der Konjugation verwachsen die Silberliniensysteme des Makro- und Mikrogamonten miteinander. (7) Es werden drei Baupläne der Pellicula peritricher Ciliaten unterschieden und ihre Entsprechungen im Silberliniensystem aufgezeigt. (8) Die in der Literatur als taxonomisch wertvoll angegebenen argyrophilen Strukturen peritricher Ciliaten werden übersichtlich zusammengestellt und diskutiert. Die bisherigen Schwierigkeiten der Systematik dürften sich durch eine konsequente Heranziehung der argyrophilen Strukturen zur Art-Diagnose beheben lassen. (9) Der taxonomische Wert argyrophiler Strukturen, die Natur der Peritrichida-Silberliniensysteme und die Wahl geeigneter Versilberungsmethoden für taxonomische Studien an peritrichen Ciliaten werden diskutiert. Eine fibrilläre Zustandsform der Peritrichida-Silberliniensysteme wird vermutet.

SUMMARY

A comparative study of argyrophilic structures in 14 peritrich ciliates led us to the following essential results: (1) A lattice-formed silverline system, hitherto unknown in peritrich ciliates, is described; consequently, the silverline systems of peritrich ciliates are no longer monotypic. (2) According to this finding the genus *Vorticella* (Ehrenberg, 1838) is divided in the genera *Pseudovorticella* nov. gen. (lattice-formed silverline system) and *Vorticella* (striae-formed silverline system); a more precise diagnosis is suggested for the genera *Vorticella* und *Campanella*. (3) *Pseudovorticella sphagni* nov. spec., *Pseudovorticella difficilis* var. *magnistriata* nov. var., and the silverline systems of 14 peritrich ciliates are described for the first time. (4) The type of the silverline system and the mean number of the silverlines from the oral apparatus to the aboral ciliary wreath and from the aboral ciliary wreath to the scopula are especially suited for species-diagnosis. A few other peculiarities (distance of the stria, mean number and position of the pellicular pores) are of taxonomical value too. (5) The aboral ciliary wreath is probably formed generally at the basis of a very narrow meshed silverline system being formed especially for this aim; this narrow-meshed silverline system is very evident in the genus *Pseudovorticella*. (6) During the dividing process the somatic silverlines are simple tied off. In the course of conjugation the silverline systems of the macro-and microgamont are growing together. (7) Three types of construction of the pellicle are distinguished in peritrich ciliates, and their

* Manuscrit reçu le 10 mai 1974.

accordances with the silverline system are shown. (8) The argyrophilic structures of peritrich ciliates being known of taxonomical value are reviewed. Hitherto existing difficulties of the systematic could be avoided by a consequent use of argyrophilic structures in species-diagnosis. (9) The taxonomical value of argyrophilic structures, the nature of the peritrichida-silverline systems, and the selection of suitable silver methods for taxonomical studies are discussed. A fibrillar condition of the peritrichida-silverline systems is supposed.

ABKÜRZUNGEN

DGS = Durchschnittliche Gesamtanzahl der Silberlinien.
EST = Engstreifensystem.
G = Gittersystem.
O = Oralapparat.

P = Pellikulaporen.
S = Scopula.
W = Hinterer Wimperkranz.
WST = Weitstreifensystem.

I. EINLEITUNG

Während die Silberliniensysteme (KLEIN, 1926 a, 1942) vieler holotricher Ciliaten bereits eingehend untersucht worden sind und ihr taxonomischer Wert zweifelsfrei bewiesen ist (vgl. CORLISS, 1961), haben die Silberliniensysteme der peritrichen Ciliaten mit Ausnahme der Familie *Urceolariidae*, wo die neuere Systematik bereits auf den mit der KLEIN'schen «trockenen» Versilberungstechnik darstellbaren Strukturen aufgebaut ist (z. B. KAZUBSKI, 1958, RAABE et al, 1961, KAZUBSKI et al., 1968, LOM, 1970), erst in jüngster Zeit durch die Arbeiten von HOOPS et al., 1964, LOM, 1964-1966, LOWE et al., 1967, REID 1967, ZAGON et al., 1970 und DAVIDSON et al., 1972 eine taxonomische Würdigung erfahren. Dies erklärt sich wohl daraus, daß man erstens bisher der Meinung war, daß die Silberliniensysteme der peritrichen Ciliaten monotypisch seien d. h. sich stets aus den schon von KLEIN, 1926 b, 1927, 1928 beschriebenen zirkulär in der Pellikula verlaufenden Silberlinien und argyrophilen Körnchen, welche diesen auf-oder anliegen, aufbaue und ihnen daher wegen der Einförmigkeit nur geringe systematische Bedeutung zukomme, und zweitens der taxonomische Wert dieser Strukturen durch die bisherigen Untersuchungen nicht zweifelsfrei bewiesen werden konnte.

Wegen der charakteristischen Stielausbildungen und anderer typischer Merkmale, die wir dank vieler sorgfältiger Arbeiten (z. B. KAHL, 1930-35, LUST, 1950, SOMMER, 1951, SCHEUBEL, 1973) heute genau kennen, fällt die Abgrenzung der Familien und Gattungen bei den Peritrichida meist leicht. Umso schwieriger ist aber die Abgrenzung einer bestimmten Art, nicht nur weil die Anzahl der einander oft sehr ähnlichen Arten groß ist sondern auch deswegen, weil viele Arten völlig unzureichend beschrieben worden sind (vgl. KAHL, 1930-35, SCHEUBEL, 1973); auch scheint es bisher kein stabiles Merkmal zu geben (vgl. KRALIK, 1957). Detaillierte Untersuchungen (z. B. BIEGEL, 1954, GUHL, 1972) führen immer wieder zur Synonymisierung vieler «neuer Arten». Es ist offensichtlich, daß wir nach neuen taxonomischen Kriterien suchen müssen, wollen wir nicht in Gefahr laufen, eine Unzahl von Synonyma zu schaffen!

Die bisherigen Studien an den Silberliniensystemen von peritrichen Ciliaten haben sich fast ganz auf die Gattung *Vorticella* beschränkt und ergaben, daß besonders die Anzahl der Silberlinien vom O bis zum W und vom W bis zur S charakteristisch ist (LOM, 1966, DAVIDSON et al., 1972). Aber auch hier ist die Zahl der untersuchten Arten noch verschwindend gering und die taxonomischen Möglichkeiten im Silberliniensystem sind nicht immer voll ausgeschöpft worden.

Wir haben uns daher in unseren vergleichenden Untersuchungen an peritrichen Ciliaten vordringlich die Aufgabe gestellt, neue taxonomische Kriterien auszuarbeiten, aber auch die Kenntnisse zur Biologie und Phylogenie dieser noch ganz rätselhaften Ciliaten zu erweitern.

II. MATERIAL UND METHODEN

Genaue Fundortangaben und taxonomische Erläuterungen zu den hier behandelten Peritrichida finden sich jeweils bei den Einzelbesprechungen (S. 496-505).

Größter Wert wurde auf eine gründliche Lebendbeobachtung und die fotografische Festhaltung der typischen Form der Tiere während der Nahrungsaufnahme gelegt. Dabei stellte sich immer wieder heraus, daß viele Arten schon auf geringen Deckglasdruck und O₂ — Mangel mit deutlichen Formveränderungen reagierten. Wir zeichneten daher die Tiere stets von Präparaten, die nicht mit einem Deckglas bedeckt waren. Zur Beobachtung der Pellikulaustreifung und anderer cytologischer Details empfiehlt sich ein «schwimmendes» Deckglas bzw. häufiger Wechsel des Präparates. Die Zellkerne wurden, falls sie nicht am lebenden Tier klar sichtbar waren, mit Essigsäure kontrastiert.

Zur Darstellung des Silberliniensystems hat sich eine «trockene» Versilberungsmethode (FOISSNER, 1967, 1968), mit der die Ausbeute an guten Präparaten besonders groß war und die für die Taxonomie wichtigen Kriterien meist klar dargestellt wurden, besonders bewährt.

III. ERGEBNISSE

1. Pellikulatypen der peritrichen Ciliaten.

Nicht nur unsere lichtmikroskopischen, sondern auch verschiedene elektronenmikroskopische Untersuchungen zeigen, daß bei den peritrichen Ciliaten drei Bautypen der Pellikula existieren.

Der *Konkavtyp* besitzt nach innen eingesenkte Pellikula-Alveolen (Abb. 1a), sodaß auf der Pellikula ringförmige Erhebungen entstehen (Abb. 1a, 35). An unserem Material fand sich dieser Typ bei *Vorticella cupifera*, *V. abbreviata*, *V. campanula*, *Carchesium polypinum*, *C. cyclopidarum*, *Zoothamnium duplicatum*, *Intranstylum eismondi*, *Opercularia nutans* und *O. articulata*. Soweit abzusehen ist, zeigt dieser Typ, der in verschiedener Ausprägung bei *Scyphidia inclinata* und *S. ubiquita* (LOM et al., 1968 a), *Carchesium polypinum* (ZAGON, 1970), *Telotrochidium henneguyi* (BRADBURY, 1965, FINLEY et al., 1972) und *Vorticella convallaria* (ALLEN, 1973) auch elektronenmikroskopisch klar demonstriert werden konnte, die weiteste Verbreitung.

Der *Konvextyp* zeigt nach außen gewölbte Pellikula-Alveolen, sodaß auf der Pellikula ringförmige Einsenkungen entstehen (Abb. 1b). An unserem Material fand sich dieser Typ nur bei *Epistylis plicatilis*. FAURÉ-FREMIET et al., 1962 demonstrierten denselben elektronenmikroskopisch besonders schön bei *Epistylis anastatica*.

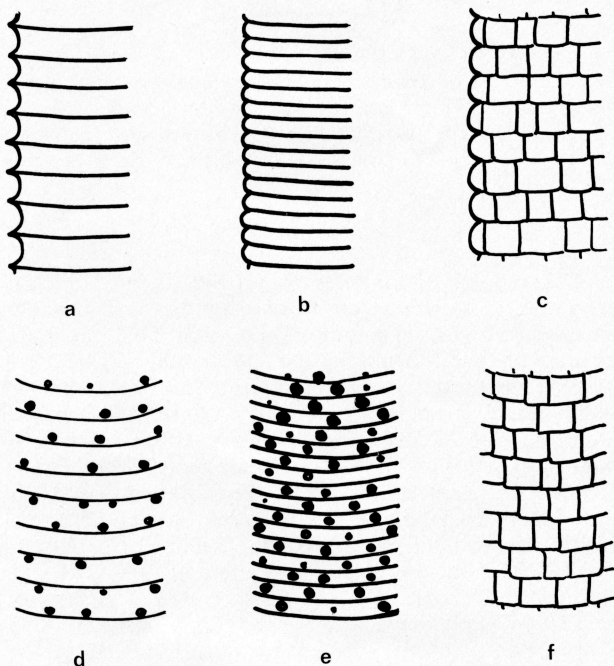


ABB. 1. — Schematische Darstellung der lichtmikroskopisch erkennbaren Pellikulatypen peritricher Ciliaten (a: Konkavtyp, b: Konvextyp, c: Bläschentyp) und ihrer Entsprechungen im Silberliniensystem (d-f). Nähere Erklärung im Text.

Der *Bläschentyp* zeigt halbkugelig vorgewölbte Pellikula-Alveolen (Abb 1c, 9, 15, 18), in denen sich häufig verschieden geformte Granula, die auch argyrophil sein kann, befindet. An unserem Material fand sich dieser Typ bei *Pseudovorticella monilata*, *P. sphagni*, *P. difficilis* var. *magnistriata* und *Campanella umbellaria*. Elektronenmikroskopische Untersuchungen (FAURÉ-FREMIET, 1970, persönliche Mitteilung) zeigen große, blasenartig vorgewölbte Alveolen.

2. Silberliniensystemtypen bei peritrichen Ciliaten.

Die oben beschriebenen Pellikulatypen zeigen bestimmte Entsprechungen im Silberliniensystem. Dem Konkav- und Konvextyp entsprechen zirkulär um das Tier verlaufende Silberlinien, die mehr oder weniger regelmäßig mit stark argyrophilen Körnchen besetzt sind (s. z. B. Abb. 1d, e, 23, 24, 29, 38, 55). Häufig sind einzelne dieser zirkulär verlaufenden Silberlinien entweder gabelförmig aufgespalten (Abb. 29, 63, 47) oder sie enden blind (Abb. 24, 29, 50) d.h. sie bilden keinen vollständigen Kreis.

Ein völlig anderes Silberliniensystem findet sich beim Bläschentyp. Hier bildet das Silberliniensystem ein Gitter, das das ganze Tier als Kontinuum vom O bis zur S überzieht (Abb. 7, 8, 16, 20, 28). Diese Form des Silberliniensystems ist bisher bei den Peritrichida unbekannt gewesen. Die Form und Größe der Maschen dieses Gitters sind nicht ganz konstant, was wir ebenso wie die häufigen starken Silberniederschläge in den Maschen als Präparationsartefakte interpretieren.

3. Die Pellikulaporen der peritrichen Ciliaten.

Eine auffällige Erscheinung der Streifensysteme sind kleine argyrophile Körnchen, die den Silberlinien meist auf- oder anliegen (Abb. 24, 38, 47, 55, 63). Diese Körnchen wurden von den älteren Forschern (KLEIN, 1926 b, 1927, 1928, CHATTON, 1936) als rudimentäre Basalkörper gedeutet. Neuere Forscher versuchen sie auf Grund von elektronenmikroskopischen Untersuchungen, in Struktur und Funktion mit den parasomalen Säcken der holotrichen Ciliaten zu analogisieren (ALLEN, 1967, NOIROT-TIMOTHÉE, 1968, LOM et al., 1968 b, ZAGON, 1971).

In « trockenen » Silberpräparaten erscheinen die in der Größe oft sehr variablen Poren (Abb. 24, 38, 44, 47, 50, 55) bei den verschiedenen Arten im wesentlichen gleich. Bei den Weitstreifensystemen liegen die Poren « ihrer » Silberlinie meist dicht an (Abb. 38) oder seltener auf. Dagegen füllen sie bei den Engstreifensystemen den Zwischenraum von zwei Silberlinien fast immer vollständig aus (Abb. 24, 50, 55, 63).

Bei den peritrichen Ciliaten mit gitterförmigem Silberliniensystem ließen sich diese Poren mit unserer Versilberungsmethode bisher nicht mit Sicherheit nachweisen (s. z. B. Abb. 7, 8, 20). Vereinzelt finden sich

zwar in den Stoßpunkten des Gitters kleine Kumulierungen argyrophiler Substanz, die vielleicht als Poren interpretierbar wären, genauso gut könnte es sich hier aber auch um Artefakte handeln, die durch das Zusammenfließen von argyrophiler Substanz an diesen physikalisch begünstigten Punkten entstanden sind. Bei *Campanella umbellaria*, die ebenfalls ein gitterförmiges Silberliniensystem hat, wurden die Pellikulaporen aber elektronenmikroskopisch nachgewiesen (FAURÉ-FREMIET, 1970, persönliche Mitteilung).

4. Argyrophile Strukturen der Scopula.

Hinreichend gute Versilberungen dieser viel untersuchten Struktur (z. B. FAURÉ-FREMIET, 1905 b, RANDALL et al., 1962, LOM et al., 1968 a) gelangen nur bei *Vorticella campanula* und *Opercularia articulata*. Aber auch hier waren die darstellbaren Strukturen nicht immer einheitlich und die Imprägnation eher zufällig, weswegen wir vorläufig darauf verzichten, dieses Merkmal taxonomisch auszuwerten, obwohl RANDALL et al., 1962 gezeigt haben, daß sich zwischen den einzelnen Gattungen hinsichtlich der Ausbildung dieses Organells oft beträchtliche Unterschiede finden, die sogar artspezifisch (LOM et al., 1968 a) sein können.

Eine besonders auffällige Struktur der Scopula fand sich bei *Vorticella campanula* (Abb. 43). Das dunkel imprägnierte Myonem wird von einem lichten Hof umgeben, an dem sich eine mehr oder weniger ringförmige Zone von stark argyrophilen Körnchen anschließt. Diese Körnchen, 20-25 an der Zahl, sind sicher mit den von RANDALL et al., 1962 beschriebenen Scopulaorganellen identisch. Ein ähnlicher Körnchenring, allerdings weit weniger auffällig und vielleicht nur durch eine etwas spezialisiertere Anordnung der Pellikulaporen entstanden, findet sich bei der Scopula von *Opercularia articulata* (Abb. 58). Die Scopula selbst läßt vereinzelt eine wabige Struktur erkennen.

5. Neue Befunde zur Entstehung des hinteren Wimperkranzes.

Am bestielten Tier lassen sich bei den Gattungen *Vorticella*, *Pseudovorticella*, *Carchesium*, *Zoothamnium*, *Intranstylum* und *Campanella* an der Stelle des W im inaktiven Zustand stets zwei mehr oder weniger stark argyrophile um das Tier herumlaufende Silberlinien feststellen, denen häufig kleine argyrophile Körnchen anliegen (Abb. 2a, 8, 20, 26, 37, 41, 46). Basalkörper waren in diesem Zustand nie sicher nachweisbar. Wir glauben auch, daß es bei der Kleinheit dieser Strukturen ungerechtfertigt ist, aus der Argyrophilie zu folgern, daß diese zwei Silberlinien praeexistente Basalkörper tragen, wie dies von HOOPS et al., 1964 und DAVIDSON et al., 1972 angenommen wird. Solche Einzelheiten können nur elektronenmikroskopisch geklärt werden. Bei *Ophridium versatile* konnten ROUILLER et al., 1958 jedenfalls nachweisen, daß auch am bestielten Individuum an der Stelle des W eine Basalkörperreihe vorliegt.

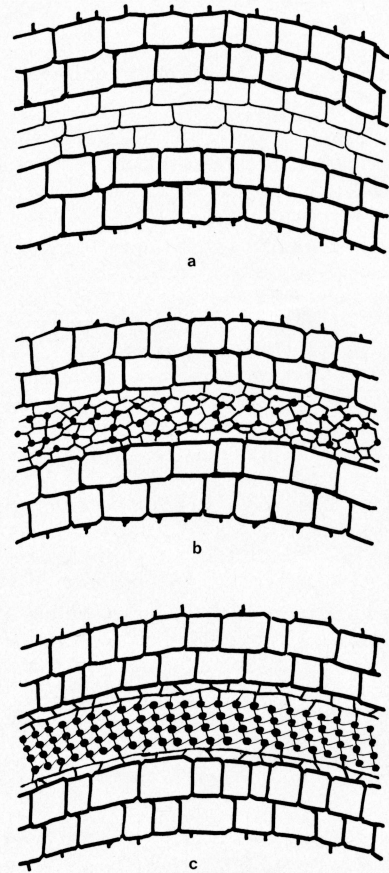


ABB. 2. — Leicht schematisierte Darstellung der Entwicklung des hinteren Wimperkranzes bei *Pseudovorticella sphagni* nov. spec. Das fertige Organell (c) entsteht über ein sehr engmaschiges Silberliniensystem (b). Nähere Erklärung im Text.

Während der Bildung des W weichen die beiden oben erwähnten Silberlinien etwas auseinander und in dem entstandenen Zwischenraum findet sich nun ein ganz engmaschiges Silberliniensystem (Abb. 2b, 12, 13, 38, 40, 57), in dessen Stoßpunkten nach und nach immer mehr Kumulierungen argyrophiler Substanz auftreten (Abb. 2b). Bei diesen Kumulierungen (s. z. B. Abb. 38) handelt es sich nun ohne Zweifel um neugebildete Basalkörper. Im Endstadium dieses Prozesses ordnen sich die Basalkörper zu der schon von vielen anderen Untersuchungen (z. B. SCHRÖDER, 1906a, b, c, KLEIN 1928, CHATTON, 1936, ROUILLER et al., 1958, HOOPS et al., 1964, LOM, 1964, DAVIDSON et al., 1972) her bekannten Polykinete an (Abb. 2c, 32, 33). Die Polykinete erschien bei den verschiedenen Arten ziemlich einheitlich aus etwa 4-7 Basalkörperreihen, die untereinander durch Silberlinien verbunden sind, zusammen gesetzt (Abb. 2c, 32). Es ergibt sich somit ein Bild, das verblüffend neueren elektronenmikroskopischen Untersuchungen der Polykinete gleicht (BRADBU-

RY, 1965). Die diesbezüglichen Einzelheiten haben wir besonders bei der neuen Gattung *Pseudovorticella* studiert und übersichtlich in Abb. 2a-c zusammengefaßt.

Bei *Vorticella cupifera*, *V. campanula* und *Carchesium polypinum* fand sich dicht unterhalb des voll ausgebildeten hinteren Wimperkranzes stets eine Reihe von dicht liegenden argyrophilen Körnchen (Abb. 32, 33).

Völlig anders geartete Verhältnisse fanden sich bei *Opercularia nutans*. Hier ist die Stelle des W im inaktiven Zustand *argyrophob* und hebt sich als weißer Ring deutlich vom übrigen imprägnierten Tier ab (Abb. 52, 56)! Dies deutet darauf hin, daß bei der Ausbildung dieses Organells die Basalkörper völlig neu gebildet werden müssen. Ein frühes Entwicklungsstadium zeigt Abb. 57. Auch hier findet sich wieder ein gitterförmiges Silberliniensystem.

Diese Befunde deuten darauf hin, daß bei der Aktivierung des W ganz allgemein zuerst ein engmaschiges Silberliniensystem gebildet wird.

6. Das Verhalten des somatischen Silberliniensystems der peritrichen Ciliaten während Teilung und Konjugation.

Bei allen hier untersuchten Peritrichida konnte übereinstimmend festgestellt werden, daß während der Morphogenese das somatische Silberliniensystem ganz einfach durchgeschnürt wird (Abb. 21, 30, 31). Diese Einfachheit ist überraschend, wenn man an die komplexen Umformungen, die bei der Trennung der somatischen Silberlinien bei vielen anderen Ciliaten auftreten, denkt (KLEIN, 1942; FOISSNER, 1970).

Nach der Teilung des Oralapparates beginnen sich die Silberlinien hantelförmig einzuschnüren (Abb. 3a). Diese Einschnürung wird mehr und mehr (Abb. 3b), bis sich schließlich die Silberlinien berühren und eine achterförmige Figur entsteht (Abb. 3c, 30), die am Berührungspunkt, der stets in der Mitte zwischen den neugebildeten Oralapparat liegt, auseinanderweicht (Abb. 3d, e, 30). Die Teilungslinie bleibt noch längere Zeit erkennbar, weil die Silberlinien kurz nach der Teilung meist etwas gegeneinander verschoben sind (Abb. 31).

Bei der Konjugation verwachsen die Silberliniensysteme des Makro- und des Mikrogamonten nahtlos miteinander (Abb. 14).

7. Taxonomisch verwertbare Merkmale bei den argyrophilen Strukturen peritricher Ciliaten.

Im Verlaufe unserer Untersuchungen stellte sich immer mehr heraus, daß folgende argyrophile Strukturen in der Praxis zur Diagnostizierung einer Art herangezogen werden können:

a) Der Typus des Silberliniensystems d.h. ob es gitterförmig, weit- oder engstreifig aufgebaut ist. Die

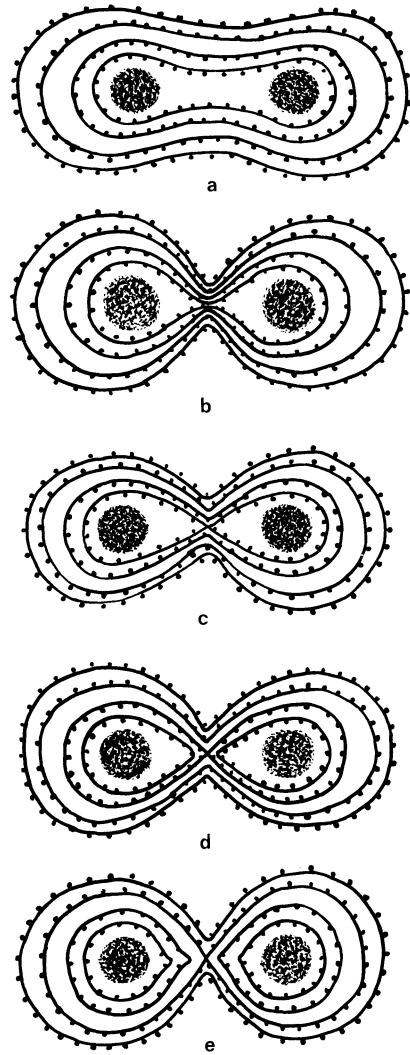


ABB. 3. — Leicht schematisierte Darstellung der Teilung der somatischen Silberlinien bei peritrichen Ciliaten. Die Silberlinien beginnen sich hantelförmig einzuschnüren (a) bis sie sich schließlich berühren, (b) und sich dann am Berührungspunkt auch trennen (c-e). (Nähere Erklärungen im Text).

Entscheidung, ob ein Silberliniensystem dem Weit- oder Engstreifentyp angehört, haben wir mit folgender Formel ermittelt:

Mittlere Größe der lebenden Tiere in μm

—
DGS der ausgezählten Individuen

Der sich ergebende Quotient ist der mittlere Streifenabstand und trifft mit hinreichender Genauigkeit den von Tier zu Tier sicher etwas verschiedenen und außerdem vom Streckungszustand abhängigen Streifen(= Silberlinien) abstand. Der in den Präparaten feststellbare Silberlinienabstand variiert oft in weiten Grenzen, was hauptsächlich dadurch verursacht wird,

TABELLE I
Biometrische charakteristik der untersuchten peritrichen Ciliaten.

Species	Anzahl der untersuchten Individuen	Länge der lebenden Tiere in μm	Silberlinien-systemtyp	Anzahl der Silberlinien vom 0 bis zum W (Extremwerte)	Anzahl der Silberlinien vom 0 bis zum W (Mittelwerte)	Anzahl der Silberlinien vom W bis zur S (Extremwerte)	Anzahl der Silberlinien vom W bis zur S (Mittelwerte)	Abstand der Silberlinien bz w. Größe der Maschen in μm	Errechneter Abstand der Silberlinien in μm	DGS	Anzahl der P pro $100 \mu\text{m}^2$ (Extremwerte)	Anzahl der P pro $100 \mu\text{m}^2$ (Mittelwerte)
<i>Pseudovorticella monilata</i>	14	45-70	G	17-21	19,3	14-17	16,0	2,5-3,5 $\times$ 1,5-2,5	1,6	35,3	—	—
<i>Pseudovorticella sphagni</i>	20	40-50	G	25-30	27,0	8-10	9,3	1,6-1,9 $\times$ 2,5-2,7	1,2	36,3	—	—
<i>Pseudovorticella difficilis</i> var. <i>magnistriata</i>	20	80-140	G	25-31	28,2	14-18	15,7	3,1-4,7 $\times$ 2,7-3,4	2,5	43,9	—	—
<i>Vorticella cupifera</i>	20	50-70	WST	29-31	29,5	10-12	11,3	1,5-1,7	1,4	40,8	21-27	25
<i>Vorticella abbreviata</i>	20	28-35	WST	18-26	21,0	6-11	7,7	0,6-2,0	1,1	28,7	10-20	14
<i>Vorticella campanula</i>	7	60-80	EST	69-77	72,3	27-33	28,7	0,5-0,9	0,7	101,0	12-25	18
<i>Carchesium polypinum</i>	20	115-130	EST	85-100	89,9	56-65	59,8	0,4-1,0	0,8	149,6	5-17	12
<i>Carchesium cyclopidarum</i>	20	40-60	WST	22-29	25,6	11-14	12,1	1,2-1,9	1,3	37,7	5-15	8
<i>Intranstylum eismondi</i>	17	40-50	EST	31-40	35,4	19-24	22,0	0,6-1,0	0,8	57,4	8-19	14
<i>Zoothamnium duplicatum</i>	8	40-60	EST	47-55	50,7	19-20	19,9	0,5-0,9	0,7	70,7	16-30	22
<i>Campanella umbellaria</i>	11	260-280	G	32-40	37,3	33-40	35,3	3,5-4,7 $\times$ 3,5-4,7	3,7	72,6	—	—
<i>Opercularia nutans</i>	4	90-100	EST	105-120	112,0	25-35	29,5	0,5-1,0	0,8	141,5	30-50	39
<i>Opercularia articulata</i>	4	90-120	EST	90-120	107,5	20-30	24,0	0,6-1,0	0,8	131,5	26-70	42
<i>Epistylis plicatilis</i>	8	115-160	EST	110-123	117,5	66-83	76,0	0,3-0,8	0,7	193,5	16-60	34

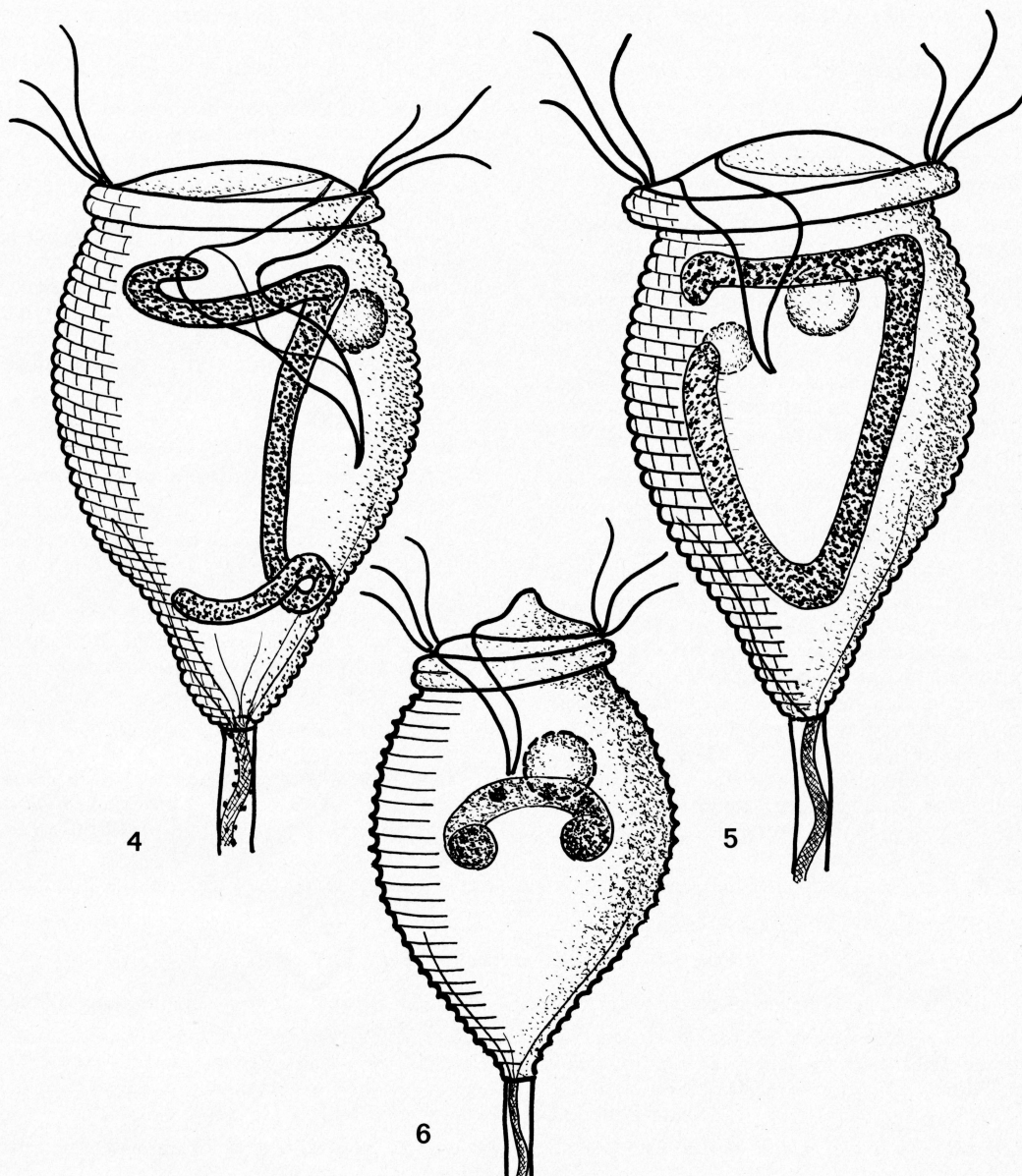


ABB. 4. — *Pseudovorticella difficilis* var. *magnistriata* nov. var.

ABB. 5. — *Pseudovorticella sphagni* nov. spec.

ABB. 6. — *Vorticella abbreviata*.

daß sich die Tiere bei der Präparation mehr oder weniger stark kontrahieren. Die mittleren Werte fallen aber stets gut mit den errechneten zusammen (vgl. Tab. I).

Wir setzen für Peritrichida, die einen durchschnittlichen Silberlinienabstand $> 1 \mu\text{m}$ haben fest, daß sie dem Weitstreifentyp angehören; dementsprechend rechnen wir Tiere mit einem durchschnittlichen Silberlinienabstand von $< 1 \mu\text{m}$ dem Engstreifentyp zu. Wir sind uns bewußt, daß diese Grenze willkürlich gezogen ist und

vielleicht keinen phylogenetischen Hintergrund hat. Da aber beide Typen ihr charakteristisches mikroskopisches Erscheinungsbild haben (vgl. z.B. Abb. 23 u. 44 mit Abb. 29 u. 41) und sich diese Unterscheidung in der Praxis bisher sehr bewährt hat, sehen wir diese Einteilung als gerechtfertigt an. Für Peritrichida mit gitterförmigem Silberliniensystem gilt analog dasselbe.

b) Besonders charakteristisch sind die Quotienten aus der Anzahl der Silberlinien vom 0 bis zum W bzw.

vom W bis zur S und der Anzahl der jeweils daraufhin untersuchten Tiere :

Gesamtzahl der Silberlinien aller ausgezählten Individuen vom

0 bis zum W bzw. vom W bis zur S

Anzahl der ausgezählten Individuen

Die sich aus den Quotienten ergebenden mittleren Silberlinienanzahlen erwiesen sich für fast alle von uns bisher untersuchten Peritrichida als ganz charakteristisch, weshalb diesem Merkmal sicherlich die größte taxonomische Bedeutung zukommt (vgl. DAVIDSON et al., 1972).

Weitaus weniger signifikant sind die jeweiligen Extremwerte (vgl. Tab. I), da durch meist nur wenige weit aus dem Rahmen fallende Tiere die typische Streifenanzahl verfälscht wird. Beinahe wertlos ist auch die Gesamtanzahl der Silberlinien bei einer gegebenen Art ! Hier kommt es, wie schon REID, 1967 feststellte, häufig zu Überschneidungen.

c) Die durchschnittliche Anzahl der Pellikulaporen pro Flächeneinheit. Wie Tab. I zeigt, schwankt die Anzahl der Poren pro 100 μm^2 ganz erheblich, was zum Teil sicherlich auf die verschiedenen bei der Präparation verursachten Kontraktionszustände der Tiere zurückzuführen ist, wahrscheinlich aber überhaupt eine unregelmäßige Verteilung dieser Organellen widerspiegelt. Die gemittelten Werte aus jeweils 20 Messungen ergaben aber zwischen den einzelnen Arten und Gattungen oft beträchtliche Unterschiede, sodaß diese Werte als zusätzliches Diagnostikum wertvoll sein können.

Für Peritrichida mit gitterförmigem Silberliniensystem fällt dieses Merkmal weg, da sich Pellikulaporen hier nicht sicher nachweisen lassen (vgl. S. 491).

d) Die Lage der Pellikulaporen kann als Charakteristikum für Weitstreifensysteme gelten. Die Poren können, wie CHATTON, 1936 erstmals bei einer *Vorticella* sp. gezeigt hat, auf der Silberlinie entweder zum Oralapparat oder zur Scopula hin gerichtet liegen. Wir können diesen Befund auf Grund ausführlicher Studien an *Vorticella cupifera* (vgl. S. 500) im Gegensatz zu HOOPS et al., 1964 bestätigen. Bei den Engstreifensystemen fällt dieses Merkmal aus, weil hier die Poren meist entweder direkt auf den Silberlinien liegen oder sie den Zwischenraum von zwei Silberlinien vollständig ausfüllen (vgl. S. 491).

8. Taxonomie der untersuchten Arten.

Da wir sämtliche meß- und zählbare Größen der im folgenden besprochenen 14 Arten übersichtlich in Tab. I zusammengefaßt haben, werden diese Daten hier nicht mehr erwähnt ! Für Besonderheiten des Silberliniensystems wird auf die ausführliche Bildbeschreibung und auf den übrigen Text verwiesen.

a) Genus *Pseudovorticella* nov. gen.

DIAGNOSE: *Vorticellidae* mit gitterförmigem Silberliniensystem, nach « trockener » Silberimprägnation nicht sicher nachweisbaren Pellikulaporen, halbkuge-

ABB. 7-14. — *Pseudovorticella sphagni* nov. spec.

ABB. 7. — Gesamtansicht des gitterförmigen Silberliniensystems vom Oralapparat (O) bis zum hinteren Wimperkranz (W).

ABB. 8. — Teil des Silberliniensystems; die Zone vom hinteren Wimperkranz (W), wo sich im Ruhezustand nur zwei nahe beieinanderliegende Silberlinien befinden (Pfeil), bis zur Scopula ist gut zu sehen. Der obere Teil der Abb. 8 zeigt die Variabilität in Form und Größe der Maschen. Auffällig sind ferner ausgefüllte Maschen, in denen sich teilweise noch feinere Gitter nachweisen lassen (Pfeil).

ABB. 9. — Lebendes Tier; die beiden kontraktile Vakuolen (Pfeile), die alveolisierte Pellikula und der gewölbte Diskus sind gut erkennbar.

ABB. 10. — « Negativimprägnation »; das Silber hat sich in den Alveolen der Pellikula niedergeschlagen. Der Pfeil weist auf den ebenfalls nicht imprägnierten hinteren Wimperkranz. (Nähere Erklärung im Text).

ABB. 11. — Die Struktur der Pellikula bei starker Vergrößerung.

ABB. 12-13. — Teile von hinteren Wimperkränzen in frühen Funktionsphasen. Das zu diesem Zwecke ausgebildete sehr engmaschige Silberliniensystem, welches über viele Verzweigungen mit dem übrigen Silberliniensystem des Tieres in Verbindung steht, ist sehr schön erkennbar.

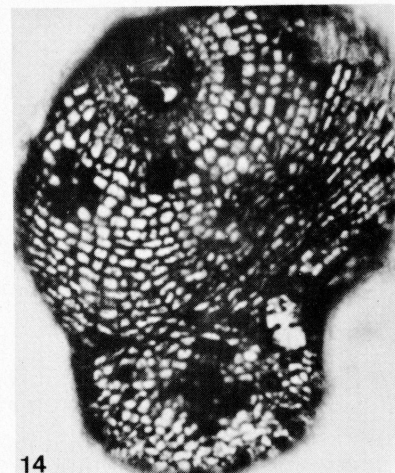
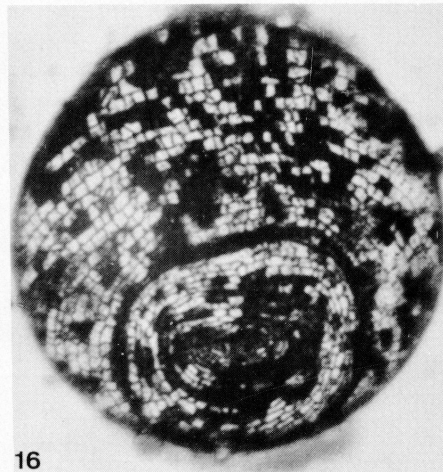
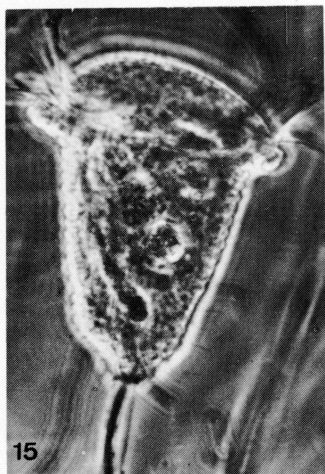
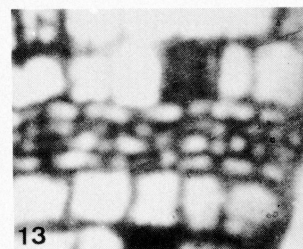
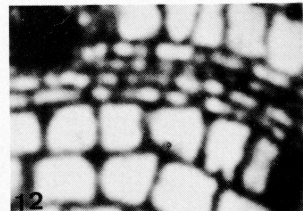
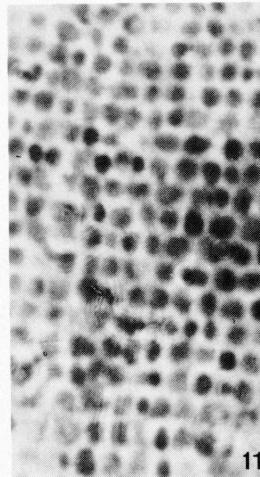
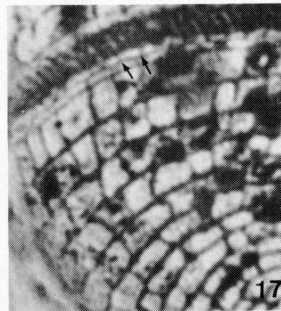
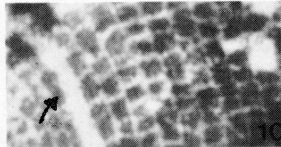
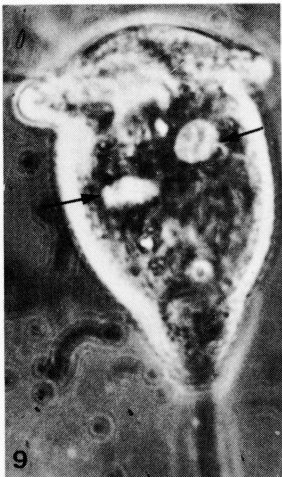
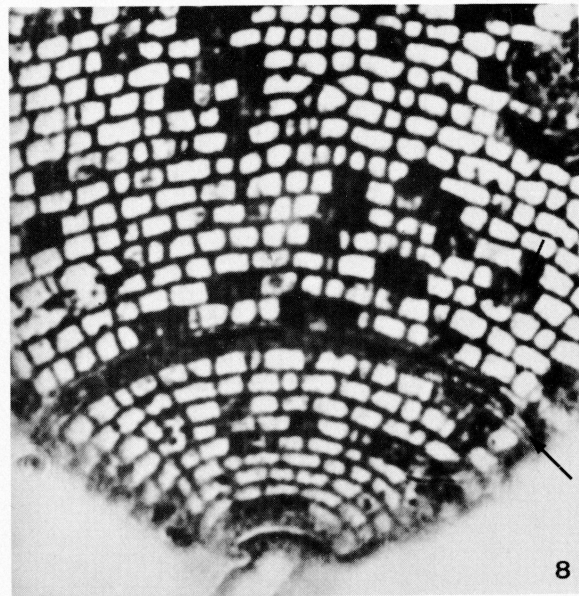
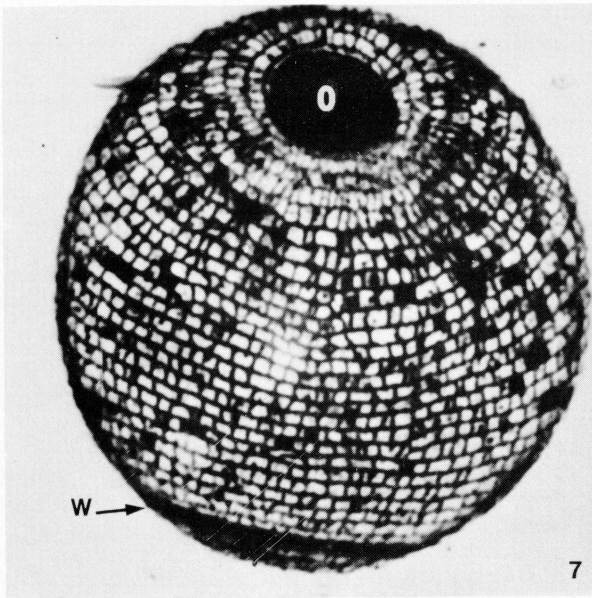
ABB. 14. — Bei der Konjugation verwachsen die Silberliniensysteme des Makro- und Mikrogamonten nahtlos miteinander. Auffällig ist das sehr unregelmäßige Silberliniensystem des Mikrogamonten.

ABB. 15-17. — *Pseudovorticella monilata*.

ABB. 15. — Tier während der Nahrungsaufnahme. Die stark alveolisierte Pellikula ist deutlich erkennbar.

ABB. 16. — Gesamtansicht des gitterförmigen Silberliniensystems.

ABB. 17. — Silberliniensystem vom hinteren Wimperkranz, der voll ausgebildet ist, bis zur Scopula. Die Cilienreihen des Wimperkranzes sind durch kleine Silberlinien (Pfeile) mit dem übrigen Silberliniensystem verbunden.



artig vorgewölbten *Pellikula-Alveolen* (dieses Merkmal bedarf noch der genauen Überprüfung) und spiralig zusammenschnellendem Stiel, der im Querschnitt in all seinen Teilen elliptisch ist.

GENOTYPUS: *Pseudovorticella monilata* n.g. (TATEM, 1870) = *Vorticella monilata* TATEM, 1870.

Wir halten diese Auftrennung der Gattung *Vorticella* (EHRENBURG, 1838) in die Genera *Pseudovorticella* nov. gen. und *Vorticella* (EHRENBURG, 1838) vor allem auf Grund der verschiedenen Silberliniensysteme für gerechtfertigt.

α) *Pseudovorticella monilata* (TATEM, 1870) (Abb. 15-17): Diese Art, die wir nicht allzu häufig auf Lemnawurzeln eines kleinen Auteiches bei Kleinmünchen (Linz) fanden, entsprach vollkommen den von SCHRÖDER, 1906c und KAHL, 1930-35 gegebenen Beschreibungen. SCHRÖDER, 1906c hat mit der Eisen-hämatoxilin-färbung eine viereckige Felderung der Pellikula nachweisen können.

β) *Pseudovorticella sphagni* nov. spec. (Abb. 5, 7-14): Diese Art, die wir in einem Sphagnumaufguß von Torfmoos aus dem Ibmer Moor fanden, ließ sich mit keiner bisher bekannten identifizieren. Neben den Gattungscharakteristika sind die zwei kontraktile Vakuolen (Abb. 9) und der eigenartig geformte, fast in sich geschlossene Makronucleus (Abb. 5) typisch.

γ) *Pseudovorticella difficilis* var. *magnistriata* nov. var. (Abb. 4, 18-21). Diese in der Größe sehr variable (80-140 µm) Peritriche fanden wir in einem Algenauf-

guß von einer Lacke des Seewinkels im Burgenland. Diese Gewässer zeichnet ein hoher Gehalt an Mineral-salzen aus (KNIE et al., 1962, PESCHEK, 1961). Da unser Tier durch eine etwas weitere Streifung, die Größe und die Kernform von der Stammform, die KAHL, 1930-35 und PRECHT, 1935 im Brackwasser der Kieler-Bucht und STILLER, 1941 in den Natrontümpeln des Szili-szek gefunden haben, abweicht, sprechen wir diesen Organismus als eine Varietät von *Vorticella difficilis* KAHL, 1930-35 an. Sollten spätere Untersucher für *Vorticella difficilis* KAHL kein gitterförmiges Silberliniensystem finden, so müßte *Pseudovorticella difficilis* var. *magnistriata* var. nov. als neue Art des Genus *Pseudovorticella* geführt werden.

b) Genus *Vorticella* (EHRENBURG, 1838).

Wir fassen auf Grund obiger Überlegungen dieses Genus noch schärfer als SOMMER, 1951 und geben folgende neue DIAGNOSE: *Vorticellidae* mit konzen-trisch um den Körper verlaufenden Silberlinien, nach « trockener » Silberimprägnation stets gut nachweisba-ren Pellikulaporen, keinen halbkugelartigen Pellikula-Alveolen (dieses Merkmal bedarf noch der genauen Über-prüfung) und spiralig zusammenschnellendem Stiel, der im Querschnitt in all seinen Teilen elliptisch ist.

α) *Vorticella cupifera* (KAHL, 1935) (Abb. 29-38): Diese Art, die wir in einem Narzissenaufguß von Narzissen der Taublitzalm fanden, entsprach mit der deutlichen Streifung (Abb. 35) und dem scharf abge-

ABB. 18-21. — *Pseudovorticella difficilis* var. *magnistriata* nov. var.

ABB. 18-19. — Lebende Tiere; die Alveolen der Pellikula sind deutlich erkennbar (Abb. 18). Bei starker Vergrößerung zeigt die Pellikula eine gitterförmige Struktur (Abb. 19).

ABB. 20. — Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems mit der Anlage des hinteren Wimperkranzes (W), der eine der *P. sphagni* analoge Struktur zeigt (vgl. Abb. 8).

ABB. 21. — Ansicht des aboralen Poles eines sich teilenden Individuums. Der hintere Wimperkranz (Pfeil) und die Silberlinien sind deutlich eingeschnürt. Die Stielansätze der Tochtertiere sind bereits ausgebildet.

ABB. 22-24. — *Carchesium polypinum*.

ABB. 22. — Teil einer Kolonie; typische Form während der Nahrungsaufnahme.

ABB. 23. — Gesamtansicht des sehr engstreifigen Silberliniensystems.

ABB. 24. — Ausschnitt aus einem Basalteil mit zwei blind endenden Silberlinien (Pfeil).

ABB. 25-26. — *Carchesium cyclopidarum*.

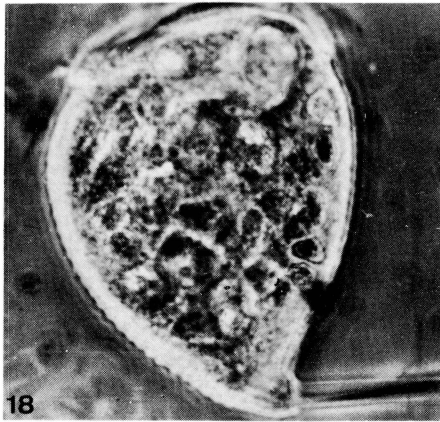
ABB. 25. — Kolonie mit zwei Tieren; die typische Form während der Nahrungsaufnahme und der unterbrochene Stielsmuskel sind erkennbar.

ABB. 26. — Gesamtansicht des streifenförmigen Silberliniensystems.

ABB. 27-28. — *Campanella umbellaria*.

ABB. 27. — Zweierkolonie; der akontraktile Stiel (Pfeil) und die typische Form während der Nahrungsaufnahme sind erkennbar.

ABB. 28. — Teil des gitterförmigen meist sehr unregelmäßigen Silberliniensystems, von dem gute Imprägnationen nur selten gelingen.

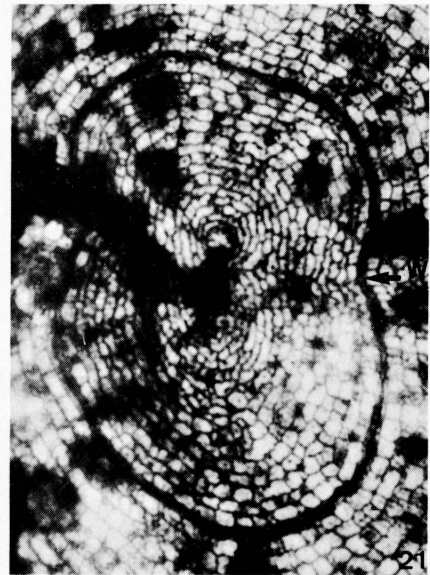


18

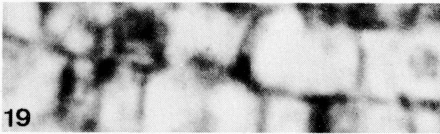


W

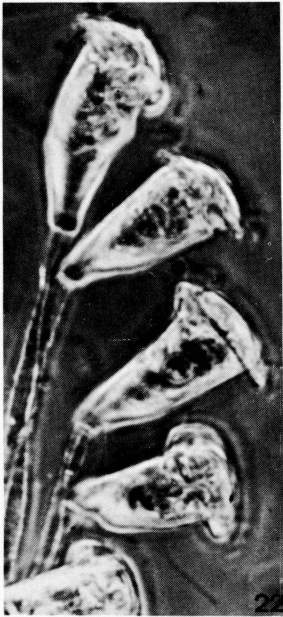
20



21



19

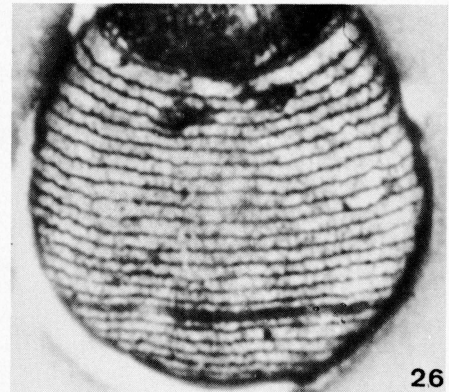


22

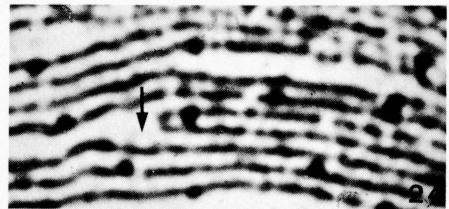


W

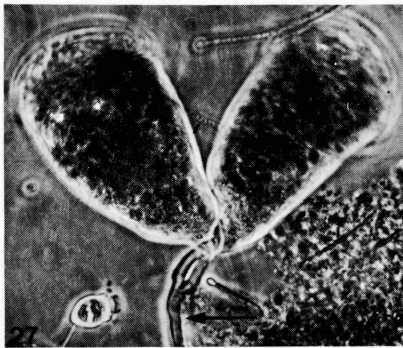
23



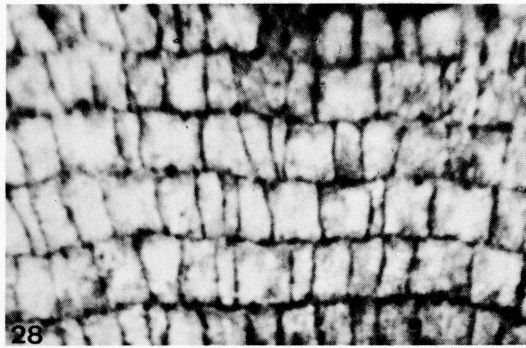
26



25



27



28



29

stetstem Basalteil (Abb. 34, 37) genau der von KAHL, 1930-35 gegebenen Beschreibung. Bei dieser *Vorticella* war auch die Lage der Pellikulaporen (vgl. S. 491) sehr gut feststellbar. Dieses Merkmal erwies sich in der Population als außerordentlich konstant. Wir richten uns in der Terminologie nach CHATTON, 1936 und finden bei 20 untersuchten Tieren bei den Silberlinien vom 0 bis zum W folgende Sequenzen: 11 Tiere mit 2o, 5s, 1o, 6s, 3o, 5s, 5o, 2s = 29 Silberlinien. 8 Tiere mit 2o, 6s, 1o, 6s, 3o, 5s, 5o, 2s = 30 Silberlinien. Je 1 Tier mit 2o, 6s, 1o, 6s, 3o, 6s, 5o, 2s bzw. 2o, 7s, 1o, 6s, 3o, 5s, 5o, 2s = 31 Silberlinien. Bei den Silberlinien vom W bis zur S fanden wir folgende Sequenzen: 14 Tiere mit 2o, 8s, 1o = 11 Silberlinien. 6 Tiere mit 2o, 9s, 1o = 12 Silberlinien.

Diese Daten zeigen, daß die Sequenz streng eingehalten wird und die Variabilität nur durch die Verschiedenheit der Silberlinienanzahl bedingt ist! Mit einer Ausnahme werden dabei stets die dem 0 nächst-

liegenden Silberlinien, deren Poren zur Scopula gerichtet sind, vermehrt bzw. vermindert. Ähnliche Verhältnisse finden sich auch bei den Poren der Silberlinien in der Scopulazone.

β) *Vorticella abbreviata* (KEISER, 1921; KAHL, 1930-35) (Abb. 6, 39-41): Wir folgen hier KAHL, 1930-35 und STILLER, 1941, die die *V. microstoma* var. *abbreviata* von KEISER, 1921 als eigene Art auffassen. Wir fanden sie häufig an den Schalenrändern von *Cypris* sp., die in einigen Auteichen bei Kleinmünchen (Linz) lebten. Da uns die Abbildung von KEISER, 1921 unvollständig erscheint, haben wir diese Art, deren Charakteristika der kurze Stiel, das stark verengte Peristom und der genabelte Diskus sind, nochmals gezeichnet.

γ) *Vorticella campanula* (EHRENBERG, 1838) (Abb. 42-44): Diese Art entsprach vollkommen den von EHRENBERG, 1838; KAHL, 1930-35, STILLER, 1941 und anderen Forschern gegebenen Beschreibungen. Wir

ABB. 29-38. — *Vorticella cupifera*.

ABB. 29. — Gesamtansicht des Silberliniensystems, das sich aus konzentrisch um das Tier laufenden Silberlinien, die manchmal gabelförmig verzweigt sind (Pfeil) oder auch blind enden (Pfeil), aufbaut.

ABB. 30. — Frühes Teilungsstadium. Die Tochteroralapparate (O) sind bereits ausgebildet (Nähere Erklärungen im Text bzw. in Abb. 3).

ABB. 31. — Sehr spätes Teilungsstadium. Die Furchung ist beinahe abgeschlossen. Die Durchtrennungslinie der Silberliniensysteme ist im unteren Teil des Tieres noch gut sichtbar (Pfeil).

ABB. 32, 33. — Voll ausgebildete hintere Wimperkränze. Die schräggestellten Cilienreihen werden durch Silberlinien miteinander verbunden (Pfeil). Unterhalb der Wimperkränze befindet sich eine dichte Körnchenreihe (Pfeil).

ABB. 34, 35. — Lebendaufnahme eines etwas atypischen, sehr schlanken Tieres, das den deutlich abgesetzten Basalteil erkennen läßt. Abb. 35 zeigt die Struktur der Pellikula stärker vergrößert.

ABB. 36. — Die auch lebend deutlich sichtbaren, das Tier umziehenden Streifen (Abb. 35) erscheinen nach der Versilberung scharf imprägniert. Die eingesenkten Zell- und Alveolarmembranen (Pfeil) sind teilweise leicht imprägniert, sodaß klar ersichtlich wird, daß sich das Silber auf oder in den Streifen niederschlägt.

ABB. 37. — Versilberung des Basalteiles eines Tieres mit hinterem Wimperkranz (W) und Stielansatz. Auch hier fällt eine blind endende Silberlinie auf.

ABB. 38. — Sehr stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems mit hinterem Wimperkranz (W), der sich in einer frühen Funktionsphase befindet; auch hier verdichtet sich das Silberliniensystem gitterförmig. In diesem Gitter liegen bereits viele neugebildete Basalkörper. Die Variabilität in der Größe und Lage der Pellikulaporen ist gut erkennbar.

ABB. 39-41. — *Vorticella abbreviata*.

ABB. 39. — Lebendaufnahme eines leicht gedrückten Tieres.

Schon dieser leichte Deckglasdruck genügt, um die sonst sehr deutliche Streifung zum Verschwinden zu bringen.

ABB. 40. — Der hintere Wimperkranz bildete sich zum Zeitpunkt der Entquellung gerade aus und läßt wieder ein sehr engmaschiges Silberliniensystem erkennen.

ABB. 41. — Gesamtansicht des streifenförmigen Silberliniensystems.

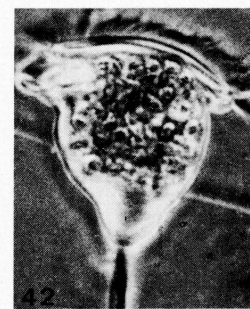
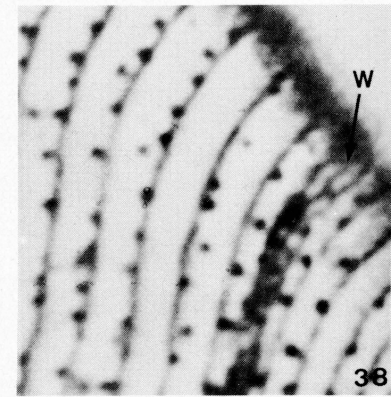
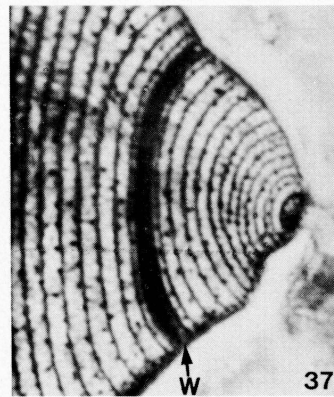
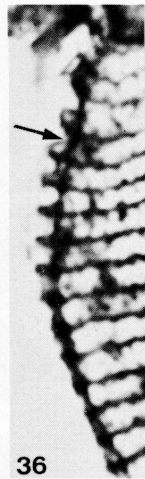
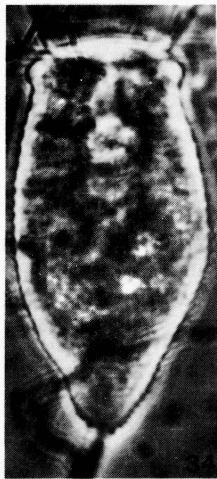
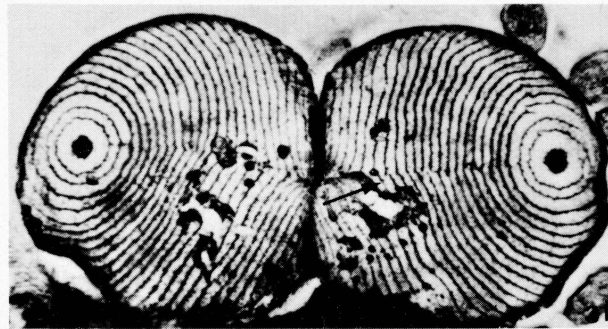
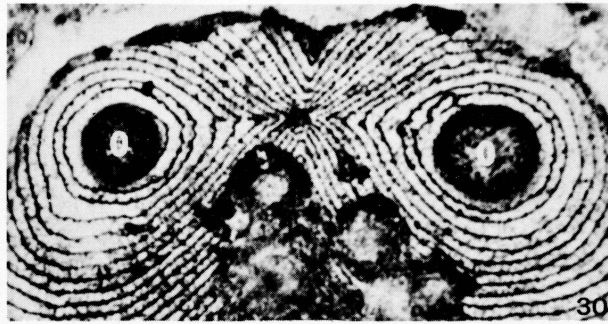
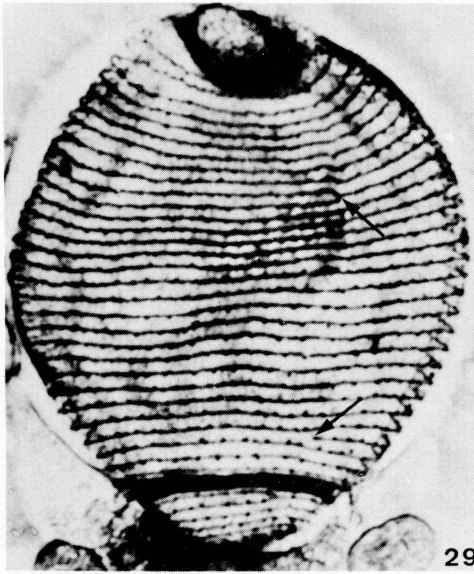
ABB. 42-44. — *Vorticella campanula*.

ABB. 42. — Die charakteristische Form des mit Nahrungsvakuolen und dunkler Granula dicht gefüllten Tieres während der Nahrungsaufnahme.

ABB. 43. — Versilberung der Scopula. (Nähere Erklärungen im Text).

ABB. 44. — Teilansicht des sehr engstreifigen Silberliniensystems.

Besonders im peristomnahen Teil ist eine wellenförmige Verwerfung der Silberlinien feststellbar. Der Pfeil weist auf kleine Silberlinien, die die konzentrisch verlaufenden Silberlinien miteinander verbinden.



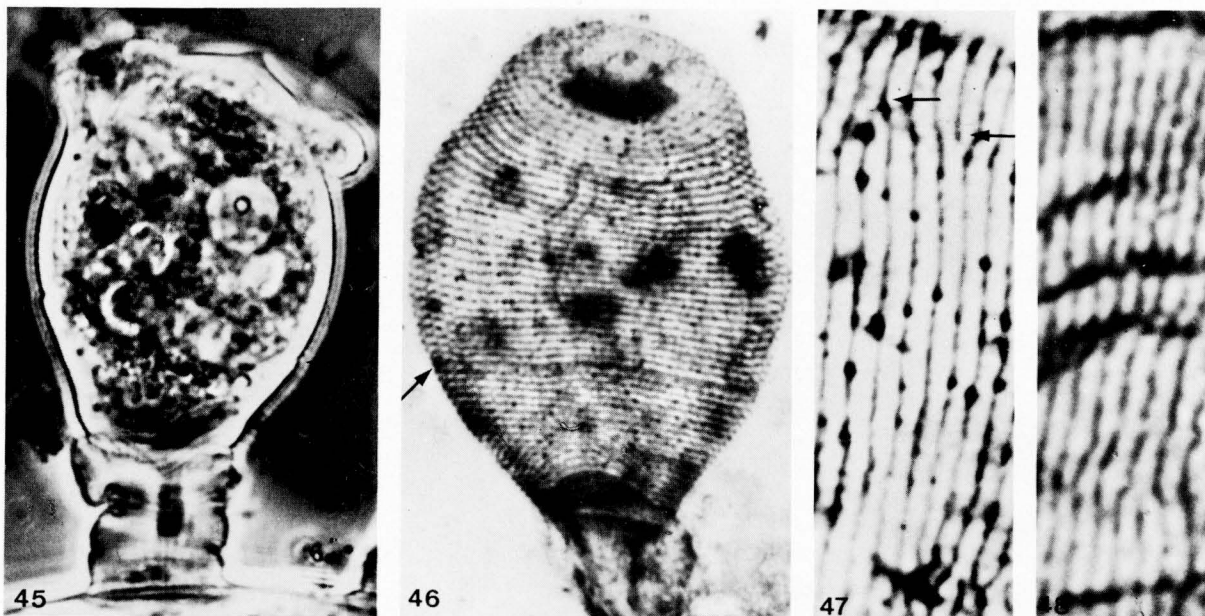


ABB. 45-48. — *Intranstylum eismondi*.

ABB. 45. — Einzeltier auf einer Kieme von *Gammarus pulex*. Der genabelte Diskus, die feine Pellikulastraffung, der akontraktile breite Stiel und die Stelle des hinteren Wimperkranzes (Pfeil) sind gut erkennbar.

ABB. 46. — Gesamtansicht des Silberliniensystems; der Pfeil weist auf den ruhenden hinteren Wimperkranz.

ABB. 47. — Teil des Silberliniensystems. Die Silberlinien sind vielfach aufgezwiegt oder enden blind (Pfeile). Die Poren sind verschieden groß und liegen meist direkt auf (in ?) den Silberlinien.

ABB. 48. — „Negativimprägation“ an einem postmortal veränderten Tier (Nähere Erklärung im Text).

ABB. 49-50. — *Zoothamnium duplicatum*.

ABB. 49. — Ausschnitt aus einer kleinen Kolonie.

Die Variabilität in Form und Größe der Tiere sowie die typische Duplikatur des Peritomwulstes sind gut demonstriert.

ABB. 50. — Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems.

Die zahlreichen großen Poren und eine sich gabelförmig aufzweigende Silberlinie (Pfeil) sind auffällig.

ABB. 51-57. — *Opercularia nutans*.

ABB. 51. — Typische Form des Tieres während der Nahrungsaufnahme.

ABB. 52, 56, 57. — Gesamtansicht des Silberliniensystems (Abb. 52). Es sind nur die sehr zahlreichen Poren imprägniert.

Die Stelle des hinteren Wimperkranzes ist im Ruhezustand argyrophob (s. besonders Abb. 56, Pfeil).

Erst mit Beginn der Ausbildung des hinteren Wimperkranzes läßt sich an dieser Stelle ein sehr engmaschiges Silberliniensystem nachweisen (Abb. 57, Pfeil).

ABB. 53. — Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems, das teilweise eine gitterförmige Struktur erkennen läßt.

ABB. 54. — Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems.

Um die Pellikulaporen läßt sich andeutungsweise eine imprägnierte 6-eckige Struktur erkennen.

(Nähere Erklärungen im Text).

ABB. 55. — Teil des Silberliniensystems. Die Pellikulaporen füllen den Raum zwischen zwei Silberlinien meist vollständig aus.

ABB. 58-60. — *Opercularia articulata*.

ABB. 58. — Die Scopula wird von einem Körnchenring umgeben. (Nähere Erklärungen im Text).

ABB. 59. — Gesamtansicht des sehr engstreifigen Silberliniensystems.

ABB. 60. — Die typische Form während der Nahrungsaufnahme; der große Pharynx und die zwei Cilienumgänge am Diskus sind erkennbar.

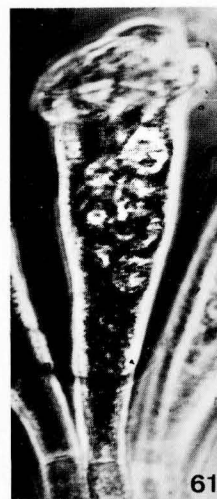
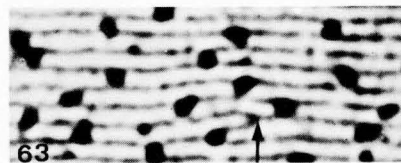
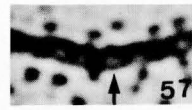
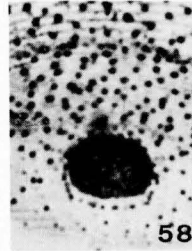
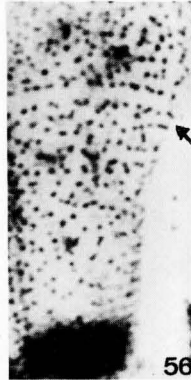
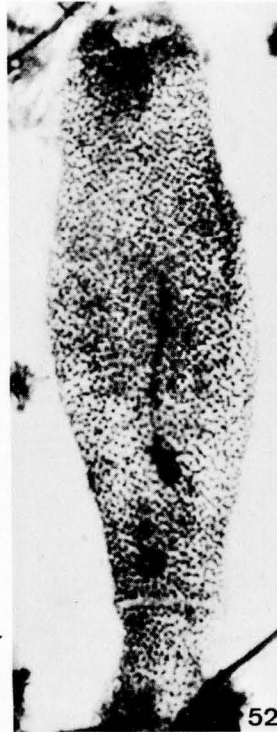
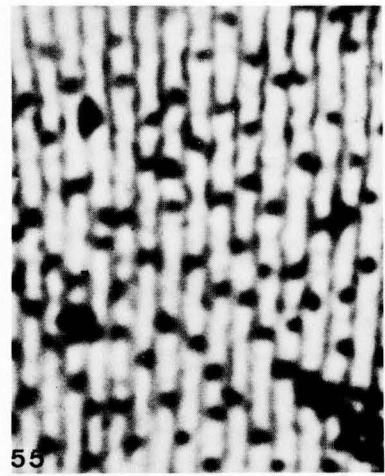
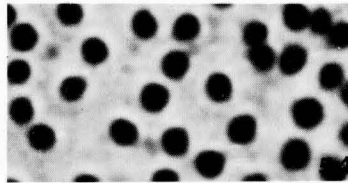
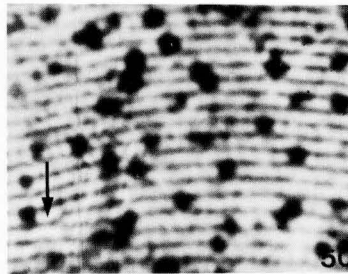
ABB. 61-63. — *Epistylis plicatilis*.

ABB. 61. — Typische Form des Tieres bei der Nahrungsaufnahme.

ABB. 62. — Teil des sehr engstreifigen und dicht mit Poren besetzten Silberliniensystems.

Im Peristombereich sind die Silberlinien stets stark gewellt.

ABB. 63. — Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems mit einer gabelförmig aufgezwigten Silberlinie (Pfeil).



fanden sie vergesellschaftet mit *Pseudovorticella monilata* auf Lemnawurzeln eines kleinen Teiches bei Fisching (Linz, Asten).

c) *Genus Carchesium* (EHRENBERG, 1831).

Die Silberliniensysteme der hier beschriebenen Arten dieses Genus waren eng-bzw. weitstreifig. Eine leider nicht bestimmte Art hatte aber ein gitterförmiges Silberliniensystem, sodaß sich später ebenfalls einmal eine Aufspaltung dieses Genus als notwendig erweisen wird.

α) *Carchesium polypinum* (LINNÉ, 1758) (Abb. 22-24): Diese weit verbreitete Art, über die schon viele ausgezeichnete Untersuchungen (z.B. ZAGON et al., 1970, ZAGON, 1971) existieren, deren Silberlinienanzahl aber bisher noch nicht beschrieben worden ist, fanden wir auf ins Wasser hängenden Pflanzenteilen eines Abwasserkanals der Papierfabrik Nettingsdorf.

β) *Carchesium cyclopidarum* (NENNINGER, 1948) (Abb. 25, 26): Wir fanden diese Art auf den Beinen von Libellenlarven einen Teiches in der Nähe von Altenfelden. NENNINGER, 1948 fand sie auf *Cyclops viridis*.

d) *Genus Intranstylum* (FAURÉ-FREMIET, 1905).

Die einzige untersuchte Art hatte eine engstreifiges Silberliniensystem mit meist direkt auf den Silberlinien aufliegenden Poren (Abb. 47).

α) *Intranstylum eismondi* (EISMOND, 1895; PENARD, 1922; KAHL, 1930-35) (Abb. 45-48): Unser stets völlig akontraktilen *Intranstylum* entsprach der Beschreibung von *Intranstylum steini* PENARD, 1922. Nach dem KAHL'schen Vorschlag, dem auch schon SOMMER, 1948 gefolgt ist, bezeichnen wir unser *Intranstylum* als *Intranstylum eismondi*.

e) *Genus Zoothamnium* (EHRENBERG, 1838).

Die Silberliniensysteme der bisher untersuchten Arten waren alle engstreifig.

α) *Zoothamnium duplicatum* (KAHL, 1930-35) (Abb. 49, 50): Wir fanden diese leicht erkennbare Art, die den von KAHL, 1930-35, PRECHT, 1935 und STILLER, 1946 gegebenen Darstellungen entsprach auf submersen Moosen im Kanalsystem der Kleinmüchener Spinnerei, das über die Traun auch Abwässer der Papierfabrik Lenzing aufnimmt. Der hufeisenförmige Zellkern war wie bei PRECHT, 1935 und STILLER, 1946 gezeichnet vorne querliegend. KAHL, 1930-35 beschreibt ihn als schräg gelagert.

f) *Genus Campanella* (GOLDFUSS).

Wir folgen hier CORLISS, 1961, der die KAHL'sche Untergattung *Campanella* in den Rang eines Genus erhebt, dies umso eher, als sich das Silberliniensystem wesentlich von anderen *Epistylidae* zu unterscheiden scheint; es ist ein Gittersystem, bei dem sich mit unserer Versilberungsmethode ebenfalls nie sicher Pel-

likulaporen nachweisen ließen (vgl. Genus *Pseudovorticella*!). Dieses Gittersystem hat auch STILLER, 1941 mit einer « nassen » Versilberungsmethode nachweisen können. Ob die von FAURÉ-FREMIET, 1905a mit der Karminfärbung und von SCHRÖDER, 1906a mit der Dahliafärbung dargestellte gitterförmige Pellikulastruktur mit dem argyrophilen System identisch ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden.

Wir geben auf Grund dieser Kenntnisse eine neue Diagnose der Gattung *Campanella*, die bisher von anderen *Epistylidae* nur durch die größere Anzahl der Umgänge (5-6) der adoralen Wimperspirale getrennt werden konnte (KAHL, 1930-35). Dieses Gattungsmerkmal ist in letzter Zeit überhaupt etwas zweifelhaft geworden, da einige *Epistylidae* bekannt geworden sind, die ebenfalls 4 Umgänge der adoralen Doppelzone haben (*E. pürneri* und *E. liebmanni*, NENNINGER, 1948), aber wegen ihres typischen Habitus kaum zur Gattung *Campanella* gestellt werden können. Wir nehmen daher dieses Merkmal nur unter Vorbehalt, legen das Hauptgewicht auf das Silberliniensystem und geben daher folgende neue Diagnose: *Epistylidae* mit gitterförmigem Silberliniensystem, nach « trockener » Silberimprägnation nicht sicher nachweisbaren Pellikulaporen, halmförmig vorgewölbten Pellikula-Alveolen und mindestens 4 Umgängen der adoralen Doppelzone.

α) *Campanella umbellaria* (EHRENBERG, 1838) (Abb. 27, 28): Diesen Ciliaten, der vollkommen der von SCHRÖDER, 1906a gegebenen Darstellung entsprach, fanden wir in riesigen Kolonien (Durchmesser der Kolonien bis 10 cm) auf *Characeen* und anderen Wasserpflanzen im Mitterwasser bei Linz. In dieses Gewässer wurden Teile der Abwässer der Papierfabrik Nettingsdorf eingeleitet. Die Stiele waren sehr weich und bildeten in der Kolonie einen dichten Filz.

g) *Genus Opercularia* (STEIN, 1854).

Alle von uns bisher untersuchten Arten dieses Genus hatten ein engstreifiges Silberliniensystem, dessen Darstellung nicht immer einwandfrei gelingt, weshalb das Auszählen der Silberlinien Schwierigkeiten bereitet. Die hier besprochenen zwei Arten lassen sich wohl mit Hilfe des Silberliniensystems nicht sicher trennen (vgl. Tab. I).

Neben dem typischen Streifensystem (Abb. 55, 59), dessen einzelne Silberlinien manchmal durch sehr feine rechtwinkelig dazu verlaufende Silberlinien verbunden werden (Abb. 53), fand sich bei Tieren, deren Silberlinien nicht oder nur fragmentarisch imprägniert waren, häufig eine ganz zart imprägnierte sechseckige Struktur (Abb. 54). Jeweils in der Mitte eines solchen Sechsecks befindet sich eine Pellikulapore. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Struktur um ein Artefakt, worauf die stets nur sehr schwache Imprägnation und das Fehlen bei der Darstellung der konzentrisch verlaufenden Silberlinien hinweisen.

α) *Opercularia nutans* (EHRENBERG, 1938) (Abb. 51-57): Diese Art, die wir massenhaft in einem Teich des botanischen Gartens in Linz auf *Cladophora crispata* aufsitzend fanden, entsprach vollkommen den von EHRENBERG, 1838, KAHL, 1930-35 und SOMMER, 1948

gegebenen Beschreibungen. Die charakteristische Querringelung des Stieles ist häufig gut ausgeprägt, manchmal aber beinahe unsichtbar.

β) *Opercularia articulata* (EHRENBERG, 1838) (Abb. 58-60): Diese Art fanden wir in großen Kolonien auf submersen Moosen und an den Stengeln von verschiedenen Wasserpflanzen (Lokalität: s. *Zoothamnium duplicatum*). Obwohl *O. articulata* bisher mit nur zwei Ausnahmen (DIETZ, 1964, BIEGEL, 1954) ausschließlich für tierische Träger beschrieben worden ist (s. LUST, 1950) und bei unserem Tier auch die Querstreifung des Stieles fehlte, sind wir nach reiflicher Überlegung zu dem Schluß gekommen, diesen Ciliaten mit *O. articulata* zu identifizieren, da er ansonsten mit dem beschriebenen Habitus (Form, Bau des Oralapparates, Lage der k. V., Form und Lage des Makronucleus, Stielbreite und gekerbter Peristomrand) vollkommen übereinstimmt. Eventuell wäre noch an eine Identität mit *O. phragmoneae* zu denken.

h.) *Genus Epistylis* (EHRENBERG, 1838).

Alle von uns bisher untersuchten Arten dieses Genus hatten ein eng- oder weitstreifiges Silberliniensystem. Im vorderen Drittel erscheinen die Silberlinien meist mehr oder weniger stark gewellt, was auf die bei der Präparation erfolgte Kontraktion des Peristoms zurückzuführen ist (Abb. 62).

α) *Epistylis plicatilis* (EHRENBERG, 1838) (Abb. 61-63): Wir fanden diesen Ciliaten, der vollkommen den von EHRENBERG, 1838, SCHRÖDER, 1906 b, und STILLER, 1941 gegebenen Beschreibungen entsprach, vergesellschaftet mit *Opercularia articulata* (Lokalität: s. *O. articulata*). Die typischen Artmerkmale (schwach glockige Form, etwas schräg herausgehobener Diskus) zeigt gut die Abb. 61.

IV. DISKUSSION

1. Taxonomischer Wert der argyrophilen Strukturen peritricher Ciliaten.

Der Wert aller bisherigen und auch der vorliegenden Untersuchungen an argyrophilen Strukturen von peritrichen Ciliaten wird durch die Tatsache, daß bisher praktisch keine ausführlicheren vergleichenden Untersuchungen an gleichen Arten von verschiedenen Standorten unternommen worden sind, bedeutend eingeschränkt. Dennoch zeigen schon die wenigen vorliegenden Ergebnisse (LOM, 1966, LOWE et al., 1967, DAVIDSON et al. 1972, KAZUBSKI, 1967, 1971, KAZUBSKI et al., 1968) teilweise gut übereinstimmende Werte.

Ein Teil der bisher beschriebenen Variationen in den Silberlinienanzahlen und Oralstrukturen (vgl. z. B. die Studien von LOM, 1964 und ZAGON, et al., 1970) könnte auch dadurch erklärt werden, daß die Autoren in Wirklichkeit mit verschiedenen Arten arbeiteten oder

damit, daß in der Kultur neben der « Hauptart » noch eine andere nur vereinzelt vorkommende Art auftrat, die bei der Lebendbeobachtung übersehen worden ist, aber bei der Auswertung der Präparate in die Ergebnisse miteingegangen ist. Gerade die letztere Deutungsmöglichkeit muß bedacht werden, weil verschiedene einander oft täuschend ähnliche Arten gemeinsam vorkommen! So schließen auch wir bei *Vorticella abbreviata* und *Carchesium cyclopidarum*, die eine auffällig hohe Variabilität in der Anzahl der Silberlinien hatten, diese Möglichkeit nicht ganz aus. KRALIK, 1957 hat an Hand eines Bestimmungsbeispiels auf diese Schwierigkeiten besonders einprägsam hingewiesen.

Wir geben im folgenden als Arbeitsgrundlage eine erste Zusammenstellung aller bis heute als taxonomisch wertvoll angegebenen argyrophilen Strukturen peritricher Ciliaten, unter Ausschluß der Familie *Ureceolariidae*, wobei wir versuchen werden, diese Merkmale den systematischen Kategorien zuzuordnen.

Als klassen- bzw. ordnungs- und familienspezifisch kann man die Form des Silberliniensystems bzw. die Strukturen des Oralapparates (LOM, 1966) ansprechen.

Gattungsspezifische Merkmale können sein: 1. Der Typus des Silberliniensystems d. h. ob es gitterförmig oder streifig gebaut ist. 2. Die Strukturen des Oralapparates (LOM, 1966) und der Scapula erscheinen wenig spezifisch (vgl. S. 492); Unterschiede sind meist nur mit der Elektronenmikroskopie sicher feststellbar (RANDALL et al., 1962). Die Anzahl der Pellikulaporen pro Flächeneinheit trennt einige Gattungen (z. B. *Pseudovorticella* und *Epistylis*) auffällig gut.

Artspezifische Merkmale können sein: 1. Der Typus des Silberliniensystems d. h. ob es engstreifig oder weitstreifig ist. 2. Die durchschnittliche Anzahl der Silberlinien vom O bis zum W und vom W bis zur S (vgl. auch LOM, 1966, DAVIDSON et al., 1972). 3. Die Anzahl der Pellikulaporen pro Flächeneinheit (wenig spezifisch). 4. Der Bau des Oralapparates ist nach LOM, 1964 zwar konstant, aber wenig artspezifisch. 5. Die Anzahl der praeexistenten Basalkörper, die zum Aufbau des W dienen und die Anzahl der Basalkörper im voll ausgebildeten W. Dieses von DAVIDSON et al., 1972 hervorgehobene Merkmal hat unserer Meinung nach nur geringe Bedeutung, das es innerhalb der Gattung kaum variiert (vgl. S. 492).

Ein *populationsspezifisches Merkmal* kann die Anordnung der Pellikulaporen sein (vgl. CHATTON, 1936, FOISSNER et al., unveröffentlicht).

2. Überlegungen zur Natur der Peritrichida-Silberliniensysteme.

KLEIN, 1926 b, 1927, 1928 beschrieb erstmals die Silberliniensysteme einiger peritricher Ciliaten. Er hat sich aber später mit diesen « problematischen Silberliniensystemen » (KLEIN, 1968, persönliche Mitteilung) nicht mehr näher beschäftigt. Sie sind nämlich insofern eine große Ausnahme, indem die Silberlinien kein Kontinuum bilden d. h. sie liegen isoliert und erscheinen nicht miteinander verbunden. Diese Eigenheit unter-

scheidet sie tatsächlich von allen anderen bisher näher untersuchten Ciliaten, bei denen das Silberliniensystem stets ein Kontinuum bildet (s. z. B. KLEIN, 1942). Besonders diese Kontinuumbildung war es ja auch, die KLEIN, 1942 und andere Forscher veranlaßt hat, dem Silberliniensystem eine erregungsleitende Funktion zuzuschreiben.

Die Entdeckung von gitterförmigen Silberliniensystemen bei verschiedenen peritrichen Ciliaten und die damit verbundene Kontinuität des Silberliniensystems, läßt dieses Problem nunmehr in einem anderen Licht erscheinen. Aber auch bei den streifenförmigen Silberliniensystemen weisen verschiedene Beobachtungen darauf hin, daß hier die Silberlinien nur scheinbar unverbunden sind. So kann man häufig feststellen, daß zwischen den kreisförmig verlaufenden Silberlinien vereinzelt oder auch häufig (Abb. 53) sehr schwach imprägnierbare Querverbindungen auftreten bzw. daß sich die Silberlinien gabelförmig aufzweigen (z. B. Abb. 29, 47, 63). Über solche « Brücken » könnte ein Kontinuum aufrechterhalten werden und eventuell die Erregungsleitung erfolgen.

Aber auch wir sind geneigt, solche Silberliniensysteme als Reduktionsformen aufzufassen (vgl. CHATTON, 1936, KLEIN, 1927, 1928 u. a.), weil sie bei verschiedenen Experimenten (FOISSNER et al., unveröffentlicht) eine große Reaktionsträgheit aufweisen und zudem ein eigenartiges Präparationsverhalten zeigen: bei nicht ganz optimaler Präparation lösen sich die Silberlinien nämlich in viele kleine Körnchen auf (s. z. B. Abb. 24). Es scheint uns jedoch, daß dies kein natürlicher Zustand ist, wie bisher angenommen worden ist (KLEIN, 1928, CHATTON, 1936, HOOPS et al., 1964), weil sich gerade in den besten Präparaten die Silberlinien stets als nicht in Körnchen aufgelöst zeigen (s. z. B. Abb. 8, 38, 55, 63).

Bisher ungeklärt ist auch die Frage, an welche Strukturen sich das Silber bei « trocken » bzw. « naß » präparierten Peritrichida anlagert. Wir haben eine Lokalisation nur insoweit durchführen können, als dies die Abbildungen 35 und 36 zeigen. Ob sich nun das Silber an Strukturen auf, in oder unterhalb der Pellikula anlagert, bleibt ungeklärt. Auch bei den Gittersystemen ist durchaus nicht anzunehmen, daß sich das Silber an den Alveolargrenzen niederschlägt, weil die lichtmikroskopisch sichtbare Gitterstruktur (Abb. 11, 19) kaum als durch Aufsicht auf die Alveolen entstanden gedacht werden kann, sondern eher einer realen Struktur entsprechen dürfte.

Viele elektronenmikroskopische Untersuchungen (FAURÉ-FREMIET et al., 1962, FAVARD et al., 1963, BRADBURY, 1965, LOM et al., 1968 a, ZAGON, 1971, FINLEY et al., 1972, ALLEN, 1973) haben gezeigt, daß die Struktur der Pellikula bei den peritrichen Ciliaten einen sehr gleichförmigen, eher einfachen Aufbau besitzt. Besonders bemerkenswert ist eine stets vorhandene in das Epiplasma eingelagerte Fibrille, die kongruent mit den lichtmikroskopisch sichtbaren Streifen, welche durch Auffaltungen der verschiedenen Pellikulamembranen entstehen, verläuft. Da wir schon wiederholt eine fibrilläre Zustandsform des Silberliniensystems aufgezeigt haben (FOISSNER, 1969 a, b, SCHIFFMANN, 1971), sind wir sehr geneigt anzunehmen, daß

sich an diese Fibrille das Silber anlagert. BRADBURY, 1965 nimmt dagegen an, daß sich das Silber an den Adhäsionspunkten von innerer und äußerer Pellikulamembran niederschlägt. Wir glauben aber, daß seine Experimente diesen Schluß nicht zwingend erfordern, da es erstens bei der verwendeten Präparationsmethode durchaus möglich war, daß sich das Silber sowohl auf den Pellikulafalten als auch auf den Silberlinien angelagert hat und zweitens seine Bilder die diesbezüglichen Einzelheiten nicht mit genügender Deutlichkeit zeigen.

In jüngster Zeit haben ZAGON, 1970 und ZAGON et al., 1970 in eindrucksvollen vergleichenden licht- und elektronenmikroskopischen Studien an *Carchesium polypinum* zeigen können, daß sich bei der Protargolmethode der Silber-Gold-Komplex in den Alveolen der Pellikula niederschlägt. Sie beobachteten, daß bei stark imprägnierten Tieren die Alveolen als dunkle, die Streifen aber als helle Linien erschienen und folgern daher mit Recht, daß die dann lichtmikroskopisch sichtbaren « Silberlinien » ein negatives Abbild sind. Auch wir haben bei den gitterförmigen Silberliniensystemen wiederholt die gleiche Erscheinung feststellen können (Abb. 10) und erklären dies damit, daß die argyrophile Substanz von ihrer morphologischen Grundlage, den fibrillären Silberlinien, in die Alveolen abfließt. Daß die Protargolmethode tatsächlich andere Strukturen imprägniert als die « trockenen » bzw. « nassen » Silbermethoden geht auch daraus hervor, daß sich mit dieser Methode die Pellikulaporen nicht imprägnieren (vgl. Abb. 4 in ZAGON et al., 1970 mit Abb. 3, 8, 10 in ZAGON, 1970). Auch wir haben bei *Intranstylum eismondi* mit unserer Versilberungsmethode an postmortal veränderten Tieren ein vergleichbares Färbergebnis erhalten: die Silberlinien erscheinen dicker und die Poren werden nicht mehr imprägniert (Abb. 48).

Weitere Forschungen, vor allem elektronenmikroskopische Untersuchungen von « trocken » präparierten Silberliniensystemen, sind zur Lösung dieser Probleme nötig.

3. Die Wahl der Versilberungsmethode.

Eine zu taxonomischen Studien brauchbare Versilberungsmethode sollte drei Voraussetzungen erfüllen: 1. geringen Arbeitsaufwand 2. große Ausbeute an gelungenen Präparaten 3. gute Reproduzierbarkeit. Diese drei Voraussetzungen erfüllen nach unseren Untersuchungen bei den peritrichen Ciliaten nur die sog. « trockenen » Entquellungsversilberungsmethoden (KLEIN, 1958, FOISSNER, 1967). Wir glauben, daß die hier vorgelegten Bilder (Abb. 7-63) sehr für diese Methode sprechen. Bei den « nassen » Methoden (CHATTON et al., 1930, CORLISS, 1953) ist der Arbeitsaufwand im Vergleich zu den erzielten Ergebnissen unverhältnismäßig groß. Man kann kaum mehr darstellen als mit « trockenen » Methoden und auch die Formerhaltung der Tiere, die sonst sehr für diese Methode spricht, ist bei den peritrichen Ciliaten nicht gewährleistet (s. z. B. DAVIDSON et al., 1972, HOOPS et al., 1964).

Die Protargolmethode ist zur Darstellung des KLEIN'schen Silberliniensystems ebenfalls mehr oder weniger

ungeeignet. Ihr eigentlicher großer Vorteil liegt darin, daß der Oralapparat und verschiedene cytoplasmatische Differenzierungen ganz ausgezeichnet imprägniert werden können (s. z. B. LOM, 1964, ZAGON, 1970, ZAGON et al., 1970).

Wir empfehlen daher für taxonomische Studien besonders die « trockenen » Silbermethoden und die Protagolmethode.

LITERATUR

- ALLEN R. D. (1967). — Fine structure, reconstruction and possible functions of components of the cortex of *Tetrahymena pyriformis*. *J. Protozool.*, **14**, 553-565.
- ALLEN R. D. (1973). — Structures linking the myonemes, endoplasmic reticulum, and surface membranes in the contractile ciliate *Vorticella*. *J. Cell Biol.*, **56**, 559-579.
- BIEGEL M. (1954). — Beitrag zur Peritrichenfauna der Umgebung Erlangens. *Arch. Protistenk.*, **100**, 153-182.
- BRADBURY P. C. (1965). — The infraciliature and argyrome of *Opisthonecta henneguyi* FAURÉ-FREMIET. *J. Protozool.*, **12**, 345-363.
- CHATTON E. (1936). — Les migrateurs horizontalement polarisés de certains péritriches : De leur signification. *Mem. Mus. Hist. nat. Belg. (ser. 2)*, **3**, 913-940.
- CHATTON E. & LWOFF A. (1930). — Imprégnation, par diffusion argentique, de l'Infraciliature des ciliés marins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. *Compt. rend. Soc. Biol.*, **104**, 834-836.
- CORLISS J. O. (1953). — Silver impregnation of ciliate protozoa by the CHATTON-LWOFF technic. *Stain Technol.*, **28**, 97-100.
- CORLISS J. O. (1961). — *The Ciliated Protozoa*. Pergamon Press, New York.
- DAVIDSON A. L. & FINLEY H. E. (1972). — A comparative study of argentophilic structures in three peritrich ciliates. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **91**, 8-23.
- DIETZ G. (1964). — Beitrag zur Kenntnis der Ciliatenfauna einiger Brackwassertümpel (Etangs) der französischen Mittelmeerküste. *Vie et Milieu*, **15**, 47-93.
- EHRENBERG C. G. (1838). — Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig.
- FAURÉ-FREMIET E. (1905 a). — Sur l'organisation de la *Campanella umbellaria*. *Compt. rend. Soc. Biol.*, **58**, 215-217.
- FAURÉ-FREMIET E. (1905 b). — La structure de l'appareil fixateur chez les *Vorticellidae*. *Arch. Protistenk.*, **6**, 207-226.
- FAURÉ-FREMIET E., FAVARD P. & CARASSO N. (1962). — Etude au microscope électronique des ultrastructures d'*Epistylis anastatica* (cilié péritriche). *J. Microscopie*, **1**, 287-312.
- FAVARD P., CARASSO N. & FAURÉ-FREMIET E. (1963). — Ultrastructure de l'appareil adhésif des *Urceolaires* (ciliés péritriches). *J. Microscopie*, **2**, 337-368.
- FINLEY H. E., RANGANATHAN V. S. & SMALL E. B. (1972). — Examination of the peritrich ciliate *Telotrichidium* by scanning electron microscopy. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **91**, 492-501.
- FOISSNER W. (1967). — Wimpertiere im Silberpräparat. Ein verbessertes « trockenes » Verfahren zur Darstellung des Silberliniensystems. *Mikrokosmos*, **56**, 122-126.
- FOISSNER W. (1968). — Die Ausstoßung und Regeneration der Schleuderorganellen bei Ciliaten, beobachtet am Silberlinien- oder neuroformativen System. *Mitteilungsblatt der Mikographischen Ges. Wien*, **3**, 30-40.
- FOISSNER W. (1969 a). — Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte. I. Teil. *Protoplasma*, **68**, 23-45.
- FOISSNER W. (1969 b). — Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte. II. Teil. *Protoplasma*, **68**, 433-456.
- FOISSNER W. (1970). — Corticale Morphogenese bei *Colpidium kleini* (Ciliata, Holotricha). *Acta Protozool.*, **8**, 129-142.
- GUHL W. (1972). *Opercularia inclinans* (O. F. MÜLLER 1786) nov. comb., ein symphoriontes Peritrich von Oligochaeten. *Zool. Anz.*, **189**, 351-356.
- HOOPS E. S. & LANG M. E. (1964). — Observations on argentophilic granules of certain peritrichs. *J. Protozool.*, **11**, 21-30.
- KAHL A. (1930-35). — Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata. In: DAHL F., *Die Tierwelt Deutschlands*. G. Fischer, Jena.
- KAZUBSKI S. L. (1958). — *Semitrichodina* gen. nov. *sphaeronuclea* (LOM, 1956) (*Peritricha* - *Urceolariidae*) in *Schistophallus orientalis* CLESS. (*Pulmonata* - *Zonitidae*) in Poland. *Bull. Acad. Polon. Sciences*, **6**, 109-112.
- KAZUBSKI S. L. (1967). — Study on the growth of skeletal elements in *Trichodina pediculus* EHRBG. *Acta Protozool.*, **5**, 37-48.
- KAZUBSKI S. L. (1971). — Morphological variability of *Semitrichodina sphaeronuclea* (LOM, 1956). *Acta Protozool.*, **8**, 251-259.
- KAZUBSKI S. L. & MIGALA K. (1968). — *Urceolariidae* from breeding carp — *Cyprinus carpio* L. in Zabieniec and remarks on the seasonal variability of trichodinids. *Acta Protozool.*, **6**, 137-160.
- KEISER A. (1921). — Die sessilen peritrichen Infusorien und Suctorien von Basel und Umgebung. *Rev. Suisse Zool.*, **28**, 221-341.
- KLEIN B. M. (1926 a). — Über eine neue Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus* EHRBG. *Zool. Anz.*, **67**, 1-2.
- KLEIN B. M. (1926 b). — Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. *Arch. Protistenk.*, **56**, 243-279.
- KLEIN B. M. (1927). — Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Ihr Verhalten während Teilung und Konjugation, neue Silberbilder, Nachträge. *Arch. Protistenk.*, **58**, 55-142.

- KLEIN B. M. (1928). — Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. *Arch. Protistenk.*, **62**, 163-246.
- KLEIN B. M. (1942). — Das Silberlinien-oder neuroformative System der Ciliaten. *Ann. naturhist. Mus. Wien*, **53**, 156-336.
- KLEIN B. M. (1958). — The « dry » silver method and its proper use. *J. Protozool.*, **5**, 99-103.
- KNIE K. & GAMS H. (1962). — Bemerkenswerte Wässer im Seewinkel, Burgenland. *Wasser und Abwasser. « Beiträge zur Gewässerforschung »*, **III**, 3-46.
- KRALIK U. (1957). — Untersuchungen über den Bewuchs von peritrichen Ciliaten in einigen Fließgewässern bei Leipzig. *Wiss. Ztschr. der 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.
- LOM J. (1966). — Sessiline peritrichs from the surface of some freshwater fishes. *Folia Parasitologica*, **13**, 36-56.
- LOM J. (1970). — Observations on trichodinid ciliates from freshwater fishes. *Arch. Protistenk.*, **112**, 153-177.
- LOM J. & CORLISS J. O. (1968 a). — Observations on the fine structure of two species of the peritrich ciliate genus *Scyphidia* and on their mode of attachment to their host. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **87**, 493-509.
- LOM J., CORLISS J. O. & NOIROT-TIMOTHÉE C. (1968 b). — The ultrastructure of the buccal apparatus in thigmotrich ciliates and its bearing on thigmotrich-peritrich affinities. *J. Protozool.*, **15**, 824-840.
- LOWE A. O., Mc QUEEN A. P., RANGANATHAN V. S. & FINLEY H. E. (1967). — On pellicular striations as taxonomic characteristics of peritrichs (Abstr.). *J. Protozool.*, **14** (Suppl.), 30.
- LUST S. (1950). — Symphorionte Peritriche auf Käfern und Wanzen. *Zool. Jb. (Systematik)*, **79**, 353-463.
- NENNINGER U. (1948). — Die Peritrichenfauna der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung der Wirtsspezifität. *Zool. Jb. (Systematik)*, **77**, 167-266.
- NOIROT-TIMOTHÉE C. (1968). — Les sacs parasomax sont des sites de pinocytose. Etude expérimentale à l'aide de thorotrast chez *Trichodinopsis paradoxa* (ciliata, peritricha). *C. R. Acad. Sci.* **267**, 2 334-2 336.
- PENARD E. (1922). — Etude sur les infusoires d'eau douce. *Georg & Cie. Genève*.
- PESCHEK E. (1961). — Beiträge zur Biologie der Salzlacken im Neusiedler-See-Gebiet. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **14**, 1 124-1 131.
- PRECHT H. (1935). — Epizooen der Kieler Bucht. *Nova Acta Leopold.*, **3**, 405-474.
- RAABE J. & RAABE Z. (1961). — *Urceolariidae* from fresh-water and terrestrial molluscs in Poland. *Acta Parasitol. Pol.*, **9**, 141-152.
- RANDALL J. T. & HOPKINS J. M. (1962). — On the stalks of certain peritrichs. *Phil. Trans. Roy. Soc. London (Ser. B)*, **245**, 59-79.
- REID R. (1967). — Morphological studies on three *Vorticella* species. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **86**, 486-493.
- ROUILLER Ch. & FAURÉ-FREMIET E. (1958). — Ultrastructure des cinétosomes à l'état de repos et à l'état ciliifère chez un cilié péritriche. *J. Ultrastr. Res.*, **1**, 289-294.
- SCHUBEL J. (1973). — Die sessilen Ciliaten unserer Süßwasserfische unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Apisoma* BLANCHARD.
- SCHIFFMANN H. (1971). — Substral verändert das Silberliniensystem des Pantoffeltieres. *Mikrokosmos*, **60**, 213-216.
- SCHRÖDER O. (1906a). — Beiträge zur Kenntnis von *Campanella umbellaria* L. sp. *Arch. Protistenk.*, **7**, 75-105.
- SCHRÖDER O. (1906b). — Beiträge zur Kenntnis von *Epistylis plicatilis* (EHRBG.). *Arch. Protistenk.*, **7**, 173-184.
- SCHRÖDER O. (1906c). — Beiträge zur Kenntnis von *Vorticella monilata* TATEM. *Arch. Protistenk.*, **7**, 395-410.
- SOMMER G. (1951). — Die peritrichen Ciliaten des großen Plöner Sees. *Arch. Hydrobiol.*, **44**, 349-440.
- STILLER J. (1941). — Einige Gewässer der Umgebung von Szeged und ihre Peritrichenfauna. *Arch. Hydrobiol.*, **38**, 313-435.
- STILLER J. (1946). — Beitrag zur Kenntnis der Peritrichenfauna der Schwefelthermen von Split. *Ann. Hist. Nat. Mus. Hung.*, **39**, 19-57.
- ZAGON I. S. (1970). — *Carchesium polypinum*: Cytostructure after protargol silver deposition. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **89**, 450-468.
- ZAGON I. S. (1971). — Scanning electron microscope observations on some life history stages of *Carchesium polypinum* (Ciliata, Peritricha). *J. Protozool.*, **18**, 317-328.
- ZAGON I. S. & SMALL E. B. (1970). — *Carchesium polypinum*: Somatic and buccal structure analysis after protargol staining. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **89**, 443-449.