

Zoologisches Institut der Universität Salzburg (Österreich) und  
Zoologisches Institut der Universität Kraków (Polen)

Die Infraciliatur und das Silberliniensystem von *Sagittaria hyalina*  
nov. spec., *Chlamydonella polonica* nov. spec. und *Spirozoona caudata*  
KAHL, 1926 (Protozoa, Ciliophora)<sup>1)</sup>

**Infraciliature and Silverline System of *Sagittaria hyalina* nov. spec., *Chlamydonella polonica* nov. spec., and *Spirozoona caudata* KAHL, 1926 (Protozoa, Ciliophora)**

VON WILHELM FOISSNER, ANNA CZAPIK UND KRYSZTOF WIACKOWSKI

Mit 17 Abbildungen

### Summary

The morphology and ecology of *Sagittaria hyalina* nov. spec., *Chlamydonella polonica* nov. spec., and *Spirozoona caudata* KAHL, 1926 were investigated. *Sagittaria hyalina* occurred in an ephemeral puddle of a path. Its somatic and oral infraciliature is very similar to that known from *Platyophrya*. However, its silverline system is very similar to that known from *Colpoda* and *Cyrtolophosis*. This particular combination of features supports the maintenance of the family Sagittariidae (R. and L. GRANDORI, 1935) which is shifted from the Hymenostomata to the Colpodida. *Chlamydonella polonica* is a beta-mesosaprobic up to alpha-mesosaprobic ciliate that differs from other species of the genus mainly by the lack of a Y-shaped perioral kinety. *Spirozoona caudata* occurred in the mud of an alpha-mesosaprobic stream. The somatic infraciliature consists of 21 strongly left spiraled ciliary meridians, 9 of them form a ribbon-like structure at the right side of the body. Its oral apparatus is tetrahymenal. Although the infraciliature has some features in common with that one of the genus *Colpidium* the family Spirozonidae KAHL, 1926 is maintained. This is supported by the particular somatic infraciliature and some special structures of the oral apparatus. However, the Spirozonidae must be shifted from the Trichostomata to the Tetrahymenina.

### Einleitung

Bei den Ciliaten ist die systematische Stellung vieler Familien und Genera sehr unsicher, da ihre Infraciliatur und ihr Silberliniensystem nicht bekannt sind (CORLISS 1979). Wir beschreiben in dieser Arbeit die argyrophilen Strukturen einiger bemerkenswerter Arten aus solchen Familien, die nun in das heutige System sicher eingeordnet werden können.

### Material und Methoden

*Sagittaria hyalina* trat am 25. 4. 1980 in einer 3 Tage alten Probe aus einer ephemeren Wegpfütze auf, die etwa 150 m südlich des Hydrobiologischen Institutes der Jagielloński Universität

1) Der Erstautor dankt der Jagielloński Universität von Polen und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für den Ersatz der Aufenthalts- und Reisekosten.

liegt. Die Infraciliatur wurde mit einer Objektträgermodifikation (FOISSNER, unveröffentlicht) der Pyridin-Silberimprägnationsmethode von FERNANDEZ-GALIANO (1976) dargestellt. Das Silberliniensystem wurde mit einer trockenen Versilberungsmethode imprägniert (FOISSNER 1976). Die Lebendbeobachtung dieser Art ist sehr schwierig, da sie sehr fragil ist und das Gehäuse fast immer kurz nach dem Auflegen des Deckglases verläßt.

*Chlamydonella polonica* fanden wir am 24. 4. 1980 in einem abgeschnürten Bachmäander des Pradnik (Population I). Der dicht neben dem Bach befindliche Tümpelliegt im Ojców-Nationalpark, etwa 30 m östlich der Straße, die durch das in der Nähe von Kraków gelegene Juragebiet führt (CZAPIK 1975). Im Jahre 1976 wurde diese Art von FOISSNER vereinzelt am Ufer des Enns-Flusses in der Nähe von Steyr (Oberösterreich) gefunden (Population II). Die Infraciliatur und das Silberliniensystem wurden mit der trockenen Versilberungsmethode von FOISSNER (1976) dargestellt. Die Studien an den Silberpräparaten wurden durch sorgfältige Lebendbeobachtungen ergänzt.

*Spirozona caudata* wurde am 14. 3. 1980 im Uferbereich des Flusses Biała Przemsza (Wojewód-schaften Katowice und Kraków) gefunden. Die Darstellung der Infraciliatur erfolgte mit der Protargolversilberungsmethode von TUFFRAU (1964).

### Ergebnisse und Diskussion

#### 1. *Sagittaria hyalina* nov. spec. (Abb. 1a—g, 4—8, 13)

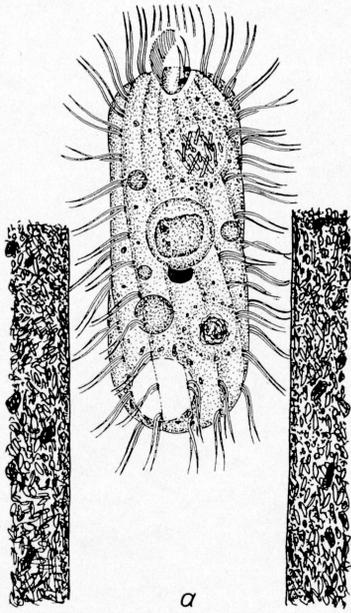
Diagnose. Größe *in vivo* 30—40 × 12—16 µm, kontrahiert etwa 15—30 × 15—20 µm. Körperform schlank zylindroid, in der Mitte leicht hantelartig eingezogen. Makro-nucleus und Mikronucleus kugelförmig. Kontraktile Vakuole am distalen Körperpol, etwas rechts der Medianen. Pellicula und Entoplasma farblos. Gehäuse röhrenförmig, 25—40 µm breit und bis 500 µm lang. Etwa 15 ausgeprägt rechts spiralig verlaufende bipolare Somakineten. Mund polar, leicht eiförmig, rechts mit einer halbkreisförmigen undulierenden Membran, links mit 4 kleinen adoralen Membranellen.

Locus typicus. Ephemere Wegpfütze in Kraków (Polen).

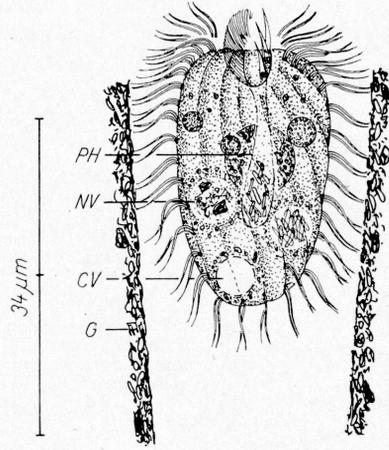
Morphologie. Körperquerschnitt annähernd kreisförmig. Form des Tieres während des Gehäusebaues breit oval, nach hinten meist leicht trichterartig verschmälert (Abb. 1b). Freischwimmende Individuen häufig ausgeprägt birnenförmig (Abb. 1d), seltener hantelartig. Kernapparat zentral gelegen, Makro- und Mikronucleus vielleicht in einer gemeinsamen Membran eingeschlossen. Nucleolen des Makronucleus band-bis netzförmig, vereinzelt auch nur ein großer zentraler Nucleolus (Abb. 1a, f). Pellicula sehr flexibel, durch die Somakineten stark gekerbt. Nahrungsvakuolen etwa 5 µm groß, Bakterien und rötliche, unregelmäßig plattenförmige Kristalle enthaltend. Im Entoplasma meist mehrere 2—4 µm große, kugelförmige, gelblich glänzende Einschlüsse. Beunruhigte Tiere schwimmen in der Wohnröhre hastig hin und her. Bewegung freischwimmender Individuen sehr rasch unter Rotation um die Längsachse.

---

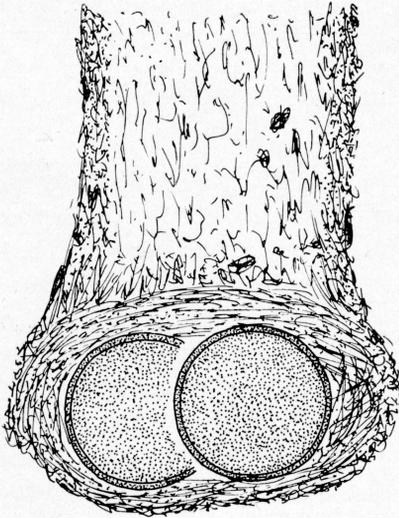
Abb. 1a—e. *Sagittaria hyalina*. Leicht schematisierte Zeichnungen nach Lebendbeobachtungen. 1a: Ventralansicht eines typischen Individuums. 1b: Ventralansicht während des Gehäusebaues. 1c: distales Gehäuseende mit Cysten. 1d: Umrißskizze eines freischwimmenden Individuums 1e: Die Gehäuse sind an der Unterseite des Oberflächenhäutchens angeheftet. CV = kontraktile Vakuole, G = Gehäuse, NV = Nahrungsvakuole, PH = Pharynx.



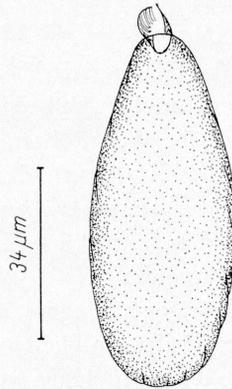
a



b

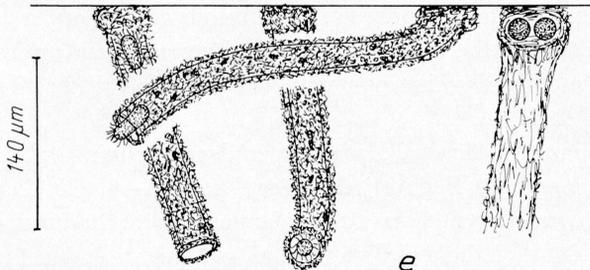


c



d

*Oberflächenhäutchen*



e

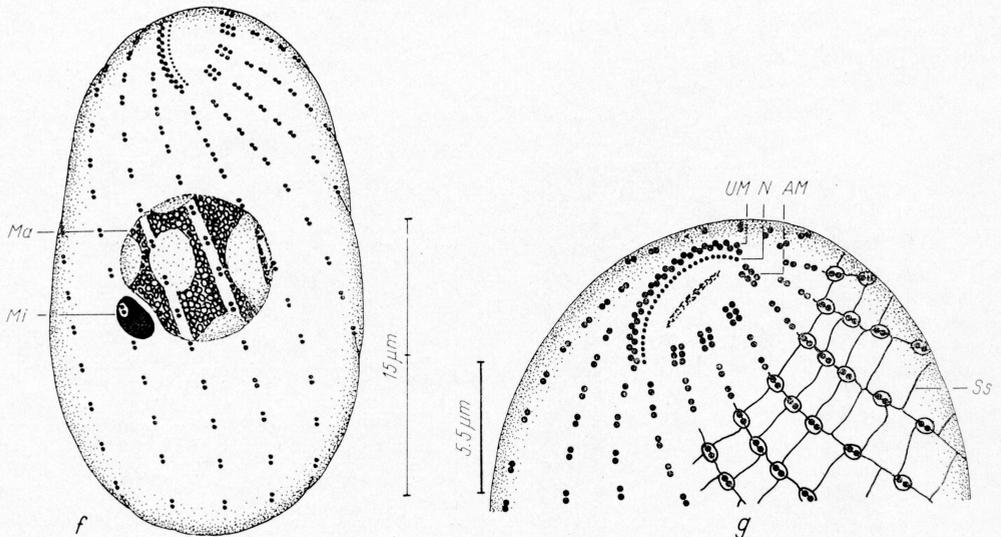


Abb. 1f, g. *Sagittaria hyalina*. Leicht schematisierte Zeichnungen der Infraciliatur und des Silberliniensystems. 1f: Ventralansicht nach Pyridin-Silberimprägnation. 1g: Frontalansicht. Infraciliatur nach Pyridin-Silberimprägnation, Silberliniensystem (nur rechts unten eingezeichnet) nach trockener Silberimprägnation. AM = adorale Membranellen, Ma = Makronucleus, Mi = Mikronucleus, N = Nematodesmen (?), Ss = Silberliniensystem, UM = undulierende Membran.

Gehäuse bräunlich, gerade bis unregelmäßig verbogen, elastisch, an der Unterseite des Oberflächenhäutchens mit einer knopfartigen Verbreiterung angeheftet (Abb. 1c). Im Bau befindliche Wohnröhren trichterförmig bis zylindroid (Abb. 1b). Innenseite des Gehäuses glatt, Außenseite durch anhaftenden Detritus und aufsitzende Bakterien und Zooflagellaten unregelmäßig. Nie verzweigt, wird schnell verlassen, wenn die Tiere während der mikroskopischen Betrachtung durch Licht und Temperaturänderung beunruhigt werden; meist verlassen sie es schon beim Übertragen von der Kultur auf den Objektträger! Längere Zeit (etwa 20 Min.) unter dem Deckglas gehaltene Tiere beginnen wieder ein Gehäuse zu bauen. Es scheint, daß dabei etwa  $1 \times 0.3 \mu\text{m}$  große, zylindroide Protrichocysten ausgeschieden werden, an die sich die defäkierten Nahrungsreste anlagern. Während des Gehäusebaues wird bereits Nahrung aufgenommen.

Bei einigen in Auflösung begriffenen Gehäusen wurden in der distalen Verbreiterung 2 dicht nebeneinanderliegende, von membranösen Hüllen eingeschlossene, farblose Kugeln beobachtet. Sie waren von einer dünnen, strukturlosen Membran umgeben und besaßen einen Durchmesser von etwa  $15 \mu\text{m}$  (Abb. 1c). Wir vermuten, daß es Teilungscysten sind.

Somatische Infraciliatur. Basalkörper der Somakineten paarig angeordnet. Cilien etwa  $6 \mu\text{m}$  lang. Am Beginn jeder Somakinete 4–6 sehr dicht hintereinander stehende Basalkörperpaare mit etwa  $8 \mu\text{m}$  langen Cilien. Dadurch erscheint die Bewimperung vorne deutlich dichter als hinten. Die Kineten enden etwa  $1 \mu\text{m}$  vor den

Oralstrukturen, so daß der Mund von einem kleinen, cilienfreien Ring umgeben wird (Abb. 1a, f, 4, 5, 7).

Orale Infraciliatur. Mundöffnung eiförmig, ganz leicht subpolar gelegen, verschmälertes Ende nach ventral gerichtet. Undulierende Membran zweireihig, Basalkörper deutlich zickzackförmig angeordnet. Links derselben eine Reihe kleiner, argyrophiler Körnchen, die wahrscheinlich Nematodesmen markieren. Sie sind vermutlich ziemlich lang, da sich bei der Abschnürung der Nahrungsvakuole eine sackartige Struktur ausbildet (Abb. 1b). Am linken Mundrand konstant 4 adorale Membranellen, die aus 2 Reihen zu je 3 Basalkörpern aufgebaut sind (Abb. 1g).

Silberliniensystem. Das Silberliniensystem ist ein weitmaschiges Gitter, das sich zwischen den Somakineten ausbreitet und mit den zirkulären Silberlinien kontaktiert, welche die Basalkörper umgeben (Abb. 1g, 13).

Ökologie. *Sagittaria hyalina* fanden wir in dem hauptsächlich von Bakterien gebildeten Oberflächenhäutchen der Probe. Sie kam mit mäßig häufiger Abundanz (etwa 5 Individuen in einem Tropfen) vor und war mit *Platyophrya* sp., *Chilodonella uncinata* (EHRENBERG 1838) und vielen kleinen Zooflagellaten vergesellschaftet. Die hyponeustische Lebensweise (Abb. 1e) tritt vermutlich nur unter Laborbedingungen auf, wenn es am Grunde des Sammelglases infolge beginnender Fäulnis zu einer Sauerstoffknappheit kommt. Unter natürlichen Verhältnissen besiedelt sie wahrscheinlich die Sedimentoberfläche, wo die für die Ernährung nötigen Bakterien am häufigsten vorkommen. Der Fundort, eine etwa 40 × 30 cm große und 5 cm tiefe Wegpfütze am Rande einer großen Wiese, weist eine arten- und individuenreiche Ciliatenzönose auf, die von CZAPIK und JORDAN (1976) bereits beschrieben wurde.

Diskussion. Von dieser Species glauben wir, daß sie in die Gattung *Sagittaria* R. und L. GRANDORI, 1935 gestellt werden kann. Die sich nur auf Lebendbeobachtungen stützende Beschreibung von R. und L. GRANDORI (1935) ist notgedrungen sehr unvollständig. Unsere Einordnung stützt sich auf folgende Merkmale, die *S. polygonalis* und *S. hyalina* gemeinsam sind: 1. Die polare Lokalisation des Oralapparates, dessen Bewimperung eine „Korona“ bildet. R. und L. GRANDORI (1935) erwähnten auch, daß am linken Mundrand verstärkte, serial angeordnete Cilien stehen, die den adoralen Membranellen von *S. hyalina* entsprechen könnten. 2. Der polygonale bis hantelförmige Körperumriß. 3. Den terrestrischen Biotop. Gegen unsere Einordnung sprechen der meridionale Kinetenverlauf, die dorso-ventrale Abflachung und die schreitende Bewegungsweise von *S. polygonalis*. Wegen der oben angeführten Gemeinsamkeiten und der ohnehin großen Anzahl ungenügend beschriebener und daher nicht einzuordnender Genera glauben wir, daß es besser ist, unsere Art in diese Gattung zu stellen als für sie eine neue zu errichten.

Die Gattung *Sagittaria* wurde von R. und L. GRANDORI (1935) und KAHL (1930 bis 1935) zu den Hymenostomata gestellt. CORLISS (1979) reihte sie als *incertae sedis* in die Tetrahymenina ein. Unsere Beobachtungen zeigen dagegen, daß sie zu den Colpoda gestellt werden muß. Der Aufbau des Oralapparates entspricht bis in Einzelheiten dem von *Platyophrya* (vgl. FOISSNER 1978, 1980a, b). Das Silberliniensystem gleicht dagegen dem der Gattungen *Colpoda* und *Cyrtolophosis* (vgl. FOISSNER 1978).

Diese eigenartige Merkmalskombination, deren phylogenetische Bedeutung in einer späteren Abhandlung ausführlich diskutiert werden wird, verhindert die Eingliederung in die Woodruffiidae und spricht für die Aufrechterhaltung der Familie Sagittariidae (R. und L. GRANDORI, 1935). Sie ist vermutlich in die Nähe von *Cyrtolophosis* zu stellen.

2. *Chlamydonella polonica* nov. spec. (Abb. 2a—g, 9—12)

Diagnose. Größe *in vivo* 55—80 × 38—52  $\mu\text{m}$ , etwa 2 : 1 abgeflacht. Körperform breit oval, mit einer kleinen Einbuchtung in der Höhe des Reuseneinganges. Reuse aus 16—18 mäßig stark nach dorsal geneigten, etwa 22  $\mu\text{m}$  langen Trichiten aufgebaut. Postoral 18—20, praeoral 6 bogenförmige Kineten. Praeoral keine Y-förmige Kinete.

Locus typicus. Perenner Tümpel neben dem Pradnik-Bach in der Nähe von Kraków (Polen).

Morphologie. Körperform wenig variabel, annähernd orthogonal mit breit abgerundeten Enden (Abb. 2a, b). Dorsalkörper mäßig stark gewölbt, ohne auffallende Furchen. Ventralseite eben, nur am rechten Körperrand deutlich aufgewölbt, da hier der Dorsalkörper übergreift (Abb. 2a, c—e). Reuse etwa 10  $\mu\text{m}$  breit, vorne von einer zarten Membran umzogen, etwas links der Medianen gelegen. Reusenstäbe 20—25  $\mu\text{m}$  lang, vorne mit kleinen Zähnen (Abb. 2a). Makronucleus zentral bis leicht links der Medianen gelegen, etwa 22 × 12  $\mu\text{m}$  groß. Er besteht aus einer grob granulierten und einer fein granulierten Hälfte. Beide Teile besitzen große, plattenförmige Nucleolen (Abb. 2b). Mikronucleus nicht sicher erkannt, vermutlich nur einer, der dem Makronucleus dicht anliegt. Zwei kontraktile Vakuolen, die abwechselnd mit einem Intervall von etwa 25 Sekunden pulsieren. Exkretionsporus der proximalen Vakuole am rechten Ende der perioralen Kinete (Abb. 2f, 9). Distale Vakuole kleiner, links der Medianen gelegen, *in vivo* schwierig zu erkennen, ihr Exkretionsporus war mit der verwendeten Methode nicht imprägnierbar. Pellicula wenig verformbar, dicht unter ihr viele farblose Granula (Mitochondrien?). Entoplasma farblos, durch leicht gelbliche bis schwärzliche Granula manchmal stark getrübt. Ernährt sich von großen und kleinen Kieselalgen (Abb. 2b). Ein Individuum mit 15 gefressenen, mittelgroßen (etwa 40  $\mu\text{m}$ ) Diatomeen beobachtet. Im Entoplasma meist mehrere bis 18  $\mu\text{m}$  große Vakuolen ohne partikulären Inhalt. Kriecht und gleitet langsam auf Pflanzenresten, Algen und Detritus.

Infraciliatur. Postoral bei Population I 19—20 (meist 19), bei Stamm II 18 leicht C-förmig gebogene Somakineten, dorsal nicht bewimpert (Abb. 2f, g, 9, 10, 12). Stets 3 Kineten rechts der ersten perioralen Kinete, welche die innerste dieser Kineten gerade noch abschneidet (Abb. 9). Praeoral konstant 6 Kineten, die den rechten Rand des Tieres deutlich kerben (Abb. 1a). Das terminale Kinetensegment der rechten äußeren Kinete (tronçon terminal de la cinétie droite externe nach DEROUX 1970) besteht aus etwa 12 Basalkörpern (Abb. 9, 12). Postoral 4—6 Kineten, die subäquatorial vorübergehend lockerer bewimpert sind (zone de raréfaction cinétosomienne nach DEROUX 1970) (Abb. 9). Alle Basalkörper werden rechts von einem argyrophilen Körnchen begleitet (parasomaler Sack?). Sie stehen am vorderen und hinteren Ende

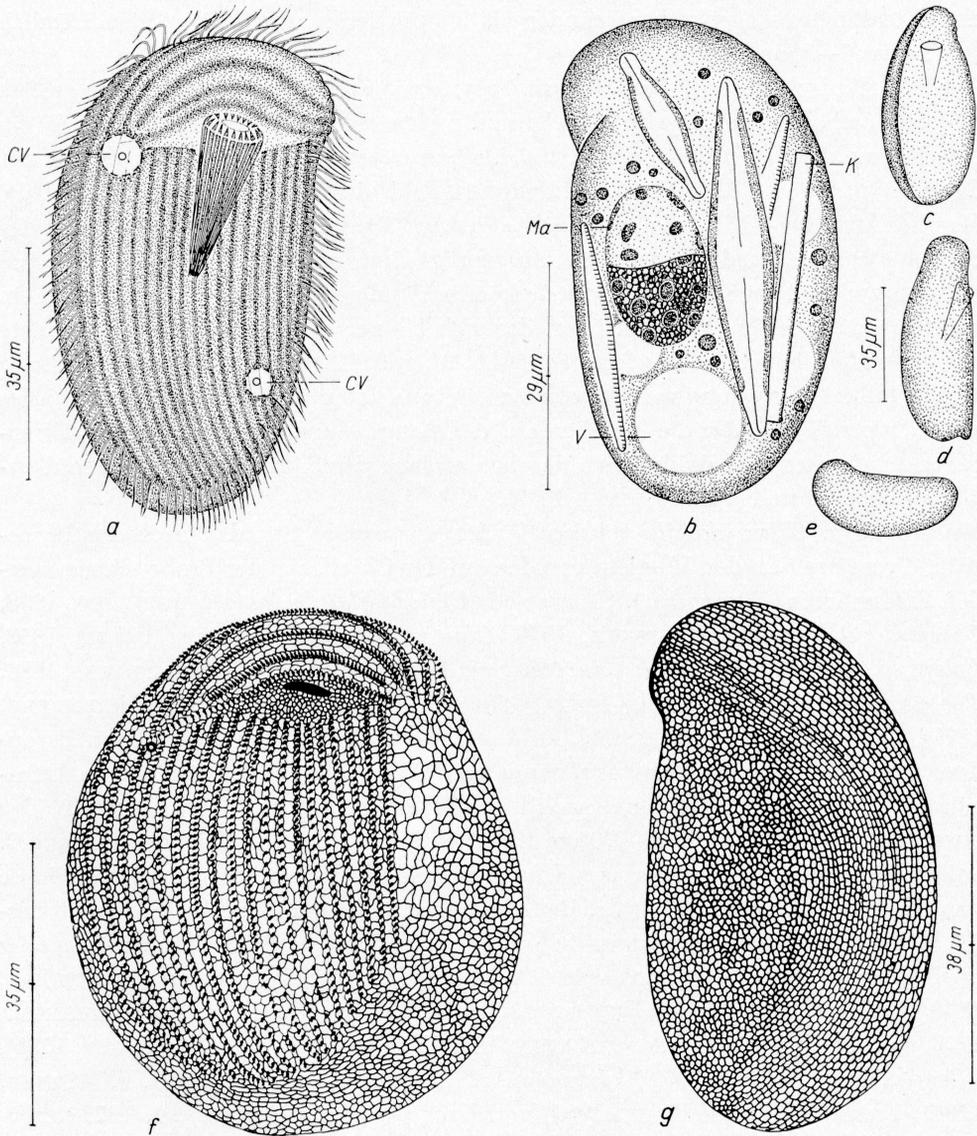


Abb. 2a–g. *Chlamydonella polonica*. Leicht schematisierte Zeichnungen nach Lebendbeobachtungen (Abb. 2a–e) und trockener Silberimprägnation (Abb. 2f, g). 2a: Ventralansicht. 2b: Dorsalansicht. 2c: leicht rechts laterale Ansicht. 2d: Lateralansicht. 2e: Rekonstruktion des Körperquerschnittes. 2f: Silberliniensystem und Infraciliatur der Ventralseite. 2g: Silberliniensystem der Dorsalseite. CV = kontraktile Vakuole, K = Kieselalge, Ma = Makronucleus, V = Vakuole ohne partikulären Inhalt.

der Somakineten enger nebeneinander als im mittleren Abschnitt. Cilien ziemlich steif, etwa 6—8  $\mu\text{m}$  lang.

**Silberliniensystem.** Das Silberliniensystem besteht aus etwa 1—2  $\mu\text{m}$  großen poly- bis orthogonalen Maschen. Links und rechts der Somakineten verläuft je ein Maschenzug. Zwischen ihnen befindet sich eine zusätzliche Maschenreihe, welche mit diesen kontaktiert (Abb. 11). Im cilienfreien Feld, das die Reuse umgibt, sind die Maschen etwa 0,5—1  $\mu\text{m}$  groß und nicht orientiert. Auf der rechten Seite besteht das System aus annähernd orthogonalen, ausgeprägt längs orientierten Maschen. Sie sind etwa bis zur Medianen der Dorsalseite erkennbar und gehen dort kontinuierlich in ein nicht orientiertes Maschenwerk über, das sich bis zur ersten links lateralen Kinetete des postoralen Kinetenfeldes fortsetzt (Abb. 2f, g, 9, 10).

Das Silberliniensystem von *C. polonica* ist etwas komplizierter aufgebaut als jenes von *C. alpestris*, bei der die Maschen auf der Lateral- und Dorsalseite keine Orientierung aufweisen und die kleinen Maschen entlang der Somakineten nicht so deutlich ausgeprägt sind (vgl. FOISSNER 1979).

**Ökologie.** *Chlamydonella polonica* fanden wir wenige Stunden nach der Probenahme vereinzelt an den Wurzeln von den auf der Oberfläche der Probe schwimmenden Wasserlinsen (*Lemna sp.*). Sie war mit *Chilodonella uncinata* EHRENBERG, 1838, *Chlamydonella alpestris* FOISSNER, 1979, *Cinetochilum margaritaceum* PERTY, 1852, *Coleps sp.*, *Litonotus sp.*, *Paramecium bursaria* FOCKE, 1836, *P. trichium* STOKES, 1885, *Tachysoma pellationella* (MÜLLER-STEIN, 1859), *Tetrahymena pyriformis* (EHRENBERG, 1830), *Uronema parduczi* FOISSNER, 1971 und *Vorticella sp.* vergesellschaftet. Besonders auffallend war das Massenaufreten von *Chlamydonella alpestris*, deren Infra-ciliatur bis in Einzelheiten der Originalbeschreibung entsprach (FOISSNER 1979). Der etwa 10×10 m große und 10—20 cm tiefe, stark verschlammte Tümpel, in dem *C. polonica* gefunden wurde, liegt am Ufer des Pradnik-Baches, dessen Ciliatenzönose von CZAPIK (1975) studiert wurde. Die zum Teil mit Fallaub bedeckte Sedimentoberfläche war dicht mit Fadenalgen bewachsen. An der Oberfläche fand sich mäßig häufig *Lemna sp.* In der Enns war *C. polonica* mit *Aspidisca lynceus* EHRENBERG, 1838, *Chilodonella uncinata* EHRENBERG, 1838, *Chlamydonella alpestris* FOISSNER, 1979, *Cinetochilum margaritaceum* PERTY, 1852, *Euplotes charon* (O. F. MÜLLER, 1786), *Litonotus sp.*, *Placus sp.*, *Tetrahymena sp.*, *Trithigmostoma cucullulus* (O. F. MÜLLER, 1786), *Trochilia minuta* (ROUX, 1901) und *Uronema parduczi* FOISSNER, 1971 vergesellschaftet. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, daß *C. polonica* ein beta-alpha-mesosaprobies Milieu bevorzugt.

**Diskussion.** Die Gattung *Chlamydonella* ist durch eine Y-förmige periorale Kinetete und durch den regelmäßigen Verlauf der postoralen Kineten charakterisiert (DEROUX 1970). Diese Merkmale trennen sie von der ihr ähnlichen Gattung *Lynchella*, die eine distale Kinetennaht besitzt. Bei *C. polonica* fehlt die Y-förmige periorale Kinetete. Das trennt sie von allen bisher beschriebenen Arten (vgl. DEROUX 1970, 1974, 1976, WILBERT 1971, PÄTSCH 1974, FOISSNER 1979). Obwohl ein Genuscharakteristikum bei *C. polonica* fehlt, glauben wir nicht, daß für sie eine neue Gattung nötig ist, da sie in der übrigen Körperorganisation ganz mit *Chlamydonella* übereinstimmt.

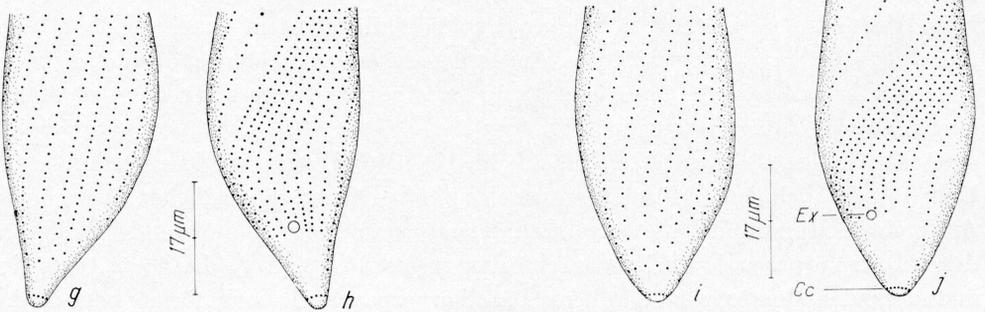
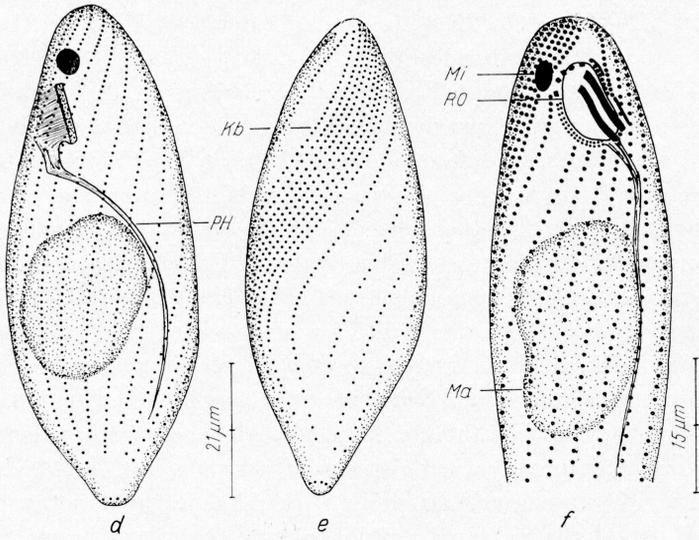
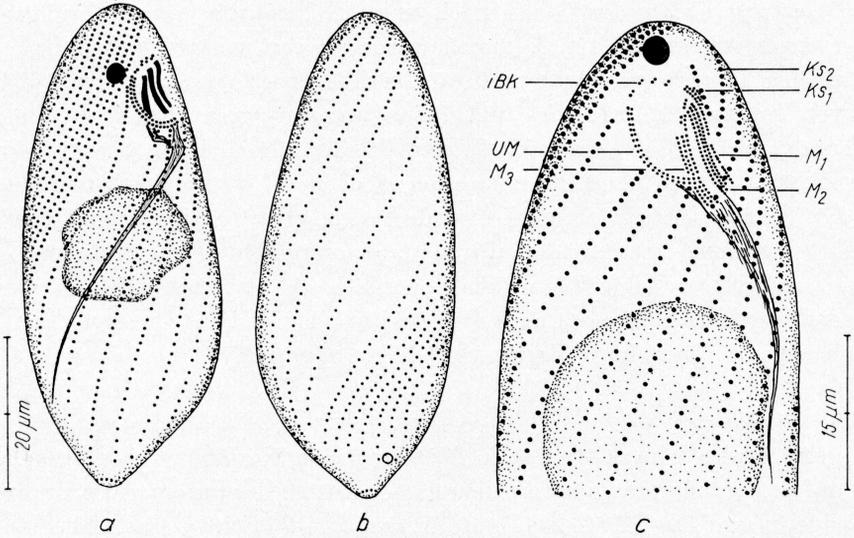
Die Gattung *Chlamydonella* ist nach unseren Erfahrungen im Periphyton der Fließgewässer weit verbreitet. Dennoch wurde sie erst vor wenigen Jahren zuerst aus dem Meer beschrieben (DEROUX 1970). Da die Körperform außergewöhnlich stark jener von gewissen *Chilodonella*- und *Trithigmotoma*-Arten ähnelt, muß man annehmen, daß sie häufig zu *Chilodonella* gestellt oder fälschlich mit bereits bekannten Arten dieser Gattung identifiziert worden sind. Beim Artvergleich wurden daher auch diese Genera berücksichtigt. Es wurde in der Literatur aber keine *Chilodonella*- oder *Trithigmotoma*-Art gefunden, die mit *C. polonica* identisch sein könnte. Ähnlich ist die von VUXANOVICI (1963) ziemlich oberflächlich dargestellte 30–40  $\mu\text{m}$  große *Chilodonella rostrata*. Sie besitzt aber nur eine links der Medianen gelegene kontraktile Vakuole, eine nur 6  $\mu\text{m}$  lange Reuse und lebt im Sapropel.

### 3. *Spirozona caudata* KAHL, 1926 (Abb. 3a–j, 14–17)

Biometrische Charakteristik (Mittelwerte in Klammer). Alle Angaben basieren auf protargolimprägnierten Exemplaren. Anzahl der untersuchten Individuen: 17; Länge in  $\mu\text{m}$ : 62–80 (70.2); Breite in  $\mu\text{m}$ : 20–26 (23.9); Abstand vom proximalen Pol bis zum distalen Mundrand in  $\mu\text{m}$ : 15–20 (17.1); Größe des Makronucleus in  $\mu\text{m}$ : 14–20  $\times$  15–25 (16.7  $\times$  20.5); Gesamtzahl der Somakineten: 21 (21); Anzahl der Somakineten des Kinetenbandes: 9 (9).

Somatische Infraciliatur. Konstant 21 Somakineten, die stark links spiralig vom proximalen Pol bis nahe zum distalen Körperende verlaufen (Abb. 3a, b, 14, 16, 17). Proximal ein kleines, cilienfreies Polfeld (Abb. 3e, 17). Die Somakineten enden distal in ungleicher Höhe, wobei eine geringe Variabilität zu konstatieren ist, die aus den Abbildungen 3a, b, d, e, g–j ersichtlich ist. Praeoral stoßen sie ventral in spitzem Winkel zusammen, wodurch zwischen dem apikalen Pol und dem proximalen Mundrand ein kleines, dreieckförmiges cilienfreies Feld entsteht (Abb. 3f, 15, 16). Vier postorale Kineten, von denen die rechte am proximalen Ende der undulierenden Membran beginnt. Die beiden linken postoralen Kineten setzen sich praeoral wieder fort, so daß 2 unterschiedlich lange Kinetensegmente entstehen, von denen das äußere bis zum proximalen Pol zieht (Abb. 3c, f, 15, 16). Abstand zwischen den beiden rechten postoralen Kineten proximal auffallend weit (Abb. 3c, 16). Rechts des Oralapparates ein Feld von 9 sehr eng nebeneinander verlaufenden Somakineten: das Kinetenband. Es verläuft auf der rechten Lateralseite parallel zu den übrigen Somakineten. An seinem distalen Ende liegt der Exkretionsporus der kontraktilen Vakuole (Abb. 3b, h, j). Abstand der Basalkörper von proximal nach distal leicht zunehmend. In Tiermitte etwa 10 Basalkörper in 10  $\mu\text{m}$ . Am zapfenartig verschmälerten distalen Körperende eine kreisförmige Kinete aus etwa 10 Basalkörpern, von denen die etwa 12  $\mu\text{m}$  langen Caudalcilien entspringen (Abb. 3g–j).

Orale Infraciliatur (Abb. 3a, c, f, 15, 16). Mund weit subpolar gelegen, im Umriß undeutlich dreieckförmig, mit nach links verlängerter rundlicher Ausziehung. Am rechten Mundrand eine viertelkreisförmige, zweireihige undulierende Membran, deren Basalkörper undeutlich zickzackförmig angeordnet sind. In der Fortsetzung der undulierenden Membran 4–5 isolierte Basalkörperpaare, die bogenförmig entlang des



rechten und proximalen Mundrandes angeordnet sind. Links 3 deutlich eingesenkte, leicht S-förmig gekrümmte, dreireihige adorale Membranellen. Membranelle 1 stark reduziert, Membranellen 2 und 3 proximal mit einigen isolierten Basalkörpern. Pharynxfibrillen auffallend lang, ziehen bogenförmig von ventral bis nahe an die Dorsal-seite, bevor sie in der Nähe des distalen Poles enden.

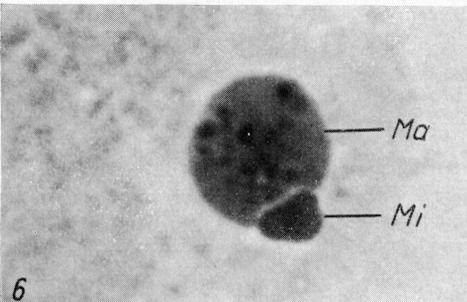
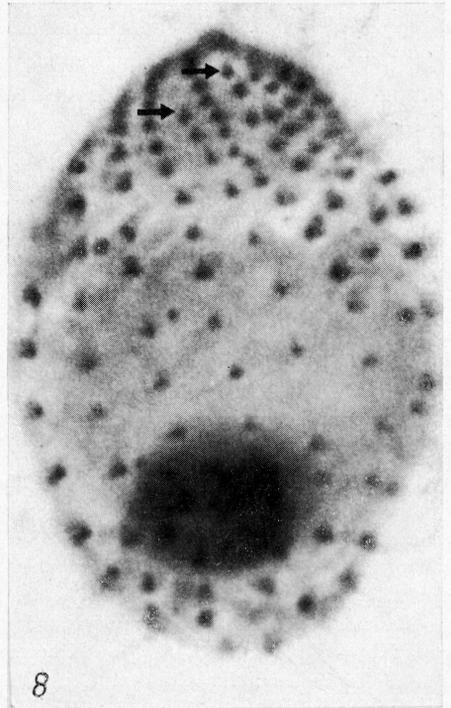
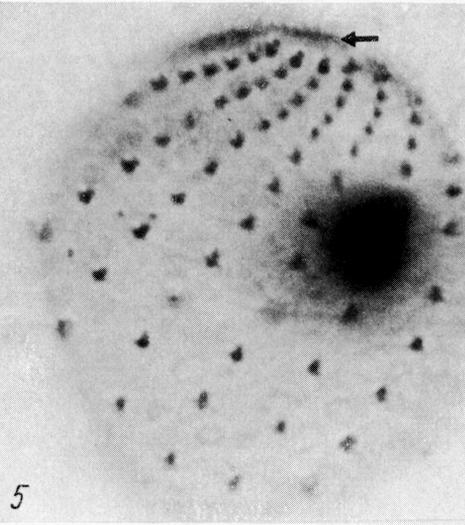
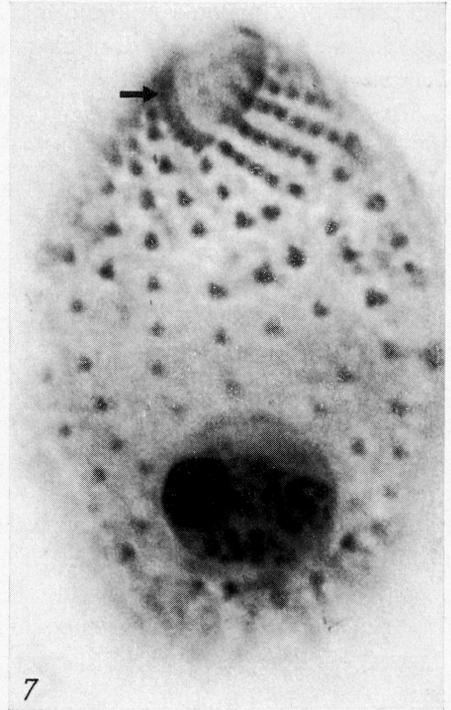
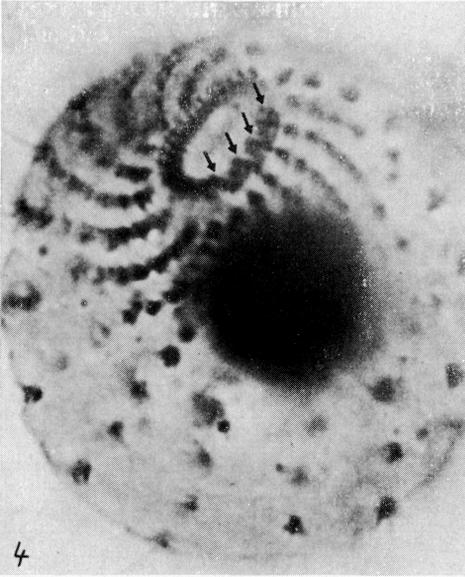
Kernapparat. Makronucleus unregelmäßig oval, annähernd zentral gelegen. Mikronucleus kugelförmig bis ellipsoid, liegt stets rechts des Oralapparates (Abb. 3a, c, d, f, 15, 16). Diese eigenartige Lage des Mikronucleus wurde nicht durch Feulgen-Färbung verifiziert. In den Protargolpräparaten fand sich in der beschriebenen Lage aber stets ein stark imprägnierbarer Körper, den wir auf Grund der Form und Größe für den Mikronucleus halten.

Ökologie. *Spirozoona caudata* ist offensichtlich sehr selten. Sie wurde bisher nur von KAHL (1926), LACKEY (1938), VÖRÖSVÁRY (1950) und BOVEE (1960) in verschiedenen stagnierenden und fließenden Gewässern unterschiedlicher Saprobität nachgewiesen. Wir fanden sie im Uferschlamm eines alphamesosaprobien Vorfluters, etwa 20 km unterhalb einer Zellulosefabrik. Der Fluß (Biała Przemsza) ist an dieser Stelle 15—20 m breit und begradigt. In Proben, die einige km oberhalb und unterhalb dieser Stelle gezogen wurden, stellten wir *S. caudata* nicht fest. Sie war mit *Dexiotricha plagius* STOKES, 1885, *Frontonia leucas* EHRENBERG, 1838, *Metopus* es O. F. MÜLLER, 1786, *Plagiopyla nasuta* STEIN, 1860, *Spathidium* sp., *Spirostomum minus* ROUX, 1901, *Stentor coeruleus* EHRENBERG, 1830 und *Urostyla* sp. vergesellschaftet. Die bis jetzt vorliegenden Fundortangaben (s. oben) weisen darauf hin, daß *S. caudata* ein alpha- bis betamesosaprobies Milieu bevorzugt.

Diskussion. Unsere Art stimmt hinsichtlich der allgemeineren Merkmale weitgehend mit der Darstellung von KAHL (1926, 1930—1935) überein. Den feineren Aufbau der somatischen und oralen Infraciliatur erkannte er nicht. Nach KAHL (1926) zieht vom Mund eine spezielle, zu den Somakineten parallel verlaufende Cilienreihe mit stärkeren und dichter stehenden Wimpern nach distal. Diese Reihe entspricht offensichtlich unserem Kinetenband (Abb. 3e). KAHL (1926) sah aber nur eine Spezialreihe. Er behandelte diese Art im Anschluß an *Trichospira dextrorsa* ROUX, 1901, bei der tatsächlich nur eine einzige spezielle Cilienreihe mit zickzackförmig angeordneten Basalkörpern vorhanden ist (KLEIN 1930). Wir vermuten, daß KAHL (1926, 1930 bis

---

Abb. 3a—j. *Spirozoona caudata*. Leicht schematisierte Zeichnungen der Infraciliatur nach Protargolimprägnation. 3a: leicht rechts laterale Ansicht. 3b: dasselbe Individuum wie in Abb. 3a, aber durchfokussiert. 3c: Ventralansicht. 3d: links laterale Ansicht. 3e: rechts laterale Ansicht. 3f: Ventralansicht. 3g, h: distaler Körperabschnitt eines Individuums in links und rechts lateraler Ansicht. 3i, j: distaler Körperabschnitt eines Individuums in links und rechts lateraler Ansicht. Cc = Caudalcilien, Ex = Exkretionsporus der kontraktiven Vakuole, iBk = isolierte Basalkörperpaare, Kb = Kinetenband, Ks<sub>1,2</sub> = Kinetensegment 1 und 2, M<sub>1,2,3</sub> = adorale Membranellen, Ma = Makronucleus, Mi = Mikronucleus, PH = Pharynx, RO = Rand des Oralapparates, UM = undulierende Membran.



1935) von dieser Beobachtung beeinflußt wurde, auch deswegen, weil er *S. caudata* nicht besonders genau studieren konnte, da er nur etwa 10 Exemplare fand.

*Spirozoona caudata* wurde von KAHL (1930—1935) und CORLISS (1979) zu den Trichostomata gestellt. Unsere Beobachtungen lassen aber keine Zweifel daran, daß es sich um einen hymenostomen Ciliaten handelt, der in die Unterordnung Tetrahymenina eingereiht werden muß. CORLISS (1979) rechnet zu dieser Unterordnung die Familien Tetrahymenidae, Glaucomidae, Turaniellidae und Curimostomatidae. *Spirozoona* weist offensichtlich zu den Tetrahymenidae die nächste Verwandtschaft auf, und zwar zur Gattung *Colpidium*. Dafür lassen sich folgende Gründe anführen: 1. Die lateralen Kinetensegmente links des Oralapparates (Abb. 3c, 16). 2. Der Besitz von mehreren verlängerten Caudalcilien (Abb. 3g—j). 3. Die dreieckige Form des Oralapparates (Abb. 16). 4. Das Kinetenband von *Spirozoona* (Abb. 3e) erinnert an die praeorale Verdichtung der rechts lateralen Kineten der großen *Colpidium*-Arten (z. B. *C. colpoda*). Diese Merkmalskombination ist typisch für *Colpidium* (FOISSNER und SCHIFFMANN 1978). Dennoch sind wir für die Aufrechterhaltung der von KAHL (1926) errichteten Familie Spirozonidae, da die feinere Struktur des Oralapparates und der spiralige Verlauf der Somakineten von den anderen Genera der Tetrahymenidae stark abweicht. *Spirozoona* repräsentiert offensichtlich eine besondere Entwicklungslinie innerhalb der Tetrahymenina.

CORLISS (1979) faßte die Genera *Spirozoona* und *Trichospira* in der Familie Trichospiridae KAHL, 1926, zusammen und hob die Familie Spirozonidae KAHL, 1926, auf. Bei *Trichospira* fehlt aber das Kinetenband, und die meridional verlaufenden Somakineten der Dorsalseite stoßen im distalen Drittel an die oben erwähnte Spezialreihe (KLEIN 1930). Außerdem verlaufen die übrigen Somakineten rechts spiralig! Dieser von *Spirozoona* stark abweichende Aufbau der somatischen Infraciliatur weist darauf hin, daß die Familien Spirozonidae und Trichospiridae aufrechterhalten werden sollten. *Trichospira* dürfte aber ebenfalls ein hymenostomer Ciliat sein, da er ein streifenförmiges Silberliniensystem besitzt (KLEIN 1930).

### Zusammenfassung

Es wurden die Morphologie und die Ökologie von *Sagittaria hyalina* nov. spec., *Chlamydonella polonica* nov. spec. und *Spirozoona caudata* KAHL, 1926 untersucht. *Sagittaria hyalina* wurde in einer ephemeren Wegpfütze gefunden. Die somatische und orale Infraciliatur ist sehr ähnlich jener von *Platyophrya*. Das Silberliniensystem gleicht dagegen jenem der Gattungen *Colpoda* und *Cyrtolophosis*. Diese eigenartige Merkmalskombination spricht für die Aufrechterhaltung der Familie Sagittariidae (R. und L. GRANDORI, 1935), die aus den Hymenostomata herausgenommen und zu

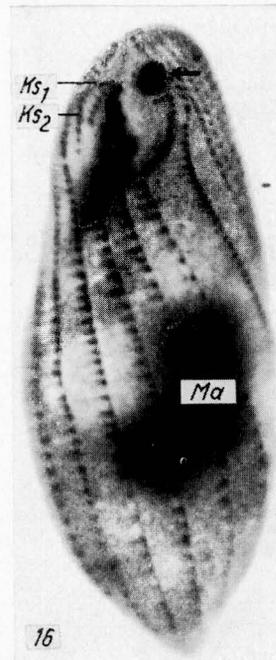
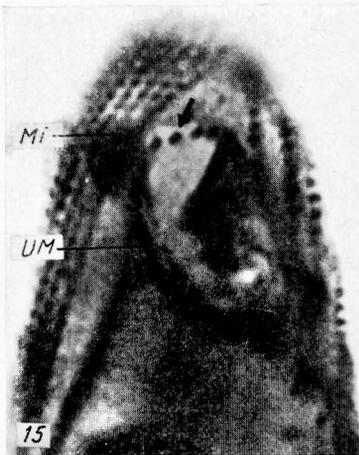
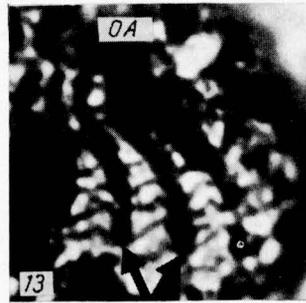
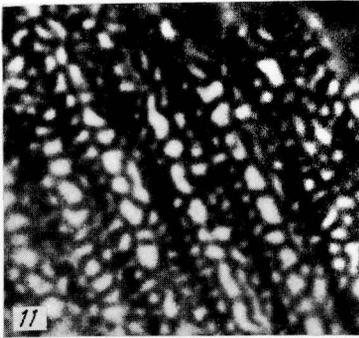
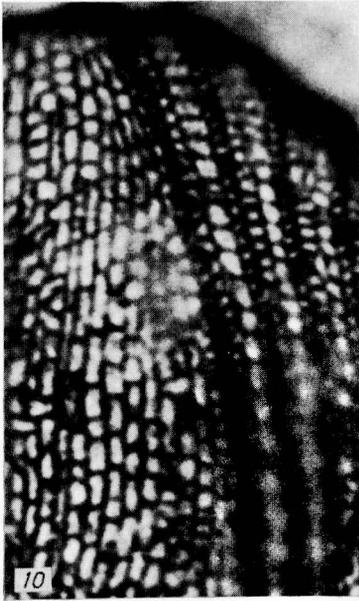
---

Abb. 4—8. *Sagittaria hyalina*. Infraciliatur nach Pyridin-Silberimprägnation. 4: Frontalansicht. Die Pfeile weisen auf die adoralen Membranellen. 5: rechts laterale Ansicht. Der Pfeil weist auf die undulierende Membran. 6: Kernapparat. 7: Ventralansicht. Der Pfeil weist auf die undulierende Membran. 8: Dorsalansicht. Die Pfeile weisen auf verkürzte Kineten. Ma = Makronucleus, Mi = Mikronucleus.



9

Abb. 9. *Chlamydonella polonica*. Infraciliatur und Silberliniensystem der Ventralseite nach trockener Silberimprägnation. Der Pfeil weist auf das terminale Kinetensegment. Das Dreieck weist auf den Exkretionsporus der kontraktiven Vakuole. R = Reuseneingang, z. r. c. = Zone locker angeordneter Basalkörper.



den Colpodida gestellt wird. *Chlamydonella polonica* ist ein beta- bis alphamesosaprober Ciliat, der sich von den anderen Arten der Gattung besonders durch das Fehlen einer Y-förmigen perioralen Kinete unterscheidet. *Spirozoona caudata* wurde im Schlamm eines alphamesosaproben Vorfluters gefunden. Die somatische Infraciliatur besteht aus 21 stark links spiralig verlaufenden Somakineten, von denen 9 auf der rechten Seite des Tieres stark verdichtet sind. Der Oralapparat ist tetrahymenid. Obwohl die Infraciliatur auffallende Gemeinsamkeiten mit jener der Gattung *Colpidium* aufweist, wird die Familie Spirozonidae KAHL, 1926 aufrechterhalten. Dafür sprechen die besondere somatische Infraciliatur und einige spezielle Strukturen des Oralapparates. Sie muß aber aus den Trichostomata herausgenommen und zu den Tetrahymenina gestellt werden.

### Literatur

- BOVEE, E. C.: Protozoa of the mountain lake region, Giles County, Virginia. J. Protozool. **7** (1960): 352–361.
- CORLISS, J. O.: The ciliated protozoa. Characterization, classification and guide to the literature. 2nd ed. Oxford and Frankfurt 1979.
- CZAPIK, A.: Les associations des ciliés (Ciliata) dans le ruisseau Pradnik pollué par les eaux résiduelles d'une laiterie. Acta Hydrobiol. **17** (1975): 21–34.
- et JORDAN, A.: Les observations sur les ciliés d'une mare. Acta Protozool. **15** (1976): 277–287.
- DEROUX, G.: La série „Chlamydonellienne“ chez les Chlamyodontidae (Holotriches, Cyrtophorina FAURÉ-FREMIET). Protistologica **6** (1970): 155–182.
- Les dispositifs adhésifs ciliaires chez les Cyrtophorida et la famille des Hypocomidae. Protistologica **10** (1974): 379–396.
- Le plan cortical des Cyrtophorida unité d'expression et marges de variabilité II. — Cyrtophorida a thigmotactisme ventral généralisé. Protistologica **12** (1976): 483–500.
- FERNANDEZ-GALIANO, D.: Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. Trans. Amer. Micros. Soc. **95** (1976): 557–560.
- FOISSNER, W.: Erfahrungen mit einer trockenen Silberimprägnationsmethode zur Darstellung argyrophiler Strukturen bei Protisten. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **115** (1976): 68–79.
- Das Silberliniensystem und die Infraciliatur der Gattungen *Platyophrya* KAHL, 1926, *Cyrtolophosis* STOKES, 1885 und *Colpoda* O. F. M., 1786: Ein Beitrag zur Systematik der Colpodida (Ciliata, Vestibulifera). Acta Protozool. **17** (1978): 215–231.
- Morphologie, Infraciliatur und Silberliniensystem von *Phascolodon vorticella* STEIN, *Chlamydonella alpestris* nov. spec. und *Trochilia minuta* (ROUX) (Ciliophora, Cyrtophorida). Protistologica **15** (1979): 557–563.
- Taxonomische Studien über die Ciliaten des Großglocknergebietes (Hohe Tauern, Österreich). VI. Familien Woodruffiidae, Colpodidae und Marynidae. Acta Protozool. **19** (1980a): 29–50.

Abb. 10–12. *Chlamydonella polonica*. Infraciliatur und Silberliniensystem nach trockener Silberimprägnation. 10: rechts laterale Ansicht des proximalen Körperendes. 11: Teil der Ventralseite. 12: links laterale Ansicht des proximalen Körperendes. Die Pfeile begrenzen das terminale Kinetensegment.

Abb. 13. *Sagittaria hyalina*. Teil des Silberliniensystems und der Infraciliatur nach trockener Silberimprägnation. Die Pfeile weisen auf 2 Somakineten. OA = Oralapparat.

Abb. 14–17. *Spirozoona caudata*. Infraciliatur nach Protargolimprägnation. 14: rechts laterale Ansicht. 15: Ventralansicht. Der Pfeil weist auf die isolierten Basalkörperpaare in der Fortsetzung der undulierenden Membran. 16, 17: Ventral- und Dorsalansicht eines Individuums. Der Pfeil in Abb. 16 weist auf den Mikronucleus, jener in Abb. 17 auf das cilienfreie Polfeld. Cc = Caudalcilien, Ks<sub>1, 2</sub> = Kinetensegment 1 und 2, Ma = Makronucleus, Mi = Mikronucleus, UM = undulierende Membran.

- Colpodide Ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus alpinen Böden. Zool. Jb. Syst. **107** (1980b): 391 bis 432.
- und SCHIFFMANN, H.: Taxonomie und Phylogenie der Gattung *Colpidium* (Ciliophora, Tetrahymenidae) und Neubeschreibung von *Colpidium truncatum* STOKES, 1885. Naturkd. Jb. Stadt Linz **24** (1978): 21—40.
- GRANDORI, R., und GRANDORI, L.: Nuovi protozoi del terreno agrario. Boll. Lab. Zool. Agric. Bachicolt. Milano **4** (1935): 64—80.
- LACKEY, J. B.: A study of some ecologic factors affecting the distribution of protozoa. Ecol. Monogr. **8** (1938): 501—527.
- KAHL, A.: Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten. Arch. Protistenk. **55** (1926): 197—438.
- Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands. Jena 1930—1935.
- KLEIN, B. M.: Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. IV. Arch. Protistenk. **69** (1930): 235—326.
- PÄTSCH, B.: Die Aufwuchsciliaten des Naturlehrparks Haus Wildenrath. Arb. Inst. Landwirtsch. Zool. Bienenkunde **1** (1974): 1—82.
- ROUX, J.: Faune infusorienne des eaux stagnantes des environs de Genève. Genève 1901.
- TUFRAU, M.: Quelques variantes techniques de l'imprégnation des ciliés par le protéinate d'argent. Arch. Zool. exp. gén. **104** (1964): 186—190.
- VÖRÖSVÁRY, B.: Die Ciliaten des „Kálános“-Baches. Ann. Biol. Univ. szeged. **1** (1950): 343—387.
- VUXANOVICI, A.: Contributii la sistematica ciliatelor (Nota IV). Stud. Cercet. Biol., S. Biol. Anim. **15** (1963): 65—93.
- WILBERT, N.: Morphologie und Ökologie einiger neuer Ciliaten (Holotricha, Cytophorina) des Aufwuchses. Protistologica **7** (1971): 357—363.

Anschrift der Verfasser: WILHELM FOISSNER, Zoologisches Institut der Universität Salzburg, Akademiestraße 26, A - 5020 Salzburg (Austria); ANNA CZAPIK und KRYSZTOF WIACKOWSKI, Instytut Zoologii, Zakład Hydrobiologii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Oleandry 2, P-30-060 Kraków 19 (Poland).