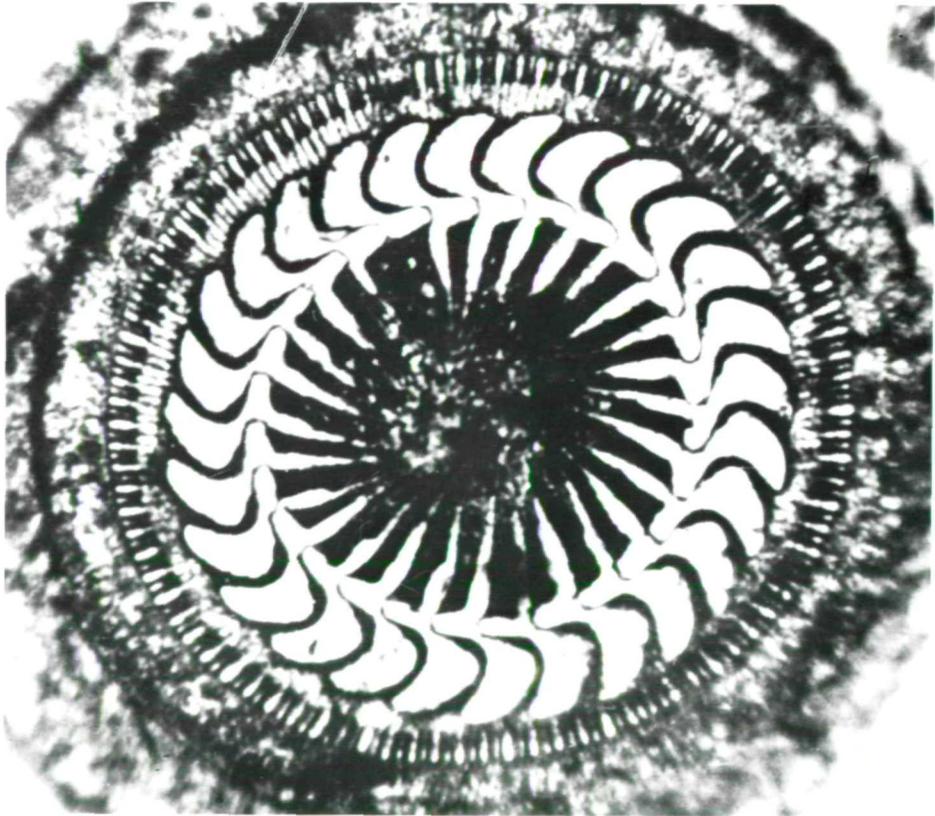


F020

(1974b)

Die Wimpertiere (Ciliata) und ihr Silberliniensystem

Das neuroformative System als Urstufe des
Nervensystems in der Haut Einzeller (Protozoa)



Ausstellung im OÖ. Landesmuseum
Museumstraße 14

Titelbild:

Trichodina pediculus EHRENBERG. Versilberung des Haftorganells, das aus 28 „Skelettelementen“ besteht, mit deren Hilfe sich dieses peritriche Wimpertier auf der Haut und auf den Kiemen von Fischen festheften kann. Auf jungen Rotaugen (*Rutilus rutilus*) des Mitterwassers bei Linz (Oberösterreich). Vergr. 1600 ×.

Die Wimpertiere (Ciliata) und ihr Silberliniensystem

Das neuroformative System als Urstufe des
Nervensystems in der Haut Einzelliger (Protozoa)

Handwritten text:
Ausstellung im OÖ. Landesmuseum
Museumstraße 14

Ausstellung im OÖ. Landesmuseum
Museumstraße 14

Katalog des Oberösterreichischen Landesmuseums Nr. 89

Verfasser: Wilhelm Foissner

Wissenschaftliche Bearbeitung und Vorbereitung der Ausstellung: Wilhelm FOISSNER

Mikrofotografien: Wilhelm Foissner

Zeichnungen: Hubert Schiffmann

Schriftleitung: Dr. Wilhelm Freh

Gestaltung: Günther Theischinger und Manfred Pertlwieser

Druck und graphische Gestaltung: J. Wimmer, Linz

Vorwort

Seit Antony van Leeuwenhoek mit einem einfachen Mikroskop die Einzeller entdeckte, bildeten die Protozoen, die „Urtierchen“, ein Lieblingsobjekt mikroskopierender Naturforscher und Naturfreunde. Wohl nahm sich die zoologische Forschung auch dieses Tierstammes an; doch standen diese Arbeiten Jahrhunderte hindurch im Schatten des überragenden Interesses, das anderen Gruppen des Tierreiches, vor allem den Wirbeltieren und den Insekten, gewidmet wurde. Verständlich, denn war zunächst schon ein technischer Apparat erforderlich, um die Klein- und Kleinstlebewesen überhaupt erst zu Gesicht zu bekommen, so bedurfte es außerdem noch einer besonderen Vorliebe, sich eingehend mit Tieren zu befassen, die äußerlich kaum in Erscheinung traten und auch sonst anscheinend problemlos, für den Alltag gewissermaßen belanglos schienen. Seit aber in der Zoologie ökologische Überlegungen Einfluß auf die Grundlagen- und Zweckforschung nehmen, steigt das Interesse gerade an den Protozoen als sehr spezifischen ökologischen Anzeigern gewaltig an.

Seit Jahrzehnten wurden und werden bei den Makroorganismen weltweit schwerwiegende Änderungen des Bestandes festgestellt und registriert; wir gewöhnen uns bereits an die Tatsache, daß zahlreiche Arten und Gattungen von Pflanzen und Tieren, die noch vor Jahrzehnten einen festen Bestandteil unserer Flora und Fauna bildeten, in starkem Rückgang begriffen, zum Teil sogar bereits verschwunden sind oder sich infolge geänderter Umweltbedingungen im Übermaß entwickeln. Daß sich ähnliche Vorgänge auch bei den Protozoen abspielen, ist jedoch nur einem kleinen Kreis von Fachleuten bekannt.

Während die wichtigsten Vertreter der höherorganisierten Tiere selbstverständlich gemeinhin bekannt sind, nimmt man auch heute noch von den Einzellern bestenfalls im Schulunterricht, vielleicht noch dann und wann in einer naturkundlichen Sendung der Massenmedien Kenntnis. Hier gilt es, Versäumtes nachzuholen, in der Forschung wie in der Volksbildung.

Zu einer Zeit, da bereits der größte Teil unserer Bäche, Flüsse und Seen durch Abwässer, durch Einschwemmung von Kunstdünger und durch Abfallprodukte biologisch eine weitgehende, folgenschwere Veränderung erfährt, ist es ein selbstverständliches Gebot, den ursprünglichen Zustand der Wasserläufe unseres Landes dort, wo es noch möglich ist, vielleicht in letzter Stunde wissenschaftlich zu erfassen. Nur noch sehr wenige Gewässer unserer Heimat erfüllen diesbezüglich die erforderlichen Voraussetzungen, unter ihnen einige Quellbäche in abgelegenen Teilen des Sauwaldes. Es ist Herrn Foissner zu danken, daß er dort mit Untersuchungen begonnen hat, deren Ergebnisse uns eine Vorstellung davon geben, wie das Leben beschaffen war, das einst in allen Bächen und Flüssen unseres Landes pulsierte. Damit wurde für die landeskundliche naturwissenschaftliche Forschung ein Beitrag geleistet, dessen dokumentarischer Wert für spätere Zeiten gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.



Landeshauptmannstellvertreter

Einleitung

Die Schönheit und Vielfalt der im Wasser lebenden Kleinstlebewesen, der Mikrokosmos des Wassertropfens, sind dem interessierten Naturfreund nur in den seltensten Fällen durch eigene Anschauung zugänglich. Dies hat seine Gründe darin, daß man zu ihrer Beobachtung eine gute optische Ausrüstung, viel Erfahrung in der Handhabung des Mikroskops und eine meist mehr oder weniger komplizierte Präparationstechnik benötigt. Auch ist es in den meisten Fällen erforderlich, spezielle Kultur- oder Anreicherungsverfahren anzuwenden, um einen wirklich belebten Wassertropfen zu erhalten — in einem Tropfen Leitungswasser wird man kaum etwas finden. Wegen dieser Gründe ist es nicht erstaunlich, daß die „Wunderwelt im Wassertropfen“ bisher eine Domäne der Spezialisten geblieben ist.

Im Rahmen eines Forschungsauftrages des OÖ. Landesmuseums wurde mir die ehrenvolle Aufgabe übertragen, einen Teil der Protozoenfauna von Oberösterreich, die Wimpertiere oder Ciliata, über die es in Oberösterreich bisher keinerlei faunistische Studien gibt, zu bearbeiten. Ein erstes Ergebnis dieser Forschungen ist diese Ausstellung, die dem Wissenschaftler einen Überblick über das Silberliniensystem und seine Bedeutung gibt und dem Naturfreund einen Einblick in den Mikrokosmos ermöglicht.

Ich übernahm diese Aufgabe auch deswegen besonders gerne, weil in Österreich einer der berühmtesten Protozoenforscher gelebt hat: Dr. Bruno M. KLEIN (1891 bis 1968), der bis zu seinem Tod einige Jahre mein Lehrer war. KLEIN revolutionierte mit der Entdeckung eines Silberimprägnationsverfahrens die gesamte Systematik und Biologie der Wimpertiere und bekam für seine Entdeckung das Ehrendoktorat der Universität Wien. Seinem Andenken sei diese Ausstellung gewidmet.

Mein besonderer Dank gebührt dem Direktor des OÖ. Landesmuseums, Herrn Dr. Wilhelm FREH, und dem Leiter der Botanischen Abteilung des OÖ. Landesmuseums, Herrn Dr. Franz SPETA, die mir diese mit einem reich ausgestatteten Katalog versehene Ausstellung ermöglicht haben. Herrn Hubert SCHIFFMANN habe ich für vielseitige Arbeitsunterstützung und die Ausführung der Zeichnungen zu danken. Herrn Senatsrat Prof. Dr. Hans GROHS, dem Leiter der Naturkundlichen Station der Stadt Linz, wo ich ehrenamtlicher Mitarbeiter bin, danke ich für die Möglichkeit zur Herstellung der Mikrofotografien. Den Herren Günther THEISCHINGER und Manfred PERTLWIESER schulde ich Dank für die Gestaltung der Ausstellung.

Was sind Wimpertiere?

Im Unterreich der Protozoa (Urtiere, Einzeller), das in vier Stämme gegliedert werden kann (Flagellaten = Geißeltierchen, Rhizopoda = Wurzelfüßler oder Amöben, Sporozoa = Sporentierchen, Ciliata = Wimpertierchen), weisen die Ciliaten, von denen ausschließlich hier die Rede sein soll, den kompliziertesten Bau auf. Die Einzeller müssen alle Leistungen (z. B. Nahrungsaufnahme, Stoffwechsel, Erregungsleitung, Fortbewegung), für die in vielzelligen Organismen eine große Anzahl von spezialisierten, zu Organen zusammengefaßten Zellen zur Verfügung stehen, mit ihrer einzigen, den gesamten Körper umfassenden Zelle allein ausführen. Diese Funktionen werden durch besondere Zelldifferenzierungen, den Organellen, die teils einen sehr komplizierten Bau aufweisen und in ihren Leistungen etwa den Organen der Vielzeller vergleichbar sind, verwirklicht.

Die folgende kurze Charakteristik der Wimpertiere soll nur der allgemeinen Einführung dienen; viele interessante Einzelheiten finden sich in den Bildbeschreibungen! Von den vielen Zellorganellen der Wimpertiere kann hier nur das Silberliniensystem etwas näher besprochen werden, nicht nur, weil ein Großteil der Exponate Silberliniensysteme zeigen, sondern auch deshalb, weil gerade diese Organelle die Kompliziertheit und Schönheit dieser mikroskopisch kleinen Lebewesen besonders eindrucksvoll zeigt. Da außerdem aus der Vielzahl der Wimpertiere – etwa 6000 bekannte Arten – nur solche ausgewählt worden sind, die bei uns sehr häufig vorkommen, kann diese Bilderausstellung auch als Bestimmungshilfe für jene dienen, die selbst mit einem Mikroskop arbeiten und sich auf Entdeckungsfahrten in den Mikrokosmos begeben.

Die Wimpertiere oder Ciliaten sind also zum Stamme der Protozoen gehörende einzellige Tiere, die sich durch meist sehr viele (bis 12.000) fadenartige, plasmatische Fortsätze (Wimpern = Cilien) fortbewegen. Diese Zelldifferenzierungen können jedoch auch im Dienste der Nahrungsaufnahme stehen, indem sie einen zum Zellmund (Cytostom) gerichteten Wasserstrom verursachen und die darin enthaltenen Nahrungsteilchen (z. B. Bakterien, Algen, andere Einzeller) in das Cytostom befördern. Ein weiteres wichtiges Charakteristikum der Wimpertiere ist der Besitz von zwei verschiedenwertigen Kernarten, des Großkerns (Makronucleus), der sehr verschieden geformt sein kann (s. Fig. 1, 2 und Abb. 1 im Katalog sowie Exponat Nr. 5 auf Tafel IX) und dessen Funktion noch weitgehend unbekannt ist und des Kleinkerns (Mikronucleus), der kugelförmig und sehr klein ist und im Dienste des geschlechtlichen Kernaustausches (Conjugation) steht (s. Exponat Nr. 7 auf Tafel VI). Die Vermehrung erfolgt durch Teilung (s. Abb. 3, 7, 14, 24, 35 im Katalog); Vererbungsexperimente haben bewiesen, daß die Mendelschen Gesetze auch hier gelten. Einen Überblick über die typische Zellorganisation der Wimpertiere geben die Figuren 1 und 2 im Katalog.

Diese Charakteristika sind es, die die Wimpertiere ganz deutlich von den anderen Stämmen der Protozoen trennen. Die Ahnen der Ciliaten dürften Zooflagellaten gewesen sein. Das Aufstellen eines Stammbaumes wird durch das fast vollkommene Fehlen von Fossilien allerdings sehr erschwert, und der hier wiedergegebene Stammbaum nach CORLISS (s. Faltblatt am Schluß des Kataloges), dem wir ver-

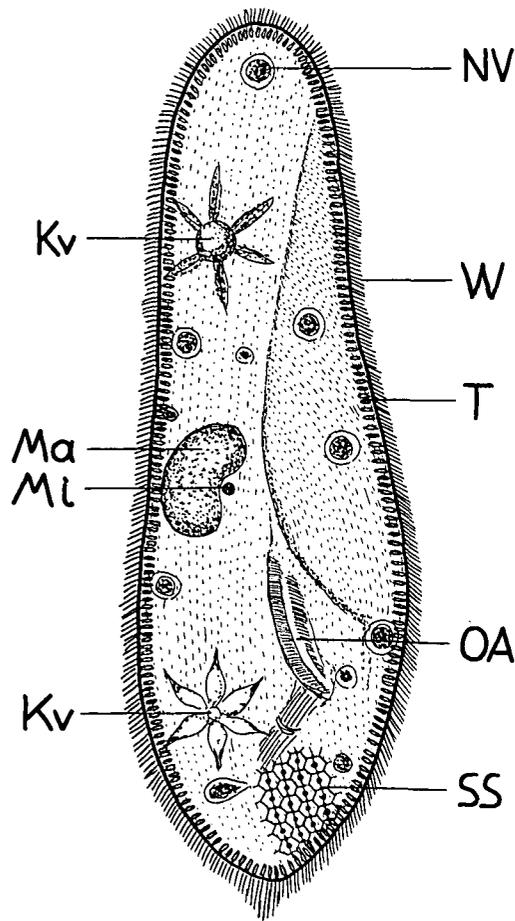


Fig. 1. Schematische Darstellung der Organisation des Pantoffeltierchens (*Paramecium caudatum* EHRENBERG). Die Bewimperung ist holotrich, d. h. die ganze Zelloberfläche ist dicht mit mehr oder weniger gleichartigen Wimpern besetzt. Kv = kontraktile Vakuolen in Diastole (oben) und Systole (unten), Ma = Macronucleus, Mi = Micronucleus, NV = Nahrungsvakuole, OA = Oralapparat, SS = Silberliniensystem, T = Trichozysten, W = Wimpern. Aus GRELL 1968, etwas verändert.

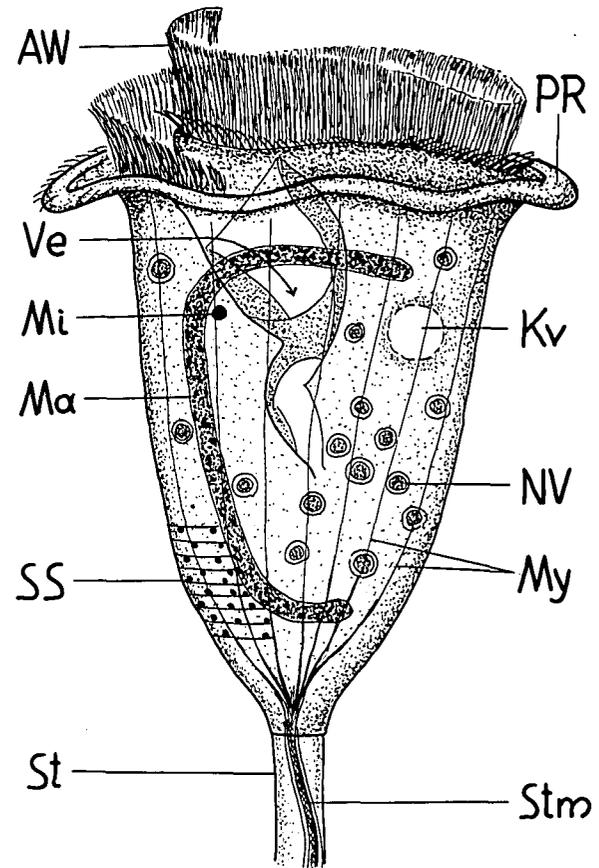


Fig. 2. Schematische Darstellung der Organisation eines Glockentierchens (*Vorticella nebulifera* O. F. MÜLLER). Die Bewimperung ist peritrich, d. h. auf die „Kopfzone“ beschränkt. AW = adorale Wimperspirale, Kv = kontraktile Vakuole, Ma = Macronucleus, Mi = Micronucleus, My = Myoneme, NV = Nahrungsvakuole, PR = Peristomrand, SS = Silberliniensystem, St = Stiel, Stm = Stielmuskel, Ve = Vestibulum. Aus GRELL 1968, etwas verändert.

gleichsweise die entsprechenden Silberliniensysteme gegenübergestellt haben, muß als Hypothese gelten. Wichtige Aufschlüsse für die Phylogenie der höheren und niederen systematischen Kategorien hat vor allem das Silberliniensystem geliefert.

Die ursprünglichste Körperform ist wahrscheinlich die drehrunde mit am Vorderende liegender Mundöffnung (s. Exponat Nr. 1, 10 auf Tafel II). Bei vielen Arten ist jedoch im Laufe der Stammesgeschichte der Mund mehr oder weniger weit nach hinten gerückt, und man kann daher bei diesen Wimpertieren eine Bauch- und Rückenseite (Ventral- und Dorsalseite) unterscheiden. (s. Abb. 1, 2, 4, 6, 7, 15, 19, 34, 37 im Katalog). Die Größe der Wimpertiere schwankt von etwa 10 μm bis zu 3 mm. Gegen die Außenwelt ist ihr Körper durch eine feine Haut (Pellikula) abgegrenzt, die oft eine besondere Oberflächenstruktur (s. Exponat Nr. 8 auf Tafel V), aufweist. Wie wir aus elektronenmikroskopischen Untersuchungen wissen, ist die Pellikula sehr kompliziert gebaut und mit zahlreichen verschiedenen Fibrillensystemen, deren Funktionen erst teilweise bekannt sind, ausgestattet.

Ungünstige Lebensumstände können die Wimpertiere durch die Bildung von sehr widerstandsfähigen Dauerstadien (Cysten) überbrücken (s. Abb. 13 im Katalog). Bei stärkeren Reizen stoßen viele Ciliaten stäbchenförmige Organellen, Trichocysten oder Protrichocysten, aus; diese dienen teils der Verteidigung (s. Abb. 17 im Katalog und Exponat Nr. 14 auf Tafel V), teils dem Beutefang. Die aufgenommene Nahrung wird in kleinen kugelförmigen Bläschen (Nahrungsvakuolen) verdaut (s. Abb. 23 im Katalog und Exponat Nr. 1 auf Tafel VI), und die unverdaulichen Reste werden durch ein Zellafter (Cytopyge) ausgeschieden (s. Abb. 4, 7, 15, 19 im Katalog). Zur Entfernung des osmotisch in die Zelle eindringenden Wassers und flüssiger Exkretstoffe dient die kontraktile Vakuole (s. Abb. 1 im Katalog).

Das Silberlinien- oder neuroformative System der Wimpertiere

Durch Behandlung eingetrockneter Wimpertiere mit Silbernitrat gelang es KLEIN 1926, ein den gesamten Ciliaten-Körper als Kontinuum umziehendes, in der Pellikula lokalisiertes System von Linien und Punkten, das Silberliniensystem, nachzuweisen. Bei allen bisher eingehender untersuchten Ciliaten konnte diese Struktur entdeckt werden, sodaß sie als ein Charakteristikum dieser Tiergruppe gelten kann. Allerdings finden sich auch bei anderen Einzellern (Flagellaten, Amöben) teilweise Silberliniensysteme (s. Abb. 10 im Katalog). Inwieweit diese in Struktur und Funktion dem Silberliniensystem der Ciliaten entsprechen, ist unbekannt. Grundsätzlich lassen sich zwei Typen von Silberliniensystemen unterscheiden: Gittersysteme (s. z. B. Abb. 2, 6, 9, 14, 31, 34 im Katalog) und Streifensysteme (s. z. B. Abb. 15, 17, 19, 32 im Katalog). Beide Typen sind vielfach abgewandelt (s. Abb. 5 a, 27 im Katalog) und kommen manchmal am gleichen Tier nebeneinander vor.

Obwohl Gegenstand zahlreicher Forschungen, wissen wir über den Aufbau und die Leistungen des Silberliniensystems nichts Sicheres. Dies erklärt sich vor allem aus

methodischen Schwierigkeiten. So ist es bisher nicht gelungen, das Silberliniensystem am lebenden Tier sichtbar zu machen. Wegen der großen Labilität dieses Systems ist auch der elektronenmikroskopische Nachweis noch nicht sicher geglückt. Dies hat in neuerer Zeit einige Forscher dazu bewogen (z. B. PITELKA 1961), dem Silberliniensystem eine differenzierte morphologische Grundlage abzuspüren und anzunehmen, daß sich das Silber in Spalten und Falten der Pellikula niederschlägt. Aus lichtmikroskopischen Untersuchungen geht aber zweifelsfrei hervor, daß das Silberliniensystem eine fibrilläre Struktur besitzen muß (KLEIN 1942, FOISSNER 1969 a, b). Die Unsichtbarkeit im Elektronenmikroskop kann man dadurch erklären, daß das Silberliniensystem, das sich bei allen experimentellen Untersuchungen als äußerst schnell und empfindlich reagierend gezeigt hat, bei den heute üblichen elektronenmikroskopischen Präparationstechniken bis zur Unkenntlichkeit zerfällt. Noch immer ein Rätsel ist auch die Argyrophilie (Silberfreundlichkeit) dieses Organells. Bisher ist keine andere Möglichkeit als die Silberimprägation bekannt geworden, um das Silberliniensystem sichtbar zu machen.

Auf Grund von morphologischen und experimentellen Untersuchungen stehen eine erregungsleitende und formbildende Funktion des Silberliniensystems zur Diskussion, weswegen KLEIN 1942 den Namen neuroformatives System vorschlug. Das Silberliniensystem könnte demnach als eine Urform des Nervensystems auf der Stufe der Einzelligkeit interpretiert werden. Für die erregungsleitende Funktion sprechen folgende Tatsachen: 1. Das Silberliniensystem steht mit allen koordiniert arbeitenden ektoplasmatischen Organellen (z. B. Cilien, Trichocysten, Cytopyge) des Ciliaten-Körpers in engster Verbindung (s. z. B. Abb. 3, 4, 9, 17, 21, 34 im Katalog). 2. Der koordinierte Cilienschlag setzt dort aus, wo das Silberliniensystem geschädigt erscheint (s. z. B. Abb. 20, 25, 26, 28, 38 im Katalog). 3. Während der Konjugation, bei der die Silberliniensysteme der Partner miteinander verwachsen, kommt es zu einer Koordination des Cilienschlages, so daß sich das Konjugationspaar während des ganzen Vorganges normal und gerichtet bewegen kann (s. Abb. 22 im Katalog). Für die formbildende Funktion sprechen besonders zwei Beobachtungen: 1. Die Basalkörper der Cilien entstehen in den Stoßpunkten von Silberlinien (s. Abb. 24 im Katalog). 2. Viele ektoplasmatische Neubildungen (z. B. bei der Teilung der Oralapparate des Tochtertieres) entstehen auf der Grundlage eines sehr engmaschigen Silberliniensystems (s. Abb. 7, 24, 35, 36 im Katalog).

Wegen der großen Bedeutung, die verschiedene Silberimprägnationsverfahren in der modernen Ciliaten-Forschung erlangt haben, sei hier meine Methode, mit der ich die den Fotografien zugrunde liegenden Präparate angefertigt habe, kurz beschrieben: Auf einem Objektträger wird mit der Fingerkuppe in dünner Schicht 24 Stunden an der Luft abgestandenes Hühnereisweiß ausgestrichen. Darauf streicht man die Infusorien aus und läßt an der Luft trocknen. Nun bedeckt man den eingetrockneten Infusorientropfen mit einer einprozentigen wäßrigen Silbernitratlösung, welche man nach 1–2 Minuten mit destilliertem Wasser abspült; erneut lufttrocknen. Nach vollständiger Trocknung hält man den Objektträger für 30–60 Sekunden ganz nahe an eine 40-Watt-Glühbirne und überschichtet dann mit einem Entwicklungsgemisch (zu 20 Milliliter Feinkornentwickler A [bestehend aus 20 g Borsäure, 20 g Borax, 10 g Hydrochinon, 200 g Natriumsulfit, 5 g Metol in der angegebenen Reihenfolge in 2 Liter warmen Wasser gelöst] kommen 1 Milliliter zehnprozentige Natronlauge und 1 Millimeter käuflicher höchstkonzentrierter Fein-

kornentwickler B [z. B. Para 10 oder Rodinal]). Nach ca. 1 Minute spült man den Entwickler mit Leitungswasser ab und überschichtet für 3 Minuten mit 96⁰/oigem Alkohol, den man zweimal wechselt; erneut lufttrocknen. Einschluß in Caedax. Die Präparate sind unbegrenzt haltbar.

Bedeutung der Wimpertiere für Mensch und Tier

Daß die Wimpertiere in der Öffentlichkeit verhältnismäßig wenig bekannt sind, rührt sicher auch daher, daß es unter ihnen nur sehr wenige gibt, die Krankheiten verursachen. Beim Menschen sind überhaupt nur vier Wimpertierarten bekannt, die im Enddarm parasitieren können und ruhrähnliche Krankheiten auslösen, die sogar tödlich verlaufen können (*Balantidium coli*). Mehr gefährdet sind die Fische: So führen z. B. *Ichthyophthirius multifiliis* und *Chilodonella cyprini*, die in der Epidermis von Fischen parasitieren (fast jeder Aquariefreund hat mit dem „Ichty“ schon Bekanntschaft gemacht!), unter Umständen zu tödlichen Erkrankungen.

Noch weniger bekannt ist, daß eine Reihe von Wimpertieren im Pansenmagen der Wiederkäuer leben und dort eine wichtige Funktion als Eiweiß- und Vitaminquelle, vielleicht auch als Zelluloseabbauer haben; so besteht z. B. $\frac{1}{4}$ des Panseninhaltes der Kühe aus Ciliaten. Entfernt man diese durch Chemikalien, so führt dies zum Tod der Wirte!

In neuerer Zeit haben die Wimpertiere auch eine wichtige Funktion im sogenannten Saprobiensystem. Viele Ciliaten sind nämlich gute Indikatoren für den Grad der Wasserverschmutzung! So deutet z. B. das massenhafte Vorkommen von *Colpidium campylum*, *Colpidium colpoda*, *Trochilia minuta*, *Carchesium polypinum* und *Uronema sp.* im Kanalsystem der Kleinmünchner Spinnerei, das auch Abwässer der *Chemiefaser Lenzing AG* aufnimmt, auf eine starke Verunreinigung hin.

Wo findet man Wimpertiere?

Wimpertiere findet man praktisch überall, wenn auch selten in größerer Anzahl. Viele Arten sind Kosmopoliten. Sichere Fundquellen sind kleine Teiche, Wegpfützen, stark verunreinigte Bäche und Flüsse, Viehweidetümpel, der Panseninhalt der Wiederkäuer, der Enddarm der Frösche und die Beine und Kiemen der Bachflohkrebse. Bei den hier behandelten Arten ist der genaue Fundort jeweils angegeben.

Will man Wimpertiere in größerer Anzahl erhalten, so eignet sich dazu am besten die Aufgußmethode: man nehme 5–10 zerquetschte Blumenstengel oder 1–2 Salatblätter, stecke diese in ein Einweckglas und übergieße mit Teichwasser. Nach wenigen Tagen hat sich meist eine reiche Wimpertierfauna entwickelt. Die Ciliaten können mit einer Pipette oder einem kleinen Spatel von der Oberfläche des Auf-

gusses, auf der sich stets eine sogenannte Kahnhaut befindet, die von Bakterien, Pilzen und Wimpertieren gebildet wird, entnommen werden. Reinkulturen sind sehr schwierig und erst bei wenigen Arten gelungen.

LITERATUR

- CORLISS, J. O., 1961: The ciliated protozoa. Pergamon Press.
- FOISSNER, W., 1967: Wimpertiere im Silberpräparat. Ein „trockenes“ Verfahren zur Darstellung des Silberliniensystems. Mikrokosmos 4, 122–126.
- FOISSNER, W., 1969 a: Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte. I. Teil. Protoplasma 68, 23–45.
- FOISSNER, W., 1969 b: Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte. II. Teil. Protoplasma 68, 433–456.
- FOISSNER, W., 1969 c: Eine neue Art aus der Gattung Colpidium (STEIN, 1860): *Colpidium kleini* sp. n. (Hymenostomatida, Tetrahymenidae). Acta Protozool. 7, 17–23.
- FOISSNER, W., 1970: Corticale Morphogenese bei *Colpidium kleini* (Ciliata, Holotricha). Acta Protozool. 8, 129–142.
- FOISSNER, W., 1970: The physiological regeneration (reorganization) of the oral apparatus in the *Colpidium kleini* (Ciliata, Tetrahymenidae). Acta biol. Acad. Sci. hung. 21, 355–367.
- FOISSNER, W., 1971: Ein argyrophiles Fibrillensystem bei *Amoeba villosa* (WALLICH). Protoplasma 72, 191–201.
- FOISSNER, W., 1971: Das Silberliniensystem von *Uronema parduczi* sp. n. (Ciliata, Hymenostomatida, Uronematidae). Arch. Protistenk. 113, 34–56.
- FOISSNER, W., 1972: Das Silberliniensystem von *Placus luciae* (KAHL 1926) (Ciliata, Enechylidae). Arch. Protistenk. 114, 83–95.
- FOISSNER, W., 1972: The Cytophyge of Ciliata. I. Its function, regeneration and morphogenesis in *Uronema parduczi*. Acta biol. Acad. Sci. hung. 23, 161–174.
- FOISSNER, W., 1972: The Cytophyge of Ciliata. II. Microphotographical documentation of the defecation in *Parodon teres*. Acta biol. Acad. Sci. hung. 23, 353–362.
- FOISSNER, W., 1973: Lokale formative Veränderungen der Basalfibrillen in einer Kultur von *Colpidium kleini* (Protozoa). Mikroskopie 29, 179–186.
- FOISSNER, W., H. SCHIFFMANN, 1974: The Cytophyge of Ciliata. IV. An experimental study of the ingestion, digestion and defecation in *Oxytricha fallax*. Acta biol. Acad. Sci. hung. (im Druck).
- FOISSNER, W., H. SCHIFFMANN, 1974: Vergleichende Untersuchungen an argyrophilen Strukturen von vierzehn peritrichen Ciliaten. Protistologica (im Druck).
- GRELL, K. G., 1968: Protozoologie. Springer.
- JOLLOS, V., 1919: Grundzüge der Protozoenforschung in ihren Beziehungen zur Medizin. Erg. Med., 615–657.
- KAHL, A., 1930–35: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In: F. DAHL: „Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile“, 1–886.
- KAESTNER, A., 1965: Lehrbuch der speziellen Zoologie. Band I: Wirbellose. I. Teil, 21–95. Fischer.
- KLEIN, B. M., 1926: Über eine neue Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus* Ehrbg. Zool. Anzeiger 67, 160–162.
- KLEIN, B. M., 1932: Das Ciliensystem in seiner Bedeutung für Lokomotion, Koordination und Formbildung mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. Ergebn. Biol. 8, 75–179.
- KLEIN, B. M., 1933: Silberliniensystem und Infraciliatur; eine kritische Gegenüberstellung. Arch. Protistenk. 79, 146–169.
- KLEIN, B. M., 1934: Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten. I. Ann. Ist. sup. Agrar. Milano 4/12, 1–36.
- KLEIN, B. M., 1935: Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten. II. Ann. Ist. sup. Agrar. Milano 6/13, 1–46.
- KLEIN, B. M., 1936: Beziehungen zwischen Maschenweite und Bildungsvorgängen im Silberliniensystem der Ciliaten. Arch. Protistenk. 88, 1–22.
- KLEIN, B. M., 1942: Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ciliaten. Eine zusammenfassende Darstellung unter Berücksichtigung eines homologen und analogen Zwischensystems bei den Metazoa. Ann. naturhistor. Mus. Wien 53, 156–336.
- KLEIN, B. M., 1958: The „dry“ silver method and its proper use. J. Protozool. 5, 99–103.
- KLEIN, B. M., 1958: Das neuroformative System als nervliche Urstufe in der Haut Einzelliger. Acta neurovegetat. 18, 344–351.
- KLEIN, B. M., 1968: Das Schicksal der „Silbernen Linien“; ein „Curriculum vitae“. Mitteilungsblatt der Mikrographischen Gesellschaft Wien, 4, 44–48.
- MATTHES, D., F. WENZEL, 1966: Wimpertiere (Ciliaten). Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- MAYER, M., 1962: Kultur und Präparation der Protozoen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- PITELKA, D. R., 1961: Fine structure of the silverline and fibrillar systems of three tetrahymenid ciliates. J. Protozool. 8, 75–89.
- STEHLE, G., 1961: Mikroskopie für Jedermann. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Beschreibung der Bildexponate

TAFEL I

Allgemeine Einführung

1. Hypothetischer Stammbaum der Ciliaten. Erklärung s. Rückseite des Faltblattes am Schluß des Kataloges.

TAFEL II

1. *Coleps hirtus* NIRSCH. Lebendaufnahme, 2300 \times . Die Pellikula dieses tonnenförmigen Infusors ist aus vielen panzerartigen Platten aufgebaut, die eine artcharakteristische Form haben (vgl. Exponat Nr. 2 auf Tafel II). Der Zellmund liegt am vorderen Pol und ist mit langen Trichocysten ausgestattet, die teilweise ausgeschleudert worden sind (lange, dunkle spindelförmige Stäbchen oberhalb des Tieres). Kleiner Teich in der Nähe des Mitterwassers bei Linz (ÖÖ.).
2. *Coleps hirtus* NIRSCH. Lebendaufnahme einer Platte der Pellikula, 5000 \times . Die Platte ist fensterartig durchlöchert und besitzt am rechten Rand spitze Zähne, mit deren Hilfe sie an die anderen Platten verankert wird. Kleiner Teich in der Nähe des Mitterwassers bei Linz (ÖÖ.).
3. *Coleps hirtus* NIRSCH. Versilberung, 3300 \times . Man erkennt, daß die panzerartige Pellikula aus vier hintereinanderliegenden Plattenreihen aufgebaut ist (vgl. Exponat Nr. 1 u. 2 auf Tafel II). Zwischen Algen des Mitterwassers bei Linz (ÖÖ.).
4. Erklärung s. Abb. 5 b im Katalog.
5. Schematische Darstellung der Zellteilung bei den Ciliaten (*Loxodes rostrum*). Dieser Ciliat besitzt zwei Makronuclei und einen Mikronucleus. Mit der Zellteilung ist eine zweimalige Teilung des Mikronucleus verbunden. Jede Tochterzelle erhält einen der beiden Makronuclei und zwei Mikronuclei, von denen sich einer wieder zu einem Makronucleus differenziert. Gleichzeitig mit diesen sehr komplizierten Vorgängen vollzieht sich die Streckung und Furchung der Zelle sowie die Neubildung der Zellorganellen des Tochtertieres (zum Beispiel Zellmund, Wimpern). Aus GRELL 1968.
6. Erklärung s. Abb. 1 im Katalog.
7. Erklärung s. Abb. 2 im Katalog.
8. Erklärung s. Abb. 3 im Katalog.

9. *Chilodonella uncinata* EHRENBERG. Spätes Teilungsstadium ventral, 2000×. Der Oralapparat und die Cilienreihen des Tochtertieres (untere Bildhäfte) sind fertig ausgebildet. Im Gebiet der Teilungsfurche erscheinen die normalerweise polygonalen Maschen des Silberliniensystems in die Länge gezogen. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).
10. *Placus luciae* KAHL. Silberliniensystem, 3200 x. Der kleine, leicht ovale Zellmund liegt am vorderen Pol und kann bei der Nahrungsaufnahme weit geöffnet werden; die dort beginnenden Cilienreihen verlaufen spiralförmig zum hinteren Pol. Algenaufguß eines Teiches des Linzer Botanischen Gartens (OÖ.).
11. Erklärung s. Abb. 5a im Katalog.
12. *Prorodon teres* EHRENBERG. Lebendaufnahme während der Defäkation, 900×. Der große Kotballen, der die unverdaulichen Reste vieler Nahrungsvakuolen in sich vereinigt, ragt mit seinem vorderen Ende schon aus dem Tier heraus. Die Pellikula wird an der Austrittsstelle (Cytopyge) zerstört, aber noch während des Austrittes bildet sich hinter dem Ballen eine neue Pellikula, so daß im Moment des vollständigen Austrittes des Kotballens die Cytopyge wieder verschlossen ist. Algenaufguß von der Langen Lacke im Seewinkel (Burgenland).
13. *Platyophrya spumacola* KAHL. Teil des Silberliniensystems, 4500×. Bei diesem sehr charakteristischen Silberliniensystem liegen die Protrichocysten, die als kleine Körnchen erscheinen, jeweils in der Mitte zwischen zwei Cilienreihen auf einer meridional verlaufenden Silberlinie; den davon rechtwinkelig zu den Basalkörpern der Cilien abzweigenden Silberlinien sind keine Protrichocysten angeschlossen. Moosaufguß aus Gaisbach (OÖ.).
14. Erklärung s. Abb. 4 im Katalog.
15. *Chilodonella uncinatus* EHRENBERG. Silberliniensystem der Dorsalseite, 2500×. Rund um den geschlossenen spaltförmig erscheinenden Zellafter (vgl. Abb. 4 im Katalog) ist das Silberliniensystem besonders engmaschig. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).
16. *Chilodonella uncinata* EHRENBERG. Spätes Teilungsstadium dorsal, 1000×. Im Gebiet der Teilungsfurche erscheinen die normalerweise polygonalen Maschen des Silberliniensystems in die Länge gezogen. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).
17. *Chilodonella uncinata* EHRENBERG. Konjugation ventral, 800×. Hier ist besonders klar zu sehen, daß die Silberliniensysteme der Konjugationspartner im Gebiet der Oralapparate (vgl. Abb. 2 im Katalog) völlig nahtlos miteinander verwachsen sind. Durch diesen Zusammenschluß wird vermutlich die koordinierte Tätigkeit der Wimpern der beiden Tiere ermöglicht; jedenfalls sind auch konjugierende Tiere zu einer gerichteten, koordinierten Bewegung befähigt. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).

TAFEL III

1. Erklärung s. Abb. 6 im Katalog.

2. *Trochilia minuta* Roux. Silberliniensystem der Dorsalseite, 5700 \times . Die relativ große und spaltförmig erscheinende Cytopyge liegt in der Mitte des Tieres. Die Maschen des Silberliniensystems sind nicht wie bei *Chilodonella* eckig-polygonal (vgl. Abb. 4 im Katalog), sondern mehr rund-wellenförmig. Zwischen Zellulosefäden im Kanalsystem der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).
3. Erklärung s. Abb. 7 im Katalog.
4. Erklärung s. Abb. 8 im Katalog.
5. *Colpoda maupasi* ENRIQUEZ. Silberliniensystem der Dorsalseite, 3000 \times . Diese Art läßt sich von *Colpoda steini* (vergl. Abb. 9 im Katalog) vor allem durch die größere Anzahl der Cilienreihen trennen. Krautaufguß aus Gaisbach (OÖ.).
6. Erklärung s. Abb. 9 im Katalog.
7. Erklärung s. Abb. 10 im Katalog.
8. *Euglena viridis*. Silberliniensystem beim stark kontrahierten Zustand, 4000 \times . Die Silberlinien gehen von einem Zentrum, dem Insertionspunkt der Geißel, aus (vgl. Abb. 10 im Katalog). Kleiner mit Küchenabwässern belasteter Tümpel in der Nähe des Mitterwassers bei Linz (OÖ.).
9. *Amoeba villosa* WALLICH. Silberliniensystem eines kontrahierten Tieres, 3500 \times . Die Amöben bilden wie die Ciliaten einen eigenen Stamm innerhalb der Protozoen. Von den bei ihnen darstellbaren Silberliniensystemen wird vermutet, daß sie die Bewegungsgrundlage sind. Verschlammter Bach in Salzburg.
10. *Nassula ornata* EHRNEBERG. Silberliniensystem der Ventralseite, 1000 \times . Der Oralapparat wird rechts von einer S-förmigen Gruppe von Membranellen begleitet. Das Silberliniensystem, ein sehr engmaschiges Gitter, ist bei der Präparation zum größten Teil zerfallen und daher nur an wenigen Stellen erkennbar. Im Kirchenbrunnen von Ebelsberg (Linz, OÖ.).
11. Erklärung s. Abb. 11 im Katalog.
12. *Trichopelma sphagnetorum* LEVANDER. Silberliniensystem der Dorsalseite, 4300 \times . Da die Pellikula dieses Ciliaten panzerartig ist, wurde das Silberliniensystem, ein sehr engmaschiges Gitter, nur schwach imprägniert. Die vielen kleinen Körnchen zwischen den vier Cilienreihen sind möglicherweise Relationskörper von Trichocysten, die bei diesem Tier ankerartig gestaltet sind. Der Oralapparat liegt ganz rechts, etwa in der Mitte des Tieres. Die Cytopyge erscheint als senkrechter Spalt nahe dem distalen Ende. Moosaufguß aus Gaisbach (OÖ.).
13. *Spirochona gemmipara* STEIN. Lebendaufnahme, 1100 \times . Dieser chonotriche Ciliat ist bisher nur auf den Kiemen der Bachflohkrebse (Gammariden) gefunden worden. Der Peristomtrichter bildet aboral vom Munde eine sich einwärts drehende und wendeltreppenartig ansteigende Spirale. Die Wimperzone läuft im Grunde der so entstehenden Spiralfurche. Auf *Gammarus pulex* des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).

- 14, 15. *Colpoda maupasi* ENRIQUEZ. Lebendaufnahme (Versilberung) einer Teilungscyste, 3500 \times . Viele Ciliaten teilen sich nicht im freischwimmenden Zustand, sondern umgeben sich vorher mit einer festen Hülle. In diesen Teilungscysten erfolgt dann meist eine Mehrfachteilung. Die hier abgebildeten Teilungscysten von *Colpoda* lassen jeweils vier Tochtertiere erkennen. Das Silberliniensystem erscheint zu diesem Zeitpunkt weitaus engmaschiger als beim adulten Tier (vgl. Exponat Nr. 5 auf Tafel III). Blumenstengelaufluß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
- 16, 17. *Phacus* sp. Silberliniensysteme, 1500 x bzw. 2500 x. Diese zwei einzelligen, pflanzlichen Organismen gehören ebenfalls zu den Euglenophyceen (weitere Erklärungen vgl. Abb. 10 im Katalog). Zwischen Torfmoos aus dem Ibmer Moor (Salzburg).
18. *Anisonema* sp. Silberliniensystem, 2500 \times . Bei diesem pflanzlichen Flagellaten entspringen die Silberlinien ebenfalls am Insertionspunkt der Geißeln. Die lange Schleppeiße, die am vorderen Ende entspringt und bei der Bewegung nachgezogen wird, ist gut zu sehen. Aus einem alten Torfstich des Ibmer Moores (Salzburg).

TAFEL IV

1. *Podophrya libera* PERTY saugt *Euplotes* sp. aus. Lebendaufnahme, 1500 \times . Die Sauginfusorien (Suctorio) sind durch den Besitz von Tentakel gekennzeichnet, mit denen sie ihre Nahrung, meist andere Ciliaten, fangen und aussaugen; ein eigentlicher Zellmund fehlt ihnen. Am Ende jedes Tentakels erkennt man ein kleines Knöpfchen, in dem elektronenmikroskopisch kleine trichocystenähnliche Gebilde, sog. Haptocysten, eingelagert sind, die die Beute lähmen und töten. Zwischen Wasserpflanzen eines kleinen Baches bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
2. *Podophrya fixa* o. F. MÜLLER saugt *Colpidium campylum* aus. Versilberung, 1800 \times . Das Silberliniensystem des Sauginfusors ist ein typisches Engmaschengitter, das des Beutetieres ein typisches Streifensystem. Da das Beutetier erst kurz vor der Präparation vom Sauginfusor gefangen worden war, läßt das Silberliniensystem noch kaum Schädigungen erkennen; später zerfällt es unter formativen Veränderungen zu einer körnigen Masse. Etwa in der Mitte des Beutetieres erkennt man einen festgehefteten Tentakel des Sauginfusors. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).
3. Erklärung s. Abb. 14 im Katalog.
4. Erklärung s. Abb. 13 im Katalog.
5. Erklärung s. Abb. 15 im Katalog.
6. *Uronema parduczi* FOISSNER. Mittleres Teilungsstadium ventral, 5000 \times . Der Oralapparat des „Muttertieres“ wird während der Teilung physiologisch regeneriert. Am Beginn der Furchung sind die Oralapparate der Tochtertiere in der gleichen Aufbauphase. Zur Trennung der Cilienmeridiane werden im Gebiet

- der Teilungsfurche gabelartige Silberlinien ausgebildet. Strohaufguß mit Teichwasser aus der Nähe von Stammersdorf (Wien).
7. *Uronema parduczi* FOISSNER. Silberliniensystem der Dorsalseite, 6000×. Die Cilienmeridiane werden etwas unterhalb der oberen Polspitze durch zwei ringförmige Silberlinien abgeschlossen und verbunden. Die wimperlose Frontalplatte ist für diese Gattung charakteristisch. Aufguß von Algen und Wasserpflanzen aus dem Seewinkel (Burgenland).
 8. *Uronema parduczi* FOISSNER. Spätes Teilungsstadium dorsal, 3000×. Die Tiere wurden durch die Präparation etwas zu früh getrennt, wodurch der vordere bzw. hintere Pol etwas geschädigt worden ist. Strohaufguß mit Teichwasser aus der Nähe von Stammersdorf (Wien).
 9. *Uronema parduczi* FOISSNER. Geöffneter Zellafter, Versilberung, 8000×. Am Rand des geöffneten Organells hat sich die argyrophile Substanz auffällig vermehrt (vgl. Abb. 15 im Katalog). Ihre Bedeutung für die Regeneration ist unbekannt. Strohaufguß mit Teichwasser aus der Nähe von Stammersdorf (Wien).
 10. *Dendrocometes paradoxus* STEIN. Lebendaufnahme, 1100 x. Dieses sonderbare Sauginfusor, von dessen etwa kugelförmigen Körper 4 bis 6 Tentakel ausgehen, die sich an der Spitze wieder vielfach aufzweigen, lebt ausschließlich auf den Kiemen der Bachflohkrebse. Auf *Gammarus sp.* des Feichtbaches bei St. Ägidi (OÖ.).
 11. Erklärung s. Abb. 12 im Katalog.
 12. *Podophrya fixa* o. f. MÜLLER. Lebendaufnahme, 1000×. Bei diesen zwei Sauginfusorien, die auf etwas gekrümmten Stielen sitzen, sind die gleichmäßig auf dem kugelförmigen Körper angeordneten Tentakel, die verschieden lang erscheinen, weil sie je nach Bedarf eingezogen oder ausgestreckt werden können, besonders klar zu erkennen (vgl. Exponat Nr. 2 auf Tafel IV). Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).
 13. *Tokophrya carchesii* CLAPAREDE & LACHMANN am Stiel von *Carchesium polypinum* parasitierend, 1800×. Dieses Sauginfusor hat sich darauf spezialisiert, peritriche Ciliaten der Gattung *Carchesium* zu fressen. Dazu setzen sie sich mit einem kleinen Stielchen am Stiel des *Carchesiums* fest und bohren dann ihre Tentakel in das Beutetier. Auf submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmüchener Spinnerei (Linz, OÖ.).
 14. *Tokophrya infusionum*. Lebendaufnahme, 900×. Bei diesem bestellten Sauginfusor sind die Tentakel auf den vorderen Bereich der etwa birnenförmigen Zelle beschränkt. Kleiner Waldteich im oberen Mühlviertel (OÖ.).
 15. Erklärung s. Abb. 16 im Katalog.
 16. *Uronema parduczi* FOISSNER in einer Nahrungsvakuole von *Oxytricha fallax* (ca. 20 Minuten nach der Ingestion), 2600×. In der nunmehr deutlich kugelförmig gewordenen Nahrungsvakuole (vgl. Abb. 16 im Katalog) sind die Silberliniensysteme der Beutetiere bereits mehr oder weniger stark strukturgechädigt, d. h. körnig zerfallen. Aufguß von Algen und Wasserpflanzen aus dem Seewinkel (Burgenland).

17. *Uronema parduczi* FOISSNER. Abnormales Silberliniensystem, 6000 \times . Die Ursache dieser Abnormalität, die dazu führt, daß zwei oder mehrere benachbarte Cilienmeridiane an beliebigen Stellen der Zelle miteinander verbunden werden (vgl. Exponat Nr. 7 auf Tafel IV), ist unbekannt. Aufguß von Algen und Wasserpflanzen aus dem Seewinkel (Burgenland).
18. *Uronema parduczi* FOISSNER. Geschlossener Zellafter, Versilberung, 9000 \times . Die starke Verästelung der Cytopygensilberlinie deutet darauf hin, daß die Cytopyge bereits öfters in Tätigkeit gewesen ist (vgl. Abb. 15 im Katalog und Exponat Nr. 6 und 9 auf Tafel IV). Strohaufguß mit Teichwasser aus der Nähe von Stammersdorf (Wien).

TAFEL V

1. *Cohnilembus pusillus* QENNERSTEDT. Silberliniensystem der Ventralseite, 4500 \times . Besonders auffällig ist der durch zwei dicht nebeneinanderstehende Membranen gebildete Oralapparat, der sich über die vordere Zellhälfte erstreckt. Unterhalb desselben beginnt der Richtungsmeridian (vgl. Abb. 15 im Katalog), in dem auch die Cytopyge liegt, die gerade geöffnet ist. Krautaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
2. Erklärung s. Abb. 29 im Katalog.
3. *Cyclidium glaucoma* O. F. MÜLLER. Silberliniensystem der Dorsalseite, 5600 \times . Die die Cilienreihen verbindenden, querverlaufenden Silberlinien und der dem distalen Pol genäherte Exkretionsporus der kontraktiven Vakuole (kleine, kreisförmige Öffnung am zweiten Cilienmeridian von links) sind gut erkennbar. In der vorderen Hälfte des Tieres stehen die Cilien bedeutend dichter als in der hinteren. Aufguß von submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).
4. Silberliniensystem eines tetrahymeniden Ciliaten, 2000 \times . Der große Zellmund läßt die typische tetrahymenide Anordnung der Membranellen (vgl. Abb. 15 im Katalog) besonders gut zu erkennen. Auffällig ist die große, hakenförmig gekrümmte undulierende Membran. Der Mundeingang wird von stäbchenförmigen Gebilden versteift. Zwischen *Sphaerotilus* sp. im Kanalsystem der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).
5. Erklärung s. Fig. 1 im Katalog.
6. *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Lebendaufnahme, 750 \times . Die typische Pantoffelform, die die Zelle bewegenden Cilien und der Oralapparat sind erkennbar (vgl. Fig. 1 im Katalog). Aufguß von submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).
7. *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Färbung des Zellkernes mit Hämalaun, 800 \times . Beim linken Tier liegt neben dem etwas unregelmäßig geformten Makronucleus der etwas blasser angefärbte Mikronucleus. Salatblätteraufguß mit Teichwasser aus Gaisbach (OÖ.).

8. *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Darstellung der Oberflächenstruktur durch Nigrosin, 800 \times . Die Pellikula erscheint viereckig gefeldert. Die langen, über dem Tier liegenden, schwarz dargestellten stäbchenförmigen Gebilde sind ausgeschleuderte Trichocysten. Die fingerförmige Einbuchtung an der linken Seite des Tieres ist der Zellmund. Salatblätteraufguß mit Teichwasser aus Gaisbach (OÖ.).
9. *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Silberliniensystem der Ventralseite, 750 \times . Der Oralapparat wird von den Cilienreihen bogenförmig umgeben, wodurch die sog. Ventralnaht (der Zusammenstoß der Cilienreihen der linken und rechten Seite) entsteht. Beim unteren Tier ist die Cytopyge (kleine, ovale, von einem weißen Rand umgebene Öffnung) geöffnet, beim oberen geschlossen. Salatblätteraufguß mit Teichwasser aus Gaisbach (OÖ.).
10. Erklärung s. Abb. 17 im Katalog.
11. Erklärung s. Abb. 18 im Katalog.
12. Erklärung s. Abb. 27 im Katalog.
13. *Cinetochilum margaritaceum* PERTY. Silberliniensystem der Ventralseite, 5300 \times . Der trichterförmige Mund wird von stäbchenförmigen Differenzierungen versteift und links von einer einreihigen undulierenden Membran umgeben. Planktonaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).
14. *Paramecium caudatum* EHRENBERG, Trichocysten, 1100 \times . Diese für viele Ciliaten typischen Zellorganellen, deren Grundform im ausgeschleuderten Zustand spindelförmig ist, dienen vornehmlich der Abwehr und werden bei Gefahr innerhalb weniger Hundertstelsekunden zu vielen Hunderten vom Tier ausgestoßen, sodaß dieses dann von einem „undurchdringlichen“ Wall spitzer Nadeln umgeben wird. Kleiner mit Küchenabwässern belasteter Tümpel in der Nähe des Mitterwassers bei Linz (OÖ.).
15. Erklärung s. Abb. 28 im Katalog.
16. *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Teil des Silberliniensystems, 2500 \times . Diese etwas stärkere Vergrößerung demonstriert anschaulich die Kompliziertheit des Silberliniensystems von *Paramecium*. Die sechskantige Struktur ist das sog. indirekt verbindende Silberliniensystem, die meridional verlaufenden Silberlinien, denen die Basalkörper (jeweils in der Mitte eines Sechseckes) angeschlossen sind, bilden das direkt verbindende Silberliniensystem. An den Schnittpunkten der beiden Systeme bemerkt man teilweise kornartige Kumulierungen argyrophiler Substanz, die Relationskörper der Trichocysten, die also ebenfalls an das Silberliniensystem angeschlossen sind. Salatblätteraufguß mit Teichwasser aus Gaisbach (OÖ.).
17. *Paramecium trichium* STOCKES. Versilberung der Ventralseite, 1800 \times . Zum Unterschied von *Paramecium caudatum* ist die Gestalt nicht typisch pantoffelförmig, und der Zellmund liegt etwas weiter vorne (vgl. Exponat Nr. 9 auf Tafel V). Aufguß von submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmündner Spinnerei (Linz, OÖ.).

TAFEL VI

1. *Colpidium colpoda* EHRENBERG. Lebendaufnahme, 900 \times . Der Zellmund ist als kleine Einbuchtung auf der linken Seite im oberen Drittel des Tieres erkennbar. Die vielen runden, dunklen, von einem hellen Hof umgebenen, im Tier liegenden Körperchen sind Nahrungsvakuolen in verschiedenen Verdauungsstadien. Die Wimpern sind als dunkler, das Tier umgebender Saum erkennbar. Aufguß von submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).
2. *Colpidium colpoda* EHRENBERG. Versilberung der Ventralseite, 1500 \times . Das Silberliniensystem ist ein typisches Streifensystem. Die Cilienreihen der linken Seite biegen sich fast rechtwinkelig um den Zellmund, wodurch die Polspirale entsteht (vgl. Abb. 21 im Katalog). Den Basalfibrillen sind die Basalkörper der Cilien angeschlossen (regelmäßig mit Körnchen besetzte Silberlinien), den Protrichocystenfibrillen die Protrichocysten, die aber als Antwort auf den Reiz der Präparation zum größten Teil ausgestoßen worden sind. Die sofort einsetzende Regeneration dieser Organellen führt zur Aufspaltung der normalerweise einfachen Protrichocystenfibrillen (rechts im Bild) in zwei bis fünf dicht nebeneinanderliegende und durch Queräste verbundene Silberlinien (Bildmitte). Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
3. *Colpidium colpoda* EHRENBERG. Physiologische Regeneration des Oralapparates, 1500 \times . Da die Einzeller potentiell unsterblich sind, müssen ihre verschiedenen Organellen von Zeit zu Zeit regeneriert werden. Dies geschieht entweder während der Teilung (vgl. Exponat Nr. 6 auf Tafel IV) oder bei der sog. physiologischen Regeneration. Leicht erkennbar ist die physiologische Regeneration des Oralapparates, da diese zu bedeutenden Umbildungen im Silberliniensystem führt. Der neue Oralapparat entsteht direkt unterhalb des alten auf der Grundlage eines sehr engmaschigen Silberliniensystems. In dem Maße, wie die Neubildung fortschreitet, wird der alte Zellmund resorbiert; schließlich wandert der neue Zellmund an die Stelle des alten. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
4. Erklärung s. Abb. 19 im Katalog.
5. *Colpidium campylum* STOKES. Vorderes Körperdrittel stark vergrößert, 3500 \times . Der dreieckförmige Zellmund ist durch ein kompliziertes Geflecht von Silberlinien an das Silberliniensystem des Zellkörpers angeschlossen. Die Protrichocystensilberlinien, in denen noch vereinzelt Relationskörper der Protrichocysten liegen, entspringen aus den Basalfibrillen (dichte Körnchenreihe). Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
6. *Colpidium campylum* STOKES. Versilberung der Ventralseite eines sich teilenden Tieres. Der Oralapparat des Tochtertieres (Bildmitte), der die tetrahymenide Anordnung der Membranellen (drei adorale schräg gestellte Membranellen, die links von einer undulierenden Membran eingefast werden) besonders gut erkennen läßt, ist fertig ausgebildet. Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).

7. Schematische Darstellung des geschlechtlichen Kernaustausches (Conjugation) bei den Ciliaten. Bei den meisten Ciliaten sind die Conjugaten äußerlich nicht voneinander zu unterscheiden (Isogamontie). Beide Zellen berühren sich zunächst mit ihren Vorderenden und verschmelzen dort miteinander. Nun beginnen sich die Mikronuclei stark zu vergrößern (a). Während dieser Volumszunahme finden an den Chromosomen die Vorgänge statt, welche allgemein für die meiotische Prophase kennzeichnend sind. Jeder Mikronucleus führt nun rasch hintereinander zwei Teilungen durch, womit die Chromosomenreduktion verbunden ist (b–d). Auf diese Weise entstehen vier haploide Tochterkerne, von denen drei pyknotisch und im Plasma resorbiert werden (e). Der übriggebliebene Kern teilt sich nun abermals (f). Durch diese Teilung, die als postmeiotisch bezeichnet wird, entstehen die beiden Gametenkerne. Während der eine Gametenkern in dem betreffenden Conjugaten liegen bleibt (Stationärkern), wandert der andere in den Partner hinüber (Wanderkern). In jeder Zelle verschmilzt dann der Stationärkern mit dem Wanderkern des anderen Conjugaten zu einem Synkaryon (g). Es findet also eine Wechselbefruchtung statt. Anschließend trennen sich beide Partner voneinander. In den Exconjugaten, wie man die aus der Conjugation hervorgegangenen Zellen nennt, teilt sich das Synkaryon in zwei Tochterkerne, von denen der eine zum Mikronucleus wird, während sich der andere zu einem Makronucleus entwickelt (h–k). Im Laufe der Conjugation löst sich der alte Makronucleus auf. Meistens zerfällt er in zahlreiche Brocken, die früher oder später im Cytoplasma resorbiert werden. Aus GRELL 1968.
8. Erklärung s. Abb. 21 im Katalog.
9. *Colpidium campylum* STOKES, *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Bewegungsspuren, 80×. Die Bewegung dieser durch den Blumendünger „Substral“ gereizten Tiere verläuft in geometrisch exakten Spiralen. Beim ungereizten Tier ist die Ganghöhe einer Spirale etwas größer. Die breite Spur stammt von einem Pantoffeltierchen, die schmalen Spuren wurden von *Colpidium* erzeugt. Aufguß von submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.). Diese Aufnahme wurde mir freundlicherweise von Herrn Hubert Schifffmann zur Verfügung gestellt.
- 10, 11. *Colpidium campylum* STOKES. Versilberung geschnittener Tiere, 2400×. Die nach der Regeneration in der Pellikula verbliebenen Narben, sind nach Versilberung besonders gut zu erkennen. Die normale Anordnung des Silberliniensystems und der Cilienreihen ist schwer gestört, wodurch diese Tiere zu keiner koordinierten Bewegung befähigt sind (vgl. Abb. 20 im Katalog). Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ).
12. Erklärung s. Abb. 20 im Katalog.
13. *Colpidium campylum* STOKES. Veränderungen des Silberliniensystems nach 24 stündiger Einwirkung von Natronlauge, 2400 x. Aus den Basalfibrillen sind rechtwinkelig abzweigende Silberlinien ausgewachsen, wodurch das Silberliniensystem nun gitterförmig erscheint. Der Oralapparat ist bis auf die undulierende Membran resorbiert worden und erscheint sehr klein (vgl. Exponat Nr. 5 auf Tafel VI). Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).

14. *Colpidium colpoda* EHRENBURG. Verschmelzung der Silberliniensysteme der Conjugationspartner, 3500 \times . Die Verschmelzung findet im Bereich der Polspirale statt (vgl. Abb. 21 im Katalog). Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
15. Erklärung s. Abb. 22 im Katalog.

TAFEL VII

1. Erklärung s. Abb. 23 im Katalog.
2. *Colpidium kleini* FOISSNER. Die vordere Polnaht ist im Vergleich zu der von *Colpidium colpoda* (vgl. Abb. 21 im Katalog) einfacher gestaltet. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
3. *Colpidium kleini* FOISSNER. Teil des Silberliniensystems der Dorsalseite, 3500 \times . Die Cilienreihen, deren Basalfibrillen teilweise mehr oder weniger rechtwinkelige Ausläufer besitzen, auf deren Enden häufig Relationskörper von Protrichocysten liegen, erscheinen regelmäßig mit Basalkörpern besetzt. Die Protrichocysten-silberlinien haben sich zum Zwecke des Neuanschlusses der Protrichocysten, die bei der Präparation ausgestoßen worden sind, teilweise in zwei dicht nebeneinanderliegende Silberlinien aufgeteilt. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
4. *Colpidium kleini* FOISSNER. Sehr stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems, 10.000 \times . Spätes Stadium der Protrichocystenregeneration. Die zwei jeweils zwischen den Cilienreihen liegenden Protrichocysten-silberlinien beherbergen viele Relationskörper der Protrichocysten. Am Ende der Regeneration vereinigen sich diese zwei Silberlinien wieder, und die Protrichocysten werden mehr oder weniger gleichmäßig auf dieser einen Silberlinie angeordnet. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
5. *Colpidium kleini* FOISSNER. Abnormales Silberliniensystem, 1400 \times . Die Basalfibrillen sind an abnormal vielen Stellen mit den Protrichocystenfibrillen verbunden, wodurch das Silberliniensystem ein leiterförmiges Aussehen erhält. Die Ursache dieser Störung wird in einer genetischen Irritation vermutet. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
6. *Colpidium kleini* FOISSNER. Versilberung von durch Pressen geschädigten Tieren (ca. 2 Sekunden nachher), 1250 \times . Diesen beiden Tieren wurden große Körperteile abgequetscht. Das normalerweise streifenförmige Silberliniensystem (vgl. Abb. 23 im Katalog) ist innerhalb weniger Sekunden über ein Engmaschengitter (vgl. Exponat Nr. 15 auf Tafel VII) in eine membranöse Zustandsform übergegangen (vgl. Reaktionswege I und V auf Exponat Nr. 9 auf Tafel VII). Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
7. Erklärung s. Abb. 25 im Katalog.
8. Erklärung s. Abb. 26 im Katalog.

9. *Colpidium kleini* FOISSNER. Schematische Darstellung der Reaktionsmöglichkeiten des Silberliniensystems nach dem Pressen. Je nach Art und Grad der Schädigung finden sich verschiedene strukturelle und formative Veränderungen des Silberliniensystems. Diese Veränderungen lassen sich nur unter der Annahme einer fibrillären Zustandsform des Silberliniensystems verstehen. Aus FOISSNER 1969 b.
10. Erklärung s. Abb. 24 im Katalog.
11. *Colpidium kleini* FOISSNER. Frühes Teilungsstadium, 1800 \times . In der Mitte des Tieres, unterhalb des Oralapparates, findet sich ein kleines Areal mit einem sehr engmaschigen Silberliniensystem: die Anlage für den Oralapparat des Tochtertieres (vgl. Abb. 24 im Katalog). Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
12. *Colpidium kleini* FOISSNER. Spätes Teilungsstadium, 1200 \times . Die Furchung ist beinahe abgeschlossen, die Silberliniensysteme der beiden Tochtertiere sind vollständig ausgebildet. Die Teilung wäre etwa 10 Minuten später vollendet gewesen. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
13. *Colpidium kleini* FOISSNER. Beginn der physiologischen Regeneration des Oralapparates, 1750 \times . Unterhalb des alten Oralapparates, dessen Membranellen schon rückgebildet sind, hat sich ein sehr engmaschiges Silberliniensystem ausgebildet, in dem bereits die Basalkörper der Membranellen des neuen Oralapparates liegen (weitere Erklärungen vgl. Exponat Nr. 3 auf Tafel VI). Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
14. *Colpidium kleini* FOISSNER. Endstadium der physiologischen Regeneration des Oralapparates, 1750 \times . Die drei Membranellen des neuen Oralapparates sind bereits fertig ausgebildet; die undulierende Membran (links der drei Membranellen) wird gerade gebildet. Diese Neubildungen wandern nun an die Stelle des alten Zellmundes, womit die physiologische Regeneration des Oralapparates abgeschlossen ist. Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
15. *Colpidium kleini* FOISSNER. Reaktionen des Silberliniensystems drei Sekunden nach dem Pressen, 10.000 \times . Viele büschelförmig aufgezwigte Silberlinien sind auffällig. Diese Aufzweigungen werden mehr und mehr, bis schließlich eine membranöse Zustandsform des Silberliniensystems erreicht ist (vgl. Exponat Nr. 6 auf Tafel VII und Reaktionsweg I auf Exponat Nr. 9 auf Tafel VII). Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
16. *Colpidium kleini* FOISSNER. Reaktionen des Silberliniensystems 10 Sekunden nach dem Pressen, 1700 \times . Große Teile dieses über ein engmaschiges Silberliniensystems zum membranösen Zustand übergegangenen Silberliniensystems bauen sich nun über ein Engmaschengitter wieder zu einem normalen Silberliniensystem auf (vgl. Reaktionsweg I auf Exponat Nr. 9 auf Tafel VII). Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).
- 17., 18. *Colpidium kleini* FOISSNER. Reaktionen des Silberliniensystems 30 Minuten nach dem Pressen. Nach zuerst normalem Aufbau des Silberliniensystems beginnt es sich auf Grund einer „internen“ Schädigung des Tieres erneut gitter-

förmig zu verändern (vgl. Reaktionsweg III auf Exponat Nr. 9 auf Tafel VII). Salatblätterraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).

TAFEL VIII

1. Erklärung s. Fig. 2 im Katalog.
2. *Vorticella campanula* EHRENBERG. Lebendaufnahme, 600×. Die typische Glockenform und der Stiel der Tiere, der bei Gefahr spiralig aufgerollt werden kann, sind gut erkennbar. Das Peristom ist weit geöffnet. Auf *Cladophora crispata* eines Teiches des Linzer Bot. Gartens (OÖ.).
3. Erklärung s. Abb. 32 im Katalog.
4. *Vorticella cupifera* KAHL. Versilberung, frühes Teilungsstadium, 2500×. Bedingt durch die sessile Lebensweise findet sich bei den peritrichen Ciliaten keine Quer- sondern eine Längsteilung. Narzissenaufguß von der Tauplitzalm (Steiermark).
5. Erklärung s. Abb. 33 im Katalog.
6. Erklärung s. Abb. 30 im Katalog.
7. Erklärung s. Abb. 32 im Katalog.
- 8, 9. *Thuricola folliculata* MÜLLER. Lebendaufnahme ausgestreckter, bzw. kontrahierter Individuen, 1200 bzw. 1400×. Diese peritrichen Ciliaten bauen sich nach der Teilung ein zierliches Gehäuse, in das sie sich bei Gefahr zurückziehen. Etwas unterhalb des Gehäuseendes befindet sich ein membranöser Deckel, mit dem die „Wohnung“ verschlossen werden kann. Auf *Cladophora sp.* eines kleinen Hausteiches im Mühlviertel (OÖ.).
10. *Vorticella campanula* EHRENBERG. Lebendaufnahme im Dunkelfeldmikroskop, 300×. Bei dieser Beleuchtungsart bieten die Glockentierchen, die sich hier auf einem Algenfaden festgeheftet haben, einen besonders reizvollen Anblick (vgl. Exponat Nr. 2 auf Tafel VIII). Auf *Cladophora crispata* eines Teiches des Linzer Bot. Gartens (OÖ.).
11. *Carchesium polypinum* LINNE. Lebendaufnahme eines Teiles einer Kolonie, 220×. Diese Glockentierchen, die man mit großer Regelmäßigkeit in verschmutzten Gewässern auf Wasserpflanzen sitzend findet, haben verzweigte Stiele, wodurch es zur Koloniebildung kommt. Auf submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).
12. *Pseudovorticella margaritata f. chlorelligera* KAHL (FOISSNER & SCHIFFMANN). Lebendaufnahme, 900×. Der Stiel wird von einem kontraktilen Fibrillenbündel, dem Myonem, durchzogen. Das Myonem ist dafür verantwortlich, daß der Stiel spiralig eingerollt werden kann. Das Tier ist dicht mit Zoochlorellen, das sind kleine kugelförmige Algen, die in Symbiose mit gewissen Ciliaten leben, gefüllt (vgl. Exponat Nr. 13 auf Tafel VIII). Aus einem alten Torfstich des Ibmer Moores (Salzburg).

13. *Pseudovorticella margaritata f. chlorelligera* KAHL (FOISSNER & SCHIFFMANN). Darstellung des Zellkernes und der Zoochlorellen durch Färbung mit Orcein, 3000 \times . Der für viele peritriche Ciliaten typische J-förmige Großkern und die vielen runden, etwas schwächer angefärbten Zoochlorellen sind gut erkennbar. Aus einem alten Torfstich des Ibmer Moores (Salzburg).
14. Erklärung s. Abb. 31 im Katalog.
15. *Pseudovorticella margaritata f. chlorelligera* KAHL (FOISSNER & SCHIFFMANN). Blick auf den hinteren Wimperkranz und den Stielansatz, 5000 \times . Der Stielansatz (Scopula) erscheint als tiefschwarz imprägnierter runder Fleck. Um ihn herum verläuft der ebenfalls etwas dunkler als das übrige System imprägnierte hintere Wimperkranz (vgl. Abb. 32 im Katalog). Aus einem alten Torfstich des Ibmer Moores (Salzburg).
16. *Campanella umbellaria* LINNE. Lebendaufnahme, 500 \times . Bei diesem sehr großen peritrichen Ciliaten ist der Peristomrand krepfenartig umgeschlagen. Der Stiel ist akontraktil und innen hohl. Bildet oft riesige Kolonien, die mit freiem Auge als schleimige Klumpen erkennbar sind. Zwischen Wasserpflanzen eines kleinen Entwässerungsgrabens des Ibmer Moores (Salzburg).
17. *Opercularia nutans* EHRENBERG. Lebendaufnahme, 1700 \times . Hier ist das Peristom besonders gut erkennbar. Die Wimpern beginnen auf der Peristomscheibe und laufen spiralförmig zum Vestibulum; am Eingang zum Vestibulum bilden sie eine kleine Tasche, damit die Nahrungspartikel sicher zum Cytostom befördert werden. Der verzweigte Stiel ist akontraktil. Auf *Cladophora crispata* eines Teiches des Linzer Bot. Gartens (ÖÖ.).
18. *Opercularia nutans* EHRENBERG. Versilberung, 3000 \times . Die vielen Pellikulaporen (vgl. Abb. 32 im Katalog) sind auffällig. Die Stelle des hinteren Wimperkranzes ist als heller Streifen am unteren Ende des Tieres erkennbar. Auf *Cladophora crispata* eines Teiches des Linzer Bot. Gartens (ÖÖ.).

TAFEL IX

1. Erklärung s. Titelbild des Kataloges.
2. *Stylonychia mytilus* EHRENBERG. Lebendaufnahme, 700 \times . Dieses Wimpertier ist einer der häufigsten und ein sehr typischer Vertreter der sehr artenreichen Ordnung der hypotrichen Ciliaten. Die Bewimperung ist auf spezielle Cirrenfelder beschränkt, die ausschließlich auf der Ventralseite liegen. Auffällig sind die kräftigen Cirren des Mundfeldes, das bogenförmig von vorne bis etwa zur Mitte des Tieres verläuft. Aufguß von submersen Moosen des Perlbaches bei St. Ägidi (ÖÖ.).
3. *Blepharisma ovata* STOKES. Lebendaufnahme, Defäkation, 1200 \times . Dieser hübsche, leicht rot gefärbte Infusor ist ein typischer Vertreter der ebenfalls sehr artenreichen Ordnung der heterotrichen Ciliaten. Besonders auffällig ist die zum Oralapparat gehörende, leicht gekrümmte, große adorale Membranellenzone, die sich fast über die ganze Länge des Tieres erstreckt. Etwas rechts vom unteren

Ende der adoralen Zone liegen die kontraktile Vakuole (helles Bläschen) und die Cytopyge, die gerade in Funktion ist und einen Kotballen (dunkler runder Körper am rechten unteren Ende des Tieres) entläßt. Algenaufguß aus der Langen Lacke im Seewinkel (Burgenland).

4. *Euplotes patella* EHRENBERG. Lebendaufnahme, 700 \times . Bei diesem hypotrichen Ciliaten, der im Mikroskop einen besonders reizvollen Anblick bietet, ist die Anordnung der Cirren gut erkennbar. Die vielen mehr oder weniger runden Einschlußkörper sind Nahrungsvakuolen. Für weitere Details vgl. Exponat Nr. 5 auf Tafel IX und Abb. 40 im Katalog. Laubaufguß mit Wasser eines kleinen Baches bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
5. *Euplotes patella* EHRENBERG. Färbung des Zellkernes mit Eisenhämatoxylin, 1700 \times . Der Unterschied zwischen Großkern (schwarzgefärbter C-förmiger Körper) und Kleinkern (kleiner, schwarzgefärbter, runder Körper nahe dem oberen Tierende) ist besonders auffällig. Algenaufguß von einem kleinen Tümpel bei Gaisbach (OÖ.).
6. *Euplotes muscicola* KAHL. Versilberung der Ventralseite, 2200 \times . Diese Art läßt sich durch das ziemlich engmaschige Silberliniensystem leicht von den anderen hier gezeigten *Euplotes*-Arten trennen (vgl. Exponat Nr. 8, 9 auf Tafel IX). Für weitere Erklärungen vgl. Abb. 34 im Katalog. Laubaufguß mit Wasser eines kleinen Baches bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
7. Erklärung s. Abb. 40 im Katalog.
8. *Euplotes novemcarinatus* WANG. Versilberung der Ventralseite, 2800 \times . Auffällig ist hier eine segelartig vorspringende Pellikulaerhebung rechts des Oralapparates, die besonders beim lebenden Tier schön zu sehen ist. Die kleine, besonders engmaschige Stelle im Silberliniensystem im unteren Drittel des Tieres breitet sich über den Exkretionsporus der kontraktilen Vakuole und dem Ausgang der Cytopyge aus. Nach der Funktion dieser Organellen muß das Silberliniensystem jeweils neugebildet werden, da es dabei an dieser Stelle zerstört wird. Für weitere Erklärungen vgl. Abb. 34 im Katalog. Laubaufguß mit Wasser eines kleinen Baches bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
9. Erklärung s. Abb. 34 im Katalog.
10. *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu*s KAHL. Frühes Teilungsstadium ventral, 2500 \times . Die Cirren und der Oralapparat des Tochtertieres werden bei der Teilung zuerst gebildet. Sämtliche Neubildungen haben als morphologische Grundlage ein sehr engmaschiges Silberliniensystem. Für weitere Erklärungen vgl. Exponat Nr. 9, 11 auf Tafel IX. Laubaufguß mit Wasser eines kleinen Baches bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
11. Erklärung s. Abb. 35 im Katalog.
12. Erklärung s. Abb. 36 im Katalog.
13. Erklärung s. Abb. 37 im Katalog.

14. *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu*s KAHL. Veränderungen des Silberliniensystems 1–5 Sekunden nach dem Pressen, 3000 \times . Man erkennt, daß viele Maschen des Silberliniensystems mit argyrophiler Substanz ausgefüllt sind; mit zunehmender Regeneration verschwinden diese Ausfüllungen wieder und zurück bleibt je nach Stärke des schädigenden Einflusses ein mehr oder weniger verändertes Silberliniensystem (vgl. Exponat Nr. 15 auf Tafel IX). Laubaufguß mit Wasser eines kleinen Baches bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).
15. Erklärung s. Abb. 38 im Katalog.
16. Erklärung s. Abb. 39 im Katalog.

Abbildungen



Abb. 1: *Chilodonella cucullulus* O. F. MÜLLER. Lebendaufnahme, die die beiden kontraktiven Vakuolen (Doppelpfeile) und den Makronucleus, der knapp unterhalb des Oralapparates (Pfeil) liegt, erkennen läßt. Der Oralapparat besteht aus vielen stäbchenartigen Gebilden, den Trichiten, die zu einem Trichter vereinigt sind, so daß die Nahrungspartikelchen direkt zum Zellmund befördert werden. 1000 x. Algenaufguß aus dem Seewinkel (Burgenland).

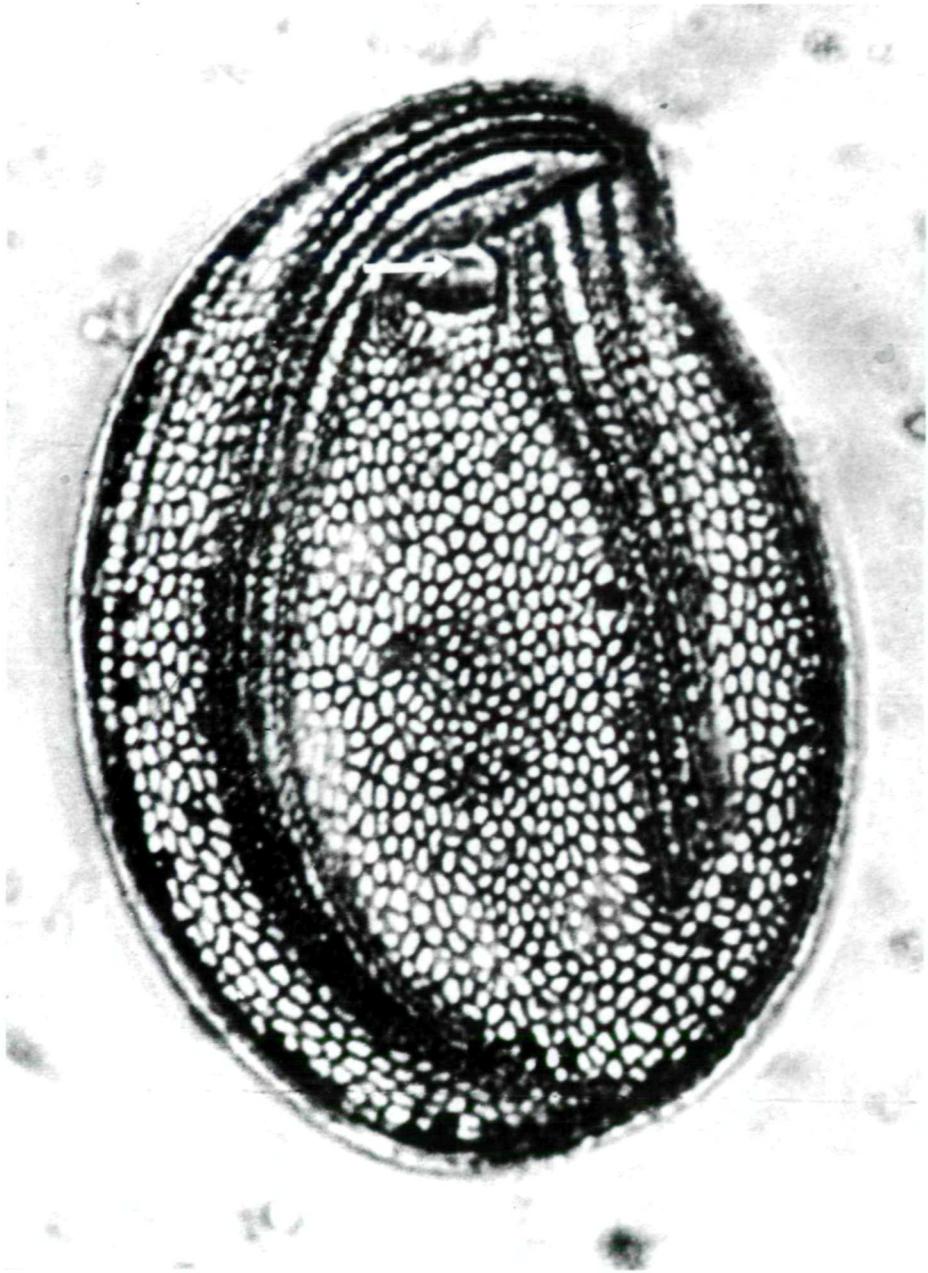


Abb. 2: *Chilodonella uncinata* EHRENBERG. Versilberung der Ventralseite. Typisches Beispiel für ein engmaschiges Silberliniensystem. Rechts und links des Oralapparates (Pfeil) verlaufen bogenförmig nach hinten die Cilienreihen. Die Basalkörper der Cilien sind als kleine, argyrophile Körnchen erkennbar. 2300 x. Algenaufguß aus Gaisbach (OO).

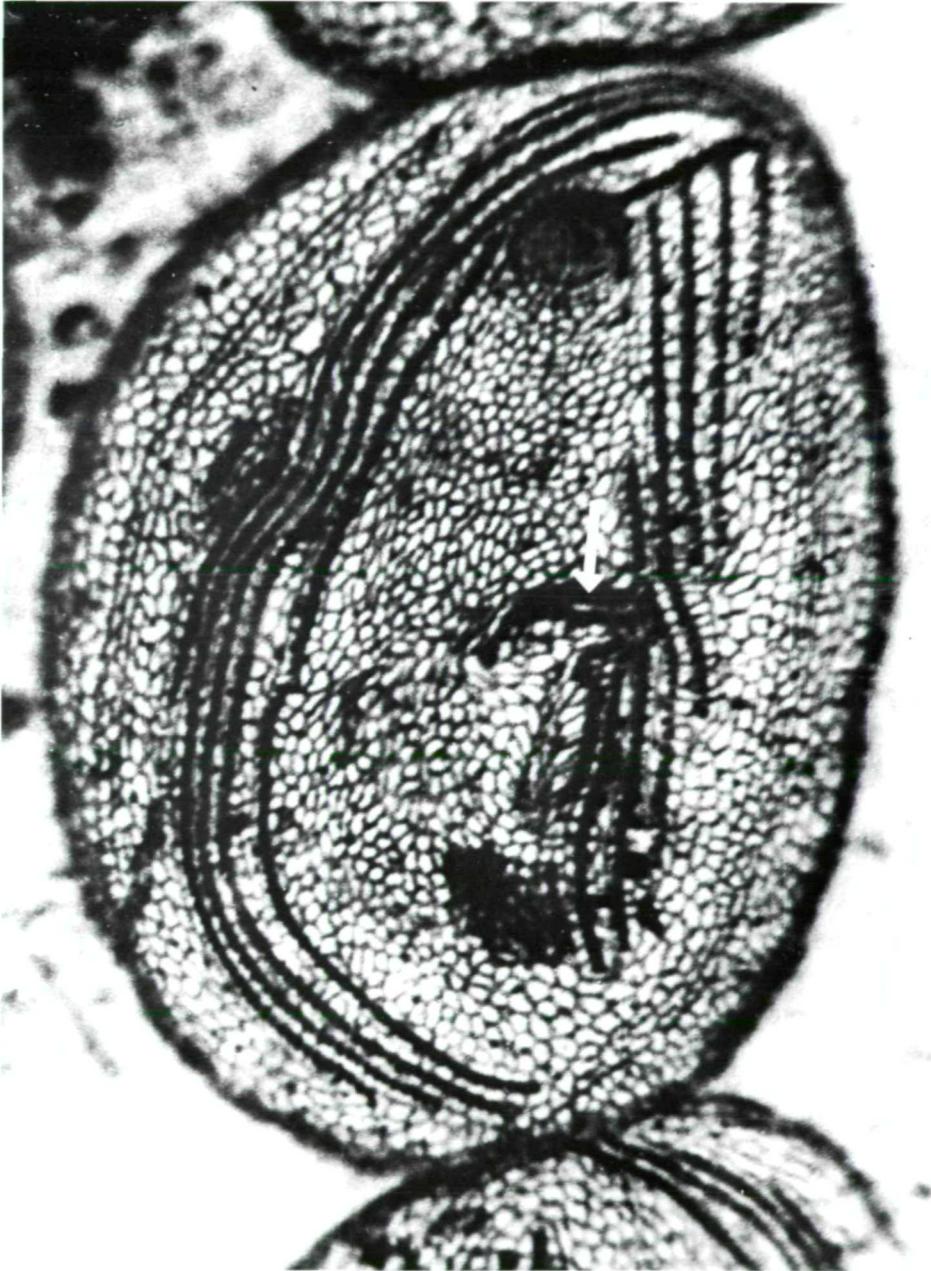


Abb. 3: *Chilodonella uncinata* EHRENBERG. Versilberung der Ventralseite eines sich teilenden Tieres. Der Oralapparat (Pfeil) und die Cilienreihen des Tochtertieres wurden zum Zeitpunkt der Präparation gerade gebildet. 2200 x. Flußmuschelaufluß aus dem Mitterwasser bei Linz (Ö.).

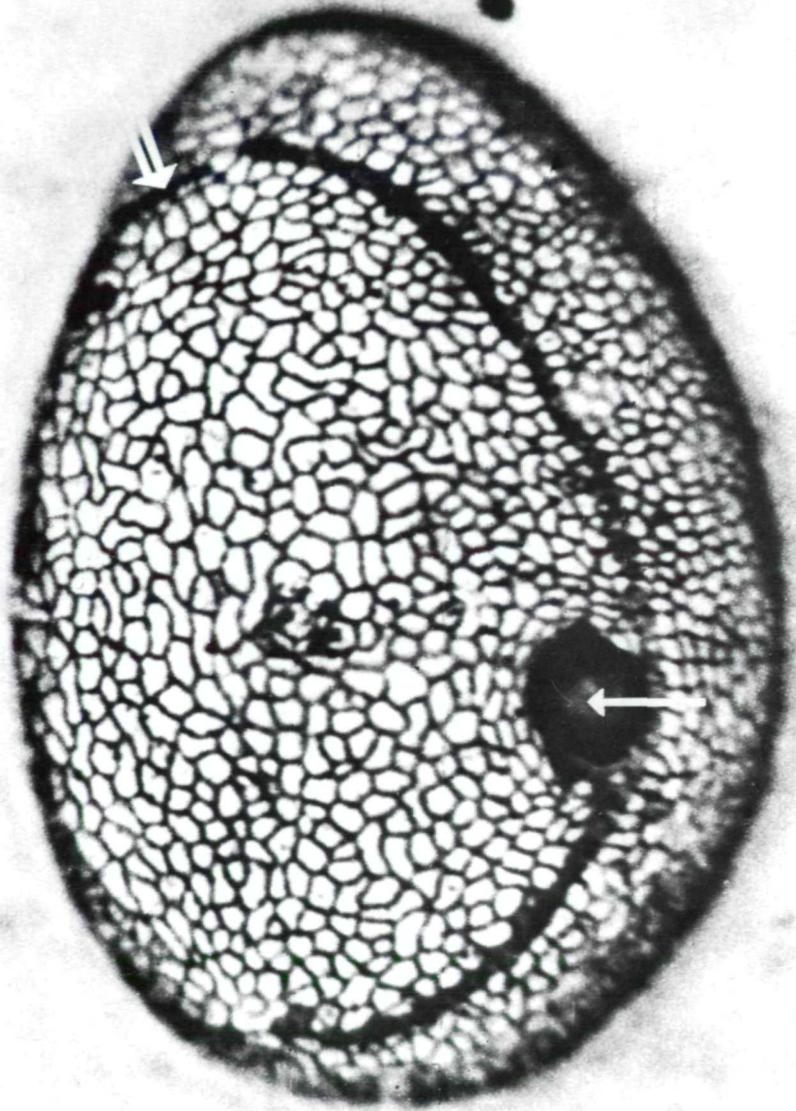


Abb. 4: *Chilodonella uncinata* EHRENBERG. Versilberung der Dorsalseite, die bis auf einen kleinen Rest, das Dorsalborstenorganell (Doppelpfeil), unbewimpert ist. Der Pfeil weist auf den geöffneten Zellafter. 2300 x. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OO.).

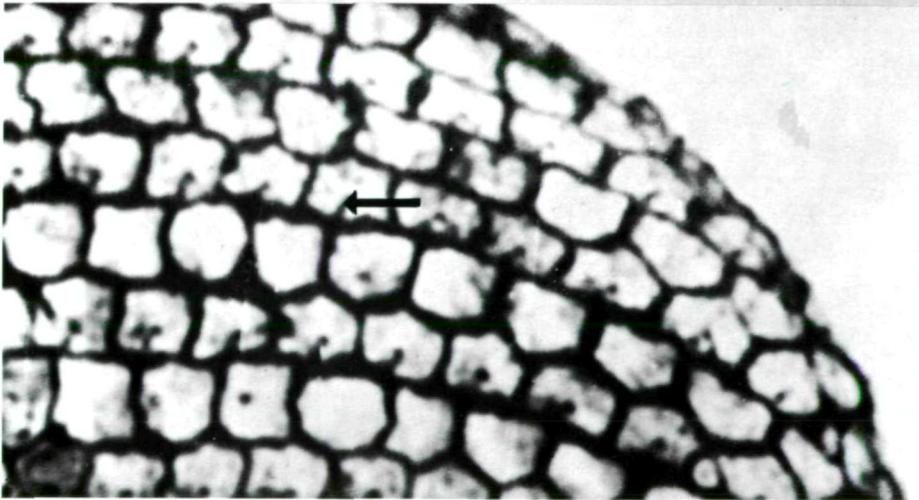
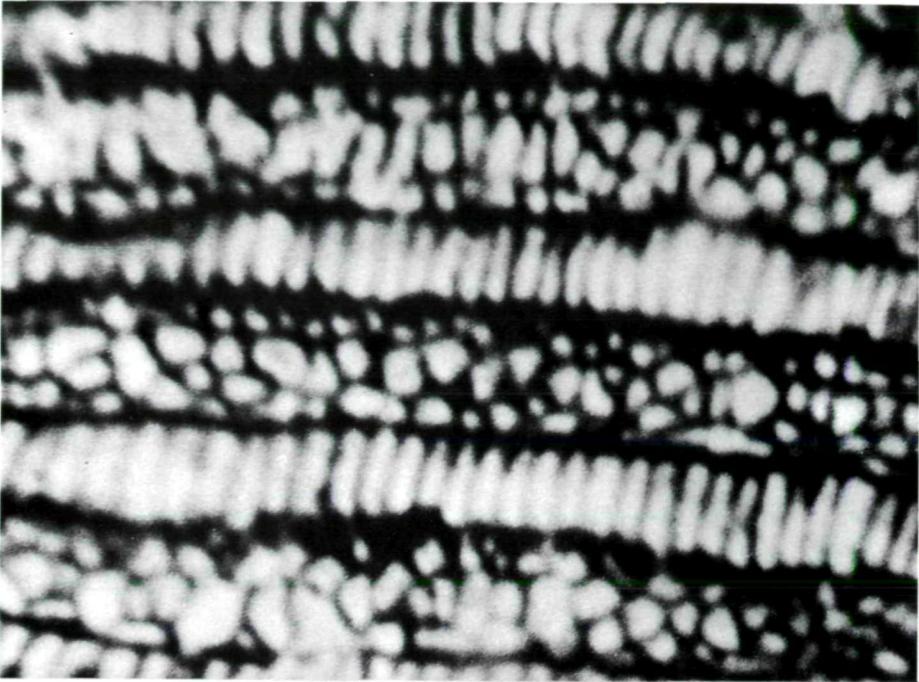


Abb. 5 a: *Placus luciae* KAHL. Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems, das kongruent mit einer sehr ähnlichen auch lebend sichtbaren Pellikulastruktur verläuft. 7000 x. Algenaufguß eines Teiches des Linzer Bot. Gartens (OO.).

Abb. 5 b: *Holophrya* sp. Stark vergrößerter Teil des Silberliniensystems. Die Basalkörper der Cilien, die etwa in der Mitte eines jeden Fünfecks liegen, sind durch kleine Silberlinien (Pfeil) an das übrige Silberliniensystem angeschlossen. 3800 x. Zwischen Lemnawurzeln eines kleinen Autümpels bei Kleinmünchen (Linz, OO.).

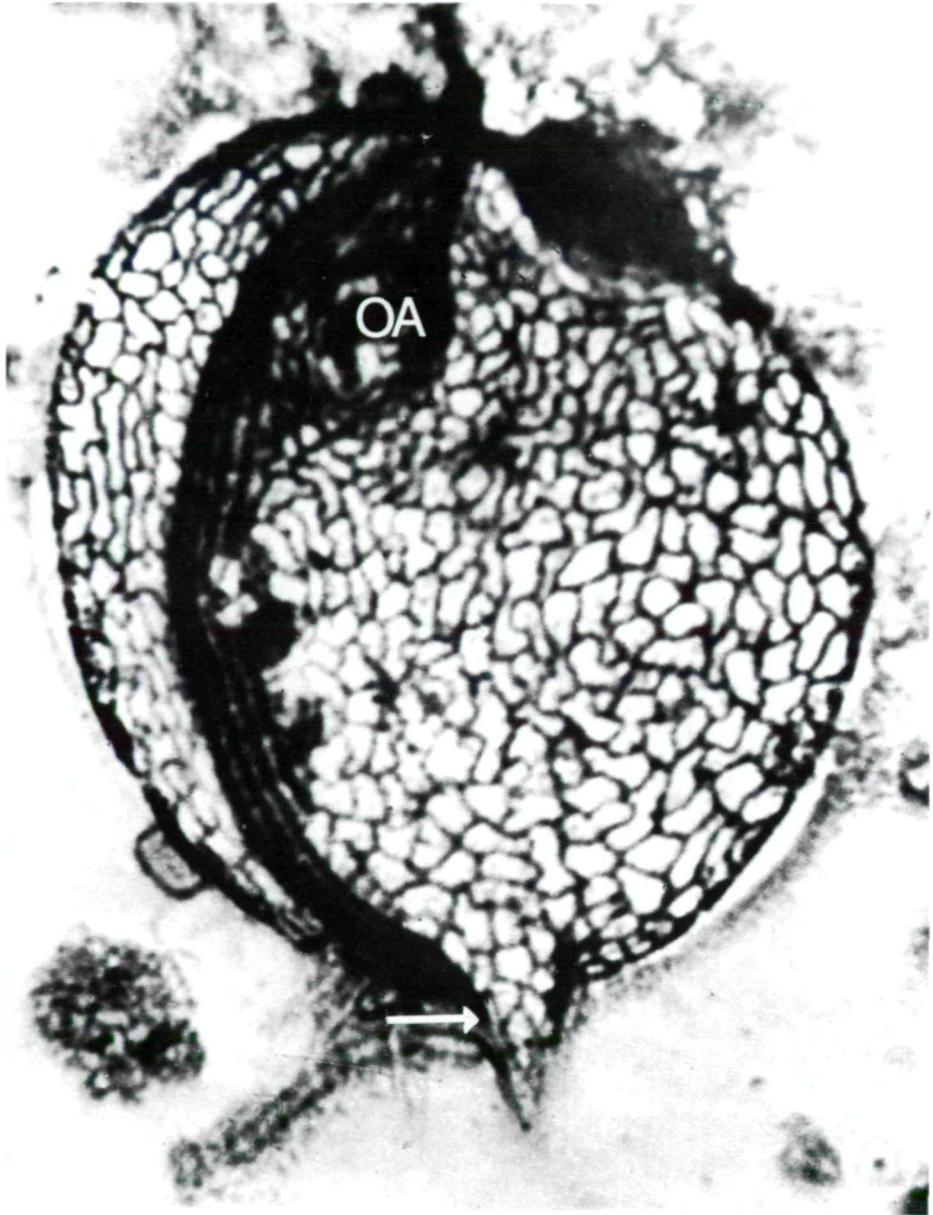


Abb. 6: *Trochilia minuta* ROUX. Silberliniensystem der Ventralseite. Charakteristisch für diese Familie ist der sog. Griffel (Pfeil), der beweglich ist und vermutlich eine Tastfunktion besitzt. Die Bewimperung ist noch weiter reduziert als bei der Gattung *Chilodonella* (vgl. Abb. 2). 4500 x. Zwischen Zellulosefäden im Kanalsystem der Kleinmüncher Spinnerei (Linz, OÖ.).

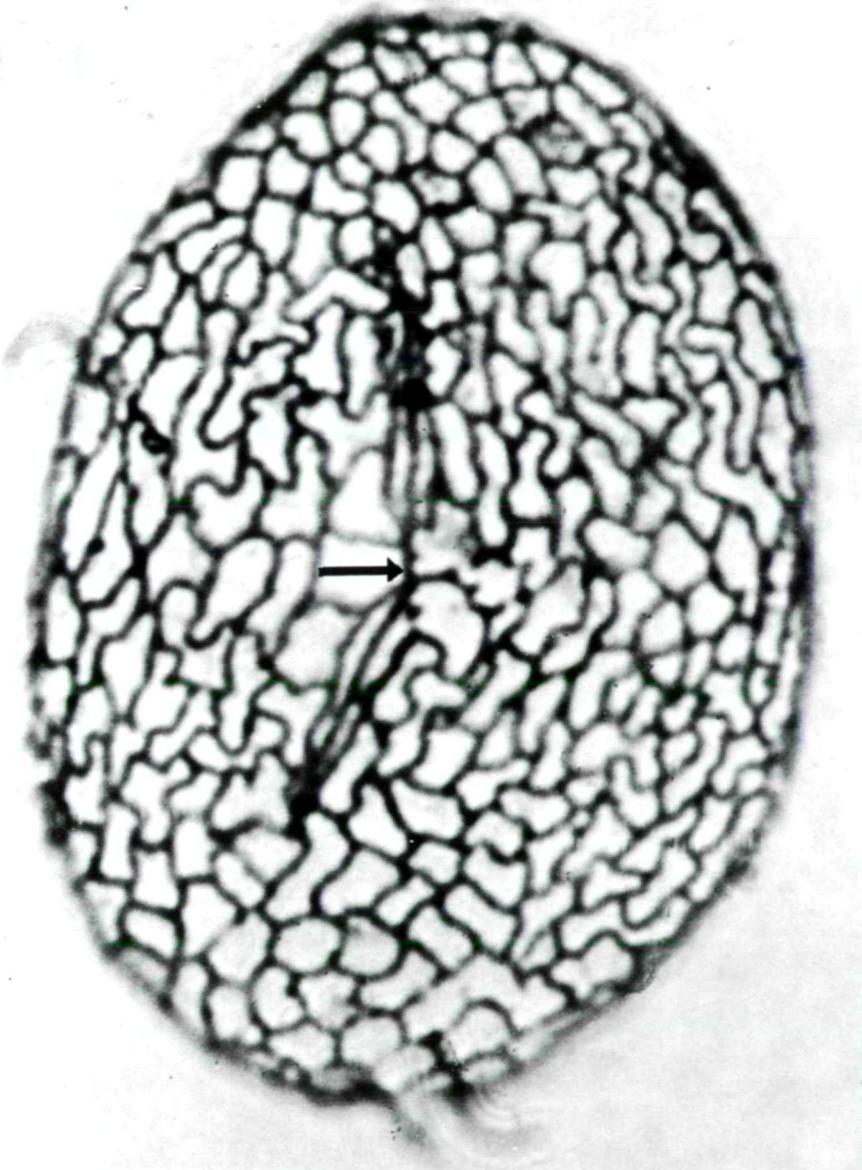


Abb. 7: *Trochilia minuta* ROUX. Silberliniensystem der unbewimperten Dorsalseite eines sich teilenden Tieres. Die Cytopype ist bereits geteilt, und die Tochter-Cytopygen werden nur durch eine Silberlinie (Pfeil) miteinander verbunden. 4800 x. Zwischen Zellulosefäden im Kanalsystem der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).

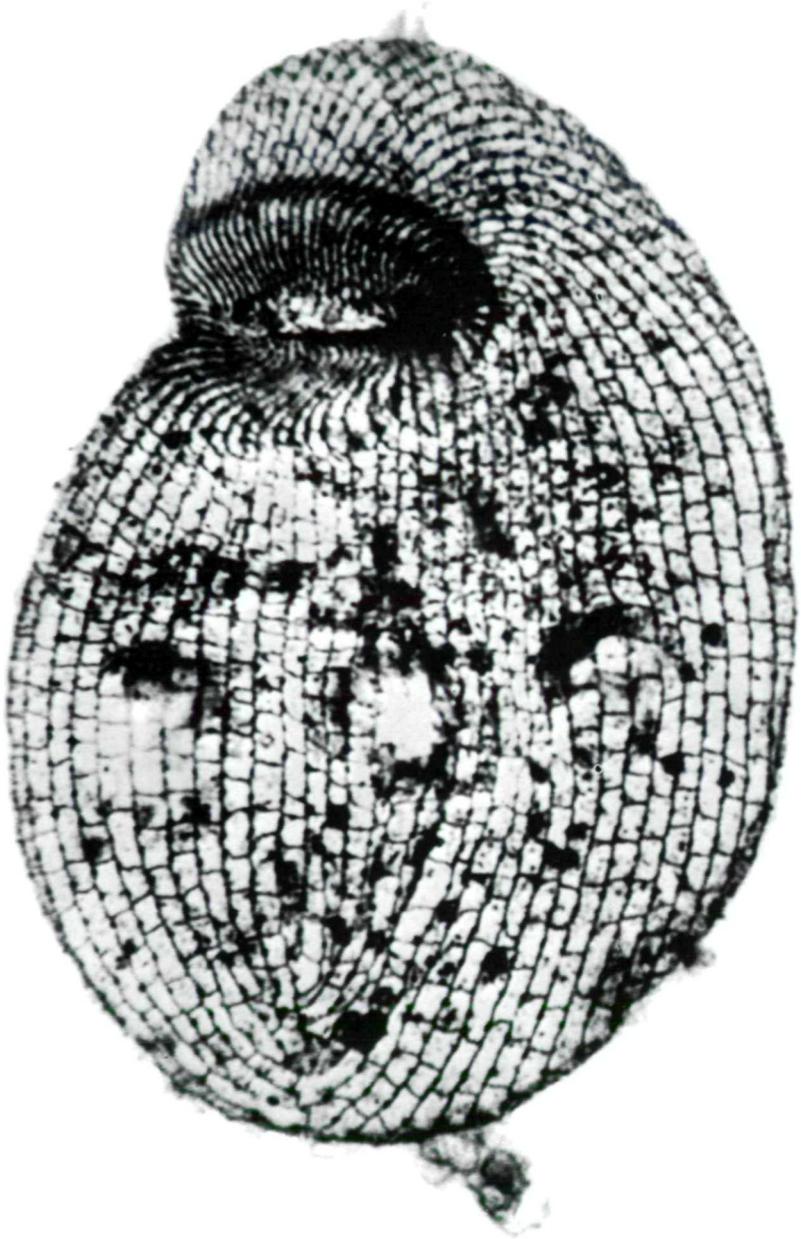


Abb. 8: *Plagiopyla nasuta* STEIN. Silberliniensystem der linken Seite. Die kleinen Körnchen, die auf den meridional verlaufenden Silberlinien liegen, sind die Basalkörper der Cilien. Links oben, wo die Wimpern besonders dicht stehen, befindet sich der Oralapparat. 1600 x. Zwischen Zellulosefäden im Kanalsystem der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OO.).

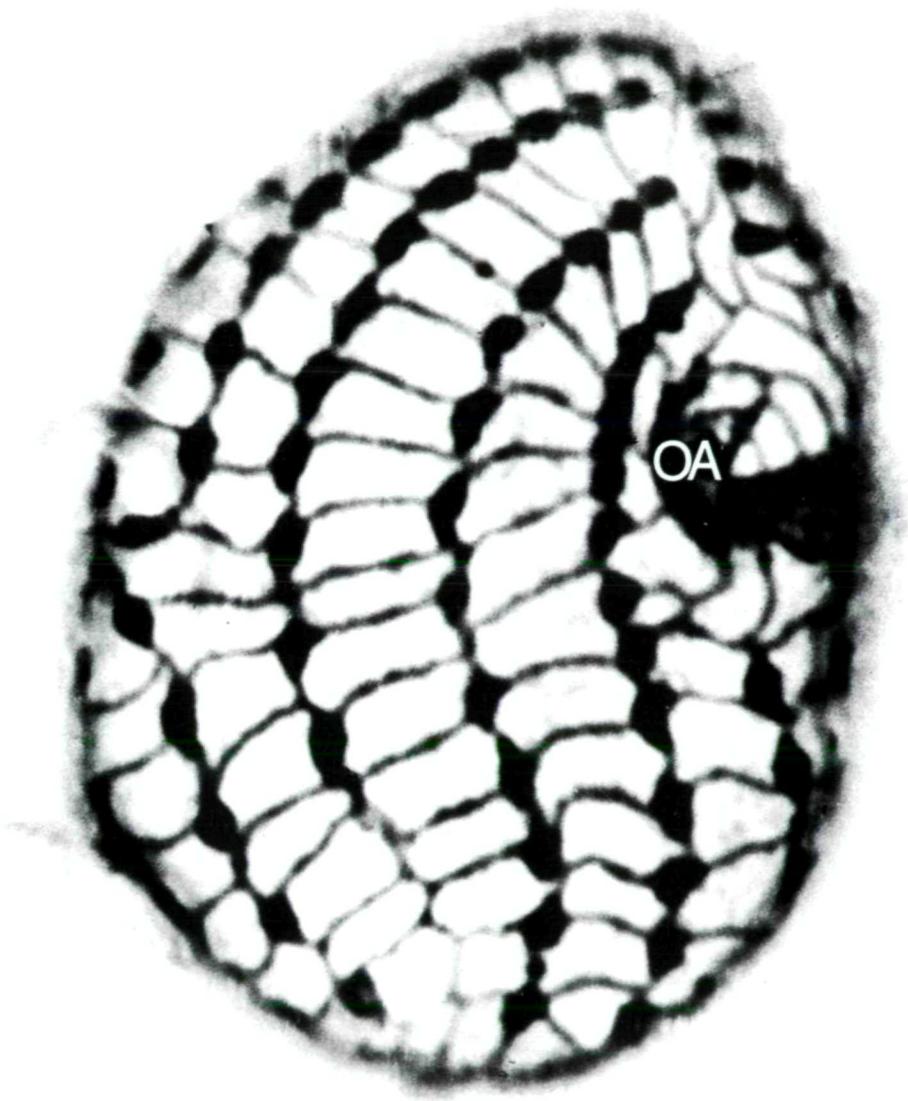


Abb. 9: *Colpoda steini* MAUPAS. Silberliniensystem rechts-lateral. Typisches Beispiel für ein weitmaschiges Silberliniensystem. Die Basalkörper der Cilien sind hier besonders auffällig, weil stets zwei sehr dicht nebeneinander liegen. Alle Basalkörper und der Oralapparat (OA) werden durch horizontal- und meridional verlaufende Silberlinien zu einem Kontinuum verbunden. 3800 x. Salatblätterraufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, ÖÖ.).

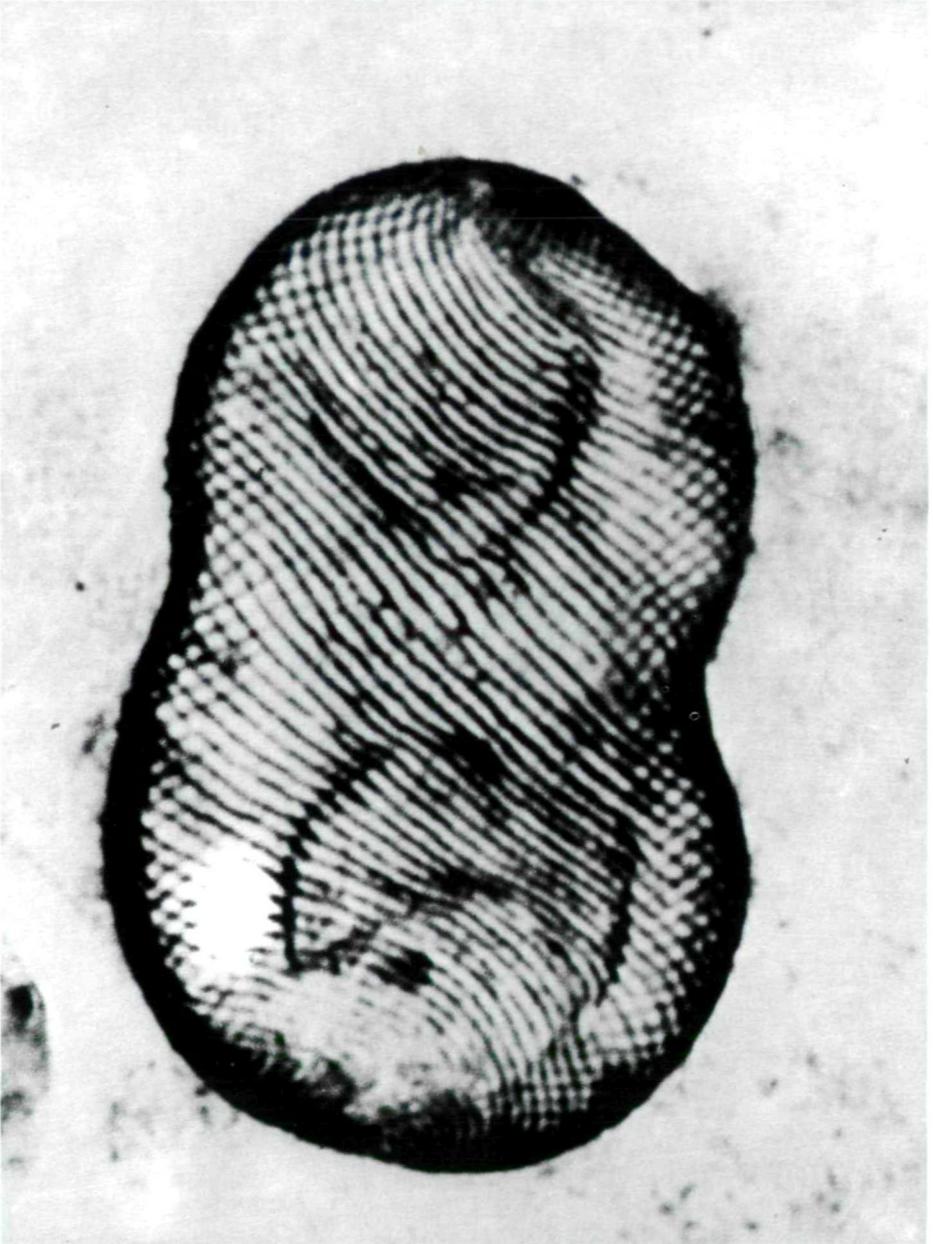


Abb. 10: *Euglena viridis*. Das spirilige Silberliniensystem dieser leicht kontrahierten Alge ist ein typisches Beispiel dafür, daß nicht nur tierische, sondern auch gewisse pflanzliche Einzeller Silberliniensysteme besitzen. Inwieweit diese Silberliniensysteme in Struktur und Funktion denen der Ciliaten entsprechen, ist unbekannt. 3400 x. Kleiner mit Küchenabwässern belasteter Tümpel in der Nähe des Mitterwassers bei Linz (OO.).

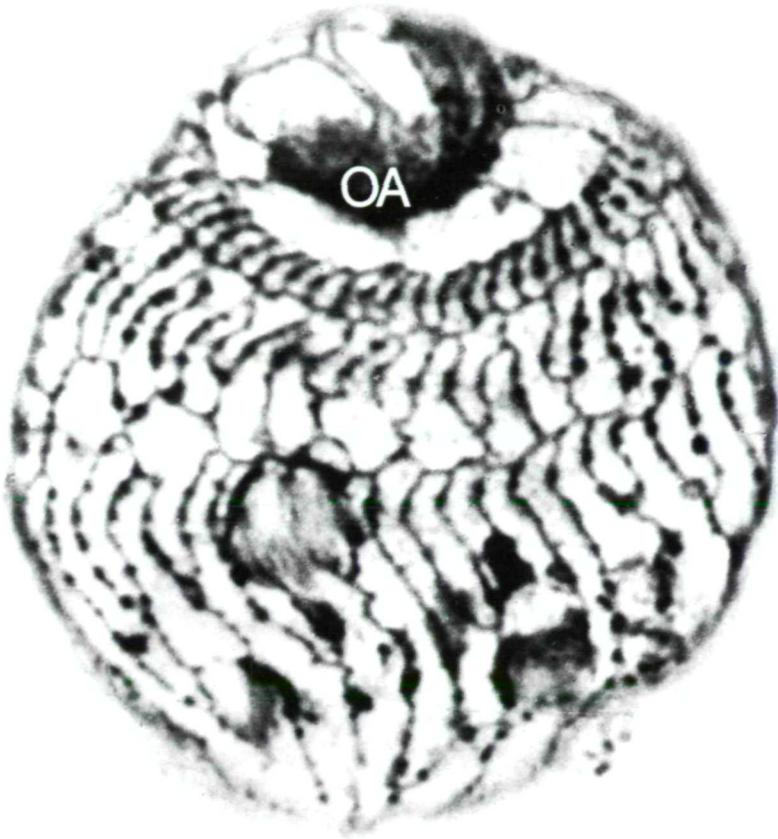


Abb. 11: *Trimyema compressum* LACKEY. Die beim Oralapparat (OA) beginnenden Cilienreihen umziehen schraubenartig die Zelle. 3300 x. Stark faulender Aufguß von Wasserpflanzen aus dem Mitterwasser bei Linz (OO.).



Abb. 12: *Discophrya laccophili* MATTHES. Lebendaufnahme. Dieses zur Ordnung der Sauginfusorien (Suktoria) gehörende Wimpertier lebt obligatorisch symphoriont auf den Beinen von Schwimmkäfern der Gattung *Laccophilus*. Mit den Tentakeln, die in zwei Büscheln am vorderen Zellende angeordnet sind, werden die Beuteorganismen (meist andere Ciliaten) gefangen, getötet und ausgesaugt. 1050 x. Auf *Laccophilus* sp. eines kleinen Autümpels bei Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

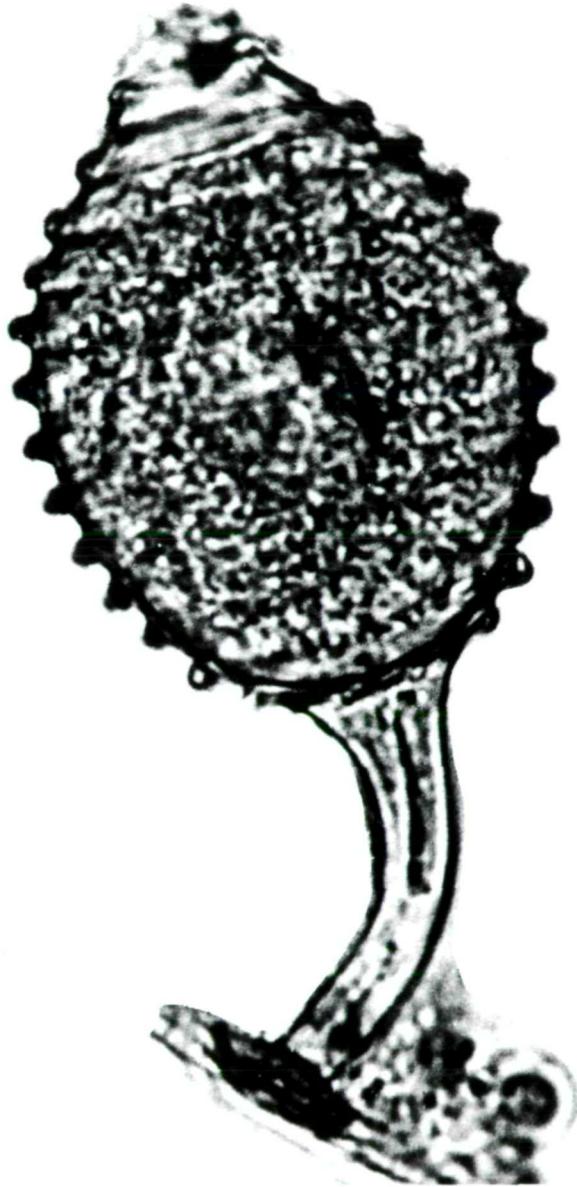


Abb. 13: Lebendaufnahme einer Cyste von *Podophrya libera* PERTY. Bei Eintritt von ungünstigen Lebensumständen können die Wimpertiere sehr widerstandsfähige Dauerformen, sog. Cysten, welche oft eine ganz charakteristische Form haben und bei den Suctorien auch bestielt sind, ausbilden. 2700 x. Aufguß von Algen und Wasserpflanzen aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).

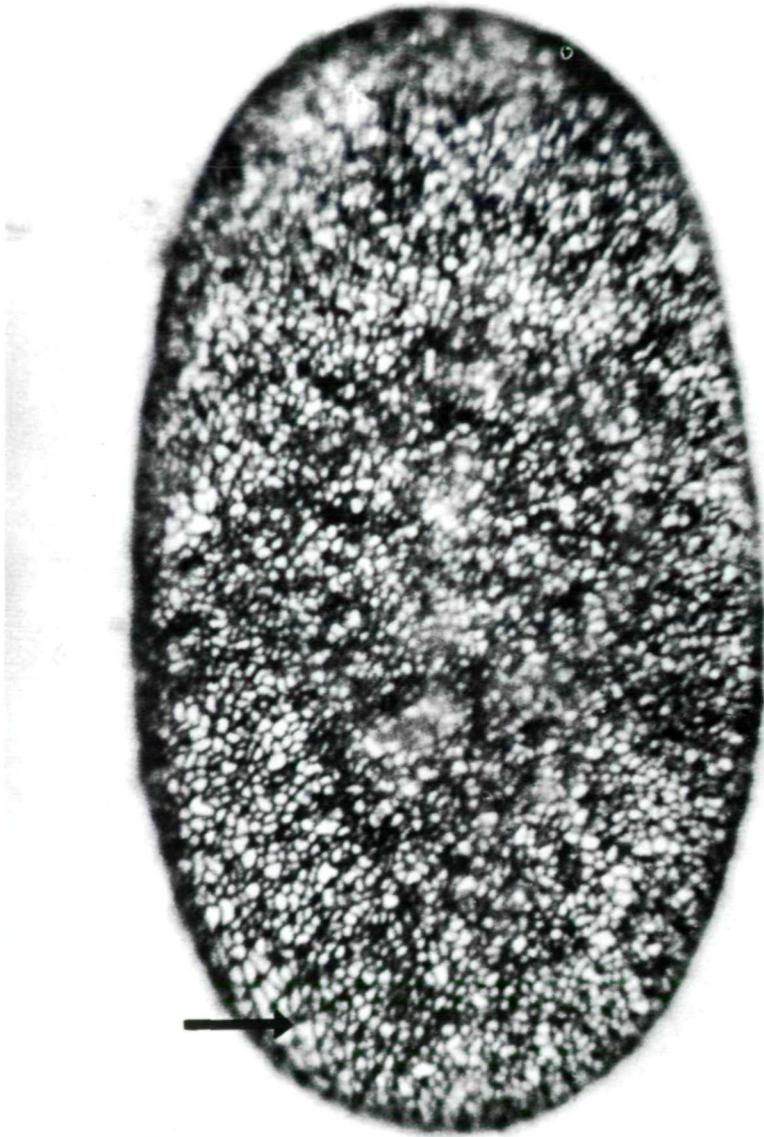


Abb. 14: Da die Suktorien im adulten Zustand festsitzend sind, bilden sie zur Vermehrung Schwärmer aus. Der Schwärmer von *Podophrya fixa* O. F. MÜLLER (Bild) besitzt ein sehr engmaschiges Silberliniensystem. Mit Hilfe einiger randständiger Cilienreihen, deren Basalkörper (Pfeil) in das Silberliniensystem eingegliedert sind, schwimmt er solange umher, bis er einen geeigneten Lebensraum gefunden hat, worauf dann die Cilien resorbiert werden und ein Stiel ausgebildet wird. 3200 x. Flußmuschelaufguß aus dem Mitterwasser bei Linz (OÖ.).

42 x 25



Abb. 15: *Uronema parduczi* FOISSNER. Silberliniensystem der Ventralseite. Der typische tetrahymenide Oralapparat [3 Membranellen (Pfeile) und eine undulierende Membran (Doppelpfeil)] ist gut erkennbar. Unterhalb desselben liegt im sog. Richtungsmeridian die Cytopygensilberlinie, deren Verästelung ein ungefähres Maß für das Alter des Tieres ist. 5000 x. Strohaufguß mit Teichwasser aus der Nähe von Stammersdorf (Wien).



Abb. 16: *Uronema parduzzi* FOISSNER. Verfüttert man *U. parduzzi* an das Raubinfusor *Oxytricha fallax*, so imprägniert sich bei den in der Nahrungsvakuole des Raubinfusors gefangenen und leicht angedauten Uronemen zusätzlich ein sonst kaum darstellbares gitterförmiges „Silberliniensystem“, das vermutlich mit der Pellikulastruktur dieses Ciliaten identisch ist. 2200 x. Aufguß von Algen und Wasserpflanzen aus dem Seewinkel (Burgenland).



Abb. 17: *Glaucoma scintillans* EHRENBERG. Silberliniensystem links-lateral. Typisches Beispiel für ein streifenförmiges Silberliniensystem. Der Pfeil weist auf den Oralapparat. Die gewellt erscheinenden Silberlinien, die Meridiane 2. Ordnung, beherbergen beim lebenden, nicht gereizten Tier die Protrichocysten, das sind kleine aus Schleimsubstanzen bestehende stäbchenförmige Organellen, die bei Reizung blitzartig ausgestoßen werden, im Wasser dann stark aufquellen und das Tier als Schutzhülle umgeben. 2300 x. Blumenstengelaufluß mit Tümpelwasser aus Gaisbach (ÖÖ.).

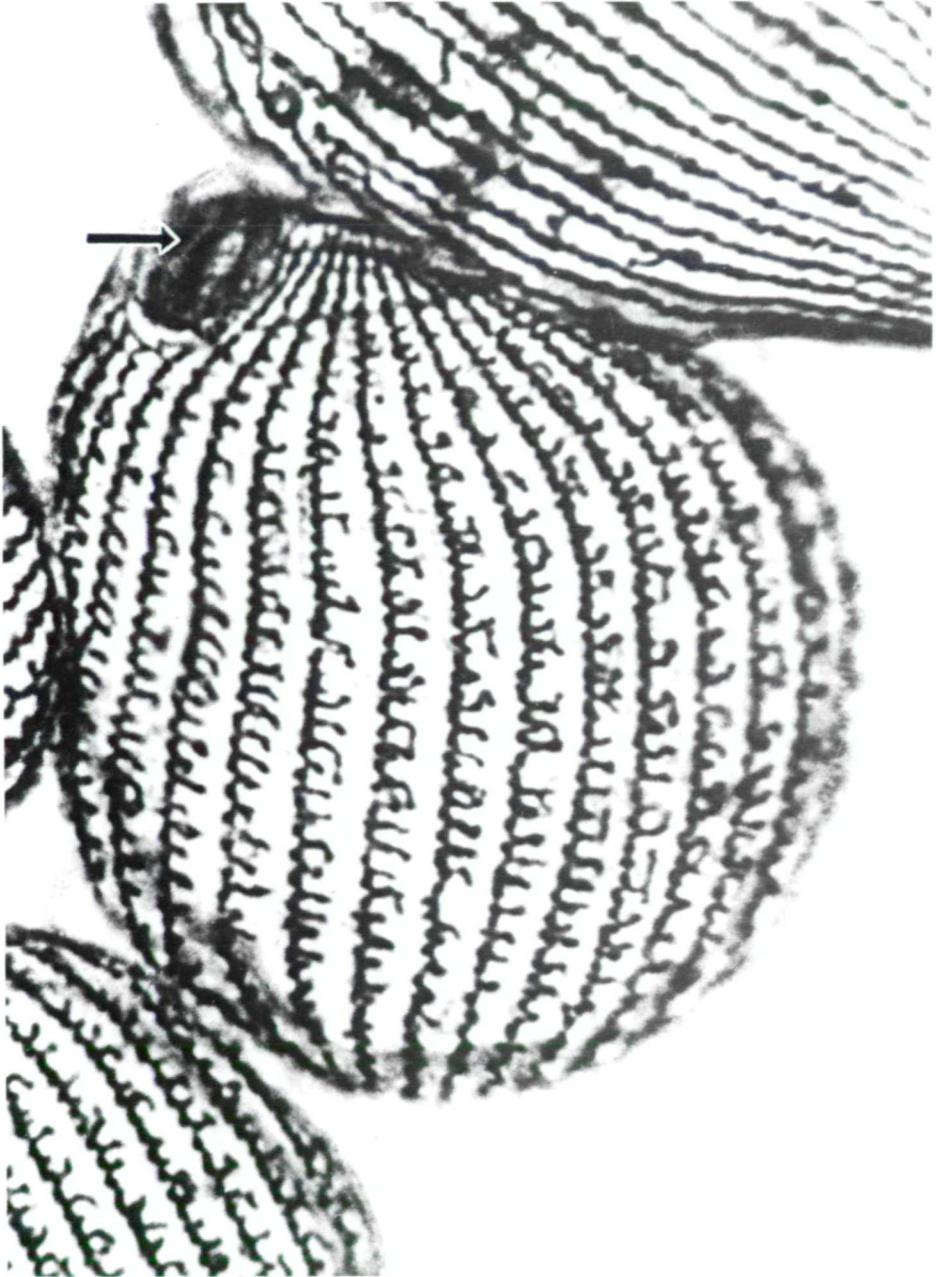


Abb. 18: *Tetrahymena pyriformis* EHRENBERG. Silberliniensystem links-lateral. Den etwa rechtwinkelig von den dicht mit Basalkörpern besetzten Basalfibrillen (Meridiane 1. Ordnung) abzweigenden Silberlinien sind die Protrichozysten angeschlossen. Der Pfeil weist auf den Oralapparat. 2300 x. Blumenstengelauflaufuß mit Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).

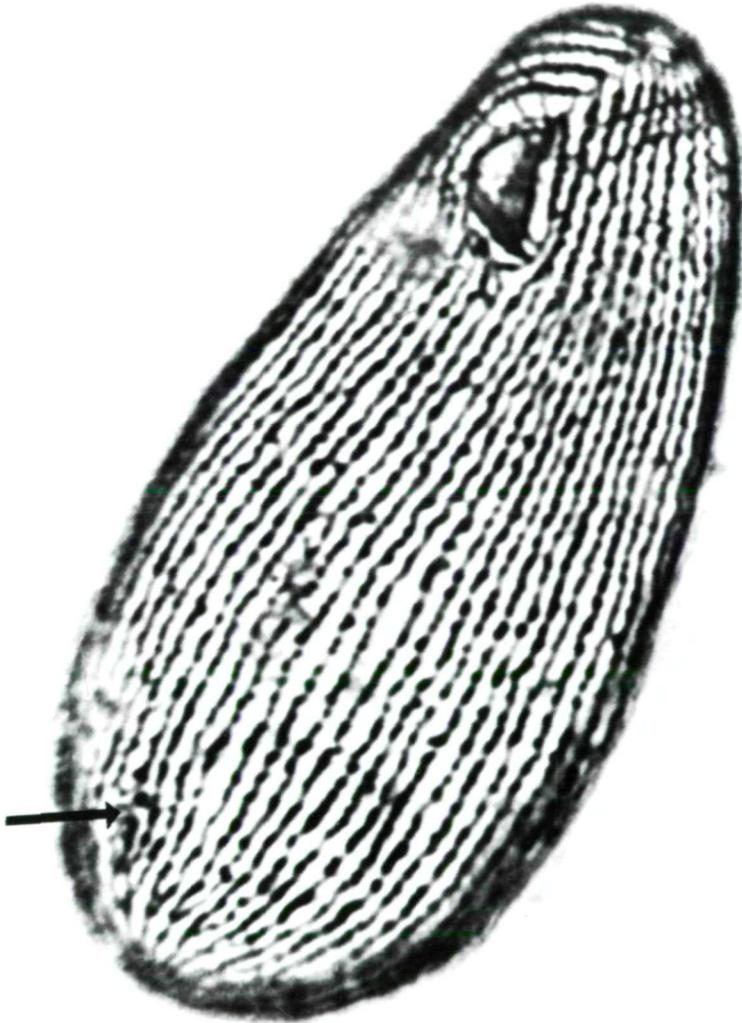


Abb. 19: *Colpidium campylum* STOKES. Silberliniensystem der Ventralseite. Der typische dreieckförmige tetrahymenide Oralapparat und die einfache apikale Polbildung (vgl. Abb. 21) sind erkennbar. Der Pfeil weist auf den Zellafter. 2000 x. Blumenstengelaufguß mit Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).

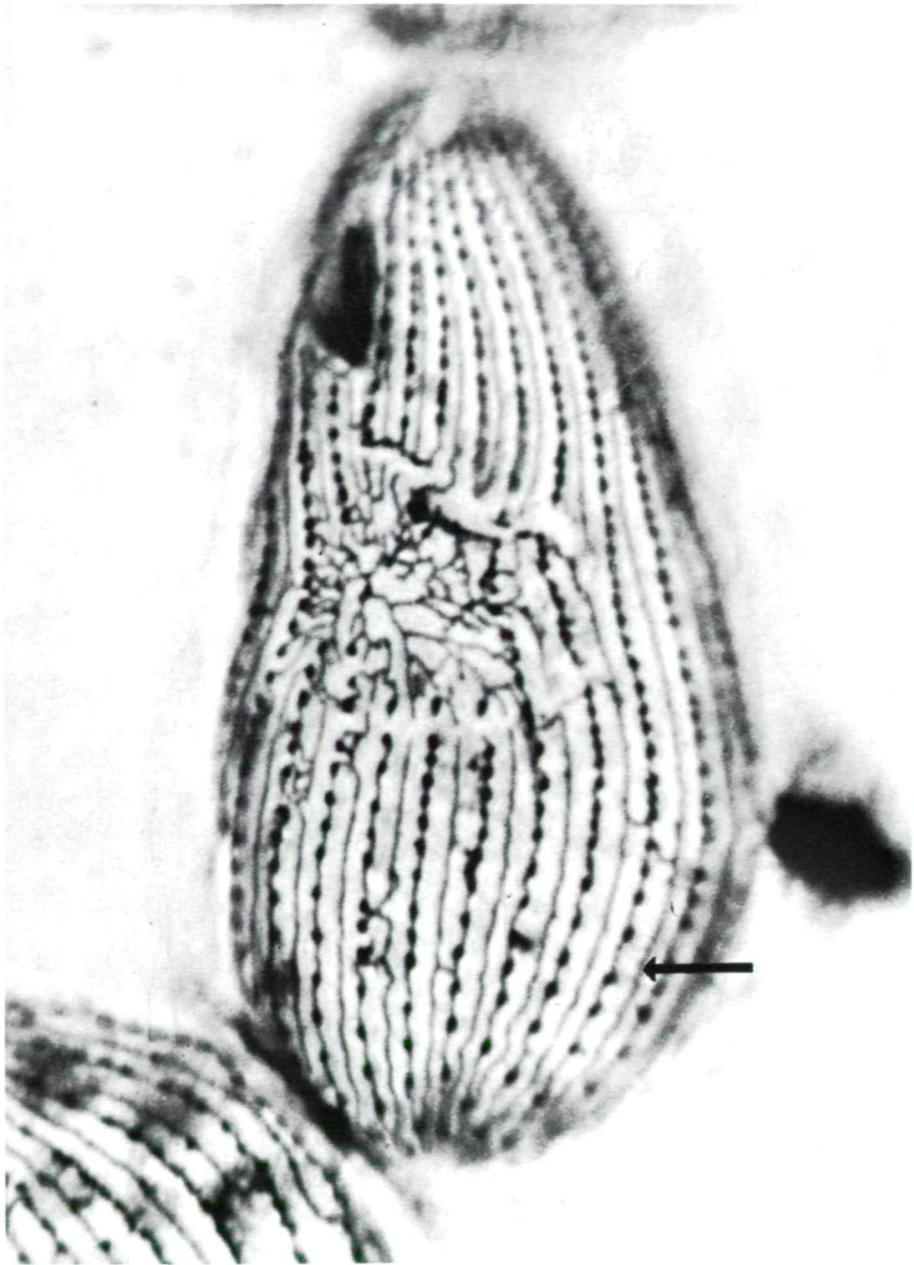


Abb. 20: *Colpidium campylum* STOKES. Diesem Tier wurde ein Teil der Pellikula herausgeschnitten. Etwa 5 Minuten nachher findet sich auf der geschnittenen Stelle ein gitterförmig verändertes Silberliniensystem. Den Protrichozysten-fibrillen (Pfeil) sind keine Protrichozysten angeschlossen (vgl. Abb. 19!). 2000 x. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OO.).



Abb. 21: *Colpidium colpoda* EHRENBERG. Die sehr komplizierte und für diese Art typische apikale Polbildung, der Oralapparat und das Kontinuum des Silberliniensystems sind besonders gut erkennbar. Die Protrichozystenfibrillen sind zum Zwecke des Neuanchlusses der Protrichocysten vielfach aufgeteilt (s. z. B. Pfeil). 2500 x. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OO.).



Abb. 22: *Colpidium colpoda* EHRENBERG. Versilberung konjugierender Tiere. Es ist klar ersichtlich, daß dabei die Silberliniensysteme der Partner am vorderen Pol miteinander verschmelzen. 1000 x. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OO.).

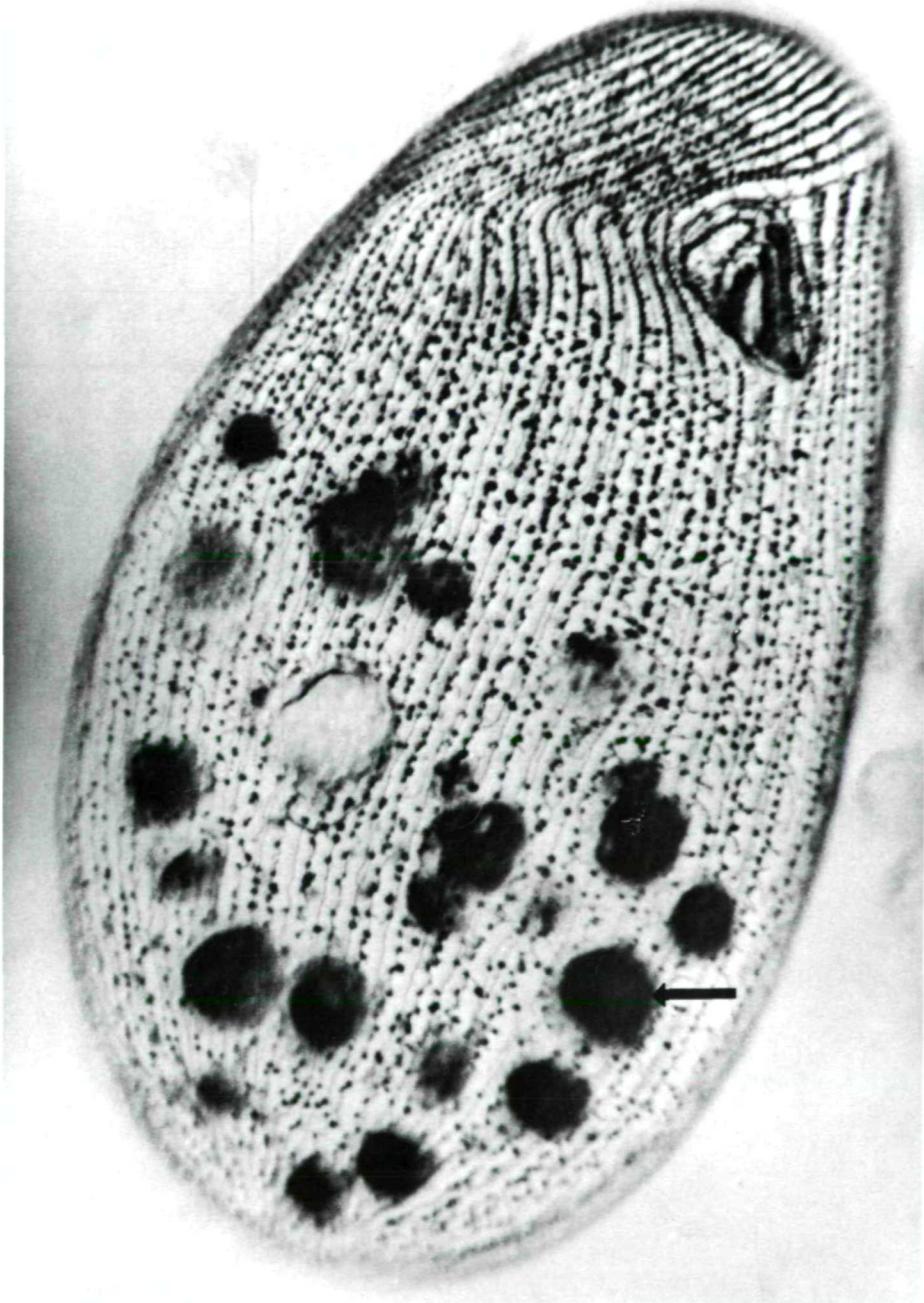


Abb. 23: *Colpidium kleini* FOISSNER. Silberliniensystem rechts-lateral. Der Oralapparat ist typisch tetrahymenid aufgebaut (vgl. Abb. 15). Die Nahrungsvakuolen (s. z. B. Pfeil) sind stark imprägniert worden. 1450 x. Salatblätteraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OO.).

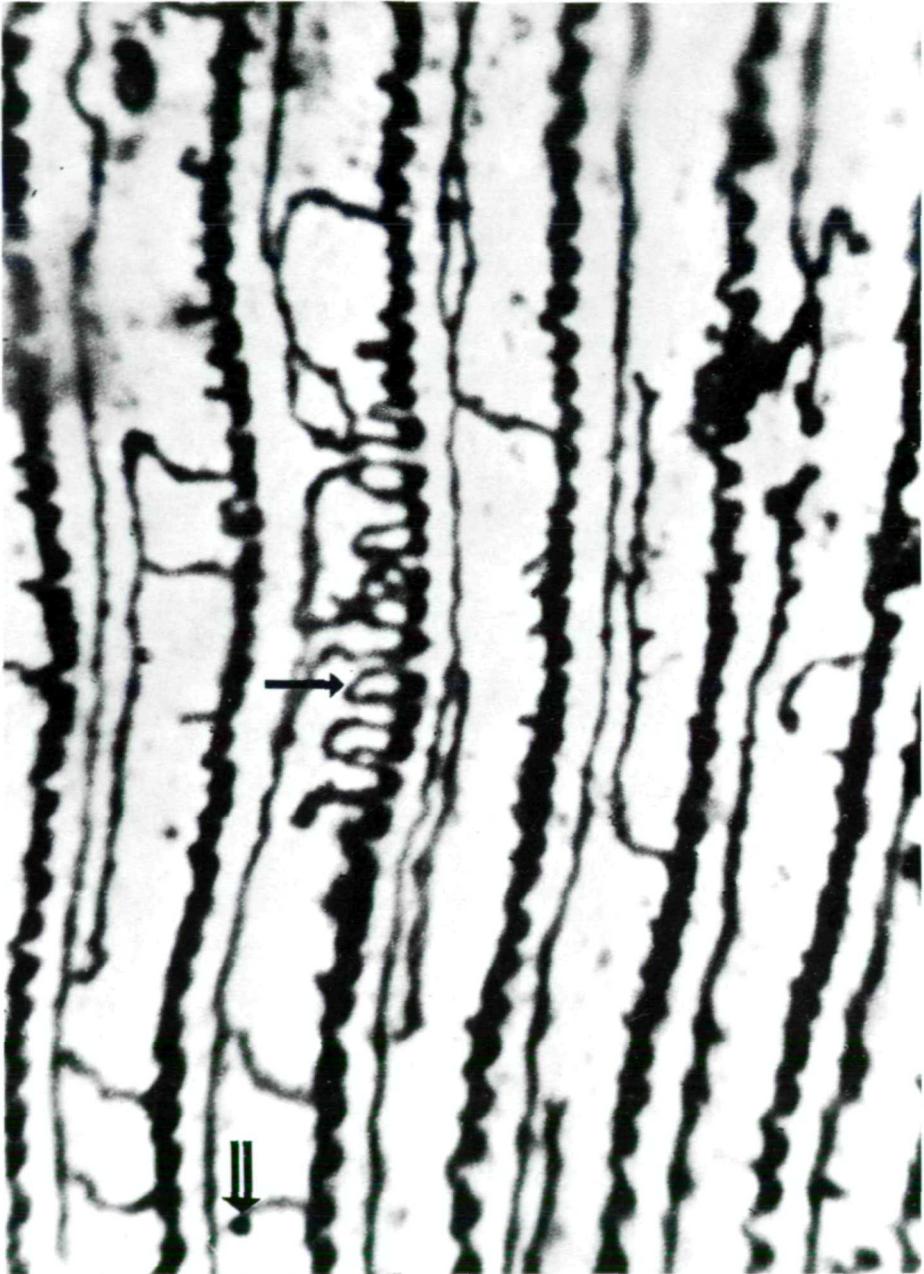


Abb. 24: *Colpidium kleini* FOISSNER. Dieses Bild zeigt das früheste erfaßbare Teilungsstadium im Silberliniensystem (Pfeil), welches sich im Richtungsmeridian an der Stelle des zukünftigen Mundes des Tochtertieres befindet. Es ist klar ersichtlich, daß zuerst ein engmaschiges Silberliniensystem gebildet wird, in dem dann die neuen Basalkörper für den Tochter-Oralapparat gebildet werden — ein starker Hinweis auf die formbildende Fähigkeit des Silberliniensystems. Der Doppelpfeil weist auf den Relationskörper einer Protrichocyste. 4300 x. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OÖ.).



Abb. 25: *Colpidium kleini* FOISSNER. Diesem Tier wurde der distale Pol abgeschnitten. Ca. 10 Sekunden später hat sich das Streifensystem (vgl. Abb. 23) in ein sehr engmaschiges Gitter umgewandelt. Diese von formativen Veränderungen begleitete schnelle Reaktion des Silberliniensystems auf eine Schädigung, ist ein Hinweis auf seine fibrilläre Natur. 1450 x. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (Ö.).



Abb. 26: *Colpidium kleini* FOISSNER. Diesem Tier wurde ebenfalls der distale Pol abgeschnitten. Ca. 7 Stunden später findet sich eine deutliche Narbe, an der das Silberliniensystem gitterförmig verändert ist. 3000 x. Strohaufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OO.).

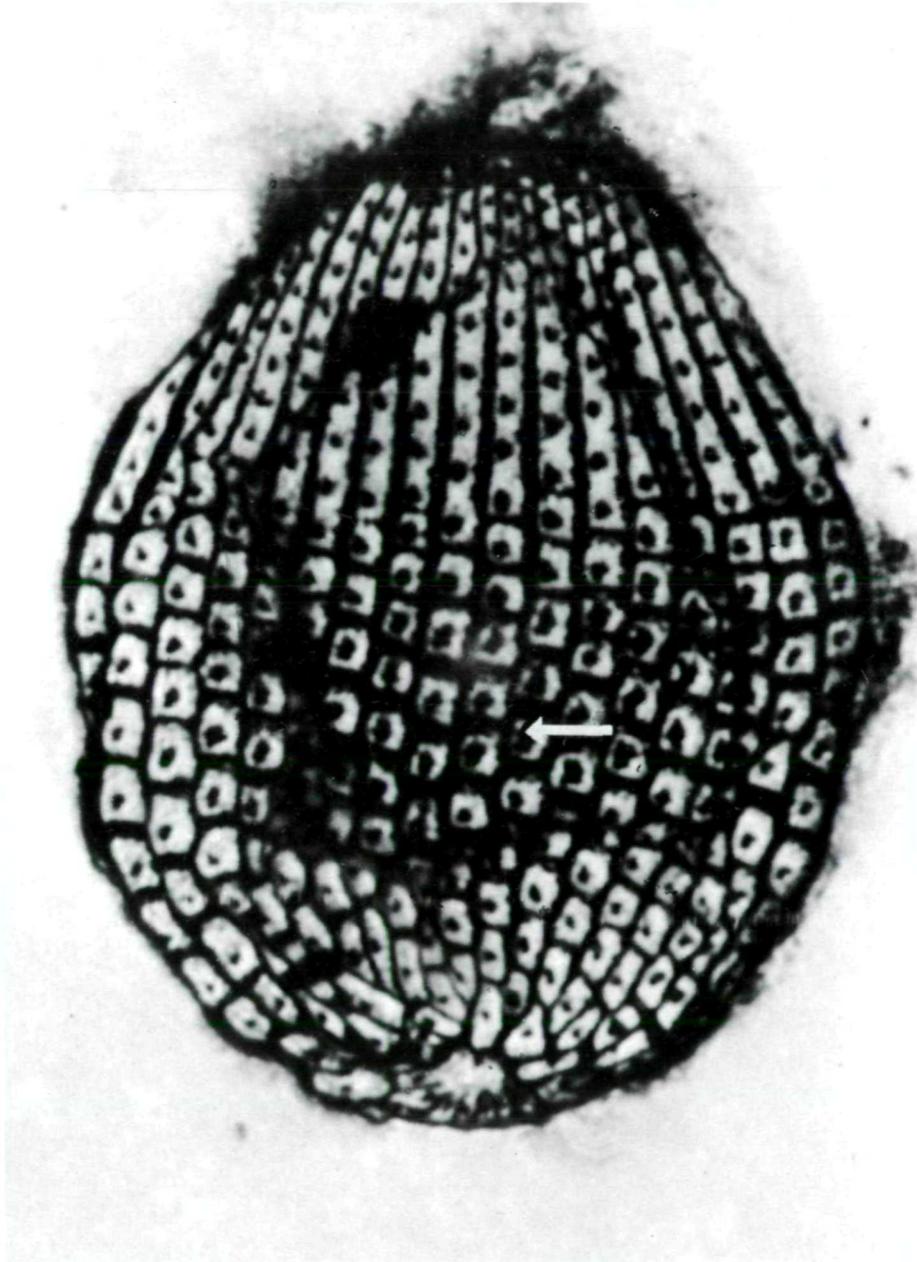


Abb. 27: *Lembadion lucens* MASKELL. Silberliniensystem der Dorsalseite. Auch hier wird das Silberliniensystem wahrscheinlich von kongruent verlaufenden, im Leben sichtbaren, Pellikulastrukturen überlagert. Etwa in der Mitte jedes Viereckes liegt ein Basalkörper, der durch sehr zarte Silberlinien mit dem übrigen Silberliniensystem verbunden ist (Pfeil). 1600 x. Torfmoosaufguß aus dem Ibmer Moor (Salzburg).

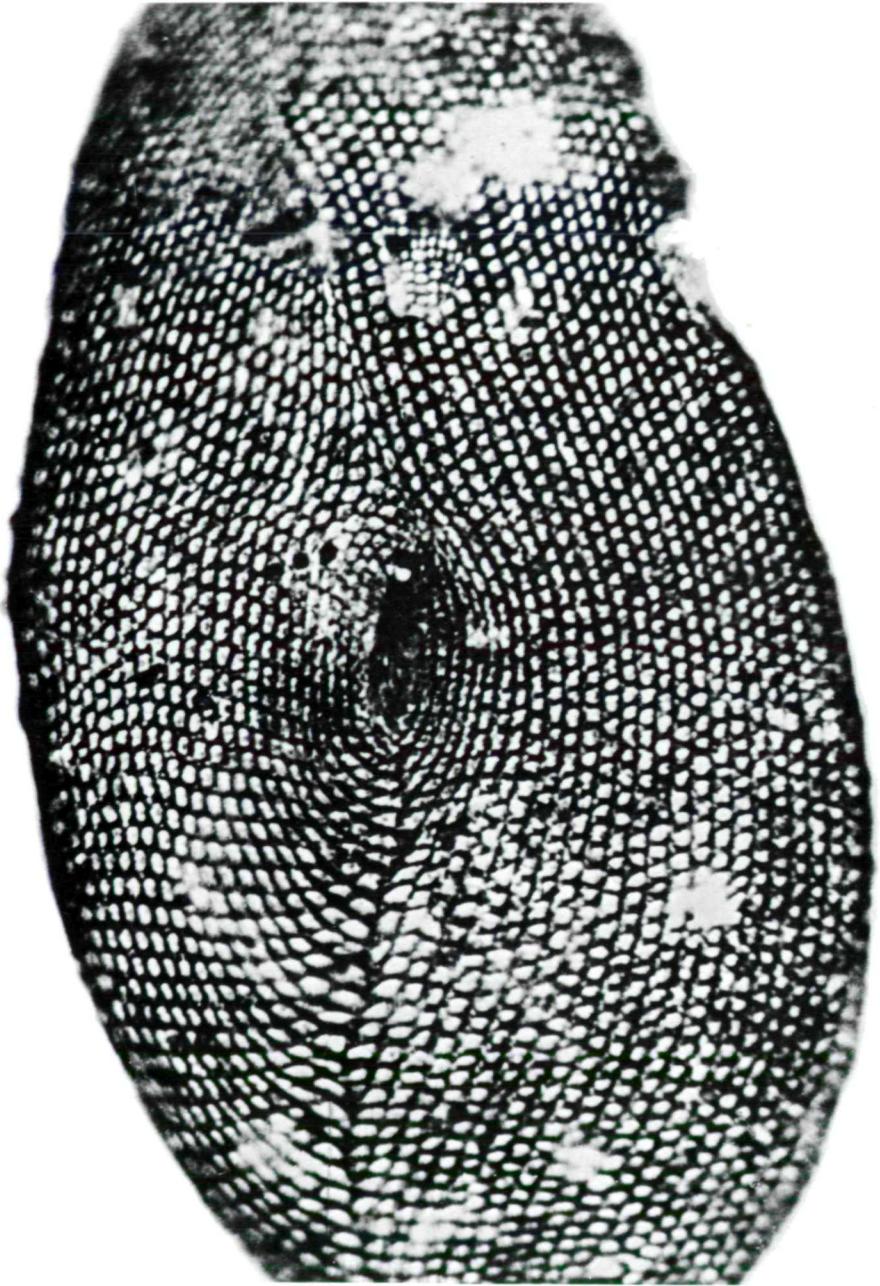


Abb. 28: *Paramecium caudatum* EHRENBERG. Nach 24-stündiger Einwirkung von stark verdünnter Kupferacetatlösung (ca. 1:100.000) wird das Silberliniensystem nicht mehr imprägniert, weil es vermutlich vollständig zerstört ist; statt dessen imprägniert sich die auch lebend sichtbare Pellikulastruktur, die eine typische viereckige Felderung aufweist. 950 x. Salatblätterraufguß mit leicht verjauchtem Tümpelwasser aus Gaisbach (OO.).

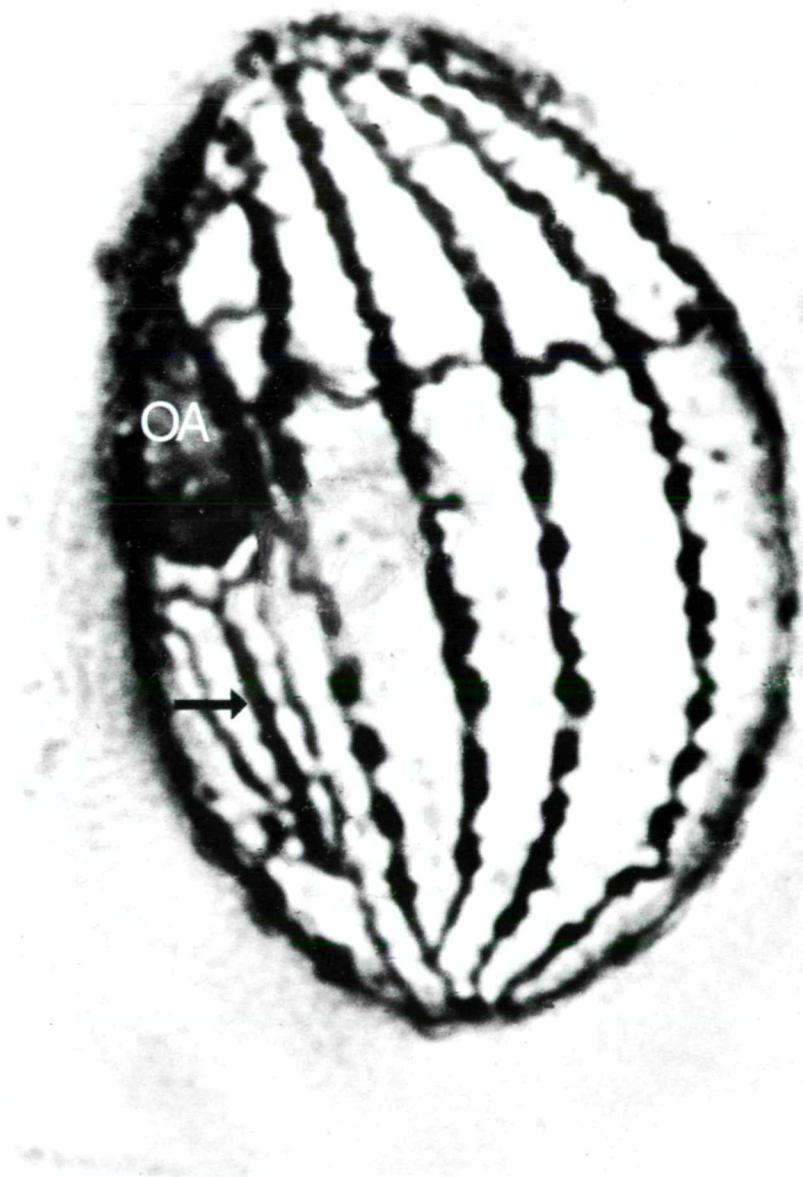


Abb. 29: *Cyclidium glaucoma* O. F. MÜLLER. Silberliniensystem links-lateral. Die meridional verlaufenden Cilienmeridiane werden in der Höhe des Oralapparates (OA) durch querverlaufende Silberlinien untereinander verbunden. Der Pfeil weist auf die Cytopygen-silberlinie. 4800 x. Aufguß von submersen Moosen des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).



Abb. 30: *Intranstylum eismondi* PENARD. Lebendaufnahme. Dieser hübsche peritriche Ciliat findet sich mit großer Regelmäßigkeit auf den Kiemen der Bachflohkrebsse. Mit dem sockelartigen, akontraktilen, von einem Fibrillenbündel durchzogenen Stiel, setzt er sich meist am Kiemenrand fest. Der Eingang in das Vestibulum (Pfeil), der dicke Peristomwulst und die genabelte Peristomscheibe sind gut erkennbar. 2200 x. Auf *Gammarus* sp. des Kanalsystems der Kleinmünchner Spinnerei (OÖ.).

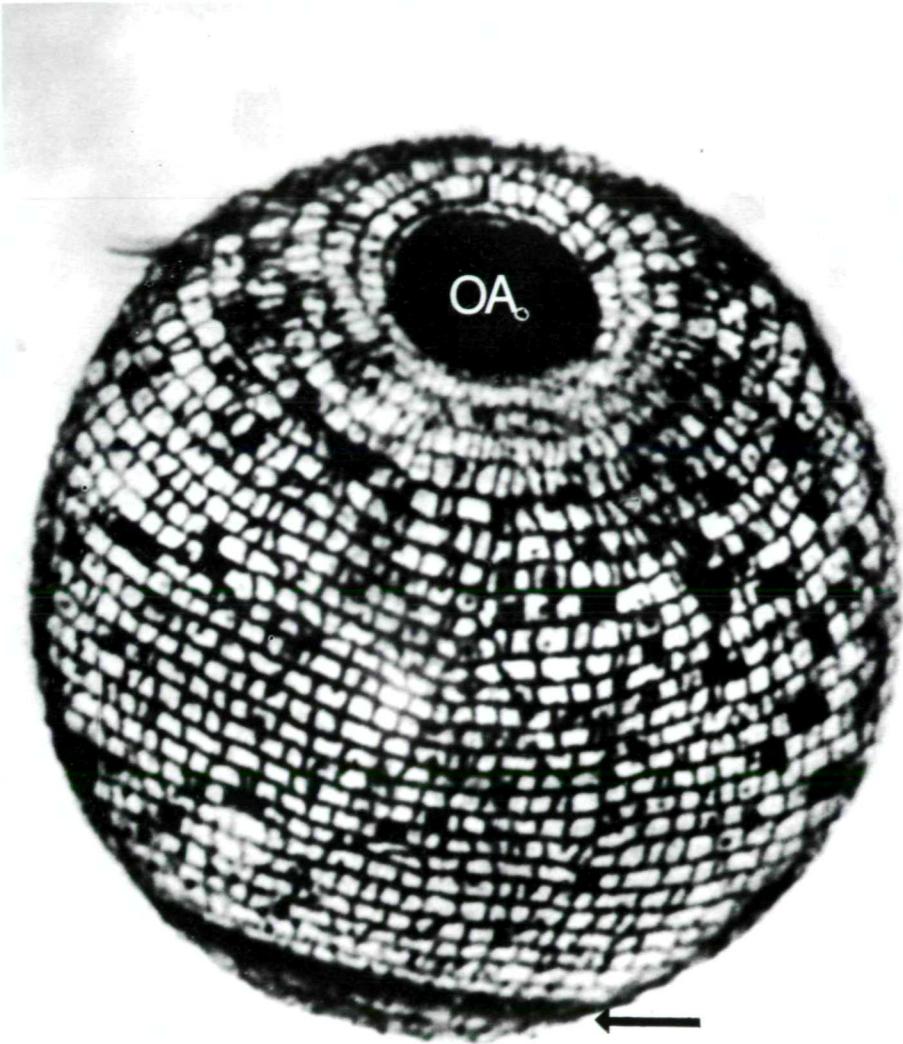


Abb. 31: *Pseudovorticella sphagni* FOISSNER und SCHIFFMANN. Gesamtansicht des gitterförmigen Silberliniensystems. Dieser Systemtyp war bei peritrichen Ciliaten bisher unbekannt. Der Oralapparat (OA) hat sich bei der Präparation stark kontrahiert. Der Pfeil weist auf den hinteren Wimperkranz (vgl. Abb. 32). 3400 x. Torfmoosaufguß aus dem Ibmer Moor (Salzburg).

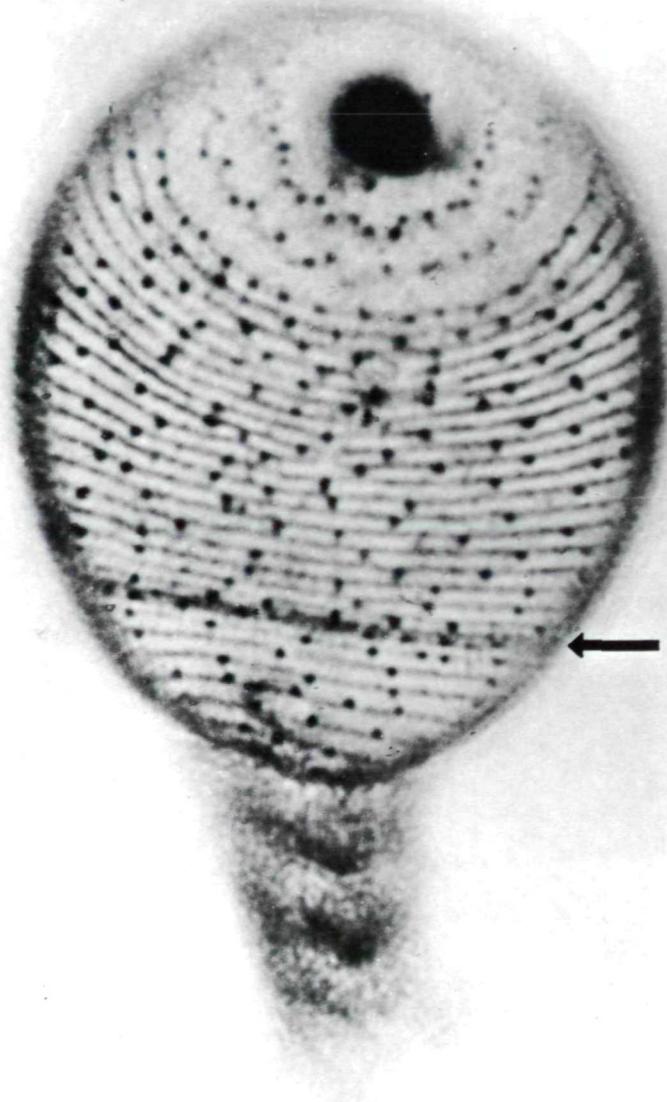


Abb. 32: *Vorticella extensa* KAHL. Gesamtansicht des Silberliniensystems, das sich aus kreisförmig um die Zelle verlaufenden Silberlinien aufbaut. Auffällig sind kleine Körnchen, die Pellikulaporen, die den Silberlinien dicht anliegen und deren Funktion unbekannt ist. Der Pfeil weist auf die praeformiert vorhandene Anlage des hinteren Wimperkranzes, der bei ungünstigen Lebensumständen oder zum Zwecke der Konjugation ausgebildet werden kann und mit dem das sonst festsitzende Tier schwimmfähig wird. 1700 x. Auf Wasserpflanzen im Kanalsystem der Kleinmünchner Spinnerei (Linz, OÖ.).



Abb. 33: *Vorticella cupifera* KAHN. Versilberung eines späten Teilungsstadiums. Die kreisförmige Anordnung der Silberlinien um die Tochter-Oralapparate ist hier besonders gut erkennbar. Die Tochttertiere sind bereits fast vollständig getrennt. 2100 x. Narzissen-aufguß von der Taupflitzalm (Steiermark).



Abb. 34: *Euplotes moebiusi f. quadricirratus* KAHL. Versilberung der Ventralseite. Typisch für Ciliaten dieser Ordnung sind die Cirren (s. z. B. Pfeil), das sind Organellen, die aus vielen verklebten Wimpern aufgebaut sind. Der Oralapparat verläuft am rechten Rand des Tieres bogenförmig von oben bis zur Mitte und ist aus vielen Membranellen aufgebaut. 2500 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

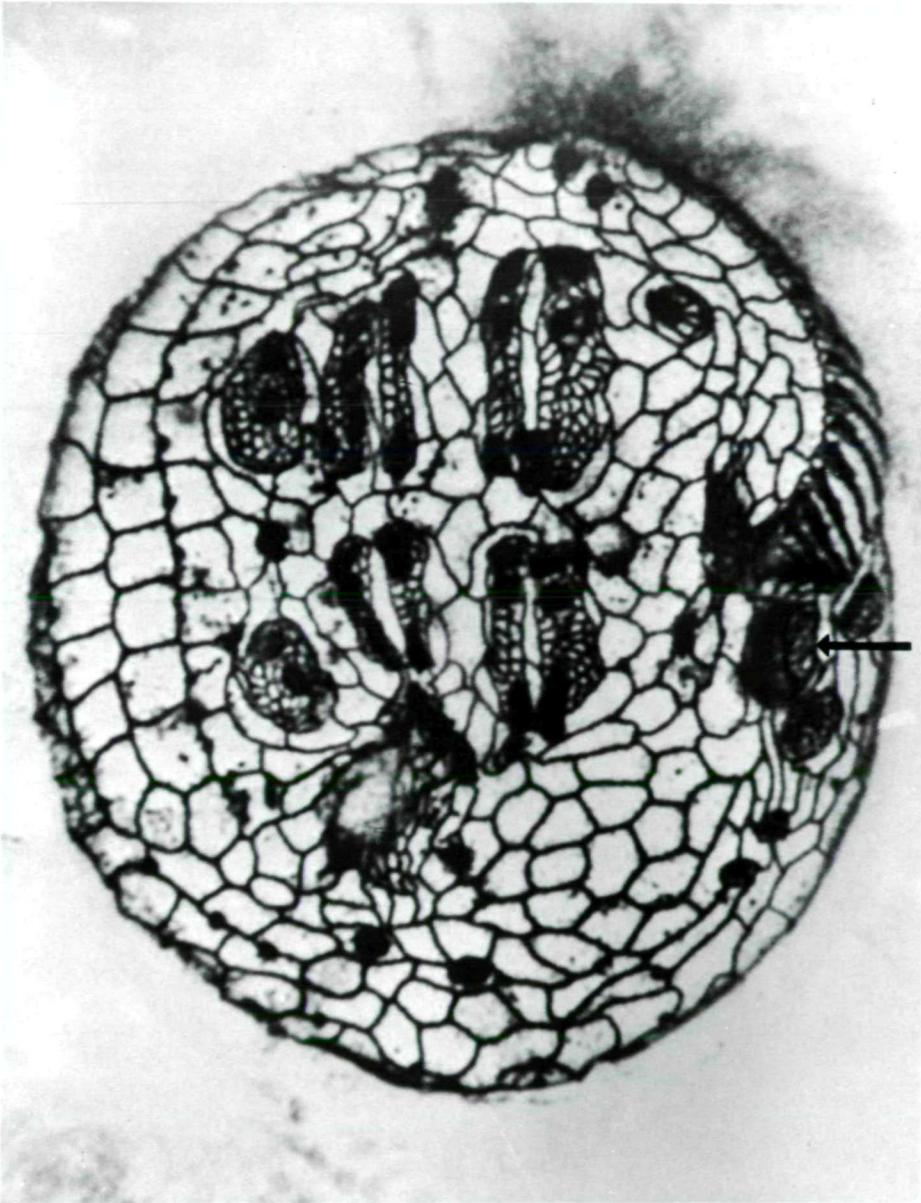


Abb. 35: *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu* KAHL. Versilberung der Ventralseite eines sich teilenden Tieres. Es ist klar ersichtlich, daß die Cirrenbasen und der Oralapparat (Pfeil) des Tochtertieres auf der Grundlage eines sehr engmaschigen Silberliniensystems entstehen. 2100 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

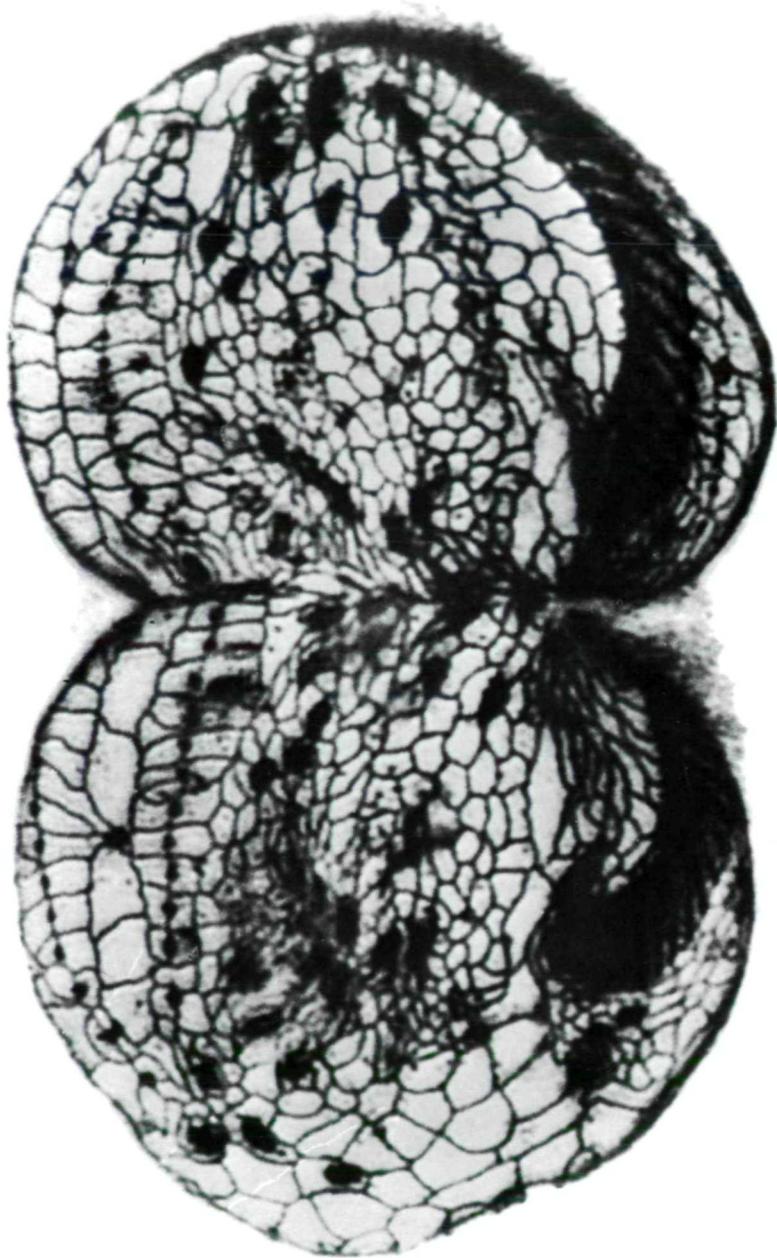


Abb. 36: *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu* KAHN. Spätes Teilungsstadium. Der Oralapparat und die Cirren des Tochtertieres sind fertig ausgebildet. Das Silberliniensystem ist aber noch etwas engmaschiger als beim adulten Tier (vgl. Abb. 34), weil es während der Teilung vollständig reorganisiert wird, und diese Reorganisation auf der Grundlage eines Engmaschengitters verläuft. 1500 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

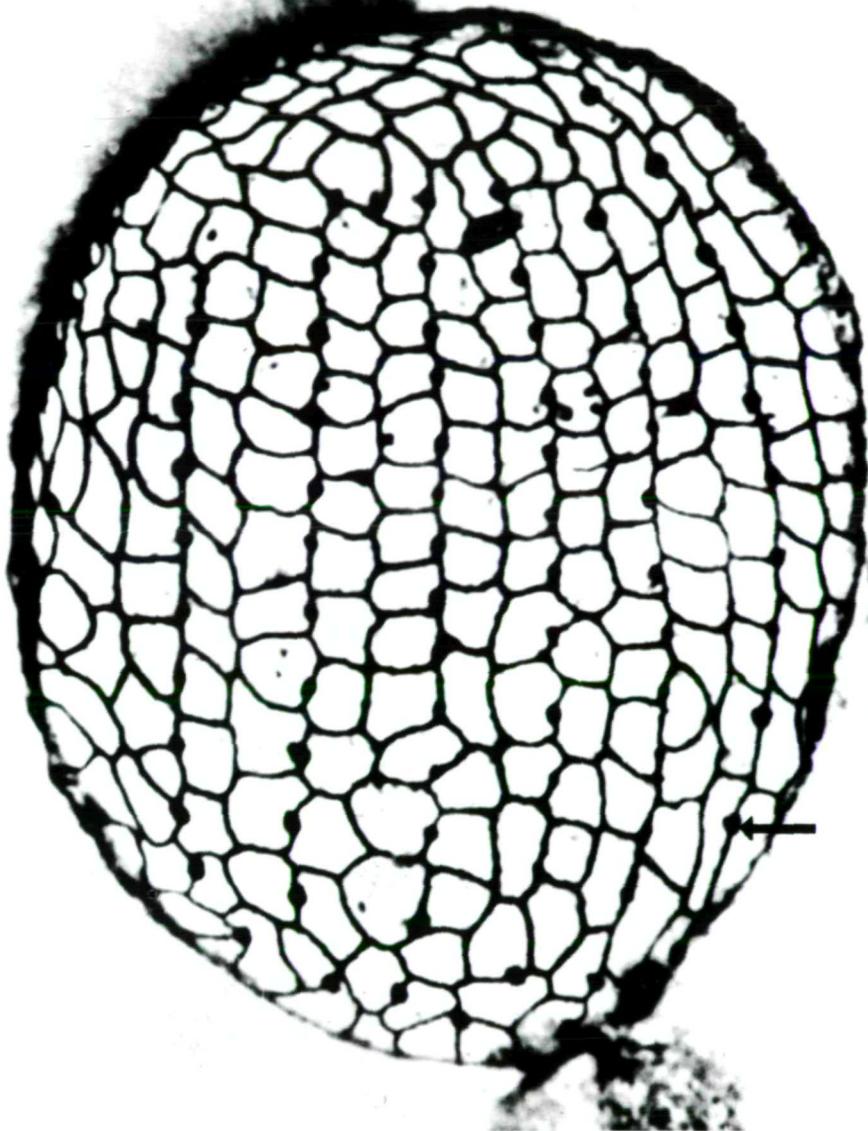


Abb. 37: *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu* KAHL. Gitterförmiges Silberliniensystem der Dorsalseite, die bis auf „Tastborsten“ unbewimpert ist. Die Tastborsten sind in regelmäßigen meridionalen Reihen angeordnet. 2500 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

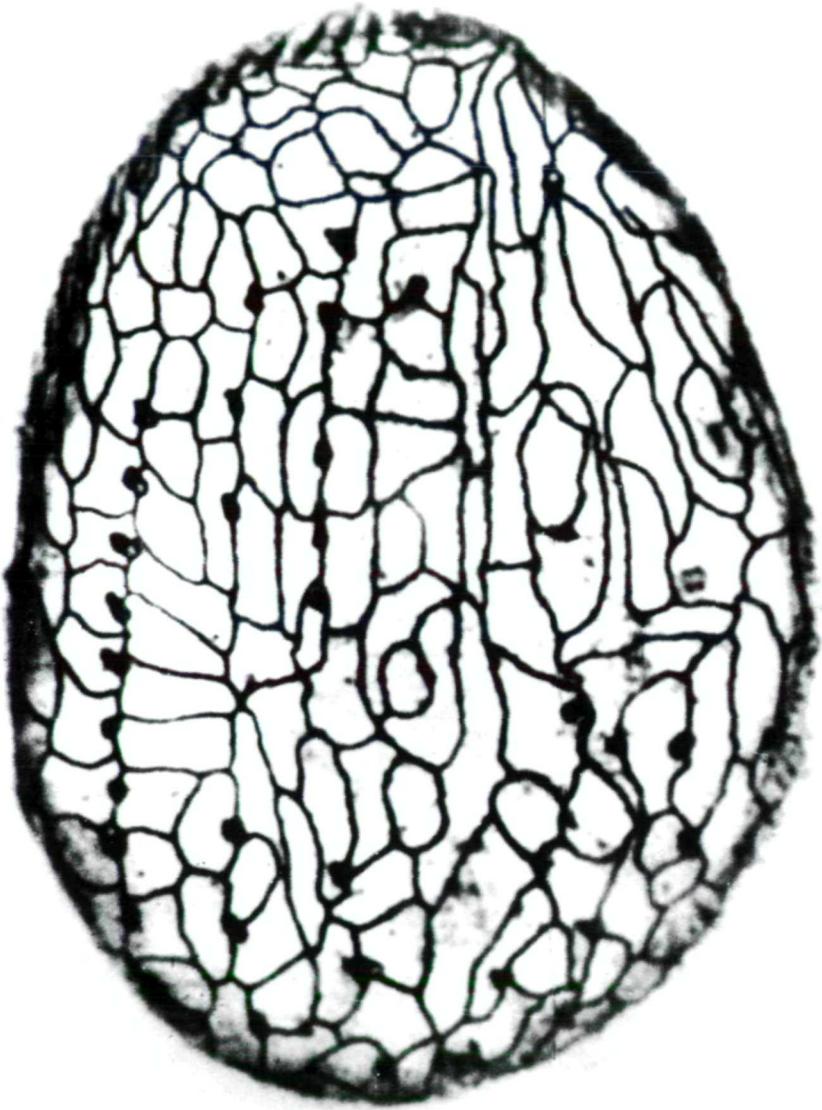


Abb. 38: *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu* KAHL. Silberliniensystem der Dorsalseite eines durch Pressen geschädigten Tieres. Ca. 10–20 Minuten nach Einwirkung der Schädigung erscheint das Silberliniensystem stark verändert (vgl. Abb. 37). 2500 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

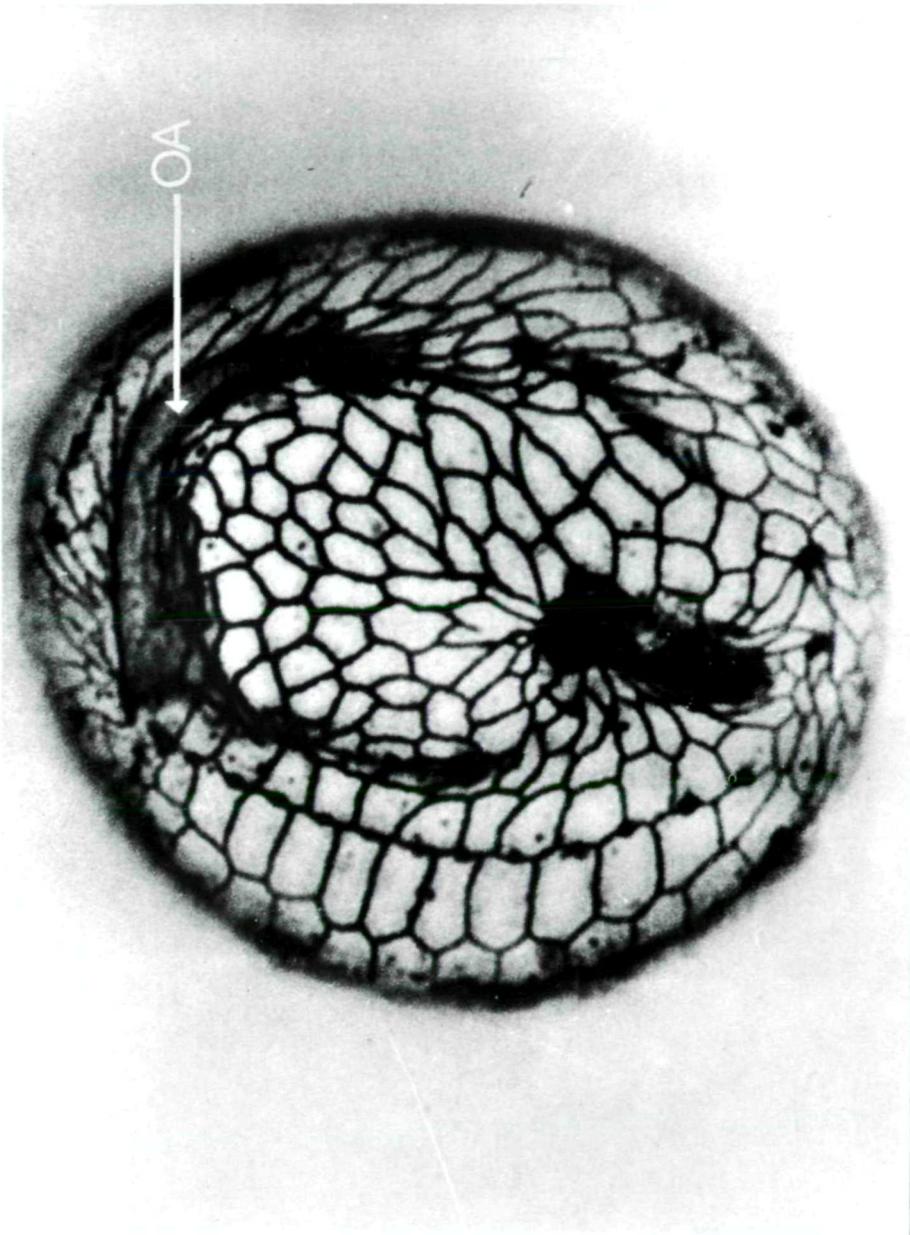


Abb. 39: *Euplotes moebiusi* f. *quadricirratu* KAHL. Ca. 4–6 Stunden nach dem Pressen (vgl. Abb. 38) hat sich dieses verletzte Tier abgekugelt und mit einer derben Membran umgeben — es beginnt sich zu encystieren. Die Membranellen des Oralapparates (OA) und ein Teil der Cirrenbasen sind bereits resorbiert worden (vgl. Abb. 34). 2800 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

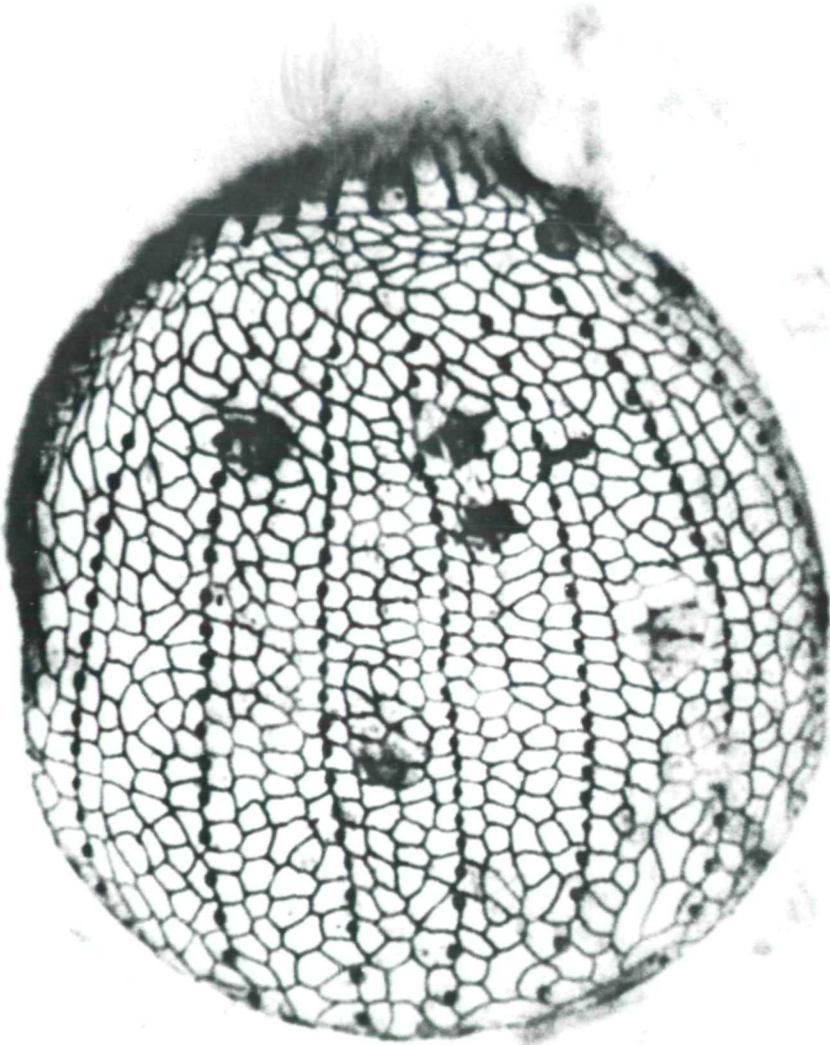


Abb. 40: *Euplotes muscicola* KAHL. Silberliniensystem der Dorsalseite, das hier beträchtlich anders gestaltet ist als bei der vorigen Art (vgl. Abb. 37), weswegen man diese beiden Arten leicht mit Hilfe des Silberliniensystems trennen kann. 1900 x. Laubaufguß mit Bachwasser aus Kleinmünchen (Linz, OÖ.).

Inhalt

Vorwort	3
Einleitung	5
Was sind Wimpertiere?	6
Das Silberlinien- oder neuroformative System der Wimpertiere	8
Bedeutung der Wimpertiere für Mensch und Tier	10
Wo findet man Wimpertiere?	10
Literatur	11
Beschreibung der Bildexponate	12
Tafel I	12
Tafel II	12
Tafel III	13
Tafel IV	15
Tafel V	17
Tafel VI	19
Tafel VII	21
Tafel VIII	23
Tafel IX	24
Abbildungen 1—40	28—67