

REVISION DER GENERA ASTYLOZOON (ENGELMANN)
UND HASTATELLA (ERLANGER)
(CILIATA NATANTINA)

Wilhelm FOISSNER

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

ZUSAMMENFASSUNG

(1) Die Genera *Astylozoon* (ENGELMANN, 1862) und *Hastatella* (ERLANGER, 1890) wurden revidiert. Die Revision basiert neben der kritischen Auswertung der Literatur und sorgfältigen Lebendbeobachtungen auf der genauen Analyse der protargol-impregnierbaren Strukturen und des Silberliniensystems von *Astylozoon enriquesi* und *Hastatella radians*. Zur Speciesdetermination wurden fünf wenig variable Merkmale angewendet: die Lage der kontraktilen Vakuole und der Cytoppyge (rechts oder links des Vestibulums), die Form des Makronucleus, die Anzahl der Silberlinien vom Oralapparat bis zum aboralen Wimperkranz und vom aboralen Wimperkranz bis zur Scopula und speziell für das Genus *Hastatella* die Anzahl der Spinae-Kränze. (2) Morphologie, Ökologie und geographische Verbreitung aller bekannt gewordenen Arten der Familie Astylozoidae werden beschrieben. Sämtliche bisher veröffentlichten Zeichnungen von Astylozoidae wurden in den Abbildungen 3-10 zusammengestellt. Die biometrischen Daten von *Astylozoon enriquesi* und *Hastatella radians* sind in Tabelle I zusammengefaßt worden. (3) Vergleichende Untersuchungen über die Oralstrukturen und das Myonemsystem der Astylozoidae, Opisthnectidae und verschiedener Sessilina zeigten, daß diese Strukturen bei allen drei Gruppen prinzipiell gleich sind. Es finden sich jedoch viele spezifische Ausbildungen, die vermutlich genusspezifisch, teilweise sogar speciesspezifisch sind. Insbesondere das Genus *Hastatella* weist im Myonemsystem charakteristische Umbildungen auf, wodurch es nunmehr klar vom Genus *Astylozoon* zu trennen ist. (4) Für die Genera *Astylozoon* und *Hastatella* werden exakte Diagnosen gegeben. Das Genus *Astylozoon* enthält fünf klar trennbare Arten: *A. fallax* (ENGELMANN, 1862), *A. pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893), *A. faurei* (KAHL, 1930-35), *A. vagans* (STILLER, 1939) und *A. enriquesi* nov. spec. Das Genus *Hastatella* enthält zwei sichere Arten: *H. radians* (ERLANGER, 1890) und *H. aesculacantha* (JAROCKI et al., 1927). Das Genus *Geleliella* (STILLER, 1939) gilt in Übereinstimmung mit DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) als aufgehoben. (5) Die Familien Astylozoidae (KAHL, 1930-35) und Opisthnectidae (FOISSNER, 1975) werden in die Unterordnung Natantina (JANKOWSKI, 1967) eingegliedert. Diese Unterordnung wurde auf Grund von phylogenetischen, ökologischen und praktischen Gesichtspunkten, die ausführlich diskutiert werden, anerkannt. Danach sind die Natantina eine systematisch klar abgegrenzte Kategorie, deren Ahnen unbekannt sind, weswegen sie nicht zu den Sessilina oder Mobilina gestellt werden können. Die Natantina sind ferner auch durch ihre planktonische Lebensweise klar von den zwei anderen Unterordnungen getrennt.

SUMMARY

(1) The genera *Astylozoon* (ENGELMANN, 1862) and *Hastatella* (ERLANGER, 1890) were revised. The revision is based on the critical evaluations of description of species, careful living observations, and the minute analysis of the protargol impregnable structures and the silverline system of *Astylozoon enriquesi* and *Hastatella radians*. Five features showing very few variability were applied for species determination: The site of the contractile vacuole and of the cytoppyge (situated at the right or left side of the vestibulum), the form of the macronucleus, the number of silverlines from the oral apparatus to the aboral ciliary wreath and from the aboral ciliary wreath to the scopula, and especially for the genus *Hastatella* the number of spinae wreaths. (2) Morphology, ecology and geographical distribution of all described species of the family Astylozoidae are reviewed. The figures of members of the Astylozoidae published up to now were redrawn and listed in

* Manuscrit accepté par le Comité de lecture le 14 janvier 1977.

figs. 3-10. The biometrical values of *Astylozoon enriquesi* and *Hastatella radians* were summarized in table I. (3) Comparative studies of the oral structures and the myonem system of the Astylozoidae, Opisthnectidae and some Sessilina showed that these structures are fundamentally similar in these three groups. But there are many specific formations that are possibly characteristic at the genus and species level. Especially the genus *Hastatella* shows characteristic modifications of the myonem system. Accordingly, this genus can be separated easily from the genus *Astylozoon*. (4) More exact diagnoses are given for the genera *Astylozoon* and *Hastatella*. The genus *Astylozoon* includes five reliable species: *A. fallax* (ENGELMANN, 1862), *A. pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893), *A. faurei* (KAHL, 1930-35), *A. vagans* (STILLER, 1939), and *A. enriquesi* nov. spec. The genus *Hastatella* includes two reliable species: *H. radians* (ERLANGER, 1890) and *H. aesculacantha* (JAROCKI et al., 1927). The genus *Gelella* (STILLER, 1939) is abolished in accordance with DINGFELDER (1962) and STILLER (1971). (5) The families Astylozoidae (KAHL, 1930-35) and Opisthnectidae (FOISSNER, 1975) are incorporated in the subordo Natantina (JANKOWSKI, 1967). It is shown in the discussion that the Natantina are a distinct systematical categorie whose ancestors are unknown. Accordingly, they could be not included in the Sessilina or Mobilina. In addition, the Natantina are separated very clearly from the Sessilina and Mobilina by their planktonical mode of life.

I. — EINLEITUNG

Nach den zur Fortbewegung eingesetzten Organellen lassen sich die freischwimmenden, stiellosen peritrichen Ciliaten in die Familien Astylozoidae (KAHL, 1930-35) und Opisthnectidae (FOISSNER, 1975) auftrennen. KAHL (1930-35) und später auch CORLISS (1961, 1975) haben die damals bekannten Arten dieser zwei Familien zu der Unterordnung Sessilina gestellt. Da diese aber dadurch charakterisiert ist, daß sie jene Peritrichida zusammenfaßt, die mit einem Stiel oder einer Haftplatte irgendeinem lebenden oder toten Substrat aufsitzen (KAHL, 1930-35), rechtfertigte KAHL die Einordnung der stiellosen Astylozoidae und Opisthnectidae in die Sessilina mit der Annahme, daß sie sekundär freischwimmende Peritrichida wären, die die Fähigkeit zur Ausbildung eines Stieles verloren hätten (vgl. FAURÉ-FREMIET, 1950). Wie ich schon früher diskutiert habe (FOISSNER, 1975), ist dies aber eine durch keinerlei sichere Beobachtungen gestützte phylogenetische Spekulation, und es ist denkbar, daß die Astylozoidae und/oder Opisthnectidae die Ahnen der Sessilina sind (vgl. LEPSI, 1929). Es wird daher hier der Versuch unternommen, diese zwei Familien, die sich auf Grund ihrer Stiellosigkeit sowohl morphologisch als auch ökologisch klar von den Sessilina und Mobilina unterscheiden, in die Unterordnung Natantina *Jankowski* (JANKOWSKI, 1967) einzugliedern (s. S. 375).

Die taxonomischen Probleme, die bisher eine befriedigende Revision der peritrichen Ciliaten verhindert haben, konnten durch die Einführung neuer, sehr spezifischer Kriterien, vor allen der argyrophilen Strukturen, weitgehend beseitigt werden (DAVIDSON et al., 1972; FOISSNER, 1975, 1976 a, 1977; FOISSNER et al., 1974, 1975). Diese und die durch die Protargol-impregnation darstellbaren argyrophilen Elemente bilden auch die Basis der vorliegenden Revision. Da ich selbst trotz der Untersuchung von über 2000 entsprechender Biotope nur zwei Arten der Familie Astylozoidae gefunden habe, muß sich die hier vorgelegte Revision weitgehend auch auf die bisher bekannt gewordenen Untersuchungen stützen, und nicht alle taxonomischen Probleme konnten einer befriedigenden Lösung zugeführt werden.

II. — MATERIAL, METHODEN UND TERMINOLOGIE

Genauere Fundortangaben zu *Astylozoon enriquesi* nov. spec. und *Hastatella radians* finden sich bei den Species-Beschreibungen. Die zu den Vergleichsuntersuchungen herangezogenen Peritrichida (s. S. 372) wurden mit Ausnahme von *Opisthnecta patula*, die in Wegpfützen der Umgebung von Lamprechtshausen und Oberndorf (Salzburg) gesammelt wurde, alle in alpinen Viehweidtümpeln gefunden (s. genaue Fundortbeschreibungen bei FOISSNER, 1977).

An Untersuchungsmethoden verwendete ich dieselben wie bei meinen früheren Studien über peritriche Ciliaten (s. FOISSNER et al., 1974, FOISSNER, 1975). Zur Analyse der Oralstrukturen und des Myonemsystems diente eine Kombination der Protargol- Versilberungsmethoden von ZAGON et al. (1970) und WILBERT (1975).

Im Sinne einer Vereinheitlichung der Terminologie bei den peritrichen Ciliaten werden die bereits bei der Familie Opisthnectidae vorgeschlagenen Termini (FOISSNER, 1975) auch bei den Astylozoidae konsequent verwendet (s. Abb. 1, 2). Speziell für das Genus *Hastatella* wird für die dornenförmigen Auswüchse des Körpers (ERLANGER, 1890) (Abb. 2) der Terminus *Spina* (lat. = Dorn, Mz.: Spinae) vorgeschlagen.

Oft unabhängig von den Benennungen anderer Autoren, habe ich in einer Abbildungsserie jeweils jene "Arten", "Varietäten" und "Formen" vereinigt, die meiner Ansicht nach eine bestimmte Art repräsentieren (z. B. in Abb. 3 alle Abbildungen, die meiner Ansicht nach *Astylozoon fallax* darstellen). Größere Schwierigkeiten bei dieser Vorgangsweise ergaben sich vor allem bei der Einordnung der von DINGFELDER (1962) beschriebenen "Varietäten" von *Astylozoon fallax*, besonders hinsichtlich der Ökologie. Die ökologischen Befunde von DINGFELDER (1962) werden daher summarisch bei *A. fallax* abgehandelt, wobei ausdrücklich darauf hingewiesen sei, daß DINGFELDER mit großer Wahrscheinlichkeit mehrere Arten (*A. fallax* und *A. pyriforme*) vermennt hat.

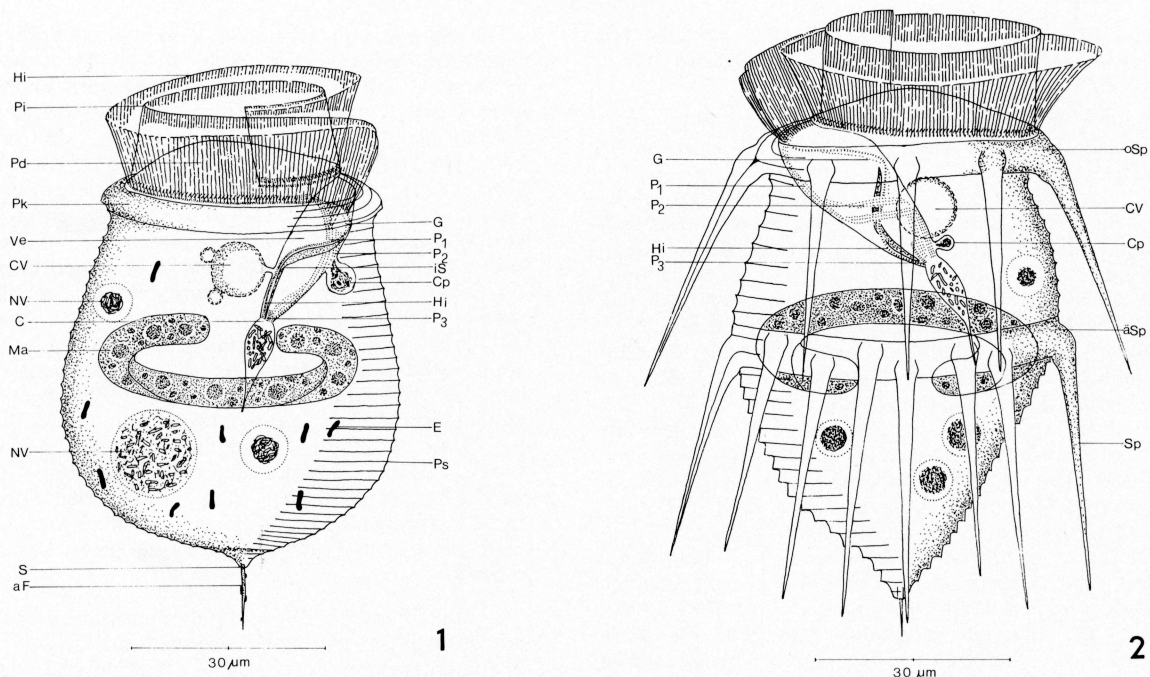


ABB. 1, 2. — *Astylozoon enriquesi* nov. spec. und *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890) als Beispiele für die typische Körperorganisation der Astylozoidae. Gezeichnet nach freischwimmenden Exemplaren. *H. radians* mit leicht aufgerichteten Spinae. Oralstrukturen nach Protargolpräparaten.

aF = aboraler Fortsatz (Borste), oSp = oraler Spinae-Kranz, äSp = äquatorialer Spinae-Kranz, C = Cytostom, Cp = Cytopyge, CV = kontraktile Vakuole, E = cytoplasmatische Einschlüsse, G = germinale Kinete, Hi = Haplokinete, iS = imprägnierbare Struktur, Ma = Makronucleus, NV = Nahrungsvakuole, P₁-P₃ = 1., 2., 3. Peniculus, Pi = Polykinete, Pd = Peristomdiskus, Pk = Peristomkragen, Ps = Pelliculastreifen (verlaufen kongruent mit den Silberlinien), Sp = Spinae, S = Scopula, Ve = Vestibulum.

Bei der großen Unsicherheit mit der bisher die Speciesdetermination bei den Astylozoidae behaftet war, sind auch die Faunenlisten anderer Autoren mit großer Vorsicht zu bewerten! Wo mangels Zeichnungen keinerlei Handhabe für eine sichere Einordnung bestand, werden die ökologischen Ergebnisse jener Autoren bei diesen Arten angeführt, für die sie beschrieben worden sind.

III. — REVISION DER GENERA ASTYLOZOON (ENGELMANN, 1862) UND HASTATELLA (ERLANGER, 1890)

1. Grundlagen der Revision.

KAHL (1930-35) gliederte die von ihm errichtete Familie Astylozoidae nach dem Fehlen oder Vorhandensein von Spinae und Tektinhüllen. Danach unterschied er die Genera *Astylozoon* (ENGELMANN, 1862), *Hastatella* (ERLANGER, 1890) und *Gelella* (STILLER, 1939). Die Berechtigung des Genus *Astylozoon* wurde aber bereits 1901 von ENTZ ernsthaft in Zweifel gezogen. ENTZ (1901) beobachtete nämlich in Populationen von *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890) auch Individuen, die außer der aboralen Schwanzborste keine Spinae besaßen. FAURÉ-FREMIET (1924) und DINGFELDER (1962)

haben später ebenfalls vereinzelt Individuen dieser Art beobachtet, die nur wenige kleine Spinae besaßen, und besonders DINGFELDER (1962) hält es für sehr wahrscheinlich, daß *Hastatella radians* auch ganz ohne Spinae vorkommen kann und dann von *Astylozoon* nicht mehr zu trennen ist.

In Übereinstimmung mit KAHL (1930-35), DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) behalte ich aber die Genera *Astylozoon* (ENGELMANN, 1862) und *Hastatella* (ERLANGER, 1890) bei, insbesondere auch deswegen, weil sich die beiden von mir untersuchten Arten in ihrem Myonemsystem ganz klar unterscheiden. Bei dem vereinzelt Auftreten von Individuen von *Hastatella radians*, die nur sehr kleine und wenige Spinae besitzen, sollte an die Möglichkeit aberranter Formen gedacht werden, die ja bei den Ciliaten sehr häufig sind. Solche Formen sollten aber nicht oder nur mit großer Vorsicht zur Demonstration der Variationsbreite einer Species herangezogen werden.

Das Genus *Gelella* (STILLER, 1939), das STILLER für eine freischwimmende Peritriche, die stark zur Ausbildung einer mehr oder minder festen Tektinhülle neigt, errichtet hat, gilt dagegen in Übereinstimmung mit DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) wieder als aufgehoben. Ein derartiges Merkmal, das bei vielen peritrichen Ciliaten unter extremen ökologischen Bedingungen auftreten kann (STILLER, 1941), ist als Artmerkmal

sicherlich brauchbar, als Gattungsmerkmal aber zu hoch bewertet. *Gelella vagans* (STILLER, 1939) wird daher in das Genus *Astylozoon* versetzt.

Zur Determination der Arten der Genera *Astylozoon* und *Hastatella* wurden fünf Merkmale, die kaum einer größeren Variabilität unterliegen, herangezogen: a. Die Anzahl der Silberlinien (Pelliculastreifen) vom Oralapparat bis zur Anlage des aboralen Wimperkranzes und von dieser bis zur Scopula. b, c. Die Lage der kontraktilen Vakuole und der Cytopyge, d. h. ob sie ventral oder dorsal (rechts oder links) des Vestibulums liegen. d. Die Form des Makronucleus. e. Speziell für das Genus *Hastatella* wird die Anzahl der Spinae-Kränze zur Speciesdetermination angewandt (s. JAROCKI *et al.*, 1927), da dieses Merkmal konstant zu sein scheint (vgl. S. 370). Die Länge, Zahl und Form der Spinae muß dagegen als taxonomisch wertlos eingestuft werden, da fast alle Untersuchungen in dieser Hinsicht eine große Variabilität aufgezeigt haben (s. z. B. ENTZ, 1901; FAURÉ-FREMIET, 1924; DINGFELDER, 1962).

Da eine ausführliche Diskussion der oben angeführten, zur Speciesdetermination herangezogenen Merkmale bereits vorliegt (FOISSNER, 1975, 1976a, 1977), erübrigt sich hier ein genaueres Eingehen. Da diese Merkmale aber nicht bei allen beschriebenen Arten bekannt sind, mußten zur Determination auch teilweise nur die Zeichnungen oder zwei bis drei dieser Merkmale genügen. Jene Arten, bei denen die Beschreibung oder Zeichnung nicht ausreichte, um sie sicher einzustufen, werden auf Seite 371 als "unsichere Arten" kurz besprochen. Die oben angeführten Kriterien ergaben mehrere sicher trennbare Arten. Ich kann daher der neuerdings von DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) vertretenen Auffassung, die nur zwei *Astylozoon*-Arten gelten läßt und alle anderen nur als eine Varietät von *Astylozoon fallax* einstuft, nicht folgen.

Der taxonomische Wert der Oralstrukturen kann trotz den Untersuchungen von LOM (1964), PÄTSCH (1974) und auch den vorliegenden Befunden noch nicht sicher abgeschätzt werden. Für die *Astylozoidae* dürfte er jedenfalls als gering einzustufen sein, da sich die beiden von mir untersuchten Arten hinsichtlich des Oralapparates völlig gleichen.

2. Das Silberliniensystem der *Astylozoidae*.

Über das Silberliniensystem der *Astylozoidae* lagen bisher keine Befunde vor. Die an *A. enriquesi* und *H. radians* durchgeführten Untersuchungen ergaben eine weitgehende Übereinstimmung des Silberliniensystems mit dem der sessilen Peritrichida.

a. *Die Silberlinien*: Diese bilden bei *A. enriquesi* und *H. radians* ein typisches Weitstreifensystem (Abb. 15, 31, 32) (vgl. FOISSNER *et al.*, 1974). Sie verlaufen in konzentrischen Kreisen um das Tier und werden untereinander durch sehr feine, schwach argyrophile, vertikal verlaufende Silberlinien verbunden (Abb. 32, Pfeil). Die Silberlinien und die ihnen meist dicht anliegenden Pelliculaporen (Abb. 15, 18) sind auch nach Protargolimpregnation andeutungsweise sichtbar (Abb. 49), was ZAGON *et al.* (1970) nicht feststellen konnten.

Die Spinae von *Hastatella* besitzen ebenfalls Silberlinien und Pelliculaporen (Abb. 30, 31, 32), woraus klar hervorgeht, daß sie, wie schon FAURÉ-FREMIET (1924) betont hat, pellicula-bedeckte Verlängerungen des Körpers sind. Die Silberlinien der Spinae sind einerseits die direkte Fortsetzung der im Gebiet der Spinae-Kränze horizontal verlaufenden Silberlinien, andererseits kommt es unmittelbar vor den Spinae nicht selten zu Aufzweigungen oder Vereinigungen der Silberlinien, so daß dann eine Spina drei oder mehr Silberlinien besitzt (Abb. 30, 31). Besonders beim oralen Spinae-Kranz wurde häufig beobachtet, daß die Spinae von zwei horizontal verlaufenden Silberlinien versorgt werden, wodurch dann eine Spina 4-6 Silberlinien besitzt. Oberhalb des oralen Spinae-Kranzes befinden sich stets eine, manchmal auch zwei horizontal verlaufende Silberlinien, die keine besondere Verbindung zu den Spinae aufweisen. Beim äquatorialen Spinae-Kranz besitzen besonders die kleineren Spinae nur zwei Silberlinien (einen aufsteigenden und einen absteigenden Ast), die dann die direkte Fortsetzung der jeweiligen horizontalen Silberlinie sind.

b. *Die Scopula*: Die Scopula, aus der die aboralen borstenförmigen Anhänge entspringen, zeigte bei den untersuchten Arten den gleichen Aufbau und wies keine bemerkenswerten Unterschiede zu der Scopula der Opisthnectidae auf (vgl. FOISSNER, 1975). Sie erscheint als ein meist rundes, 1-6 µm großes, stark argyrophiles Korn, das manchmal aus mehreren kleineren Körnchen zusammengesetzt ist (Abb. 15). Diese argyrophilen Körnchen waren in Protargolpräparaten nicht sicher nachweisbar.

c. *Die Anlage des aboralen Wimperkranzes*: Diese war bei den untersuchten Arten stets nachweisbar und zeigte einen völlig übereinstimmenden Aufbau. Auf zwei durch einen etwa 0,5 µm breiten Abstand getrennten kreisförmigen Silberlinien befinden sich viele mehr oder minder regelmäßig angeordnete argyrophile Körnchen, die durch feine, in einem Winkel von etwa 40° zur Längsachse des Tieres verlaufende Silberlinien verbunden werden (Abb. 17, 36). Diese Körnchen, nicht aber die sie verbindenden Silberlinien, sind auch nach Protargolimpregnation nachweisbar (Abb. 40).

Die Anlage des aboralen Wimperkranzes der *Astylozoidae* gleicht also sehr der der sessilen Peritrichida im inaktiven Zustand (vgl. FOISSNER *et al.*, 1974, 1975).

3. Diagnose der Familie *Astylozoidae* (Kahl, 1930-35).

In Anlehnung an KAHL (1930-35) schlage ich folgende, leicht abgeänderte Diagnose vor: *Stiellose Peritrichida (Natantina), deren Fortbewegung mit dem oralen Ende voran erfolgt, mittels des kräftig entwickelten äußeren Teiles der Peristomciliatur.*

4. Diagnosen der Genera und Beschreibung der Arten.

Die in Tabelle I und II zusammengefaßten biome-

TABELLE I

Biometrische Daten der untersuchten peritrichen Ciliaten

| Species | Anzahl der untersuchten Individuen | Länge der lebenden Tiere in μm | Silberliniensystemtyp | Anzahl der Silberlinien vom O bis zum W (Extremwerte) | Anzahl der Silberlinien vom O 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 bzw. Größe der Maschen in μm | Errechner 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) |
|----------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------|---|---|---|---|--|---|-------|--|--|
| Astylozoon enriquesi (Stamm I) | 26 | 50-65 | WST | 24-30 | 27,43 | 8-11 | 9,70 | 1,0-1,4 | 1,55 | 37,13 | 15-30 | 21,7 |
| Astylozoon enriquesi (Stamm II) | 30 | 40-55 | WST | 25-31 | 28,13 | 7-11 | 9,40 | 1,0-1,4 | 1,27 | 37,53 | 25-40 | 32,4 |
| Astylozoon enriquesi (Stamm III) | 30 | 35-55 | WST | 27-32 | 29,26 | 10-13 | 11,56 | 0,8-1,4 | 1,10 | 40,82 | 20-35 | 28,6 |
| Hastatella radians | 30 | 30-75 | WST | 13-22 | 16,60 | 5-9 | 7,27 | 1,2-3,0 | 1,62 | 23,86 | 10-30 | 20,8 |

TABELLE II

Milieuspektren einiger Astylozoidae, zusammengestellt nach Literaturdaten und eigenen Untersuchungen. Die Maßeinheiten der älteren Literatur wurden den heute üblichen angeglichen.

| Physikalisch-chemische Parameter | Einheit | Astylozoon fallax (n. Dingfelder 1962) | Astylozoon vagans (n. Dingfelder 1962) | Astylozoon enriquesi (eig. Untersuchungen) | Hastatella radians (n. Gillard 1947, Scharf 1961, Dingfelder 1962) |
|--------------------------------------|--------------------|--|--|--|--|
| Temperatur | $^{\circ}\text{C}$ | --- | --- | 9,0 -19,8 | 10,0-18,8 |
| Temperaturresistenz | $^{\circ}\text{C}$ | bis 35 | --- | --- | 35,0-43,0 |
| pH | | 6,2-7,6 | 6,2-8,6 | 4,8 - 4,9 | 6,4- 7,8 |
| Säureverbrauch | mval/l | 1,2-9,6 | 1,5-7,6 | 0,1 -0,25 | 1,7- 9,6 |
| CO ₂ (gebunden) | mg/l | --- | --- | 2,2 - 6,6 | 57,2 |
| CO ₂ (frei) | mg/l | --- | --- | 0,0 -6,16 | 18,0 |
| Karbonathärte | mmol/l | --- | --- | --- | 1,1 |
| Gesamthärte | mmol/l | --- | --- | 0,11-0,36 | 2,88 |
| O ₂ | mg/l | --- | --- | 7,0 -11,5 | 2,4- 4,6 |
| O ₂ -Sättigung | % | --- | --- | 80 -146 | 34 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | --- | --- | 0,0 -2,34 | 2,6 |
| NO ₂ -N | mg/l | --- | --- | 0,0 - 3,9 | 0,1 |
| NO ₃ -N | mg/l | --- | --- | 0,0 -0,69 | 7,5 |
| PO ₄ ³⁻ | mg/l | --- | --- | 0,0 -0,27 | Spuren |
| Fe ³⁺ | mg/l | --- | --- | 0,05- 0,6 | --- |
| Gesamteisen | mg/l | --- | --- | --- | 0,5 |
| Ca ²⁺ | mg/l | --- | --- | 15 | --- |
| K ²⁺ | mg/l | --- | --- | 150 | --- |
| Cl ₂ | mg/l | --- | --- | --- | 71 -85 |
| Cl ⁻ | mg/l | --- | --- | -- | 64 |
| KMnO ₄ -Verbrauch | mg/l | --- | --- | 49 - 59 | 32,5 |
| H ₂ S | mg/l | --- | --- | 0,0 | --- |
| Phenole | mg/l | --- | --- | --- | 0,2 |
| Keimzahl (Zählung im Phasenkontrast) | ml | --- | --- | 10 ⁶ - 10 ⁷ | --- |

trischen bzw. ökologischen Daten werden in den folgenden Species-Beschreibungen nicht mehr erwähnt. Für die Erklärung der Tabelle I vgl. FOISSNER *et al.* (1974).

a. Genus *Astylozoon* (ENGELMANN, 1862): In Anlehnung an ENGELMANN (1892) und unter Berücksichtigung der neueren Forschungsergebnisse gebe ich für dieses Genus folgende Diagnose: *Astylozoidae, deren glockenbis mehr oder minder kugelförmiger Körper von einer mehr oder minder voluminösen Tektinhülle umgeben sein kann, aber nie Spinae trägt. Am aboralen Pol inserieren ein oder mehrere borstenförmige Anhänge, die aber auch fehlen oder sehr wenig deutlich ausgebildet sein können. Die Anlage des aboralen Wimperkranzes ist nach Versilberung nachweisbar.*

Genotypus: *Astylozoon fallax* (ENGELMANN, 1862).

α. *Astylozoon fallax* (ENGELMANN, 1862) (Abb. 3a-e).

Die Beschreibung dieser Peritriche ist wiederholt in Frage gestellt worden. ENRIQUES (1912) und DINGFELDER (1962) sahen in ihr nur eine Varietät der später beschriebenen *Astylozoon pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893) und bezweifelten besonders den von ENGELMANN (1862) sowohl bei freischwimmenden als auch encystierten Individuen beobachteten kurzen, nierenförmigen Makronucleus. Diese Zweifel waren aber unbegründet, da sowohl früher schon JAROCKI *et al.* (1927) als auch neuerdings STILLER (1971) *Astylozoon fallax* mit allen typischen Merkmalen wiedergefunden haben. Auch DINGFELDER (1962) zeichnete zwei Formen (Abb. 3 b, c), die vermutlich *A. fallax* darstellen.

Aus den Beschreibungen der oben zitierten Autoren ergeben sich für *Astylozoon fallax* folgende Merkmale:

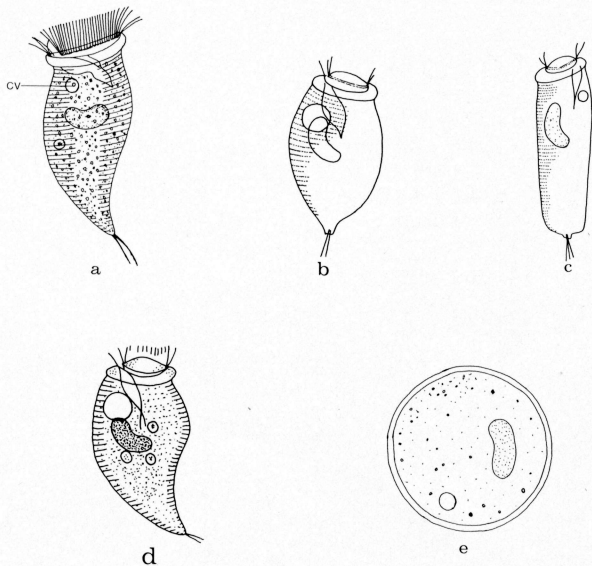


ABB. 3a-e. — *Astylozoon fallax* (ENGELMANN, 1862). a = *A. fallax* (n. ENGELMANN, 1862), b = *A. fallax*, Fallax-Typ (n. DINGFELDER, 1962), c = *A. fallax*, Caudatum-Typ (n. DINGFELDER, 1962), d = *A. fallax* f. amphoriforme (n. STILLER, 1971), e = Cyste (n. ENGELMANN, 1862).

Größe nach ENGELMANN (1862) bis 100 μm , nach DINGFELDER (1962) 41-67 μm , nach STILLER (1971) 36-100 μm . Die kontraktile Vakuole liegt an der rechten Wand des Vestibulums und entleert sich über einen kurzen Kanal (STILLER, 1971) in dieses. Die Cytopyge entleert sich nach KENT (1880-82) ebenfalls in das Vestibulum; er hat aber leider versäumt anzugeben, auf welcher Seite. Der nierenförmige Makronucleus, dessen Lage nach STILLER (1971) nicht konstant ist, liegt wohl meist in der vorderen Körperhälfte (ENGELMANN, 1862, DINGFELDER, 1962). Der kontraktile Körper ist schlank kelchförmig mit einem ziemlich deutlich zugespitztem aboralen Ende, das zudem noch merkbar nach dorsal gekrümmt ist (ENGELMANN, 1862, STILLER, 1971). Die von DINGFELDER (1962) gezeichneten Formen (Abb. 3 b, c) lassen allerdings das nach dorsal gekrümmte aborale Ende nicht erkennen. Die breiteste Körperstelle ist der leicht bauchig erweiterte mittlere Teil des Tieres. Am aboralen Pol inserieren ein bis mehrere kräftige Borsten, die nach ENGELMANN (1862) dem Tier ein ruckartiges Fortschnellen ermöglichen sollen. Die nicht sehr schnelle, eher geradeaus gerichtete Bewegung erfolgt unter Rotation um die Längsachse, wobei fortwährende Schwankungen auftreten. Die Pellicula ist wechselnd deutlich gestreift; das Entoplasma ist durchsichtig, farblos und beinhaltet nur wenige kleine Nahrungsvakuolen. Soweit den Abbildungen von ENGELMANN (1862), DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) zu entnehmen ist, besitzt das Tier eine Gesamtanzahl von 35-55 Pelliculastreifen, ist also dem Weistreifentyp (vgl. FOISSNER *et al.*, 1974) zuzuordnen.

Der Peristomkragen ist wulstartig verdickt und nur leicht nach außen gebogen (STILLER, 1971). Der wenig über den Peristomkragen herausgehobene Peristomdiskus ist nach ENGELMANN (1862) fast eben, nach STILLER (1971) und DINGFELDER (1962) dagegen deutlich nach außen gewölbt. Das Vestibulum endet im ersten Drittel des Tieres und ist nach ENGELMANN (1862) in einem Winkel von etwa 30°, nach DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) in einem Winkel von etwa 70° gegen die Dorsalseite geneigt.

Die kugeligen, derbwandigen Cysten besitzen nach ENGELMANN (1862) einen Durchmesser von 38-50 μm , nach DINGFELDER (1962) 27-30 μm und nach STILLER (1971) 27-50 μm . Ihre Oberfläche ist glatt (ENGELMANN, 1862) bzw. nach DINGFELDER außerdem von einer dünnen, körnigen Tektinhülle umgeben.

Ökologie: *Astylozoon fallax* wurde von ENGELMANN im März 1860 an einer ruhigen Stelle der Elster bei Leipzig (Deutschland) entdeckt und überlebte im Sammelgefäß drei Monate. Er hob hervor, daß neben *A. fallax* keine andere Ciliaten-Art vorkam. DALLA TORRE (1891) meldete kurze Zeit später diese Art aus einem Bache zwischen Innsbruck und Hall (Österreich). KENT (1880-1882) fand sie in England, JAROCKI *et al.* (1927) bei Warschau (Polen) und STILLER (1971) erwähnt, daß *A. fallax* in Ungarn eine seltene Art ist. DETSCHEWA (1972) meldete *A. fallax* aus Wegpfützen in der Umgebung des Dorfes Tschelopetsch bei Sofia (Bulgarien) und aus dem oberen Bodenhorizont von landwirtschaftlich genutzten Böden (DETSCHEWA, 1968).

DINGFELDER (1962) fand seine *Astylozoidae* der "Astylozoon-fallax-Gruppe" in Wegpfützen, Waldwegpfützen, Rasenaufgüssen und Überschwemmungswiesen. In den Wegpfützen können sie 14-16 Tage ausdauern und überleben noch bei Temperaturen von 35 °C. Bevorzugt kommen sie ganzjährig in den bakterienreichen, stark verschmutzten und getrübbten,

viel Fallaub oder Heurste enthaltenden Pfützen der stark befahrenen Wege vor, weswegen sie auch im Frühjahr und Herbst ein Entwicklungsmaximum besitzen. Bei einer stärkeren Abundanz von Opisthnectidae werden sie allerdings verdrängt. In den stärker befahrenen Pfützen sollen sie auf Grund einer mechanischen Auslese etwas kleiner sein als in wenig befahrenen. An typischen Begleit-Ciliaten erwähnt DINGFELDER (1962) *Maryna*-, *Disematostoma*-, *Halteria*-, *Spiretta*-, *Spirofilopsis*- und *Hypotrichidium* Arten. Die Nahrung von *A. fallax* besteht nach DINGFELDER (1962) aus Bakterien.

β. *Astylozoon pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893) (Abb. 4a-k).

A. pyriforme unterscheidet sich von *A. fallax* hauptsächlich durch die Form des Makronucleus, der lang bandförmig bis hufeisenförmig gekrümmt ist. Auf Grund der Kernform und Lage der kontraktiven Vakuole sind *Astylozoon amphoriforme* und *A. faurei* (GELEI *et al.*, 1950) synonym mit *A. pyriforme*. Auch die von FAURÉ-FREMIET (1924) beschriebene, nicht nominierte Varietät von *A. pyriforme* setze ich synonym mit der von SCHEWIAKOFF (1893) beschriebenen Art, da sie sich nur durch eine mehr kugelige Körperform und ein stärker verengtes Peristom von dieser unterscheidet, was bei der großen Variabilität der Körperform der Astylozoidae nicht zur Aufstellung von Varietäten ausreicht.

Die Größe von *A. pyriforme* beträgt nach SCHEWIAKOFF (1893) $46-54 \times 37-40 \mu\text{m}$, nach FAURÉ-FREMIET (1924) etwa $40 \mu\text{m}$, nach GELEI *et al.* (1950) $35-65 \mu\text{m}$ und nach DINGFELDER (1962) $41-50 \mu\text{m}$. Die kontraktile Vakuole liegt an der rechten Wand des Vestibulums und mündet nach GELEI *et al.* (1950) und DINGFELDER (1962) über einen kurzen, engen Kanal in dieses aus. Angaben über die Cytopyge fehlen. Der Makronucleus ist bandförmig (SCHEWIAKOFF, 1893), meist aber deutlich halbkreisförmig gebogen (FAURÉ-FREMIET, 1924, GELEI *et al.*, 1950, DINGFELDER, 1962) und liegt etwas oberhalb der Mitte des Tieres. Ein kleiner Mikronucleus wurde von SCHEWIAKOFF (1893) nachgewiesen (Abb. 4a, Mi). Der S-förmig gewundene Kern, den SCHEWIAKOFF (1893) zeichnete, könnte in Wirklichkeit auch halbkreisförmig gewesen sein, da sich nach meinen Erfahrungen gerade die dünnen Hufeisenkerne bei den peritrichen Ciliaten durch eine etwas unvorsichtige Präparation oft in dieser oder einer ähnlichen Form darstellen (vgl. LYNCH *et al.*, 1931). Der Körper ist breit glockenförmig und besonders in der Äquatorialebene nicht selten fast kugelförmig. Stets ist er unterhalb des Peristomkragens deutlich eingeeengt, so daß der Äquator die breiteste Körperstelle ist. Das Tier ist durch ein kräftig entwickeltes Myonemsystem (GELEI *et al.*, 1950) bis zur Kugelform kontraktile. Die aboralen Borsten, die nach GELEI auch völlig fehlen können (GELEI *et al.*, 1950 bei *A. amphoriforme*) oder nach DINGFELDER (1962) bis auf einen körnigen Endfaden reduziert sind, inserieren auf einer kleinen knopfartigen Verlängerung des Körpers. Sie sind nach SCHEWIAKOFF (1893) und GELEI *et al.* (1950) schief, nach FAURÉ-FREMIET (1924) gerade zur Körperlängsachse gerichtet. Das Tier bewegt sich meist rasch, zuweilen dreht es sich im Kreise. Beim langsamen Schwimmen macht es wackelnde Bewegungen (SCHEWIAKOFF, 1893). Der Richtungswechsel soll unter Einsatz der aboralen Borsten erfolgen, was aber bei anderen Arten des Genus (s. *A. enriquesi*) trotz genauer Untersuchungen nicht festgestellt werden konnte (vgl. ENRIQUES, 1912): Während SCHEWIAKOFF (1893)

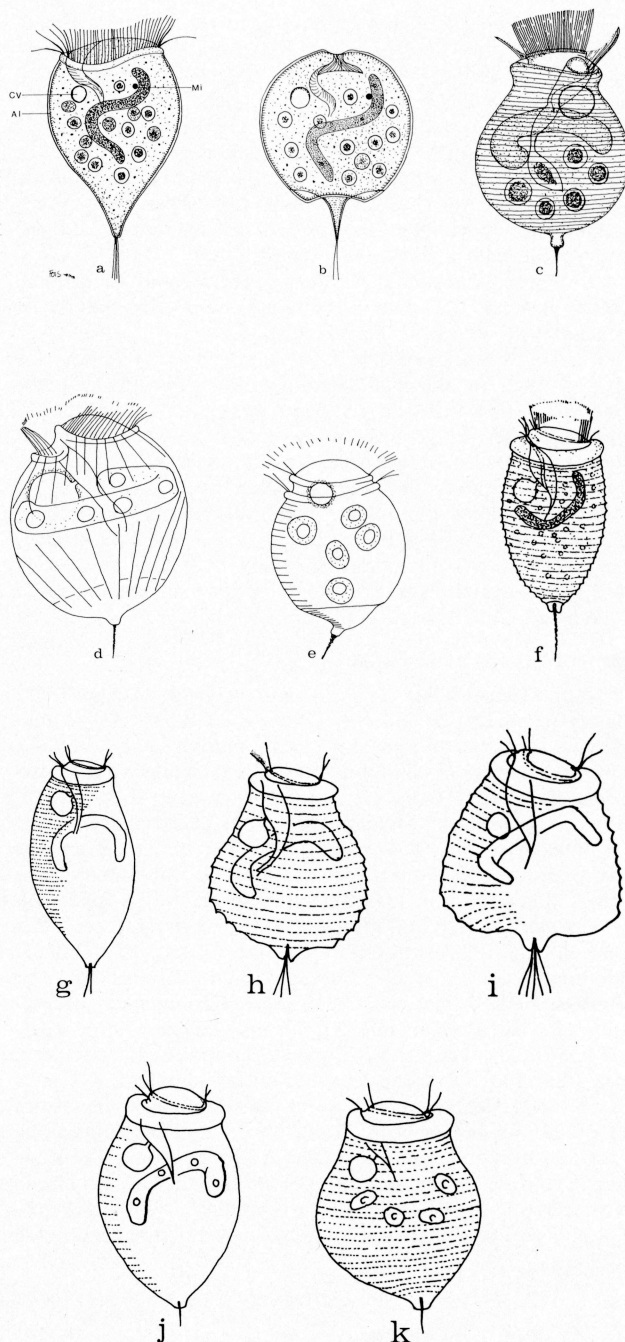


ABB. 4a-k. — *Astylozoon pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893). a = *A. pyriforme* (n. SCHEWIAKOFF, 1893), b = *A. pyriforme*, kontrahiertes Tier (n. SCHEWIAKOFF, 1893), c = *A. pyriforme* var. (n. FAURÉ-FREMIET, 1924), d = *A. faurei* (n. GELEI *et al.*, 1950), e = *A. faurei*, Individuum mit zerfallenen Makronucleus, Sublimatfixierung (n. GELEI *et al.*, 1950), f = *A. fallax*, Amphoriforme-Typ (n. DINGFELDER, 1962), g = *A. fallax*, Pyriforme-Typ (n. DINGFELDER, 1962), h, i = *A. fallax*, Faurei-Typen (n. DINGFELDER, 1962), j, k = *A. fallax*, Individuen mit beginnendem und vollendetem Kernzerfall (n. DINGFELDER, 1962).

das Fehlen von Pelliculastreifen hervorhebt, haben GELEI *et al.* (1950) und DINGFELDER (1962) diese bei ihren Individuen in wechselnder Deutlichkeit festgestellt. Die Gesamtanzahl der Pelliculastreifen beträgt nach FAURÉ-FREMIET (1924) etwa 35, nach GELEI *et al.* (1950) etwa 28, nach DINGFELDER (1962) etwa 17-23, bei einem Individuum zeichnete er sogar 42 Streifen. *A. pyriforme* ist nach diesen Angaben eher dem Engstreifentyp (vgl. FOISSNER *et al.*, 1954) aus einem alten Burggraben bei Ferrara in Italien. von vielen Nahrungsvakuolen erfüllt.

Der Peristomkragen ist wulstartig verdickt und kaum nach außen gebogen. Der Bau des Oralapparates entspricht weitgehend dem von *A. fallax* (s. dort).

Ökologie: SCHEWIAKOFF fand *Astylozoon pyriforme* im August 1889 in einem Waldgraben in Neuseeland. FAURÉ-FREMIET (1924) meldete sie dann aus großen Pflüzen am Plateau de Thelle in Frankreich, GELEI *et al.* (1950) aus Straßenpflüzen in Szeged (Ungarn), GELEI (1954) aus Viehweidetümpeln einer Bergwiese in Oberungarn und CANELLA (1954) aus einem alten Burggraben bei Ferrari in Italien. GELEI (1954) erwähnt noch, daß *A. pyriforme* eine seltene, aber ausdauernde Peritriche ist. Nach SCHEWIAKOFF (1893) und DINGFELDER (1962) frißt *A. pyriforme* hauptsächlich Bakterien.

γ. *Astylozoon faurei* (KAHL, 1930-35) (Abb. 5a).

KAHL (1930-35) hat das von ihm in einem kleinen Teich des Hamburger Zoologischen Gartens gefundene *Astylozoon* mit der von FAURÉ-FREMIET (1924) beschriebenen Varietät von *A. pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893) synonymisiert und zugleich in den Rang einer Art erhoben. Aber KAHL (1930-35) und später auch DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) ist entgangen, daß diese Species nicht nur durch die andersartige Form des Makronucleus sondern vor allem auch durch die Lage der kontraktilen Vakuole von *Astylozoon pyriforme* var. (FAURÉ-FREMIET, 1924) und *Astylozoon fallax* (ENGELMANN, 1862) abweicht! Da nach KAHL (1930-35) die Merkmale von *A. faurei* durchaus nicht variabel sind, ist diese Art mit keiner anderen bisher bekannten zu synonymisieren, auch nicht mit *Astylozoon enriquesi* nov. spec. (s. S. 361), das bei gleicher Lage der kontraktilen Vakuole in der Form des Makronucleus bedeutend abweicht.

Im folgenden wird die kurze Beschreibung von KAHL (1930-35) wiedergegeben: Größe 40-50 µm. Die kontraktile Vakuole liegt an der linken Wand des Vestibulums. Die Lage der Cytopyge ist unbekannt. Der Makronucleus ist plump wurstförmig. Der Körper ist im aboralen Abschnitt kugelförmig, gegen den wulstig ausgebildeten Peristomkragen hin

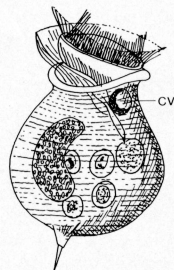


ABB. 5a. — *Astylozoon faurei* (KAHL, 1930-35).

dagegen halsartig verjüngt. Eine aborale Borste inseriert auf einem knopfartigen Vorsprung. Die Pellicula ist deutlich gestreift. Der Peristomdiskus wird stark schräg herausgehoben und die adorale Wimperspirale ist kräftig ausgebildet. Das Vestibulum reicht etwa bis zur Mitte des Tieres und bildet mit der Dorsalseite einen Winkel von etwa 50°.

Eine Neubeschreibung dieser Art wäre dringend erforderlich, um ihre systematische Position sicher abklären zu können.

δ. *Astylozoon vagans* (STILLER, 1939) (Abb. 6a-k).

A. vagans (STILLER, 1939) ist von DINGFELDER (1962) mit allen typischen Merkmalen wiedergefunden worden, so daß man die Ausbildung einer Tektinhülle, die von beiden Autoren als Anpassung an die extremen Lebensräume (Natrontümpel, Wegpflüzen) aufgefaßt wird, als konstantes Merkmal und wesentliches Speciescharakteristikum ansehen darf.

Größe ohne aboralen Schwanzfortsatz nach STILLER (1939, 1971) 50-75 µm × 50-60 µm, nach DINGFELDER (1962) 43-67 µm. Die kontraktile Vakuole liegt an der rechten Wand des Vestibulums und entleert sich in dieses über einen kurzen, aber weiten Ausführungskanal. Die Lage der Cytopyge ist unbekannt. Der bandförmige Makronucleus ist U-förmig gebogen und horizontal in der Äquatorialebene gelagert. Er besitzt stets mehrere deutlich sichtbare Nucleolen (STILLER, 1939). Der Körper ist kontraktil, meist fast kugelförmig, seltener mehr kelchförmig, und besitzt eine kleine aborale Ausziehung, auf der aber keine Borsten inserieren (DINGFELDER, 1962). Die breiteste Körperstelle ist die Äquatorialebene. Das Tier schwimmt unter häufigem Richtungswechsel in großen Schleifen rastlos umher (Abb. 6d). Häufig überschlägt es sich auch im schnellen Nacheinander, wobei es sich bald auf den Fortsatz, bald auf das Peristom stützt. Mit Hilfe des von der Tektinhülle gebildeten schwanzartigen Fortsatzes kann es sich auch für kurze Zeit auf festen Substraten niederlassen, wobei das sonst spitze Ende des Fortsatzes haftscheibenförmig abgerundet wird (Abb. 6b). Die angehefteten Tiere sind jedoch sehr unruhig und kreisen im Uhrzeigersinn. Die Pellicula läßt bei DINGFELDER (1962) 35 Pelliculastreifen erkennen; *A. vagans* wäre demnach dem Weistreifentyp zuzuordnen. Das farblose Entoplasma ist fein gekörnelt, durchsichtig und beinhaltet nach STILLER (1939) nur wenige sehr kleine Nahrungsvakuolen. Die Tektinhülle ist farblos bis leicht gelblich (STILLER, 1939, 1971) oder auch durch anhaftende Detritusteilchen braun gefärbt (DINGFELDER, 1962). Sie ist dem Körper des darinnen befindlichen Tieres vollkommen angepaßt und läßt nur den Peristomdiskus frei. Aboral läuft sie in einen verschieden langen schwanzartigen Fortsatz aus, der sich durch fortgesetzte Sekretion stark verlängern kann (Abb. 6h) und sogar die Bildung von Pseudokolonien (DINGFELDER, 1962) ermöglicht (Abb. 6i). Bei der Kontraktion schließt sich der Peristomkragen mit seiner Tektinhülle ähnlich einem Schnürbeutel (DINGFELDER, 1962). Die Konsistenz der Hülle wird gegen den Rand zu immer lockerer. Dennoch ist sie ziemlich fest und widerstandsfähig, da sie nach dem Ausquetschen des Tieres infolge ihrer Elastizität völlig unversehrt bleibt (STILLER, 1939) (Abb. 6a).

Der Peristomkragen ist schwach verdickt und nicht nach außen umgebogen. Der wenig über den Peristomkragen herausgehobene Peristomdiskus ist deutlich nach außen ge-

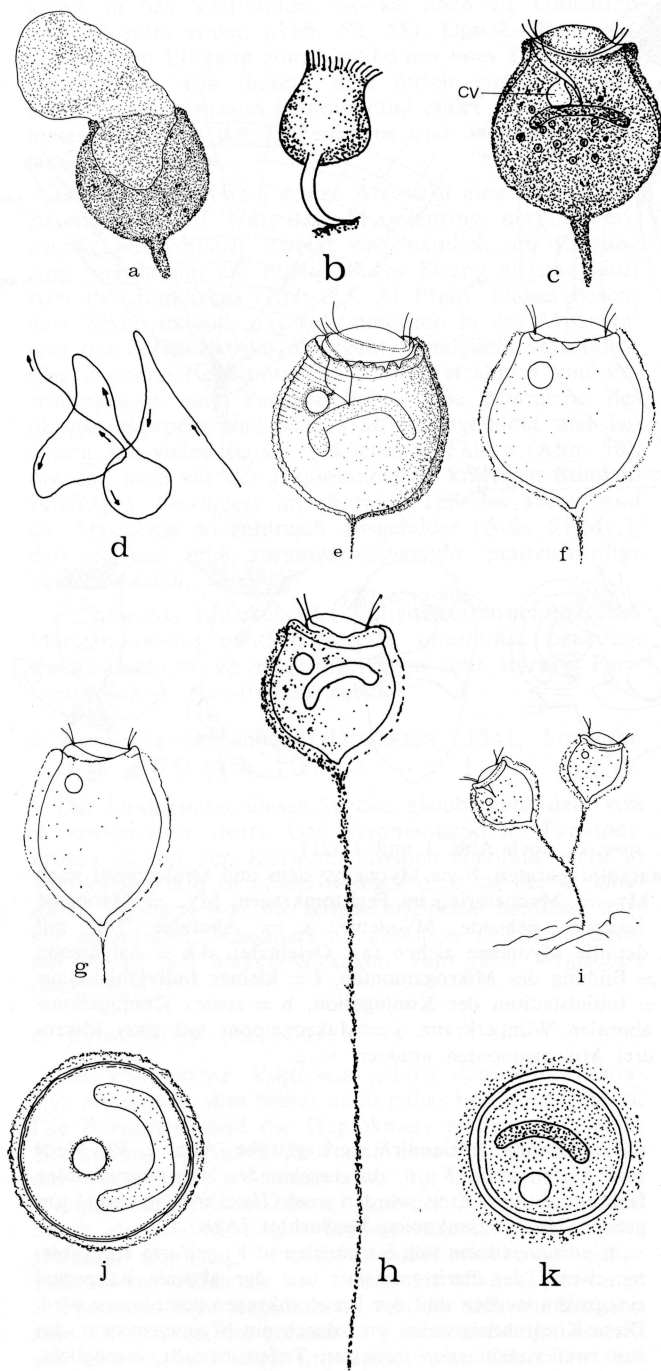


ABB. 6a-k. — *Astylozoon vagans* (STILLER, 1939).
 a = zerdrückt, b = niedergelassen, c = freischwimmend,
 d = ein Stück des zurückgelegten Weges (a-d n. STILLER,
 1939), e = *A. vagans*, Normalform, f, g = *A. vagans*,
 verschiedene Körperformen, h = *A. vagans* mit langem
 Schwanzfaden, i = *A. vagans*, Pseudokolonie, j = *A.*
vagans, Cyste (e-j n. DINGFELDER, 1962), k = *A. vagans*,
 Cyste (n. STILLER, 1971).

wölbt. Die adoralen Cilienreihen führen nach $1\frac{1}{4}$ Windungen in das nach STILLER (1939) sehr enge, nach DINGFELDER (1962) eher weite Vestibulum, das im ersten Körperdrittel endet und mit der Dorsalseite einen Winkel von etwa 70° einschließt.

Die von einer doppelten Membran umgebenen, kugelförmigen Cysten haben einen Durchmesser von $27-41\ \mu\text{m}$ und sind von einer dicken, körnigen Tektinhülle umgeben (STILLER, 1971, DINGFELDER, 1962) (Abb. 6j, k).

Ökologie: *A. vagans* wurde von STILLER (1939) im Frühjahr in den schwach natronhaltigen Tümpeln des Sziliszek bei Szeged (Ungarn) entdeckt. Sie konnte die Tiere nur höchstens eine Woche im Sammelgefäß am Leben erhalten und nimmt daher an, daß sich diese Art an die ständig wechselnden Lebensbedingungen derart angepaßt hat, daß sie nach einer kurzen aktiven Phase ihre Lebenstätigkeit auch dann einstellt, wenn die ökologischen Verhältnisse noch günstig sind. DINGFELDER (1962) fand *A. vagans* meist in frischen Regenwasserpflützen, seltener auch in älteren, stark fauligen Gewässern. Die Tiere ernähren sich von Bakterien und treten oft gemeinsam mit *Maryna umbellata* auf (DINGFELDER, 1962).

ε . *Astylozoon enriquesi* nov. spec. (Abb. 1, 7a-k, 11a, 12-21).

ENRIQUES hat 1912 eine Astylozoidae untersucht, von der er und später auch andere Autoren (KAHL, 1930-35, DINGFELDER, 1962) glaubten, daß es *Astylozoon pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893) sei. Die Zeichnungen von ENRIQUES (1912) (Abb. 7d-k) lassen jedoch erkennen, daß er einem Irrtum unterlegen ist, da bei seinen Tieren die kontraktile Vakuole an der linken Seite des Vestibulums ausmündet! Dieses *Astylozoon* muß daher nach den hier angewendeten Kriterien (s. S. 356) als neue Art eingestuft werden. Ich habe an drei weit voneinander entfernten Orten eine offensichtlich identische Species gefunden und kann die Konstanz der Lage der kontraktilen Vakuole und der übrigen Merkmale bestätigen.

Für *Astylozoon enriquesi* nov. spec. gebe der unter Einbeziehung der Angaben von ENRIQUES (1912) folgende Beschreibung: Größe $40-65\ \mu\text{m}$, nach den Zeichnungen von ENRIQUES $50-63\ \mu\text{m}$. Die kontraktile Vakuole besitzt mehrere kleine Hilfsvakuolen (Abb. 1) und liegt an der linken Wand des Vestibulums, wo sie sich über einen kurzen, engen Ausführungskanal in dieses entleert. Die Cytopyge liegt dagegen an der rechten Wand des Vestibulums (Abb. 1, 7a). Die Fäkalienballen sind rund und von lockerer Konsistenz. Der Makronucleus ist $5\ \mu\text{m}$ dick, von dreiviertelkreisförmiger ($250-310^\circ$) Gestalt und liegt horizontal in der Äquatorialebene. Der Mikronucleus, den ich nicht finden konnte, liegt nach ENRIQUES dem Makronucleus, der stets viele große und kleine Nucleolen (Abb. 14) enthält, dicht an. Die Körperform von *A. enriquesi* ist sehr verschieden. Am häufigsten ist die in Abb. 1 dargestellte plump-kugelförmige Gestalt, die unterhalb des Peristomkragens nur wenig verengt ist, so daß die breiteste Körperstelle etwas unterhalb der Tiermitte liegt. Auf dem in eine abgestumpfte Spitze auslaufenden aboralen Pol inseriert eine kräftige, sich verschmälernde Borste, auf der manchmal eine feine Granula, wohl anhaftende Detritusteilchen, zu erkennen ist (Abb. 1). Sie löst sich bei der zur genauen Beobachtung notwendigen Festlegung und Abflachung des Tieres sehr bald in mehrere feinere Borsten auf (Abb. 7a), so wie dies bereits ENTZ (1901) bei *Hastatella radians* beschrieben hat. Möglicher-

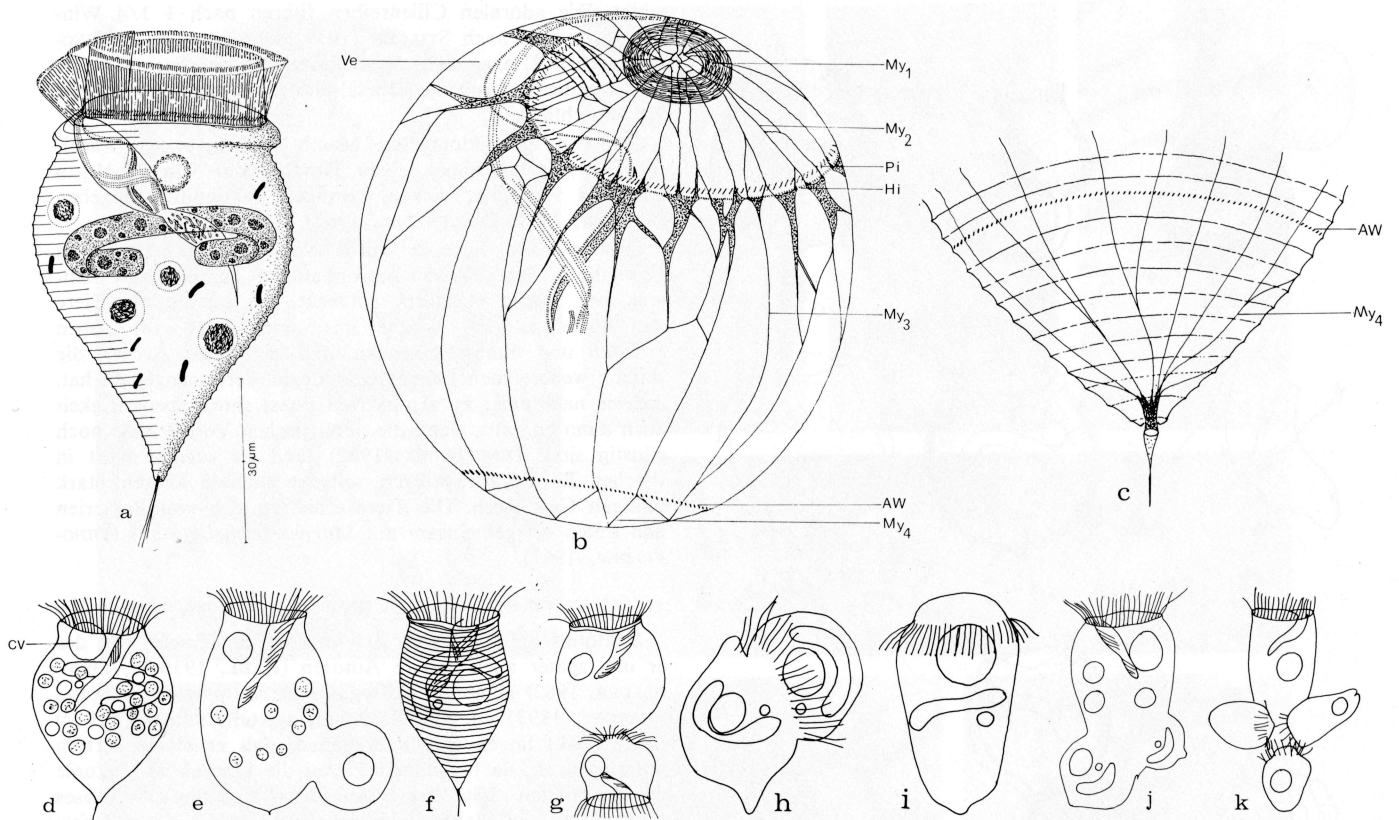


ABB. 7a-k. — *Astylozoon enriquesi* nov. spec. (s. auch Abb. 1 und 12-21).

a = Habitus des freischwimmenden Tieres. Oralapparat nach Protargolpräparaten, b = Myonemsystem und Oralapparat nach Protargolpräparaten, AW = Anlage des aboralen Wimperkranzes, My_1 = Myonemring im Peristomkragen, My_2 = Myoneme im Peristomdiskus, My_3 = Körpermyoneme, My_4 = Zur Scopula ziehende Myoneme. c = Aboraler Teil mit Anlage des aboralen Wimperkranzes und der aboralen Borste zu der die Myoneme ziehen (a-c Originale). d-k = *Astylozoon* pyriforme (n. ENRIQUES, 1912). d = gut ernährtes Individuum, e = Bildung des Mikrogamonten, f = kleines Individuum aus einer Kultur, in der viele Konjugationen stattgefunden hatten, g = Initialstadium der Konjugation, h = spätes Konjugationsstadium, i = freischwimmender Mikrogamont mit ausgebildetem aboralen Wimperkranz, j = Makrogamont mit zwei Mikrogamonten, k = Makrogamont, der von drei Mikrogamonten attackiert wird.

weise kommen aber auch Individuen vor, die mehrere Borsten besitzen. Die Protargolimprägungen brachten Hinweise dafür, daß die Borsten vielleicht Verlängerungen der Myoneme sind. Dies würde auch ihre Tendenz zur Auffaserung erklären. Die Borste erscheint als ein spitz auslaufender hohler Kegel (Abb. 21), der an einer trichterförmigen Struktur, die wiederum mit den am aboralen Pol konvergierenden Myonemen kontaktet, befestigt ist. *A. enriquesi* schwimmt unter Rotation um die Längsachse in großen Schleifen rastlos und sehr schnell umher. Manchmal kann man auch beobachten, daß sich die Tiere mit der Peristomciliatur oder mit dem aboralen Ende für kurze Zeit an einem Detritushäufchen niederlassen.

Die Pellicula ist wechselnd deutlich gestreift. In Opalblau-Präparaten zeigt sie häufig eine deutliche Felerdung (Abb. 16), die aber weder beim lebenden noch beim versilberten Tier sichtbar war. Das Entoplasma ist farblos, aber durch viele, wenige Mikrometer große glänzende Einschlüsse

(Exkretkristalle?) ziemlich stark getrübt (Abb. 1, E). Meist sind viele, etwa $5\ \mu\text{m}$ durchmessende Nahrungsvakuolen feststellbar. Vereinzelt wurden auch Tiere mit bis zu $15\ \mu\text{m}$ großen Nahrungsvakuolen beobachtet (Abb. 1).

A. enriquesi kann sich bis annähernd Kugelform kontrahieren, wobei der Peristomdiskus und der aborale Körperteil eingezogen werden und der Peristomkragen geschlossen wird. Diese Kontraktionsweise wird durch ein Myonemsystem, das aus zwei voneinander isolierten Teilen besteht, ermöglicht. Der erste Teil des Systems, der offensichtlich der Kontraktion und Retraktion des Peristomkragens dient, ist ein die ganze Breite des Peristomkragens einnehmendes, dicht unter der Pellicula liegendes Myonemband, das aus sehr vielen, dicht nebeneinanderliegenden Fasern besteht (Abb. 11a, 20, My_1). Der zweite Teil des Systems besteht aus den meridional, dicht unter der Pellicula verlaufenden Myonemen, die bei der Scopula beginnen (Abb. 11a, 14 My_4), unter der Anlage des aboralen Wimperkranzes hindurchziehen (Abb. 11a,

20 My₃) und dann bis zum Peristomdiskus, in dem sie ein ziemlich dichtes Geflecht bilden (Abb. 11a, 19 My₂), weiterlaufen. Die stärkste Ausbildung und Verzweigung der Myoneme findet sich unmittelbar unterhalb der Haplokinete, an der sie irgendwie befestigt zu sein scheinen (Abb. 11a, 19), da die davon ausgehenden, über den Peristomdiskus ziehenden Myoneme (Abb. 11a, 19 My₂) sehr viel dünner sind. Am Eingang zum Vestibulum sind sie kreisförmig ausgespart (Abb. 19 Ve). Dieser Teil des Myonemsystems erfüllt offensichtlich zwei Aufgaben. Der schwächer entwickelte aborale Teil (Abb. 11a, My₄) ermöglicht das Einziehen und Ausstrecken des aboralen Körperteiles. Der stärker entwickelte orale Teil (Abb. 11a, My₃) dient dazu, um den Peristomdiskus bei der Kontraktion in das Tier hineinzuziehen bzw. bei der Retraktion hinauszustrecken. Der mittlere Teil des Tieres verändert sich bei der Kontraktion nicht merklich.

Der Peristomkragen ist wulstartig verdickt, aber nie nach außen umgebogen. Der wenig über den Peristomkragen herausgehobene breite Peristomdiskus ist leicht bis fast halbkugelförmig nach außen gewölbt. Die adorale und buccale Ciliatur besteht aus der Polykinete und der Haplokinete, die nach einer Umdrehung von ca. 400° auf dem Peristomdiskus in das Vestibulum hinabsteigen, wo sich die Polykinete in drei Peniculi aufteilt (Abb. 1, 14 P₁-P₃). Der zweite Peniculus beginnt etwa in der Mitte des Vestibulums und endet um etwa 2 µm früher als der erste Peniculus. Der dritte Peniculus besteht aus zwei, vielleicht auch aus drei sehr dicht nebeneinander liegenden Basalkörperreihen, ist nur 3-5 µm lang und endet auf der gleichen Höhe wie der erste Peniculus. Die Haplokinete besteht aus zwei sehr nahe nebeneinanderliegenden Basalkörperreihen und wird von einer stark imprägnierbaren Struktur (vgl. LOM, 1964) begleitet. Von ihr zweigt sich am Eingang zum Vestibulum die germinale Kinete ab (Abb. 1 Hi, iS, G). Die Haplokinete und der erste Peniculus beschreiben im Vestibulum etwa 1 1/4 Umdrehungen bevor sie am Cytostom enden. Das Vestibulum, das mit der Dorsalseite einen Winkel von etwa 50-70° einschließt, endet etwas oberhalb der Äquatorialebene. Die Cilien der adoralen Wimperreihen sind etwa 15 µm lang.

Die Teilung von *A. enriquesi* vollzieht sich im freischwimmenden Zustand, in der für peritriche Ciliaten üblichen Weise (s. FOISSNER *et al.*, 1974). In Teilungsphasen, wo das Peristom kontrahiert ist, sinken die Tiere allerdings zu Boden. Hinsichtlich der Neubildung des Oralapparates reichen die gefundenen Stadien leider nicht aus, um eine vollständige Serie zu rekonstruieren, jedoch scheint der ganze Vorgang sehr ähnlich dem zu sein, wie ihn LOM (1964) für *Opisthnecta minima* (s. FOISSNER, 1975) beschrieben hat.

ENRIQUES (1912) hat das Auftreten von epidemischen Konjugationen beobachtet. Die Mikrogamonten bilden sich durch inäquale Teilung und sind deutlich kleiner als die Makrogamonten. Sie sollen aber in der Größe von schlecht ernährten Makrogamonten oft schwer zu unterscheiden sein. Als sehr bemerkenswert muß seine Beobachtung eingestuft werden, daß sich die Mikrogamonten, denen die aboralen Borsten fehlen, mit Hilfe einer aktivierten aboralen Wimperkranzes fortbewegen (Abb. 7i). Häufig beobachtete er, daß ein Makrogamont von zwei bis drei Mikrogamonten attackiert wurde. Der Mikrogamont wird nach erfolgter Festheftung im Verlaufe von 30 bis 60 Minuten vom Makrogamonten völlig absorbiert (Abb. 7h).

A. enriquesi encystierte sich stets wenige Stunden nach

dem Fang. Länger wie 24 Stunden konnte ich die Tiere nie im aktiven Zustand erhalten. Die Cystenbildung wird damit eingeleitet, daß die Tiere ihr aborales Ende (von der Scopula bis zur Anlage des aboralen Wimperkranzes) ziehharmonikaartig einziehen. In diesem Zustand schwimmen sie noch lebhaft bis zu 30 Minuten umher. Dann schließen sie ihren Peristomkragen, sinken zu Boden und umgeben sich im Verlaufe von mehreren Stunden mit einer etwa 4 µm dicken, doppelt konturierten Membran. Die Cysten sind rund (Durchmesser 25-30 µm) und ihre Oberfläche ist glatt. Die Schlüpföffnung befindet sich über dem Zentrum des bis auf eine winzige Öffnung geschlossenen Peristomkragens. Das Myonemsystem und das Silberliniensystem bleiben in der Cyste erhalten (vgl. FOISSNER *et al.*, 1975).

Ökologie: ENRIQUES (1912) hat *Astylozoon enriquesi* im Dezember in einem Graben nahe der Haltestelle Tavernelle (Italien) gefunden. Er folgerte etwas voreilig, daß es eine Winterform sei, da sie ihr ökologisches Optimum in einer Umgebung mit wenig Bakterien habe, was aber die vorliegenden Untersuchungen nicht bestätigten (s. Milieuspektrum). Nach seinen Kulturversuchen lassen sie sich in Heudekto bei Anwesenheit von Bakterien und Flagellaten gut züchten, da sie sich vorwiegend von Bakterien und Grünalgen ernähren. Ich konnte in den Nahrungsvakuolen dagegen nur Bakterien und vielleicht auch etwas Detritus feststellen, obwohl stets verschiedene *Clamydomonas*-Arten im Biotop vorhanden waren.

Stamm I fand ich in einem stark lehmigen Viehweidetümpel auf einer Alm in der Nähe von Gosau (Österreich, Steiermark). Stamm II fand ich in einer Wegpfütze in Kleinmünchen bei Linz (Österreich, Oberösterreich). Stamm III trat in mehreren stark eutrophierten Viehweidetümpeln der Hochmais-Alm (Österreich, Großglockner-Hochalpenstraße, 1700 m ü. d. M.) auf. *A. enriquesi* ist nach meinen Beobachtungen ein ausgesprochen planktischer Organismus und einmal wurde im Plankton auch eine Massenentwicklung beobachtet, zusammen mit *Phascolodon vorticella*, *Urotricha agilis*, *Didinium balbianii* und *Chilodonella algivora*.

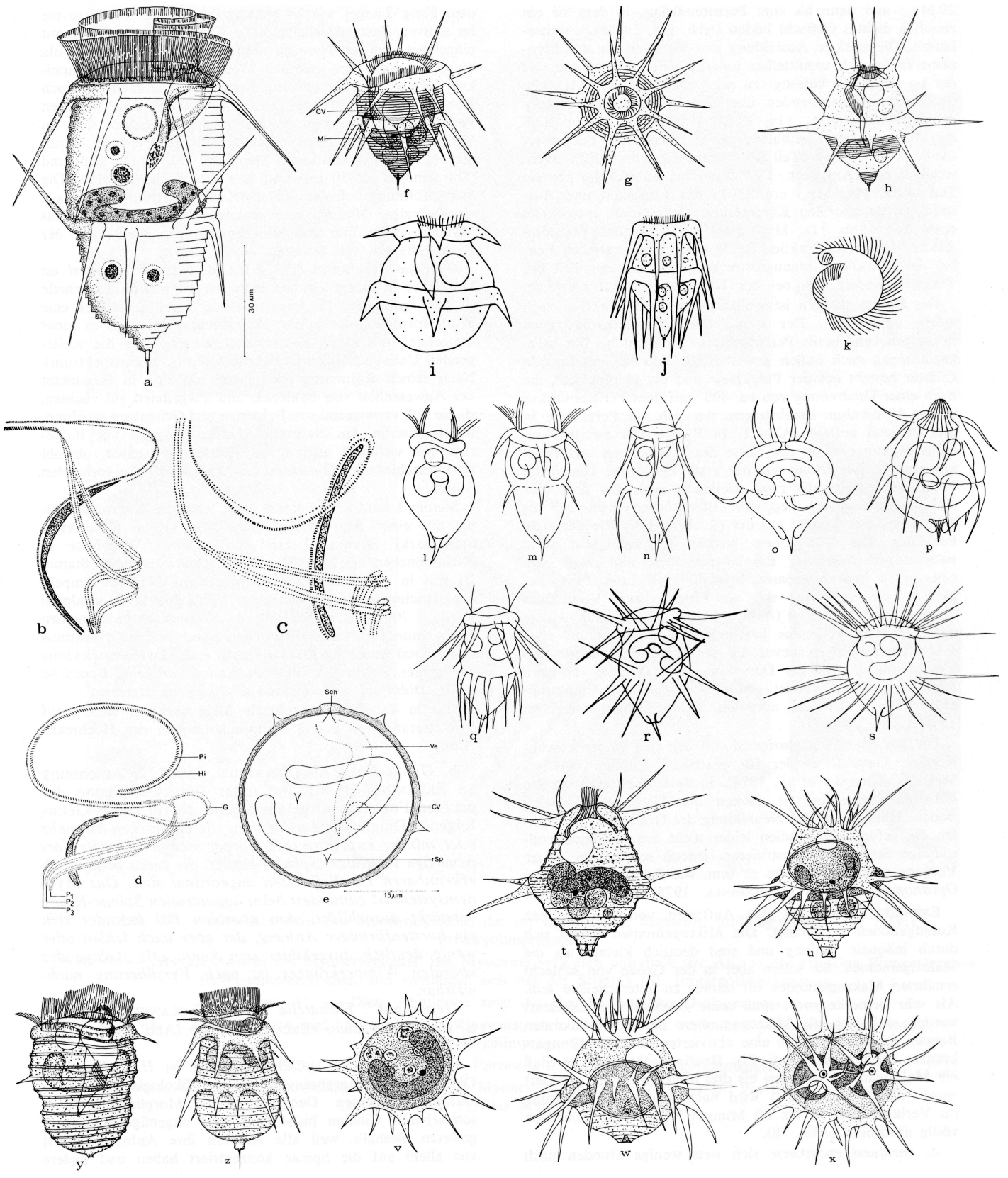
Das in Tabelle II angeführte Milieuspektrum basiert auf 5 Wasseranalysen von 3 Viehweidetümpeln der Hochmais-Alm.

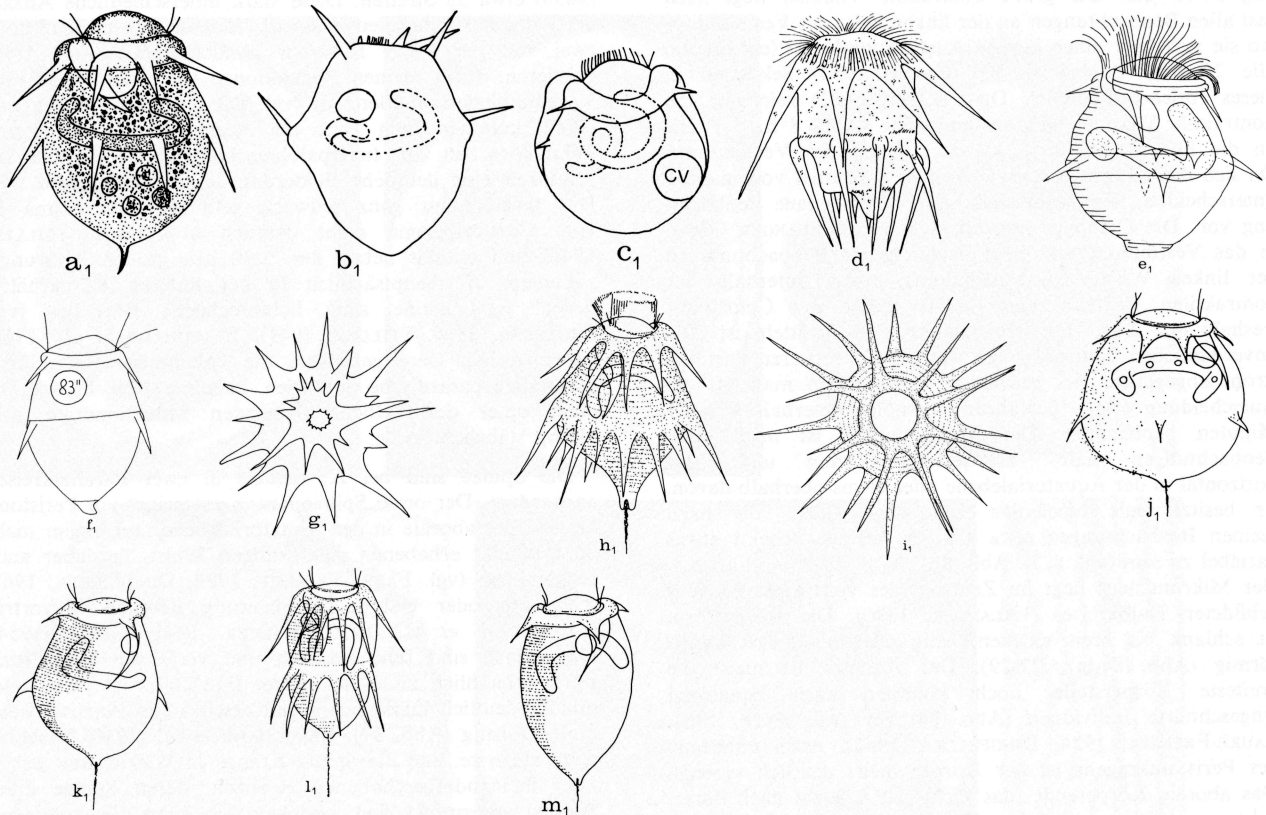
b. **Genus *Hastatella*** (ERLANGER, 1890): In Anlehnung an ERLANGER (1890) und unter Berücksichtigung der neueren Forschungsergebnisse gebe ich für dieses Genus folgende Diagnose: *Astylozoidae*, deren glocken-bis mehr oder minder kugelförmiger Körper wenige bis viele dornartige Fortsätze (Spinæ) besitzt, die meist in deutlich erkennbaren Parallelkreisen angeordnet sind. Das Myonemsystem ist zumindest beim äquatorialen Spinæ-Kranz verstärkt ausgebildet. Am aboralen Pol befindet sich ein borstenförmiger Anhang, der aber auch fehlen oder wenig deutlich ausgebildet sein kann. Die Anlage des aboralen Wimperkranzes ist nach Versilberung nachweisbar.

Genotypus: *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890).

α. *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890) (Abb. 8 a-m₁, 11 b, 22-41, 44).

Wohl wegen der auffälligen Spinæ ist *H. radians* das Objekt vieler morphologischer und ökologischer Untersuchungen gewesen. Dennoch ist die Morphologie dieses sonderbaren Ciliaten bisher nur sehr ungenügend bekannt gewesen, deshalb, weil alle Autoren ihre Aufmerksamkeit vor allem auf die Spinæ konzentriert haben und andere





Merkmale eher flüchtig abhandeln. Nach den bisherigen Untersuchungen weist *H. radians* in zwei Merkmalen eine große Variabilität auf: in der Zahl, Länge und Form der Spinae und in der Körperform. Die von ERLANGER (1890), BEAUCHAMP *et al.* (1910), DINGFELDER (1962) und auch von mir beobachteten abnorm kleinen Individuen oder solche mit abweichendem Makronucleus (DINGFELDER, 1962) oder sehr kleinen Spinae (FAURÉ-FREMIET, 1924, GELEI *et al.*, 1950,

DINGFELDER, 1962) sind sicher Kümmerformen und können daher nicht als besondere Arten eingestuft werden.

Unter Berücksichtigung dieser Auffassung ergeben sich aus den eigenen und den Beobachtungen der unten zitierten Autoren folgende charakteristische Merkmale für *H. radians*: Größe nach ERLANGER (1890) etwa 40 μm , nach FAURÉ-FREMIET (1924) 30-48 μm , nach GELEI *et al.* (1950) 40 \times 35 μm , nach DINGFELDER (1962) 30-70 μm ,

ABB. 8a-m₁. — *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890) (s. auch Abb. 2 und 22-41, 44).

a = Habitus eines Tieres unmittelbar vor der Kontraktion. Die Spinae weisen in verschiedene Richtungen. Oralapparat n. Protargolpräparaten, b-d = Oralapparat bei verschiedenen Kontraktionszuständen des Peristomkragens, Protargol, e = Mittleres Stadium der Cystenbildung, CV = kontraktile Vakuole, rSp = in Rückbildung begriffene Spinae, Sch = Schlüpföffnung, Ve = Vestibulum, (a-e Originale). f-k n. ERLANGER (1890): f = Individuum in seitlicher Ansicht, g = Aufsicht, h = kontrahiertes Tier, i = abnorm kleines Individuum, j = schwimmendes Exemplar, k = adorale Zone von oben gesehen. l-s n. ENTZ (1901), Demonstration der Variabilität der Zahl und Länge der Spinae und der Körperform. t-x (n. BEAUCHAMP *et al.*, 1910), alle Zeichnungen n. fixiertem Material. † = longitudinaler optischer Schnitt, u, w = Zwei Individuen, die im Cytoplasma parasitische Suktorien enthalten, v = Ansicht vom aboralen Pol, x = sich teilendes Individuum, gesehen vom oralen Pol, y, z = *H. radians* (n. FAURÉ-FREMIET, 1924), a₁-c₁ (n. STILLER, 1941): a₁ = lebend, b₁ = mit Sublimat fixiert, c₁ = Beginn der Encystierung, d₁ = *H. radians* (n. GILLARD, 1947), e₁ = *H. microradians* nach Sublimatfixierung (n. GELEI, 1954), f = *H. microradians*, Habitus des schwimmenden Tieres (n. GELEI, 1954), g = *H. radians*, Ansicht vom oralen Pol (n. GELEI, 1954), h₁-m₁ = *H. radians* (n. DINGFELDER, 1962): h₁ = seitliche Ansicht, i₁ = Ansicht von oben, j₁ = kurzstachelige Form, k₁ = *Microradians*-Form, l₁ = Form mit langen Spinae und äquatorialer Einschnürung, m₁ = Form mit vier Spinae.

nach STILLER (1971) 30-50 μm und nach eigener Beobachtung 30-75 μm . Die große kontraktile Vakuole liegt nach fast allen Beobachtungen an der linken Seite des Vestibulums, wo sie sich über einen kurzen Ausführungskanal (eig. Beob.) alle 20 (eig. Beob.) bis 83 (GELEI, 1954) Sekunden in dieses entleert. Lediglich DINGFELDER (1962) zeichnete die kontraktile Vakuole teils an die rechte (Abb. 8 h_1 , l_1) teils an die linke (Abb. 8 j_1 , k_1 , m_1) Wand des Vestibulums. Da sich diese Formen sonst in keinem Merkmal voneinander unterscheiden, liegt wahrscheinlich eine ungenaue Beobachtung vor. Die Cytopyge entleert sich nach ERLANGER (1890) in das Vestibulum und liegt nach eigener Beobachtung an der linken Wand des Vestibulums, etwas unterhalb der kontraktilen Vakuole, ganz in der Nähe des Cytostoms, weshalb ihre Lage nur sehr schwierig zu ermitteln ist. Die unverdaulichen Nahrungsreste werden als lockerer Partikelstrom abgegeben. Bei gepreßten Tieren kann man oft die Ausscheidung von 5-10 Nahrungsvakuolen innerhalb weniger Minuten beobachten. Der Makronucleus ist nach allen Beobachtungen halb- dreiviertelkreisförmig und liegt horizontal in der Äquatorialebene oder etwas oberhalb davon. Er besitzt viele Nucleolen und seine Dicke, die nach meinen Beobachtungen etwa 4-6 μm beträgt, scheint etwas variabel zu sein (vgl. z. B. Abb. 8f₁, y, z mit Abb. 8 a₁, h₁). Der Mikronucleus liegt im Zentrum des vom Makronucleus gebildeten Halbkreises (ERLANGER, 1890). Die Körperform ist schlank bis breit glockenförmig oder auch fast kugelförmig (Abb. 8a-m₁, 22-29). Der Äquator ist meist die breiteste Körperstelle, doch kommen auch äquatorial eingeschnürte Individuen (Abb. 26) vor (vgl. ENTZ, 1901, FAURÉ-FREMIET, 1924, DINGFELDER, 1962). Auch unterhalb des Peristomkragens ist der Körper meist deutlich verengt. Das aborale Körperende, das nicht selten leicht nach dorsal gebogen ist, ist zu einem kegelförmigen Zapfen verschmälert. Dieser Zapfen endet in einem kleinen stärker lichtbrechenden Knopf, der eine feine Borste trägt, die nach FAURÉ-FREMIET (1924), STILLER (1941), DINGFELDER (1962) und eigener Beobachtung auch sehr klein sein oder überhaupt fehlen kann. Nach DINGFELDER (1962) ist diese Borste ein Tektinfaden, ähnlich dem Endfaden von *Astylozoon vagans*. Die Protargolimprägationen zeigten aber einen ganz gleichen Aufbau dieser Borste wie bei *Astylozoon enriquesi*. Daher dürfte sie ebenfalls von den Myonemen gebildet werden. Bei der verhältnismäßig langsamen Bewegung sind die Spinae nach rückwärts gerichtet und liegen dem Körper dicht an, wodurch sie einen minimalen Wasserwiderstand bieten (GILLARD, 1947). *H. radians* kann sich auch kurze Zeit mit dem Hinterende niederlassen, wobei der Peristomdiskus eingezogen wird. Verläßt das Tier seinen Ruheplatz, so erfolgt dies mit einem Ruck, was auf dem heftigen Zurückklappen der Spinae beruht (vgl. ERLANGER, 1890). Auch kann man häufig beobachten, daß die Tiere mit gespreizten Spinae längere Zeit schweben und dann sich wieder ruckartig zu bewegen beginnen.

Die Pellicula wies bei meinen Tieren stets eine sehr deutliche Streifung auf, besonders im aboralen Teil des Tieres (vgl. ERLANGER, 1890, BEAUCHAMP *et al.*, 1910, STILLER (1941) und DINGFELDER (1962) zeichneten und beobachteten auch Tiere mit sehr feiner Streifung, FAURÉ-FREMIET (1924) zeichnete dagegen eine außergewöhnlich grobe Streifung, so daß die Gesamtanzahl der Pelliculastreifen nur etwa 20 beträgt. Nach den Zeichnungen von DINGFELDER (1962) variiert die Streifenanzahl von etwa 26-

50. GELEI (1954) zeichneten etwa 24 und ERLANGER (1890) etwa 38 Streifen. Diese stark unterschiedliche Anzahl der Pelliculastreifen deutet auf die Möglichkeit hin, daß doch zwei von der Form her sehr ähnliche *Hastatella*-Arten existieren, da in meinen Populationen keine derartige große Variabilität festzustellen war (vgl. Tab. I). Nach DINGFELDER (1962) kommen auch Tiere mit einem lockeren Belag von Tektinkörnchen vor. In Opalblaupräparaten beobachtete ich vereinzelt eine deutliche Felderung der Pellicula (Abb. 38). Das farblose bis ganz schwach gelbliche Entoplasma ist vom Corticalplasma nicht deutlich abgegrenzt (STILLER, 1941) und enthält neben den 5-10 μm großen Nahrungsvakuolen, die hauptsächlich in der unteren Körperhälfte liegen, viele kleine, stark lichtbrechende Körnchen (vgl. ERLANGER, 1890, STILLER, 1941). BEAUCHAMP *et al.* (1910) haben ferner Tiere gefunden, die voluminöse Einschlüsse, vermutlich parasitische Suktorien, besaßen (Abb. 8u, w). Die dicht unter der Pellicula liegenden Mitochondrien sind plump stäbchenförmig.

Die Spinae sind bei *H. radians* in zwei Parallelkreisen angeordnet. Der orale Spinae-Kranz entspringt am Peristomkragen, der aborale in der Äquatorialebene, auf einem mehr oder minder erhabenen ringförmigen Wulst, der aber auch fehlen kann (vgl. FAURÉ-FREMIET, 1924, DINGFELDER, 1962, Abb. 26) oder erst nach Fixierung deutlich hervortritt (BEAUCHAMP *et al.*, 1910, STILLER, 1941, GELEI, 1954). Die Spinae sind sehr elastisch und verjüngen sich distalwärts allmählich zu einer Spitze. Ihre Basis ist mehr oder minder deutlich kugelförmig und erscheint in Aufsicht etwa dreieckförmig (Abb. 37). BEAUCHAMP *et al.* (1910) beobachteten als erste, daß die Spinae-Kränze in Wirklichkeit aus je zwei ineinandergeschobenen Kränzen, deren Spinae alternierend angeordnet sind, bestehen. Ich kann dies zumindest für den äquatorialen Spinae-Kranz bestätigen (Abb. 31, 32), wogegen der orale Spinae-Kranz fast immer nur aus einer einzigen Spinae-Reihe besteht. Die Spinae besitzen nach ERLANGER (1890) und FAURÉ-FREMIET (1924) keine Eigenbeweglichkeit und werden bei der Kontraktion des Tieres passiv mitbewegt. Nach meinen Beobachtungen steht aber außer Zweifel, daß einzelne Spinae oder Spinae-Gruppen gesondert bewegt werden können (Abb. 23, 26). Da in die Spinae aber keine Myoneme ziehen (s. unten), ist diese "Eigenbeweglichkeit" nur so zu erklären, daß lokale Kontraktionen des spezialisierten Myonemsystems des Ringwulstes (s. unten) möglich sind und über die Pellicula auf die Spinae übertragen werden. Die Spinae des oralen Kranzes setzen aber dicht unterhalb des schmalen Myonembandes des Peristomkragens an (Abb. 39, My₁), so daß hier angenommen werden muß, daß die scheinbare Eigenbeweglichkeit der Spinae über lokale Kontraktionen dieses Myonembandes "ferngesteuert" wird. Die Spinae des äquatorialen Kranzes können bis zur Parallelität mit der Längsachse des Tieres nach hinten gesenkt und wieder gehoben werden, vermögen also nach ERLANGER (1890) einen Winkel von 90° zu durchlaufen. Wie die Abb. 23-26 aber zeigen, können die äquatorialen Spinae auch weiter gehoben werden, können also einen Winkel von etwa 150° durchlaufen. Auch ist das Heben und Senken der Spinae nicht ausschließlich an eine Kontraktion des Körpers gebunden (Abb. 23-26), was wiederum auf eine differenzierte Aktion des Myonemsystems hinweist. Die Spinae des oralen Kranzes können einen Winkel von etwa 180° durchlaufen, indem sie parallel mit der Längsachse nach hinten oder ganz

nach vorne gerichtet werden können. Diese ausgiebigere Drehung beruht zum Teil sicher darauf, daß dieser Spinae-Kranz beim Schließen und Öffnen des Peristomkragens passiv mitbewegt wird (vgl. ERLANGER, 1890).

Die Funktion der Spinae liegt wohl einerseits in einem Schutz gegen Feinde (ERLANGER, 1890), andererseits haben wir hier aber sicherlich eine spezifische Anpassung an die planktonische Lebensweise vor uns (vgl. BEAUCHAMP *et al.*, 1910; FAURÉ-FREMIET, 1924), da die Spinae ein Schweben ermöglichen und die Sinkgeschwindigkeit herabsetzen.

Außerordentlich variabel ist die Zahl, Form und Länge der im Querschnitt blattförmigen Spinae. Neben Individuen, die angeblich keine Spinae besitzen (ENTZ, 1901, Abb. 81) kommen solche vor, denen der äquatoriale Kranz völlig fehlt (DINGFELDER, 1962) oder die nur wenige, sehr kurze Spinae besitzen (ERLANGER, 1890, FAURÉ-FREMIET, 1924, GELEI *et al.*, 1950, DINGFELDER, 1962, eig. Beob.). Auch besteht in der Zahl der Spinae keinerlei Gesetzmäßigkeit (BEAUCHAMP *et al.*, 1910, GILLARD, 1947) und die von ENTZ (1901) angedeutete Tetramerie existiert nicht. Auf eine genaue Wiedergabe der von den verschiedenen Autoren festgestellten Variationen in Zahl, Form und Länge der Spinae kann verzichtet werden, da sie auf Grund ihrer großen Variabilität taxonomisch nicht verwertbar sind. Es seien daher lediglich die Extremwerte angegeben. Die Gesamtanzahl der Spinae schwankt von einigen wenigen bis etwa 40, wobei der äquatoriale Spinae-Kranz meist mehr Spinae als der orale besitzt. Ihre Form variiert von breit dornenförmig bis fein haarförmig, die Länge von einigen wenigen bis etwa 40 μm . Kürzere und längere Spinae wechseln innerhalb eines Spinae-Kranzes regellos ab.

Die Kontraktion erfolgt bei *H. radians* genauso wie bei *Astylozoon enriquesi* (vgl. S. 362). Das beim lebenden Tier nicht sichtbare Myonemsystem (vgl. ERLANGER, 1890) ist bis auf seine spezielle Ausbildung im Bereich des äquatorialen Ringwulstes morphologisch und funktionell ebenfalls dem von *Astylozoon enriquesi* sehr ähnlich (Abb. 39, 40, 44). Im äquatorialen Ringwulst sind die Myoneme nämlich auffallend verdickt (Abb. 39 My₅). Dabei besteht keine Beziehung zu der Anzahl der Spinae oder zur Deutlichkeit der Sichtbarkeit des äquatorialen Ringwulstes! Sie sind auch dort verdickt, wo keine oder nur kleine Spinae entspringen (Abb. 44)! Diese Beobachtung ist sehr wichtig, da wir damit eine Möglichkeit haben, die Genera *Astylozoon* und *Hastatella* auf Grund ihres Myonemsystems klar zu trennen und nicht mehr allein auf die sehr variablen Spinae angewiesen sind.

Der Peristomkragen ist breit und wulstartig verdickt, aber nie nach außen umgebogen (Abb. 22, 25, 26). Der wenig über den Peristomkragen herausgehobene Peristomdiskus ist wenig (FAURÉ-FREMIET, 1924) bis fast halbkugelförmig (ERLANGER, 1890; STILLER, 1941) nach außen gewölbt (Abb. 22, 25, 26). Die adorale und buccale Ciliatur gleicht bis auf geringe Abweichungen der von *Astylozoon enriquesi* (Abb. 8b-d). Das recht geräumige Vestibulum endet etwas oberhalb der Äquatorialzone und schließt mit der Dorsalseite einen Winkel von etwa 70° ein. Die kräftig ausgebildeten Cilien der adoralen Wimperspirale sind etwa 15 μm lang.

Bereits von BEAUCHAMP *et al.* (1910) wurde ein Stadium der Längsteilung beschrieben. Diese führt zu gleichgroßen Individuen und die fehlenden Spinae werden nach meinen Beobachtungen vom Mutter- und Tochtier jeweils neu gebildet (Abb. 29). Eine Teilung der Spinae konnte ich

jedenfalls in den Silberpräparaten nie beobachten. Das Silberliniensystem teilt sich in der bei peritrichen Ciliaten üblichen Weise (vgl. FOISSNER *et al.*, 1974).

Erste Angaben über die Encystierung machte STILLER (1941). Danach gibt der Makronucleus vor der Encystierung seine horizontale Lage auf und erscheint verschlungen in der Längsachse des Körpers. Die kontraktile Vakuole verläßt ihren Platz links vom Schlund und wandert in die untere Körperhälfte. Ich habe die Encystierung genauer studieren können, da sie in meinen Proben häufig auftrat und kann die erste Beobachtung von STILLER (1941) bestätigen. Hinsichtlich der kontraktile Vakuole liegt jedoch eine Fehlbeobachtung vor, indem sie nicht isoliert in die aborale Körperhälfte wandert, sondern gemeinsam mit dem Oralapparat. Der Peristomdiskus und das Vestibulum werden nämlich zu Beginn der Encystierung tief in das Innere des Tieres eingezogen (was auch die veränderte Lage des Makronucleus bewirkt!), so daß das Vestibulum und die kontraktile Vakuole in den aboralen Teil des Tieres verlagert werden (Abb. 8e). Etwa 30 Minuten nach dem Abrunden der Zelle beginnt die Ausscheidung einer dünnen Hülle und zugleich werden die Spinae resorbiert. In diesem Stadium, das sich über mehrere Stunden erstreckt, stehen die Spitzen der Spinae noch über die Hülle heraus (Abb. 33, Pfeile) und die kontraktile Vakuole funktioniert noch von Zeit zu Zeit (Abb. 33, CV). Etwa 5 Stunden nach dem Beginn der Encystierung setzt die Bildung der Ectocyste ein. Dabei ist nicht selten zu beobachten, daß einzelne Spinae mit ihrer distalen Spitze noch aus der Ectocyste hervorragen. An der fertigen Cyste, deren Hülle fein gefaltelt erscheint (Abb. 34), sind die Spinae und die kontraktile Vakuole aber nicht mehr feststellbar. Der Durchmesser der fertigen Cysten beträgt 25-30 μm . Die Schlüpföffnung liegt direkt oberhalb des Peristomkragens und erscheint als ein etwa halbkugelförmiger Vorsprung (Abb. 8e, Sch). Das Silberliniensystem bleibt in der Cyste erhalten (Abb. 35).

Die Excystierung beginnt damit, daß die kontraktile Vakuole wieder sichtbar wird und die Spinae wieder erscheinen. Das frühe Stadium der Excystierung gleicht ganz dem entsprechenden Stadium der Encystierung (s. Abb. 33). Der Schlüpfvorgang wurde nicht beobachtet.

Ökologie: *H. radians* besitzt nach den bisher vorliegenden Untersuchungen eine weite ökologische Potenz. Sie wurde sowohl in stehenden als auch fließenden Gewässern angetroffen und scheut auch stark verschmutzte, wohl polysaprobe Biotope (Absterben von *Gobio gobio*, GILLARD, 1947) nicht. In den bakterienreichen Wegpfützen dauern sie 14-16, in Aufgüssen bis 9 Tage aus (DINGFELDER, 1962). Auch die Salztoleranz ist verhältnismäßig groß, da sie sowohl in den Natrongewässern des Szili-szek (STILLER, 1941) als auch im Brackwasser (VERSCHAFFELT, 1929; GILLARD, 1947) gefunden wurde. Eine jahreszeitliche Bindung ist nach den Literaturangaben nicht vorhanden. *H. radians* ernährt sich von Bakterien (ERLANGER, 1890; VERSCHAFFELT, 1929; DINGFELDER, 1962; CZAPIK *et al.*, 1976; eig. Beob.) und ist auch in mittleren Gebirgslagen (GELEI, 1954; DETSCHWA, 1972), nicht aber im Hochgebirge (eig. Beob.) nachgewiesen worden.

Eine bevorzugte Begleit-Fauna scheint nicht vorhanden zu sein. ERLANGER (1890) fand *H. radians* vergesellschaftet mit *Phascolodon vorticella*, *Actinobolus radians* und *Hämatococcus pluvialis*, STILLER (1941) fand sie zusammen mit *Hastatella aesculacantha* und *Astylozoon vagans*, GILLARD

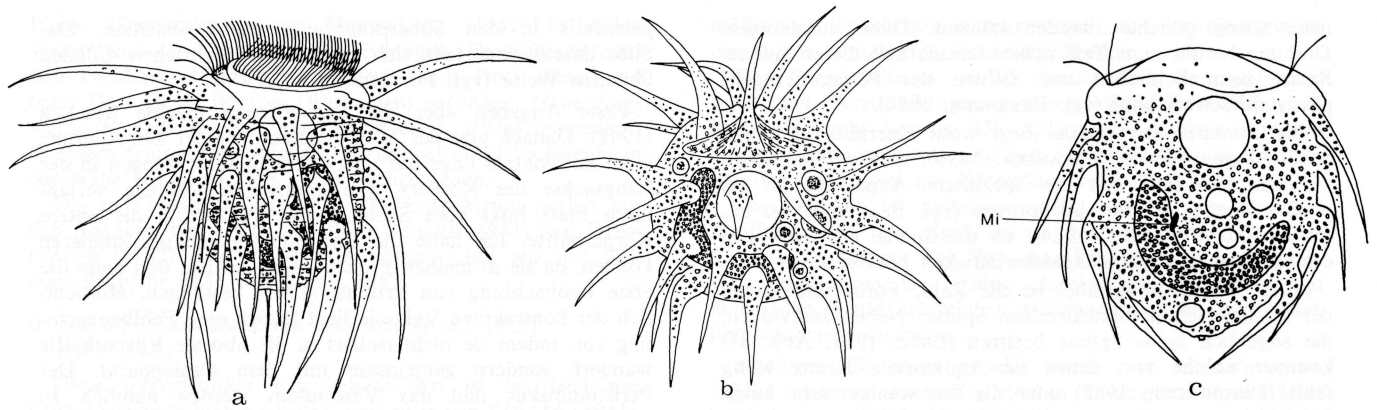


ABB. 9a-c. — *Hastatella aesculacantha* (n. JAROCKI *et al.*, 1927).

a = mit halb aufgerichteten Spinae, b = mit vollkommen aufgerichteten Spinae, c = optischer Längsschnitt; die Spinae in normaler Lage der Körperoberfläche anliegend.

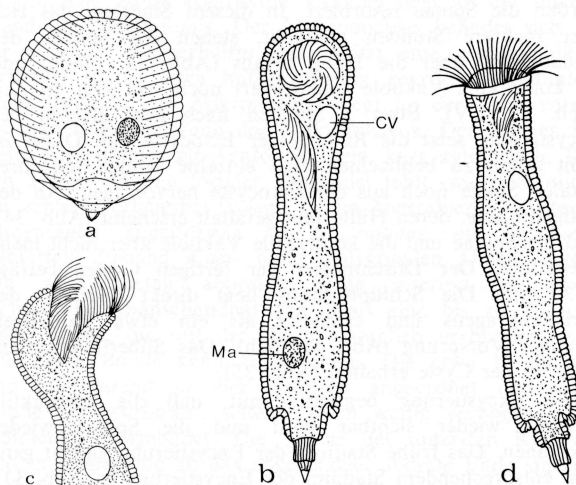


ABB. 10a-d. — *Ophrydium caudata*
(Syn.: *Gerda caudata*) (n. PHILLIPS, 1883).

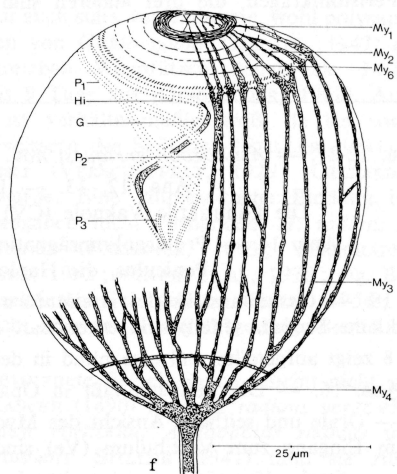
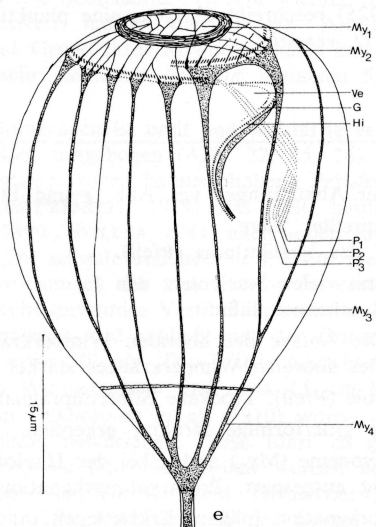
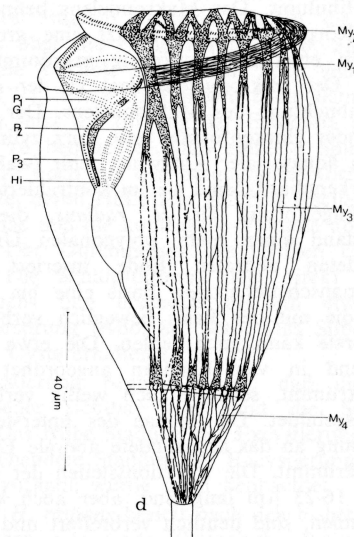
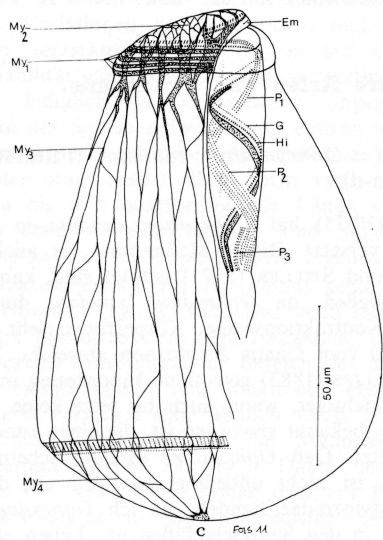
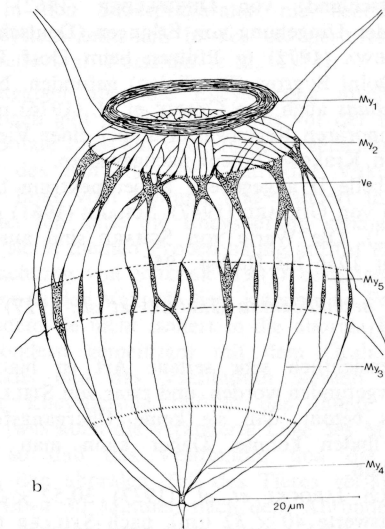
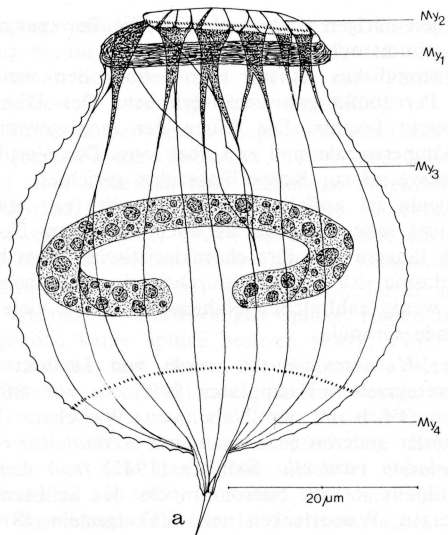
a = kontrahierter Zustand, b = gestreckter Zustand mit eingezogenem Peristom, c = Tier mit teilweise geöffnetem Peristom, d = völlig gestreckter Zustand.

(1947) erwähnt eine Assoziation mit *Zoogloea ramigera* und KUTKUHN (1958) und BEAUCHAMP *et al.* (1910) fanden *H. radians* in Gesellschaft von vielen Algenarten und Flagellaten. Ich habe *H. radians* vergesellschaftet mit *Phascolodon vorticella*, *Opisthonecta patula*, *Nassula aurea* u. a. Ciliaten angetroffen.

Wie die folgende Zusammenstellung der Fundorte zeigt, ist *H. radians* weltweit verbreitet. Dennoch tritt sie vermutlich nur ganz sporadisch auf, da ich sie trotz intensiver, gezielter Suche in 5 Jahren nur an zwei Fundstellen, und zwar in Wegpfützen mit vermodernden Heursten in der Nähe von Oberndorf bei Salzburg gefunden habe. *H. radians* wurde von ERLANGER (1890) in einer Lithothelme am Neckarufer (Deutschland), von ENTZ (1901) in Ungarn, von BEAUCHAMP *et al.* (1910) am Grunde eines entleerten Teiches in der sumpfigen Gegend von Dombes (Ain), von FAURÉ-FREMIET (1924) in der Umgebung von Paris (Frankreich), von VERSCHAFFELT (1929) in Kanälen in den Niederlanden sowie in Aufgüssen von Kanalwasser, von STILLER (1941) auf Überschwemmungswiesen in Ungarn, von GILLARD (1947) in der Schelde und Leie in Belgien und in durch Fabrikabwässer und städtische Abwässer verschmutzten Kanälen, von GELEI (1954) in Viehweidetümpeln einer Bergwiese in Oberungarn, von KUTKUHN (1958) in der Litoralzone des North Twin Sees von Iowa (USA), von SCHARF (1961) in der

ABB. 11a-f. — Vergleich der Oralstrukturen und des Myonemsystems bei den Astylozoidae, Opisthonectidae und einigen Sessilina (nähere Erklärungen im Text).

a = *Astylozoon enriquesi*, Körperform nach einem lebenden Individuum, Myonemsystem nach Protargolpräparaten. b = *Hastatella radians*, Individuum mit retrahiertem Peristomdiskus. Auffällig ist die Verdickung der Myoneme im Bereich des äquatorialen Ringwulstes (My_5). c = *Opisthonecta bivacuolata*, Körperform nach einem lebenden Individuum. Im Peristomkragen verlaufen 4-5 deutlich voneinander getrennte Myonemstränge. d = *Epistylis alpestris*, Körperform nach einem lebenden Exemplar. Die Myoneme bilden unterhalb der Anlage des aboralen Wimperkranzes ein sehr dichtes, plattenartiges Geflecht. Der Diskusretraktor ist nicht eingezeichnet worden (vgl. Abb. 53, 54). e = *Vorticella infusionum*, Individuum mit eingezogenem Peristomdiskus. f = *Vorticella sp.*, kontrahiertes Individuum. Unterhalb des Myonembandes des Peristomdiskus verlaufen noch 3-5 feine Myoneme (My_6). Protargolimprägnationen: My_1 - My_6 = Teile des Myonemsystems, Ve = Eingang in das Vestibulum, im Myonemsystem kenntlich durch eine mehr oder minder kreisförmige Aussparung der Myoneme, Em = Basalkörper der Epistommembran.



Pleiß (Deutschland), von DINGFELDER (1962) in vielen Wegpfützen der Umgebung von Erlangen (Deutschland) und von DETSCHEWA (1972) in Pfützen beim Dorf Plana und beim Dorf Dolni Bogrow (Rumänien) gefunden. Neuerdings wurde *H. radians* auch von CZAPIK et al. (1976) massenhaft in einem temporären Regenwassertümpel einer Viehweide in der Nähe von Krakow (Polen) nachgewiesen.

Das in Tabelle II angegebene Milieuspektrum basiert auf den Angaben von GILLARD (1947), SCHARF (1961) und DINGFELDER (1962). Die Werte von SCHARF sind aus der Zeit vom Frühjahr 1956 bis Herbst 1957.

ß. *Hastatella aesculacantha* (JAROCKI et al., 1927)
(Abb. 9a-c).

Diese offensichtlich sehr seltene Art ist bis jetzt nur einmal wiedergefunden worden, und zwar von STILLER (1941), die ebenfalls betont, daß sie keine Übergangsformen zu *H. radians* finden konnte. Daher kann man diese Art aufrechterhalten.

Größe nach JAROCKI et al. (1927) $30-52 \times 24-41 \mu\text{m}$ (Durchschnittswerte $40 \times 32 \mu\text{m}$), nach STILLER (1971) $40-50 \mu\text{m}$. Die große kontraktile Vakuole liegt an der linken Wand des Vestibulums. Der Makronucleus befindet sich in der aboralen Körperhälfte und besitzt eine grobgranuläre Struktur. Er ist etwa hufeisenförmig gekrümmt, mitunter leicht tordiert. Der Mikronucleus liegt an der nach vorne gerichteten Einbuchtung des Makronucleus. Der Körper ist mehr oder minder glockenförmig bzw. kurz zylindrisch. Da den Tieren ein äquatorialer Ringwulst fehlt (wahrscheinlich nur schlecht erkennbar!), sind sie im kontrahierten Zustand ausgeprägter kugelförmig als *H. radians*, die im kontrahierten Zustand einen mehr polygonalen Umriß zeigt. Am abgerundeten aboralen Ende inseriert in einer verbreiterten manschettenartigen Basis eine bis zu $16 \mu\text{m}$ lange Borste, die mit der Basis beweglich verbunden sein soll. Diese Borste kann auch fehlen. Die etwa 36 Spinae sind alternierend in vier Kränzen angeordnet und sind gerade bis gekrümmt, seltener auch wellig verbogen oder rudimentär ausgebildet. Die Spinae des untersten Kranzes sind in Anpassung an das abgerundete aborale Ende stärker nach innen gekrümmt. Die Insertionsstellen der Spinae, die normalerweise $16-23 \mu\text{m}$ lang sind, aber auch kürzer oder länger sein können, sind deutlich verbreitert und erscheinen von oben gesehen dreieckförmig. Der oberste Spinae-Kranz inseriert am Peristomkragen, die drei anderen sind gleich-

mäßig auf den übrigen Körper verteilt. Die Bewegungsweise der Spinae stimmt mit *H. radians* überein.

Der Peristomdiskus ist nur wenig über den wulstartig verdickten Peristomkragen herausgehoben. Der Diskus ist flach bis leicht konvex. Die Cilien der rechtsgewundenen adoralen Wimperspirale sind zart aber lang. Das Vestibulum ist etwa transversal zur Körperlängsachse gerichtet.

Die Pellicula ist auffallend weit gestreift (nur etwa 15 Streifen!) und sehr rigid, da sie auch nach dem Tod des Tieres noch längere Zeit ihre charakteristische Form behält. Das Entoplasma ist farblos, durchsichtig und beinhaltet neben den wenig zahlreichen Nahrungsvakuolen viele stark lichtbrechende Granula.

Ökologie: *H. aesculacantha* wurde von JAROCKI et al. (1927) in vereinzelt Exemplaren in einem nur am Ufer bewachsenen Teich in der Nähe von Warschau (Polen) gefunden, unter anderen gemeinsam mit *Actinobolus radians* und *Phascododon vorticella*. STILLER (1941) fand diese Art nur im Frühjahr in den Natrontümpeln des Szili-szek und in schmutzigen Wasserlacken mit Silikatgestein (STILLER, 1971) in Gesellschaft mit *H. radians* und *A. vagans*.

5. Unsichere Arten und Synonymie.

a. *Gerda* (= *Ophrydium*) *caudata* (PHILLIPS, 1883)
(Abb. 10a-d):

KAHL (1930-35) hat *Ophrydium caudata* in das Genus *Astylozoon* versetzt. Dieser Maßnahme, der auch DINGFELDER (1962) und STILLER (1971) gefolgt sind, kann ich mich nicht anschließen, da *Ophrydium caudata* durch zu viele Merkmale (Kontraktionsweise, Körperform, sehr enge Pelliculastreifung) vom Genus *Astylozoon* abweicht. Mir scheint die von PHILLIPS (1883) getroffene Einordnung in das Genus *Ophrydium* richtiger, wenn auch bis jetzt keine andere Art dieses Genus bekannt geworden ist, die einen runden Makronucleus besitzt. Daß *Ophrydium caudata* scheinbar keinen Stiel besitzt, ist nicht unbedingt ein Hinweis, daß es sich um eine *Astylozoidae* handelt, da ich *Ophrydium versatile* oft tagelang in den Sammelgefäßen am Leben erhielt, ohne daß die Ausbildung eines Stieles vollzogen wurde. Auch NAUMANN (1925) beschreibt übrigens eine planktische Modifikation von *O. versatile*.

ABB. 12-21. — *Astylozoon enriquesi* nov. spec. Für die Erklärung der Abkürzungen vgl. Abb. 1 und 11.

ABB. 12, 13. — Lebendaufnahmen leicht gepreßter Tiere.

Die kontraktile Vakuole (CV) liegt an der linken Wand des Vestibulums (Pfeil).

ABB. 14. — Protargolimprägation, die den Makronucleus mit vielen Nucleolen, den 1.

Peniculus, die Haplokinete und Myoneme (My_4) erkennen läßt.

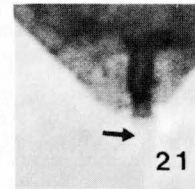
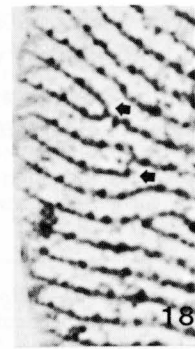
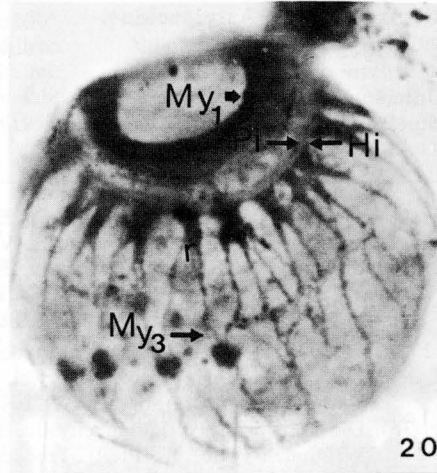
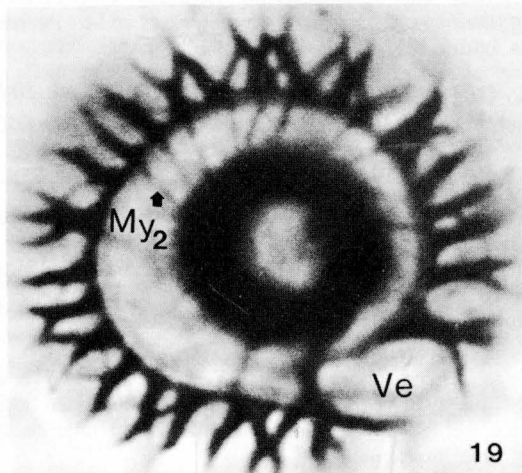
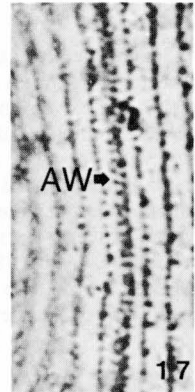
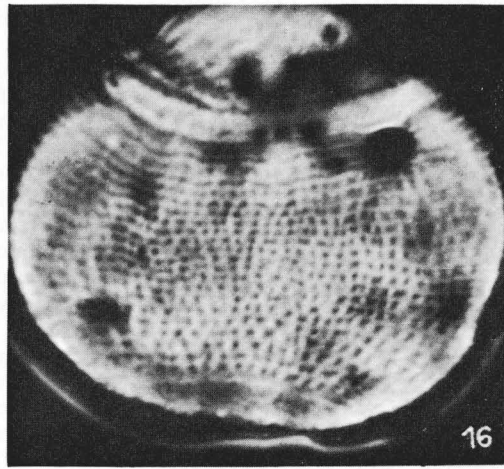
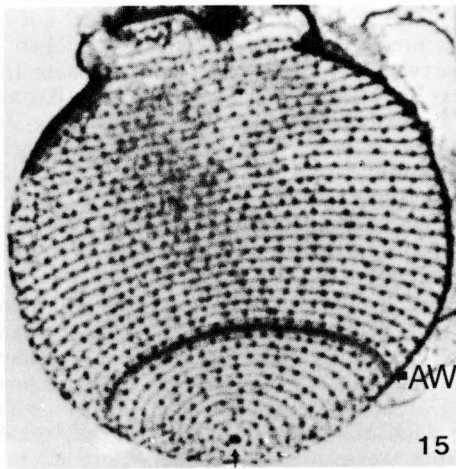
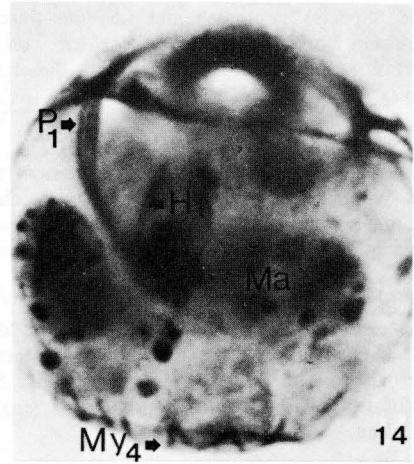
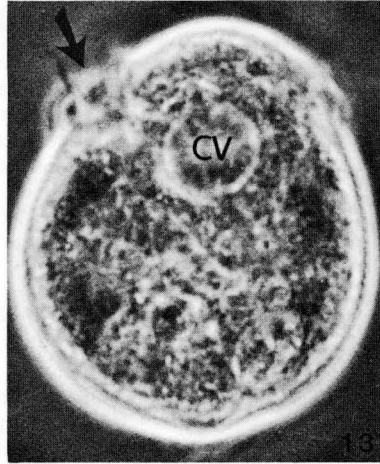
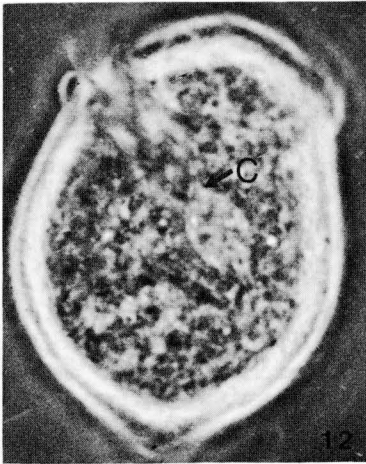
ABB. 15, 17, 18. — Gesamtansicht des streifenförmigen Silberliniensystems. Die Anlage des aboralen Wimperkranzes (AW) und die sehr kleine Scopula (Pfeil) sind erkennbar. Abb. 17 zeigt die Anlage des aboralen Wimperkranzes stärker vergrößert.

Abb. 18 zeigt aufgeteilte und eine blind in der Pellicula endende Silberlinie (Pfeil). Trockene Silberimprägation.

ABB. 16. — Die Pellicula läßt in Opalblaupräparaten häufig eine gitterförmige Struktur erkennen.

ABB. 19, 20. — Orale und seitliche Ansicht des Myonemsystems. Die Körpermyoneme (My_3) enden bei der Haplokinete (Hi). Beim Eingang zum Vestibulum (Ve) sind die Myoneme kreisförmig ausgespart. Protargolimprägation.

ABB. 21. — Starke Vergrößerung der aboralen Borste nach Protargolimprägation (nähere Erklärungen im Text).



b. *Astylozoon amphoriforme* (GELEI et al., 1950) (ohne Abbildung):

Diese "Species" unterscheidet sich nur durch das Fehlen der aboralen Borsten und die Körperform von *A. pyriforme* (SCHEWIAKOFF, 1893) und ist daher mit dieser synonymisiert worden (s. S. 359, vgl. DINGFELDER, 1962).

c. *Astylozoon oxypus* (LEPSI):

LEPSI (1965) erwähnt diese Art in seinem zusammenfassenden Werk. Die Originalarbeit konnte ich trotz vieler Bemühungen nicht erreichen, so daß ich diese Species unberücksichtigt lassen mußte.

d. *Hastatella microradians* (GELEI, 1954) (Abb. 8e₁-f₁):

In Übereinstimmung mit DINGFELDER (1962) gilt diese "Art" als aufgehoben, da die geringen Unterschiede in der Körperform und in der Zahl und Länge der Spinae in den Variabilitätsbereich von *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890) fallen.

e. *Hastatella radians* f. *monilata* (STILLER, 1971) (ohne Abbildung):

Diese Form, die STILLER (1971) neben *H. radians* in stark konzentrierten Aufgüssen von Material aus den Natrontümpeln des Szili-szek gefunden hat, unterscheidet sich durch den Bau der Pellicula, die ähnlich wie bei *Pseudovorticella monilata* (vgl. FOISSNER et al., 1974) ausgebildet sein soll, von der Stammform. Daß *H. radians* teilweise eine Felderung der Pellicula besitzt, die sich allerdings nicht im Silberliniensystem äußert, darauf weisen auch die vorliegenden Befunde hin (s. Abb. 38). Sollte die von STILLER (1971) beschriebene Form ein gitterförmiges Silberliniensystem besitzen, müßte sie als neue Art geführt werden.

IV. — DISKUSSION

1. Morphologischer Vergleich des Oralapparates und des Myonemsystems bei den Astylozoidae, Opisthonectidae und einigen Sessilina.

Diese vergleichenden Untersuchungen wurden in der Absicht ausgeführt, eventuell vorhandene prinzipielle

Unterschiede dieser Strukturen bei den Natantina und Sessilina aufzudecken. Solche prinzipielle Unterschiede wurden nicht festgestellt und auch die noch recht spärlichen Angaben in der Literatur gaben dafür keine Hinweise. Zwar scheinen hinsichtlich des Myonemsystems, das bei den Natantina im aboralen Teil (*My*₄) auffällig schwach entwickelt erscheint, verhältnismäßig große Unterschiede zu existieren, doch kann vorläufig nicht entschieden werden, ob diese taxonomisch verwertbar sind, da außer den Angaben von LOM (1964) und COUCH (1973) und den wenigen hier mitgeteilten Befunden keine genaueren Untersuchungen darüber vorliegen.

a. *Opisthonecta patula* (FOISSNER, 1975) und *Opisthonecta bivacuolata* (FOISSNER, 1977) (Abb. 11c, 45-49).

Diese beiden Arten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Oralstrukturen und des Myonemsystems überhaupt nicht und können daher gemeinsam besprochen werden. Die Polykinete und die Haplokinete ziehen nach einer Umdrehung von etwa 450° auf dem Peristomdiskus in das Vestibulum, wo beide 2½-3¼ Umläufe auf den Wänden beschreiben. Die drei Peniculi bestehen aus drei Basalkörperreihen und enden beim Cytostom (Abb. 46, 47). Der 2. Peniculus endet aber einige Mikrometer früher und beginnt etwas oberhalb der Mitte des Vestibulums. Der 3. Peniculus ist etwa 15 µm lang. Die Haplokinete, von der sich am Eingang zum Vestibulum die germinale Kinete abzweigt (Abb. 46 G), wird von einer stark imprägnierbaren Struktur begleitet. Die Epistommembran besteht aus einer oder zwei Reihen von Basalkörpern (Abb. 11c Em).

Das Myonemsystem besteht aus zwei voneinander isolierten Teilen (Abb. 45). Im Peristomkragen verlaufen 4-5 Myonemstränge (Abb. 45 *My*₁), die keine Verbindung zum übrigen Myonemsystem besitzen. Das Myonemsystem des Körpers ist prinzipiell dem von *A. enriquesi* gleich, nur sind die Myoneme viel stärker verzweigt (Abb. 49) und wegen der Größe der Tiere auch viel zahlreicher. Im kontrahierten Zustand erscheinen sie häufig mehr oder minder gewellt. Auf dem Peristomdiskus bilden sie ein dichtes Geflecht (Abb. 45).

b. *Epistylis alpestris* (FOISSNER, 1977) (Abb. 11d, 50-55).

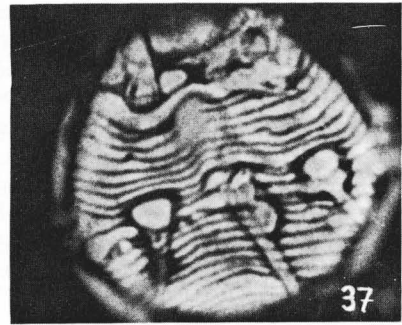
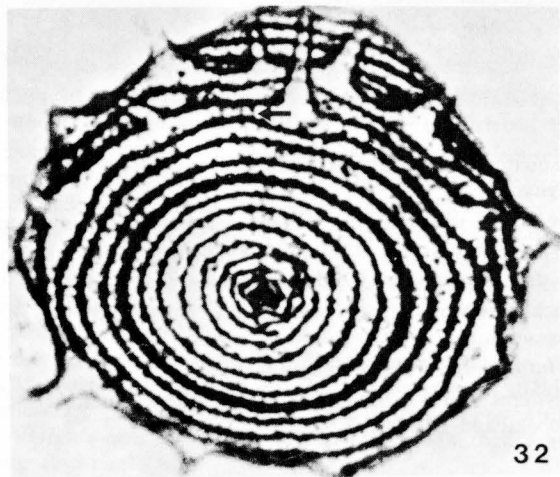
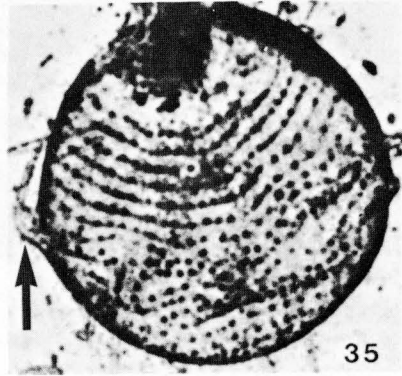
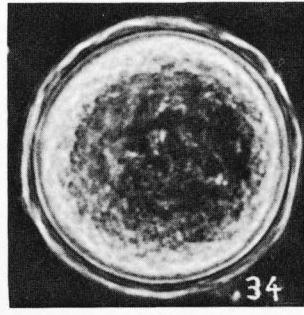
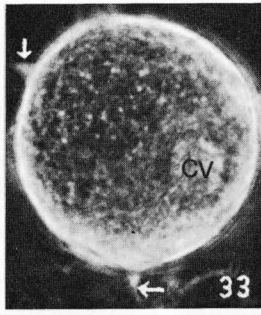
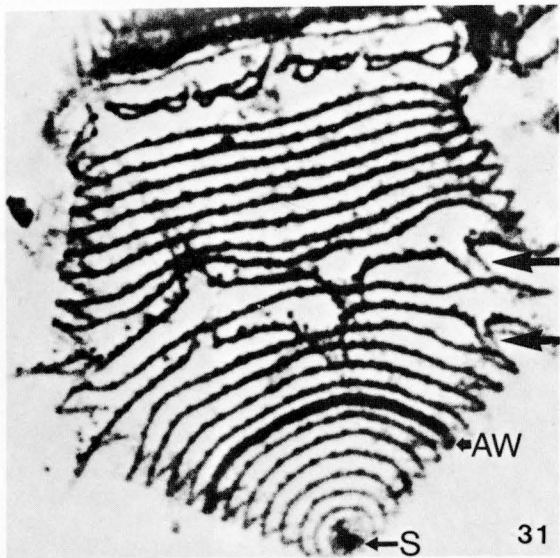
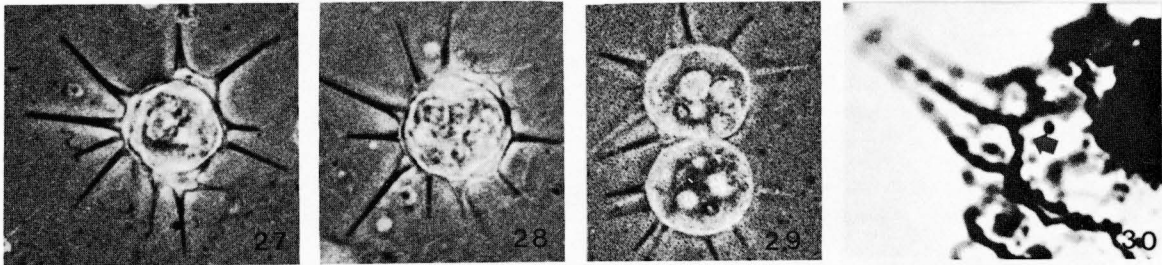
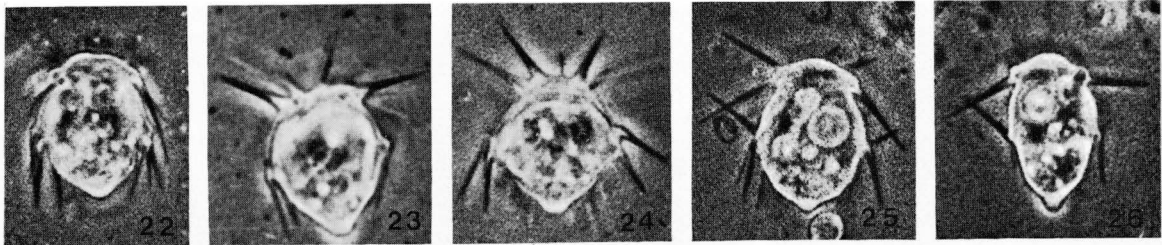
Nach einer Umdrehung von etwa 420° auf dem

ABB. 22-41, 44. — *Hastatella radians* (ERLANGER, 1890). Für die Erklärungen der Abkürzungen vgl. Abb. 1, 2 und 11. ABB. 22-29. — Lebendaufnahmen frei beweglicher Tiere. Die große Variabilität der Körperform und der Zahl und Länge der Spinae ist auffällig. Abb. 29 zeigt ein sich teilendes Individuum. Abb. 27 und 28 zeigen orale Ansichten kontrahierter Individuen. ABB. 30. — Eine Spina des oralen Spinae-Kranzes. Des Pfeil weist auf eine aufgezweigte Silberlinie, die bis zur Spitze der Spina zieht. Trockene Silberimprägation.

ABB. 31, 32, 36. — Seitliche und aborale Ansicht der sehr weitstreifigen Silberliniensystems. Man erkennt deutlich, daß der äquatoriale Spinae-Kranz aus zwei etwas gegeneinander versetzten Spinae-Kränzen besteht (Abb. 31, Pfeile). Die Anlage des aboralen Wimperkranzes (AW) besteht aus zwei sehr dicht nebeneinanderliegenden Reihen argyrophiler Körnchen (Abb. 36). Die kreisförmig verlaufenden Silberlinien werden durch sehr feine Silberlinien untereinander verbunden (Abb. 32, Pfeil). Trockene Silberimprägation.

ABB. 33, 34, 35. — Die Abb. 33 und 35 zeigen frühe Stadien der Encystierung. Die kontraktile Vakuole (CV) und das Silberliniensystem (Abb. 35) bleiben erhalten. Die Spinae (Abb. 33, 35 Pfeil) werden resorbiert. Die fertige Cyste (Abb. 34) ist von einer unregelmäßig gefalteten Ektocyste umgeben. Die kontraktile Vakuole ist nicht mehr nachweisbar.

ABB. 37, 38. — Die etwa dreieckförmigen Ansätze der Spinae und die manchmal vorhandene Felderung der Pellicula (Abb. 38) treten in Opalblaupräparaten deutlich hervor.



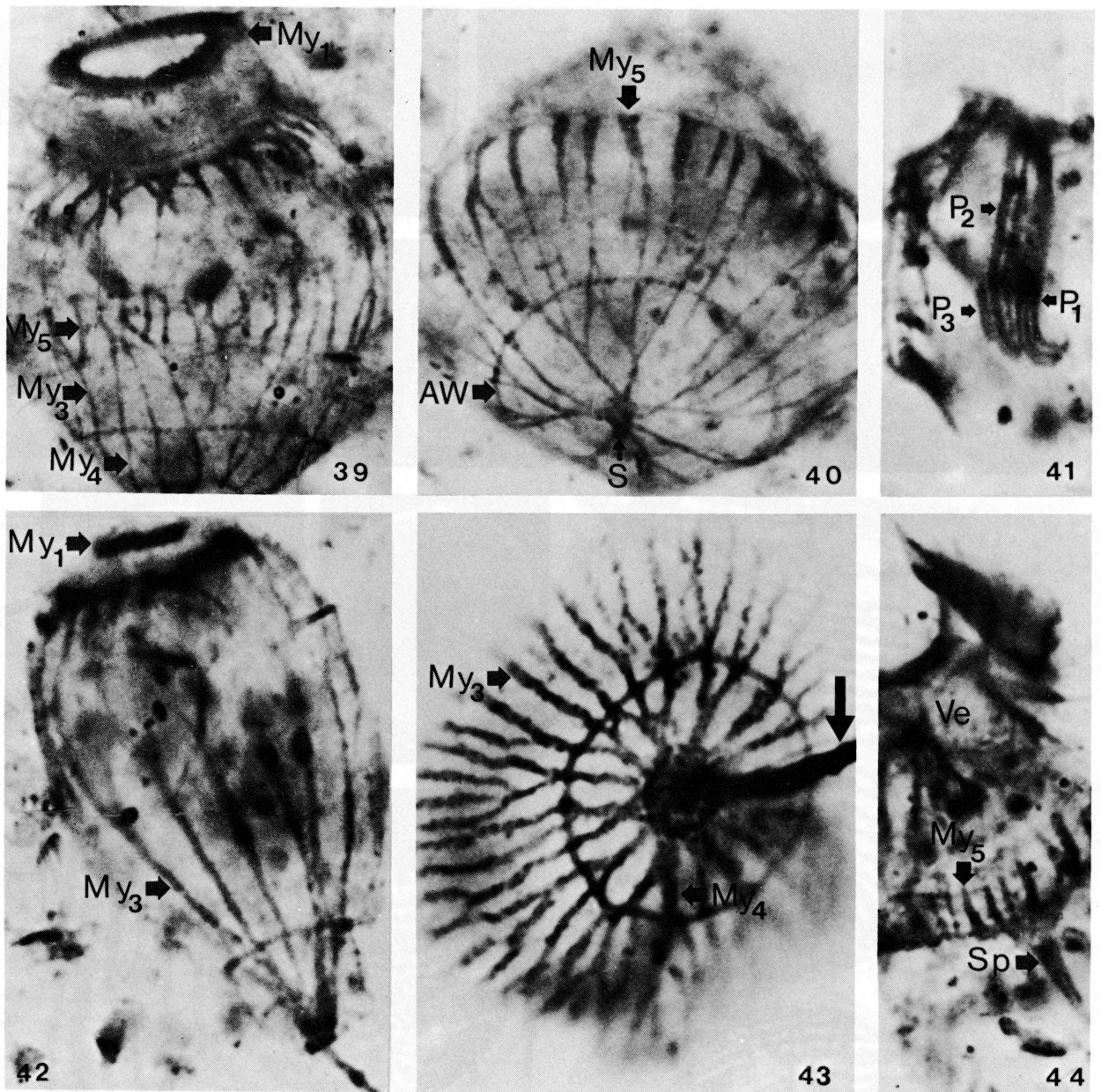


ABB. 39. — Gesamtansicht des Myonemsystems, das im äquatorialen Ringwulst auffällig verdickt ist (My_5).
Protargolimprägation.

ABB. 40. — Aborale Ansicht des Myonemsystems. Die Myoneme verlaufen unterhalb der Anlage des aboralen Wimperkranzes (AW) ununterbrochen und vereinigen sich bei der Scopula (S). Protargolimprägation.

ABB. 41. — Diese Abbildung zeigt die drei Peniculi des Oralapparates.

ABB. 44. — Die Myoneme sind im äquatorialen Ringwulst auch dort verdickt, wo keine Spinae entspringen (My_5).
Protargolimprägation.

ABB. 42. — Myonemsystem von *Vorticella infusioformis*. Protargolimprägation.

ABB. 43. — Aborale Ansicht eines Teiles des Myonemsystems von *Vorticella sp.* Protargolimprägation.
Der Pfeil weist auf das Myonemband des Stieles.

Peristomdiskus ziehen die Polykinete und die Haplokinete in das Vestibulum, wo sie nach $1\frac{1}{2}$ Umläufen am Cytostom enden (Abb. 52, 55). Der 2. Peniculus, der sich am Eingang zum Vestibulum vom 1. Peniculus abtrennt, ist von diesem stets durch einen 5-10 μ m breiten Zwischenraum getrennt und endet einige Mikrometer früher als der 1. Peniculus und der etwa 15 μ m lange 3. Peniculus.

Das Myonemsystem dieser Art weist eine interessante Besonderheit auf. Von dem Myonemring, der im Peristomkragen verläuft, zweigt sich nämlich am Eingang zum Vestibulum ein mäßig dicker Strang ab und läuft zum Peristomdiskus (Abb. 53, 54 Pfeil). Dieses besondere Myonemband, das kontinuierlich in das Myonemnetz des Peristomdiskus übergeht, ermöglicht vermutlich eine koordinierte Kontraktion und Retraktion von Peristomkragen und Peristomdiskus. Die Myoneme des übrigen Körpers sind sehr kräftig ausgebildet und bestehen aus vielen feinen, gekörnelt Fasern (Abb. 50), die sich kurz vor der Haplokinete zu kräftigen Bündeln vereinigen. Besonders im aboralen Teil des Tieres sind die Myoneme so zahlreich ausgebildet (Abb. 51 My₄), daß sie fast eine zusammenhängende, plattenförmige Schicht bilden.

E. alpestris unterscheidet sich also hinsichtlich des Myonemsystems deutlich von *E. anastatica*, bei dem FAURÉ-FREMIET *et al.* (1962) einen sehr starken Peristomretraktor beschrieben haben.

c. *Vorticella infusionum* (DUJARDIN, 1841, FOISSNER *et al.*, 1975) (Abb. 11e, 42).

Der Oralapparat dieser Species gleicht ganz dem von *A. enriquesi* (s. dort). Das Myonemband im Peristomkragen ist mit den Körpermyonemen ebenfalls nicht in Verbindung und ist etwas weniger dick als bei *A. enriquesi*. Dagegen sind die Körpermyoneme merkbar stärker ausgebildet, besonders im aboralen Teil des Tieres, wo sie in 5-8 dicken Strängen vom Stiel wegziehen (Abb. 42).

d. *Vorticella sp.* (Abb. 11f, 43).

Die untersuchte *Vorticella* gehört dem *Convallaria*-Typ an, konnte aber bisher nicht näher bestimmt werden. Die Polykinete und die Haplokinete ziehen nach einer Umdrehung von etwa 500° auf dem Peristomdiskus in das Vestibulum, wo beide etwa $1\frac{1}{2}$ Umläufe auf den Wänden beschreiben. Der 1. und der 2. Peniculus sind durch einen etwa 10 μ m breiten Abstand voneinander getrennt, und der 2. Peniculus endet wieder um einige Mikrometer früher als der 1. und der etwa 12 μ m lange 3. Peniculus. Die Haplokinete, von der sich am Eingang zum Vestibulum die germinale Kinete abzweigt, besteht aus zwei Reihen stark imprägnierbarer Körnchen und wird von einer stark imprägnierbaren Struktur begleitet.

Das Myonemsystem dieser *Vorticella* weist ebenfalls eine Besonderheit auf. Es finden sich nämlich unterhalb des ziemlich schmalen Myonembandes, das im Peristomkragen verläuft, noch 3-4 feine, circular verlaufende Myoneme (Abb. 11f, My₆). Das Myonemsystem des Körpers besteht aus etwa 35-40 dicken, dicht nebeneinanderliegenden Strängen und ist nicht mit dem Myonemband des Peristomkragens in Verbindung (Abb. 43).

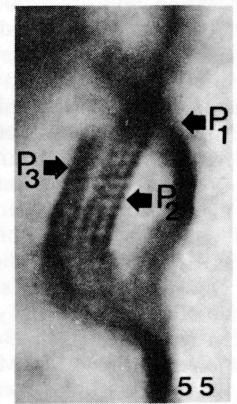
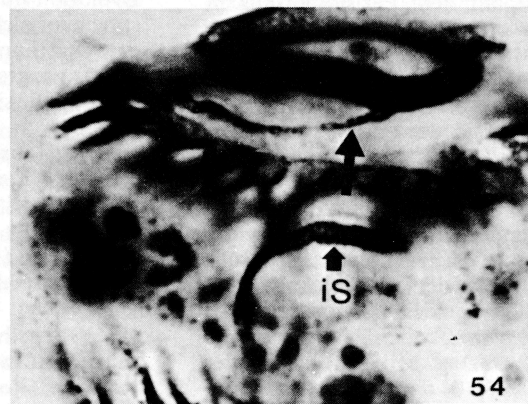
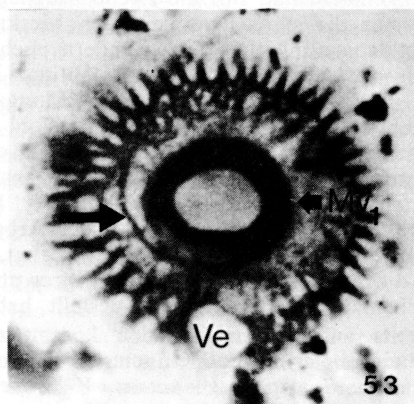
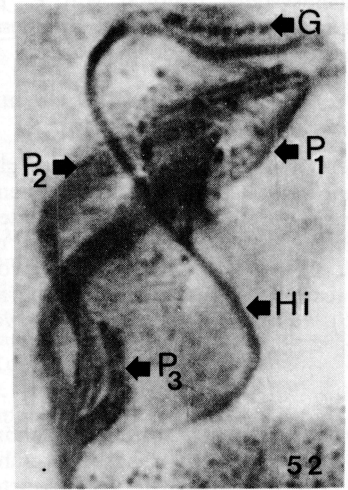
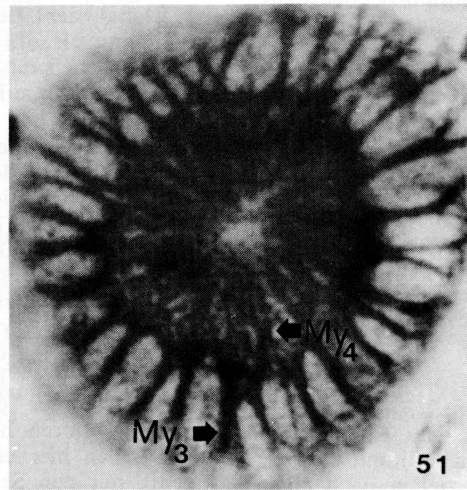
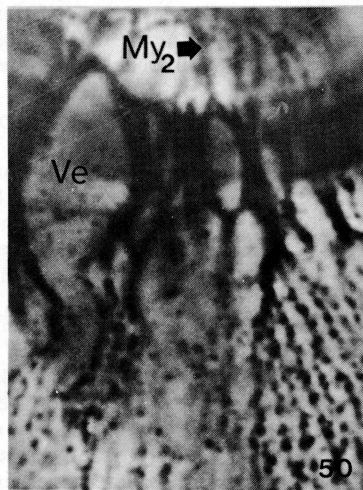
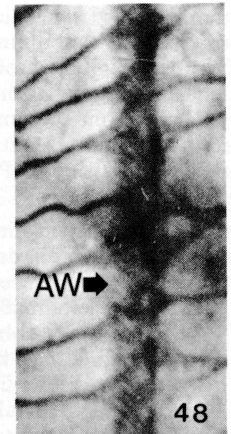
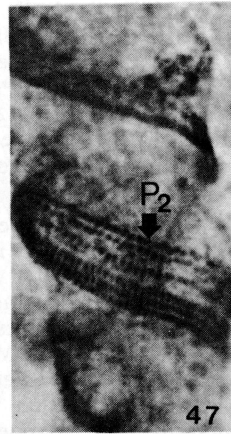
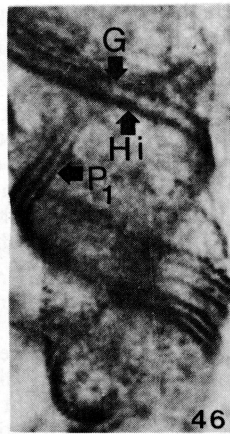
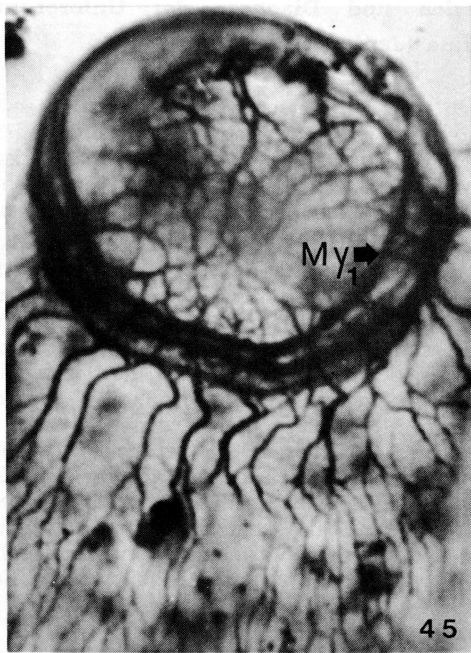
2. Diskussion und Diagnose der Unterordnung Natantina (Jankowski, 1967).

Wenn ich hier den Versuch unternehmen werde, die von JANKOWSKI (1967) aufgestellte Unterordnung Natantina, die von CORLISS (1975) derzeit nicht anerkannt wird, zu verteidigen, so kann ich dafür 1. einen phylogenetischen, 2. einen ökologischen und 3. einen praktischen Grund anführen.

ad 1: Von den beiden durch KAHL (1930-35) aufgestellten Unterordnungen darf angenommen werden, daß sie phylogenetisch ziemlich einheitliche Gruppen sind (wenn man die Natantina ausschließt!), die zwar durch die Besiedelung verschiedenster Biotope in vieler Hinsicht mannigfach differenziert sind, aber ihre charakteristischen Merkmale, nämlich den Stiel oder die Haftplatte bzw. das aborale Haftorganell unverändert beibehalten haben. Wie ich bereits einleitend erwähnt und früher ausführlicher diskutiert habe (FOISSNER, 1975), besitzen wir keine genaueren Vorstellungen über die Ahnen der Opisthnectidae und Astylozoidae. Dasselbe gilt übrigens auch für die Mobilina und Sessilina, wo die Meinungen weit auseinandergehen (s. Diskussion bei CORLISS, 1961 und RAABE, 1964). Da den Natantina also das die Sessilina charakterisierende Merkmal, der Stiel, fehlt, halte ich es für gerechtfertigt und sinnvoll (da man sie sicher nicht den Mobilina anschließen kann!), sie als gleichberechtigte systematische Einheit aufzufassen.

Zweifellos hat es bei mehr oberflächlicher Betrachtung den Anschein, als wären die Astylozoidae und Opisthnectidae lediglich stiellos gewordene Varianten ursprünglich bestellter Peritrichida (vgl. LINDNER, 1899, FAURÉ-FREMIET, 1924, 1950, KAHL, 1930-35), besonders wenn man bedenkt, daß sie in ihrer übrigen Körperorganisation weitgehend den Sessilina gleichen. Allein die Tatsache, daß einerseits der aborale Wimperkranz, andererseits die Peristomciliatur zur Fortbewegung eingesetzt wird, zeigt, daß die Verhältnisse komplizierter sind als sie scheinen. Entweder es handelt sich hier wirklich um Mutationen, die die Fähigkeit zur Ausbildung eines Stieles verloren haben (s. FAURÉ-FREMIET, 1950) oder wir haben hier eine Gruppe vor uns, die etwa gleichzeitig mit den Sessilina entstanden ist und eine eigene Evolution durchgemacht hat. Für die zweite Möglichkeit sprechen nicht nur die stark divergierenden Merkmale der Opisthnectidae und Astylozoidae sondern auch die weite geographische Verbreitung der Natantina. Dies zeigt, daß sie einen eigenen, langen Entwicklungsweg hinter sich haben, was sich systematisch wohl am besten dadurch kennzeichnen läßt, daß man sie in einer eigenen Unterordnung zusammenfaßt. Zu dieser Ansicht, die ich bereits früher in den Grundzügen konzipiert habe (s. FOISSNER, 1975), bin ich in Unkenntnis der Arbeiten von LEPSI (1929) und JANKOWSKY (1967) gelangt, die bereits damals die Astylozoidae an die Basis ihrer phylogenetischen Schemata der Peritrichida gestellt haben!

Zu den bereits angeführten Gründen kommt noch hinzu, daß wir einige Peritrichida kennen, die zumindest teilweise (*Vorticella dimorpha*, *V. natans*, *V. mayeri* s. Diskussion bei STILLER, 1940) oder ganz (*Zoothamnium pelagicum*, s. LAVAL, 1968) zur freischwimmenden Le-



bensweise übergegangen sind, ohne ihren kontraktile Stiel zu verlieren, was zeigt, daß die freischwimmende Lebensweise nicht zwangsläufig zu einem Verlust dieses für die Sessilina so charakteristischen Organells führt. Auch die interessante Beobachtung von ENRIQUES (1912), daß der Mikrogamont von *A. enriquesi* einen aboralen Wimperkranz ausbildet, ist nicht nur als Atavismus in Hinsicht auf die Sessilina zu deuten, die ja ebenfalls ein derartiges Organell ausbilden können; könnte man doch hier annehmen, daß sich die Astylozoidea von den Opisthnectidae ableiten. Genauso sind die aboralen Borsten der Astylozoidea — die übrigens allen Vertretern der Opisthnectidae völlig fehlen! — nicht nur als Rest eines Stieles zu interpretieren (KAHL, 1930-35) sondern auch als dessen Vorstufe.

ad 2 : Auch wenn sich eines Tages herausstellen sollte, daß sich die Astylozoidea und Opisthnectidae von bestielten Peritrichida ableiten lassen, könnte diese Unterordnung dennoch aufrechterhalten werden, da sich die Natantina durch ihre freischwimmende Lebensweise und der dadurch bedingten planktonischen Lebensweise grundsätzlich von den Sessilina unterscheiden.

ad 3 : Die Eingliederung der Astylozoidea und Opisthnectidae in eine eigene Unterordnung bietet auch einen beträchtlichen praktischen Vorteil, da dann die zwei anderen Unterordnungen sehr homogene, klar definierbare systematische Einheiten bilden.

Für die drei Unterordnungen der Peritrichida schlage ich daher folgende Diagnosen vor :

1. *U. O. Natantina* (JANKOWSKI, 1967) : Peritrichida, die ausschließlich freischwimmend leben und nie ein spezielles Haftorganell ausbilden, mit dem sie sich für längere Zeit auf einer toten oder lebenden Unterlage festheften könnten. Die Bewegung erfolgt entweder mittels eines ständig ausgebildeten aboralen Wimperkranzes oder mittels der Peristomciliatur.

2. *U. O. Sessilina* (KAHL, 1930-35) : Peritrichida, deren Scopula im adulten Zustand einen Stiel oder eine Haftplatte sezerniert, mittels deren sie meist fest auf einer lebenden oder toten Unterlage festsitzen. Der aborale Wimperkranz tritt nur vorübergehend bei den Schwärmformen auf, die dann freischwimmend sind.

3. *U. O. Mobilina* (KAHL, 1930-35) : Peritrichida, die ein spezielles aborales Haftorganell besitzen, das in Verbindung mit den ständig ausgebildeten aboralen Wimperkranz eine freie Beweglichkeit der Tiere auf ihrer Unterlage (meist lebenden Metazoen) ermöglicht.

Mit dankenswerter Unterstützung des Österreichischen MAB- 6 Programmes, des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, der Jubiläumsstiftung der Österreichischen Nationalbank, der Gesellschaft zur Förderung der Hochschule für Bodenkultur und der Naturkundlichen Station der Stadt Linz.

Herrn Prof. J.O. CORLISS danke ich für wertvolle Literaturhinweise.

LITERATUR

- BEAUCHAMP P. de & COLLIN B. (1910). — Quelques documents sur *Hastatella radians* ERLANGER. *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **5**, 28-33.
- BRESSLAU E. (1921). — Die Gelatinierbarkeit des Protoplasmas als Grundlage eines Verfahrens zur Schnellanfertigung gefärbter Dauerpräparate von Infusorien. *Arch. Protistenk.*, **43**, 467-480.
- CANELLA M.F. (1954). — Ricerche sulla microfauna delle acque interne ferraresi. *Pub. Civ. Mus. St. Nat. Ferrara*, **4**, 1-154.
- CORLISS J.O. (1961). — The ciliated protozoa. *Pergamon Press*, New York.
- CORLISS J.O. (1975). — Taxonomic characterization of the suprafamilial groups in a revision of recently proposed schemes of classification for the phylum ciliophora. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **94**, 224-267.
- COUCH J.A. (1973). — Ultrastructural and protargol studies of *Lagenophrys callinectes* (Ciliophora : Peritrichida). *J. Protozool.*, **20**, 638-647.
- CZAPIK A. & A. JORDAN (1976). — Les observations sur les cilies d'une mare. *Acta Protozool.*, **15**, 277-287.
- DALLA TORRE K.W. v. (1891). — Studien über die mikroskopische Tierwelt Tirols. III. Teil : Infusoria Ciliata und Tentaculifera HUXLEY. *Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg*. Dritte Folge, **35**, 193-207.
- DAVIDSON A.L. & FINLEY H.E. (1972). — A comparative study of argentophilic structures in three peritrich ciliates. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **91**, 8-23.
- DETSCHewa R.B. (1968). — Investigations on the infusorial fauna in the rhizosphere of some farm plants. *Bull. Inst. Zool. Mus. Acad. Bulg. Sci.*, **27**, 163-170.

ABB. 45, 48, 49. — Myonemsystem von *Opisthnecta bivacuolata*. Im Peristomkragen verlaufen vier deutlich unterscheidbare Myonemstränge. Im Peristomdiskus bilden die Myoneme ein dichtes Geflecht. Unterhalb des aboralen Wimperkranzes sind sie aufgeteilt (Abb. 48). In Tiermitte bilden sie häufig ein dichtes Geflecht (Abb. 49). Protargolimprägation.

ABB. 46, 47. — Oralapparat von *Opisthnecta bivacuolata*, fotografiert in verschiedenen Ebenen. Protargolimprägation.

ABB. 50, 51, 53, 54. — Myonemsystem von *Epistylis alpestris*. Am Eingang zum Vestibulum sind die Myoneme etwa kreisförmig ausgespart (Abb. 50, 53 Ve). Die Pfeile in Abb. 53 und 54 weisen auf einen vom Peristomkragen zum Peristomdiskus ziehenden Myonemstrang. Abb. 51 zeigt das Myonemsystem in aboraler Ansicht. Protargolimprägation.

ABB. 52, 55. — Oralapparat von *Epistylis alpestris*. Protargolimprägation.

- DETSCHewa R.B. (1972). — Beitrag zur Kenntnis der Infusorienfauna (Protozoa-Ciliata) in den Binnengewässern Bulgariens. *Bull. Inst. Zool. Mus. Acad. Bulg. Sci.*, **36**, 61-79.
- DINGFELDER J.H. (1962). — Die Ciliaten vorübergehender Gewässer. *Arch. Protistenk.*, **105**, 509-658.
- ENGELMANN T.W. (1862). — Zur Naturgeschichte der Infusionsthier. *Ztschr. wiss. Zool.*, **11**, 347-393.
- ENRIQUES P. (1912). — Notizie su un vorticellide raro (*Astylozoon pyriformis* Schew.) e sulla sua coniugazione. *Rend. Acc. Sci. Bologna, Jg. 1911-12*, 93-103.
- ENTZ G. (1901). — Einiges über das Variieren der Infusorien. *Math. Naturwiss. Ber. Ungarn*, **19**, 125-144.
- ERLANGER R. v. (1890). — Zur Kenntnis einiger Infusorien. *Ztschr. wiss. Zool.*, **49**, 649-662.
- FAURÉ-FREMIET E. (1906). — Sur une nouvelle vorticellide, *Opisthnecta henneguyi*. *Compt. Rend. Soc. Biol. Paris*, **60**, 922-923.
- FAURÉ-FREMIET E. (1924). — Contribution à la connaissance des infusoires planktoniques. *Bull. Biol. France et Belg. Suppl.*, **4**, 1-171.
- FAURÉ-FREMIET E. (1950). — Une nouvelle vorticellide libre, *Telotrochidium johanninae* n.sp. *Bull. Soc. Zool. France*, **75**, 148-150.
- FAURÉ-FREMIET E., FAVARD P. & N. CARASSO (1962). — Etude au microscope électronique des ultrastructures d'*Epistylis anastatica* (Cilié Péritriche). *J. Microscopie*, **1**, 287-312.
- FOISSNER W. (1975). — Opisthnectidae (Ciliata, Peritrichida) nov. fam. und Revision der Genera *Telotrochidium* (KENT) und *Opisthnecta* (FAURÉ-FREMIET). *Protistologica*, **11**, 395-414.
- FOISSNER W. (1976 a). — Eine Neubeschreibung von *Telotrochidium johanninae* FAURÉ-FREMIET 1950 (Ciliata, Opisthnectidae). *Protistologica*, **12**, 263-269.
- FOISSNER W. (1976 b). — Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien*, **115**, 68-79.
- FOISSNER W. (1977). — *Opisthnecta bivacuolata* nov. spec., *Telotrochidium cylindricum* nov. spec. und *Epistylis alpestris* nov. spec., drei neue peritriche Ciliaten aus dem Hochgebirge. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* (im Druck).
- FOISSNER W. & H. SCHIFFMANN (1974). — Vergleichende Studien an argyrophilen Strukturen von vierzehn peritrichen Ciliaten. *Protistologica*, **10**, 489-508.
- FOISSNER W. & H. SCHIFFMANN (1975). — Biometrische und morphologische Untersuchungen über die Variabilität von argyrophilen Strukturen bei peritrichen Ciliaten. *Protistologica*, **11**, 415-428.
- GELEI J. v. (1954). — Über die Lebensgemeinschaft einiger temporärer Tümpel auf einer Bergwiese im Börzönygebirge (Oberungarn). III. Ciliaten. *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.*, **5**, 259-343.
- GELEI J. v. & M. SZABADOS (1950). — Massenproduktion in einer städtischen Regenwasserpflanze. *Ann. Biol. Univ. Szeged.*, **1**, 249-294.
- GILLARD A. (1947). — *Hastatella radians* ERLANGER, een nieuwe ciliaat voor de mikrofauna van belgie. *Biol. Jb. Antwerpen*, **14**, 180-183.
- JANKOWSKI A.W. (1967). — A new system of ciliate Protozoa (Ciliophora). *Akad. Nauk SSSR, Trudy Zool. Inst.*, **43**, 3-54.
- JAROCKI J. & W. JAKUBOWSKA (1927). — Eine neue, solitär freischwimmende Peritriche, *Hastatella aesculacantha* n. sp. *Zool. Anz.*, **73**, 270-280.
- KAHL, A. (1930-35). — Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata. In: DAHL F., *Die Tierwelt Deutschland*. G. Fischer, Jena.
- KENT W.S. (1880-82). — A manual of the infusoria. Vols. I-III. *David Bogue*, London.
- 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.
- KUTKUHN J.H. (1958). — Notes on the precision of numerical and volumetric plankton estimates from small-sample concentrates. *Limnol. and Oceanogr.*, **3**, 69-83.
- LAVAL M. (1968). — *Zoothamnium pelagicum* du plessis. Cilié péritriche planctonique: Morphologie, croissance et comportement. *Protistologica*, **4**, 333-363.
- LEPSI J. (1929). — Zur Phylogenie der Ciliaten. *Bul. Fac. St. Cern.*, **3**, fasc. 1-2, 258-303.
- LEPSI J. (1965). — Protozoologie. *Ed. Acad. Rep. Soc. Romania*, 1000 pp.
- LINDNER G. (1899). — Die Protozoenkeime im Regenwasser. *Biol. Centralbl.*, **19**, 421-432, 456-463.
- LOM J. (1964). — The morphology and morphogenesis of the buccal ciliary organelles in some peritrichous ciliates. *Arch. Protistenk.*, **107**, 131-162.
- LUST S. (1950). — Symphorionte Peritriche auf Käfer und Wanzen. *Zool. Jb. (Syst.)*, **79**, 353-463.
- LYNCH J. & A. NOBLE (1931). — Notes on the genus *Endosphaera Engelmann* and on its occasional host *Opisthnecta henneguyi* FAURÉ-FREMIET. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, **36**, 97-114.
- NAUMANN E. (1925). — Über eine planktische Modifikation von *Ophryidium versatile* Ehrenb. *A. Hydrobiol.*, **15**, 494-496.
- PÄTSCH B. (1974). — Die Aufwuchsciliaten des Naturlehrparks Haus Wildenrath. *Arb. Inst. Landwirtsch. Zool. und Bienenk.*, **1**, 1-82.
- PHILLIPS F.W. (1883). — On a new peritrichous infusorian, *Gerda caudata*. *J. Linn. Soc.*, **17**, 293-295.
- RAABE Z. (1964). — The taxonomic position and rank of peritricha. *Acta Protozool.*, **2**, 19-32.
- SCHARF R. (1961). — Die Ciliaten der Kühltürme und Brauchwasserzuflüsse eines mitteldeutschen Braunkohlenkombinates. *Wiss. Ztschr. Karl-Marx-Univ. Leipzig*, **10**, 381-395.
- SCHEWIAKOFF W. (1893). — Über die geographische Verbreitung der Süßwasser-Protozoen. *Mém. Acad. Impér. Sci. St. Pétersb.* (s. 7), **41**, 1-201.
- STILLER J. (1939). — Eine neue Gattung der Ordnung Peritricha. *Geleliella vagans* gen. n. sp. n. *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.*, **5**, 53-56.

- STILLER J. (1940). — Beitrag zur Peritrichenfauna des Großen Plöner Sees in Holstein. *Arch. Hydrobiol.*, **36**, 263-285.
- STILLER J. (1941). — Einige Gewässer der Umgebung von Szeged und ihre Peritrichenfauna. *Arch. Hydrobiol.*, **38**, 313-435.
- STILLER J. (1971). — Szajkoszorus csillosok - Peritricha. *Fauna Hung.*, **105**, 245 pp.
- VERSCHAFFELT F. (1929). — Bijdrage tot de kennis der nederlandsche zoet- en brakwaterprotozoen. *Diss. Amsterdam*, **7**, 198 pp.
- WILBERT N. (1975). — Eine verbesserte Technik der Protargolimprägung für Ciliaten. *Mikrokosmos*, **6**, 171-179.
- ZAGON I.S. (1970). — *Carchesium polypinum*: Cytostructure after protargol silver deposition. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **89**, 450-468.
- ZAGON I.S. & E.B. SMALL (1970). — *Carchesium polypinum*: Somatic and buccal analysis after protargol staining. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, **89**, 443-449.