J. Protozool., 26(1), 1979, pp. 90–103
© 1979 by the Society of Protozoologists

Morphologie, Infraciliatur und Ökologie der limnischen Tintinnina: *Tintinnidium fluviatile* Stein, *Tintinnidium pusillum* Entz, *Tintinnopsis cylindrata* Daday und *Codonella cratera* (Leidy) (Ciliophora, Polyhymenophora)*

WILHELM FOISSNER und NORBERT WILBERT

Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A-5020 Salzburg (Austria) und Zoologisches Institut der Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloß, Bonn (West Germany)

SYNOPSIS. Structure, infraciliature, and ecology of 4 fresh-water Tintinnina were investigated. The lorica of *Tintinnidium fluviatile* is gelatinous, fragile, and contains some agglutinated material mainly of biologic origin. Its infraciliature consists of ~ 10 kineties, with kinetosomes arranged in pairs. Only one basal body of a pair is ciliated, except for the uppermost 1-4 pairs which have 2 slightly elongated cilia. In *Tintinnidium fluviatile*, *Tintinnidium pusillum*, and *Tintinnopsis cylindrata* there are 2 prominent ventral organelles. The lorica of *T. pusillum* is gelatinous and coated with much agglutinated material of biologic and nonbiologic origin. Its infraciliature is similar to that of *T. fluviatile*, but the uppermost pair of kinetosomes has elongated cilia. The firm loricae of *T. cylindrata* and *Codonella cratera* are built mainly of sharp-cornered structures. The infraciliature of *T. cylindrata* is composed of ~ 10 kineties with kinetosomes not arranged in pairs. The infraciliature of *C. cratera* consists of ~ 32 kineties, in some of which the kinetosomes are paired, e.g. ventral kinety, and in others not paired, e.g. cilia of the very prominent lateral field and of the other somatic kineties. The uppermost kinetosomes of each somatic kinety are paired and have elongated cilia. In addition, there is an unusual ventro-lateral kinety. The oral apparatus consists of adoral membranelles and a paroral membrane. The membranelles that enter the praeoral cavity are very elongate, a feature perhaps unique to Polyhymenophora. The fibrillar system consists of a prominent praeoral ring formed by fibrils extending from the adoral membranelles. A finely meshed silverline system extends over the entire cell.

A review of the ecology of the fresh-water Tintinnina indicated that water temperature seems to be the most essential ecologic factor.

The systematic position of the Tintinnina is discussed in light of their infraciliature. It is concluded that these organisms are most closely related to Oligotrichina, and probably to Heterotrichina.

Index Key Words: Tintinnina; *Tintinnidium fluviatile*; *Tintinnidium pusillum*; *Tintinnopsis cylindrata*; *Codonella cratera*; lorica; infraciliature; silverline system; taxonomy; ecology; light microscopy; scanning electron microscopy.

ZUSAMMENFASSUNG. Es wurde die Morphologie, Infraciliatur und Ökologie von 4 limnischen Tintinnina untersucht. Am gelatinösen, verformbaren Gehäuse von *Tintinnidium fluviatile* ist verschiedenes biogenes Material agglutiniert. Die Infraciliatur besteht aus ~ 10 Somakineten mit paarig angeordneten Kinetosomen. Mit Ausnahme der obersten 1-4 Paare, die leicht verlängerte Cilien besitzen, ist jeweils nur der posteriore Basalkörper eines Paares bewimpert. Bei *Tintinnidium fluviatile*, *Tintinnidium pusillum* und *Tintinnopsis cylindrata* wurden 2 Ventralorganellen entdeckt. Das gelatinöse Gehäuse von *T. pusillum* ist mit zahlreichen agglutinierten biogenen und nicht biogenen Partikeln bedeckt. Die Infraciliatur ist ähnlich der von *T. fluviatile*, jedoch besitzt nur das oberste Basalkörperpaar verlängerte Cilien. Die starren Gehäuse von *T. cylindrata* und *Codonella cratera* sind hauptsächlich aus scharfkantigen Schollen aufgebaut. Die Infraciliatur von *T. cylindrata* setzt sich aus ~ 10 Kineten zusammen, deren Basalkörper nicht in Paaren angeordnet sind. Die Infraciliatur von *C. cratera* besteht aus ~ 32 Kineten, deren Kinetosomen teils in Paaren (Ventralkinete), teils unpaar (Lateralfeld, Somakineten) stehen. Die ersten Basalkörper jeder Somakinete sind paarig angeordnet und besitzen verlängerte Cilien. Außerdem findet sich eine sonderbare Ventro-Lateralkinete. Der Oralapparat besteht aus adoralen Membranellen und einer paroralen Membran. Die in die praeorale Höhle hinabsteigenden Membranellen sind stark verlängert, was vermutlich unter den Polyhymenophora einzigartig ist. Das Fibrillensystem besteht aus einem praeoralen Ring, der durch Fibrillen, die von den adoralen Membranellen abgehen, gebildet wird. Das Silberliniensystem ist ein sehr engmaschiges, den ganzen Organismus überziehendes Netz.

Ein zusammenfassender Überblick der Ökologie der Süßwasser-Tintinnina zeigte, daß für sie die Wassertemperatur ein entscheidender ökologischer Faktor sein dürfte.

Die systematische Stellung der Tintinnina wird unter dem Aspekt ihrer Infraciliatur diskutiert. Danach sind sie den Oligotrichina, vielleicht auch den Heterotrichina am nächsten verwandt.

DIE Süßwasser-Tintinnina sind seit den Monographien von Daday (8) und Entz (12), die nun schon über 60 Jahre zurückliegen, nicht mehr eingehend bearbeitet worden. Aber auch diese Forscher haben bei ihren Untersuchungen das Hauptgewicht auf die Morphologie der Gehäuse gelegt und die Zooide eher vernachlässigt. Insbesondere die dort zusammengefaßten Angaben über die Infraciliatur sind einander so widersprechend, daß offensichtlich ist, daß viele Fehlbeobachtungen vorliegen. Entz (12) war z. B. der Meinung, daß die Organisationsverhältnisse der limnischen Tintinnina so vollkommen übereinstimmen, daß er sich bloß auf die Beschreibung der Gehäuse beschränken könnte. Aber auch über die Infraciliatur der marinen Tintinnina sind bisher nur sehr wenige genauere Daten bekannt geworden. Hervorgehoben zu werden verdienen die ausgezeichneten Studien von Fauré-Fremiet (14) und Schweyer (51), die viele der älteren Befunde richtiggestellt und vor allem den Bau des Oralapparates im wesentlichen richtig aufgefaßt haben. Die vielen Fehlbeobachtungen hinsichtlich der Infraciliatur sind allerdings verständlich, da alle Tintinnina außerordentlich schwierig zu beobachten sind, da sie sich ständig bewegen und bei der geringsten Störung das

* Mit dankenswerter Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, der Jubiläumsstiftung der Österreichischen Nationalbank, der Gesellschaft zur Förderung der Hochschule für Bodenkultur, des Österreichischen MAB-6 Programmes der UNESCO sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Gehäuse verlassen und dann ihre natürliche Form vollständig einbüßen (vgl. z. B. 8, 11, 13, 51).

So ist es nicht erstaunlich, daß sich die Taxonomie dieser sehr artenreichen Gruppe derzeit fast ausschließlich nach der Morphologie der Gehäuse richtet (s. z. B. 12, 39, 50). Aber schon Brandt (2) hat völlig richtig bemerkt, daß man bei ausschließlicher Berücksichtigung der Gehäuse und ihrer Strukturverhältnisse nur zu einem künstlichen System gelangen kann. Zwar finden sich einige ältere (z. B. 2) und neuere (z. B. 59) Ansätze, die Infraciliatur zur systematischen Gliederung heranzuziehen, doch mußten diese mangels genauer Daten unvollständig und fehlerhaft bleiben.

Aus diesen Gründen heraus erschien es uns eine interessante Aufgabe, die Infraciliatur einiger limnischer Tintinnina mit dem Protargolimprägnationsverfahren zu untersuchen, zumal überhaupt erst eine einzige Protargolstudie über die Tintinnina vorliegt (28). Unsere Ergebnisse berechtigen schon jetzt zu dem Schluß, daß es bei weiterem Studium der Infraciliatur typischer limnischer und mariner Arten möglich sein müßte, nicht nur zu einem natürlicheren System zu gelangen, sondern auch abzuklären, ob man die Oligotrichida als Ordnung oder Unterklasse aufzufassen hat (s. 6).

MATERIAL UND METHODEN

Genaue Fundortangaben zu den hier behandelten Arten finden sich unter dem Abschnitt „Ökologie."

Die Darstellung der Infraciliatur erfolgte bei *Tintinnidium pusillum* (Entz) mit der Protargolmethode nach Wilbert (65), bei den anderen Arten mit einer geringen Modifikation derselben (17). Das Silberliniensystem wurde mit einer trockenen Versilberungsmethode (16) imprägniert, der Kernapparat mit Orcein-Essigsäure angefärbt. Ergänzt wurden diese Untersuchungen durch sorgfältige Studien der lebenden Tiere. Diese stoßen allerdings wegen ihrer schon einleitend erwähnten großen Empfindlichkeit auf beträchtliche Schwierigkeiten.

Zur rasterelektronenmikroskopischen (SEM) Untersuchung der Gehäuse wurden einzelne leere Gehäuse auf einen Objektträger pipettiert und luftgetrocknet. Anschließend wurde ein entsprechendes etwa 5 × 5 mm großes Stück aus dem Objektträger herausgeschnitten, auf einem SEM-Objektträger angeklebt, mit Kohle besputtert und mit dem Cambridge Stereoscan scanning electron microscope Mark II untersucht. Die Verbindung zwischen Glasobjektträger und SEM-Objektträger erfolgte über eine Leitsilberbrücke.

ERGEBNISSE

Erläuterungen zu den graphischen Darstellungen

Wegen der großen Schwierigkeiten bei der Lebendbeobachtung der Tintinnina ist es nicht möglich, den Verlauf und die Länge der Kineten beim lebenden Tier mit ausreichender Sicherheit zu erkennen. Aus diesem Grund muß sich die zeichnerische Rekonstruktion zum Großteil auf die Protargolpräparate stützen, bei denen man zwar den Verlauf der Wimperreihen ohne Schwierigkeiten rekonstruieren kann, deren Länge aber wegen der unvermeidlichen Schrumpfungen bei der Präparation nicht. Unverändert bleibt aber trotz der Schrumpfungen das Verhältnis der Kinetenlängen, d. h. ist eine Wimperreihe beim lebenden Tier länger als die ihr benachbarte, so wird sie das auch in den Präparaten sein. Diese Tatsache ermöglicht im Kinetendiagramm die Konstruktion der Basislinie.

Neben der üblichen graphischen Darstellung, die sich sowohl auf Lebendbeobachtungen als auch auf Protargolpräparate stützt (Abb. 1, 3, 5, 8, 9), wird für die Tintinnina ein spezielles Kinetendiagramm (Abb. 2, 4, 6, 10) vorgeschlagen, das wie folgt konstruiert wird und folgende Vorteile bietet:

Da der bewimperte Teil des Körpers der Tintinnina annähernd einem Zylinder gleicht und die Gehäusebreite annähernd der Breite des Tieres bei geöffnetem Peristom entspricht (vgl. 3), wird der doppelte Umfang des Gehäuses in Form eines waagrechten Balkens aufgetragen, wobei 10 μm 1 cm auf der Zeichnung entsprechen. Dadurch kommt es zwar zu einer geringen Verzerrung des Längen-Breitenverhältnisses [z. B. *Codonella cratera* (Leidy)], was sich jedoch nicht besonders störend auswirkt, da dies auf den Zeichnungen ausgeglichen werden kann bzw. aus den Fotografien ersichtlich ist.

In diesem Balken kann nun die durchschnittliche Anzahl der adoralen Membranellen in Form von kleinen Rechtecken eingezeichnet werden, wobei verlängerte Membranellen durch entsprechend verlängerte Rechtecke dargestellt werden. Die in die praeorale Höhle hinabsteigenden Membranellen werden durch Schraffur gekennzeichnet.

Senkrecht zu dem horizontalen Balken werden die Somakineten aufgetragen, wobei aber nicht ihre tatsächliche Länge genommen werden kann, sondern die in den Protargolpräparaten gemessene. Um die Übersichtlichkeit des Diagramms zu erhöhen, wird pro μm Kinetenlänge 1 cm aufgetragen. Ein spiraliger Kinetenverlauf (s. *C. cratera*) bleibt im Diagramm unberücksichtigt. Er wird durch ein Kreuzzeichen hinter dem Speciesnamen angezeigt.

Auch die unterschiedlichen Abstände der Kineten voneinander können im Diagramm durch entsprechend weite bzw. enge Abstände ausgedrückt werden. Ferner auch andere spezielle Cilienorganisationen (z. B. Ventralorganellen).

Verbindet man die unteren Endpunkte der Somakineten, so erhält man die Basislinie, von der wir vermuten, daß ihre Form für die Taxonomie der niederen Kategorien wichtig sein könnte, da sich die von uns untersuchten Arten in dieser Hinsicht beträchtlich unterscheiden.

Anschließend wird auf den Somakineten die durchschnittliche Anzahl der Basalkörper gleichmäßig verteilt aufgetragen. Dabei bleiben ev. vorhandene geringe Unterschiede im Abstand derselben unberücksichtigt, da nicht immer zu entscheiden ist, ob diese natürlich oder ein Artefakt sind. Genau kann dagegen eingezeichnet werden, ob es sich um einfache oder in Zweiergruppen stehende Basalkörper handelt und ob sie bewimpert sind oder nicht. Die teils sehr unterschiedliche Länge der Cilien bleibt aus Gründen der Übersichtlichkeit ebenfalls unberücksichtigt. Die Cilien werden durch waagrechte Striche symbolisiert.

Für die Bestimmung der Länge der Somakineten, Anzahl der Basalkörper und der Anzahl der adoralen Membranellen werden jeweils 10 Tiere gemessen bzw. gezählt.

Um zu vergleichbaren Ergebnissen bei späteren Forschungen zu gelangen, wird vorgeschlagen, die so konstruierten Diagramme im Druck um ~ ⅔ zu verkleinern.

Gehäuse und Taxonomie

Die Gehäuse der vier untersuchten Arten unterscheiden sich sowohl in ihrer Feinstruktur als auch im chemischen Verhalten sehr deutlich. Während ihre Länge und die Belegung mit Fremdkörpern teils sehr wechselnd ist, wohl deswegen, weil man unfertige oder beschädigte Gehäuse oft nicht von normalen unterscheiden kann, erweist sich der Gehäusedurchmesser als ziemlich konstant (Tab. 1), was die Vermutung anderer Autoren (13, 19) bestätigt, daß die Gehäusebreite taxonomisch verwertbar ist. Unsere Identifikationen richten sich daher in erster Linie nach diesem Merkmal. Die in der Literatur vereinzelt auffindbaren stark abweichenden Werte im Gehäusedurchmesser von *Tintinnidium fluviatile* Stein (29, 52) könnten darauf zurückgeführt werden, daß andere Arten untersucht worden sind. Ob das von marinen und Brackwasser-Biotopen beschriebene *T. fluviatile*

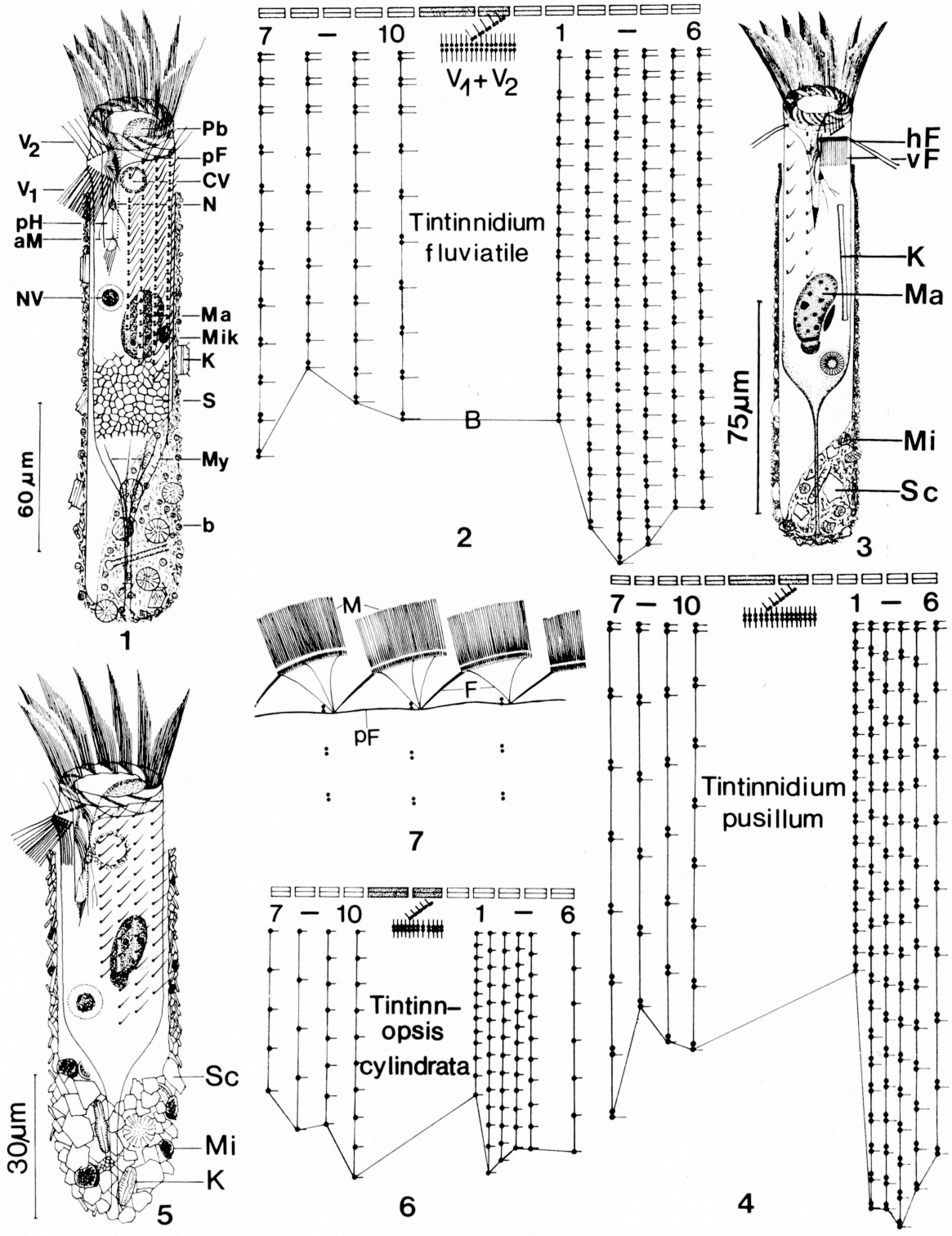
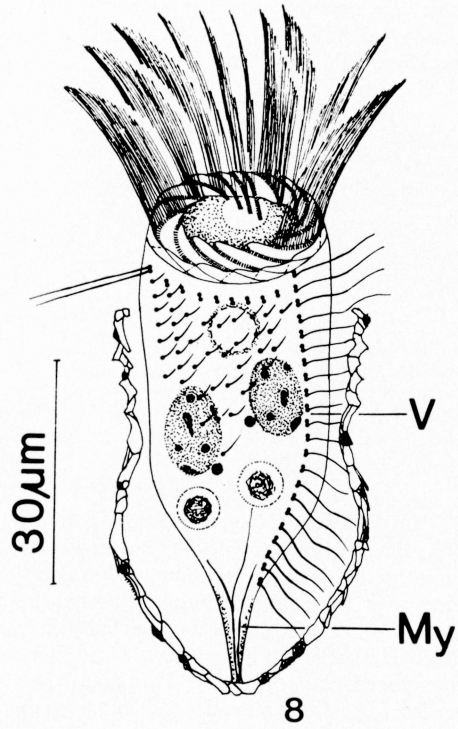
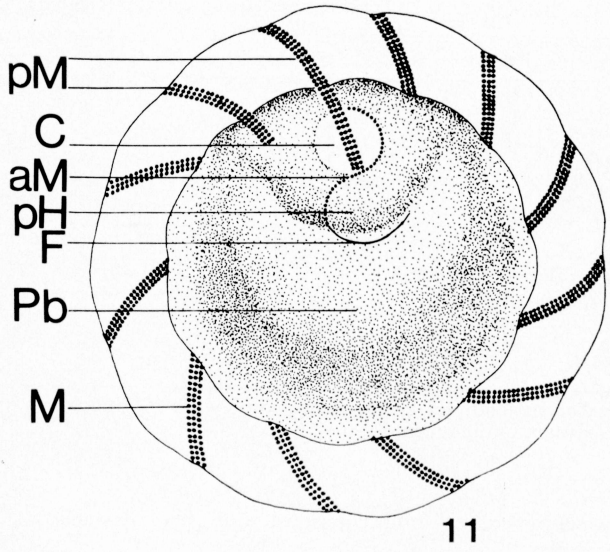


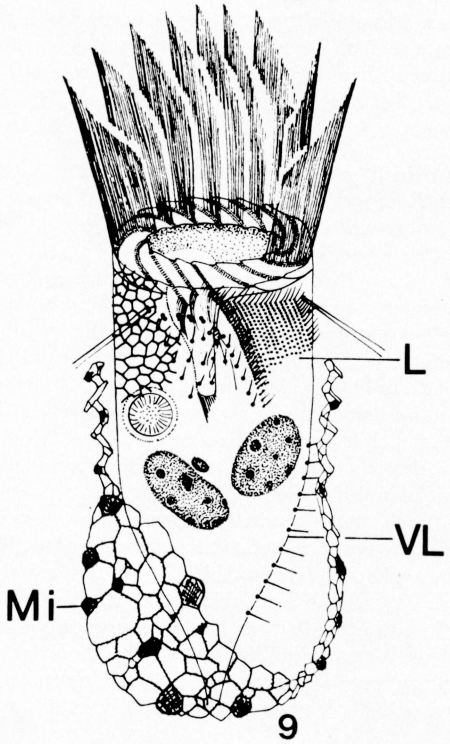
Abb. **1-11**. [Leicht schematisierte Zeichnungen der untersuchten Tintinnina. Kombiniert nach Lebendbeobachtungen (Körperform, Gehäuse) und Protargolpräparaten (Infraciliatur).] **1**. *Tintinnidium fluviatile* links-lateral. Kineten 1-4 sind sichtbar; Peristomboden ist gehoben. aM, parorale Membran; b, bräunliche Kügelchen auf dem Gehäuse; CV, kontraktile Vakuole; K, Kieselalge; Ma, Makronucleus; Mik, Mikronucleus; My, Myoneme des Stieles; N, „Neuromotorium"; NV, Nahrungsvakuole; Pb, Peristomboden; pF, praeoraler Fibrillenring; pH, praeorale Höhle; S, Silberliniensystem; V_1 und V_2, Ventralorganell 1 und 2. **2**. Kinetendiagramm von *T. fluviatile*. B, Basislinie; $V_1 + V_2$, Ventralorganell 1 und 2. **3**. *Tintinnidium pusillum* ventral. Kineten 9 und 10 sind sichtbar; Makronucleus zeigt das Reorganisationsband. hF, horizontale Fibrille des Ventralorganells 1; K, Kieselalge; Ma, Makronucleus; Mi, agglutinierte Mineralkörner; Sc, scharfkantige Schollen des Gehäuses; vF, vertikale Fibrillen des Ventralorganells 1. **4**. Kinetendiagramm von *T. pusillum*. **5**. *Tintinnopsis cylindrata* links-lateral. Kineten 1-4 sind sichtbar. K, Kieselalge; Mi, agglutinierte Mineralkörner; Sc, scharfkantige Schollen des Gehäuses. **6**. Kinetendiagramm von *T. cylindrata*. **7**. Ausschnitt des Fibrillensystems der adoralen Membranellen von *Tintinnidium pusillum*. F, Fibrille; M, adorale Membranellen (nicht in der vollen Höhe gezeichnet); pF, praeoraler Fibrillenring. **8**.



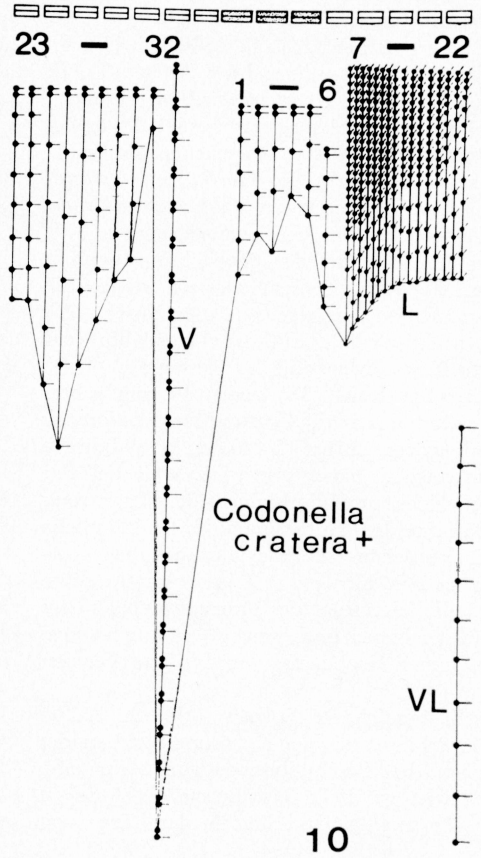
8



11



9



10

Codonella cratera dorso-ventral. Kineten 23-32 sind sichtbar. My, Myoneme des Stieles; V, Ventralkinete. **9**. *C. cratera* ventral. Kineten 1-23 sind sichtbar. L, Lateralfeld; Mi, agglutinierte Mineralkörner; VL, Ventro-Lateralkinete. **10**. Kinetendiagramm von *C. cratera*. L, Lateralfeld; V, Ventralkinete; VL, Ventro-Lateralkinete. **11**. Scheitelansicht des Peristoms von *Tintinnidium pusillum*. aM, parorale Membran; C, Cytostom; F, Fibrille; M, adorale Membranellen; Pb, Peristomboden; pH, praeorale Höhle; pM, praeorale Membranellen. Bei *C. cratera* sind die meisten Cilien aus Gründen der Übersichtlichkeit verkürzt gezeichnet.

TABELLE 1. *Zusammenstellung wichtiger biometrischer Daten der untersuchten Tintinnina.**

Untersuchte Parameter	*Tintinnidium fluviatile*	*Tintinnidium pusillum*	*Tintinnopsis cylindrata*	*Codonella cratera*
Gehäuse				
Länge†	130–160	100–150	65–90	45–53
Breite†	38–42	25–30	27–29	31–39
Makronuclei				
Anzahl	1	1	1	2
Größe†	20–25 × 10–12	18–25 × 10–12	12–18 × 6–8	7–17 × 5–13
Membranellen				
Anzahl (adorale und praeorale)	12–14	11–13	11	15
Länge der Basis adorale†	8.5–9.5	5.0–5.5	4–5	9.5–10.5
praeorale†	~20	~11	~10	~12
Somakineten				
Anzahl	10–11	9–11	9–10	29–32

* Die Angaben basieren auf der Messung von jeweils 10 Individuen und wurden mit Ausnahme der Länge und Breite des Gehäuses den Protargolpräparaten entnommen.
† in μm.

(20, 61) mit der Süßwasserform identisch ist, muß ebenfalls näher untersucht werden.

Tintinnidium fluviatile Stein, 1863 (55, 58).—Aus der Gattung *Tintinnidium* (38) sind bisher 5 nicht leicht trennbare Süßwasserarten beschrieben worden: *T. fluviatile* Stein, 1863 (55), *T. fluviatile* var. *emarginatum* Maskell, 1886-87 (44), *T. semiciliatum* Sterki, 1879 (57), *T. pusillum* Entz, 1909 (13), *T. ranunculi* Penard, 1922 (46) und *T. ephemeridium* Hilliard, 1968 (30). Mit Ausnahme der 2 hier beschriebenen Arten bedürfen aber alle der Nachprüfung, da die angegebenen Merkmale eine sichere Bestimmung nicht ermöglichen. Die Varietät *emarginatum* darf man in Zukunft wohl fallen lassen, da die breite Unterbrechung der adoralen Zone sicher eine Fehlbeobachtung ist (37). Sie ensteht dann, wenn die Tiere bei der Beobachtung gepreßt und geschädigt werden. Es ist auch nicht sinnvoll, damit die sessile Form von *T. fluviatile* zu benennen, wie dies Nusch (45) vorgeschlagen hat, da praktisch alle Süßwasserarten hin und wieder festsitzend angetroffen worden sind (s. Ökologie).

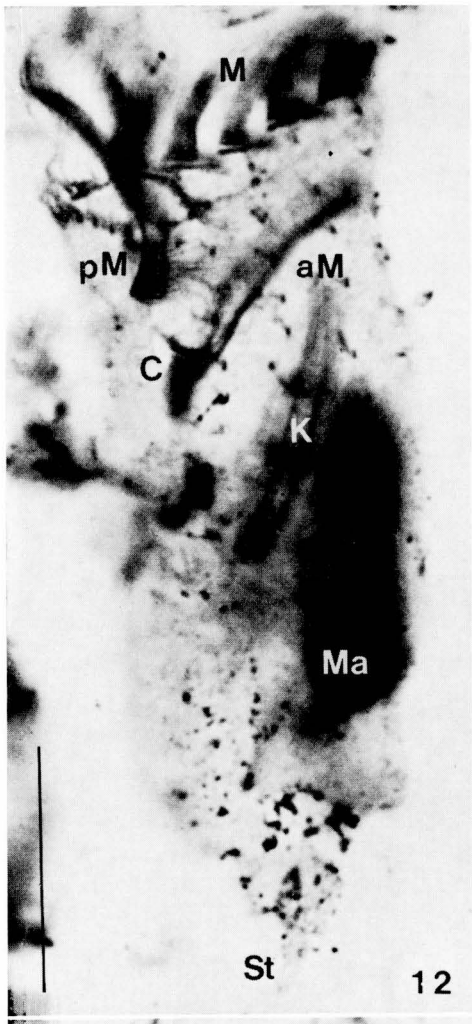
Tintinnidium ranunculi hat Kahl (36) zuerst für ein echtes *Tintinnidium* gehalten, später aber in die Gattung *Strombidinopsis* versetzt (37), die neuerdings von Corliss (5) zu den Strobilidiidae gestellt wurde. Möglicherweise handelt es sich aber bei der Gattung *Strombidinopsis* doch um Tintinnina mit sehr zartem Gehäuse (vgl. 31), worauf ihre den Tintinnina auffallend ähnliche Bewimperung hinweist. Vielleicht ist diese Gattung aber überhaupt künstlich, indem es sich hier um bereits bekannte echte Tintinnina handelt, die lediglich infolge des Transportes nach dem Fang das Gehäuse verlassen haben und dann oft ziemlich lange ohne dieses herumschwimmen, wobei sie verschiedene Formen annehmen können.

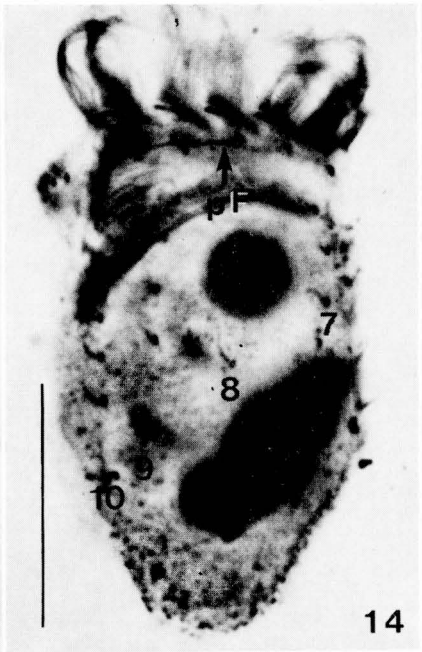
Unsere als *T. fluviatile* bezeichnete Species (Abb. 1, 21-26) entsprach in den Größenverhältnissen, der Form und Struktur des Gehäuses im wesentlichen den Beschreibungen von Stein (56) und Entz (11). Das leicht gelbliche bis braune Gehäuse ist gelatinös, biegsam, oft sehr fragil und variiert in der Länge von 54 μm (22) bis 300 μm (11). Die Gehäusebreite wird dagegen ziemlich übereinstimmend mit 45-55 μm angegeben (11, 12, 20, 22). Die mit Methylenblau nur wenig anfärbbare Grundsubstanz des Gehäuses wies rasterelektronenmikroskopisch keine definierte Struktur auf (Abb. 21, 22). Die bereits lichtmikroskopisch auffälligen kleinen, bräunlichen Kügelchen (11, 55) besitzen im SEM eine warzige Oberfläche (Abb. 22). Ihre Natur konnte nicht aufgeklärt werden. Die Innenseite des Gehäuses ist ganz glatt (vgl. 11), die Außenseite infolge von agglutinierten Diatomeen, Detritus und wenigen Mineralkörnern dagegen unregelmäßig. Die Form des Gehäuses gleicht im wesentlichen einer unten abgerundeten, geschlossenen Röhre, die dem darin befindlichen Tier ziemlich eng anliegt. S-förmig gekrümmte Gehäuse (11) konnten wir nicht beobachten.

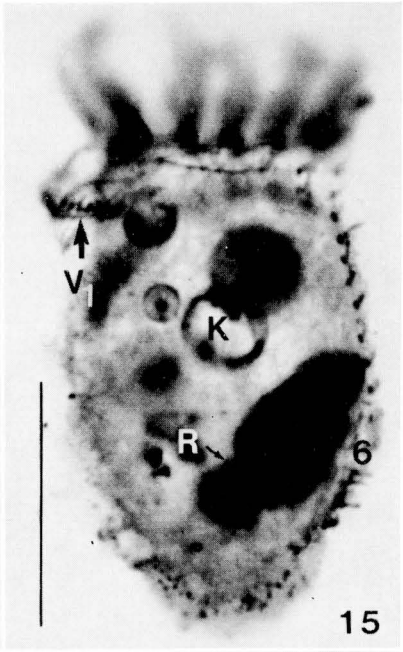
Tintinnidium pusillum Entz, 1909 (13).—Diese Species besitzt nach Entz (13) ein mit Methylenblau intensiv anfärbbares, 48-90 μm langes und 18-24 μm breites Gehäuse, in dessen wabiger Grundsubstanz viele Fremdkörper eingelagert sind. Sie soll 16 adorale Membranellen, Cilien in Kragenhöhe und einen Makronucleus besitzen. Diese Beschreibung paßt mit Ausnahme der Membranellenanzahl gut auf die von uns im Poppelsdorfer Weiher (Bonn) gefundene Species, die früher (64) irrtümlich als *Tintinnopsis cylindrata* Daday identifiziert worden ist. Die netzig wabige Grundsubstanz konnten wir zwar nicht bemerken, jedoch kann man auf dem sich intensiv färbenden Gehäuse viele kleine, eckige Schollen (Abb. 3) wahrnehmen, die bei etwas oberflächlicher Betrachtung den Eindruck einer Wabenstruktur vermitteln. Die Form des nach unten manchmal etwas erweiterten, leicht bis deutlichen braunen und ebenfalls ziemlich fragilen Gehäuses gleicht einer abgerundeten (Abb. 3), selten auch zugespitzten Röhre (vgl. 13). Seine Innenseite ist glatt, die Außenseite durch viele anhaftende Fremdkörper (leere Diatomeenschalen, Detritus, Mineralkörner) unregelmäßig. Im oralen Teil des Gehäuses ist die sonst sehr dichte Belegung mit Fremdkörpern im allgemeinen sehr gering, und die Wandstärke des Gehäuses nimmt ab. Raster-

→

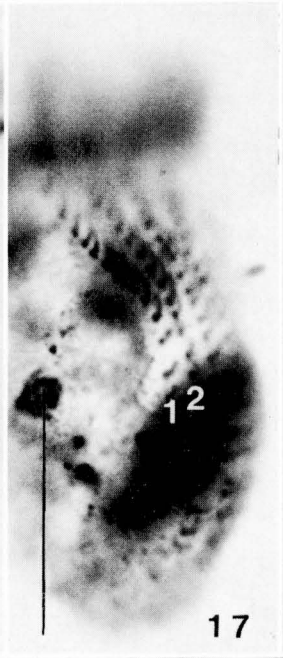
Abb. **12-20**. [Protargolimprägnationen von *Tintinnidium pusillum*.] **12**, **13**. Rechts-laterale Gesamtansichten, welche die adoralen Membranellen (M), die praeoralen Membranellen (pM), die parorale Membran (aM), das Cytostom (C), die Ventralorganellen (V_1, V_2), den Makronucleus (Ma), den Stiel (St), Nahrungsvakuolen mit Kieselalgen (K) und die Kineten 7-10 zeigen. Skala 20 μm. **14-17**. Ein Tier in verschiedenen Ebenen fotografiert, um den Verlauf der Kineten 1-10, den praeoralen Fibrillenring (pF), ein Ventralorganell (V_1) und das Reorganisationsband (R) des Makronucleus zu zeigen. Skala 22 μm. **18**. Das erste Basalkörperpaar jeder Somakinete besitzt 2 lange Cilien (Pfeil). Bei den anderen Basalkörperpaaren ist nur der caudad gelegene Basalkörper bewimpert. Skala 22 μm. **19**. Diese Abbildung läßt die Infraciliatur des Oralapparates mit paroraler Memban (aM), adoralen und praeoralen Membranellen, praeoralem Fibrillenring (pF) und die vom „Neuromotorium" (N) abgehenden feinen Fibrillen (Pfeil) gut erkennen. Skala 8 μm. **20**. Dicht unterhalb des Ventralorganells 1 verläuft eine stark imprägnierbare Fibrille (hF). Skala 10 μm.


M
pM
aM
C
K
Ma
St
12

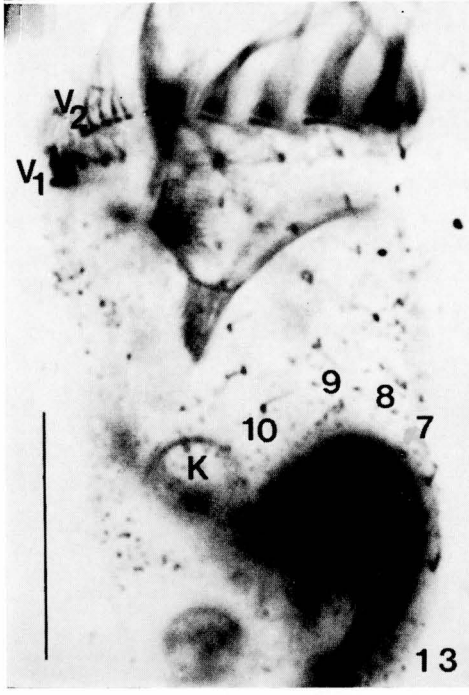

pF
7
8
9
10
14

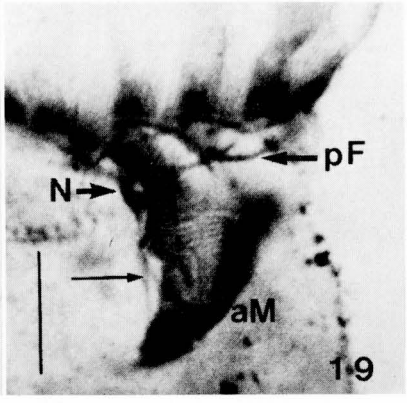

V1
K
R
6
15

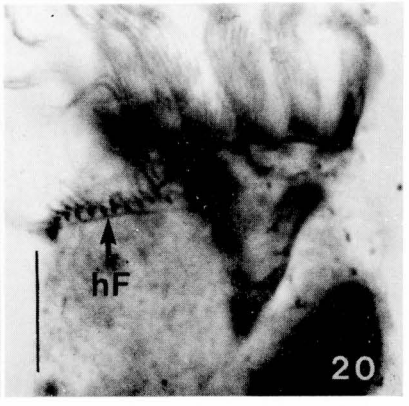
3
4
5
16

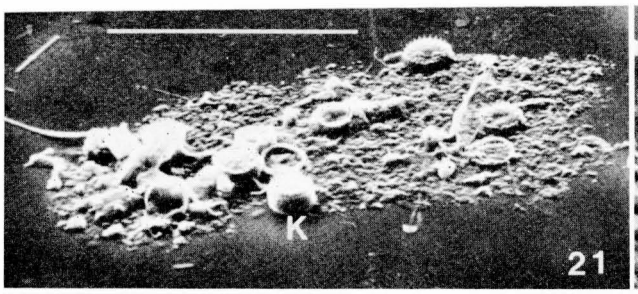

12
17

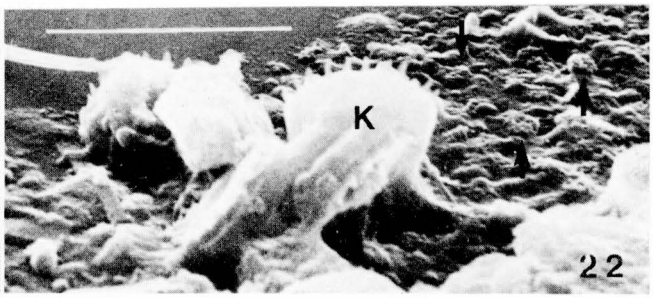
18

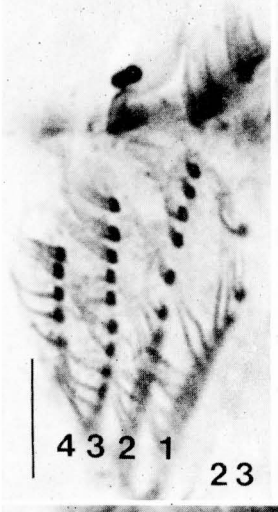

V2
V1
9
8
10
7
K
13

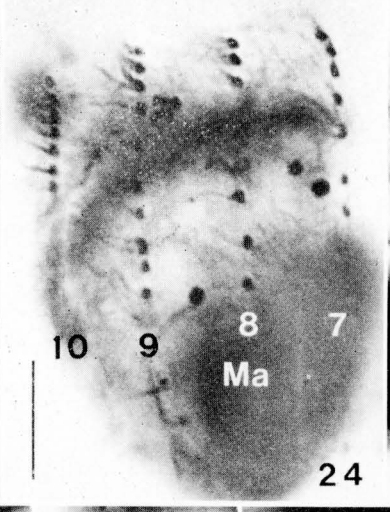

pF
N
aM
19

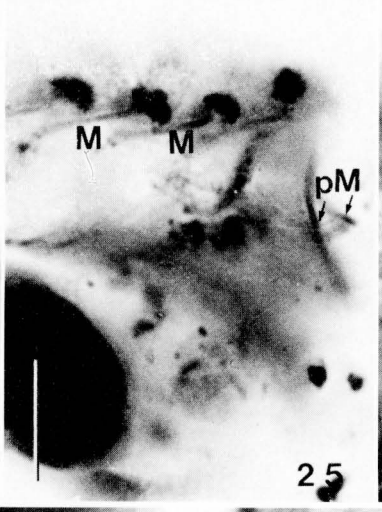

hF
20

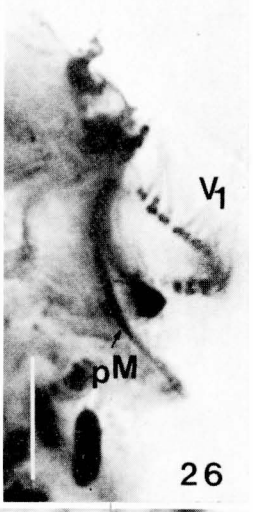

K
21

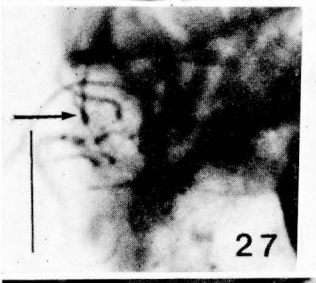

K
22

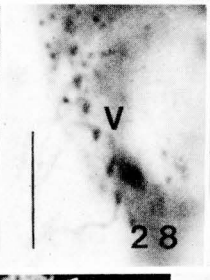

4 3 2 1
23

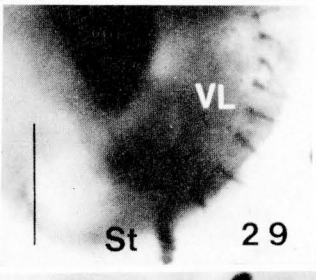

10
9
8
7
Ma
24

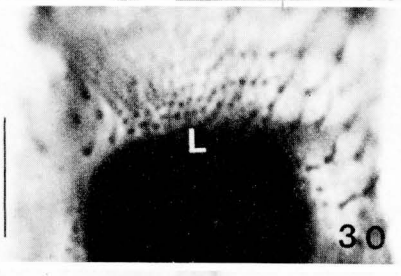

M
M
pM
25

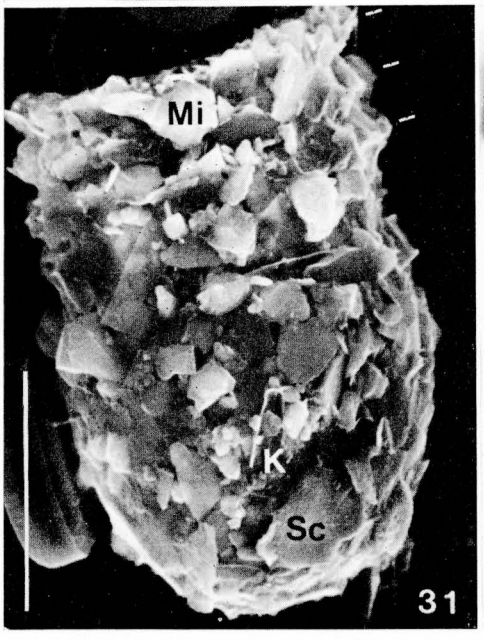

V1
pM
26

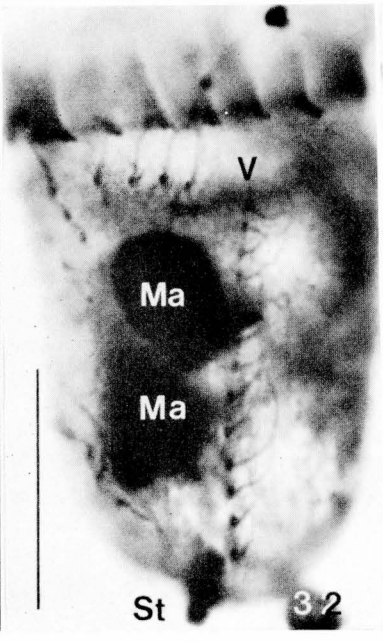

27

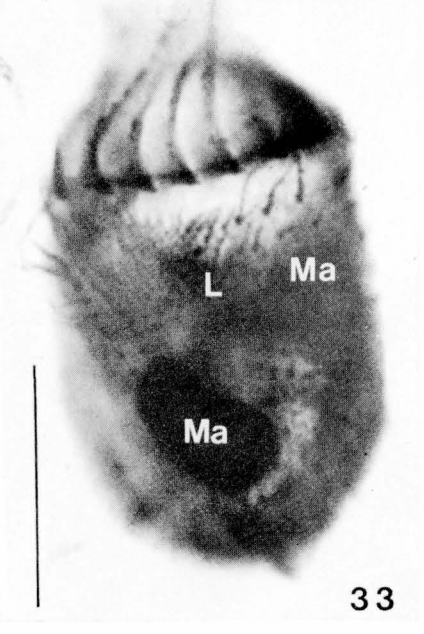

V
28


VL
St
29


L
30


Mi
K
Sc
31


V
Ma
Ma
St
32


L
Ma
Ma
33

elektronenmikroskopisch konnten wir diese Species nicht untersuchen.

T. pusillum ist bisher nur von Verschaffelt (60) in den Niederlanden und von Souto (54) in Mexico wieder gefunden worden.

Tintinnopsis cylindrata Daday, 1892 (9, vgl. 39).—Das Gehäuse dieser Art unterscheidet sich von dem der vorigen dadurch, daß es sehr viele, bis 10 μm große, schollenartige Platten besitzt, welche die Grundsubstanz völlig überdecken. Ähnliche Schollen wurden auch bei vielen marinen Arten beobachtet und sollen von mineralischer Natur sein (7, 21). Aufgelagert auf diese Schollen sind wieder ziemlich viele Fremdkörper organischer und anorganischer Natur (Abb. 34).

Das Gehäuse ist mit Methylenblau nicht anfärbbar (vgl. 13) und ist aboral gerundet (Abb. 5), manchmal auch merklich zugespitzt, gleicht also ganz der von Daday (9) beschriebenen Species. Die anderen von Daday (9) beschriebenen Süßwasserarten dürften dagegen kaum den Wert einer Varietät haben (37). Silva (52) hat allerdings vor kurzem zwei im Küstenbereich gefundene Arten mit den 2 von Daday beschriebenen Süßwasserarten identifiziert, wahrscheinlich aber zu unrecht, da die Form der Gehäuse eine andere ist und *Tintinnopsis entzii* Daday (9) sicher ein unfertiges Gehäuse von *C. cratera* ist (vgl. 12). *Tintinnopsis rioplatensis* Souto, 1973 (54) ist dagegen nach der Form und Struktur des Gehäuses eine echte *Tintinnopsis*, wenn auch nicht ausgeschlossen werden kann, daß es sich um eine aberrante Form von *C. cratera* handelt.

Codonella cratera (Leidy, 1877) (11, 43).—Auf Grund der Gehäuseform wurden von dieser Species eine Reihe von Varietäten beschrieben (z. B. 33), die bei Kahl (37) zusammengestellt sind. Unsere Species entsprach am ehesten der *forma laevis* (12). Die Variabilität des becher- bis flaschenförmigen Gehäuses ist in der Tat außerordentlich groß (vgl. 11, 12, 14, 48, 54), und erst das Studium verschiedener Stämme wird zeigen, ob hier verschiedene Arten vorliegen oder nicht.

Der feinstrukturelle Aufbau des Gehäuses gleicht ganz dem von *T. cylindrata* (Abb. 31). Der von uns untersuchte Stamm besaß auf der Wohnkammer stets 3 bis 4 ringförmige Aufsätze. Das Gehäuse war mit Methylenblau nur sehr gering anfärbbar und variierte in der Farbe von farblos bis dunkelbraun. Die Belegung mit Fremdkörpern war ebenfalls sehr wechselnd und wird Gegenstand einer eigenen Arbeit sein (in Vorbereitung).

Körperform

Die exakte Körperform ist bei den Tintinnina wegen ihrer überaus großen Empfindlichkeit nur schwer festzustellen und zudem sehr vom Kontraktionszustand des Tieres abhängig. Ihr sollte daher nur geringe taxonomische Bedeutung beigemessen werden. Zum Beispiel wird bei leicht irritierten Individuen, die sich anschicken, das Gehäuse zu verlassen, der Stiel im Verhältnis zum übrigen Körper oft unverhältnismäßig lang.

Der im Querschnitt kreisrunde Körper ist in 3 Abschnitte gegliedert und weist auf Grund des exzentrisch gelegenen Cytostoms eine deutliche Dorso-Ventralität auf (Abb. 1, 5). Der erste Abschnitt, der beim schwimmenden Tier aus der Lorica herausragt, umfaßt den meist leicht trichterförmig erweiterten oralen Abschnitt des Tieres mit der adoralen Membranellenzone und einer lateralen, etwa am Eingang zur praeoralen Höhle gelegenen Körpervorwölbung, die erstmals von Fauré-Fremiet (14) gezeichnet worden ist. Diese Vorwölbung, die wir als Ventrallobus bezeichnen (Abb. 1, 5, 15, 36), trägt die zwei Ventralorganellen. Der Ventrallobus, der bei *C. cratera* fehlt, ist ebenso wie die trichterförmige Erweiterung des Oralapparates nur bei ganz ungeschädigten Tieren klar zu erkennen. Bei *C. cratera* ist der orale Körperabschnitt aber regelmäßig verschmälert (14).

Der erste Abschnitt geht ohne scharfe Abgrenzung, wenn wir vom Ventrallobus absehen, in den zweiten Körperabschnitt über, der zylindroid ist und die somatische Ciliatur trägt. Bei *C. cratera* ist dieser Abschnitt mehr glocken- bis birnenförmig. Die kontraktile Vakuole liegt bei allen 4 Arten dorsal der praeoralen Höhle. Daran schließt sich der dritte Körperabschnitt, der Stiel an, der keine Cilien besitzt, kontraktil ist, aber nur bei *T. fluviatile* und *C. cratera* in den Protargolpräparaten einige wenige Myoneme erkennen ließ (Abb. 29). Der Übergang zwischen Stiel und zweitem Körperabschnitt ist sehr variabel und wohl vom Kontraktionzustand abhängig. Bei *T. fluviatile*, *T. pusillum* und *T. cylindrata* ist er beim gestreckten Individuum jedoch deutlich vom übrigen Körper abgesetzt, bei *C. cratera* dagegen nur undeutlich. Der Stiel ist am Boden des Gehäuses mit einer nicht immer deutlich sichtbaren wulstartigen Verbreiterung befestigt und verschmilzt bald nach dem Verlassen des Gehäuses bis auf einen winzigen, zipfelförmigen Rest mit dem zweiten Körperabschnitt (vgl. 8, 13).

Kernapparat

Tintinnidium fluviatile, *T. pusillum* und *T. cylindrata* besitzen stets nur einen länglich-ovalen bis nierenförmigen Makronucleus, der dorsal, meist etwas unterhalb der Mitte des Tieres liegt (Abb. 1, 3, 5, 12, 24, 36). Ältere Angaben (12) über eine Zweikernigkeit dieser Arten sind offensichtlich auf das Reorganisationsband (Abb. 15) zurückzuführen, das den Kern scheinbar in zwei Hälften teilt. Der Mikronucleus, der bei *T. pusillum* deutlich spindelförmig (4 × 2 μm), bei den anderen Arten leicht oval ist, liegt dem Makronucleus, der viele kleinere und größere Nucleolen erkennen läßt, seitlich an. *Codonella cratera* besitzt dagegen stets 2 runde bis nierenförmige Makronuclei und 2 leicht ovale Mikronuclei (Abb. 9, 33).

Oralapparat

Der Oralapparat besteht aus den adoralen Membranellen, deren Anzahl sich bei den verschiedenen Arten als ziemlich

---

←

Abb. **21-26**. [*Tintinnidium fluviatile*.] **21**, **22**. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen des Gehäuses. Neben agglutinierten Kieselalgen (K) sind kleine Kügelchen mit warziger Oberfläche auffällig (Pfeile) Kippwinkel 50°. Abb. 21, Skala 65 μm, Abb. 22, Skala 22 μm. **23-26**. Bei den Kineten 2-10 besitzen die obersten 2-3 Basalkörperpaare gering verlängerte Cilien. Zwischen den adoralen Membranellen (M) befinden sich stark argyrophile Körnchen (Abb. 25). Die stark verlängerten praeoralen Membranellen (pM) und das Ventralorganell 1 (V_1) mit den verlängerten Cilien sind gut erkennbar. Abb. 23, 24, Skala 11 μm, Abb. 25, 26, Skala 9 μm.

Abb. **27-33**. [*Codonella cratera*.] **27**. Jede Somakinete beginnt mit einem Basalkörperpaar, das stark verlängerte Cilien besitzt (Pfeil). Skala 12 μm. **28**, **32**. Diese Abbildungen zeigen eindrucksvoll die Ventralkinete (V) und die verlängerten Cilien des ersten Basalkörperpaares der Somakineten. Auf Abb. 32 sind neben der Ventralkinete auch die Kineten 27-31 sichtbar. Ma, Makronuclei; St, Stiel. Abb. 28, Skala 12 μm, Abb. 32, Skala 24 μm. **29**, **30**, **33**. Links-laterale Ansichten, die das Lateralfeld (L), die Ventro-Lateralkinete (VL), die Makronuclei (Ma) und den Stiel (St) erkennen lassen. Abb. 29, 30, Skala 12 μm, Abb. 33, Skala 24 μm. **31**. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Gehäuses, das hauptsächlich aus scharfkantigen Schollen (Sc) besteht, zwischen und auf denen einzelne Mineralkörner (Mi) und Kieselalgen (K) agglutiniert sind. Kippwinkel 0°. Skala 22 μm.

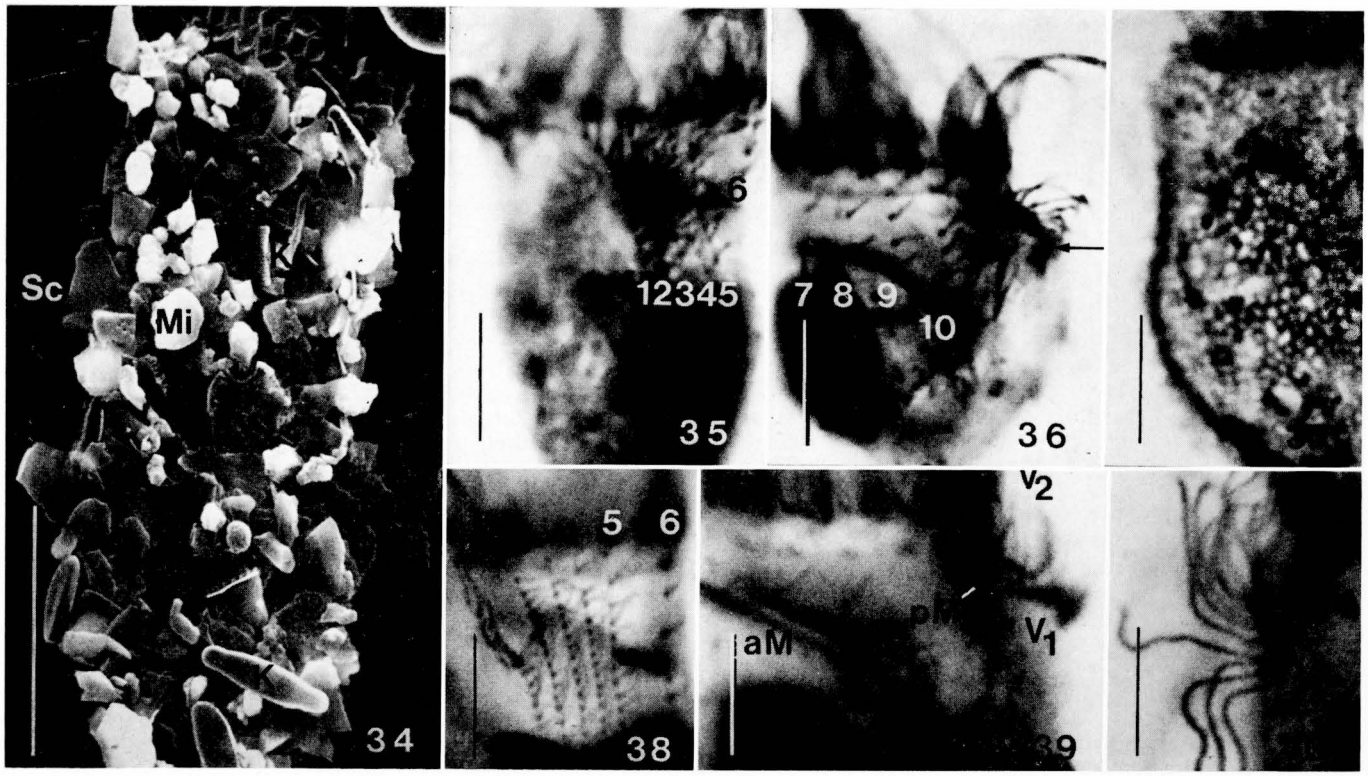


Abb. **34-40**. [*Tintinnopsis cylindrata*.] **34**. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Gehäuses, das hauptsächlich aus scharfkantigen Schollen (Sc) besteht, zwischen und auf denen Mineralkörner (Mi) und Kieselalgen (K) agglutiniert sind. Kippwinkel 0°. Skala 20 μm. **35**, **38**. Links-laterale Ansichten der Infraciliatur mit den Kineten 1-6. Zwischen den Kineten 5 und 6 ist der Abstand besonders weit. Skala 11 μm. **36**. Rechts-laterale Ansicht der Infraciliatur mit den Kineten 7-10, praeoralen Membranellen und Ventralorganell 1 (Pfeil). Skala 11 μm. **37**. Teil des sehr engmaschigen Silberliniensystems. Skala 9 μm. **39**, **40**. Diese Abbildungen zeigen das Ventralorganell 1 und 2 (V_1, V_2) mit ihren stark verlängerten Cilien, die parorale Membran (aM) und die praeoralen Membranellen (pM). Skala 9 μm.

konstant erwies (Tab. 1), und einer paroralen Membran (Abb. 11, 12). Die 25-35 μm langen, messerklingenartig geformten Membranellen inserieren schräg auf dem leicht wulstförmigen Peristomkragen und zerfasern schon bei geringer Schädigung des Tieres in viele Cilienbüschel (vgl. 13). Bei der Kontraktion des Tieres werden sie zeltförmig zusammengelegt (Abb. 33), wobei sich das Tier dann auch meist in das Gehäuse zurückzieht. Sie sind in einer rechtsgewundenen Spirale angeordnet, bei der die letzten Membranellen, die wir als praeorale bezeichnen, merkbar verlängert sind und in die praeorale Höhle hinabziehen. Besonders die letzte Membranelle ist etwa doppelt so lang wie die normalen Membranellen (Abb. 11, 12, 26, 39). Die praeoralen Membranellen sind auch bei verschiedenen anderen Arten nachgewiesen worden (3, 13, 51), jedoch ist ihre Verlängerung bisher nicht bekannt gewesen, vielleicht deswegen, weil sie nicht bei allen Arten anzutreffen ist. So besitzt *C. cratera* 3-4 praeorale Membranellen (Abb. 8), die aber nur ganz wenig verlängert sind und normal lange Cilien besitzen, wobei die des unteren Membranellenabschnittes in Richtung Cytostom gerichtet sind (Abb. 19). Die Cilien der praeoralen Membranellen der anderen Arten sind zumindest im unteren Abschnitt verkürzt und in den Präparaten ebenfalls immer zum Cytostom hin gerichtet.

Jede Membranelle besteht aus 3 gleich langen Basalkörperreihen (Abb. 11), was in Übereinstimmung mit den neueren elektronenmikroskopischen Befunden steht (26, 41). Der Peristomkragen ist zwischen den adoralen Membranellen sägezahnförmig gelappt (vgl. 13, 51). In diesen Lappen lassen sich bei *T. fluviatile* manchmal stark argyrophile Ansammlungen von kleinen Körnchen beobachten (Abb. 25), die vermutlich den „capsules torquées" (41) entsprechen.

Die im Querschnitt runde, praeorale Höhle liegt exzentrisch, ganz nahe dem ventralen Rand (Abb. 11). Sie kann als Fortsetzung des stark retraktilen Peristombodens [„Stempel" (56)] aufgefaßt werden, da sie ohne scharfe Abgrenzung in diesen übergeht (13). Die charakteristischen pumpenförmigen Bewegungen des Peristombodens (13, 51, 56) treten, wie schon andere Autoren betonten (3, 13), nur bei geschädigten Tieren auf. Sie dienen also nicht der Nahrungsaufnahme, wie dies Kahl (37) und andere Forscher angenommen hatten. Für diese eigenartigen Bewegungen ist vielleicht die parorale Membran verantwortlich, da von ihr ein kräftig imprägnierbares Fibrillenbündel wegzieht (F in Abb. 11), das den Eingang der praeoralen Höhle auf der rechten Seite umgreift.

Die parorale Membran beginnt beim Eingang zur praeoralen Höhle, zieht leicht spiral bis an den Grund derselben und biegt schließlich am Eingang zum Cytostom halbkreisförmig um (Abb. 11, 12, 19) (26). Sie besteht aus einer, vielleicht auch zwei Cilienreihen, bei denen die unteren Cilien stets zum Cytostom hin gerichtet sind, wo sie eine Art Tasche bilden (Abb. 12, 19). Die neueren elektronenmikroskopischen Befunde zeigen aber, daß die parorale Kinete eine strikte Haplokinete ist (26, 42). Daß wir öfters den Eindruck von 2 Cilienreihen hatten, mag darauf zurückzuführen sein, daß sich das oben erwähnte Fibrillenbündel, das elektronenmikroskopisch bisher noch nicht nachgewiesen worden ist, dicht neben oder unter der paroralen Membran entlangzieht.

TABELLE 2. *Zusammenstellung der Länge der Somakineten und der Anzahl der Basalkörper bei* Tintinnidium fluviatile, Tintinnidium pusillum *und* Tintinnopsis cylindrata.*

Nummer der Kinete	*Tintinnidium fluviatile*		*Tintinnidium pusillum*		*Tintinnopsis cylindrata*	
	Länge (μm)	Anzahl der Basalkörper‡	Länge (μm)	Anzahl der Basalkörper‡	Länge (μm)	Anzahl der Basalkörper‡
1	16–26 (21)†	13–19 (16.3)	16–24 (19)	14–18 (16.8)	6–13 (9.3)	9–13 (12.6)
2	20–31 (27)	19–24 (21.3)	27–37 (32)	18–24 (22.2)	8–18 (13.7)	13–15 (14.4)
3	24–33 (29)	23–27 (24.6)	28–38 (32)	18–20 (19.0)	9–16 (13.0)	11–15 (13.4)
4	21–33 (28)	20–26 (23.2)	29–37 (33)	17–21 (19.0)	9–15 (12.3)	10–20 (14.0)
5	23–30 (26)	17–21 (18.9)	28–33 (31)	12–19 (15.0)	9–14 (12.4)	9–13 (11.0)
6	21–29 (26)	17–20 (18.2)	25–32 (29)	8–10 (9.0)	9–17 (12.5)	6–10 (7.2)
7	17–27 (23)	12–14 (13.0)	24–32 (27)	5–9 (7.6)	7–10 (9.2)	3–6 (4.5)
8	15–25 (18)	9–12 (10.0)	17–25 (21)	4–7 (6.0)	9–13 (11.2)	4–7 (5.2)
9	16–23 (20)	9–12 (10.9)	15–27 (23)	5–7 (7.2)	9–15 (11.0)	6–10 (7.6)
10	20–27 (21)	10–12 (10.4)	16–27 (24)	7–9 (7.7)	12–15 (14.0)	9–11 (10.0)

* Die Angaben basieren auf der Messung von jeweils 10 protargolimprägnierten Individuen mit je 10 Somakineten.
† Die Werte in Klammern sind die Mittelwerte aus diesen Messungen.
‡ Paarig angeordnete Basalkörper wurden als ein Basalkörper gezählt.

Ventralorganellen

Auf dem Ventrallobus befinden sich 2 eigenartige, bisher bei den Tintinnina unbekannt gewesene Organellen. Das erste Ventralorganell (Abb. 1, 13, 26, 39) liegt quer zur Körperlängsachse und besteht bei *T. fluviatile* und *T. pusillum* aus einer etwa 20 μm langen Reihe von 13-16 Basalkörperpaaren. Bei *T. cylindrata* ist das Organell etwas kürzer und besteht aus nur 9-13 Basalkörperpaaren. Die etwa 15-20 μm langen, wenig biegsamen Cilien des ersten Ventralorganells sind beim ungeschädigten Tier schräg nach caudad gerichtet. Bei geschädigten Tieren, die das Gehäuse verlassen haben, läßt sich manchmal ein langsamer, wellenförmiger Schlag der Cilien beobachten (Abb. 40). Dicht unterhalb dieses Organells befindet sich eine kräftig imprägnierbare, horizontal verlaufende Struktur, möglicherweise ein Mikrotubulibündel (Abb. 3, 20). Außerdem entspringt von jedem Basalkörperpaar eine etwa 20 μm lange, schwach imprägnierbare Fibrille (vF), die dicht unter der Pellicula nach caudad zieht (Abb. 3, 5).

Das zweite Ventralorganell ist nur etwa 5 μm lang und liegt dicht oberhalb des ersten Organells, und zwar schräg ($\sim 45°$) zur Körperlängsachse (Abb. 1, 5, 13, 39). Es besteht aus konstant 5 Basalkörperpaaren, von denen aber stets nur der rechte Basalkörper eine etwa 15-20 μm lange, steife Cilie trägt, die beim schwimmenden Tier schräg nach vorne gerichtet ist.

Somatische Infraciliatur

Auf eine genaue Beschreibung der somatischen Infraciliatur kann verzichtet werden, da alle wichtigen Einzelheiten aus den Kinetendiagrammen (Abb. 2, 4, 6, 10), den Zeichnungen (Abb. 1, 3, 5, 8, 9) und den Fotografien (Abb. 12-40) sowie der Tabelle 2 ersichtlich sind.

Die bei *T. fluviatile*, *T. pusillum* und *T. cylindrata* meridional, bei *C. cratera* dagegen deutlich spiralig verlaufenden, sehr unterschiedlich langen Somakineten beginnen etwa 5 μm unterhalb der adoralen Membranellen. Die längsten reichen etwa bis zum Stielansatz, die kürzesten etwa bis zur Mitte des zweiten Körperabschnittes. Die genaue Länge der Somakineten ist aus den schon angeführten Gründen nicht feststellbar. Die Anordnung der Kineten folgt bei *T. fluviatile*, *T. pusillum* und *T. cylindrata* dem Prinzip, daß ventral, wo sich die Ventralorganellen befinden, ein unbewimperter Streifen ensteht. Links der Ventralorganellen befinden sich 5-6 sehr eng nebeneinander liegende Somakineten, die dicht bewimpert sind. Die übrigen dorso-lateral gelegenen Somakineten besitzen viel weniger Cilien und sind voneinander etwa doppelt so weit entfernt wie die Somakineten 1-6.

Die 9-11 (meist 10) Somakineten bestehen bei *T. fluviatile* und *T. pusillum* aus Basalkörperpaaren, bei *T. cylindrata* dagegen aus einfachen Basalkörpern. Bei den paarig angeordneten Basalkörpern ist nur der caudad gelegene bewimpert. Die Cilien sind 5-8 μm lang, ziemlich steif und können ähnlich wie die Dorsalborsten der holotrichen Ciliaten sehr schnell vibrieren; bei geschädigten Individuen läßt sich oft eine langsame, wellenförmige oder überhaupt keine Cilienbewegung beobachten. Die Cilien sind in den Protargolpräparaten stets nach links oben gerichtet. Als wichtige Besonderheit muß bei *T. pusillum* erwähnt werden, daß das erste Basalkörperpaar jeder Kinete zwei etwa 10-15 μm lange, ziemlich steife Cilien besitzt, die beim schwimmenden Tier schräg nach caudad gerichtet sind (Abb. 18). Bei *T. fluviatile* sind die Verhältnisse noch etwas komplizierter, indem hier die erste Somakinete keine Doppelcilien besitzt, die zweite dagegen ein oder 2 Paare. Die Kineten 3 und 4 besitzen ziemlich regelmäßig 2 Paare (selten 1 oder 3) von Doppelcilien, die Kineten 5-10 meist 3 Paare (selten 4) (Abb. 23, 24). Diese paarig angeordneten Cilien sind gegenüber den anderen Cilien mit 9-12 μm nur gering verlängert. Bei *T. cylindrata* sind alle Cilien gleich lang. Zwischen den Somakineten 5 und 6 befindet sich bei dieser Species ein etwa 1½ mal so breiter Zwischenraum wie zwischen den Kineten 7-10 (Abb. 35, 38).

Die auffälligsten Besonderheiten der somatischen Infraciliatur von *C. cratera* sind: (A) Das bereits von Fauré-Fremiet (14) beschriebene, links der praeoralen Höhle gelegene laterale Wimperfeld, das etwa 10 μm lange, biegsame Cilien besitzt. (B) Eine rechts der praeoralen Höhle gelegene, meist dicht unterhalb der adoralen Membranellen beginnende und bis zum Stielansatz reichende Ventralkinete, bei der die Basalkörper paarweise angeordnet sind, aber nur der jeweils caudad gelegene eine etwa 15-20 μm lange Cilie trägt (Abb. 32). (C) Eine kurze, in Körpermitte beginnende und bis zum Stielansatz reichende Ventro-Lateralkinete aus einfachen Basalkörpern (Abb. 29). Die Ventralkinete ist vermutlich mit der zuerst von Fauré-Fremiet (14), kurz darauf auch von anderen Autoren (3, 4, 32) beschriebenen Cilienmembran identisch. Alle anderen Somakineten beginnen mit einem Basalkörperpaar, das zwei etwa 15-20 μm lange Cilien besitzt (Abb. 27). Die darauf folgenden Basalkörper sind dagegen einfach und besitzen nur etwa 10 μm lange Cilien. Rechts der praeoralen Höhle, die von den Somakineten 1-6 bedeckt wird, verbleibt ein etwa 10 μm breiter, wimperloser Körperstreifen.

Fibrillensystem

Das Fibrillensystem einiger mariner Tintinnina wurde als Teil des neuromotorischen Apparates erstmals von Campbell (3, 4) genauer untersucht. Seine Befunde bedürfen aber in einigen Punkten der Korrektur. So ist die adorale Fibrille (3, 4) ganz offensichtlich mit der paroralen Membran identisch und der circumoesopharyngeale Fibrillenring mit der S-förmigen Umbiegung derselben (Abb. 12, 19). Die vom „circumoesopharyngealen" Fibrillenring ausgehenden Fibrillen sind die nach unten gerichteten Cilien der paroralen Membran.

Die von uns untersuchten Arten weisen hinsichtlich des Fibrillensystems einen einheitlichen Bau auf, der mit den elektronenmikroskopischen Befunden (26, 41) gut übereinstimmt. Von jeder Membranelle ziehen mehrere etwa 5 μm lange Fibrillenbündel, von denen eines besonders stark entwickelt ist (Abb. 7, 19), schräg nach caudad und bilden auf diese Weise den dicht unter der Pellicula verlaufenden praeoralen Fibrillenring (26) (Abb. 7, 14, 19). Hedin (26) sieht im praeoralen Fibrillenring allerdings eine eigene Struktur, die mit den von den adoralen Membranellen abgehenden Fibrillen lediglich kontaktet. Der Ring beginnt bei der ersten rechten adoralen Membranelle, zieht rund um das Tier und biegt schließlich vor den zwei praeoralen Membranellen fast rechtwinkelig nach caudad ab, um sich dann etwa in der Mitte der Länge der praeoralen Höhle knotenartig zu verdicken (Abb. 19). Diese Verdickung entspricht in der Form und Lage dem „Neuromotorium" von Campbell (3, 4). Von dieser knotenartigen Verdickung ziehen mehrere sehr feine, oft verzweigte Fibrillen bis etwa zur Höhe des Cytostoms (Abb. 19). Sie entsprechen vermutlich der ventralen Fibrille von Campbell (3, 4).

Silberliniensystem

Über das Silberliniensystem der Tintinnina lagen bisher keine Befunde vor. Bei den von uns untersuchten Arten war ein gleichförmiges, den ganzen Körper umspannendes, sehr engmaschiges Silberliniensystem nachzuweisen (Abb. 37). Elektronenmikroskopische Untersuchungen versilberter Tiere werden zeigen müssen, ob dieses Netzwerk eine definierte morphologische Grundlage besitzt.

Ökologie

Über die Ökologie der limnischen Tintinnina liegen erst wenige Untersuchungen vor. Bereits die älteren Forscher (8, 40, 48) betonten aber, daß sie ihr Häufigkeitsmaximum im Frühjahr und Herbst besitzen, was neuerdings durch die sehr eingehenden Untersuchungen von Wilbert (64) an *T. pusillum* und von Nusch (45) an *T. fluviatile* bestätigt worden ist. Auch wir haben *T. fluviatile*, *T. cylindrata* und *C. cratera* vorzugsweise vom März bis Juni gefunden, jedoch traten diese Arten vereinzelt auch das ganze Jahr in den untersuchten Gewässern auf. Interessant ist die Beobachtung von Daday (9), daß *T. cylindrata* diurnale Wanderungen zeigt, indem sie am frühen Morgen an der Oberfläche, während des Tages aber in ein Meter Tiefe lebt, was auf die Temperatur (starke Erwärmung der oberflächlichen Wasserschicht), vielleicht auch auf das Licht (18) zurückgeführt werden kann. Insgesamt kann man aus diesen Untersuchungen den Schluß ziehen, daß die Wassertemperatur für die limnischen Tintinnina ein wesentlicher ökologischer Faktor ist; sie sind kalt-eurytherme Organismen mit einem Häufigkeitsmaximum im Frühjahr und Herbst. Aus den kalten Hochgebirgsseen ist bisher jedoch erst ein Fund gemeldet worden (60). Der Temperaturfaktor dürfte auch für die Verbreitung der marinen Tintinnina von großer Bedeutung sein (27, 47, 62).

Die limnischen Tintinnina sind offensichtlich auch an größere Wasserkörper (große Teiche und Weiher, Seen, Talsperren etc.) gebunden, da sie in kleineren Teichen oder Tümpeln bisher nur ausnahmsweise (29), in astatischen Gewässern überhaupt nicht gefunden worden sind. Obwohl man die Tintinnina mit Daday (8) als eine eupelagische Tiergruppe definieren kann, besitzen sie doch auch die Fähigkeit, sich mit ihrem Gehäuse an verschiedene Substrate (Algen, Wasserpflanzen etc.) festzusetzen, besonders die limnischen Vertreter (8, 11, 44, 63), nach Hofker (31) aber auch viele marine Arten.

Die Nahrung besteht nach unseren Untersuchungen hauptsächlich aus Diatomeen und kleinen Grünalgen, jedoch werden nach Entz (13) auch viele andere Plankter gefressen. Daday (8) fand bei marinen Arten sogar andere Tintinnina in den Nahrungsvakuolen. *Tintinnidium pusillum* ist nach Verschaffelt (60) hauptsächlich ein Bakterienfresser, wir fanden aber regelmäßig viele Diatomeen in den Nahrungsvakuolen (Abb. 15, 16).

Widersprüchliche Angaben liegen hinsichtlich der Salztoleranz vor. Während Daday (8) angab, daß alle Tintinnina bei einer geringen Veränderung des Salzgehaltes absterben, haben andere Autoren (20, 61) die limnischen Tintinnina als mesohalin eingestuft. Vielleicht haben diese Autoren aber andere, den limnischen Tintinnina zwar sehr ähnliche, aber doch nicht identische marine oder Brackwasserarten untersucht.

Tintinnidium pusillum trat im Frühjahr und Herbst im Poppelsdorfer Weiher (Bonn) oft in großer Anzahl (bis 70 Individuen/ml) auf und setzte sich dort auch an eingehängten Objektträgern fest. Das auf Grund vieler Einzelanalysen während zweier Untersuchungsjahre gewonnene Milieuspektrum zeigte eine ziemlich große ökologische Valenz hinsichtlich Temperatur und Sauerstoffgehalt, jedoch wurden Maxima nur in einem Temperaturbereich von 9-13 C festgestellt. Höhere Ammoniumwerte wurden ebenfalls gemieden.

Tintinnidium fluviatile und *C. cratera* fanden wir zahlreich in Planktonproben aus dem Mattsee bei Salzburg. Das in Tabelle 3 angegebene Milieuspektrum basiert lediglich auf 2 Wasseranalysen vom 7. 10. 1976, wo diese Species nur vereinzelt auftraten, so daß daraus keine weiteren Schlüsse gezogen werden können. Jedoch stellen die Werte eine gute Ergänzung zu dem bei Bick (1) für diese Art angeführten Milieuspektrum dar. Die Tabellen von Nusch (45) lassen erkennen, daß Häufigkeitsmaxima vorwiegend um Temperaturen von 5 C auftreten. Yongue (66, 67) konnte *C. cratera* bei 17 C, pH 9 und 14.0 mg/liter O_2 nicht mehr nachweisen (Tab. 3).

Tintinnopsis cylindrata fanden wir gemeinsam mit *C. cratera* (dieser Stamm wurde auf die Infraciliatur untersucht) im Frühjahr sehr zahlreich im Plankton eines etwa 1 km² großen, mäßig eutrophierten Schotterteiches („Salzachsee") bei Salzburg.

In saprobiologischer Hinsicht sind die besprochenen Arten nach unseren und anderen Untersuchungen (1, 53, 61) also oligobetamesosaprob einzustufen, wobei ein Massenauftreten eher einer b-Mesosaprobie zuzuordnen sein dürfte, wie aus der von uns gefundenen Begleit-Biozönose (massenhaftes Auftreten von *Oscillatoria rubescens*) hervorgeht.

DISKUSSION

Taxonomische Bemerkungen für eine Revision der limnischen Tintinnina

Überblickt man die vorliegenden Ergebnisse, so muß es als gewagt erscheinen, die beschriebenen Arten mit bereits bekannten zu identifizieren, da sie alle in teils nicht unwesentlichen Einzelheiten von diesen abweichen. Dennoch konnten wir uns nicht dazu entschließen, unsere Organismen als neue Arten zu beschreiben, weil wir glauben, daß die früheren Beobachtungen,

TABELLE 3. *Milieuspektren der untersuchten Tintinnina.*

Physikalisch-chemische Parameter	*Tintinnidium fluviatile**	*Tintinnidium fluviatile*†	*Tintinnidium pusillum*‡	*Codonella cratera**	*Codonella cratera*§
t °C	17.1–18.5	2.0–15.0	8.1–16.4	17.1–18.5	3.5–13.0
pH	8.7–8.9	6.9–7.7	7.4–8.9	8.7–8.9	6.8–7.8
O_2¶	4.7–6.5	12–14	1.4–27.0	4.7–6.5	11–16
CO_2¶	———#	2–5	0.0–23.4	———	———
Leitfähigkeit (μs)	———	———	0.45–0.70	———	———
$KMnO_4$-Verbrauch¶	17.6–19.2	———	———	17.6–19.2	———
SBV¶	———	———	4.0–4.8	———	———
NH_4^+¶	<0.02	0.1–<	0.0–2.2	<0.02	———
NO_2^-¶	0.01	———	0.0–0.35	0.01	———
NO_3^-¶	0.7–0.9	———	11–32	0.7–0.9	———
PO_4^{3-}¶	<0.05	———	0.0–1.27	<0.05	———
H_2S¶	0.0	———	0.0	0.0	———
Keimzahl/ml	———	$3 \cdot 10^5$–$2.5 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$–$19.7 \cdot 10^6$	———	———

* Die Angaben entstammen 2 Wasseranalysen des Obertrumer Sees (Salzburg) vom 7.10.1976.
† Nach Nusch (45) aus Bick (1).
‡ Aus Wilbert (64).
§ Nach Yongue (66).
¶ mg/liter.
# Keine Werte.

soweit sie die Infraciliatur betreffen, alle unvollständig und fehlerhaft sind. Es wird daher vorgeschlagen, in Zukunft solche limnische Tintinnina, deren Infraciliatur den hier beschriebenen Species gleicht, mit den von uns gewählten Artnamen zu belegen. Hinsichtlich der Familien- und Gattungsnamen werden sich in Zukunft Änderungen wohl kaum vermeiden lassen. So sollten z. B. jene Tintinnina, die Ventralorganellen ähnlich denen von *T. fluviatile*, *T. pusillum* und *T. cylindrata* besitzen, in einer oder zwei Familien vereinigt werden. Das Genus *Tintinnopsis* ist aber derzeit noch bei den Codonellidae eingereiht (50, 59), obwohl *C. cratera* keine den anderen Arten ähnliche Infraciliatur besitzt.

Es wäre auch verfrüht, allein auf Grund der vorliegenden Untersuchungen Arten zu synonymisieren. Dies muß einer späteren Revision, die sich auf mehr Datenmaterial, vor allem der Untersuchung der Infraciliatur von Tintinnina aus verschiedenen Lokalitäten, insbesondere auch mariner Species stützen kann, vorbehalten bleiben.

Die systematische Stellung der Tintinnina innerhalb der Polyhymenophora (35)

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen nicht nur eine große Differenziertheit der somatischen Ciliatur der Tintinnina bei verschiedenen Genera und Species, sondern lassen auch erkennen, daß deren somatische Ciliatur innerhalb der Polyhymenophora einen durchaus eigenen Charakter besitzt, was aus den bisherigen licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen nicht klar zu ersehen war. Zweifellos ist mit den vorliegenden Untersuchungen die mögliche Anzahl von Cilienmustern bei den Tintinnina bei weitem nicht erfaßt, da insbesondere die lichtmikroskopischen Untersuchungen von Fauré-Fremiet (14), aber auch von vielen anderen Autoren (3, 4, 8, 13, 31, 32, 51) vermuten lassen, daß in dieser Hinsicht bei den verschiedenen Gattungen und Arten eine große Mannigfaltigkeit existiert. Diese wird zweifellos für die Systematik sowohl der höheren als auch der niederen Kategorien von entscheidender Bedeutung sein. Auf Grund der wenigen vorliegenden Daten über die Infraciliatur sollten aber im derzeit künstlichen System der Tintinnina keine Änderungen vorgenommen werden; man würde nur ein künstliches System um ein weiteres vermehren! So geht aus unseren Untersuchungen auch klar hervor, daß die neue Einteilung von Tappan und Loeblich (58) einen durchaus künstlichen Charakter besitzt, da nach diesem System alle hier beschriebenen Arten in einer einzigen Überfamilie, Codonellidae, eingeordnet werden müßten, was aber auf Grund der sehr verschiedenen Infraciliatur dieser Arten kaum den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen entsprechen dürfte.

Ähnlich wie frühere Untersuchungen (10, 14, 23, 42), die auf eine nahe Verwandtschaft der Tintinnina mit den Oligotrichina hingewiesen haben, ergaben auch unsere Untersuchungen viele Ähnlichkeiten in der Infraciliatur dieser beiden Unterordnungen. So bestehen nach neueren Untersuchungen (49) die Somakineten von *Strobilidium gyrans* (Stokes, 1887) ebenfalls aus paarig angeordneten Basalkörpern, und die medianen Borsten von *Halteria* sind paarweise angeordnet (49). Auch das Fibrillensystem der adoralen Zone zeigt mancherlei Übereinstimmungen (vgl. 24).

Auf Grund von elektronenmikroskopischen Untersuchungen verschiedener mariner Tintinnina kam Laval-Peuto (41) zu dem Schluß, daß die Tintinnina neben ihren engen Beziehungen zu den Oligotrichina eher den Hypotrichida als den Heterotrichina angenähert werden können (vgl. 31), da das mikrotubuläre System der adoralen Membranellen, das Replikationsband des Makronucleus sowie der Besitz eines Perilemms an entsprechende Strukturen bei den Hypotrichida erinnern. Deroux (10) ist auf Grund des Ablaufes der Morphogenese bei *S. gyrans* zu einer ähnlichen Schlußfolgerung gelangt. Kahl (36, 37) nahm dagegen an, daß die Oligotrichida eine den Condylostomen, also den Heterotrichida nahe stehende Wurzel haben (vgl. 13, 14). Die vorliegenden Befunde über die Infraciliatur zeigen eher Parallelen zu den Heterotrichida als zu den Hypotrichida auf. Das Auftreten von bewimperten Basalkörperpaaren, das von Hedin (28) rasterelektronenmikroskopisch auch bei *Parafavella denticulata* (Ehrenberg, 1840) nachgewiesen worden ist, kann als charakteristisch für die Heterotrichida angesehen werden. Basalkörperpaare finden sich zwar auch bei den Hypotrichida in Form der Dorsalborsten, jedoch ist hier der vordere Basalkörper bewimpert und der hintere besitzt nur ein Condylocilium (25).

Besondere Beachtung verdienen in diesem Zusammenhang natürlich auch die Ventralorganellen, die freilich schwierig zu deuten sind. Sie erinnern jedenfalls an den perizonalen Cilienstreifen (34) der Heterotrichida und Odontostomatida (49). Es ist aber derzeit nicht zu entscheiden, ob hier eine echte phylogenetische Verwandtschaft vorliegt oder nur eine Konvergenz. Vielleicht sind die Ventralorganellen, soweit sie überhaupt vor-

handen sind (s. *C. cratera*), auch nur spezialisierte Somakineten. Das 2. Ventralorganell erinnert auch an die Epistommembran der Opisthonectidae (15), womit aber keine Beziehung der Tintinnina zu den Peritrichida angedeutet werden soll. Hinsichtlich des Silberliniensystems könnten die Tintinnina sowohl den Heterotrichida als auch den Hypotrichida genähert werden, weniger aber den Euplotidae (41).

Eine unter den Polyhymenophora einmalige Ausbildung zeigt nach unseren Untersuchungen auch der Oralapparat der Tintinnina, der zwar im Grundbauplan der Klasse entspricht (rechtsgewundene adorale Zone, linksseitige parorale Membran), aber mit seinen verlängerten praeoralen Membranellen von allen übrigen Vertretern dieser Klasse, auch z. B. von *Halteria* (23, 24) abweicht, da sich bei diesen die Membranellen mehr oder minder stark verkürzen, sobald sie in die Buccalhöhle hinabsteigen. Auch das Fehlen von verkürzten Basalkörperreihen bei den adoralen Membranellen, die bei den Hypotrichida stets, bei *Halteria* meist, jedoch nicht immer vorhanden sind (24, 49), trennt die Oligotrichina von den Tintinnina und diese von den Hypotrichida. Die phylogenetische Bedeutung dieser Besonderheit kann derzeit kaum richtig eingeschätzt werden. Vielleicht sind diese verlängerten Membranellen als Anpassung an den langen, mehr oder minder senkrecht in das Tier hinabführenden Schlund entstanden.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Bick H. 1972. Ciliated Protozoa: *An Illustrated Guide to the Species Used as Biological Indicators in Freshwater Biology.* World Health Organization, Geneva.
2. Brandt K. 1907. Die Tintinnodeen der Plankton-Expedition. Systematischer Teil. *Ergebn. Plankton-Exped. Humboldt-Stiftung* **3L.a.**, 1-488.
3. Campbell AS. 1926. The cytology of *Tintinnopsis nucula* (Fol) Lackmann, with an account of its neuromotor apparatus, division, and a new intranuclear parasite. *Univ. Calif. Publ. Zool.* (Berkeley) **29**, 179-236.
4. ——— 1927. Studies on the marine ciliate *Favella* (Jörgensen), with special regard to the neuromotor apparatus and its role in the formation of the lorica. *Univ. Calif. Publ. Zool.* (Berkeley) **29**, 429-52.
5. Corliss JO. 1961. *The Ciliated Protozoa, Classification and Guide to the Literature.* Pergamon Press, London, New York.
6. ——— 1975. Taxonomic characterization of the suprafamilial groups in a revision of recently proposed schemes of classification for the phylum ciliophora. *Trans. Am. Microsc. Soc.* **94**, 224-67.
7. Cosper TC. 1972. The identification of Tintinnids (Protozoa: Ciliata: Tintinnida) of the St. Andrew Bay system, Florida. *Bull. Mar. Sci.* **22**, 391-418.
8. Daday E. 1887. Monographie der Familie der Tintinnodeen. *Mitteil. Zool. St. Neapel* **7**, 473-591.
9. ——— 1892. Die mikroskopische Thierwelt der Mezöséger Teiche. Természetrajzi Füzetek **15**, 166-207.
10. Deroux G. 1974. Quelques precisions sur *Strobilidium gyrans* Schewiakoff. *Cah. Biol. Mar.* **15**, 571-88.
11. Entz G. Sen. 1885. Zur näheren Kenntnis der Tintinnoden. *Mitteil. Zool. St. Neapel* **6**, 185-216.
12. Entz G. Jun. 1909. Die Süßwasser-Tintinniden. *Math. Nat. Ber. Ungarn* **25**, 197-225.
13. ——— 1909. Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden. *Arch. Protistenk.* **15**, 93-226.
14. Fauré-Fremiet E. 1924. Contribution à la connaissance des infusoires planktoniques. *Bull. biol. France Belg. Suppl.* **6**, 1-171.
15. Foissner W. 1975. Opisthonectidae (Ciliata, Peritrichida) nov. fam. und Revision der Genera Telotrochidium (Kent) und Opisthonecta (Fauré-Fremiet). *Protistologica* **11**, 395-414.
16. ——— 1976. Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien* **115**, 68-79.
17. ———, 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**, 231-47.
18. Gillbricht M. 1954. Das Verhalten von Zooplankton—vorzugsweise von *Tintinnopsis beroidea* Entz—gegenüber thermohalinen Sprungschichten. *K. Mitt. Inst. Fisch. Biol. Univ. Hamburg* **5**, 32-44.
19. Gold K, Morales EA. 1975. Tintinnida of the New York bight: Loricae of *Parafavella gigantea, P. parumdentata,* and *Ptychocylis obtusa. Trans. Am. Microsc. Soc.* **94**, 142-5.
20. ——— 1975. Seasonal changes in lorica sizes and the species of Tintinnida in the New York bight. *J. Protozool.* **22**, 520-8.
21. ——— 1976. Observations on the nature and significance of the particles used by Tintinnida during lorica-building. *Trans. Am. Microsc. Soc.* **95**, 69-72.
22. ——— 1976. Studies on the sizes, shapes, and the development of the lorica of agglutinated Tintinnida. *Biol. Bull.* **150**, 377-92.
23. Grain J. 1972. Etude ultrastructurale d' *Halteria grandinella* O.F.M., (Cilié Oligotriche) et considérations phylogénétiques. *Protistologica* **8**, 179-97.
24. Grim NJ. 1974. A protargol study of the fiber system of the ciliate *Halteria. Trans. Am. Microsc. Soc.* **93**, 421-5.
25. Grimes GW, Adler JA. 1976. The structure and development of the dorsal bristle complex of *Oxytricha fallax* and *Stylonychia pustulata. J. Protozool.* **23**, 135-43.
26. Hedin H. 1975. On the ultrastructure of *Favella ehrenbergii* (Claparède et Lachmann) and *Parafavella gigantea* (Brandt), Protozoa, Ciliata, Tintinnida. *Zoon* **3**, 11-8.
27. ——— 1975. On the ecology of Tintinnids on the Swedish West coast. *Zoon* **3**, 125-40.
28. ——— 1976. Examination of the tintinnid ciliate *Parafavella denticulata* (Ehrenberg) by scanning electron microscopy and the Bodian protargol technique. *Acta Zool.* (Stockholm) **57**, 113-8.
29. Henderson WB. 1906. Notes on the infusoria of Freiburg in Breisgau. *Zool. Anz.* **29**, 1-24.
30. Hilliard DK. 1968. *Tintinnidium ephemeridium* n. sp. A new freshwater tintinnid from Alaska with notes on the algae attached to its test. *Hydrobiologia* **31**, 385-401.
31. Hofker J. 1931. Studien über Tintinnoidea. *Arch. Protistenk.* **75**, 315-402.
32. ——— 1931. Die Bildung der Tintinninengehäuse. *Tijdschr. Nederl. Dierk. Vereen* **2**, 144-50.
33. Imhof OE. 1886. Über microscopische pelagische Thiere aus den Lagunen von Venedig. *Zool. Anz.* **9**, 101-4.
34. Jankowski AW. 1964. Morphology and evolution of ciliophora. III. Diagnoses and phylogenesis of 53 sapropelebionts, mainly of the order Heterotrichida. *Arch. Protistenk.* **107**, 185-294.
35. ——— 1967. [A new system of ciliate Protozoa (Ciliophora). In Russian.] *Trudy Zool. Inst., Akad. Nauk. SSSR* **43**, 3-54.
36. Kahl A. 1926. Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten. *Arch. Protistenk.* **55**, 197-438.
37. ——— 1930-35. Wimpertiere oder Ciliata. 3. Spirotricha, in Dahl F., ed., *Die Tierwelt Deutschlands,* Teil **25**, 399-650.
38. Kent WS. 1880-82. *A Manual of the Infusoria.* David Bogue, London **1** & **2**.
39. Kofoid CA, Campbell AS. 1929. A conspectus of the marine and fresh-water ciliata belonging to the suborder Tintinnoinea, with descriptions of new species principally from the Agassiz expedition to the eastern tropical Pacific 1904-1905. *Univ. Calif. (Berkeley) Publ. Zool.* **34**, 1-403.
40. Lauterborn R. 1894. Über die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Mit Beschreibungen neuer Protozoen. *Biol. Zbl.* **14**, 390-8.
41. Laval-Peuto M. 1975. Cortex, périlemme et reticulum vesiculeus de *Cyttarocyclis brandti* (Cilié Tintinnide). Les ciliés a périlemme. *Protistologica* **11**, 83-98.
42. Laval M. 1972. Ultrastructure de *Petalotricha ampulla* (Fol). Comparaison avec d' autres Tintinnides et avec les autres ordres de ciliés. *Protistologica* **8**, 369-86.
43. Leidy J. 1879. Fresh-water rhizopods of North America. *Rep. U.S. Geol. Surv.* **12**, 1-321.
44. Maskell WM. 1886-87. On the freshwater infusoria of the Wellington district. *Trans. Proc. N. Z. Inst.* **19**, 44-61; **20**, 3-19.
45. Nusch EA. 1970. Ökologische und systematische Untersuchungen der Peritricha (Protozoa, Ciliata) im Aufwuchs von Talsperren und Flußstauen mit verschiedenem Saprobitätsgrad (mit Modellversuchen). *Arch. Hydrobiol./Suppl.* **37**, 243-386.
46. Penard E. 1922. *Etudes sur les Infusoires d'Eau Douce.* Georg et Cie., Genève.

47. Posta A. 1963. Relation entre l'évolution de quelques Tintinnides de la rade de Villefranche et la température de l'eau. *Cah. Biol. Mar.* **4**, 201-10.
48. Schermer E. 1916. Biologische Untersuchungen in der Untertrave bei Lübeck zwischen der Struckfähre und der Herrenbrücke. *Mitt. Geogr. Ges. Naturhist. Mus. Lübeck* **2**, 1-37.
49. Schmall G. 1976. *Organismenbesiedlung und Stoffhaushalt von schwefelwasserstoffhaltigen Modellökosystemen.* Diplom-Arbeit a. d. Math.-Naturwiss. Fak. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Univ.
50. Schwarz S. 1964. Die Tintinnoinea. *Hydrobiologia* **23**, 211-45.
51. Schweyer AW. 1909. Zur Kenntnis des Tintinnodeenweichkörpers, nebst einleitenden Worten über die Hülsenstruktur und die Hülsenbildung. *Arch. Protistenk.* **18**, 134-89.
52. Silva ES. 1952. Tintinnoinea das águas litorais da guiné Portuguesa. *Bol. Cult. Guiné Portuguesa* **7**, 607-23.
53. Slàdečková A. 1962. Limnological study of the reservoir Sedlice near Želiv. XXI. Periphyton stratification during the second-year-long period (August 1958 to June 1959). *Scientific Papers from Institute of Chemical Technology, Prague, Technology of Water* **6**, 221-91.
54. Souto S. 1973. Contribucion al conocimiento de los tintinnidos de agua dulce de la republica Argentina. I. Rio de la plata y delta del parana. *Physis Secc. B.* Buenos Aires **32**, 249-54.
55. Stein F. 1863. Neue oder nicht genügend bekannte Infusorienformen. *Amtl. Ber. Ver. Naturf. Ärzte*, Karlsbad **37**, 161-2.
56. ——— 1867. *Der Organismus der Infusionsthiere nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet.* II. Engelmann, Leipzig.
57. Sterki V. 1879. *Tintinnus semiciliatus.* Eine neue Infusorienart. *Ztschr. Wiss. Zool.* **32**, 460-5.
58. Tappan H, Loeblich AR Jr. 1967. *Tintinnidium* and *Leprotintinnus* (Order Tintinnida): Proposed designation of type-species under the plenary powers Z. N. (S.) 1811. *Bull. Zool. Nom.* **24**, 301-3.
59. ——— 1968. Lorica composition of modern and fossil Tintinnida (Ciliate Protozoa), systematics, geologic distribution, and some new tertiary taxa. *J. Paleontol.* **42**, 1378-94.
60. Valkanov A. 1937-38. Hydrobiologische Untersuchungen an einigen Hochgebirgsseen Bulgariens. *Jb. Univ. Sofia, Physiko-Math. Fak.* **34**, 101-45.
61. Verschaffelt F. 1929. Bijdrage tot de Kennis der Nederlandsche Zoet- en Brakwaterprotozoen. *Bot. Jaarb.* **21**, 1-198.
62. Vitiello P. 1964. Contribution à l'étude des tintinnides de la baie d'Alger. *Pelagos* **2**, 5-42.
63. Vorce CM. 1881. Is it *Tintinnus*? *Am. Microsc. J.* **2**, 223-24.
64. Wilbert N. 1969. Ökologische Untersuchung der Aufwuchs- und Planktonciliaten eines eutrophen Weihers. *Arch. Hydrobiol.* (Suppl.), **35**, 411-518.
65. ——— 1975. Eine verbesserte Technik der Protargolimprägnation für Ciliaten. *Mikrokosmos* **6**, 171-9.
66. Yongue WH. 1970. Some ecological notes on the protozoan *Codonella cratera* (Leidy) in reference to a North Carolina pond. *J. Elisha Mitchell Scient. Soc.* **86**, 185-6.
67. ———, Cairns J Jr. 1971. Colonization and succession of freshwater protozoans in polyurethane foam suspended in a small pond in North Carolina. *Notulae Naturae Acad. Nat. Sci. Philadelphia* **443**, 1-13.