

WILHELM FOISSNER

LOKALE FORMATIVE VERÄNDERUNGEN DER  
BASALFIBRILLEN IN EINER KULTUR  
VON *URONEMA PARDOCZI* (PROTOZOA, CILIATA)

Local Formative Changes of the Basal Fibrillae in a Culture  
of *Uronema parduczi* (Protozoa, Ciliata)

Mit vier Schwarzweißtafeln

I. EINLEITUNG

Das Silberliniensystem der Ciliaten (KLEIN 1926, 1942), eine fibrilläre, subpellikular gelegene, stark argyrophile Struktur mit vermutlich neuralen und formbildenden Eigenschaften (KLEIN 1932, GELEI 1940, FOISSNER 1969, 1970), ist auf Grund seiner großen morphologischen Konstanz in der modernen Ciliatenforschung mehr und mehr zum obersten taxonomischen Kriterium geworden (vgl. CORLISS 1961). Um dieses Kriterium allerdings richtig anwenden zu können, ist es erforderlich, nicht nur die normale Morphologie des Silberliniensystems einer bestimmten Spezies genau zu kennen, sondern auch die bei den verschiedenen physiologischen Prozessen (Morphogenese, physiologische Regeneration etc.) auftretenden Veränderungen. Da das Silberliniensystem auch auf viele äußere Einflüsse (z. B. thermische, chemische und mechanische Einwirkungen) mit formativen und strukturellen Reaktionen antwortet (KLEIN 1934—35, WISE 1965, FOISSNER 1969), ist im Idealfall auch die Kenntnis dieser erforderlich.

Neben diesen sozusagen überschaubaren Formveränderungen des Silberliniensystems treten in Kulturen manchmal „spontane“ Abnormitäten auf, deren Ursache unbekannt ist, die aber dem systematisch arbeitenden Protozoologen bekannt sein sollen, da sie sonst eventuell der Anlaß zu einer irrtümlichen Art-Neubeschreibung sein könnten. Solche spontane Formveränderungen wurden vom Autor (FOISSNER 1973) erstmals an den Basalfibrillen von *Colpidium kleini* festgestellt. Nunmehr konnte in einer Massenkultur von *Uronema parduczi* (FOISSNER 1971) eine ähnliche Abnormität entdeckt werden, deren Beschreibung der Gegenstand dieser Abhandlung ist.

## II. MATERIAL UND METHODE

*Uronema parduczi* wurde massenhaft in einigen Pflanzenaufgüssen aus dem Seewinkel im Burgenland gefunden. In einer drei Tage alten Kultur (die sich so stark vermehrte, daß die Tiere in 1—2 mm hoher Schichte die Oberfläche des Aufgusses bedeckten) waren in den Silberpräparaten (nach der vom Autor ausgearbeiteten Methode, FOISSNER 1967) bei etwa einem Prozent aller Tiere Veränderungen in der Morphologie der Basalfibrillen feststellbar. Bei der Lebendbeobachtung konnten keine auffälligen Erscheinungen konstatiert werden, was sich einestails auf die Seltenheit der abnormen Tiere, andernteils auch auf die nur sehr geringen Veränderungen in der Anordnung der Cilienreihen und der lichtmikroskopischen Unsichtbarkeit des Silberliniensystems zurückführen läßt.

## III. ERGEBNISSE

### a) Kurze Charakteristik des normalen Silberliniensystems von *Uronema parduczi*

Das Silberliniensystem von *Uronema parduczi* ist ein typisches Streifensystem (Tafel I: a, b, c). Durchschnittlich 12 Cilienreihen, die apikal und caudal durch je eine ringförmige Silberlinie abgeschlossen und verbunden werden (Tafel I: a, b, c), sind auf der schlank zylindrischen, nach vorn leicht verjüngten Zelle in gleichmäßigen Abständen verteilt. Die Basalkörper der Cilien (Tafel I: b, Bk) werden durch eine Silberlinie, die Basalfibrille, miteinander verbunden. Charakteristisch sind die cilienlose Frontalplatte (Tafel I: b, Fpl) sowie der typische tetrahymenide Oralapparat (Tafel I: a, OA), der in der oberen Hälfte des Tieres liegt und durch ein kompliziertes Silberliniengeflecht mit den übrigen Teilen der Zelle im Zusammenhang ist. Der unterhalb des Oralapparates beginnende Richtungsmeridian (Tafel I: a, RM), in dem auch die Cytopyge (Tafel I: a, CYP), ein Organell zur Ausscheidung der mehr oder weniger festen Nahrungsreste liegt, mündet in die erste links des Oralapparates gelegene Cilienreihe ein. Der Ausführungsgang (Exkretionsporus) der kontraktilen Vakuole befindet sich am unteren Kreuzungspunkt des ersten und zweiten Cilienmeridians links des Oralapparates (Tafel I: a, Ex). Genau in der Längsachse des Tieres entspringt am caudalen Pol das verlängerte Caudalcilium (Tafel IV: a, Cc), das durch eine quer durch das Caudalfeld verlaufende Silberlinie, die verlängerte

Basalfibrille des ersten Cilienmeridians rechts des Oralapparates, mit der übrigen Ciliatur verbunden wird.

Nach der Ausschleuderung der Trichozyten (lange spindelförmige Organellen, die bei Reizung blitzartig ausgestoßen werden) wachsen bei der nun folgenden Regeneration aus den Basalfibrillen etwa rechtwinkelig abzweigende Silberlinien aus (Tafel I: c, Pfeil), die nur sehr selten den benachbarten Cilienmeridian berühren. Mit Hilfe dieser Silberlinien, die später wieder zurückgebildet werden, und der Basalfibrillen werden vermutlich die aus dem Entoplasma zur Oberfläche wandernden Trichozyten aufgefangen und dem Silberliniensystem angeschlossen. Im Ruhezustand liegen die Trichozyten in dichter Anhäufung längs der Cilienmeridiane zwischen den Basalkörpern (FOISSNER 1971).

Eine andere physiologisch verursachte Formveränderung des Silberliniensystems zeigt sich bei der Cytophygenfunktion. Dabei kommt es nach mehrmaliger Funktion des Organells zu einer gitterförmigen Aufteilung der Cytophygensilberlinie (FOISSNER 1972). Das Silberliniensystem bildet also ein Kontinuum, das alle lokomotorischen, sensorischen und exkretorischen Organellen verbindet.

Neuerdings konnte auch ein das ganze Tier umgebendes Gittersystem (Tafel I: d), welches allerdings nur in der Ingestionsvakuole eines Raubinfusors (*Oxytricha fallax*) angefärbt wird, nachgewiesen werden. Dieses Gittersystem dürfte aber kein Silberliniensystem im KLEINSchen Sinne sein (KLEIN 1942), sondern die Pellikulastruktur des Tieres, die durch die in der Nahrungsvakuole des Räubers gegenüber dem normalen Milieu drastisch geänderten chemischen Verhältnisse argyrophil geworden ist (FOISSNER und SCHIFFMANN 1974). Ob die auf Tafel I: c und Tafel II: b teilweise sichtbaren gitterartigen Strukturen mit dem oben erwähnten Gitter identisch sind, ist vorläufig noch unklar. In den Maschen solcher Gitter kann man häufig Silberniederschläge (Tafel I: c) oder ein sehr engmaschiges Silberliniensystem (Tafel II: b) beobachten.

Eine genauere Darstellung aller dieser Verhältnisse findet sich in früheren Arbeiten des Autors (FOISSNER 1971, 1972, FOISSNER und SCHIFFMANN 1974).

#### b) Das gestörte Silberliniensystem von *Uronema parduczi*

Die Tafeln II—IV zeigen verschiedene Möglichkeiten der Veränderung der Basalfibrillen. Die normalerweise nur leicht gewellt

oder gerade verlaufenden Basalfibrillen haben sich teilweise gitterartig aufgeteilt, so daß im gestörten Bereich zwei benachbarte Cilienreihen (Tafel II: b, Tafel III: a, b, c, Tafel IV: a, c), selten drei oder mehr (Tafel II: a, Tafel III: d, e, f, Tafel IV: b, d, e), miteinander verbunden werden. Diese gitterartige Aufteilung führt häufig zur Ausbildung einer nunmehr zwischen den Cilienreihen vertikal verlaufenden Silberlinie (z. B. Tafel III: a, b, Pfeile). Häufig war auch zu beobachten, daß in den veränderten Bereichen der Abstand der Cilienreihen verringert war, so als wären sie durch die Silberlinien zusammengezogen worden (Tafel II: a, Tafel III: b, d). Dagegen konnte nur selten konstatiert werden, daß Teile der Cilienreihen vollständig fehlten oder daß die Anordnung der Basalkörper verändert war. Ein Musterbeispiel für diesen Fall zeigt die Abbildung b auf Tafel II. Hier sind im mittleren dorsalen Teil des Tieres drei Cilienreihen durch ein Silberliniennetz verbunden. Die mittlere Cilienreihe ist in diesem gestörten Bereich vollständig verschwunden, setzt sich aber oberhalb und unterhalb normal fort (Tafel II: b, Pfeile).

Es war ein Charakteristikum dieser Veränderungen, daß sie nur lokal auftraten. Mit Ausnahme des Oralfeldes und des Bereiches des Richtungsmeridians waren diese Abnormitäten überall anzutreffen. Sehr unterschiedlich erschien auch das Ausmaß der veränderten Bereiche: manchmal waren es nur sehr kleine Teile (Tafel III: c, Tafel IV: a, d), dann wieder verhältnismäßig große Areale des Silberliniensystems (Tafel II: a, b, Tafel III: a, b, Tafel IV: b, e).

Leider waren Übergangsstadien bzw. Anfangs- oder Endstadien dieser Störungen nicht sicher identifizierbar. Ob die Größe des veränderten Bereiches als Parameter genommen werden kann, verbleibt ungeklärt. Entweder geht der Vorgang der Veränderung so schnell vor sich, daß die einzelnen Stadien ineinander übergehen und daher undeutlich werden, oder so langsam, daß ein Endstadium vor dem Zelltod bzw. vor der Teilung nicht mehr ausgebildet wird. Beide Möglichkeiten müssen vorderhand in Erwägung gezogen werden. Da die Teilungsrate zum Zeitpunkt der Materialentnahme schon sehr gering war, konnte ich nur wenige sich gerade teilende Tiere in den Präparaten finden, die aber alle ein normales Silberliniensystem aufwiesen. Vielleicht ist die bogenförmig verlaufende Silberlinie in Abbildung a auf Tafel IV (Pfeil) ein Vorstadium des unterhalb bereits deutlich ausgebildeten Gitters. In den Abbildungen a, b auf Tafel II, a, b auf Tafel III, b, c, e auf Tafel IV sind große Areale des Silber-

liniensystems stark verändert und die Cilienreihen teilweise ganz nah aneinandergerückt (s. besonders auf Tafel III: b). Möglicherweise wäre das vollständige Zusammenrücken zweier Cilienmeridiane das Endstadium des ganzen Vorganges. In diesem Fall könnte man dann an einen Regulationsmechanismus zur Regulierung der Anzahl der Cilienmeridiane denken. Da die veränderten Tiere aber durchschnittlich dieselbe Anzahl von Cilienreihen hatten wie unveränderte Individuen, erscheint diese Hypothese sehr fragwürdig.

#### IV. DISKUSSION

Die Silberliniensysteme einiger Arten der Gattung *Uronema* (DUJARDIN 1841) sind bereits Gegenstand mehrerer eingehender morphologischer und experimenteller Untersuchungen gewesen (CZAPIK 1964, 1968, FOISSNER 1971, 1972, 1974, JANKOWSKI 1964, PARDUCZ 1939, 1940, THOMPSON 1964). Die hier beschriebene Möglichkeit einer gitterförmigen Aufteilung der Basalfibrillen war aber bisher unbekannt, weist jedoch deutliche Parallelen zu ähnlichen Veränderungen der Basalfibrillen von *Colpidium kleini* auf (FOISSNER 1973). Hier wie dort war die Tendenz zur Ausbildung eines Gittersystems klar erkennbar. In beiden Fällen waren diese Störungen spontan in einer Kultur aufgetreten und fanden sich nur lokal und nicht bei allen Tieren. Unterschiede waren nur in der Anzahl der betroffenen Tiere (bei *C. kleini* ca. 90 Prozent) und in einigen kleineren morphologischen Details konstatierbar (z. B. erstreckte sich die Gitterbildung bei *C. kleini* nicht zwischen den Cilienmeridianen, sondern immer zwischen einem Cilienmeridian und der rechts davon verlaufenden Protrichozysten-fibrille). Ob daraus auch der Schluß gezogen werden darf, daß die Ursachen einander ähnlich oder gleich sind, sei dahingestellt. Jedenfalls ist mit großer Sicherheit auszuschließen, daß diese in äußeren Faktoren (Temperatur etc.) lag, da die Störungen ja nur bei einem kleinen Teil der Tiere auftraten und ferner die Silberliniensysteme einiger Begleit-Ciliaten (*Vorticella* sp., *Paramecium* sp.) unverändert waren. Auch die bisherigen, sicher noch sehr unvollständigen experimentellen Untersuchungen (FOISSNER und SCHIFFMANN 1974 und unveröffentlichte Befunde über die Reaktionen des Silberliniensystems von *U. parduczi* nach Pressen bzw. Zentrifugation der Tiere) erbrachten keinen Hinweis auf die Natur dieser Veränderungen.

Alle Abbildungen zeigen klar, daß das Kontinuum des Silberliniensystems trotz der Störung gewahrt bleibt. In jedem gut gelunge-

nen Präparat war an den veränderten Tieren ersichtlich, daß zwar der normale Verlauf der Basalfibrillen gestört war, aber dennoch jeder Basalkörper eines Ciliums durch die nunmehr gitterartig aufgeteilte Basalfibrille mit den übrigen normalen Teilen des Silberliniensystems bzw. der Ciliatur in Verbindung stand. Einzelne Ausnahmen (z. B. Tafel III: f, Pfeil) sind sicher auf Präparationsschäden dieser sehr labilen Struktur zurückzuführen. Sehr schön ist an vielen Abbildungen auch zu sehen, daß die Silberlinien direkt aus dem Basalkorn entspringen; präparativ und durch die Kleinheit dieser Organellen bedingt ist es allerdings nicht möglich zu entscheiden, von welcher Stelle des Basalkörpers sie hervorgehen.

Durch diese Befunde wird die vermutete neurale und formbildende Potenz des Silberliniensystems (KLEIN 1932, GELEI 1940, FOISSNER 1969) erneut unterstrichen.

## V. ZUSAMMENFASSUNG

Es werden lokale formative Veränderungen der Basalfibrillen in einer Kultur von *Uronema parduczi* beschrieben. Durch diese Formveränderungen des Silberliniensystems, die nur bei etwa einem Prozent aller Individuen beobachtet werden konnten, werden zwei oder mehrere benachbarte Cilienmeridiane miteinander verbunden, wodurch ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes engmaschiges Silberliniensystem und manchmal eine vertikal zwischen den Cilienreihen verlaufende Silberlinie gebildet werden. Vereinzelt war feststellbar, daß der normale Verlauf der Cilienmeridiane an diesen Stellen gestört war, oder daß die Cilienreihen an den veränderten Stellen näher zusammenrückten.

Mögliche Ursachen dieser Veränderungen und ihre Bedeutung für die Erforschung der Natur des Silberliniensystems werden kurz diskutiert.

## SUMMARY

Local formative changes of the basal fibrils are described in a single culture of *Uronema parduczi*. Owing to these formative changes of the silverline system, which could be observed by approximately one per cent of all individuals, two or more neighbouring ciliary meridians are connected whereby a more or less pronounced narrow-meshed silverline system and sometimes a vertical silverline, running now between the ciliary meridians are developed. In a few cases we

could observe that the normal course of the ciliary rows was disturbed at the changed spot or the ciliary meridians here drew more together.

Possible causes of these abnormalities and their significance for the exploration of the nature of the silverline system are briefly discussed.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- Corliss, J. O. (1961): The Ciliated Protozoa. Pergamon Press.
- Czapik, A. (1964): La stomatogenèse du Ciliè *Uronema marinum* Dujardin (Hymenostomatida, Tetrahymenina). Acta Protozool. **2**, 207—211.
- Czapik, A. (1968): La morphologie de *Uronema elegans* Maupas et de *Uronema parva* sp. n. Acta Protozool. **5**, 225—228.
- Dujardin, F. (1841): Histoire Naturelle des Zoophytes. Infusoires. Paris 678 pp.
- Foissner, W. (1967): Wimpertiere im Silberpräparat. Ein verbessertes „trockenes“ Verfahren zur Darstellung des Silberliniensystems. Mikrokosmos **4**, 122—126.
- Foissner, W. (1969): Reaktionen des Silberliniensystems der Ciliaten auf mechanische Insulte. Protoplasma **68**, 23—45 und 433—456.
- Foissner, W. (1970): Corticale Morphogenese bei *Colpidium kleini* (Ciliata, Holotricha). Acta Protozool. **8**, 129—142.
- Foissner, W. (1971): Das Silberliniensystem von *Uronema parduczi* sp. n. (Ciliata, Hymenostomatida, Uronematidae). Arch. Protistenk. **113**, 34—50.
- Foissner, W. (1972): The cytopype of Ciliata. I. Its function, regeneration and morphogenesis in *Uronema parduczi*. Acta Biol. Acad. Sci. hung. **23**, 161—174.
- Foissner, W. (1973): Lokale formative Veränderungen der Basalfibrillen in einer Kultur von *Colpidium kleini* (Protozoa). Mikroskopie **29**, 179—186.
- Foissner, W. und H. Schiffmann (1974): The cytopype of Ciliata. IV. Experiments to the ingestion, digestion and defaecation in *Oxytricha fallax*. Acta Biol. Acad. Sci. hung. (im Druck).
- Gelei, J. v. (1940): Körperbau und Erregungsleitung bei den Ciliaten. Arch. Protistenk. **93**, 275—316.
- Jankowski, A. W. (1964): Morphology and evolution of Ciliophora. IV. Sapropelions of the family Loxocephalidae fam. nova, their taxonomy and evolutionary history. Acta Protozool. **2**, 23—58.
- Klein, B. M. (1926): Über eine neue Eigentümlichkeit der Pellicula von *Chilodon uncinatus* Ehrbg. Zool. Anz. **76**, 1—2.
- Klein, B. M. (1932): Das Ciliensystem in seiner Bedeutung für Lokomotion, Koordination und Formbildung mit besonderer Berücksichtigung der Ciliaten. Erg. Biol. **8**, 75—171.

- Klein, B. M. (1934—35): Reaktionen des Silberliniensystems auf Schädlichkeiten. Boll. zoll. Sup. Agr. Mil. 4 und 6, 1—36 und 1—46.
- Klein, B. M. (1942): Das Silberlinien- oder neuroformative System der Ciliaten. Ann. naturhist. Mus. Wien, 53, 156—336.
- Parducz, B. (1939): Körperbau und einige Lebenserscheinungen von *Uronema marinum* Duj. Arch. Protistenk. 92, 284—314.
- Parducz, B. (1940): Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Gattungen *Uronema* und *Cyclidium*. Arch. Protistenk. 93, 185—214.
- Thompson, J. C. (1964): A redescription of *Uronema marinum*, and a proposed new family Uronematidae. Virginia J. Sci. 15, 80—87.
- Wise, B. N. (1965): Effects of ultraviolet microbeam irradiation on morphogenesis in *Euplotes*. J. Exp. Zool. 159, 241—268.

Anschrift des Verfassers:

Wilhelm Foissner  
NATURKUNDLICHE STATION  
Roseggerstraße 22  
A - 4020 Linz

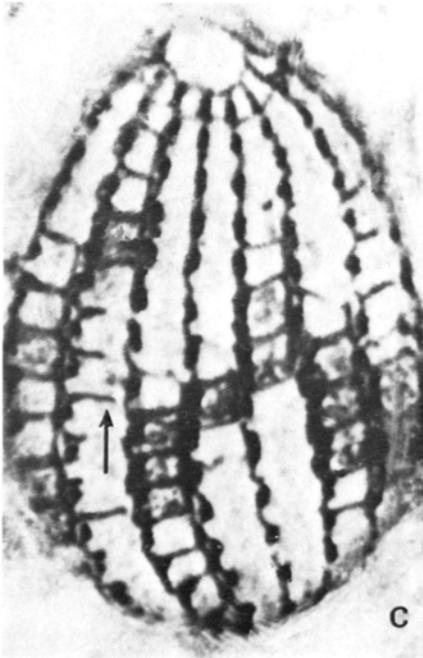
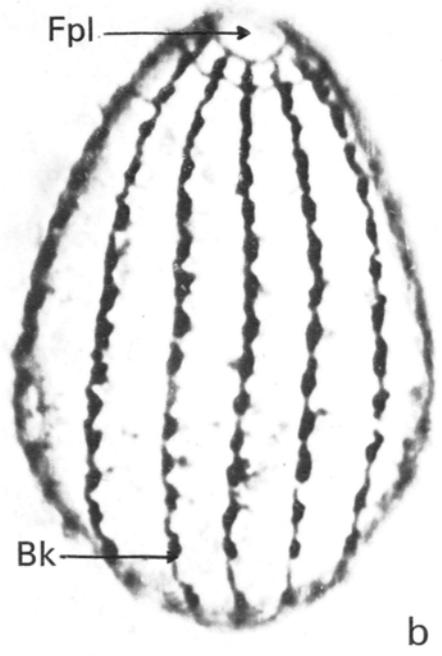
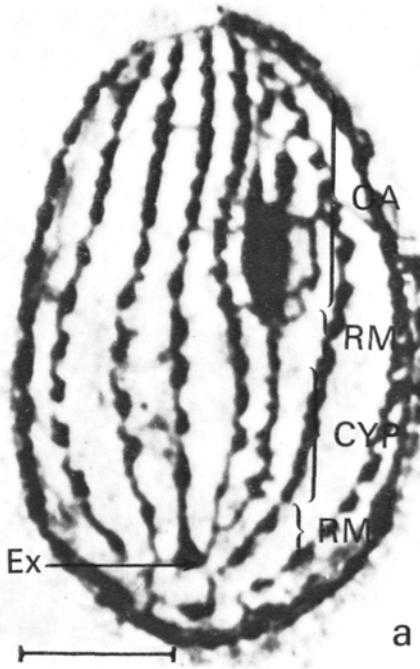
## ERKLÄRUNG DER TAFELN

### Tafel I

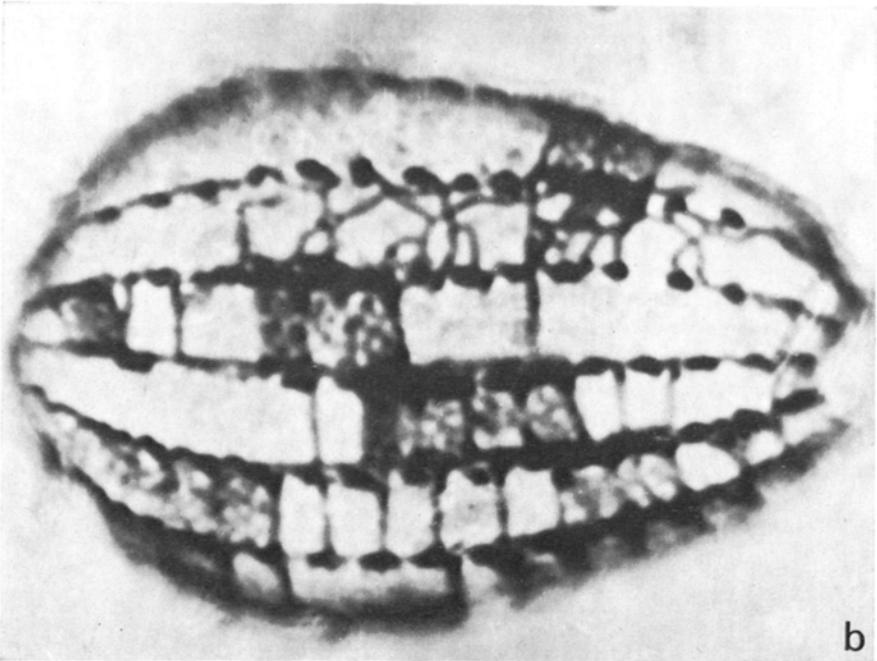
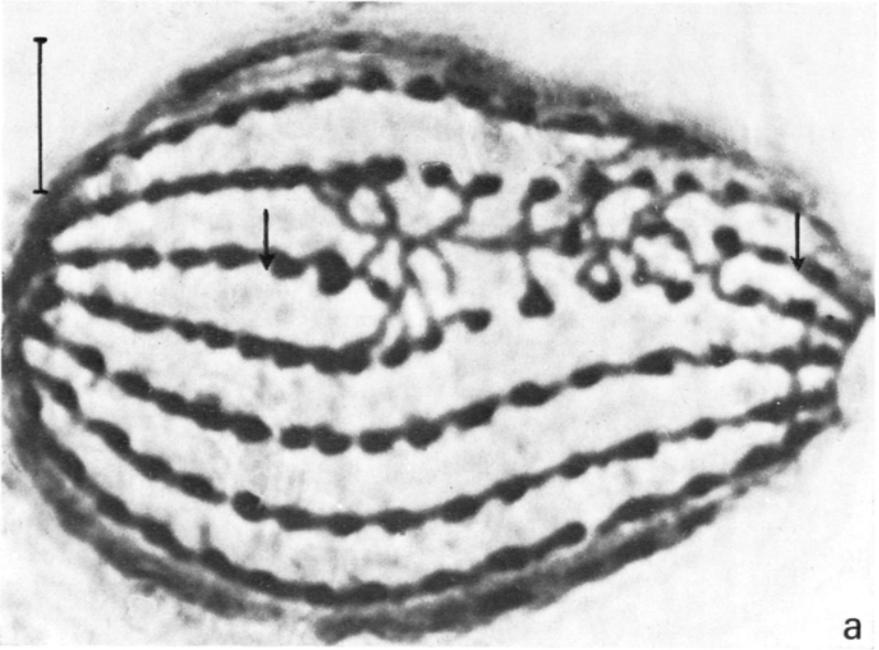
*Uronema parduczi*: Normale Silberliniensysteme ventral (a) und dorsal (b, c). Die Abbildung d zeigt eine Nahrungsvakuole des Raubinfusors *Oxytricha fallax* fünf Minuten nach der Fütterung mit dem Beute-Ciliat *Uronema parduczi*. In dieser Nahrungsvakuole sind neun Uronemen eingeschlossen, bei denen sich ein sonst nicht darstellbares argyrophiles Gittersystem anfärbte. Nähere Erklärungen im Text. OA = Oralapparat, RM = Richtungsmeridian, CYP = Cytopyge, Ex = Exkretionsporus, Bk = Basalkörper, FPI = Frontalplatte. Skala bei a, b, c = 7,5  $\mu$ , d = 15  $\mu$ .

### Tafel II—IV

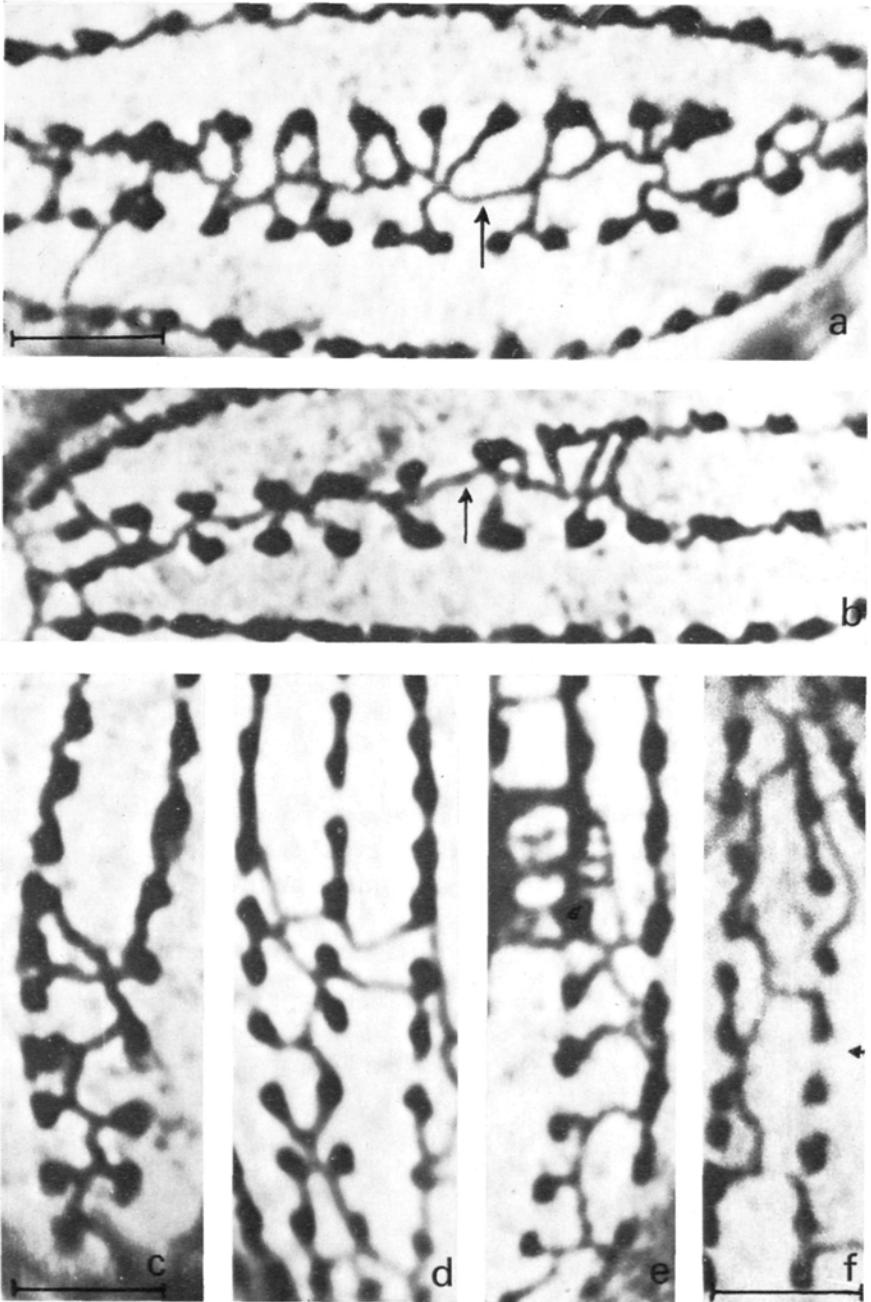
*Uronema parduczi*: Veränderte Silberliniensysteme. Die Basalfibrillen haben sich teilweise gitterartig aufgeteilt, so daß zwei oder mehrere benachbarte Cilienmeridiane miteinander verbunden werden. Nähere Erklärungen im Text. Skala bei Tafel II: a, b = 5,5  $\mu$ ; Tafel III: a, b = 4  $\mu$ , c, d, e = 5  $\mu$ , f = 5,5  $\mu$ ; Tafel IV: a, b, e = 7,5  $\mu$ , c = 6  $\mu$ , d = 5,5  $\mu$ .



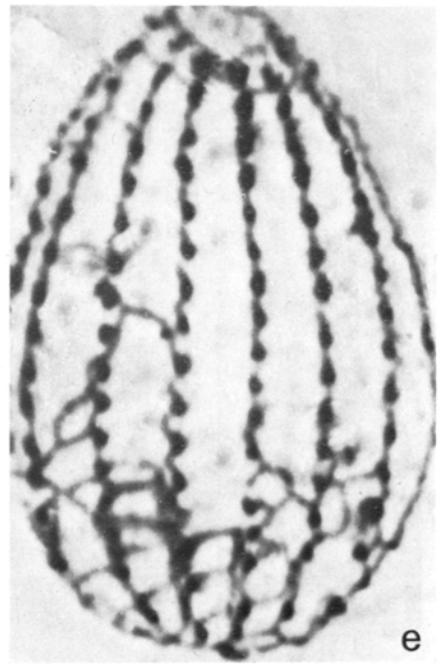
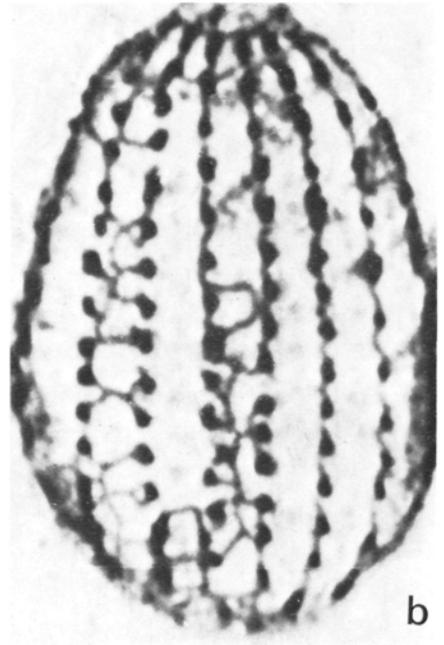
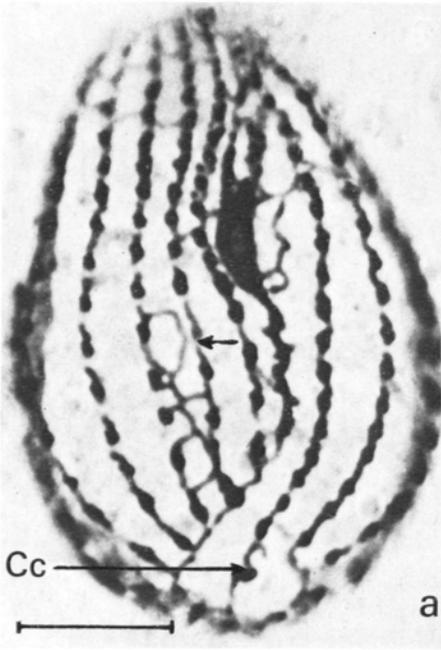
TAFEL I



TAFEL II



TAFEL III



TAFEL IV