

Körperbau und einige Lebenserscheinungen von *Uronema marinum* DUJ.

Von

Béla Párducz (Szeged).

Mit 4 Abbildungen im Text und Tafel 19.

Seit dem Aufblühen der mikroskopischen Technik wird auch der alte Wunsch der Biologen erneuert, die Beobachtungen früherer Ciliatenforscher unter Zuhilfenahme der modernen Forschungsmethoden nachzuprüfen und zu ergänzen. Die Entwicklung der Protistenkunde bringt es mit sich, daß sich die Forschung auch hier nicht gleichmäßig mit der gesamten Formenfülle der Ciliaten beschäftigen kann, sondern die umfassende und vertiefte Kenntnis einzelner typischer Formen verlangt.

In der vorliegenden Arbeit veröffentliche ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen, die ich — auf Anregung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. J. v. GELEI — an der Stammform einer längsbekannten *Hymenostomata*-Gattung, nämlich an *Uronema marinum* (DUJARDIN, 1841) mehrere Jahre hindurch durchgeführt hatte. Daß ich unsere Kenntnisse über die Organisation dieser Tiere etwas erweiterte und ein ziemlich umfangreiches Tatsachenmaterial sammelte, habe ich in erster Reihe den von GELEI neuerdings ausgearbeiteten zeitgemäßen Methoden zu verdanken (GELEI, 1934), welche ich nur hier und da durch kleinere Modifikationen meinen Versuchstieren anpassen mußte (PÁRDUCZ, 1934, 1936). Einige Beobachtungen bezüglich des Körperbaues von *Uronema marinum* habe ich ungarisch in einer früher erschienenen Studie bereits eingehend erörtert (PÁRDUCZ, 1934) und gebe ich somit — an entsprechender Stelle meiner Arbeit — neben der kurzen Beschreibung meiner früheren Untersuchungen hauptsächlich die seither gewonnenen Erfahrungen bekannt.

Fundort, geschichtlicher Überblick.

In Zuchten, die aus dem Wasser des Tiszaflusses stammen und an faulenden pflanzlichen Substanzen reich sind, ferner in Aufgüssen, welche ich aus Gartenerde mit Zugabe von Hühner- oder Kalbsblut herstellte, tritt nach 4—5 Tagen in ziemlich großer Anzahl diese kleine Ciliate auf, gewöhnlich von Flagellaten, ferner von Cyclidien, *Loxoxephalus*-, *Paramecium*- und Suctorien-Arten begleitet.

Diese Hymenostomate wurde nach ihrem ersten Beschreiber, DUJARDIN (1841), 1889 von SCHEWIAKOFF unter demselben Namen beschrieben. 1920 fand jedoch BUDDENBROCK und — 1926 — unabhängig von ihm KAHL, daß das Tier, welches von SCHEWIAKOFF und später noch von mehreren anderen Autoren in ähnlicher Weise beschrieben wurde, nicht mit *Uronema marinum* von DUJARDIN identifiziert werden kann, sondern daß sie unter dem Namen *Uronema Schewiakoffi* als neue Art betrachtet werden muß.

Im Besitz der Originalbeschreibung und Zeichnung DUJARDINS konnte ich einwandfrei feststellen, daß ich es tatsächlich mit der von ihm beschriebenen Gattung zu tun hatte. Andererseits genügte es bereits, meine aus der Beobachtung des lebenden Tieres gewonnenen Befunde mit der Zeichnung von SCHEWIAKOFF zu vergleichen, um festzustellen, daß sich sein Untersuchungsmaterial und mein Tier in wesentlichen Merkmalen voneinander unterscheiden und somit keinesfalls identisch sein können. Das verschiedene Äußere, das Vorhandensein der Frontalplatte bzw. die Abwesenheit derselben am anderen Tier, der verschiedene Verlauf der ventralen Cilienreihen, ferner der wesentlich verschiedene Aufbau der Mundgegend, bringen alle zweifellos den Beweis hierfür. Demgegenüber tragen meine Tiere Merkmale, die mit denen des auch von v. BUDDENBROCK und KAHL als *U. marinum* bezeichneten Tieres im großen und ganzen identisch sind.

Auch an Hand der eingehenden mikrotechnischen Untersuchungen gelangte ich zur Überzeugung, daß die einzelnen Verfasser seit DUJARDIN zwei voneinander vollkommen verschiedene Gattungen unter dem Namen *Uronema marinum* beschrieben haben und daß die von v. BUDDENBROCK bzw. von KAHL eingeführte Unterscheidung eine völlig begründete ist; andererseits konnte ich auch feststellen, daß das von mir untersuchte Tier nur mit dem endgültig als *Uronema marinum* bezeichneten identisch sein kann, trotzdem ich an ihm — hauptsächlich in bezug auf die Mundgegend — einige wesentliche Abweichungen bzw. Neuheiten erkennen konnte.

Form und Größe des Körpers.

Die Körpergröße des Tieres schwankt zwischen ziemlich weiten Grenzen. Die Längen- bzw. Breitenmaße der größeren Tiere sind: 40—17 μ . Am häufigsten ist das Verhältnis 36—14 μ .

Von der Ventralseite her betrachtet, ist der Umriß des Tieres beinahe ein regelmäßiges Oval, nur ist die rechte Seite etwas mehr konvex und beugt das vordere Körperende rechts ein wenig von der Längsachse ab. In der Seitenansicht (Abb. 1, 2 und 4) erhalten wir ein vom regelmäßigen Oval mehr abweichendes Bild. Der Rücken ist stark konvex, während der gerade Verlauf der Bauchseite in der peristomalen Gegend von einer Vertiefung gestört wird,

welche sich vom vorderen Viertel des Körpers bis zur Körpermitte erstreckt. In der Seitenansicht fällt daher das vordere Körperviertel, an die Colpidienarten erinnernd, ein wenig nach vorne und erreicht seine größte Dicke erst in seinem letzten Drittel. Der Querschnitt des Körpers ist — von der Vertiefung in der Mundgegend abgesehen — im großen und ganzen genommen von runder Form. Die ovale Form des Tieres wird durch die cilienlose, annähernd runde Frontalplatte abgeschlossen.

Pellicula und Ciliatur.

Die Cilien der Körperoberfläche sind in Längsreihen, Cilienmeridianen, angeordnet. Die Zahl dieser Cilienreihen bewegt sich zwischen 10 und 15. In den meisten Fällen sind es 12 Reihen. In einem einzigen Falle — an einem auffallend entwickelten Exemplar — konnte ich 16 Cilienreihen zählen. Von den gewöhnlichen, sich von der Frontalplatte bis zum hinteren Körperende dahinziehenden vollständigen Meridianen sind die den Mund von beiden Seiten umfassenden proximalen, paroralen Cilienreihen zu unterscheiden (Taf. 19 Fig. 14). Diese erreichen nicht den Rand des Kahlfeldes, sondern biegen vor dem Munde in einem schwachen Bogen aufeinander zu, in der Weise, daß die linke Reihe an die erste rechte Reihe stößt, während diese wiederum an die zweite linksseitige Reihe stößt und mit ihr einen spitzen Winkel bildet. Die Körperoberfläche zwischen der Mundgrube und der Frontalplatte ist demnach nicht cilienfrei, wie dies KAHL bei den von ihm untersuchten Tieren gefunden hat.

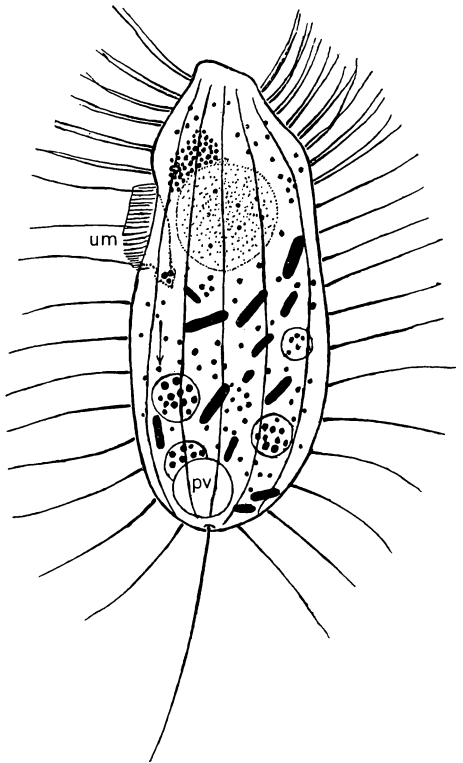


Abb. 1. *Uronema marinum* von der linken Seite her betrachtet. In dem Entoplasma sind Macro- und Micronucleus, pulsierende Vakuole, Empfangsvakuolen und mehrere sog. „Binnenkörper“ sichtbar. Ca. 1700 $\times$.

Die Cilien der vorderen Körpergegend sind nur um ein wenig kürzer als auf der hinteren Körperhälfte (Abb. 1). Ihre durchschnittliche Länge ist 10μ . Auf der hinteren Körperhälfte ist der Abstand der einzelnen Cilien sowie der einzelnen Reihen 3μ . Die Cilien des vorderen Abschnittes sind größtenteils doppelt; auch sind sie so dicht angeordnet, daß der Abstand der einzelnen Cilienpaare kaum $1-2\mu$ erreicht.

An dem Tiere ist schon im lebenden Zustande oder nach Sublimat-Fixierung eine Längsrippung wahrnehmbar. Nach aufmerksamer Untersuchung wird es offenbar, daß die Cilien in zwischen diesen Rippen dahinziehenden Furchen, und zwar wie dies die Opalblaupräparate zeigen, in kleinen Grübchen sitzen (Taf. 19 Fig. 2). Die Länge der Schwanzcilie entspricht ungefähr der halben Körperlänge; sie ist in die erste adorale Cilienreihe links vom Munde eingeschaltet (Abb. 3; Taf. 19 Fig. 1). Am hinteren Körperende, um die Schwanzcilie herum, befindet sich eine cilienfreie Zone; diese wird nur durch die hinteren Cilien dieser ersten Cilienreihe links vom Munde überbrückt (Abb. 3, 4; Taf. 19 Fig. 1).

Die Cilienzahl der einzelnen Meridiane ändert sich je nach dem Entwicklungszustand des Tieres. Je älter nämlich das Tier ist, um so größer ist die Zahl der Doppelcilien. An Individuen, welche soeben aus der Teilung hervorgingen, sehen wir noch überhaupt keine Doppelcilien, sie treten jedoch später allmählich — von vorne nach rückwärts schreitend — in der Weise auf, daß sich vor jeder einzelnen alten Cilie je eine neue bildet. Die Cilien von gleich großen Exemplaren können sich in verschiedener Entfernung voneinander befinden.

Auf dem Meridian eines mit 11 Cilienreihen versehenen Tieres mittlerer Größe befinden sich im Durchschnitt $18-20$ Cilien (die Doppelcilien als Einheiten genommen). Da ungefähr die Hälfte der Cilien doppelt ist, beträgt die Zahl der Cilien eines Tieres von durchschnittlicher Größe ungefähr $280-300$.

Mundeinrichtung.

Wie dies auch die Abb. 1—3 zeigen, liegt die ovale Mundgrube, der Längsachse entsprechend angebracht, ein wenig unter dem ersten Drittel des Körpers. Der Längen- und Breitenindex ihres Eingangs beträgt auf der Oberfläche $7-3\mu$.

Die Mundgrube ist rechts und ein wenig hinten von einer undulierenden Membran (Segelmembran) begrenzt, während sich in ihrem vorderen Abschnitt zwei (evtl. drei) kleine Membranellen befinden.

Diese vier syncyliären Gebilde werden in ihrem Verhältnis zueinander in Abb. 2 und 3 dargestellt. Auf dem im Zusammenhang mit dem Munde eingesunkenen Gebiete können zwei Abschnitte unterschieden werden: eine äußere und vordere, seichtere Vertiefung und eine unmittelbar hierauf folgende, sich jäh vertiefende Grube, deren Hinterende in einem langen, rohrartigen Gebilde ihre Fortsetzung findet (Abb. 4). Dieser nach rückwärts gerichtete Abschnitt, der als Ösophagus bezeichnet werden kann, sticht mit seiner dunklen Färbung auf den mit der nassen Silbermethode hergestellten Präparaten gewöhnlich stark von den übrigen Teilen der Mundgrube ab.

Die Segelmembran verläuft, wie dies KAHL entgegen der Behauptung von C. HOARE richtig festgestellt hat, entlang des rechten Randes des Mundes (Abb. 2, 3). An unserem Tiere erreicht sie im Gegensatz zu der Feststellung von MOEBIUS nicht den vorderen Pol und ist nicht von geradem Verlauf, indem sie ungefähr in ihrem ersten Drittel schwach gegen die Mundgrube biegt (Abb. 3, Taf. 19 Fig. 9 und 13), während ihr Endabschnitt, an die Cyclidien erinnernd, auch ein wenig von unten die Mundgrube umgreift. Ich hatte mehrere Male Gelegenheit, solche Exemplare zu

beobachten, bei denen — wie dies die Silberpräparate bezeugen — die Reihe der Basalkörper (ca. 25 eng nebeneinander liegende Körner) der undulierenden Membran vollkommen der Länge und dem Verlauf der oben beschriebenen Membran entsprach, in ihrem ersten Drittel jedoch, bis zur erwähnten Biegung aus einer Reihe cilienfreier Basalkörperchen bestand (Abb. 2, Taf. 19 Fig. 13). Wenn also KAHL an seinen Zeichnungen von lebenden Tieren eine wesentlich kürzere undulierende Membran als die an unserer Abb. 3 dargestellte Relatorenreihe darstellt, so ist die wahrscheinliche Erklärung hierfür der Umstand, daß auch die undulierende Membran der von ihm beobachteten Tiere eine reduzierte Ciliatur besaß. Auf der von KAHL vor der undulierenden Membran beschriebenen kurzen

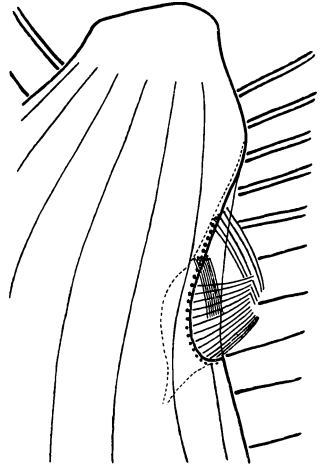


Abb. 2. Schematisches Bild über die Mundeinrichtung von *Uronema marinum*. Rechts die Segelmembran in ihrem oberen Abschnitt mit reduzierten Cilien, weiter die beiden präoralen Membranellen und mit gestrichelten Linien der optische Längsschnitt der Mundgrube. Ca. 3000×.

Cilienreihe entsprechenden Stelle habe auch ich eine, gewöhnlich aus vier Gliedern bestehende Basalkörperreihe (Membranelle?) gefunden, aber ebenfalls ohne die dazugehörigen Cilien. Diese von Basalkörpern gebildete Reihe erinnert nicht nur durch ihre Cilienlosigkeit an den oberen Abschnitt der Segelmembran, sondern ist auch in ihrem Vorlauf deren gerade Fortsetzung, als ob sie sich von der letzteren durch eine nachträgliche Resorption der dazwischenliegenden Basalkörper abgesondert hätte. Außer dieser vorderen Basalkörperreihe habe ich noch zwei wohl abgeschiedene und mit Cilien versehene Membranellen links von der Segelmembran (am Bilde: Abb. 3 rechts), also schon vor dem Mundeingang gefunden. Die eine befindet sich ganz vorne in der Höhe des Anfangs der Segelmembran und besteht aus 5, oft jedoch (wenn sie doppelreihig ist) aus 2×5 Cilien (Abb. 3). Ihre Lage ist nicht genau festgesetzt, indem sie auf den vorderen Pol einen Winkel von $30-40^\circ$ mit der Segelmembran einschließt. Die Ebene der zweiten, ein gutes Stück weiter rückwärts, auf der Dorsalwand der Mundgrube befindlichen Ciliengruppe (Membranelle), steht beinahe senkrecht zur rechtsseitigen undulierenden Membran. Die Zahl der Cilien dieser doppelten Cilienreihe betrug in den untersuchten Fällen regelmäßig 4—4 (Abb. 2 und 3).

Die rechte Grenze der Mundgrube ist auf Grund der Saummembran leicht feststellbar. Auch ihr hinterer Teil sticht auffallend von der Umgebung ab, die linke und die vordere Grenzlinie dagegen ist verschwommen. Wir können als vordere Begrenzung jene quer-gestellte Membranelle betrachten, welche sich in der mittleren Höhe der Randmembran befindet. Vor ihr folgt die schon erwähnte cilienfreie Depression, welche den vorderen Pol ebenfalls nicht erreicht, sondern erst etwa beim ersten Körperviertel beginnt (Abb. 2, 4). Besonders in der Seitenansicht ist dieses nach vorne schräge, eingesunkene Gebiet, das kaum 1μ tief ist, augenfällig, während der nach der zweiten paroralen Cilienreihe folgende Abschnitt der Mundgrube, welcher in den Ösophagus übergeht, eine größere Tiefe als 3μ besitzt. Die Länge des Ösophagus beträgt beim Beginn der Bildung der Empfangsvakuole $2-3\mu$, während er sich nach der Abschnürung bis zu 7μ verlängert.

Die Trichocysten.

KAHL hebt es als für die in Süßwasser gefundenen Uronemen bezeichnend hervor, daß diese, gegenüber den im Meerwasser lebenden Exemplaren, mit Trichocysten versehen sind. Auch ich

habe — dieser Feststellung entsprechend — an meinen ebenfalls aus Süßwasser stammenden Tieren diese Gebilde stets gefunden. Die stabförmigen Trichocysten sind in die meridionalen Cilienreihen eingeschaltet, und zwar derart, daß zwischen je zwei Cilien bzw. Cilienpaare je eine Trichocyste fällt. Sie stehen jedoch nicht in der Mitte des Abstandes zwischen je zwei Cilien (wie bei *Paramecium*), sondern befinden sich stets näher zu der nachfolgenden Cilie bzw. Doppelcilie (Abb. 3).

Auf den Silber- und Toluidinblaupräparaten sehen wir in der Nachbarschaft der Cilien (vorne links von ihnen) kleine Ringe; es sind dies die an den Stellen der explodierten Trichocysten sich erweiterten Trichocystenfenster, gebildet von den Querbalken des weiter unten beschriebenen Gerüstsystems (Taf. 19 Fig. 5 am Bilde links).

Die pulsierende Vakuole.

Die pulsierende Vakuole befindet sich auf dem hinteren Körperteil, jedoch nicht ganz terminal, sondern ein wenig dextro-ventral verschoben. Der Entleerungsporus (Porus excretorius) ist in der zweiten Cilienreihe, rechts vom Munde eingeschaltet (genau so wie bei den Cyclidien), wie dies Abb. 3 zeigt. Die Entleerung erfolgt bei frisch der Zucht entnommenen Tieren bei Zimmertemperatur alle 3—4 Minuten, was mit der, im Verhältnis zu ihrem geringen Maß, großen Körperoberfläche und mit der lebhaften Bewegung wohl im Einklang steht.

Bezüglich der von MOEBIUS und DUJARDIN erwähnten, in der mittleren Gegend einzelner Tiere befindlichen zweiten Pulsationsblase halte ich es für wahrscheinlich, daß die erwähnten Autoren die zum Beginn des Teilungsprozesses recht früh, schon vor der Einschnürung erscheinende neue Pulsationsvakuole beobachtet haben.

Das Silberliniensystem (Stützgitter und erregungsleitende Elemente).

Zur eingehenden Untersuchung des Tieres veranlaßte mich in erster Reihe der Umstand, daß es meines Wissens neurologisch und mit der Versilberungsmethode im allgemeinen noch nicht untersucht worden ist. Erst nach Abschluß meiner Arbeit, nach wiederholter gründlicher Durchsicht der Literatur bemerkte ich, daß KLEIN seine trockene Silbermethode auch bei dieser Art schon angewendet hat. Die Erklärung dieses Versehens besteht darin, daß KLEIN das Tier nach KAHL unter dem Namen *Loxocephalus putrinus* behandelt (1928,

p. 243), welche Art KAHL nachträglich in seiner großen, zusammenfassenden Monographie mit *Uronema marinum* von DUJARDIN identifizierte. KLEIN behandelt in seinem Artikel bloß die Mundgegend und die Pole von *Loxocephalus putrinus* (richtig *Uronema marinum*) in ihren Einzelheiten; im übrigen verweist er auf *L. annulatus* mit der Begründung, daß das Silberliniensystem der beiden Arten wesentlich übereinstimmend aufgebaut ist, bloß daß die Streifenanzahl bei *Loxocephalus putrinus* (*Uronema marinum*) ungefähr die Hälfte von *L. annulatus* ausmacht. Wenn ich im Nachfolgenden doch die Ergebnisse bekanntgebe, die ich so unabhängig von KLEIN, bezüglich des Silberliniensystems erhalten habe und wenn ich zugleich die Gelegenheit dazu benütze, unsere zweifellos an demselben Tiere ausgeführten Untersuchungen zu vergleichen, so tue ich dies aus dem Grunde, weil sich unsere Ergebnisse nicht vollständig decken.

Zum Verständnis der Nachfolgenden müssen wir vorausschicken, daß KLEIN die Anwesenheit von meridional verlaufenden, in ihrem mittleren Abschnitt entzweigespalteten subpelliculären Fasern einzelner Ciliaten (*Colpidium-Glaucoma*-Gruppe) dazu benützt, um die Annahme zu unterstützen, daß auch anderswo, wo zwei Silberlinien nebeneinander verlaufen, diese von derselben Substanz aufgebaut und von identischer physiologischer Bedeutung seien. Im Falle der Colpidien und aller anderer ähnlicher Tiere sind die paarig auftretenden Silberlinien tatsächlich von identischer physiologischer Bedeutung, da sie ja am vorderen und hinteren Körperende ineinander übergehen und in gleicher Weise effektorische Elemente, d. h. Cilien (interciliäre Neuroneme, Meridiane I. Ordnung), bzw. Protrichocysten (Sekretoneme, sekretorischer Meridian, Meridiane II. Ordnung) miteinander verbinden. Dieses, eine identische oder wenigstens nahezu identische Bestimmung besitzende meridionale Fasernpaar wird gewöhnlich nicht von Querverbindungen in ein Gittersystem zusammengefaßt. KLEIN beschreibt jedoch an einer ganzen Reihe von Ciliaten, darunter auch bei *Uronema*, ein paariges Fibrillensystem, welches keine Protrichocystenkörner führt und mit Hilfe von Querbalken ein sich auf den ganzen Körper des Tieres ausbreitendes regelmäßiges Gittersystem bildet. KLEIN unterscheidet in diesem Gittersystem die die Cilien verbindenden Hauptfasern, als direkte Fasern oder gekörnelte Fasern (GELEI: interciliäre Faser, Neuronem), während er das daneben verlaufende andere Element, welches keine Cilien unmittelbar verbindet, indirekte Fasern nennt. KLEIN vermutet nun, daß auch die Fibrillen dieser indirekten Systeme den Meridianen II. Ordnung (Sekretoneme) der *Colpidium-Glaucoma*-

Gruppe entsprechen. Um diese Behauptung zu unterstützen, weist KLEIN besonders auf folgende Argumente hin:

1. es ist die Affinität der Fibrillen beider Systeme, d. h. der Sekretoneme und der indirekten Fasern, gegenüber Silber ähnlich und entspricht jener der interciliären Fasern;

2. die indirekten Systeme können aus den Sekretonemen (Meridiane II. Ordnung) der *Colpidium-Glaucoma*-Gruppe abgeleitet werden;

3. es besteht ein fließender Übergang von den Fibrillen des direkten in die Fibrillen des indirekten Systems, ebenso wie bei den Sekretonemen und den Interciliarfasern der Colpidien. Besonders hebt KLEIN die Verhältnisse am hinteren Pol hervor, wo die Fibrillen, die am übrigen Körper dem indirekt verbindenden System angehören, zu Basalkornapparate führenden Fibrillen werden und umgekehrt;

4. im indirekten System von *Paramecium* kommen Relationskörner (sog. Gitterkörner) vor, die als rudimentäre Protrichocystenkörner betrachtet werden können.

Indem ich nun im folgenden auf die Beschreibung des Silberliniensystems von *Uronema* übergehe, verweise ich auf Abb. 3, welche den Verlauf der hierhergehörenden Fibrillensysteme, ferner deren Beziehung zueinander und zu den verschiedenen Organellen (Basalkornapparate der Cilien, Trichocysten, Mundorganellen, Porus excretorius und Cytopyge) in ihrer Vollständigkeit darstellt.

Das Bild gleicht auf den ersten Blick tatsächlich jenem, welches KLEIN seiner obenerwähnten Auffassung entsprechend von *Loxo-*

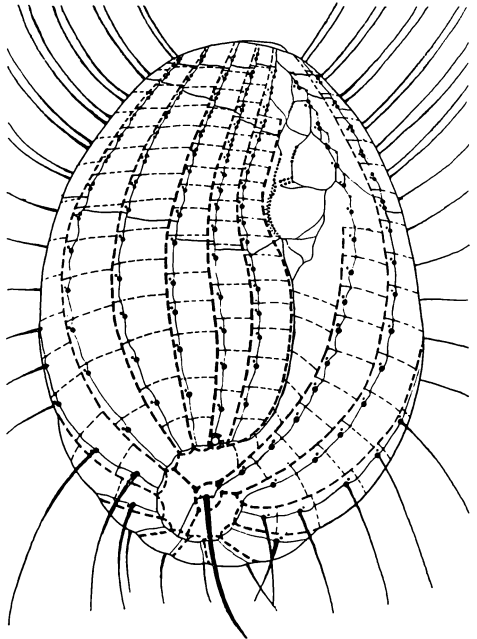


Abb. 3. Schematisches Bild über das Silberliniensystem (Neuronennetz + Gerüstsystem) und die Mundinnervierung. Auf Grund mehrerer Silber- bzw. Toluidinblaupräparate. Die doppelte Linie des Richtungsmeridians und der unteren circumpolaren Verbindung laufen in Wirklichkeit untereinander. Ca. 1800 $\times$.

cephalus annulatus veröffentlicht, welches sich also auch auf *Loxocephalus putrinus* bzw. *Uronema marinum* bezieht. Auch hier haben wir ein subpelliculäres Streifensystem vor uns, welches von den die Pole verbindenden, also meridional gerichteten Fasern und auf diese normal stehenden Querverbindungen aufgebaut wird. Unter den Meridianen können wir mit KLEIN insofern einen Unterschied feststellen, daß nur jeder zweite mit Relatoren (Basalkörper, Trichocystenkörner) in Verbindung steht (dies ist das interciliäre Neuronem, direkte Faser), während die dazwischen befindlichen (auf der Abbildung durch eine Strichellinie dargestellt) keine Relatoren enthalten (indirekte Fasern). Auch hier verläuft die interciliäre Faser zwischen je zwei ungekörnten Linien nicht genau in der Mitte, sondern sie verläuft in allen Fällen näher zu der rechts von ihr befindlichen. Bezüglich der weiteren Einzelheiten jedoch ist zwischen KLEINS und meinen Ergebnissen schon eine wesentliche Abweichung feststellbar.

1. An meinen Untersuchungstieren gehen die zweierlei Silberlinien am vorderen und hinteren Körperende nicht ineinander über, sondern verlaufen in ihrer ganzen Länge parallel und die zwei Systeme werden voneinander vollkommen unabhängig von je einem circumpolaren Ring, bzw. Schlinge zusammengefaßt (PÁRDU CZ, 1934).

Bezüglich der polaren Verbindung der Silberlinien gelang es mir, die folgenden Einzelheiten festzustellen:

Wenn wir unsere Photographie Taf. 19 Fig. 1 mit den von KLEIN veröffentlichten Photogrammen (1928, Fig. 32) vergleichen, fällt uns auf den ersten Blick ins Auge, daß bei mir bloß die interciliären Neuroneme imprägniert sind. Es ist klar wahrnehmbar, daß diese Fasern durch die polaren Verbindungen in sich eine geschlossene Einheit bilden. So ist es also klar, daß das neuroide System eine in sich geschlossene polare Verbindung bildet. Die hintere circumpolare Verbindung bildet dagegen keinen geschlossenen Ring, da beim links vom Munde befindlichen ersten Meridian (Neuronem) die Querverbindung zu den beiden benachbarten Neuronemen fehlt. Die zu dieser Cilienreihe gehörige interciliäre Faser führt also ohne Unterbrechung zum Basalapparat der Schwanzcilie, um dann, denselben verlassend, auf der anderen Seite an die untere, bogenförmige Verbindung zweier — gewöhnlich streng bestimmter — Meridiane anzulaufen. Die hintere, polare Verbindung der interciliären Fasern ist also eine Schlinge (offener Ring), deren rechter, aufsteigender Zweig von der weiter unten eingehend zu besprechenden Silberlinie, dem Richtungsmeridian, und

deren linker Zweig von dem zweiten Neuronem links vom Munde gebildet wird. Die Bucht dieser Schlinge wird von der interciliären Faser der ersten linken, adoralen Cilienreihe diametral durchschnitten (Taf. 19 Fig. 1).

Wenn wir jedoch solche Präparate beobachten, bei welchen auch die Fibrillen des indirekten Systems gefärbt sind, so stellt es sich heraus, daß auch die indirekten Verbindungselemente eine separate, von jener der interciliären Fasern unabhängige, mit ihr jedoch parallele polare Verbindung besitzen.

Am hinteren Körperende verlaufen die indirekt verbindenden Meridiane parallel zu den interciliären Neuronemen bis zu deren erwähnten polaren Verbindung, wo auch diese durch quer gerichtete Fasern miteinander in Verbindung treten. Der so gebildete Ring befindet sich im großen und ganzen oberhalb der ringförmigen Neuronemverbindung, der Verlauf der beiden deckt sich jedoch nicht vollkommen, so daß das Vorhandensein der separaten direkten und indirekten Verbindungen auch um den hinteren Pol herum zweifellos feststellbar ist (Taf. 19 Fig. 3; Abb. 3). Die die Schwanzcilie enthaltende interciliäre Faser wird ohne Unterbrechung rechts von dem zu ihm gehörigen indirekten Meridian begleitet; letztere vereinigt sich auf der entgegengesetzten Seite mit der polaren indirekten Verbindung nach zweiseitiger Umgehung des Basalapparates der Schwanzcilie. Unmittelbar um die Schwanzcilie herum finden wir also noch eine zweite, kleinere und geschlossene circumpolare Verbindung vom Charakter des indirekten Systems (vgl. Fig. 1 an Taf. 19 mit Fig. 3). Diese wird nicht mehr von sämtlichen indirekten Meridianen erreicht, sondern wird mit der davorliegenden größeren, circumpolaren indirekten Verbindung außer dem bereits erwähnten ersten linken indirekten Meridian gewöhnlich noch durch drei weitere Silberlinien verbunden.

Die Untersuchung des proximalen Körperendes wird von einem mir unverständlichen und störenden Umstand erschwert, nämlich daß auf dem Vorderende des Tieres die Silberlinien sich nur kaum oder aber mit Niederschlägen imprägnieren, so daß wir auf dieser Körpergegend nur in Ausnahmefällen brauchbare Bilder erhalten.

Das Photogramm Taf. 19 Fig. 5 zeigt klar, daß auch der vordere Abschnitt des direkten und indirekten Systems nicht ineinander übergeht, sondern daß sie bis zur vorderen circumpolaren Verbindung parallel verlaufen. Auf Grund der Präparate können wir auch feststellen, daß diese polare Verbindung von einer dicken Silberlinie von bestimmtem Ver-

lauf gebildet wird, in jenen Fällen, wo sich an den Tieren die indirekten Fibrillen im Allgemeinen gefärbt haben, entgegen der entsprechenden, wellig verlaufenden Linie der Photographie Taf. 19 Fig. 1, 7, 8, wo nur die Interciliärfasern imprägniert wurden. Dadurch wird es wahrscheinlich, daß — gleich dem hinteren Körperende — auch hier die separierten indirekten bzw. direkten circumpolare Verbindungen bestehen, nur mit dem Unterschied, daß der letztere auch hier in kongruenter Deckung unterhalb der indirekten Verbindung im Kreise verläuft. Es beweisen dies jene Präparate — und im Anschluß daran auch unsere Abbildungen Taf. 19 Fig. 4 u. 6 —, wo infolge der starken Abflachung des Tieres die Fasern voneinander mehr oder minder verschoben werden (s. den Polarring rechts in Fig. 4 und links in Fig. 6 an Taf. 19), so daß in solchen Fällen auch ein mehr oder minder großer Abschnitt der oberen circumpolaren Verbindung doppelt erscheint.

Es hat sich demnach sowohl am vorderen als auch am hinteren Körperende je eine zweifache circumpolare Verbindung gebildet, vorn ein Ring von indirekten und ein anderer Ring von direkten Fasern, hinten eine neuroide Schlinge und eine dazu parallele indirekte Faserschlinge und außerdem ein separater körnchenloser Ring um die hintere Schwanzcilie.

2. Laut KLEIN bildet das indirekte System — auch von den polaren Verbindungen abgesehen — keine vom interciliären Netz unabhängige Einheit, da die Fasern beider Systeme ineinander übergehen. Solche Übergangsstellen sind seiner Meinung nach die Kreuzpunkte der Querbalken und der interciliären Fasern, wo in der Gestalt der Basalkörperchen bzw. der Trichocystenkörner auch Relatoren vorzufinden sind. Diesem Umstand schreibt KLEIN deshalb eine große Wichtigkeit zu, weil sich seiner Auffassung nach Relatoren nur in den Stoßpunkten der Silberlinien bilden (1928, p. 193). Demgegenüber habe ich festgestellt und in meinen früheren Arbeiten (1934, 1937) in allen Einzelheiten dargelegt, daß die Querverbindungen ausschließlich zu den indirekten Längsfasern gehören und es bildet dementsprechend jeder zwischen je zwei indirekte Längsfasern fallender Abschnitt je eine geschlossene Einheit. Sie kreuzen zwar alle je eine interciliäre Faser, ohne jedoch damit zu verschmelzen. Sie berühren diese nur von oben. Das geht schon daraus hervor, das ansonsten in jenen Abschnitten des Neuronems, welche in der Höhe der Querbalken liegen, Unterbrechungen in allen Fällen auftreten müßten, wo sich im Präparate das indirekte System nicht imprägniert. Dagegen zeigt aber das Neuronemen-

system, auch wenn es sich nur allein färbt, keine Spur von Unterbrechungen (Taf. 19 Fig. 1, 7—12, 14). Wie unsere Photographien Taf. 19 Fig. 3, 5, 13 zeigen, sind auch die Basalkörper der Cilien nicht in den auf diese Weise entstandenen Kreuzpunkten aufzufinden — wie dies KLEIN zeichnete — da die Querbalken die interciliären Neuronemen vor den Basalkörperchen kreuzen. In diese Kreuzungsstellen fallen die Trichocysten. Ihre Relationskörner sitzen nämlich hier in der Mitte einer spaltartigen Öffnung der Querbalken, in der sog. Schießscharte (Taf. 19 Fig. 5).

Aus den bisher aufgezählten Punkten geht es klar hervor, daß sich die beiden Systeme (direkt und indirekt verbindendes System) gestaltlich entschieden voneinander absondern. Ein jedes von ihnen bildet eine in sich geschlossene Einheit. Sie besitzen nirgends eine unmittelbare Verbindung miteinander, sondern sie kreuzen sich nur (vor jedem Basalkornapparate) Schritt für Schritt. Zu dieser Feststellung kamen noch jene Beweise hinzu, laut welchen zwischen den Secretonemen der *Colpidium-Glaucoma*-Gruppe und den Fasern der indirekten Systeme keinerlei Art einer abstammungsmäßigen Beziehung vorstellbar ist (3), weiter, daß die direkten und indirekten Fibrillen in ihrem mikrotechnischen Verhalten prinzipielle Unterschiede aufweisen (4) und schließlich, daß sie auch in ihrer äußeren Erscheinung verschieden sind (5).

3. Laut KLEIN sind die indirekt verbindenden Systeme der Arten *Paramecium*, *Frontonia*, *Nassula*, *Loxocephalus* usw. und damit auch jene von *Uronema*, auf die sekretorischen Meridiane von *Colpidium* und ähnlichen Tieren zurückzuführen (KLEIN, 1930, p. 404). Er beruft sich auf seine an *Colpidium glaucoma* gemachten Beobachtungen, wo sich bei der Neubildung des Tektins auf den sekretorischen Meridianen autoplastische Vorgänge abspielen, indem diese normal zu ihrem Verlauf Schlingen bilden, welche in vielen Fällen den benachbarten sekretorischen Meridian erreichen, und zwar nach Überquerung des interciliären Fadens. Es entstehen seiner Meinung nach aus diesen hervorwachsenden Fibrillenschlingen jene Querbalken, welche zusammen mit den sekretorischen Meridianen das charakteristische, quadratische indirekt verbindende Netzsystem der betreffenden Arten bilden.

Schon in einer früher erschienenen Studie (1934) habe ich nachdrücklich hervorgehoben, daß sich das indirekte System nebst einem vollständigen Mangel an autoplastischer Formveränderlichkeit auch deswegen mit den Secretonemen der *Colpidium-Glaucoma*-Gruppe nicht vergleichbar ist, weil die Fibrillen dieser Systeme bei der

Mehrzahl der hierher gehörigen Ciliaten weder Relatoren, noch „Relationskorn-Rudimente“ besitzen. So sind auch bei *Uronema* in den Stoßpunkten des indirekten Systems keine Gitterkörner nachweisbar. Aber auch auf den Widerspruch habe ich dort hingewiesen, welcher zwischen dieser gefälligen Theorie einerseits, und dem Verhältnis der betreffenden Fasern (sekretorischer und indirekt verbindender Meridian) in ihrer Lage zu den interciliären Fasern andererseits besteht und der meiner Ansicht nach schon in sich die Supposition irgendeiner Herleitung der einen von den anderen anfechtbar macht: der sekretorische Meridian zweigt von dem interciliären Neuronem in allen Fällen nach links ab, währenddem sich die indirekten Fasern der *Paramecium*-Gruppe rechts davon ausbilden, nach KLEIN — geradlinig aus diesem entspringen bzw. in ihm münden (KLEIN, 1928, Fig. 28). Diese, hauptsächlich auf Grund von theoretischen Erwägungen gezogenen Folgerungen wurden durch die inzwischen durchgeführten Untersuchungen in vollem Maße bekräftigt. GELEI ist es nämlich gelungen, gerade auf denselben Exemplaren gewisser Colpidien-Arten bei Anwendung eines speziellen Färbungsverfahrens neben den interciliären und sekretorischen Meridianen, eine dritte, ohne Zweifel den indirekten Fasern von *Paramecium* und *Uronema* entsprechende Längsfaser nachzuweisen, und zwar auf der entgegengesetzten, d. h. rechten Seite des interciliären Fadens. Wenn nun auf demselben Tier zu beiden Seiten des interciliären Neuronems sowohl der sekretorische als auch der indirekte Meridian vorzufinden ist, so können diese letzteren offensichtlich nicht von den Sekretomenen hergeleitet werden, sondern sie sind unbedingt Bildungen *sui generis*.

4. Wichtig bezüglich des mikrotechnischen Verhaltens sind jene Beobachtungen, wonach wir bei den mit Hilfe verschiedener (nicht nur die versilbernden!) Färbungsmethoden erhaltenen Präparaten, aber auch bei den verschiedenen Exemplaren eines und desselben Präparates, regelmäßig wiederkehrende Verschiedenheiten bezüglich des Färbungseffektes der Silberlinien feststellen können. Wir bekommen Bilder, wo neben den stark imprägnierten Neuronemen kein Gerüstelement sichtbar ist (Taf. 19 Fig. 1) nebst solchen Bildern, wo das Gittergerüst stark angefärbt ist, wogegen die Neuroneme gar nicht imprägniert sind. Sogar bei den KLEINSCHEN Präparaten kommt die Teilimprägnierung der Silberlinien häufig vor. Ja auch in dem Falle, wo die zu beiden Fibrillensystemen gehörigen

Elemente zum Vorschein kommen, können wir nicht behaupten, daß sich das direkte und indirekte System homogen imprägniert hätte. Die interciliäre Faser erscheint in allen Fällen als feine, scharf abgegrenzte, dunkel gefärbte Fibrille, wogegen die sich gewöhnlich fahlbraun imprägnierende indirekte Faser verschwommene Umrisse hat (Taf. 19 Fig. 3, 13) und dabei, besonders wenn das Tier stark abgeplattet ist, leicht zerfasert und bandartig verflacht wird (siehe PÁRDUCZ, 1934, 1937). Das abweichende mikrotechnische Verhalten der subpelliculären Fibrillenelemente stellt jedoch nur die beiderlei Systeme einander gegenüber, da sich die zu den direkten Verbindungen gehörigen Fasern einerseits und die zu den indirekten gehörigen anderseits stets in derselben Weise färben lassen (s. die Aufnahmen an Taf. 1).

5. Aber es ist ein Unterschied auch in der Erscheinung beider Systeme feststellbar: die interciliären Fasern sind nämlich in allen Fällen feine, sich launenhaft hin und her biegende Fibrillen (s. PÁRDUCZ, 1934), während die Fasern des indirekt verbindenden Systems immer kräftige, steife, miteinander scharfe und bestimmte Winkel bildende Fasern sind, welche in ihrer Gesamtheit ein auf Grund mechanischer Prinzipien aufgebautes und mechanischen Anforderungen vollkommen entsprechendes, regelmäßiges Gittersystem bilden. Auch aus den hier angeführten Tatsachen können wir mit Sicherheit folgern, daß wir bei *Uronema*, und mit ihr bei mehreren ähnlichen Ciliaten, innerhalb des Begriffes des Silberliniensystems mit zwei voneinander abgesonderten Fibrillensystemen zu tun haben, welche je eine, in sich geschlossene Einheit bilden, ineinander nirgends übergehen und sich voneinander auch in ihrem Bestande und in ihrer äußeren Erscheinung wesentlich unterscheiden. Wir haben also unzweifelhaft genügend Gründe, die beiden Systeme auch bezüglich ihrer Funktion zu trennen.

Schon im Jahre 1929 hat GELEI auf die Möglichkeit hingewiesen, wonach von den beiden Fasersystemen der Paramecien nur die interciliären Fibrillen im Dienste der Erregungsleitung stehen, während das indirekte Fasernsystem mit dem schon seit langem bekannten und auch mit gewöhnlichen Farben nachweisbaren stützenden Gerüstsystemen identisch wäre. Meine an verschiedenen Ciliaten seither gemachten Beobachtungen und mikrotechnischen Untersuchungen sprechen ebenfalls für die Richtigkeit dieser Auffassung (PÁRDUCZ, 1934, 1937), so daß wir auch das indirekte Gittersystem von *Uronema* als stützendes, gestaltgebendes Element des Tieres mit vollem Rechte

von den interciliären, erregungsleitenden Neuronemen unterscheiden, um so mehr, als ich gerade an *Uronema* erwiesen hatte, daß die Festigkeit, besser Elastizität des Gittersystems jenen Grad erreicht hat, wo es bereits formerhaltend wirken kann (PÁRDU CZ, 1937).

An der Körperoberfläche mancher hierhergehöriger Ciliaten können wir nämlich eine genau den indirekten Längs- und Querfasern entsprechende Oberflächenskulptur beobachten. Nach KLEIN ist diese Oberflächenskulptur auf lokale Verdickungen der Pellicula zurückzuführen und ist vom subpelliculären Gerüstsystem kausal vollkommen unabhängig.

Es ist nun feststellbar, daß diese Oberflächenskulptur an demselben Tier nicht in gleichmäßiger Stärke vorkommt. Bei *Paramecium* z. B. erscheint sie gewöhnlich an den längere Zeit hindurch auf dem Objektträger liegengelassenen Exemplaren und es ist auch festzustellen, daß das Gitter um so deutlicher wird, je länger wir die Tiere betrachten. An lebenden Uronemen konnte ich dagegen in keinem einzigen Falle eine solche Skulptur beobachten. Um so besser tritt es an Opalblaupräparaten zum Vorschein (Taf. 19 Fig. 2), auch hier genau den Verlauf der Fasern des subpelliculären, indirekt verbindenden Systems wiederholend. Daraus ist es klar ersichtlich, daß das Oberflächenrelief von keiner in kongruenter Deckung zu den indirekten Fasern verlaufenden Pelliculaverdickung verursacht werden kann, da es in diesem Falle auch an lebenden Tieren und stets in gleichen Stärken sichtbar sein müßte. Die Erklärung beider Erscheinungen kann nur darin gesucht werden, daß dieses Gittersystem zufolge der Festigkeit bzw. der Widerstandskraft seiner Fasern in gewissem Maße ein formgebendes und stützendes Gerüst an der Oberfläche des Tieres bildet und darüber die Pellicula ausgespannt ist. Unter normalen Verhältnissen weist die dünnere oder schwächere Pellicula kaum eine, die dickere bzw. zähere aber schon gar keine, den Gerüstfasern entsprechende Oberflächenskulptur auf. So bald sich aber das Zuchtwasser auf dem Objektträger durch die ständige Verdunstung verdichtet, beginnt das Tier infolge der eintretenden Hypertonie zu schrumpfen und die Pellicula sinkt an den Stellen, wo sie von unten her keinen Widerstand findet, sofort ein.

Das Verhältnis der Gerüstelemente zu den erregungsleitenden Elementen ist jenen bei *Paramecium* beschriebenen ähnlich. Die Neuroneme verlaufen auch hier mit den longitudinalen Gerüstfasern alternierend und mit diesen parallel und verbinden die Basalkörper

der Cilien und Trichocysten miteinander. Es fällt aber hier die Cilie nie in die Mitte der Gittermasche, sondern nimmt — wie dies auf gewissen Körpergegenden von *Paramecium* ebenfalls vorkommt — an dem von der Bauchseite her betrachteten Tier nach rechts und gleichzeitig nach vorne verschobenen Platz.

Wie ich an entsprechender Stelle erwähnte, ist die Vorderhälfte des Tieres gewöhnlich von Doppelcilien bedeckt (Taf. 19 Fig. 2). Auf den Silberpräparaten finden wir hingegen auf der vorderen Körperhälfte regelmäßig dreifache Relatorengruppen. Innerhalb einer jeden Gruppe sind je zwei Körner einander in Größe und Färbung ähnlich und sie sind in jedem Falle in die interciliären Fäden selbst eingeschaltet. Demgegenüber nimmt das stets dunklere dritte Korn in einer mittleren Lage, links von jenen, scheinbar vollkommen unabhängig vom Neuronem Platz. Auf den mit Sublimat-Silber hergestellten Präparaten färbt sich gewöhnlich auch die Cilie selbst, und man kann somit zweifellos feststellen, daß die beiden blasseren, in die Neuroneme eingeschalteten Relatoren das paarige Basalkörperchen der Doppelcilien darstellen, der dritte, dunkler gefärbte Punkt dagegen das Nebenkorn ist. KLEIN hat also auf seiner veröffentlichten Zeichnung (1928, Fig. 29) die wirkliche Lage zwischen Basalkörper und Nebenkorn verwechselt, als er das neben dem interciliären Faden liegende Doppelkorn als Nebenkörner beschrieb. Wahrscheinlich bildet der Basalapparat der Schwanzcilien in dieser Hinsicht eine Ausnahme. Hier können wir nämlich vor und nach dem Basalkörper zwei dunkle, als Nebenkörner qualifizierbare Punkte beobachten. Eine ähnliche Lage habe ich bezüglich der Schwanzcilie mehrerer Cyclidien-Arten vorgefunden.

Bei einigen Präparaten finden wir an Stelle der Relatoren, die zuerst an Colpidien von GELEI beschriebenen „Puppengebilde“ (Abb. 4). Der Rumpf der Puppe wird von dem den Basalkörper (bzw. die Basalkörper) umfassenden blassen Ring, ihr schief nach vorne schauender Kopf dagegen von dem sich stark dunkel färbenden Nebenkorn gebildet. Dieses letztere schmiegt sich derart eng an den Basalring an, daß es oft den Anschein hat, als wäre es bloß eine vordere dunklere Anschwellung des letzteren. Das Nebenkorn berührt demnach im Wege des Basalrings das Neuronem.

Das Verhältnis der Trichocysten zum Gerüstsystem und ihr Anschluß an das Nervensystem entsprechen ebenfalls den bei *Paramecium* vorgefundenen Verhältnissen. Diese Gebilde sind auch hier im Kreuzungspunkte der interciliären Fäden und der Querbalken des Gerüstsystems aufzufinden.

Wie es die Silberpräparate zeigen, fallen die Trichocystenkörner nicht immer in den die Basalkörner verbindenden Gerade, sondern sie sind ein wenig nach rechts oder links verschoben, so daß an manchen Stellen ein zickzackförmiger Verlauf der Neuroneme feststellbar ist, da diese den Trichocystenkörnern ausweichen müssen (Taf. 19 Fig. 1, 9, 10).

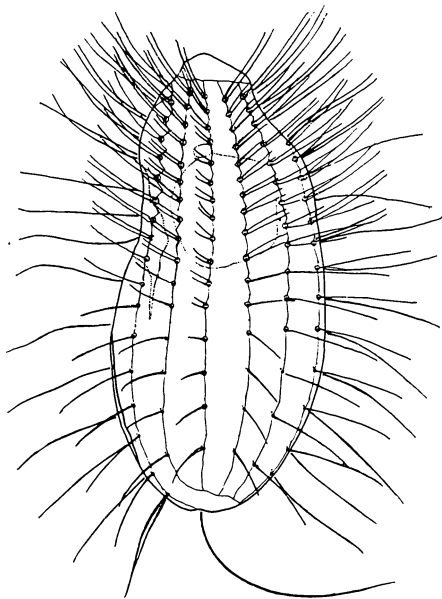


Abb. 4. Das Neuronemensystem von *Uronema marinum* von der linken Seite her betrachtet. In die Neuronemen sind die Basalkornapparate der Cilien, die Trichocystenkörner eingeschaltet. Nasse Versilberungsverfahren nach GELEI-HORVÁTH, Reduktion im Silberbad. Ca. 1800 $\times$.

Die interciliären Fäden des oberen Abschnittes der links vom Munde befindlichen ersten Cilienreihe, wo die Trichocystenkörner in auffallender Weise links von der Reihe der Basalkörner stehen, zeigen besonders gut diesen Zickzackverlauf. Aber auch aus einem anderen Gesichtspunkte ist diese Cilienreihe eine besondere. Es scheint, daß sich hier wegen der zickzackförmigen Ausweichungen die Verbindung zwischen den hintereinander befindlichen Cilien zu sehr verlängert, so daß im Interesse einer raschen Verbindung, eine zweite, indirekte und somit kürzere Verbindung zwischen den Basalkörpern entsteht. Ich kann mir die interessante Erscheinung nur damit erklären, daß hier neben den die Trichocysten berührenden interciliären Fasern regel-

mäßig noch ein anderes feines Neuronem vorkommt, das nur die Basalkörperchen miteinander verbindet (Taf. 19 Fig. 9 und 10); das sonst einheitliche Neuronem spaltet sich also ungefähr in der Körpermitte entzwei und die einzelnen Zweige vereinigen sich wieder weiter oben, unmittelbar vor dem Pol.

Die Lage des Porus excretorius ist genau festgesetzt: er fällt in allen Fällen genau auf den Stoßpunkt des zweiten interciliären Fadens (rechts vom Munde) mit der hinteren circumpolaren Verbindung (Abb. 3).

Die interciliären Fasern werden stellenweise durch quergerichtete Silberlinien miteinander verbunden. Diese Fasern können wir nicht mit den Querbalken des Gerüstsystems verwechseln, da sowohl ihre Erscheinung als auch ihr mikrotechnisches Verhalten klar zeigen, daß auch diese dem neuroiden System angehören. Sie sind fein, launenhaft schlängelnd und färben sich nur in jenen Fällen, wo auch die Cilien und Trichocysten verbindende longitudinale erregungsleitende Bahnen hervorkommen (Abb. 3; Taf. 19 Fig. 1, 7, 8, 14). Diese kommissuralen Bahnen umfassen das Tier in drei von links nach rechts mehr oder weniger stufenartig abfallenden und zusammenhängenden Gürteln. Der erste (obere) verläuft kreisförmig unmittelbar hinter der oberen circumpolaren Verbindung, ungefähr in der Höhe der ersten Cilien (Taf. 19 Fig. 8), die dritte ungefähr entlang des Äquators, die zweite in mittlerer Lage, aber etwas dem vorderen Körperende näher gelegen. Das regelmäßige Vorkommen dieser Fasern und ihren im wesentlichen festgesetzten Verlauf sehend, müssen wir unbedingt darauf schließen, daß sie irgendeine wichtige physiologische Rolle erfüllen.

Wir können die Tiere exakten Experimenten heute noch nicht unterziehen und daher sind wir in bezug auf die Rolle dieser Fasern nur auf die aus den Lebenserscheinungen des Tieres gezogenen Schlußfolgerungen angewiesen. Besonders zwei Umstände sind es, die hier Aufmerksamkeit verdienen und welche für unsere Folgerungen Anhaltspunkte bieten können. Erstens kann festgestellt werden, daß sie in der Querrichtung nicht Basalkörper verbinden, sondern von Neuronem zu Neuronem führen, ihre Rolle ist es daher offensichtlich, nicht einzelne Cilien, sondern ganze Cilienreihen zu verbinden. Andererseits aber beschränkt sich der Umkreis ihres Auftretens ausnahmslos in allen Fällen auf die vordere Körperhälfte, also auf das Gebiet, wo sich auch das prästomale Feld erstreckt und stehen sie in allen Fällen mit den Membranellen der Mundgrube in Verbindung. Aus diesen zwei Beobachtungen können wir vielleicht darauf schließen, daß diese kommissuralen Verbindungen der vorderen Körperhälfte eine rasche, unmittelbare Verbindung zwischen den motorischen Cilien der Körperoberfläche einerseits und den nutritorischen Membranellen andererseits herstellen. Diese Folgerung wird uns wahrscheinlich erscheinen, wenn wir wissen, in welchem engem Abhängigkeitsverhältnis miteinander der Ortswechsel und das Herbeistrudeln der Nahrung bei den strudelnden Ciliaten stehen. Das schönste Beispiel für diese

enge Zusammenarbeit liefern die mit den Uronemen nächstverwandten Cyclidien, wo zwischen den Körpercilien und dem Randsegel geradezu ein Antagonismus besteht: die Bewegung der Körpercilien nötigt das parorale Mundsegel zur Ruhe, während die Bewegungspause der Körpercilien die Tätigkeit der Mundgrubenmembranellen auslöst (PÁRDU CZ, 1932, 1935).

Der Richtungsmeridian und die Innervierung des Mundes.

Der Ausdruck „Richtungsmeridian“ wurde im Jahre 1932 von GELEI in die Literatur eingeführt zur Bezeichnung jener poststomalen Leitungsfaser (Meridian I. Ordnung von KLEIN) von *Colpidium campylum*, welche die Mundöffnung mit der Cytopyge verbindet. Die Tatsache selbst, daß nämlich die Cytopyge mit meridionalen Neuronemen, die vom Munde ausgehen und in denen zugleich bei der Teilung der neue Mund angelegt wird, in Berührung steht, wurde schon von KLEIN (1928) festgelegt. Doch ist in erster Reihe durch die Untersuchungen GELEIS der Begriff dieser Silberlinie weiter ausgebaut, nämlich durch den Hinweis auf die wichtige, in der Ernährung des Tieres und in der Neubildung der Mundorganellen geführten biologischen Rolle dieser Silberlinie (GELEI, 1934, 1935).

Im Jahre 1932/33 habe ich *Uronema marinum* in einer Preisarbeit der Franz-Joseph-Universität Szeged aus morphologischen und biologischen Gesichtspunkten schon ausführlich behandelt. Im Zusammenhang mit den Silberliniensystem habe ich mich dort, in die Einzelheiten gehend, mit dieser Silberlinie, besonders mit deren phylogenetischen Ableitung befaßt, da die Bedeutung des Richtungsmeridians in dieser Beziehung noch vollkommen ungeklärt war. Diese Untersuchungen wurden in den folgenden Jahren nebst *Uronema* auch an anderen Hymenostomata-Gattungen weitergeführt (1934) und haben beinahe eine besondere Bedeutung erreicht mit der Feststellung, daß meine ursprünglichen Untersuchungsobjekte (*Uronema* und *Cyclidium*) — entgegen der bisherigen Auffassung — am Anfang der Hymenostomata-Entwicklungsreihe stehen (1935/36). Der in dieser Gruppe verwirklichte Zustand kann uns also ohne Zweifel die am wenigsten verwischte Auskunft bezüglich dieser besonderen Silberfaser darbieten.

Bereits in meiner ersten diesbezüglichen Arbeit habe ich nachdrücklich hervorgehoben, daß

1. der Richtungsmeridian eine im Subordo der Hymenostomata allgemein verbreitete Silberfaser ist, während er in den übrigen Ciliaten-Gruppen noch nirgends nachgewiesen wurde;

2. das obere, proximale Ende dieser Faser sich genau in der Basalkörperreihe der den Mund von rechts begrenzenden undulierenden Membran (Segelmembran) fortsetzt und endlich,

3. daß sich bei der Teilung die Basalkörper der undulierenden Membran des hinteren Teiltieres entlang dieser Faser ausbilden.

Aus diesen drei Tatsachen habe ich den Schluß gezogen, daß einerseits das Auftreten des Richtungsmeridian mit der Membranellenbildung des Hymenostomata-Zustandes in kausalem Zusammenhang steht, andererseits, daß wir es bei dieser dunklen, wellig verlaufenden Silberfaser mit der interciliären Neuronem einer früher gewöhnlichen Cilienreihe bzw. dessen hinteren Abschnitt zu tun haben.

Als Schlußfolgerung meiner obenerwähnten Untersuchungen (1935/36) gelangte ich nämlich zu dem Ergebnis, daß die Hymenostomata nicht von der Trichostomata-Gruppe, sondern direkt von den primitivsten Prostomaten abzuleiten seien. Auf Grund meiner vergleichend-morphologischen Untersuchungen habe ich nun als Vorläufer des Richtungsmeridians die Interciliärfaser jener meridionalen Cilienreihe einer Prostomata bezeichnet, entlang welcher sich die Rückwärtswanderung der ursprünglich terminal gelegenen Mundöffnung (Hypostomie) — im Zusammenhang mit der Umstellung auf die strudelnde Lebensweise — vollzogen hat. An dieser Cilienreihe sind, nach meiner Vorstellung, im Interesse der Ausbildung einer äußeren Auffang- bzw. Stoßfläche vorne immer mehr und mehr Cilien aufgetreten, während sich am hinteren Abschnitt auch die schon vorhandenen Cilien zurückgebildet haben. Das Resultat dieser Vorgänge war, nachdem die Cilien dieser Reihe genügend verdichtet und endlich verklebt sind, die Ausbildung der vom Vorderepol bis zur Körpermitte sich ausbreitende paroralen Segelmembran an Stelle einer meridionalen Cilienreihe und der als deren Fortsetzung nach rückwärts verlaufende cilienlose Richtungsmeridian der primitivsten Hymenostomata (*Cyclidium*-Gruppe).

Wenn wir nun nach dem Gesagten den Richtungsmeridian von *Uronema* einer genaueren Prüfung unterziehen, so finden wir, daß derselbe in seiner Erscheinungsform von der entsprechenden Silberlinie der bisher untersuchten Hymenostomata wesentlich abweicht. Das erhaltene Bild entspricht jedoch im wesentlichen jenem der Cyclidien-Arten; der Richtungsmeridian vertritt also hier offensichtlich zusammen mit jenem der Cyclidien noch

eine den Hymenostomata-Vorfahren nahestehende Entwicklungsstufe.

Es sind drei wesentliche Merkmale, welche ihn von der höheren Hymenostomata unterscheiden und zugleich neben die Cyclidien stellen.

1. In erster Reihe müssen wir betonen, daß wir ihn nicht als rein poststomal gelegen betrachtet können, da er — wie ich oben erwähnte — an die parorale Segelmembran anläuft, deren Basalkörper miteinander verbindet, ja er kann sogar — da diese Membran hier den vorderen Pol nicht mehr erreicht — das vordere Ende desselben verlassend, bis zum Vorderpol weiterverfolgt werden.

2. Poststomal finden wir neben ihm keine Cilienreihe, er vertritt also die einzige poststomale Silberlinie.

3. Sein poststomaler Abschnitt ist kahl, er enthält keine einzige Cilie.

Die ersten zwei Feststellungen sind auf Grund der über den Ursprung des Richtungsmeridians weiter oben ausgesagten ohne weiteres verständlich. Die Cilienlosigkeit seines unteren Abschnittes können wir jedoch nicht befriedigend mit der Feststellung erklären, daß sich die Cytopyge hier ausgebildet hatte. Diese letztere erstreckt sich nämlich nicht auf die ganze Länge des kahlen Abschnittes und wir kennen andererseits auch solche Hymenostomata, bei denen auf dem zwischen Mund und Cytopyge befindlichen Abschnitt des Richtungsmeridians in kleinerer oder größerer Anzahl Cilien auftreten. Sofern wir bei den höheren Hymenostomata diesen primären, kahlen Charakter des Richtungsmeridians nicht auffinden, so kann hier nur eine inzwischen in der Art der Nahrungsaufnahme eingetretene Veränderung der wahrscheinliche Grund sein.

Wie wir im weiteren sehen werden, hat die hinter dem Mund befindliche Ciliatur bei der *Cyclidium*-Gruppe nichts mit dem Hervorrufen des Nahrungsstromes zu tun. Bei der Nahrungsaufnahme ruht das Tier sich auf seine gespreizten Cilien stützend auf der Unterlage, und der durch das Mundsegel erregte Wasserstrom wird durch die untere, taschenartige Krümmung des Mundsegels im rechten Winkel gebrochen und läuft auf diese Weise in den entsprechend gelegenen (auf die Längsachse des Tieres normalgestellten) Mundtrichter hinein. Es ist offensichtlich, daß unter diesen Umständen die hinter dem Munde im Interesse der Nahrungsaufnahme arbeitenden Cilien nicht notwendig sind. Ihre Arbeit würde den in der Richtung des Mundtrichters vorbeifließenden Wasserstrom nicht fördern, sondern den-

selben geradezu stören. Bei den höheren Hymenostomata hingegen bildet sich das Mundsegel (endorale Membran) stufenweise zurück, seine Arbeit wird stufenweise von den präoralen Membranellen und von dem vor der Mundgrube in eine Naht übergehenden paroralen Cilienreihen (sekundäres Peristom z. B. bei *Paramecium*; s. PÁRDUCZ, 1935—36) übernommen und der von ihnen erregte Wasserstrom läuft in der Längsrichtung an der Bauchseite des Tieres entlang. Es ist wahrscheinlich, daß die Zahl der Cilienreihen bei diesen höheren Ciliaten zwecks Förderung dieser Wirkung zugenommen hat und auch auf dem Richtungsmeridian in Verbindung mit der Veränderung der Ernährungsmechanik nachträglich Cilien aufgetreten sind.

Wenn es wahr ist, daß der Richtungsmeridian früher dem Neuronem einer Cilienreihe entsprach, so müßten wir in diesem Falle auch neben ihm jene meridionale Gerüstfaser auffinden, welche sonst auf der Körperoberfläche den Neuronemen auf deren rechten Seite zu folgen pflegt. Unsere Abb. 3, weiter Fig. 3, 13 an Taf. 19 zeigen jedoch klar, daß poststomal auch dann nur eine einzige longitudinale Silberlinie in Erscheinung tritt, wenn sich auf der Körperoberfläche auch die Gerüstfasern im allgemeinen gefärbt haben. Demgegenüber — und dies ist ein auffallender Befund — schließen sich dieser einzigen Faser von rechts und links Querbalken des stützenden Systems an.

In Anbetracht der Cilienlosigkeit dieser Faser ist es also eigentlich schwer zu unterscheiden, ob sie tatsächlich einer nachträglich cilienlos gewordenen interciliären Faser (Neuronem) entspricht, oder ob sie mit einer longitudinalen Gerüstfaser zu identifizieren ist, für welche Annahme auf Grund ihrer erwähnten Verbindung mit dem Gerüstsystem ebenfalls schwerwiegende Argumente sprechen.

Das mikrotechnische Verhalten, das sonst — wie wir es gesehen haben — eine der sichersten Richtschnüre bei der Entscheidung der Zugehörigkeit einer Silberlinie darstellt, macht die Lage auf den ersten Blick nur noch verworrener.

Auf den Fig. 1, 9, 10, 11, an Taf. 19, welche von Tieren herkommen, an denen sich nur die erregungsleitenden Fasern imprägniert haben, erhalten wir auch den Richtungsmeridian als eine mit kurzen stachelartigen Fortsätzen versehenen Faden. Sie schließt sich hier sogar aufs engste den Neuronemen an, indem sie, wie wir sahen, den rechten aufsteigenden Flügel von deren unteren circumpolaren Verbindung bildet. Andererseits kommt sie aber auf jenen Toluidinblaupräparaten, wo sich bloß das Gerüstsystem und von den neu-

roiden Elementen nur die Basalkörperchen gefärbt haben, wieder an entsprechender Stelle, und zwar kräftig imprägniert zum Vorschein.

Erst nach genauer Untersuchung mehrerer Präparate wurden mir diese miteinander im Widerspruch stehenden Daten klar (PÁRDU CZ, 1934).

Es wurde bereits erwähnt, daß wir an den KLEINSchen Präparaten, auf Grund ihrer Färbung und äußeren Erscheinung, die inter-ciliären und Gerüstfasern gewöhnlich auch dann voneinander unterscheiden können, wenn zu beiden Systemen gehörige Elemente in gleicher Weise hervorgetreten sind, besonders wenn sich die Tiere bei ihrem Antrocknen an den Objektträger stark abgeplattet haben. In solchen Fällen habe ich an der Stelle des Richtungsmeridians stets die für die Gerüstfasern charakteristischen, blaß gefärbten zerfransten Bänder erhalten, konnte aber darunter in sehr vielen Fällen auch eine dunkle, dünne, mit geweihartigen Fortsätzen versehene Faser von scharfen Umrissen erblicken, das vollkommene Abbild derer, die wir an unseren nur die Neuroidfasern darstellenden Photographien sehen. Diese Faser geht auch hier in die untere circumpolare Verbindung der Neuronemen über, wogegen die blasse Gerüstfaser ebenda die erregungsleitende Faser verlassend, sich an den unteren circumpolaren Gerüstring anschließt (Abb. 3).

Hierdurch wurde es mir mit einem Male klar, warum zu dieser Silberlinie Gerüstfasern führen, obwohl diese eine geradlinige Fortsetzung der Neuronemen ist und warum sie regelmäßig nach jedem die Silberlinien im allgemeinen färbenden Verfahren stark in Erscheinung tritt, auch dann, wenn z. B. das Toluidinblau bloß die Gerüstelemente färbt, aber auch im Falle der nassen Silbermethode, welche für die Neuroneme spezifisch ist und die Gerüstfasern nur in Ausnahmefällen hervorbringt. Die Erklärung hierfür ist, daß bei *Uronema* der Richtungsmeridian sich eigentlich aus der Übereinanderschlebung von zwei separaten Fasern zusammensetzt (ebenso wie bei den circumpolaren Verbindungen), indem das Neuronem unter der an der sonstigen Körperoberfläche neben ihm verlaufenden longitudinalen Gerüstfaser zu liegen kommt, sich jedoch davon auch hier überall abgesondert hält. In der Nähe des hinteren Körperendes entfernen sich die beiden Fasern übereinander und es schließt sich eine jede von ihnen separat an das Neuronem- bzw. an das Gerüstsystem des Körpers an. An unserem schematischen

Bild (Abb. 3) sind die Gerüst- und Nervenfasern der Anschaulichkeit halber nicht untereinander, sondern nebeneinander dargestellt.

Der poststomale Abschnitt des Richtungsmeridians (Gerüstfaser + Neuronem) spaltet sich unmittelbar unter der Segelmembran in zwei Äste (Taf. 19 Fig. 13; Abb. 3). Der dickere Zweig wendet sich nach rechts und läuft zwischen der undulierenden Membran und der rechts davon befindlichen interciliären Faser auf das vordere Körperende zu. Alle Umstände sprechen dafür, daß dieser rechte Zweig nunmehr eine stützende Rolle spielt. An der vorderen Körperhälfte finden wir also das normale Verhältnis ebenso, wie auch an den sonstigen Stellen des Körpers je eine Gerüst- und eine Nervenfasern zu jeder Cilienreihe gehören: der rechte Zweig (am Bilde links) ist auch hier eine Gerüstfaser, der linke dagegen ist ein die Cilien der undulierenden Membran führende interciliäre Faser. Der rechtsseitige Ast färbt sich nämlich nur dann, wenn das Gerüstsystem auch an den übrigen Körpergegenden in Erscheinung tritt und ist in diesem Falle, wie es auch unsere Abb. 3 und Photographie 13 an Taf. 19 zeigen, mit der von rechts benachbarten Gerüstfaser durch den von anderen Körpergegenden her bekannten Querbalken verbunden. Demgegenüber sehen wir keine Spur einer Silberlinie an der entsprechenden Stelle unserer bloß die Neuroneme darstellenden Photographien, d. h. zwischen der Segelmembran und der ersten rechten Cilienreihe (Taf. 19 Fig. 1, 9). Es handelt sich hier also nicht um eine echte Verzweigung des Richtungsmeridians (der neuroiden Faser), sondern es entfernen sich voneinander die bis dahin übereinander verlaufenden Silberlinien verschiedener Natur (erregungsleitende und Stützfaser).

Die neuroide Faser des Richtungsmeridians läuft gerade an die Basalkörperreihe der Segelmembran an. Deren oberes Ende verlassend nimmt sie ihren Weg über die bei der Beschreibung des Mundapparates erwähnte cilienlose Basalkörperreihe und vereinigt sich weiter oben zunächst mit dem vorderen Abschnitt des ersten Neuronems links vom Munde, dann, wieder auf die entgegengesetzte Seite überschwenkend, mit jenem des ersten Neuronems rechts. Endlich geht sie in die obere circumpolare Verbindung über. Hier finden wir also bereits abweichende Verhältnisse wie bei den Cyclidien. Die Segelmembran von *Uronema* erreicht schon nicht mehr den anderen Pol, so daß der obere, kahl werdende Abschnitt seiner Neuronemfaser zur vorderen Nahtlinie der gewöhnlichen paroralen interciliären Fasern wird, ebenso, wie die

separierte Gerüstfaser des Richtungsmeridians die vordere Naht der paroralen Längsfasern des Stützsystems bildet.

Der Richtungsmeridian vereinigt nicht nur die parorale Membran mit den übrigen interciliären Fäden in eine koordinierte Einheit, sondern besitzt, wie es unsere Abb. 3 zeigt, auch mit den präoralen Membranellen eine direkte Verbindung, so daß er letzten Endes die Innervation sämtlicher Mundorganelle restlos versieht.

Der neuroide Faden des Hauptmeridians nimmt außer seiner Verbindung mit der undulierenden Membrane in folgender Form an der Ausbildung des Mundes teil.

Wie ich weiter oben erwähnte, können wir noch vor der Abzweigung der Gerüstfaser vom Hauptmeridian, also etwas weiter distal, eine wirkliche Abzweigung an dieser Silberlinie wahrnehmen. Es entspringt nämlich dem auf die undulierende Membrane zulaufenden Hauptzweig an dieser Stelle ein Faden von ebenfalls neuroidem Charakter, welcher, nachdem er die Mundgrube von links her umging, direkt auf die Mundgrubenmembranellen zuläuft, wobei er jedoch mehrmals anastomosiert, teils mit dem auf die undulierende Membrane zulaufenden Zweig, teils mit dem an anderer Stelle schon beschriebenen doppelten oberen Abschnitt des links von ihm befindlichen ersten interciliären Fadens. Der an die untere Membranelle anlaufende Ast verbindet sich weiterhin auch mit der aboral gelegenen anderen Membran, um sich dann, diese verlassend, ebenfalls mit dem ersten linken interciliären Faden zu vereinigen.

In meiner Preisarbeit habe ich bereits darauf hingewiesen, daß zu der supponierten und weiter oben bereits kurz beschriebenen Rückwärtswanderung des ursprünglich terminal gelegenen Mundes sich wahrscheinlich nicht nur die Umbildung der rechts davon befindlichen Cilienreihe gesellte (aus welcher sich also in ihrem oberen Teil die undulierende Membran, in ihrem unteren, cilienlos gewordenen Teil der Richtungsmeridian ausbildete), sondern ich hielt es auf Grund meiner an Cyclidien, besonders an *Cyclidium citrulus* gewonnenen Erfahrungen schon damals für wahrscheinlich, daß auch der links von der nach rückwärts wandernden Mundöffnung befindliche Cilienmeridian eine Umbildung erfuhr, indem an dessen oberen, präoralen Abschnitt sich an Stelle der gewöhnlichen Cilien durch Querteilung der letzteren querverlaufende Cilienreihen ausgebildet haben. Aus diesen präoralen Cilienreihen glaubte ich die Membranellen der höheren Hymeno-

stomata ableiten zu können. Auch in der oben beschriebenen Innervation der präoralen Membranellen von *Uronema* erblickte ich eine Bestätigung dieser Annahme. Der die Membranellen verbindende Neuroidfaden (der zurückgebliebene interciliäre Faden der ursprünglich meridional verlaufenden Cilienreihe) kann nämlich vorne auch bei diesem beinahe bis zum proximalen Körperende verfolgt werden. Sein unterer hinterer, am Munde befindlicher und — ähnlich dem rechtsseitigen — ebenfalls cilienlos gewordener Abschnitt vereinigt sich hingegen poststomal mit dem cilienlosen Teil des in Fortsetzung der undulierenden Membrane nach rückwärts laufenden neuroiden Fadens und bildet damit eigentlich den Richtungsmeridian.

Im Zusammenhang mit dem Auftreten der Hypostomie haben also die zu beiden Seiten des Mundes liegenden Cilienreihen eine wesentliche Veränderung erfahren. Auf dem oberen Abschnitt der rechtsseitigen Cilienreihe haben sich die Cilien verdichtet („Intensifikation“ im Sinne von DORN und PLATE), verklebt und das parorale Mundsegel gebildet. Auf der linken hingegen sind aus der Vermehrung der Cilien in der Querrichtung zuerst Cilien-Querreihen und dann aus diesen die präoralen Membranellen entstanden. Hinter dem Munde haben die zu beiden Cilienreihen gehörenden interciliären Fasern (übergangsweise) ihre ursprüngliche Ciliatur verloren und sind sie miteinander verschmolzen.

Entoplasma, Kern.

Bezüglich des Entoplasmas erwähne ich nur, daß es auffallend dünnflüssig, farblos und durchscheinend ist. Neben der Pulsationsvakuole und den Empfangsvakuolen habe auch ich darin jene stabförmigen, stark lichtbrechenden Gebilde (Binnenkörper) vorgefunden, die von den meisten Autoren als ein Charakteristikum im Entoplasma von *Uronema* beschrieben werden. Daneben habe ich aber, im Inneren des ganzen Körpers zerstreut, zahlreiche, viel kleinere, jedoch in gleicher Weise lichtbrechende Körnchen gefunden. Diese scharen sich in den vorderen Körpergegenden, so z. B. regelmäßig unmittelbar links vom Kern in stets charakteristisch auftretenden Gruppen zusammen (Abb. 1).

Der runde Kern nimmt im vorderen Körperdrittel Platz (Abb. 1, 4). An einigen Präparaten konnte ich in der vorderen kleinen Vertiefung des Macronucleus auch einen ebenfalls runden Mikronucleus beobachten. —

Lebensweise.

Die Bewegung des Tieres erinnert uns auffallend an jene der Cyclidien, nur ist sie etwas langsamer. Es saust auf einer sich gewöhnlich nach rechts drehenden Schraubenbahn von ziemlich großem Durchmesser im Wasserraume umher, doch verlangsamt es oft seine Bewegung und schwankt auf einer kleinen Fläche rechts und links oder kreist lange Zeit hindurch um einen Punkt herum. Diese letztere Bewegungsform ist für *Uronema* derart bezeichnend, daß ein geübtes Auge auf Grund derselben schon bei geringer Vergrößerung es von den in ihrer äußeren Erscheinung sehr ähnlichen Cyclidien bzw. kleineren *Loxocephalus*-Arten unterscheiden kann. Während der Ortsveränderung wechselt es im allgemeinen oft und jähe seine Richtung. Die Bewegung wird zeitweise von Ruhepausen unterbrochen, wo das Tier, den Cyclidien ähnlich sich auf kürzere oder längere Zeit auf die Unterlage bzw. auf die untere Fläche der Spiegelmembran des Wassers niederläßt. Wenn an die Cilien eines solchen sich relativ in ruhendem Zustande befindlichen Exemplars, z. B. eine in lebhafter Bewegung begriffene Ciliate stößt, dann schießt das Tier, ebenfalls an die Cyclidien erinnernd, sprungartig davon, oder läuft, sich auf seine steifen Cilien stützend, Hypotrichenartig ein kleines Stückchen weiter.

Wir müssen jedoch betonen, daß die Ruhelage von *Uronema* trotz aller Ähnlichkeit nicht ganz mit dem wohlbekannten und oft vorkommenden Sichniederlassen der Cyclidienarten identifiziert werden kann. Sie unterscheidet sich davon erstens darin, daß die Niederlassung hier nicht eine regelmäßig geübte, sondern eine gelegentliche ist. In vielen Fällen, besonders wenn das Zuchtwasser zu wenig Nahrung (Bakterien, Detritusbröckeln) enthält, können wir unser Tier lange Zeit hindurch unter der Lupe beobachten, ohne auch nur ein einziges sitzendes Exemplar zu finden. Aber auch darin zeigt sich eine wesentliche Differenz in ihrem Benehmen, daß während sämtliche Körpercilien eines ruhenden Cyclidiums vollkommen bewegungslos sind und sich stachelschweinartig nach allen Richtungen hin ausspreizen, im Falle eines „ruhenden“ *Uronema* in der Wirklichkeit nur wenige Cilien in vollkommener Ruhe sind. Es wird nämlich auch in diesem Falle ein beträchtlicher Teil der Arbeit des Herbeistrudeln der Nahrung von diesem verrichtet, indem sie gruppenweise je nach Körpergegenden stark zu schlagen beginnen. Besonders die Glieder des frontalen Cilienfeldes funktionieren auch in diesem Falle regelmäßig,

daneben können aber auch an irgendeinem Fleck der Körperoberfläche befindliche Ciliengruppen, ja sogar einzelne Cilien in Tätigkeit kommen. Diese letztere Beobachtung gestattet interessante Folgerungen bezüglich der Art der Reizleitung des Neuronems.

Bezüglich der Rolle des subpelliculären Neuronemensystems wurde allgemein die Auffassung angenommen, daß das Schlagen der Cilien reflexmäßig automatisch koordiniert wird, dadurch, daß der Bewegungszustand der einen Cilie als Reiz im Wege des interciliären Fadensystems zur danachfolgenden Cilie gelangt und deren metachronische Bewegung auslöst (v. GELEI, 1929). Bei der Beobachtung des obenerwähnten Benehmens der einzelnen Cilien bzw. Ciliengruppen taucht die Frage auf, wie es möglich sei, daß diese von den übrigen unabhängig, isoliert schlagen können, ohne daß sich die übrigen bewegen. In vielen Fällen setzen sich die Cilien gerade an solchen Flecken in Bewegung, zwischen welchen, wie dies die Silberpräparate bezeugen, in der Querrichtung keinerlei neuroide Verbindung besteht. Der Bewegungsreiz kann zwar auf einem Umwege durch die beiden circumpolaren Verbindungen bzw. im Wege der oben beschriebenen Kommissuren zu der in gleicher Höhe befindlichen Cilie des benachbarten Meridians gelangen, doch ist es in diesem Falle schwer verständlich, warum keine der dazwischenliegenden Cilien auf einen Reiz reagiert, welcher bei einer anderen Cilie ein intensives Schlagen auslöst. Wir können die Erscheinung, falls wir von der Voraussetzung einer Fernschaltzentrale absehen, nur auf eine Weise erklären: wir müssen voraussetzen, daß die Cilie mit dem Basalkörper in sich auch einen mehr oder minder autonomen Reflexbogen bildet. Der Achsenfaden ist der Receptor, der Basalkörper der Relator, die Plasmahascheide der Cilie der Effektor (KLEIN, 1927; GELEI, 1928), und es hängt von den jeweiligen Verhältnissen, von den gegebenen Umständen ab, ob sich dieser kurze, primäre Reflexbogen teils gegen die benachbarten Cilien, teils gegen die in der Nähe befindlichen Trichocysten hin erweitert. Dies bedeutet also, daß der durch die Cilienachse aufgenommene Reiz sich nicht notwendigerweise auf die ganze Körperoberfläche erstrecken muß. Im Falle des sich auf die Unterlage niederlassenden *Uronema* kann vorausgesetzt werden, daß die koordinierende Erregungsleitung auf den subpelliculären Nervenbahnen eingestellt ist. Wenn ein solches Tier einen gelinderen, noch nicht gefährlichen äußeren Reiz erfährt, so gelangt der Impuls durch die Vermittlung des Basalkörpers zu der den Achsenfaden umhüllenden kontraktilen Plasmahascheide, als zu einem Effektor.

Den Umständen nach kann jedoch evtl. der Basalkörper mit der Nachbarcilie keine Verbindung herstellen. In diesem Falle schlägt die Cilie, ohne daß hiervon die Nachbarcilien im Wege des interciliären Neuronems erfahren würden. Diese Annahme scheint auch durch die Beobachtung bekräftigt zu werden, daß der Auslöser einer solchen isolierten Cilienbewegung in vielen Fällen ein hingeschwemmtes kleines Detritusbröckel ist, welches von der zuerst berührten Cilie durch deren vibrierende Bewegung an eine zweite weitergegeben wird, von dieser nimmt es eine dritte Cilie über und so wird es Schritt für Schritt vor den Mundeingang befördert. Das fremde Objekt, aber auch die ihn berührende Cilie kann sich während der Bewegung an einigen benachbarten Cilien stoßen und können sich so auch rein durch Kontakt einige Cilien auf der Körperoberfläche in Bewegung setzen. Nur wenn das Tier eine stärkere Reizwirkung erfährt, wenn z. B. eine im Wasserraum dahinsausende Ciliate daran stößt, stellt der Basalkörper auch mit dem Neuronemensystem eine Verbindung her, in welchem Falle in der Reaktion nunmehr je nach der Stärke der Reizwirkung Cilien und Trichocysten der benachbarten Körperfläche, evtl. auch der ganze Organismus, teilnehmen, d. h. das Tier schießt davon.

Die Ernährungsweise von *Uronema* wird im allgemeinen mit jener des *Cyclidium* identifiziert. Die Nahrungsaufnahme spielt sich gewöhnlich auch bei diesem in ruhendem Zustande ab, wenn das Tier mit ausgespreizten Cilien auf der Unterlage ruht und nur die Ciliatur der Mundgegend arbeitet, um die nahrungbringende Wasserströmung zu erregen.

Beide Tiere sind typische Strudler: Detritusbröckel, Bakterien bilden die Nahrung von beiden. Ihre Mundeinrichtungen sind einander ähnlich (große, rechtsseitige, rückwärts mehr oder weniger hinter die Mundöffnung eingebogene undulierende Membrane, präorale Cilienreihen bzw. Membranellen), ihre Nahrungsweise ist aber dennoch nicht ganz identisch.

Die Cyclidien ernähren sich nur in der Ruhelage. Das Tier ruht dabei tatsächlich, indem in der Erregung und Steuerung der Wasserströmung allein die mächtig ausgebildete Segelmembran eine Rolle spielt, während sich die gewöhnlichen Körpercilien vollkommen unbeweglich verhalten. Höchstens einige, in der Nähe des Exkretionsporus befindlichen Cilien schlagen von Zeit zu Zeit. Die Bewegung dieser Cilien kann jedoch schon auf Grund ihrer Lage nichts mit dem Herbeistrudeln der Nahrung zu tun haben, eher ist

wahrscheinlich, daß sie in der Wegschaffung des Exkretes der Pulsationsvakuole eine Rolle spielt (GELEI, 1936). Ein *Cyclidium* kann während des Ortswechsels keine Nahrung aufnehmen, da die undulierende Membran sich dabei herunterklappt und die Mundöffnung versperrt.

Bei den Uronemen ist diese für die Cyclidien so charakteristische Ruhelage selten, im nahrungsarmen Wasser tritt sie überhaupt nicht ein. Bei diesen Tieren ist die Segelmembran während der Bewegung nicht heruntergeklappt, sondern sie führt dieselbe, auch bei den *Glaucoma*-Arten wahrnehmbare Bewegung aus, welche wir auch in der Ruhelage des Tieres beobachten können. Für unser Tier ist also eher der mit der Vorwärtsbewegung verbundene Nahrungserwerb charakteristisch (PÁRDU CZ, 1935). Es kann uns nicht irreführen, wenn auch das Tier sich, recht selten, an einer Stelle niederläßt und dabei Nahrung aufnimmt, da es sich nach aufmerksamer Beobachtung herausstellt, daß auch in diesem Falle nicht die Membranellen, sondern die gewöhnlichen Cilien der Körperoberfläche die Hauptrolle in der Nahrungsgewinnung spielen. Der die Nahrung liefernde Wasserstrom wird durch die Tätigkeit dieser besonders auf der Bauchseite befindlichen Körpercilien verursacht, die relative Situation ist also dieselbe, als wenn das Tier sich im Wasserraum bewegt, wobei Nahrungskörnchen an ihm vorbeigespült werden. Es kann aber *Uronema* sich auch während seiner schwebenden Bewegung über der Unterlage gut ernähren. In diesem Falle kratzt es wahrlich auf und verschlingt mit Hilfe der aus der Mundhöhle hervorragenden Membranellen den am Boden abgesetzten Detritus- oder Bakterienbelag.

Literaturverzeichnis.

- BUDDENBROCK, W. (1920): Beobachtungen über einige neue oder wenig bekannte marine Infusorien. Arch. Protistenkunde 41.
 BÜTSCHLI, O. (1889): Protozoa in Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Leipzig.
 CLAPAREDE et LACHMANN (1858): Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Geneve.
 DUJARDIN, F. (1841): Histoire nat. d. Zoophytes Infusoires. Paris.
 GELEI, J. v. (1929): A véglények idegrendszere. Allattani Közl. 26.
 — (1932): Eine neue Goldmethode zur Ciliatenforschung und eine neue Ciliate. Arch. Protistenkunde 77.
 — (1934 a): Eine mikrotechnische Studie über die Färbung der subpelliculären Elemente der Ciliaten. Z. Mikrosk. 51.
 — (1934 b): A Ciliáták csilló-meridiánusainak differenciálódása és az iránymeridiánus kérdése. Mat. és Term. tud.-i Értesítő 51.
 — (1935): Der Richtungsmeridian und die Neubildung des Mundes. Biol. Zbl. 55.
 HAMBURGER et v. BUDDENBROCK (1911): Nordische Ciliata. Nordische Plankton. Lief. 11.
 JACOBSON, I. (1931): Fibrilläre Differenzierungen bei Ciliaten. Arch. Protistenkunde 75.

- KAHL, A. (1935): Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata. In Dahl's Tierwelt Deutschlands.
- MÖBIUS, K. (1888): Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. Arch. f. Naturgesch. 54.
- MÜLLER, O. F. (1786): Animalcula Infusoria. Kopenhagen und Leipzig.
- KLEIN, B. M. (1926): Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. Arch. Protistenkunde 56.
- (1927): Die Silberliniensysteme der Ciliaten usw. Ibid. 58.
- (1928): Die Silberliniensysteme der Ciliaten. Weitere Resultate. Ibid. 62.
- (1929): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Silberliniensystems 65.
- (1930): Das Silberliniensystem der Ciliaten. Weitere Ergebnisse. Ibid. 69.
- (1931): Über die Zugehörigkeit gewisser Fibrillen bzw. Fibrillenkomplexe zum Silberliniensystem. Ibid. 74.
- PÁRDU CZ, B. (1932/33): *Uronema marinum* alkata és rendszertani helyzete. A szegedi egyetem mat. és term. tud.-i karához benyújtott pályamunka.
- (1934): Egy kevésé ismert Hymenostomata-véglény alkata, különös tekintettel az ezüstvonalrendszerre. Acta Biol. (Szeged) 3.
- (1935): Das Entstehen der strudelnden Lebensweise in der Gruppe Hymenostomata. Ibid. 3.
- (1935/36): Beiträge zur phylogenetischen Ableitung der Hymenostomata. Arb. d. Ung. Biol. Forsch. Inst. 8.
- (1937): Neue Silberbilder von Cyclidien. Acta Biol. 4.
- (1939): Festsitzende Ciliate in der Gruppe Holotricha. Ibid. Im Druck.
- PENARD, E. (1932): Études sur les Infusoires d'eau douce. Geneve.
- SCHEWIAKOFF, W. (1889): Beiträge zur Kenntnis der Holotrichen Ciliaten. Biblioth. Zool. fasc. 5.
- STOKES, A. C. (1888): Fresh-Water Infusoria of the United States. J. the Fremton Hist. Soc. 3.

Tafelerklärung.

Tafel 19.

Fig. 1. Das Neuronemensystem von *Uronema marinum* auf der rechten Seite des Tieres. Von den Elementen des Silberliniensystems sind bloß die interciliären Fasern imprägniert. Trockenmethode nach der modifizierten KLEINSchen Silbermethode (Blutzüchtung, Reduktion bei brennender Sonne im 1proz. Silberbad). 1500 ×.

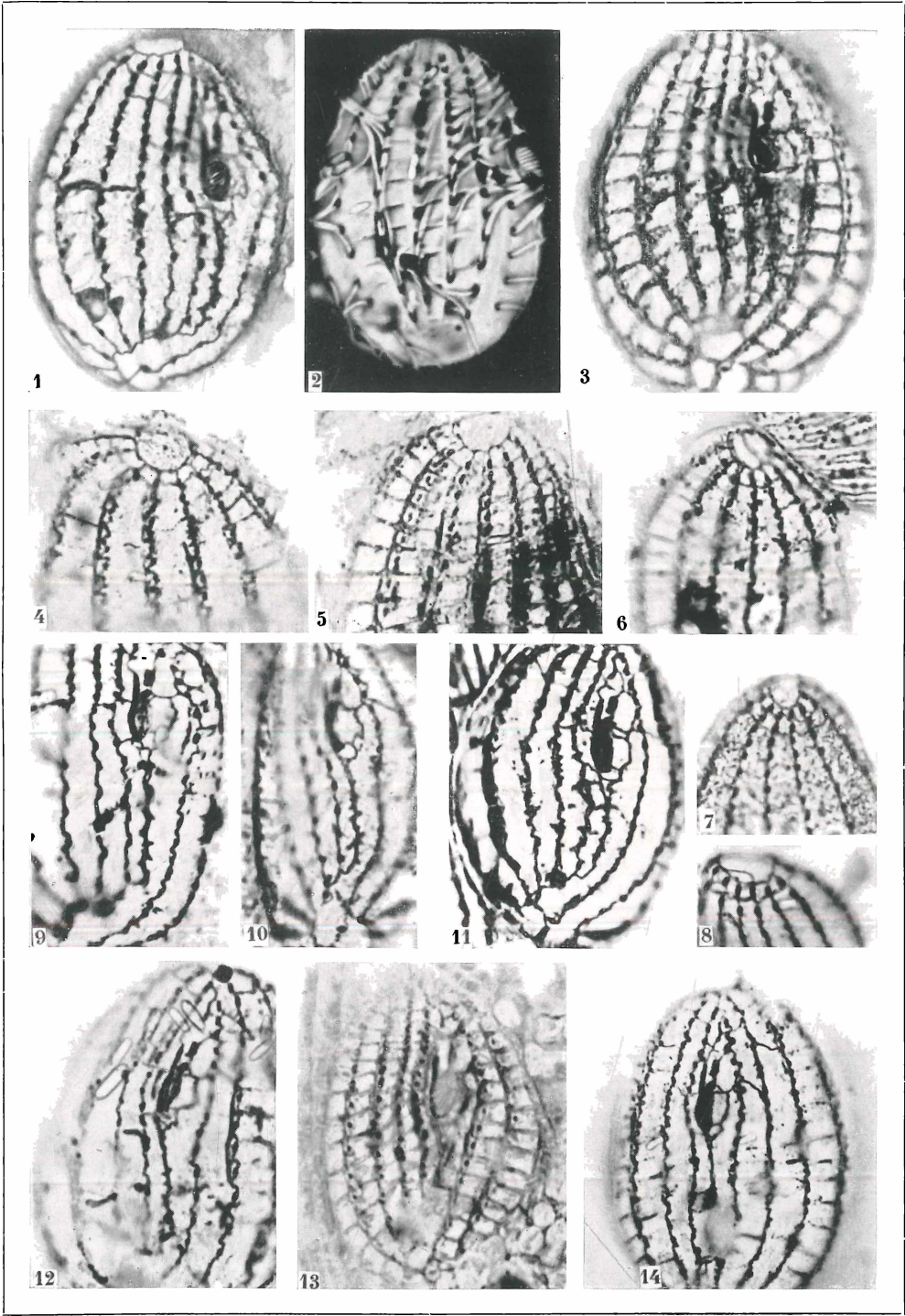
Fig. 2. Die Ciliatur der rechten Körperseite von *Uronema*, mit der Oberflächen-skulptur des subpelliculären Gerüstsystems. Opalblauverfahren nach BRESSLAU 1500 ×.

Fig. 3. Das Silberliniensystem von *Uronema marinum* an der Ventralseite. Außer der Basalkörner führenden Neuronemen kamen hier auch die Elemente des Gerüstsystems zum Vorschein. Jeder Basalkornapparat wird von je einer Gittermasche umrahmt.

Fig. 4—8. Silberliniensystem von *Uronema*. Ansicht des vorderen Pols, Dorsal-seite. An Fig. 4—6 u. 8 ist auch die erste, an Fig. 7 die erste und zweite subpolare Querverbindung sichtbar. Besonders an Fig. 4 kennen wir hier und da die Verdoppelung der circumpolaren Ringe. (Die circumpolaren Neuronemen- und Gerüst-ringe decken sich nicht vollständig!) Methode wie bei Fig. 1. 1500 ×.

Fig. 9—12. Silberbilder von *Uronema marinum*. Ventralseite. An sämtlichen Präparaten imprägniert sich nur das Neuronemennetz. Sichtbar die Innervierung der Mundorganellen (Segelmembran, die drei präoralen Membranellen), besonders an Fig. 9 u. 10 die dornige Cytophygelinie. Methode und Vergrößerung wie bei Fig. 1.

Fig. 13 u. 14. Silberbilder, an denen nebst Neuronemen auch die Elemente des Gittersystems sich imprägnierten. An Fig. 13 sichtbar die Ausdehnung der Segelmembran und die zu ihm vorn anschließende Reihe der cilienlosen Basal-körperchen. Methode, Vergrößerung wie bei Fig. 1.



Parducz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1939

Band/Volume: [92_1939](#)

Autor(en)/Author(s): Parducz Béla

Artikel/Article: [Körperbau und einige Lebenserscheinungen von Uronema marinum Duj. 283-314](#)