

Naturkundliche Station der Stadt Linz, Österreich

Das Silberliniensystem von *Placus luciae* (KAHL 1926) (Ciliata, Enchelyidae)

The Silver-line System of *Placus luciae* (KAHL 1926) (Ciliata, Enchelyidae)

VON WILHELM FOISSNER

Mit 11 Abbildungen

Summary

The silver-line system and the general morphology of *Placus luciae* are described. Especially in the size and in the number of the ciliary rows occurs great changes. Polymorphism is presumed for these reasons.

The observation that the living visible structure of the pellicle is similar with the structure of the silver-line system is emphasized. Some possibilities of explanation of this phenomenon are discussed. Several observations of other workers point out that the silver-line system is also visible on the living animal. An examination of KLEIN's postulation, who think that the fibrils of the silver-line system are not visible on the living animal, is required for these reasons. The possibility of a morphological congruity of the silver-line system and the structure of the pellicle is showed.

Einleitung

Die markantesten Merkmale der Gattung *Placus* sind die starke spiralgige Furchung der panzerartigen Pellikula sowie die besondere, bereits lebend sichtbare, komplizierte Pellikulastruktur. Die erste Erwähnung über diese Pellikulastruktur findet sich bei KAHL (1926). Noch im selben Jahr berichtete KLEIN (1926) über eine geglückte Versilberung von *Placus luciae*. Obwohl KLEIN (1926) nur ein einziges Individuum versilbert hat, stimmt seine Beschreibung und vor allem die beigegebene Zeichnung mit den vorliegenden Untersuchungen sehr gut überein. Auf die besonders wichtige und eigenartige Tatsache, daß sich bei *Placus luciae* das Silberliniensystem und die von KAHL (1926) beschriebene Pellikulastruktur morphologisch fast gleichen, machte KLEIN (1926) aber nicht aufmerksam!

Neuere Bearbeitungen der Gattung *Placus*, insbesondere Silberliniensystemstudien, sind dem Autor nicht bekannt. Eine Zusammenfassung der älteren Literatur findet sich bei KAHL (1930—1935).

Es ist der Zweck der vorliegenden Studie, die Lebensgewohnheiten und das Silberliniensystem von *P. luciae* detailliert zu beschreiben. Das sich aufwerfende Problem eines „lebend sichtbaren Silberliniensystems“ wird eingehend diskutiert.

Material und Methode

Es kann kaum ein Zweifel darüber sein, daß es sich bei dem in der vorliegenden Studie untersuchten Ciliaten tatsächlich um *P. luciae* handelt, wenn auch verschiedene von KAHL (1930—1935) abweichende Beobachtungen gemacht worden sind. Da über die Variabilität innerhalb der Gattung noch wenig bekannt ist, wurde davon abgesehen, den Ciliaten als neue Spezies oder Varietät zu beschreiben.

P. luciae fand sich nicht besonders zahlreich in durch längeres Stehen leicht brackig gewordenem Teichwasser, in dem verschiedene Wasserpflanzen eingesetzt waren. Nach 5 Monaten gingen alle Tiere zugrunde.

Zur Darstellung des Silberliniensystems diente die vom Autor, FOISSNER (1967) entwickelte „trockene“ Versilberungsmethode. Der Kernapparat wurde mit Orcein angefärbt. Ausführliche Lebendbeobachtungen ergänzten die am Silberliniensystem erhobenen Befunde.

Ergebnisse

a) Form: Der plump-ovale, tonnenförmige Körper ist an der Seite der adoralen Membranelle leicht, aber merkbar eingedrückt. Diese Seite wird fortan als Ventralseite bezeichnet. Die Form selbst war bemerkenswert konstant, was wohl auf die starre Pellikula zurückzuführen ist (Abb. 1). Nur ausnahmsweise konnten schmalere, dafür längere Formen beobachtet werden (Abb. 2). Die von KAHL (1930—1935) festgestellte ziemlich starke Abflachung des Körpers konnte nicht in diesem Ausmaß konstatiert werden. Sie war in allen Fällen kaum bemerkbar. Unter dem Deckglas quellen die Tiere sehr schnell auf und werden kugelförmig.

b) Größe: War die Form bemerkenswert konstant, so zeigten sich in der Größe beträchtliche Schwankungen, die auf Polymorphismus hinweisen. Als maximale Länge wurden $70\ \mu\text{m}$, als maximale Breite $50\ \mu\text{m}$ gemessen. Der Schwankungsbereich beträgt nach unten bei der Länge $30\ \mu\text{m}$, bei der Breite $21\ \mu\text{m}$. Diese Werte stimmen gut mit KAHL (1930—1935) überein. Sehr vereinzelt traten übergroße Individuen ($100\text{—}120\ \mu\text{m}$) auf (Abb. 2).

c) Lokomotion: Gewandt gleitend und fast immer um die Achse rotierend. Bewegungsstillstand konnte nie beobachtet werden. Unter dem Deckglas wird die Bewegung schon nach kurzer Zeit langsam und unkoordiniert.

d) Cytoplasma: Das Cytoplasma der Tiere war fast immer mit großen glänzenden gelblichen Einschlußkörpern (Lipide?) angefüllt, so daß die Tiere bei schwacher Vergrößerung dunkel erschienen.

e) Nucleusapparat: Der deutlich ovale Macronucleus liegt etwa in der Mitte des Tieres. Der Micronucleus ist sehr klein und liegt dem Macronucleus dicht an.

f) Cilienmeridiane: Die Zahl der Cilienmeridiane variiert, verursacht durch die starken Größenschwankungen, ebenfalls beträchtlich. Die am häufigsten gefundenen Werte liegen zwischen 16 und 20 Meridianen. Die Cilien stehen immer auf der Höhe der Pellikulafurchen und ziehen sich in zuerst rechts, dann links gewundener halber Spirale nach hinten (Abb. 1, 2).

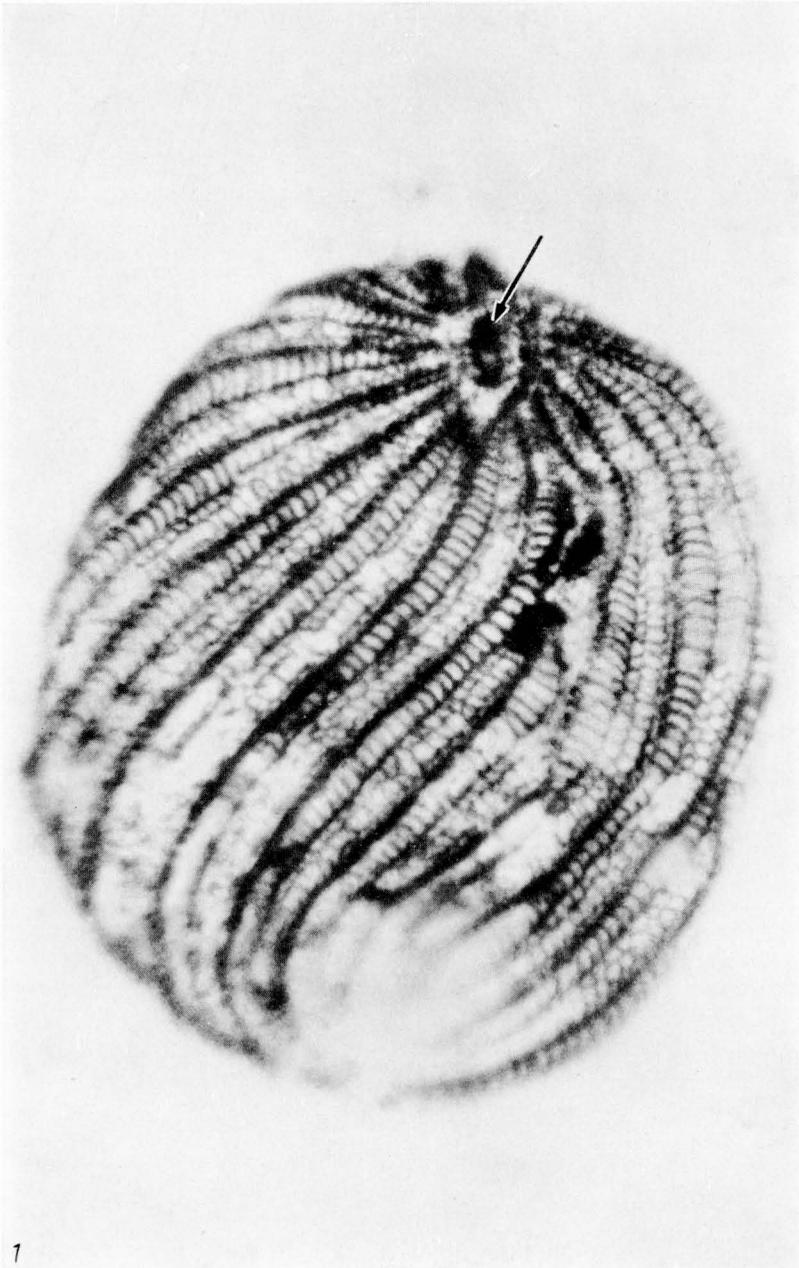
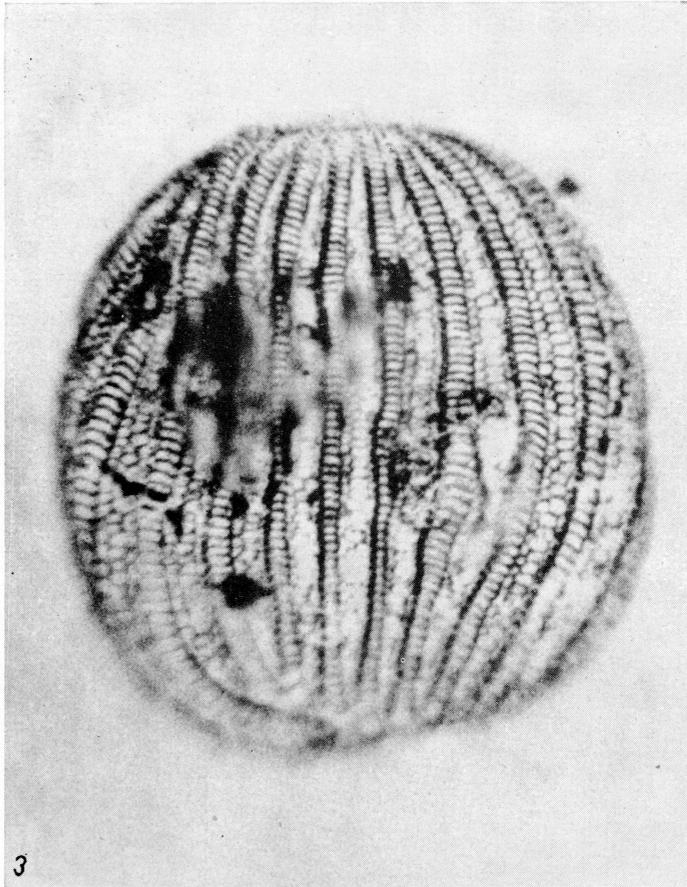


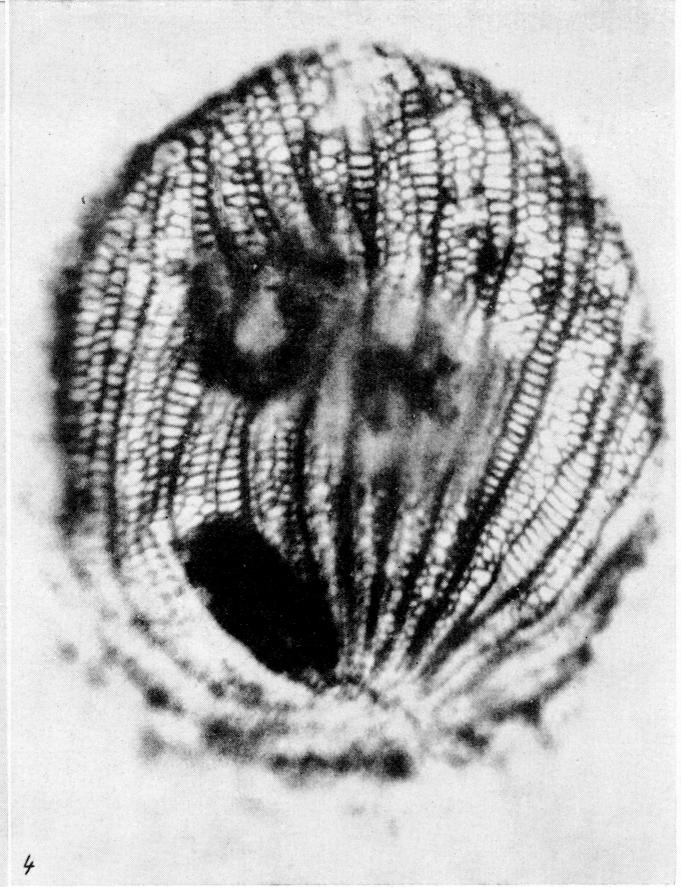
Abb. 1. *P. luciae*, Dorsalansicht mit Oralapparat (Pfeil). Deutlich ist die starke spiralförmige Furchung der Pellikula zu erkennen. Vergr. ca. 2200 \times .



Abb. 2. *P. luciae*, Dorsalansicht eines außergewöhnlich großen Individuums, das eine geöffnete Cytopyge zeigt (Pfeil). Dieses Bild demonstriert sehr gut die allgemeine Organisation des Silberliniensystems. Vergr. ca. 1500 \times .



3



4

Abb. 3, 4. *P. luciae*, Dorsalansicht. Die Bilder demonstrieren die Variabilität im Erscheinungsbild des Silberliniensystems. Vergr. ca. 1500 \times .

g) Basalkörper: Die Basalkörper stehen sehr dicht nebeneinander ($0,3\ \mu\text{m}$) und werden durch eine Silberlinie untereinander verbunden (Abb. 10). Die Anordnung und Lage der Basalkörper sowie ihre Verbindung zum Silberliniensystem demonstrieren die Abb. 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10.

h) Oralapparat: Die Charakteristik desselben stimmt im wesentlichen mit der von CORLISS (1959) für die Rhabdophorinen Gymnostomen gegebenen Definition überein. Das leicht ovale Cytostom (Abb. 1, Pfeil) liegt direkt in der Mitte des apikalen Poles und ist von ganz feinen Trichiten umgeben. Der Cytopharynx ist nur wenig ausgeprägt und reicht anscheinend nur wenige μm in das Cytoplasma.

Charakteristisch für den Oralapparat der Gattung *Placus* ist ein zum Cytostom ziehendes membranellenartiges Organell, das etwa ein Drittel körperläng ist und, wie die Lebendbeobachtungen an *P. luciae* zeigten, Bewegungsautonomie besitzt (Abb. 5, 6). Diese Membran wird durch kräftige, in Zweierreihen angeordnete Cilienreihen gebildet (Abb. 5, Pfeil). Sie dient auch zur Begrenzung einiger Cilienreihen, die in mehr oder weniger rechtem Winkel auf diese Membran stoßen (Abb. 5). Die Funktion dieser Membranelle besteht wahrscheinlich darin, daß durch ihre Aktivität ein zum Cytostom gerichteter Sog entsteht und so Nahrungspartikelchen in das Cytostom gelangen. Da die Nahrung durchwegs nur aus Bakterien bestehen zu scheit, ist die angenommene Funktion verständlich. Ich konnte nie beobachten, daß *P. luciae* kleinere Ciliaten angefallen hätte, wie dies KAHL (1930—1935) beschreibt.

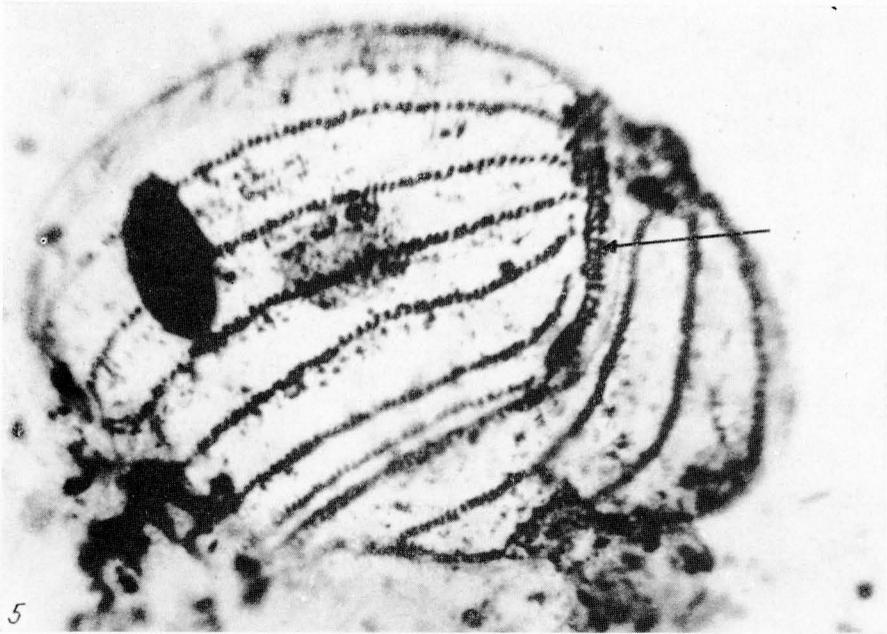
i) Das „Grübchen“: KAHL (1930—1935) beschreibt bei *P. luciae* am terminalen Ende des membranellenartigen Organells ein zisternenartiges Grübchen unbekannter Natur. Am hier untersuchten Organismus konnte ein solches „Grübchen“ weder am lebenden noch am versilberten Tier nachgewiesen werden.

j) Kontraktile Vakuole: Die k.V. liegt nahe am terminalen Ende und besitzt einen etwa 1minütigen Rhythmus. Die Entleerungsvakuole entsteht aus mehreren Bildungsvakuolen. Der Excretionsporus ließ sich am versilberten Tier nicht nachweisen.

Es liegt hier also einer der seltenen Fälle vor, wo sich der Excretionsporus nicht versilbert. Ähnliches ist bei „trocken“ versilberten Ciliaten bisher nur von *Chilodonella* bekannt gewesen (FOISSNER, unveröffentlicht). Dagegen stellen sich bei

Abb. 5. *P. luciae*, Ventralansicht mit den Basalkörpern der adoralen Membranelle (Pfeil). Das Silberliniensystem ist größtenteils zerfallen, nur die Basalkörper sind undissoziiert. Vergr. ca. $2000\times$.

Abb. 6. *P. luciae*, Ansicht des anterioren Poles. Deutlich erkennt man einen Teil der adoralen Membranelle (Pfeil). Das Cytostom tritt nur wenig in Erscheinung. Vergr. ca. $4500\times$.



Chilodonella cucullulus die Excretionspore an „naß“ versilberten Tieren klar dar, KACZANOWSKA and KOWALSKA (1969). Wodurch dieser Unterschied verursacht wird, ist bisher unbekannt.

k) Cytopyge: Im Gegensatz zu KAHL (1930—1935), der bei *P. luciae* eine außergewöhnlich große, nämlich halbkörperlange Cytopyge beschreibt, konnte ich nur eine relativ kleine (ca. 10 μm), terminal gelegene feststellen (Abb. 2 [Pfeil] und Abb. 8). Ob dieser Unterschied eine artspezifische Variation darstellt, oder ob KAHL hier ein Beobachtungsfehler unterlaufen ist, konnte nicht sicher geklärt werden.

l) Trichozyten: KAHL (1930—1935) diagnostiziert die Trichozyten der Gattung *Placus* (insbesondere *P. luciae*) wie folgt:

„Längs den breit eingedrückten Furchen liegen dichte Reihen kurzer Trichozyten, deren äußere Enden perlenartig am rechten Rand jedes Zwischenstreifens sichtbar sind, während ihre tieferen Enden unter dem linken Rand des nächsten Zwischenstreifens liegen; die Trichozyten liegen also quer und parallel unter den Furchen.“

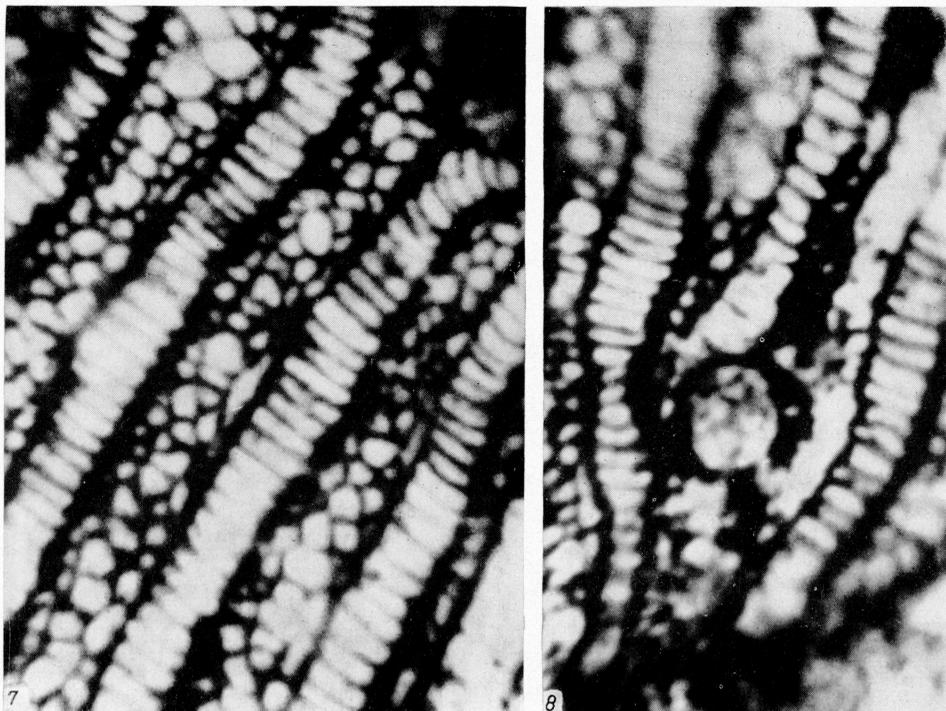


Abb. 7. *P. luciae*, stark herausvergrößertes Detail aus Abb. 2. Deutlich erkennt man die Organisation des Silberliniensystems, wobei besonders die Variabilität in Größe und Form der engmaschigen Teile des Silberliniensystems auffällt. Vergr. ca. 6300 \times .

Abb. 8. *P. luciae*, stark herausvergrößertes Detail aus Abb. 2. Das Bild zeigt die Cytopyge (Pfeil). Vergr. ca. 6300 \times .

Die vorliegenden Untersuchungen konnten erstaunlicherweise keinen Beweis für das Vorhandensein von Trichozyten bei *P. luciae* erbringen. Ob sie nun tatsächlich fehlen oder nicht, konnte bisher nicht entschieden werden, da es immerhin möglich wäre, daß sie sich weder mit Silber noch mit Methylenblau anfärben. Da sich aber die Trichozyten anderer Ciliaten mit Silber gut anfärben und im Silberliniensystem durch besondere Bildungen gekennzeichnet sind, wird eher angenommen, daß bei dem hier untersuchten Organismus eigentliche Trichozyten fehlen. Manchmal konnten an versilberten Individuen kornartige Kumulierungen argyrophiler Substanz gefunden werden, die vielleicht Relationskörnern von Protrichozyten entsprechen könnten.

Sicher ist dagegen, daß die KAHLsche Beobachtung, wonach die Trichozyten in quer- und längsverlaufenden Reihen angeordnet sein sollen, auf einem Irrtum beruht. Was KAHL hier als Trichozyten bezeichnet, sind Fibrillen, die sich klar mit Silber anfärben und das charakteristische Erscheinungsbild des Silberliniensystems formen. Es sind dies immer die kurzen, sehr regelmäßigen Silberlinien die quer und zueinander parallel zur Längsachse des Tieres verlaufen. Daß es sich hier nicht um Trichozyten handelt, geht auch daraus hervor, daß diese Fibrillen am gut versilberten Tier immer in voller Anzahl vorhanden sind, also nicht ausgeschleudert werden können.

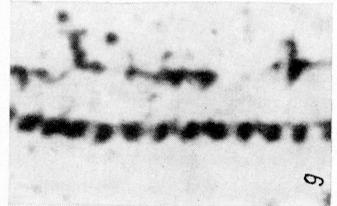
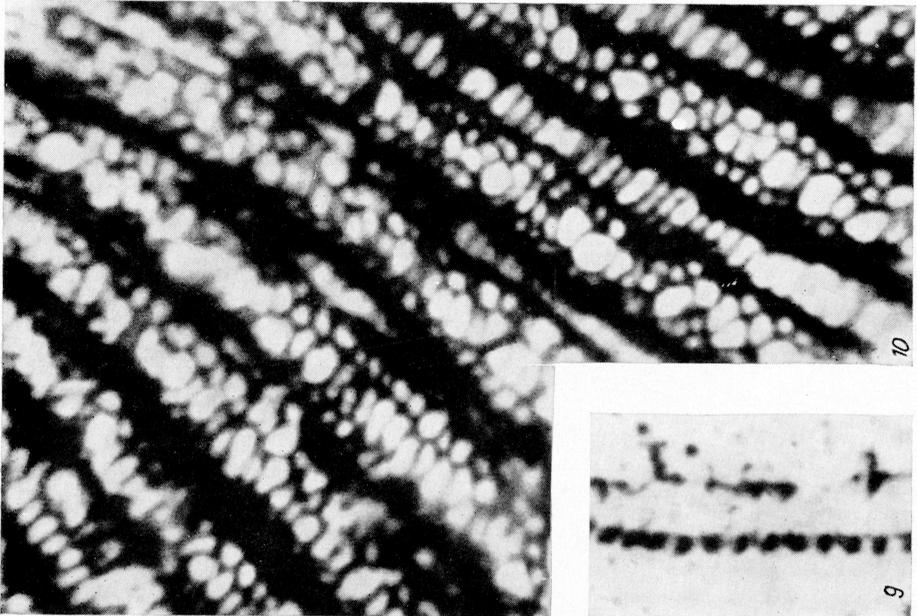
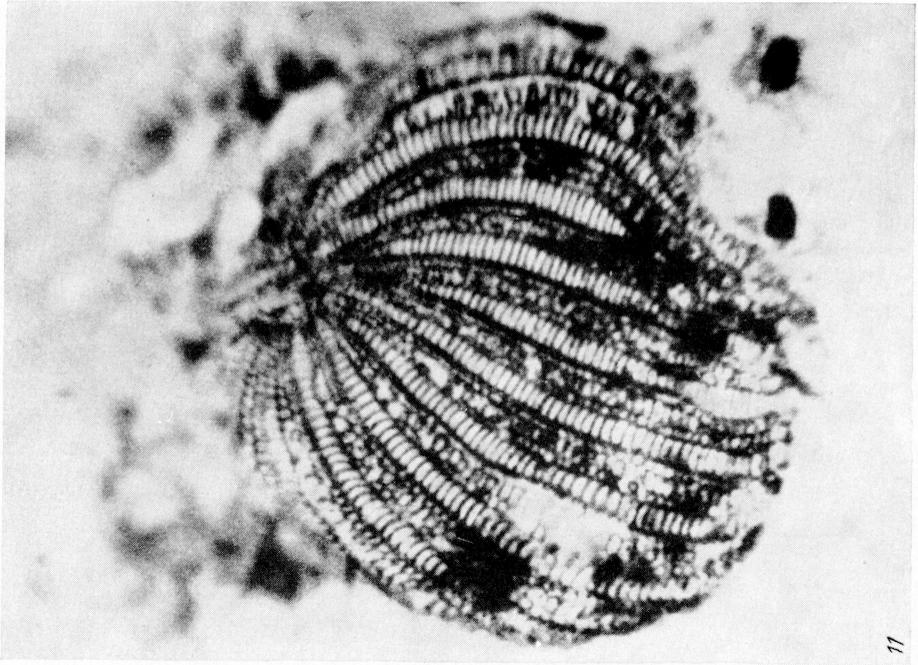
m) Silberliniensystem: Das Nebeneinander von Basalkörperreihen, quer zur Längsachse parallel verlaufenden Silberlinien und das engmaschige Silberlinienetz geben dem Silberliniensystem von *P. luciae* ein ganz charakteristisches Aussehen. Die einzelnen Strukturdetails sind aus den Abb. 1—11 klar ersichtlich. Die Form und Größe des engmaschigen Silberliniensystems ist etwas variabel; dagegen konnten in der Anordnung der quer verlaufenden Silberlinien nur ausnahmsweise Veränderungen konstatiert werden. Es sind zwar sog. formative Reaktionen, KLEIN (1942) möglich, aber sie sind weitaus seltener als z. B. bei *Colpidium*.

Das Silberliniensystem von *P. luciae* ist gegenüber der Entquellung sehr empfindlich und zerfällt dabei leicht in eine gekörnte argyrophile Substanz. Häufig kann man Tiere antreffen, bei denen das eigentliche Silberliniensystem fast vollständig zerfallen ist, und nur die Basalkörper, die robustesten Teile des Silberliniensystems, erhalten sind (z. B. Abb. 5). Ob es während des Zerfalls auch zur Ausbildung neuer Fibrillen kommt, wie z. B. bei *Colpidium*, FOISSNER (1969a, b) konnte nicht geklärt werden, weil die ursprüngliche Fibrillendichte zu groß ist.

Besonders bemerkenswert am Silberliniensystem von *Placus luciae* ist aber die Tatsache, daß die argyrophilen Strukturen den lebend sichtbaren Pellikuladifferenzierungen sehr ähnlich sind (s. Diskussion).

n) Morphogenese: Es erfolgt eine Querteilung, wobei viele Organellen de novo entstehen. Da eine gute Versilberung von sich teilenden Individuen bisher nicht gelungen ist, wird davon abgesehen, hier weitere Einzelheiten mitzuteilen.

o) Konjugation und Encystierung: Innerhalb des Beobachtungszeitraumes wurde keiner der beiden Prozesse festgestellt.



Diskussion

Zum Problem der „lebend“ sichtbaren Silberliniensysteme

Die vorliegenden Untersuchungen konnten zeigen, daß sich die am lebenden Tier sichtbare Pellikulastruktur und das am toten Individuum feststellbare Silberliniensystem auffällig gleichen. Es scheint, als könnte man bei *P. luciae* das Silberliniensystem lebend sehen. Ähnliches ist bisher nur von den Vorticellidae bekannt gewesen, KLEIN (1942), HOBBS und LANG (1964). EVANS und CORLISS (1964) berichten, daß die argyrophilen polaren Ringfibrillen bei *Pseudocohnilembus persalinus* ebenfalls am lebenden Tier sichtbar sind. Neuerdings konnten KACZANOWSKA and KOWALSKA (1969) auf der Ventralseite von *Chilodonella cucullulus* eine Gitterstruktur erkennen, die sie als Alveolarsystem bezeichnen. Die Art der Lagerung und die Konfiguration dieses Gitters scheinen aber eher dem Silberliniensystem des Tieres zu entsprechen.

Es ist offensichtlich, daß man die fibrillären Bestandteile des Silberliniensystems am lebenden Tier sehr selten, und wenn, dann nicht in ihrer Gesamtheit sieht. Dagegen sind andere Teile des Silberliniensystems, die in ihrer Lagerung oft der Infraciliatur, CHATTON und LWOFF (1930), KLEIN (1933) entsprechen (z. B. Basalkörper), auch am lebenden Ciliaten eindeutig zu erkennen. Die vorliegenden Untersuchungen bringen ebenfalls keinen klaren Beweis für ein lebend sichtbares Silberliniensystem (s. unten). Trotzdem scheint es, daß die KLEINSche Postulation, wonach das Silberliniensystem lebend nie sichtbar ist, nicht immer zutrifft; besonders dann, wenn man wie KLEIN alle argyrophilen Strukturen zum Silberliniensystem gehörig bezeichnet, KLEIN (1942).

Gibt es eine morphologische Kongruenz von Pellikularstrukturen und Silberliniensystemen?

Bisher konnte nicht geklärt werden, ob die an *P. luciae* lebend sichtbare Pellikulastruktur, obwohl morphologisch sehr ähnlich, tatsächlich mit dem Silberliniensystem, aufgefaßt im KLEINSchen Sinn, identisch ist. Es ist nämlich keineswegs auszuschließen, daß das Silberliniensystem von morphologisch kongruenten Pellikula-differenzierungen überlagert wird. So könnte der Eindruck eines lebend sichtbaren

Abb. 9. *P. luciae*. Ein stark vergrößerter Cilienmeridian. Deutlich erkennt man, daß die Basalkörper durch eine feine Silberlinie verbunden werden. Vergr. ca. 6300×.

Abb. 10. *P. luciae*. Erklärung wie Abb. 7.

Abb. 11. *P. luciae*, Dorsalansicht von oben. Das Bild erinnert sehr an das, welches KLEIN (1928, 1942) veröffentlicht hat. Vergr. ca. 1300×.

Silberliniensystems entstehen, obwohl man am lebenden Tier in Wirklichkeit nur überlagernde Pellikulastrukturen sieht! Folgende Tatsachen führten zu dieser Überlegung:

Bei *Paramecium* wird von manchen Forschern das indirekt verbindende Silberliniensystem, weil morphologisch der Pellikulastruktur sehr ähnlich, irrtümlich derselben gleichgesetzt, GELEI (1939), PITELKA and CHILD (1964). Es kann aber kein Zweifel darüber sein, daß, wie schon KLEIN betont und klar zeigt, beides verschiedene Strukturen sind, KLEIN (1942). Die Ansicht, daß beide gleiche Strukturen sind, geht auf GELEI (1939) zurück. Jedoch müssen die vielen verschiedenartigen Silbermethoden, mit denen er zu diesem Schluß gelangt, mit äußerster Vorsicht betrachtet werden. Denn diese Methoden erlauben keineswegs sicher zu entscheiden, ob man das einermal die Pellikulastruktur, das anderemal das Silberliniensystem dargestellt hat (vgl. SCHIFFMANN 1972). Gerade die neueren elektronenmikroskopischen Untersuchungen zeigen nämlich, wie vielgestaltig die Fibrillensysteme bei *Paramecium* angeordnet sind, HUFNAGEL (1966, 1969). Die von HUFNAGEL publizierten Bilder scheinen anzuzeigen, daß das indirekt verbindende Silberliniensystem mit dem Alveolarsaum mehr oder weniger kongruent verläuft. Das Erscheinungsbild der beiden Strukturen ist sehr ähnlich.

Analoge Verhältnisse dürften sich auch bei den Vorticellidae finden. Jedoch sind hier noch ausgedehnte Untersuchungen nötig. Schon KLEIN (1942) war sich über die Natur des Silberliniensystems der Vorticellidae nicht im klaren. Eben deshalb, weil sich die lebend sichtbare Pellikulastruktur mit der durch Silber darstellbaren deckt.

BRADBURY (1965) glaubt aus elektronenmikroskopischen Untersuchungen an *Opisthonecta henneguyi* schließen zu können, daß das Silberliniensystem („Argyrome, Stria“) durch Streifen, die Adhäsionspunkte von innerer und äußerer Pellikula sein sollen, gebildet wird. Tatsächlich finden sich dort, wo das Silberliniensystem verläuft, sowohl licht- als auch elektronenmikroskopisch feststellbare Streifen. Seine Aufnahmen zeigen aber auch, daß direkt unter diesen Streifen feine Fibrillen verlaufen, über deren Natur er sich im unklaren ist. Wie bereits früher dargelegt, entsprechen solche feine, filamentöse Fibrillen wahrscheinlich dem Silberliniensystem, FOISSNER (1969 a, b).

Somit ist es nicht auszuschließen, daß sich bei manchen Ciliaten eine morphologische Kongruenz von Silberliniensystem und bestimmten Pellikulastrukturen findet. An *P. luciae* werden elektronenmikroskopische Untersuchungen klären müssen, ob hier eine solche Kongruenz vorliegt, oder ob die lebend sichtbare Pellikulastruktur tatsächlich mit dem Silberliniensystem identisch ist.

Zusammenfassung

Es werden das Silberliniensystem und die allgemeine Morphologie von *Placus luciae* beschrieben. Besonders in der Größe und in der Zahl der Cilienreihen zeigten sich große Schwankungen. Es wird daher Polymorphismus angenommen.

Bemerkenswert war vor allem die Beobachtung, daß die lebend sichtbare Pellikulastruktur dem Silberliniensystem sehr ähnlich ist. Verschiedene Erklärungsmöglichkeiten dieses Phänomens werden diskutiert. Einige Beobachtungen anderer Autoren weisen darauf hin, daß das Silber-

liniensystem manchmal auch am lebenden Tier teilweise zu sehen ist. Aus diesen Gründen wird eine Überprüfung der KLEINSCHEN Postulation, wonach die Fibrillen des Silberliniensystems in lebendem Zustand nicht zu sehen sind, gefordert. Die Möglichkeit einer morphologischen Kongruenz von Silberliniensystem und Pellikulastruktur wird aufgezeigt.

Literatur

- BRADBURY, P. C.: The infraciliature and argyrome of *Opisthonecta henneguyi* FAURE-FREMIET. J. Protozool. **12** (1965): 345–363.
- CHATTON, E., et LWOFF, A.: Impregnation, par diffusion argentique de l'Infraciliature des Ciliés marins et d'eau douce, après fixation cytologique et sans dessiccation. C. R. Soc. Biol., Paris, **104** (1930): 834–836.
- CORLISS, J. O.: An illustrated key to the higher groups of the ciliated protozoa, with definition of terms. J. Protozool. **6** (1959): 265–281.
- FOISSNER, W.: Wimpertiere im Silberpräparat. Ein verbessertes „trockenes“ Verfahren zur Darstellung des Silberliniensystems. Mikrokosmos **4** (1967): 122–126.
- Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte, I. Teil. Protoplasma **68** (1969a): 23–45.
- Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte, II. Teil. Protoplasma **68** (1969b): 433–456.
- GELI, J. V.: Das äußere Stützgerüstsystem des *Paramecium*körpers. Arch. Protistenk. **92** (1939): 245–272.
- HOBBS, E. S., and LANG, M. E.: Observations on argentophilic granules of certain Peritrichs. J. Protozool. **2** (1964): 21–30.
- HUFNAGEL, L. A.: Fine structure and DNA of pellicles isolated from *Paramecium aurelia*. Sixth international Congress for Electron Microscopy, Kyoto. 239–240.
- Cortical ultrastructure of *Paramecium aurelia*. J. Cell Biol. **40** (1969): 779–801.
- KAHL, A.: Neue und wenig bekannte Formen der holotrichen und heterotrichen Ciliaten. Arch. Protistenk. **55** (1926): 197–438.
- Urtiere oder Protozoa. In: DAHL, F., Die Tierwelt Deutschlands **18** (1930–1935): 1–886. Jena.
- KACZANOWSKA, J., and KOWALSKA, D.: Studies on topography of the cortical organelles of *Chilodonella cucullulus* (O. F. M.) I. The cortical organelles and intracolonial dimorphism. Acta Protozool. **7** (1969): 1–15.
- KLEIN, B. M.: Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. Arch. Protistenk. **62** (1928): 163–246.
- Silberliniensystem und Infraciliatur. Arch. Protistenk. **79** (1933): 146–169.
- Das Silberlinien- oder Neuroformative System der Ciliaten. Ann. Naturhist. Museums Wien **53** (1942): 156–336.
- PITELKA, D. R., and CHILD, F. M.: The Lokomotor Apparatus of Ciliates and Flagellates: Relations between structure and function. In: Biochemistry and Physiology of Protozoa S. H. HUTNER, NY **2** (1964): 131–198.
- SCHIFFMANN, H.: Substral verändert das Silberliniensystem des Pantoffeltieres Mikrokosmos. **7** (1971): 213–215).

Anschrift des Verfassers: WILHELM FOISSNER, Naturkundliche Station, Roseggerstraße 22, Linz (Österreich).