Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Über das Fibrillen-System der Ciliaten

https://hdl.handle.net/1874/285801

U. qu. 192, 1926

UEBER DAS FIBRILLEN-SYSTEM DER CILIATEN

C. G. B. TEN KATE

BIBLIOTHEEK DER RIJKSUNIVERSITEIT UTRECHT

UEBER DAS FIBRILLENSYSTEM DER CILIATEN

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK UTRECHT
3969 2904

Diss Utrecht 1926

UEBER DAS FIBRILLEN-SYSTEM DER CILIATEN

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS Dr. A. NOORDTZIJ, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT VAN GODGELEERDHEID, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DIER RIJKS-UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN OP VRIJDAG 24 SEPTEMBER 1926, DES NAMIDDAGS TEN VIER URE DOOR

CORNELIS GERRIT BEREND TEN KATE
GEBOREN TE KAMPEN.

NAUTA & Co., ZUTPHEN — 1926.

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT,

UEBER DAS FIBRILLEN-
SYSTEM DER CILIATEN

AAN MIJNE VROUW.

Wel bracht mijn werkkring mee, dat ik den meesten tijd der afgeloopen twee jaren elders moest doorbrengen, maar toch beschouw ik uit den aard der zaak eerst thans mijn eigenlijke studietijd aan de Utrechtsche Universiteit als geëindigd.

En zeer gaarne maak ik dan ook van deze gelegenheid gebruik, om U, Hoogleeraren in de Faculteit der Wis- en Natuurkunde, te danken voor alles wat gij voor mij geweest zijt.

In het bijzonder geldt mijn dank U, Hooggeleerde WENT, PULLE, JORDAN *en* NIERSTRASZ.

Mijn studierichting was oorzaak, dat ik slechts in de eerste jaren onder uw leiding mocht werken, Hooggeleerde WENT; *toch reken ik het mij tot een eer tot uw leerlingen behoord te hebben. Zeer veel ben ik aan uw leiding verschuldigd, en dagelijks word ik daaraan bij mijn onderwijs herinnerd.*

Ook uw colleges en practica, Hooggeleerde PULLE, *zullen mij steeds in aangename herinnering blijven. Van U heb ik tevens mogen leeren, hoe verkeerd het is bij het onderwijs in Plantkunde aan Gymmnasium en H.B.S. de vormleer te veel te verwaarloozen.*

Zeer veel dank ben ik U verschuldigd, Hooggeleerde JORDAN. *Gij hebt mij de noodzakelijkheid van physiologisch onderwijs voor iederen bioloog doen inzien. Daaraan is voorzeker te danken de belangstelling voor de levensverrichtingen van het menschelijk lichaam, die ik bij mijn oudere leerlingen reeds herhaaldelijk mocht opmerken.*

Wanneer ik mij thans tot U richt, Hooggeleerde NIERSTRASZ, *Hooggeachte Promotor, dan denk ik het eerst terug aan Uw colleges, waar gij steeds onze aandacht wist te boeien en de groote lijnen scherp wist af te teekenen, zoodat het voor mij steeds een vreugde was, ze te volgen. Zeer stel ik het op prijs, dat gij mij steeds vrij liet bij het kiezen van mijn onderwerpen, niet het minst bij dat voor mijn proefschrift. Immers, al was dat onderwerp uit een onderdeel, dat niet speciaal Uw terrein was,*

toch toondet ge U direct bereid, daarbij als promotor op te treden. En waren er moeilijkheden, steeds wist gij door Uw critische opmerkingen den juisten weg aan te wijzen.

Het is mij een hoogst aangename taak, ook U, Zeergeleerde ENTZ, *mijn oprechten dank te brengen.*

Onder Uw leiding toch heb ik dit werk mogen verrichten; tijd noch moeite hebt gij gespaard, waar het gold mij te helpen. Zonder Uw voortdurende hulp, zou het mij niet gelukt zijn, bij den betrekkelijk geringen tijd, die mij ter beschikking stond reeds nu mijn voorgesteld doel te bereiken.

Gij hebt mij door uw rijke kennis een blik doen slaan in het zoo interessante gebied der ééncellige wezens, waar zoovele problemen voor den bioloog voor het grijpen liggen.

Ook U, hooggeachte BRETSCHNEIDER, *mijn dank voor de bewezen diensten bij het vervaardigen van de teekeningen en de vertaling van dit proefschrift in het Duitsch.*

INHALT.

Einleitung 1
A. Eigene Untersuchungen 3
I. Opalina ranarum. (Ehrenberg.) 3
II. Nyctotherus cordiformis Ehrenberg . . . 15
III. Nyctotherus ovalis Leidy 28
IV. Ichthyophthirius multifiliis Fouquet . . . 35
V. Didinium nasutum O. F. Müller 45
VI. Balantidium entozoon Clap. et Lachm. . . 51
Schlussfolgerung 60
B. Allgemeine Betrachtungen 61
1. Nomenklatur 61
2. Literaturbesprechung 64
a. Myoneme 64
b. Morphoneme 69
c. Neuroneme 71
3. Schlussbetrachtung 78
Bedeutung der Verkürzungen in sämtlichen Figuren . . 79
Literaturliste 81

EINLEITUNG.

Als ich im Jahre 1923 im zoologischen Institut in Utrecht über *Diplodinium* arbeitete, wurde meine Aufmerksamkeit besonders auf die ausgezeichnete und Aufsehen erregende Arbeit von ROBERT SHARP (56) gelenkt, welche über den Bau und die Funktion des Fibrillen Systemes von diesem im Pansen der Ruminanten parasitierenden Protozoon berichtete.

SHARP war nämlich dieser Forscher, der bei Protozoen einen sogenannten „Neuromotorischen Apparat" entdeckt hatte (siehe später). Bald folgten dann Beschreibungen eines solchen Apparates bei anderen Protozoen, die alle in „the University of California publications in Zoology" erschienen, (siehe Literaturbesprechung) und stets von einer genauen Untersuchung des gesamten Fibrillen Systemes des bearbeiteten Tieres begleitet waren.

Dies wurde für mich zu einer Anregung das Fibrillen-System von einigen *Ciliaten* ebenso zu untersuchen. Beim Durcharbeiten der betreffenden Literatur, die bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts zurück zu verfolgen ist, schien es bald gewünscht, eine kurze Uebersicht über all das, was auf dem Gebiete der Fibrillen bei *Ciliaten* publiziert wurde, zusammen zu stellen. Umso mehr schien das von Nöten, als die Autoren für die verschiedenen Fibrillen Namen und Begriffe einführten, welche von Ihren Nachfolgern nicht stets in dem selben Sinne gebraucht wurden.

Dem zu folge zerfällt meine Arbeit in einen Teil, in dem die Resultate der eigenen Untersuchung behandelt sind, während im zweiten, eine kurze mehr oder minder chronologische Uebersicht über die *Ciliaten*fibrillen und ihre Benennung und Bedeutung gegeben wird.

Als erstes Objekt eigener Untersuchungen wurde *Opalina ranarum (Ehrbg.)* gewählt; über das Fibrillen-system dieses

Ciliaten ist bereits viel gearbeitet worden. *Balantidium entozoon* wurde studiert, weil Mc DONALD (13) bei einer anderen Species von diesem Genus ein „Neuromotorium" beschrieb. *Nyctotherus cordiformis* und *ovalis* wurden vorallen zum Vergleich mit Resultaten anderer Autoren über *Nyctotherus*Arten untersucht, während *Ichthyophthirius* wegen seiner Grösse für dieses Ziel sehr geeignet erschien. *Didinium nasutum* wurde in diese Untersuchung aufgenommen, weil es mir glückte in diesem Representant der Holotrichen Fibrillen zu finden, welche THON (60) in seiner übrigens sehr eingehenden Arbeit nicht beschrieb.

Dass bei den untersuchten Formen die Fibrillen von Ecto- und Entoplasma teilweise apart besprochen sind, ist damit begründet, dass bei Ciliaten von den älteren Autoren nur ectoplasmatische Fibrillen beschrieben wurden, dessen Ursache aber darin zu suchen ist, dass bei diesen älteren Untersuchungen noch keine Schnittmethode angewandt wurde.

A. EIGENE UNTERSUCHUNGEN.

I. *Opalina ranarum (Ehrbg.).*

Arbeitsmethode: Fixation fand mit Sublimat-Alkohol statt, während die Schnitte mit Heidenhains Eisenhaematoxylin, Delafield's Haematoxylin-Eosin, Giemsa (feucht), van Gieson und Mallory gefärbt wurden. Die Färbung mit Heidenhain gab die besten Resultate, obwohl auch mit Delafield oder Giemsa gefärbte Praeparate deutliche Fibrillen zu sehen gaben. Ausser Massaschnitten wurden auch Serienschnitten, quer und sagittal, von Tieren, die separat in Apathyschen Celloidin-Paraffin eingeschlossen waren, gemacht.

Pellicula.

Ueber den Bau der Pellicula ist bereits viel geschrieben; kein Wunder, denn diese ist auch bei *Opalina ranarum* sehr kompliziert gebaut. ZELLER (65) sagt auf Seite 354, dass Myoneme anwesend sind, welche die Pellicula ersetzen. Bereits BÜTSCHLI (8) wies (1889) darauf hin, dass die sogenannten Myoneme ZELLERS die Pellicula selbst vorstellen und dass von Myonemen keine Rede sein kann. 1903 gab MAIER (37) von der Pellicula eine ausführliche Beschreibung. Ihm zufolge hat die Pellicula schief verlaufende Furchen, in denen die Cilien stehen, welche im Ectoplasma in den Basalkörperchen endigen. Dazwischen verlaufen stets 2 bis 3 parallelle Furchen, wodurch zwischen den Cilienreihen 3 bis 4 längs verlaufende Leisten entstehen. Er sagt dann auch auf Seite 80: „Der Querschnitt, auf dem sich jede solche Längsleiste als papillenförmiger Fortsatz darstellt, erhält somit ein zinnenartiges Aussehen." Ausserdem besitzen nach ihm die Längsleisten noch eine oberflächliche Querstreifung. METCALF (1909, 39) schreibt auf Seite 211: „I have

not been able to demonstrate with entire clearness the minute longitudinal ridges, which Maier describes as present on the outer surface of the pellicula. The longitudinal striae are very clear in surface views of tangential sections, but none of my cross sections give satisfactory views of the ridges. In some sections, stained with Delafields haematoxylin, they are faintly seen."

Was die Querstreifung betrifft, ist METCALF jedoch mit MAIER nicht einer Meinung; er sagt auch auf Seite 210 ausdrücklich, dass dies durch Fibrillen verursacht wird, die unterhalb der Pellicula liegen, also keine Pelliculastruktur darstellen. KONSULOFF (1922, 32) gibt ZELLER insofern recht, als es sich um das Vorkommen von Myonemen handelt. KONSULOFF behauptet dass aus den Biegungen des lebenden Tieres darauf zu schliessen sei, dass die Pellicula Myoneme besitzen muss. Er gebrauchte Praeparate, die mit von Doflein's modifizierten Eisenhaematoxylin gefärbt und mit Eosin nachgefärbt waren. Auf Oberflächenschnitten sind nach ihm dann die M y o n e m e deutlich zu sehen, so fasst er nämlich die Längsleisten (MAIER) auf. Ferner behauptet er, dass diese Leisten nicht quer gestreift sind, sondern dass diese Querstreifung zu der Membrane gehört, die darunter liegt und die nur bei sehr feiner Einstellung sichtbar wäre. In schlappem Zustand würde das Bild, welches MAIER gibt, auch gut zu sehen sein (ausgenommen das der Querstreifung), denn dann sehen die Myoneme „wie kleine Rippen und Furchen aus." Bei Kontraktion aber kämen die Myoneme so dicht nebeneinander zu liegen, dass sie wie ein einzelnes Bündel aussehen, während die Zahl allein die dünnen Scheidungslinien angeben. Ueberdies gehen die Furchen zwischen je zwei Cilienreihen etwas auseinander. Diesen Zustand hat MAIER, schreibt KONSULOFF, nicht gesehen, „und deshalb hielt er die erschlafften Myoneme, für die Pellicula selbst." Wir können hierbei gleich bemerken, dass, abgesehen von der Tatsache, ob Myoneme hier vorhanden sind oder nicht, diese nie in der Pellicula selbst liegen, sondern stets darunter im Ectoplasma. Auch das ist nicht deutlich, was KONSULOFF mit der quergestreiften Membrane unter der Pellicula meint. Bereits METCALF hat darauf hingewiesen, dass die Querstreifen

welche MAIER beschreibt nicht in, sondern unter der Pellicula liegen.

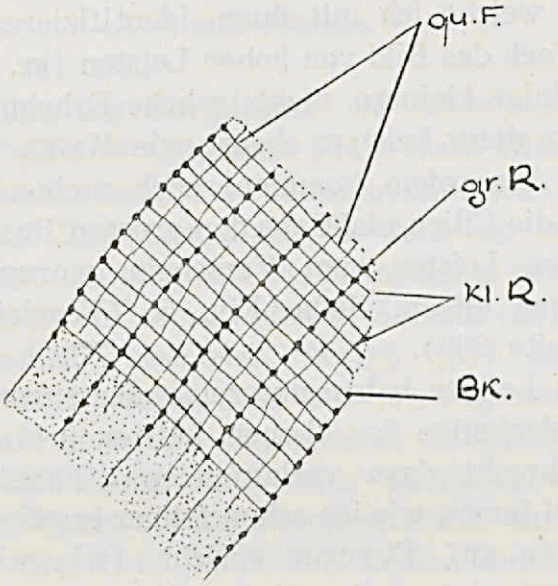

Fig. 1. Opalina ranarum. Oberflächlicher tangentialer Schnitt durch das Ectoplasma und die Pellicula. Ectoplasma punktiert Schaudinn, Heidenhain.

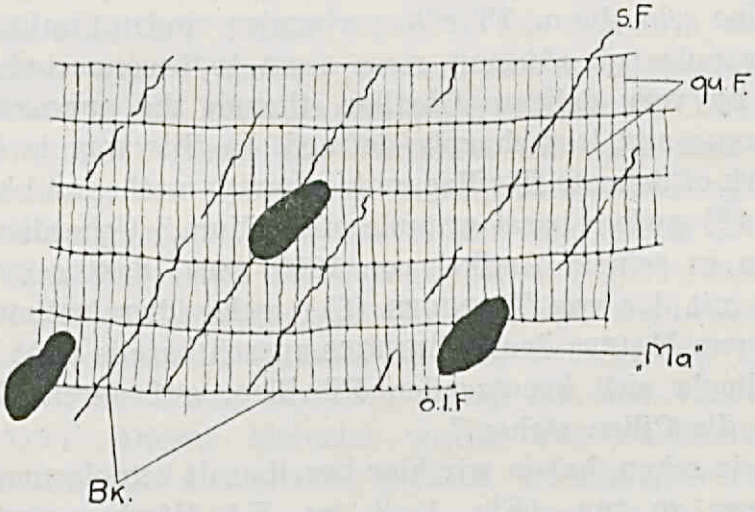

Fig. 2. Opal. ran. Tangentialer Durchschnitt mit 3 „Makronuclei". Schaud., Heid.

Meine Praeparate (tangentiale Schnitte, Fig. 1, 2) geben die selben Bilder, welche MAIER und KONSULOFF (in erschlaff-

ten Zustande) darstellen. Dass die kleinen Längsleisten (Kl. R.) Myoneme sind, kann ich nicht unterschreiben, da ich auf Querschnitten (Fig. 4, 5) keine weiteren Besonderheiten entdecken kann, welche ich mit ihnen identifizieren konnte. Ich bekomme einfach das Bild von hohen Leisten (gr. R.), zwischen denen stets einige kleinere, nicht so hohe Erhebungen sichtbar sind. Ich halte diese Leisten, ebenso wie MAIER, für Pellicula-Erhebungen. Ausserdem kommen, nach meinen Praeparaten zu schliessen, die Cilien nicht aus den grossen Furchen, sondern aus den hohen Leisten zum Vorschein, worunter auch die Basalkörperchen sitzen. Siehe Fig. 5. (Vergleiche auch A. Wetzel 63, Seite 239).

Die grossen Leisten haben untereinander einen Abstand von 2μ, während derjenige der kleinen Leisten $0{,}44\mu$ beträgt und von den senkrecht dazu verlaufenden „Querstreifen" 0.4μ. Diese letzteren fasste, wie ich schon früher erwähnte, MAIER als Pelliculastreifen auf. Dagegen spricht, (wie schon METCALF und KONSULOFF zeigten) ihre tiefere Lage; ausserdem sind sie auf Sagittalschnitten nicht zu sehen. METCALF sagt dann auch auf Seite 8 seiner grossen Monographie über Opalina (40), nach dem er vorher erwähnte, dass die Basalkörperchenreihen durch eine sehr dünne Fibrille verbunden sind: „Similarly the basal granules of adjacent rows seem to beconnected transversely by very delicate fibrillae, though the appearance is more vague and less sharply defined. In this way is formed a network of delicate fibrillae with squarish meshes and bearing at each (?) node a basal granule of a cilium." Ueberdies sagte er schon in seinem Artikel von 1909 (39), dass seine Auffassung mit der von TÖNNIGES (61) mehr übereinstimmt, als mit der van MAIER; denn TÖNNIGES sprach bereits von: „unter der Pellicula sich kreutzenden Fibrillen, auf deren Knotenpunkten die Cilien stehen."

Wie wir sehen, haben wir hier bereits mit ectoplasmatischen Strukturen zu tun. (Fig. 1, 2, qu. F.) Hierher sind auch geschlängelte Fibrillen (S. F.) zu rechnen, [wie es tangentiale Schnitte zeigen (Fig. 2)], die untereinander einen Abstand von 2.6μ besitzen, während sie mit den Cilienreihen einen Winkel von 60° bilden. Sie gehören scheinbar zum äussersten

Ectoplasma und sind, soviel ich weiss, noch nicht beschrieben worden.

Ectoplasma.

Auch der Bau des Ectoplasmas ist Jahre lang strittig gewesen, bis KONSULOFF (32) diese Frage löste. Diese Verwirrung entstand nach KONSULOFF's Meinung dadurch, dass der eine Untersucher die Ectoplasmavacuolen wohl, der andere sie aber nicht sah. TÖNNIGES (61) hat das Ectoplasma ohne Einschlusse abgebildet und beschrieben, während ZELLER (65) es als „völlig homogen, glashell" beschrieb. MAIER (37) ist ebenso wie BÜTSCHLI der Auffassung, dass das Corticalplasma „feinwabig gebaut ist" wie auch das Entoplasma. (Seite 81).

METCALF (39) aber fand stets Ectoplasmavacuolen mit festen Körpern darin („ectosarc spherules"). Auch KONSULOFF fand sie aber lang nicht immer und bekam denn das selbe Bild als MAIER (Siehe seine Abbildung 12 Pl. XII). Er untersuchte diese „Vacuolen" genau und kam dann zur Ueberzeugung, dass sie mit der extracellulären Verdauung in Verband stehen, denn sie traten in Kulturen nur dann auf, wenn die Individuen reichlich gefüttert wurden. Liess er sie hungern, dann verschwanden diese Vacuolen wieder. Manchmal waren sie in der Richtung der Pellicula verlängert. Auch bei Dauercysten sah KONSULOFF ebensolche Vacuolen, die nach ihm mit der Ausscheidung der Cystenumhüllung zusammen hängen.

Am Anfange meiner Untersuchungen fand ich im Ectoplasma keine Vacuolen, jedoch als ich im September 1924 junge Exemplare von Rana fusca fing, die sehr viele *Opalinas* beherbergten, fand ich in deren Ectoplasma Massen, auch grosser Bläschen, die meines Erachtens identisch waren mit den Vacuolen von KONSULOFF. Dieses Material wurde mit Sublimat-Alkohol fixiert und mit Heidenhain gefärbt. Bemerkenswert ist es, dass — trotz vieler Beschreibungen — über die im Ectoplasma befindlichen Fibrillen bis jetzt, mit Ausnahme derer, die bereits an der Pellicula erwähnt wurden, wenig geschrieben wurde. SCHNEIDER (1906, 47) hat als erster Ectoplasmafibrillen gesehen, die ins Entoplasma durchlaufen (p. 49). Er nennt sie:

„mit Eisenhaematoxylin schwärzbare Fäden", die schief durchs Corticalplasma in das Entopl. laufen. SCHNEIDER konnte sie jedoch nicht ganz bis zu ihrer Endigung verfolgen. Er schreibt, dass oft sich einige vereinigen und an diesen dann die Kerne und die scheibchenförmigen Körner hängen.

KONSULOFF (32) beschreibt sie ausführlich (siehe unter Entopl.) und konnte sie auch ins Ectoplasma verfolgen, konnte aber nicht, wie SCHNEIDER, ihre Verbindung mit den Basalkörpercren konstatieren. Er findet es auch nicht wichtig, da er dies scheinbar im Verband mit der Funktion, die er ihnen zuschreibt, nicht notwendig findet.

Um nun zu den eigenen Funden überzugehen, will ich erstens

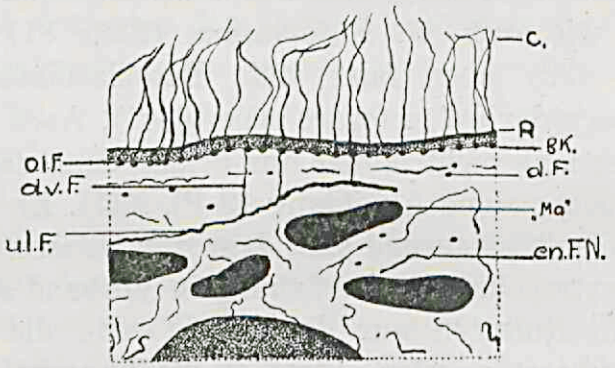

Fig. 3. Opal. ran. Längsdurchschnitt in der Richtung der Cilienreihen. Schaud., Heid.

einen Schnitt besprechen, der in der Richtung der Cilienreihen gemacht wurde (Fig. 3).

Die Pellicula (P) ist hier als eine regelmässige, durchlaufende Linie zu sehen; die Basalkörperchen (B. k.) sind, in einer Reihe liegend, durch eine dünne Fibrille (o. l. F.) verbunden. Diese Fibrille läuft auf der Grenze von äusserem und innerem Ectoplasma (Siehe METCALF 1909).

An 3 Stellen entspringen aus den Basalkörperchen dünne Fibrillen (d. v. F.), welche sich unten mit einer dickeren Fibrille (u. l. F.) verbinden. Diese dickere Fibrille läuft an der Grenze von Ecto- und Entoplasma, teilweise parallel mit der Pellicula. Auf einer anderen Stelle des selben Praeparates war noch so eine dickere Fibrille zu sehen, die zwar etwas gewellt, aber doch mehr oder minder parallel mit der Pellicula verläuft.

Das Ectoplasma ist hier 2 μ breit und der Abstand von Pellicula und Fibrille 1.4 μ.

Ueber der dicken Fibrille laufen noch dünnere Fibrillen, die auf Durchschnitten (d. F.) nur als Punkte oder Striche zu sehen sind. Auf Querschnitten sind stets regelmässig von jedem Basalkörperchen ausgehend, senkrecht zur Pellicula stehende Fibril-

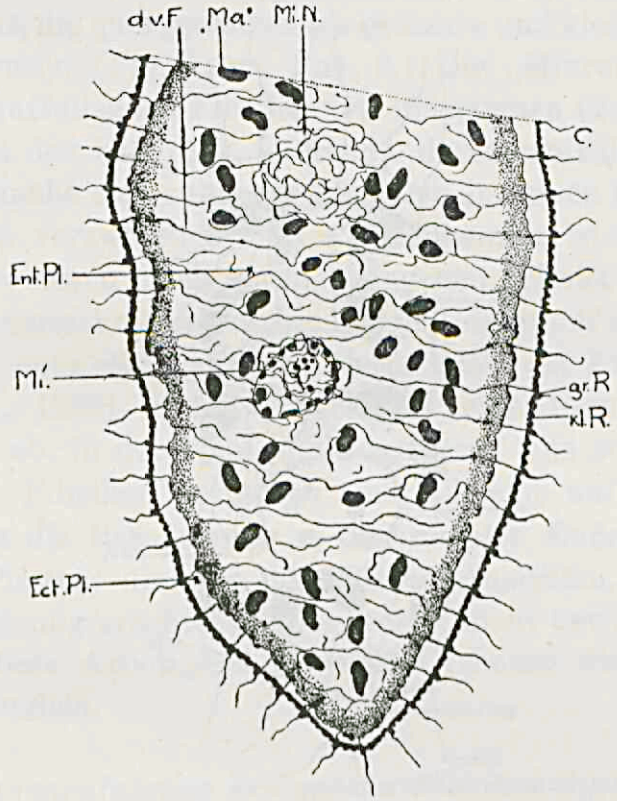

Fig. 4. Opal. ran. Querschnitt. Entoplasma nur zum Teil punktiert. Schaud., Delaf. Häm., Eosin.

len zu sehen, welche weiter unten bei dem Entoplasma besprochen werden. (Siehe Fig. 4 und 5, d.v.F.) Diese Fibrillen fand ich bei Praeparaten, die mit Heidenhain, Giemsa und Delafields Haematoxylin-Eosin gefärbt waren.

Entoplasma.

Das ganze Entoplasma wird von dünnen und dicken Fibrillen durchzogen. Zum ersten Male sind sie von SCHNEIDER beschrieben worden (siehe oben), vor kurzem wieder durch

KONSULOFF. Steht die Pellicula unter Kontraktion, dann werden die Fibrillen wie die Maschenfäden eines Netzes, an dem man zieht, gespannen. KONSULOFF giebt dann auch Abbildungen sowohl von gespanntem als auch ungespanntem Zustande (Seine Fig. 5 und 6 Tafel XII).

Auf Seite 300 sagt er ausdrücklich, im Gegensatz zu SCHNEI-

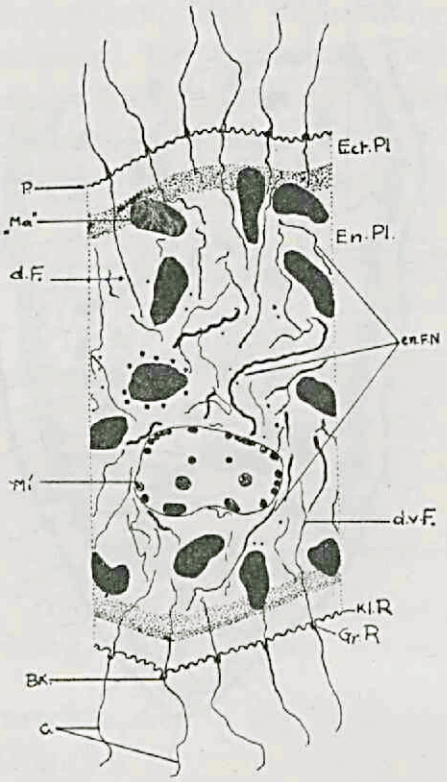

Fig. 5. O p a l. r a n. Querschnitt, etwas schief. Entoplasma nur zum Teil punktiert. Schaud., Giemsafeucht.

DER, dass sie mit den sogenannten „Makro-" und „Mikronuclei" nicht in Verbindung stehen. Ich kann mich seiner Anschauung nicht ganz anschliessen; die Fibrillen sind zwar nach allen Richtungen hin verbreitet, doch fallen zwei Dinge besonders auf (Fig. 4.). 1.) Es laufen bestimmte Fibrillen von der einen „flachen" Seite zur anderen, wir wollen sie fortan Dorsoventralfibrillen nennen (d.v.F.). In einem mit Delafield Häm-Eosin gefärbtem Praep. verlaufen sie ziemlich regelmässig und sind

mit einiger Mühe an beiden Seiten bis zu den Basalkörperchen der Cilien zu verfolgen.

Ich muss hier jedoch bemerken, dass die anderen Fibrillen weniger deutlich waren, ebenso wie dieselben Fibrillen in den mit Heidenhain gefärbten Praeparaten meines September Materials. In einem Giemsapraeparat aber traten wieder im Entoplasma nach allen Richtungen verlaufende dicke und dünne Fibrillen auf, die quergetroffen als grössere und kleinere Punkte zu sehen waren (Fig. 5, en. Fn). 2.) Die „Mikronuclei" sind von einem auffallenden Fibrillennetz umsponnen (Fig. 4 mi. N.) Ja es macht den Eindruck, als ob die dorso-ventralen Fibrillen in der Kernnähe sich zu einem den Kern in seiner Lage haltendem System verzweigten. Dieses Fibrillennetz ist vorallem da zu sehen, wo durch einen vorangegangenen Schnitt der „Micronucleus" weggeschnitten wurde; es giebt dann auf dieser Weise Aufschluss über die Lage des Kerns (Wie es Fig. 4 zeigt).

BĚLAŘ (4, 1926) bildet (Seite 201) eine Figur TÖNNIGES (62, 1919) ab, in der vom „Makronukleus" aus zu den Basalkörperchen Fibrillen verlaufen und schreibt auf Seite 200: „hier sollen die Basalkörner an den distalen Enden von chromidialen Platten, die aus dem Kerne Austreten, entstehen." Diese Erklärung erachtet BĚLAŘ jedoch nicht bewiesen. Leider war mir diese Arbeit von TÖNNIGES (ebenso die von 1898) nicht zugänglich.

Zusammenfassung des ganzen Fibrillen-Systemes.

Nach dieser Beschreibung der Pellicula, der Ecto- und Entoplasmafibrillen, wollen wir kurz das ganze Fibrillensystem zusammenfassen und erforschen, wie die einzelnen Teile mit einander in Verband stehen.

1. In der Pellicula sind vorhanden:
   a. grosse Leisten, woraus die Cilien kommen, (Grosse Rippen gr. R.)
   b. kleine Leisten (dazwischen) (kleine Rippen, kl. R.)
2. Im Ectoplasma sind vorhanden:
   a. dünne Fibrillen der Basalkörperchenreihen selbst, (o.l.F.)

b. dünne Fibrillen, die die Basalkörperchenreihen unter-ein ander verbinden (Querstreifen von MAIER (qu.F.).

c. darunter Fibrillen in verschiedener Richtung, ausserdem noch Fibrillen, welche mit den Basalkörperchenreihen einen Winkel von 60° bilden (S.F.).

d. unten im Ectoplasma Fibrillen, die ungefähr parallel mit den Cilienreihen laufen (u.l.F.).

e. von den unter *d* genannten ausgehend Fibrillen, die senkrecht zu ihnen stehend, mit den Cilien in Verband stehen (d.v.F.).

3. Im Entoplasma sind vorhanden:

a. dünne und dicke Fibrillen nach allen Richtungen laufend (en. F.N.).

b. besondere Dorso-ventralfibrillen, die mit denen unter 2 e genannten sich vereinigen (d.v.F.).

c. Dorso-ventralfibrillen, die ein Netzwerk um die „Mikronuclei" bilden (Mi.N.).

Deutung der Fibrillen.

Wenn wir schliesslich dem nach gehen, was all die Fibrillen zu bedeuten haben, dann finden wir bei den verschiedenen Autoren, die hierüber geschrieben haben, wenig übereinstimmendes.

ZELLER (1877) fasste die „Cuticula" als eine Lage äusserst fein gekörnerter muskulöser Bänder auf.

BÜTSCHLI (1889) wies auf die falsche Auffassung ZELLER's hin und bestritt das Bestehen von Myonemen.

TÖNNIGES (1898) entdeckte die unter 2 a und b genannten Fibrillen und sagte dass „deren Kontraktion vermutlich die Bewegung der Wimpern verursacht."

MAIER (1903) findet diese Struktur nicht und ist auch nicht der Meinung TÖNNIGES.

SCHNEIDER (1906) huldigt, was die Pellicula betrifft, MAIER's Auffassung, und schreibt den Entoplasmafibrillen Stützfunktion zu.

KONSULOFF (1922) fasst die kleinen Rippen als Myoneme und die Entoplasmafribillen als Stützfibrillen auf.

METCALF (1923) fasst die grossen und kleinen Rippen als Pelliculastruktur auf und findet ebenso als TÖNNIGES die unter 2 a und b genannten Fibrillen, denen er allerdings eine andere Funktion zuschreibt: „This fibrillar network probably serves the nervous function of coordination of the movements of the cilia and may be regarded as a rudimentary nervous system, comparable to the much more highly developed nervous system of many Ciliates and Flagellates, so finely described by KOFOID and his pupils. No nervous centers have been observed in connection with this network in any species of Opalinid." Von anderen Fibrillen spricht er nicht. Wie ich bereits früher sagte, glückte es mir nicht in der Pellicula Myoneme zu finden, vielmehr sehe ich, sowie MAIER, SCHNEIDER und METCALF, in den Myonemen KONSULOFF's eine Pelliculastruktur. Meines Erachtens geht auch aus den Zeichnungen KONSULOFF's nicht hervor, dass hier Fibrillen sind. Ueberdies gibt KONSULOFF selbst auch zu, dass die Fibrillen in erschlafftem Zustande wie „kleine Rippen und Furchen" aussehen. Dass man aus anderen Praeparaten, wo deren Rippen und Furchen dichter nebeneinander liegen, auf Myoneme schliessen darf, scheint mir nicht gestattet zu sein. Wohl stimme ich ihm und SCHNEIDER zu, dass die anderen teilweise bereits beschriebenen Fibrillen, als Stützfibrillen aufzufassen sind. Diese Deutung denke ich damit noch stützen zu können, dass ich bestimmte Dorso-ventralfibrillen, die stellenweise durch Verzweigung ein Netzwerk um den „Mikronucleus" zu Stande bringen, gefunden habe, welche den „Mikronucleus" sozusagen einen fixierten Platz im Entoplasma gewären.

Auf jedem Falle ist für die mechanische Auffassung, die auf morphologischer Ueberlegung beruht, mehr Grund vorhanden, als für die von METCALF. METCALF sieht nämlich (wie schon oben gesagt) in den von ihm beschriebenen, zwischen den Basalkörperchen vorhandenen Fibrillen ein rudimentäres Nervensystem. Allein diese Auslegung beruht in Anschluss an die Behauptungen KOFOIDS und seiner Schule auf hypothetischer Grundlage. Weiter bemerke ich, dass das Fibrillensystem bei *Opalina* nicht rudimentär ist: nur war METCALF ein sehr geringer Teil des Fibrillensystems bekannt. Ueberdies zitiert er in seinem

früherem Werk (1909, 39) (in dem er bereits die Koordinations Funktion verteidigte) die Bemerkung MAIER's, dass aus der Kontraktion von isolierten Cilien zu ersehen ist, dass ihre Bewegung automatisch ist. (Seite 210). Diese Erklärung MAIER's, bedeutet meiner Meinung nach, dass zur koordinaten Bewegung der Cilien, die Annahme eines „M o t o r i u m", nicht unbedingt notwendig ist. Dass METCALF jedoch das Bestehen eines „neuromotorischem" Zentrums verneint, tut der Ansicht der amerikanischen Schule keinen Abbruch. Denn MC DONALD will die Tatsache, dass die meisten Fibrillen bei *Balantidium coli* allein indirekt mit dem Zentrum zusammenhängen durch: „the lesser degree of spezialisation of locomotor organelles," erklären.

Vergleichen wir nun auch auf die selbe Weise, wie es die Amerikanische Schule tut, *Opalina* mit *Balantidium*, dann mussen wir sagen:

Balantidium hat einen sehr komplizierten Mundapparat, *Opalina* hat überhaupt keinen; das Fehlen eines „Motoriums" an *Opalina* würde nun dadurch zu erklären sein, dass hier auch gar keine Organisation eines Mundapparates vorhanden ist, dessen „Innervation" ein „Motorium" notwendig machen müsste.

II. *Nyctotherus cordiformis Ehrbg.*

Methodisches. Alle hier besprochenen Präparate sind mit Subl. Alkohol fixiert und hauptsächlich mit Heidenhain gefärbt, da dies, was die Fibrillen betrifft, die besten Resultate gab. In Schnitten, die mit DelafieldsHaem. Eosin oder Giemsa (feucht) gefärbt waren, waren die Fibrillen bei weitem nicht so gut zu sehen.

Pellicula.

Die Pellicula besitzt der Länge nach Furchen, aus denen die Cilienreihen zum Vorschein kommen; ihr Abstand ist ± 1.6μ. Diese Furchen sind auf meinen Querschnitten (Fig. 6, 7, 9.) schärfer umschrieben als diejenigen („seichten"), die MAIER auf seiner Abbildung 8 Tafel 3 zeichnet, was vielleicht an einer anderen Fixation liegen kann. Kleinere dazwischen parallel verlaufende Furchen oder Rippen (wie bei *Opalina)* konnte ich hier nicht finden. Anfangs glaubte ich zwar Querstreifen zu sehen, doch stellte sich später heraus, dass die flachliegenden Cilien diese Struktur vorgetäuscht hatten.

Ectoplasma.

MAIER (37) beschreibt das Ectoplasma als eine homogene Lage, welche von dem Entoplasma deutlich absticht. MAIER glaubte dies dadurch zu erklären, dass die drei Ectoplasmalagen hier verschmolzen sind. Dies wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass die Basalkörperchen, die sonst im Corticalplasma liegen, hier unten an der Ectoplasmaschichte zu liegen scheinen. Auch ENTZ (18b) ist der selben Meinung (Seite 373).

ARNO WETZEL (63 Seite 253) ist mit dieser Auffassung nicht einverstanden und scheint, was MAIER als gesammtes Ectoplasma ansieht, nur als Alveolarschicht anzusehen. Ausser diesem soll nach dem Ectoplasma zu noch eine dünne Lage

Plasma anwesend sein, wovon es schwer zu sagen is, ob es zum Ecto- oder Entoplasma gehört, „was ja für das typisch ausgebildete Corticalplasma ebenfalls des öfteren gilt." (Er untersuchte allerdings nicht *Nyct. cordif.*, sondern *Nyct. macropharyngeus).*

Diese Lage nun sieht WETZEL für eine erste Andeutung des Corticalplasmas an; weiter unten nennt er sie „eine feine Grenzlamelle." Seine Praeparate waren mit dem Telyesnicki' schem Gemisch fixiert und mit Heidenhain-Fuchsin S. gefärbt. Eben darum sticht also das Ectoplasma vom Entoplasma so deutlicr ab, was MAIER schon erwähnte.

In meinen Praeparaten trat auch stets eine deutliche Grenze auf, doch konnte ich nie eine spezielle „Lage" finden. In den Zeichnungen ist diese Grenze mit einer durchlaufenden oder punktierten Linie angegeben. (Gl.) Im Ectoplasma konnte ich keine anderen Fibrillen finden, als diejenigen, welche die Cilien der beiden Seiten durch das Entoplasma hin mit einander verbinden; diese Fibrillen (l.r.F.) sind sowohl auf Quer- (Fig. 6—9) als auch auf Transversalschnitten (Fig. 10) stets als sehr deutliche, bis an die Basalkörperchen zu verfolgende Fibrillen zu sehen und viel deutlicher ausgeprägt als bei *Opalina.* Schon SCHNEIDER (47) beschrieb die „Wimperwurzeln" als sich oft zu dickere Fibrillen vereinigend, „die von einer der platten Seitenflächen zur anderen sich ausspannen oder auch an den langen Schlund b.z.w. an den Kern herantreten" (Seite 51).

ENTZ (18b) beschreibt sie bei *N. piscicola* ebenso.

Ausser den von MAIER (37) bereits besprochenen, längs der Praeoralhöhle verlaufenden Fibrillen, an der Aussenseite des Ectoplasmawulstes (Bw.), der den Basalsaum (Bs.) der Membranellen (Mb) trägt, und denjenigen der gegenüberliegenden Ectoplasmaverdickung (H.ec.Ver.), fanden sich in meinen Praeparaten im Ectoplasma keine Fibrillen vor (Fig. 10. L.F.P.H.) Auf allen Querschnitten, welche die Praeoralhöhle treffen, sind diese als dicke Punkte oder Striche sichtbar (Fig. 9). An sagittalen Schnitten (Fig. 15) sind sie deutlich als ununterbrochen durchlaufend zu sehen, während andere Fibrillen, die vom Basalsaum kommen und sich einander nähern

in den langen Fibrillen endigen (Mb.F.). Diese letzteren (Mb.F.) konnte ich an Querschnitten nicht antreffen, obzwar sie SCHNEIDER (47) abbildet. SCHNEIDER behauptet, dass sich die Cilienwurzeln in der Basallamelle zu Bündeln vereinigen, dann an der Grenze des Wulstes abbiegen, um sich mit denjenigen der darunter liegenden Membranelle zu vereinigen. Nach ihm laufen sie also nicht recht durch. Diese Behauptung widerspricht entschieden Figur 15. Er gibt aber auch nur die Abbildung von einem Querschnitt wider. ENTZ (18b) gibt bei *Nyct. piscicola* keine Längsfibrille der Praeoralhöhle an, obwohl der Fibrillenverlauf bei *N. piscic.* und *cordif.* stark übereinkommt und deshalb zu erwarten ist, dass sie auch vorhanden sind, was ENTZ später auch beobachtete (Mündliche Mitteilung). Diese Längsfibrillen der Praeoralhöhle erinnern stark an die „oesophageal fibers" welche SHARP (56) bei *Diplodinium ecaudatum* abbildet. Bei *Nyct.* liegen sie knapp nebeneinander und sind schon bei geringer Vergrösserung zu sehen. Die Praeoralhöhle verengt sich weiter unten und führt zu dem Munde, welcher in ein ventralwärts umgebogenes Röhrchen übergeht (Cytopharynx Fig. 12. Ph.). Der „Cytopharynx" trägt keine Membranellen oder ciliäre Gebilde. Dieser Zustand ist also anders als bei *N. macropharyngeus*, bei dem WETZEL (63) eine allmählich enger werdende spiralig gedrehte Mundgrube zeichnet, die stets mit Membranellen versehen ist. Hierbei versteht er unter Mundgrube dasselbe wie Praeoralhöhle (Seite 277). Scheinbar fehlt hier also ein Cytopharynx.

Entoplasma.

Finden wir bei *Nyct. cordif.* im Ectoplasma bei weitem nicht so viele Fibrillen, als bei *Opalina*, so verhält sich dies im Entoplasma ganz anders. An erster Stelle finden wir die bereits oben genannten dicken Fibrillen (l.r.F. Fig. 7, 10), die vorwiegend von rechts nach links orientiert sind. Von einem „fädigen Gerüst", wie es SCHNEIDER für *Opalina, Nyctotherus* und *Balantidium* abbildet, ist in meinen Praeparaten nichts zu sehen.

Besprechen wir nun den Verlauf der Fibrillen an Quer-Transversal- und Sagittalschnitten. Vorallem die Querschnitte

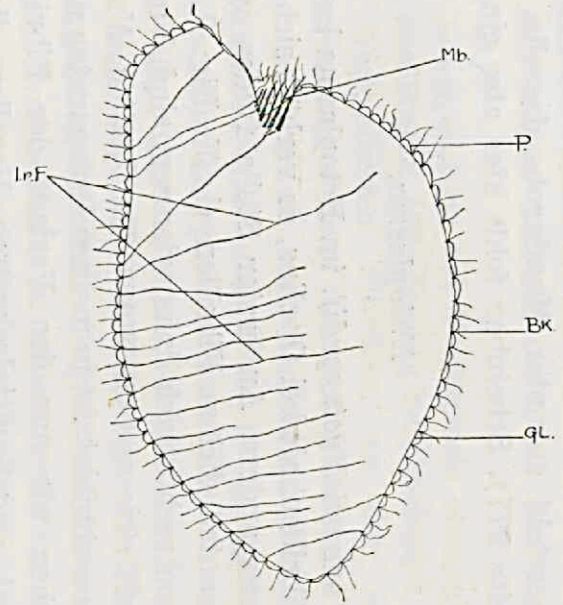

Fig. 6. Nyctotherus cordiformis.
Fig. 6—9 sind aus einer Querschnitt-serie.
Schaud., Heid.

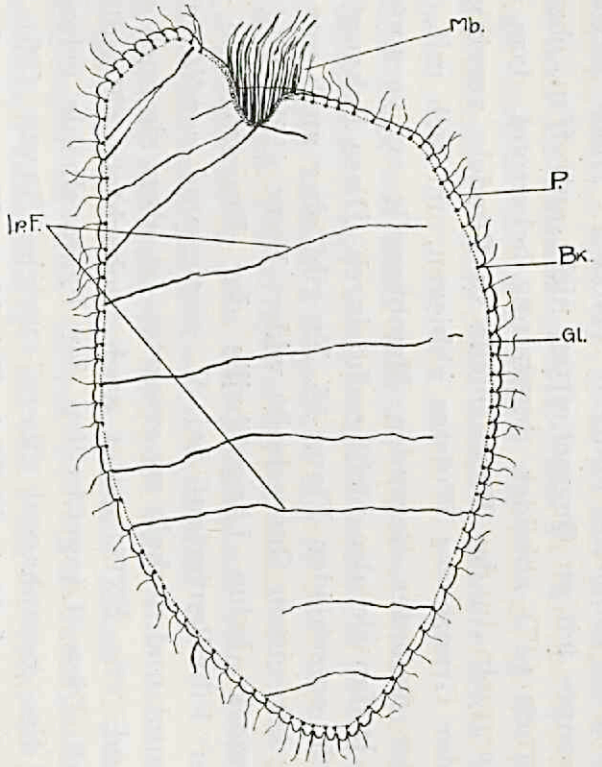

Fig. 7. Nyct. cordif.

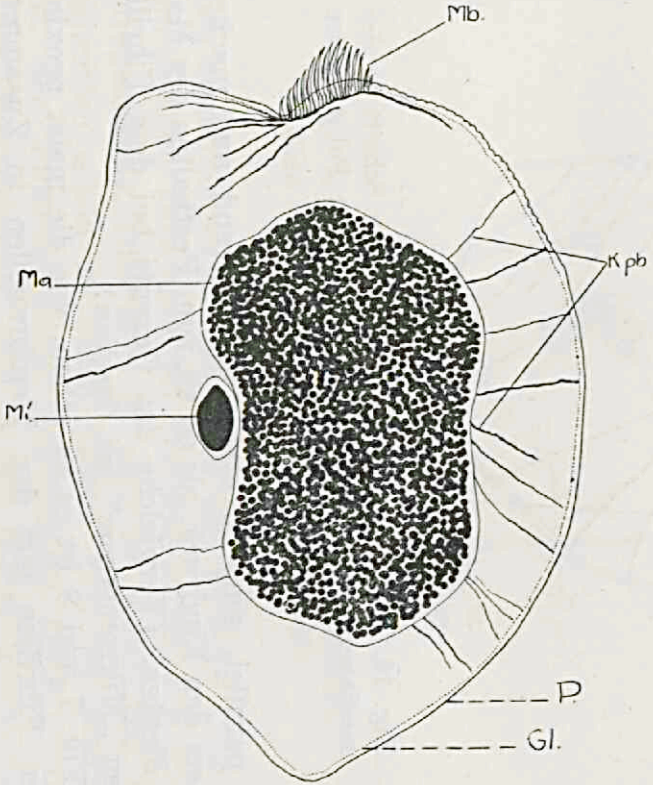

Fig. 8. Nyct. cordif. Cilien nicht gezeichnet.

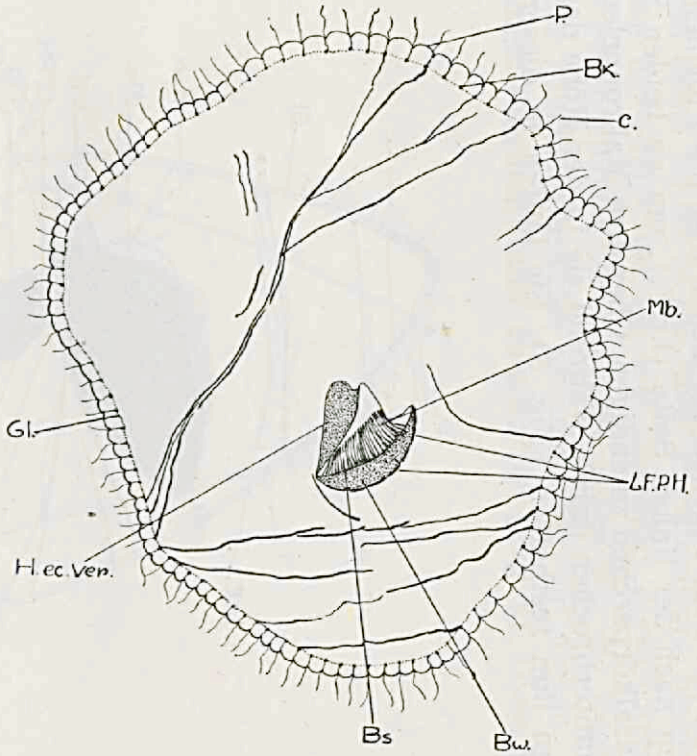

Fig. 9. Nyct. cordif.

(Fig. 6—9). Sehr regelmässig laufen hier die Fibrillen von der rechten nach der linken Seite (l.r.F.), um an beiden Seiten in den Basalkörperchen zu endigen. Ober dem Makronucleus laufen sie ununterbrochen durch, während sie in der Höhe des Kernes sich an ihm festheften (Fig. 8). Sie laufen in dieser Region

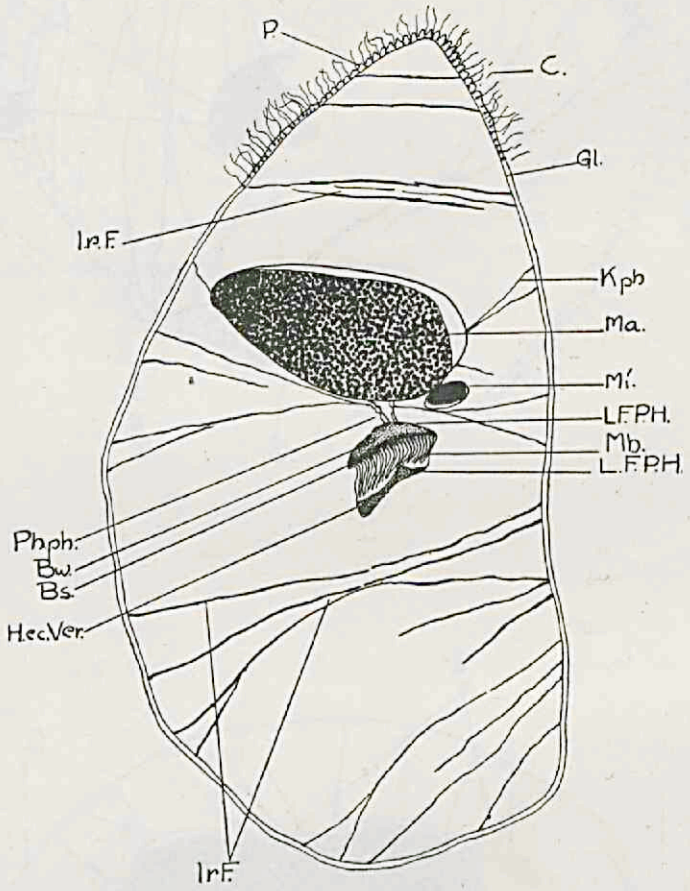

Fig. 10. Nyct. cordif. Transversaler Schnitt in der medianer Ebene. Cilien nur am apicalen Pol teilweise gezeichnet. Schaud., Heid.

nicht parallel, sondern etwas divergierend und machen hier vorallem den Eindruck, als ob sie zum Festhalten des Makronukleus dienten. (Vergleiche das Gesagte bei dem Fibrillennetz um den „Mikronukleus" bei *Opalina).*

In Fig. 7 und 8 ist es zu sehen, wie die meist proximal gelegenen Fibrillen mit den Membranellen in Zusammenhang

stehen und dabei schief in die linke Peristomlippe hinein verlaufen. An der Stelle, wo die erst ungefähr dorsalwärts verlaufende Praeoralhöhle sich umbiegt, sehen wir die Regelmässigkeit des Fibrillenverlaufes unterbrochen um dicken, schief verlaufenden Fibrillen Raum zu schaffen (Fig. 9). Diese Fibril-

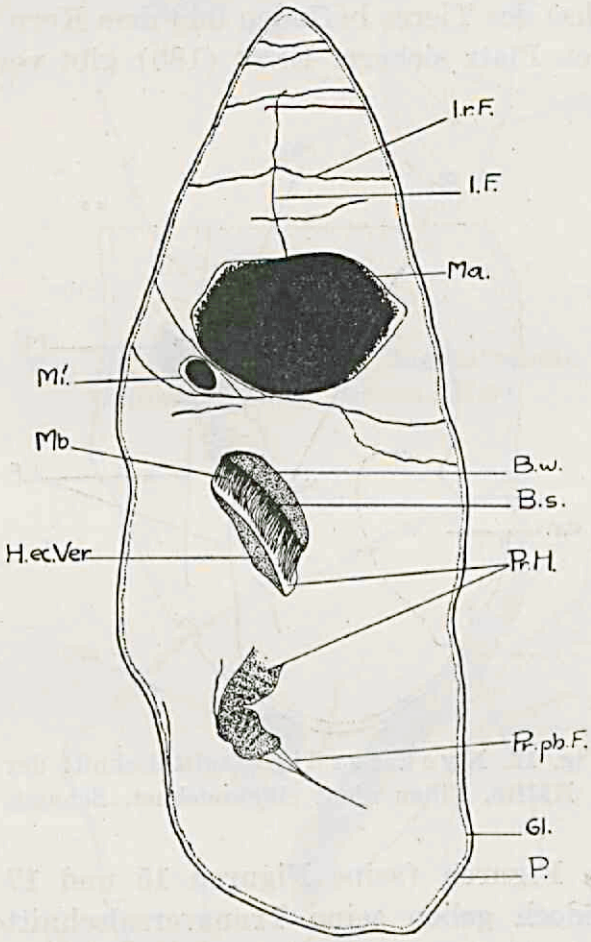

Fig. 11. Nyct. cordif. Schiefer Sagittalschnitt. Cilien nicht eingezeichnet. Schaud., Heid.

len geben dünne Seitenäste ab, deren jede zu einer Cilie lauft. Auch im distalen Teile sind die Fibrillen dicker und ihr Verlauf unregelmässig. Dies alles ist auch an Serien von Transversalschnitten schön zu sehen (Figur 10). Im proximalen Teil ist der Fibrillenverlauf regelmässig (l.r.F.). Darauf folgen die „Karyophoren" (die an den Makronukleus reichen-

den Fibrillen K.Ph.). Die, (in den gezeichneten Schnitten) unterhalb der quergetroffenen Praeoralhöhle vorhandenen, dicken Fibrillen (im distalen Körperteile) verlaufen weniger regelmässig. Am meisten beachtenswert ist an diesen Schnitten die Verbindung von der Praeoralhöhle mit dem Makronukleus durch kurze Fibrillen (Ph. ph.), die sich ungefähr in der Längsachse des Tieres befinden und dem Kern einen besser umschriebenen Platz sichern. ENTZ (18b) gibt von *N. pisciola*

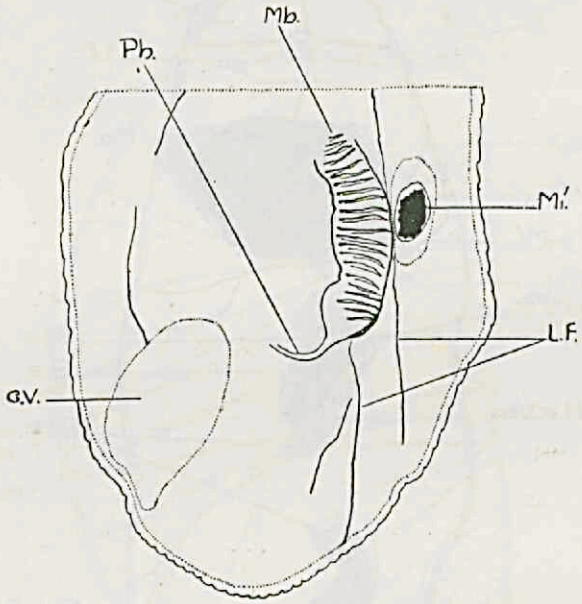

Fig. 12. Nyct. cordif. Sagittalschnitt der distalen Hälfte. Cilien nicht eingezeichnet. Schaud., Heid.

wesensgleiche Figuren (seine Figuren 15 und 17 und Tafel-Figur 1). Jedoch geben seine Transversalschnitte keine Fibrillen im postnukleären Teile wieder, während bei *N. cordiformis* gerade diese in diesem Teile am dicksten sind. Bei den Sagittalschnitten (Fig. 11—15) sind die „Karyophoren" wieder sichtbar, ausserdem aber bisweilen noch Fibrillen, die, am Kerne beginnend, senkrecht nach vorne verlaufen und mit den anderen Fibrillen einen rechten Winkel bilden (Figur 11. l.F.), während wieder andere longitudinale Fibrillen in geringer Anzahl den postnukleären Teil durchziehen (Figur 12, 14).

Ferner verläuft ventral von der Praeoralhöhle eine fächer-

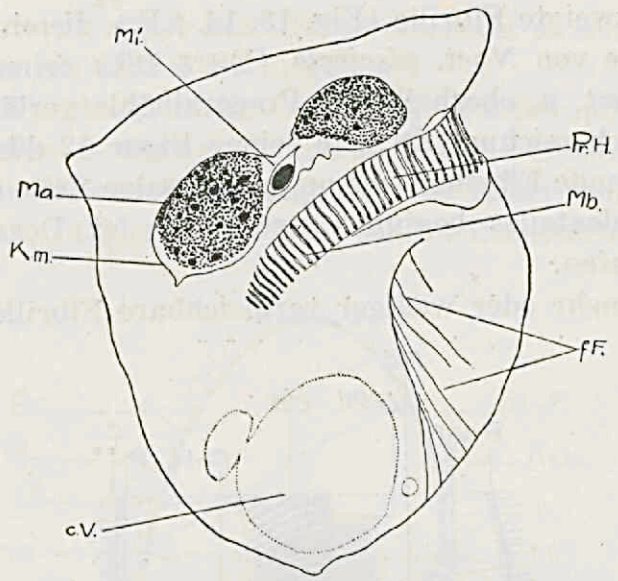

Fig. 13. N y c t. c o r d i f. Sagittalschnitt.
Umrisszeichnung. Schaud., Heid.

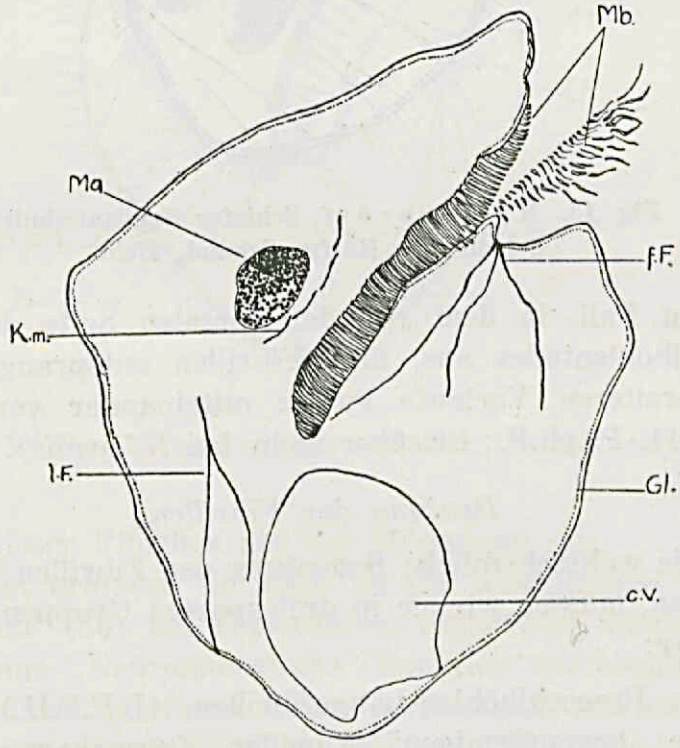

Fig. 14. N y c t. c o r d i f. Folgt auf fig. 13.
Cilien nicht eingezeichnet.

förmig verzweigte Fibrille (Fig. 13. 14. f.F.), die einigermassen an diejenige von *Nyct. piscicola* (ENTZ 18b) erinnert, welche aber an *Nyct. p.* oberhalb der Praeoralhöhle verläuft.

Schliesslich zeichnet ENTZ in seiner Figur 12 dünne, im Bogen verlaufende Fibrillen, die an der dorsalen Seite des distalen Praeoralhöhlenteiles beginnen und nach der Dorsalseite des Körpers laufen.

Hiermit mehr oder weniger vergleichbare Fibrillen fand ich

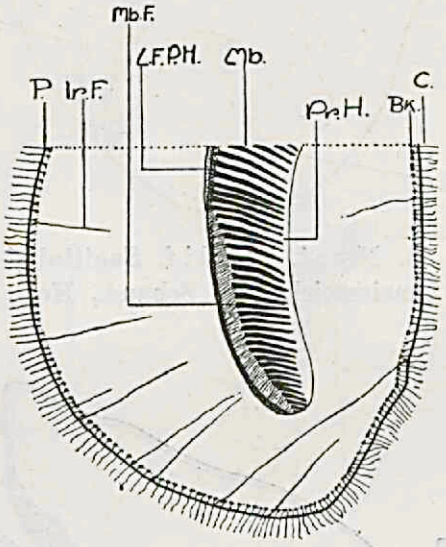

Fig. 15. Nyct. cordif. Schiefer Sagittalschnitt der distalen Hälfte. Schaud., Heid.

in einem Fall, in dem von der dorsalen Seite des distalen Praeoralhöhlenteiles aus, drei Fibrillen entsprangen, die in ihrem weiteren Verlaufe später miteinander verschmolzen. (Figur 11. Pr.ph.F.; hierüber mehr bei *N. ovalis)*.

Deutung der Fibrillen.

Um die wahrscheinliche Bedeutung der Fibrillen besprechen zu können, müssen wir sie in drei aparten Gruppen behandeln und zwar:

1. die Praeoralhöhlen-Längsfibrillen, (L.F.P.H.);
2. die „bogenförmigen" Fibrillen, (praepharyngeal Fibr. Pr. ph.F.);
3. die übrigen Fibrillen. (Schemata Fig. 16—18).

Was die erste Gruppe betrifft, so erscheint es sehr schwierig sich darüber ein Urteil ab zu geben.

MAIER (37) glaubt nicht — obwohl „Farbe und Aussehen" dafür sprechen — dass es Myoneme sind, da er sich nicht vorstellen kann, welche Bedeutung sie hier haben müssten.

SCHNEIDER (47) spricht sich sehr entschieden gegen die

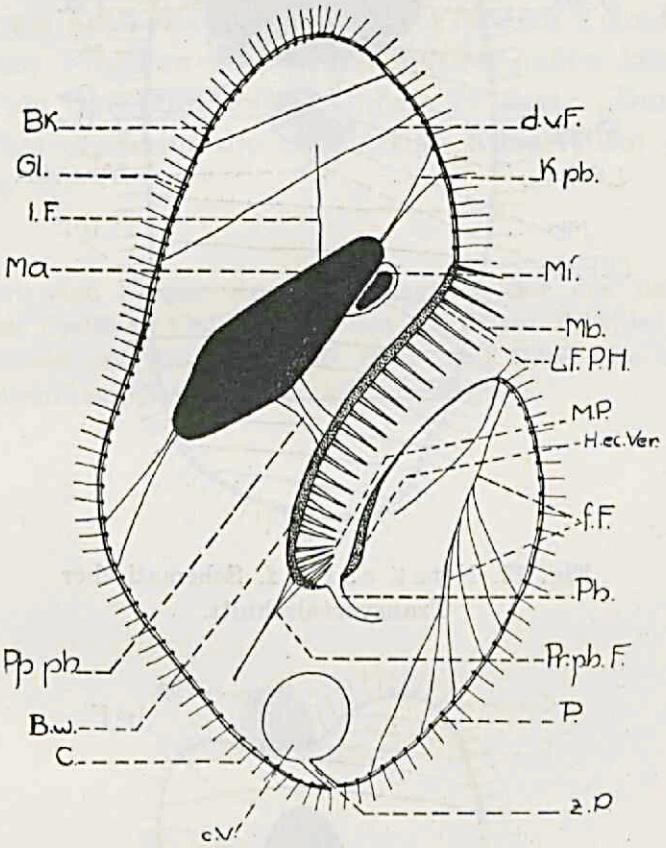

Fig. 16. Nyct. cordif. Schematischer Sagittalschnitt.

Annahme dieser Fibrillen als von Myonemen aus.

Wie gesagt erinnern sie stark an die „oesophageal fibers", welche SHARP (56) bei *Diplodinium ecaudatum* abbildet und denen er eine „Neuromotorische"-Funktion zuschreibt. Möglicherweise dienen sie (nach meiner Auffassung) nur als Ankerplatz für diejenigen Fibrillen, die von den Membranellen kommen.

Von der 2. Gruppe fand ich bei diesen *Nyctotherus* nur

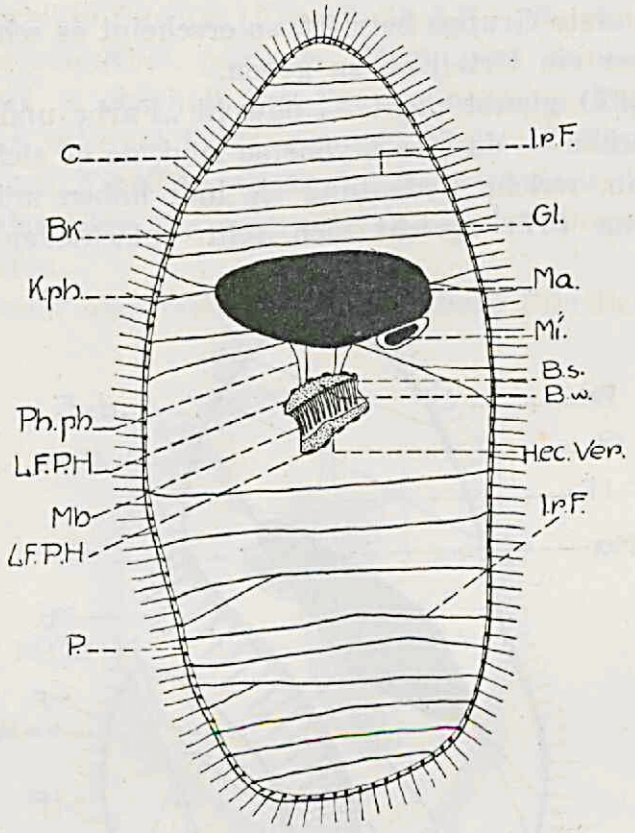

Fig. 17. Nyct. cordif. Schematischer Transversalschnitt.

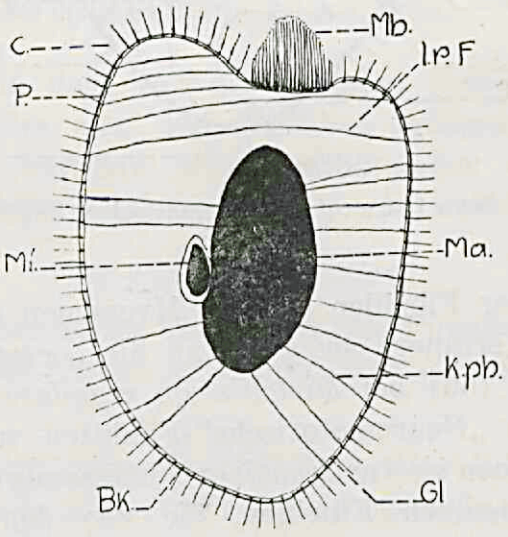

Fig. 18. Nyct. cordif. Schematischer Querschnitt.

eine Andeutung, was allerdings an der Dicke der Schnitte (7 bis 10 μ) liegen kann, da ich sie bei *N. ovalis* sehr deutlich entwickelt antraf, und deren Schnitte 5 μ dick waren. (Siehe ferner daselbst Seite 30 u. 31).

Die Fibrillen der 3ten Gruppe, also alle übrigen Fibrillen, scheinen mir nur formbestimmende Stützfunktion zu haben: sowohl die „Karyophoren" (K.ph.), die „Pharyngeophoren", (Ph. ph.) als auch die „links-rechts Fibrillen" (l.v.F.). [1])

Dass diese Fibrillen eine Stützfünktion haben können, vermutete schon SCHNEIDER (47), indem er sagt: „Durch solche Fibrillenzüge erscheint die eigenartige Körperform gewährt". (Seite 51).

---

[1]) Letztere sind meines Erachtens identisch mit den dorso-ventral-Fibrillen von *Opalina*. Vielleicht können wir diese Fibrillen als Richtschnur auffassen und die sogenannte Ober- und Unterseite von *Opalina* besser als ursprünglich links und rechts bezeichnen.

III. *Nyctotherus ovalis Leidy.*

Methodisches. Zum Studium wurden ausschliesslich 5 μ dicke, mit Schaudinn fixierte Schnitte verwendet, welche mit Heiden-

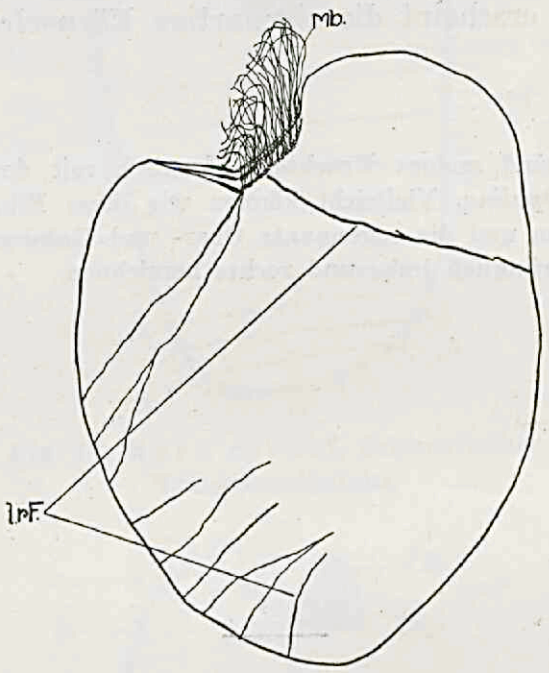

Fig. 19. Nyctotherus ovalis. Querschnitt der proximalen Hälfte, oberhalb des Makronucleus. Umrisszeichnung Schaud., Heid.

hain's Haematoxylin gefärbt waren. Das gesamte Material stammte aus dem Darm von einer *Periplaneta orientalis*.

Pellicula.

An der Pellicula fand ich, ausser den longitudinalen Furchen, aus denen die Cilien hervor kommen, keine weitere Struktur.

Ectoplasma.

Was das Ectoplasma betrifft, fand ich hier den selben Zustand als bei *N. cordiformis.* (Siehe dort.) Ausser den Fibrillen der Praeoralhöhle (L.F.P.H.) und den links-rechts Fibrillen (l.r.F.) fand ich auch hier keine.

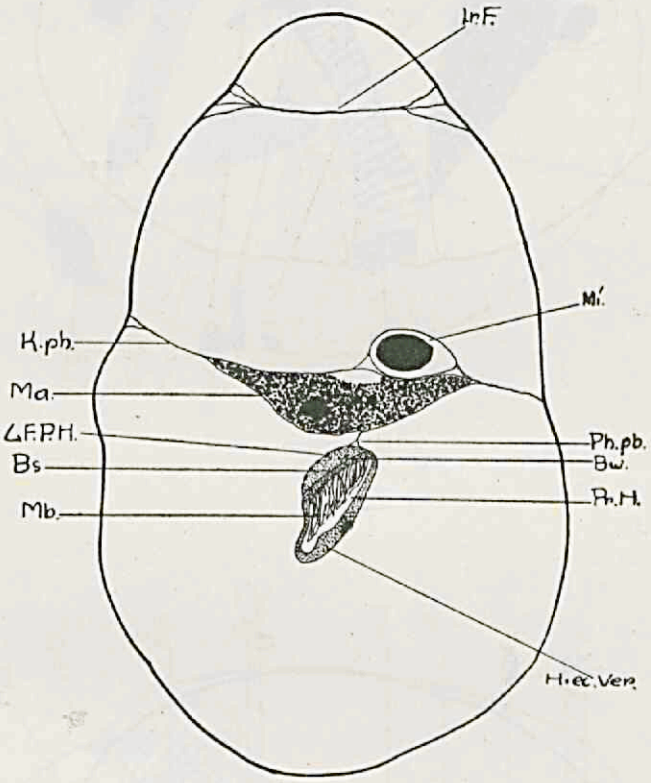

Fig. 20. N y c t. o v. Transversalschnitt. Umrisszeichnung. Schaud., Heid.

Entoplasma.

Wie bereits gesagt laufen auch hier wieder von links nach rechts Fibrillen (l.r.F.) quer durch das Tier, wobei sie in einem Basalkörperchen einer Cilie beginnen und in einem solchen der gegenüberliegenden Seite endigen. Diese links-rechts Fibrillen fand ich beinahe ausschliesslich im praenukleären Teil (Figur 19 l.r.F.). Die dickeren Fibrillen, welche am Anfang der Einsenkung, welche zur Praeoralhöle wird, entspringen, bilden

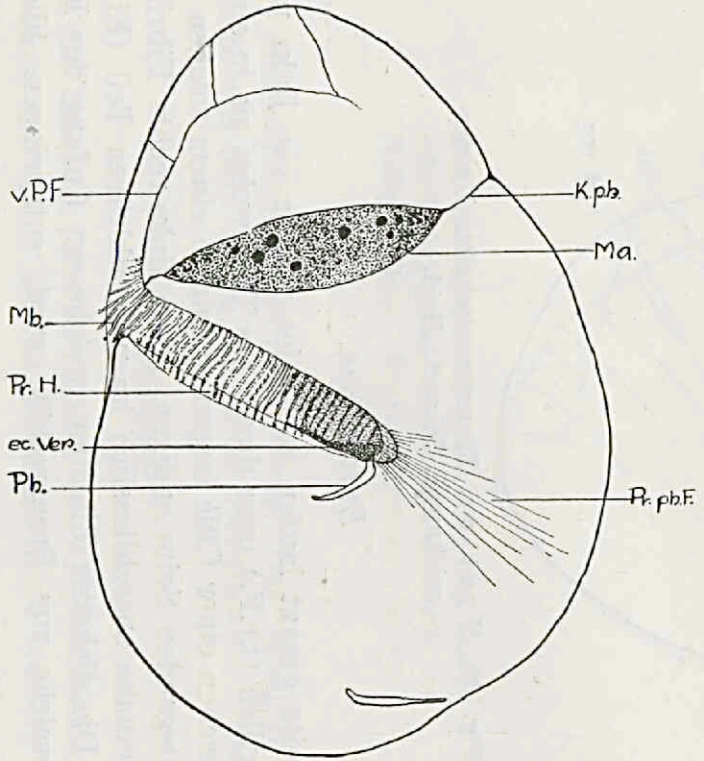

Fig. 21. N y c t. o v. Sagittalschnitt. Umrisszeichnung. Schaud., Heid.

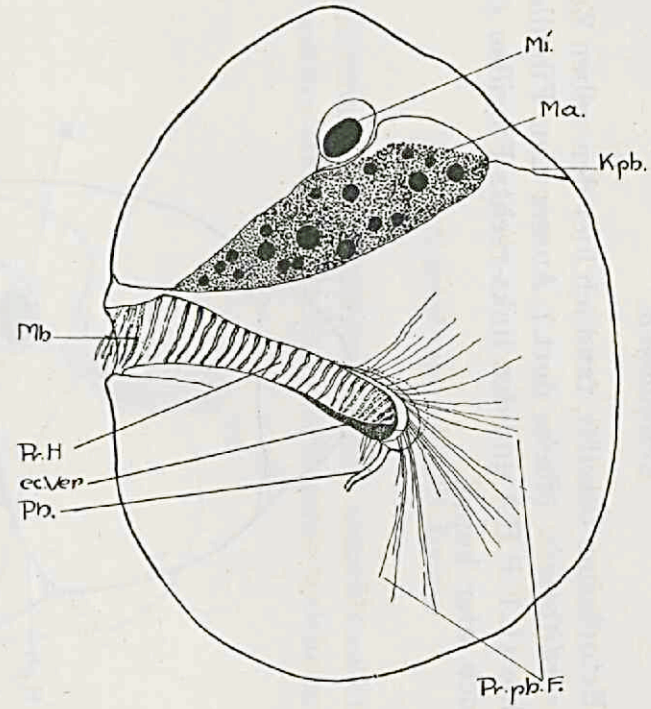

Fig. 22. N y c t. o v. Sagittalschnitt. Umrisszeichnung. Die Doppellinien rühren von der Schnittebene der tordierten Praeoralhöhle her. Schaud., Heid.

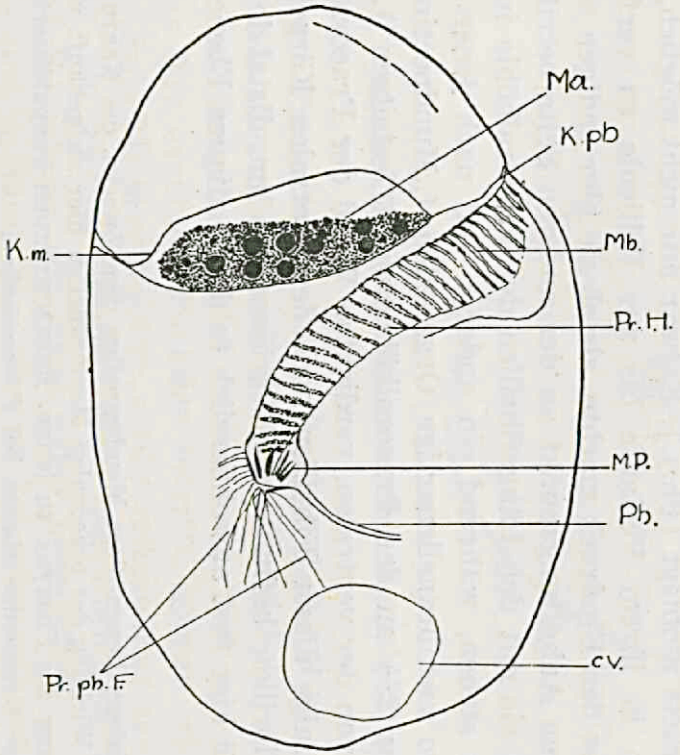

Fig. 23. N y c t. o v. Sagittalschnitt. Umrisszeichnung. Schaud., Heid.

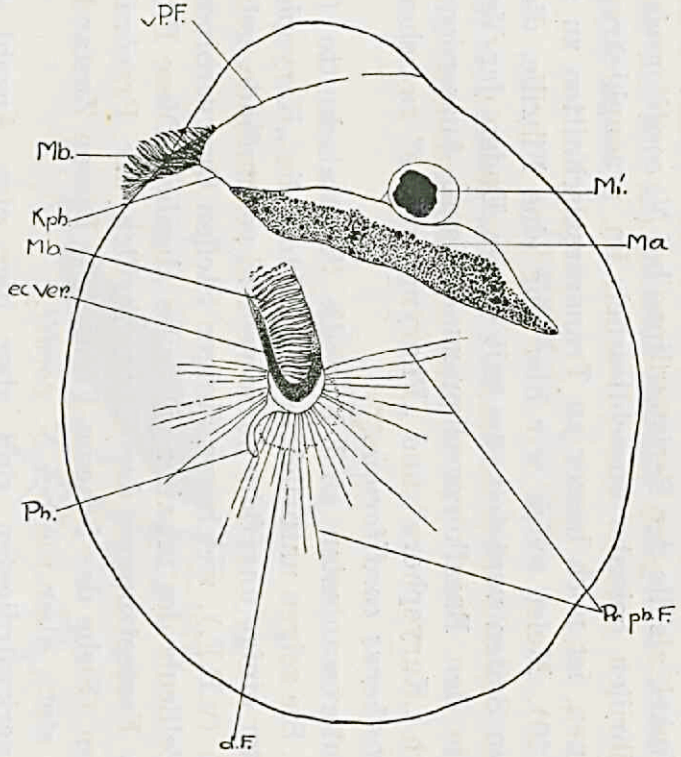

Fig. 24. N y c t. o v. Schiefer Sagittalschnitt. Umrisszeichnung. Schaud., Heid.

überdies mit den anderen links-rechts Fibrillen einen viel grösseren Winkel, als die der Peristomlippe bei *N. cordiformis*. Dass diese Fibrillen beinahe ausschliesslich im praenukleären Teil vorkommen, ist noch besser an Transversalschnitten zu sehen, (Figur 20). Meist sehen wir hier nur eine Fibrille, die sich an beiden Seiten verästelt, um mit diesen Enden der Verästelungen in den Basalkörperchen zu endigen. Ausserdem sind hier auch „Karyophore" und „Pharyngeophore" zu sehen, wie bei *Nyctotherus cordiformis*.

Am interessantesten sind hier die Sagittalschnitte (Figur 21—24). Sie zeigen natürlich in erster Linie die „Karyophoren" und weiter einige ungefähr dorso-ventral verlaufende, gebogene Fibrillen (v.P.F.), welche an einigen Stellen Querverbindungen zu der Pellicula des proximalen Teiles abgaben. Diese Fibrillen sind als Fortsetzungen der Längsfibrillen der Praeoralhöhle anzusehen (Siehe das Schema Figur 25). Diesen Zustand fand ich hier stets, aber nie bei *N. cordif.*

Am merkwürdigsten sind aber hier eine Anzahl dünne Fibrillen (Pr.ph.F.), welche von jener Stelle der Praeoralhöhle ausstrahlen, an der der Uebergang in den Pharynx stattfindet. [Der Pharynx ist hier ein enges Rörchen, das ventralwärts umbiegt (Ph.)]. Es war mir nicht möglich, diese Fibrillen in ihrem Verlaufe bis zur Pellicula zu verfolgen, obwohl es den Eindruck machte, als ob sie hier endigen sollten. Was ihren Anheftungspunkt an der anderen Seite betrifft, so scheinen sie mit den Längsfibrillen der Praeoralhöhle in Verband zu stehen, während ein anderer Teil nach jener Stelle lauft, wo membranellenartige Organellen („Mundpectinellen" M.P. Fig. 23) an der Praeoralhöhlenwand festsitzen [1]).

Auch von der ventralen, verdickten Wand der Praeoralhöhle laufen einige dieser Fibrillen nach der ventralen Körperseite. Diese Fibrillen befinden sich grössenteils im distal-dorsalen Teile und hier fast ausschliesslich in der medianen Ebene; dies

---

[1]) Scheinbar dienen diese Membranellen dem Zwecke, die Nahrung, die unter der Wirkung der praeoralen Membranellen hier aufgehäuft wird, in die Richtung des Pharynx zu leiten. BRETSCHNEIDER (unpubliziert) fand gleichartige Organellen ebenso bei *Paramaecium*.

beweist die Tatsache, dass sie in keinem der sagittalen Serien in mehr als den am meisten median gelegenen Schnitten auf zu finden waren.

Deutung der Fibrillen.

Auch hier haben wir die 3 schon bei *Nyctotherus cordiformis* besprochenen Gruppen und zwar:

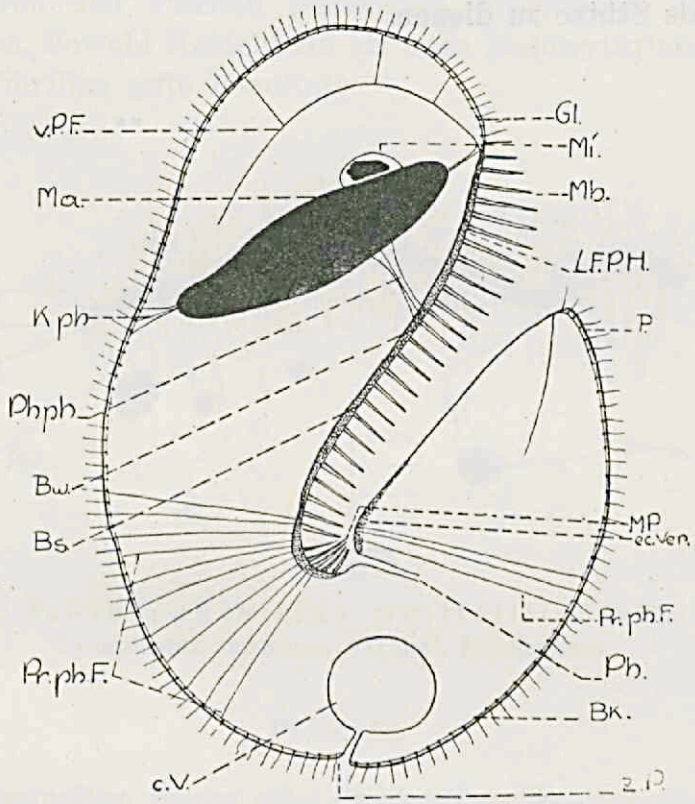

Fig. 25. N y c t. o v. Schematischer Sagittalschnitt.

1. die Präoralhöhlen-Längsfibrillen (L.F.P.H.).
2. die „bogenförmigen" Fibrillen (Pr.ph.F.).
3. die übrigen Fibrillen (schema fig. 25).

Was ihre eventuele Funktion betrifft, können wir auf das oben (Seite 24) über *Nyctoth. cordif.* mitgeteilten uns beziehen. Allein die zweite Gruppe, die „bogenförmigen Fibrillen" (Pr.ph.F.) müssen wir etwas näher besprechen.

Sie sind so dünn, dass sie erst bei sehr genauem Studium

auffallen, ganz im Gegensatz zu all den anderen, die bei Heidenhainfärbung stets sehr deutlich vom Plasma abstechen. „Bogenförmig", sowie sie ENTZ (18b) bei *N. piscicola* beschrieb, verlaufen sie hier nicht, vielmehr strahlen sie gerade nach der Oberfläche zu aus. Möglicherweise sind sie als Stellvertreter der hier so wenig vorhandenen „links-rechts" Fibrillen an zu sehen, während ein Teil davon vielleicht dazu dient, den oben besprochenen membranellenartigen Organellen (Mundpectinellen) als Stütze zu dienen.

IV. *Ichthyophthirius multifiliis Fouquet.*

Mehodisches. Leider war ich, was diesen Fischhautparasiten betrifft, allein auf ein Material angewiesen, das aus infizierten und in Alkohol konservierten Fischen [Salmo (Trutta) fario)] bestand und mir im Zoologischen Institut in Utrecht zugänglich ward. Mit einer feinen Pinsette wurden sie mit etwas Schleim von den Fischen genommen, eingebettet und dann geschnitten. Sowohl Heidenhain als auch Malloryfärbung gaben für die Fibrillen gute Resultate.

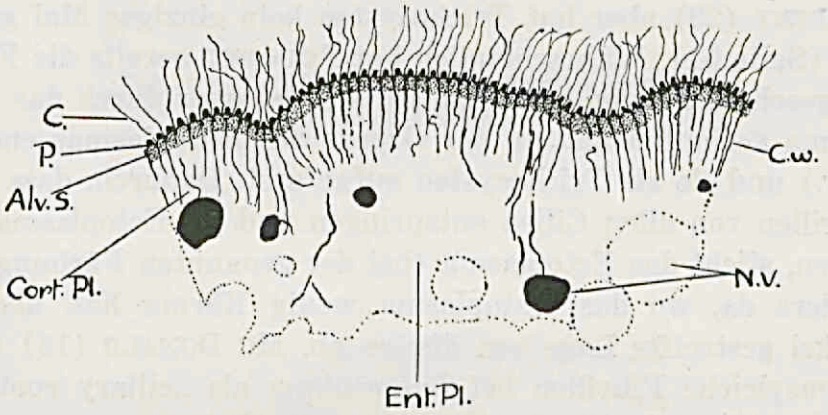

Fig. 26. Ichthyophthirius multifiliis. Pellicula und Ectoplasma-struktur. Alkohol. Heidenhain.

Pellicula.

Die Cilienreihen liegen sehr dicht nebeneinander und lassen zwischen ihnen stets eine Rippe frei, deren Höhe ca 0.7μ und deren Abstand voneinander ca 0.96μ beträgt (Fig. 26). Die Cilien selbst erreichen eine Länge von ca 4.8 bis 5.8 μ [KERBERT (29) gibt ca 0.0046 mm an.] Die Basalkörperchen sind im Verhältnis zur Grösse des Gesamtkörpers, welcher nach KERBERT zwischen 0.615 mm Länge und 0.408 mm Breite variiert, sehr klein (Seite 51). KERBERT spricht auch von dem Vorkommen viel kleinerer Individuen (Seite 51). Die Basalkörperchen sind nur mit grosser Mühe an tangentialen Schnitten der Pellicula zu sehen.

Ausser den Rippen, die am besten an Querschnitten zu sehen sind, konnte ich keine weitere Pelliculastruktur wahrnehmen.

Ectoplasma.

Unter der Pellicula haben wir erst eine schmale körnige Alveolarschichte (Alv. S.), von ca 0.65 μ Dicke, auf die eine viel breitere Corticalplasmaschichte (Cort. Pl.) von ca 5.8 μ folgt. Sie soll nach FOUQUET's Meinung (22) bei ausgewachsenen Tieren kaum sichtbare Trichocysten enthalten. (Seite 160). KERBERT (29) aber hat Trichocysten kein einziges Mal gefunden (Seite 51). Wahrscheinlich hat FOUQUET bereits die Fibrillen gesehen, die von den Basalkörperchen quer durch das Ectoplasma verlaufen und an der Grenze des Entoplasmas endigen (Cw.) und sie als Trichocysten aufgefasst. Dadurch, dass diese Fibrillen von allen Cilien entspringen und im Ectoplasma verlaufen, sticht das Ectoplasma (bei der genannten Färbung) besonders da, wo das Entoplasma wenig Körner hat, als eine dunkel gestreifte Lage von diesem ab. MC DONALD (13) nennt wesensgleiche Fibrillen bei *Balantidium* als „ciliary rootlets". Dort endigen sie allerdings in einer Verdickung „a secondary basal granule", welche ich aber an *Ichth. multif.* nicht auffinden konnte.

Ueberdies wird an *Balantidium* der Abstand der beiden Basalkörperchen mit der damit zusammenhängenden Ectoplasmazunahme, mit der Näherung zur Präoralhöhle allmählich grösser, was bei *Ichthyophthirius* nicht der Fall ist, da hier sowohl Ectoplasma als auch die Länge der Basalkörperchenfibrillen [Cilienwurzeln (C.w.)] bis zur Praeoralhöhle gleich gross bleibt. So wie sie hier entwickelt sind, sind sie besser mit den ähnlichen Fibrillen bei *Opalina* und *Nyctotherus* zu vergleichen, wo sie aber quer durchs Ectoplasma laufen, während ich bei *Ichth. multif.* allein auf einigen Stellen schwach gekrümmte Fibrillen fand, die in der Verlängerung der Ectoplasmafibrillen lagen. Der Verlauf dieser Fibrillen war durch das ganze Tier nie festzustellen. (Fig. 26). Möglicherweise

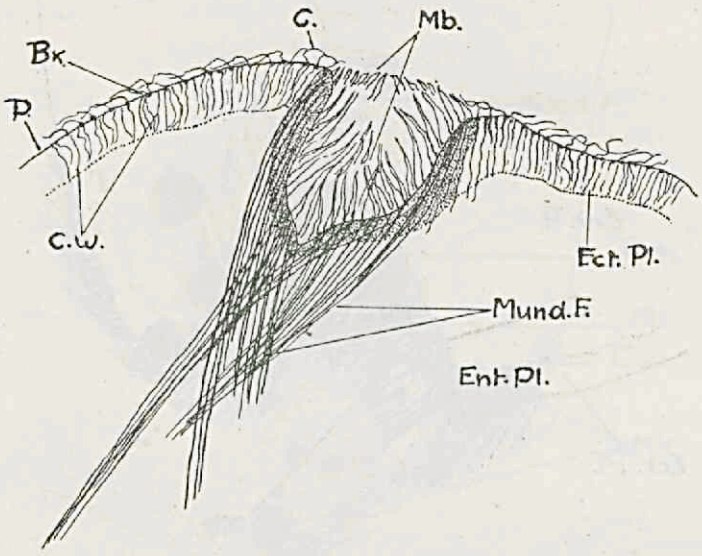

Fig. 27. Ichth. multif. Sagittalschnitt. Alkohol. Mallory.

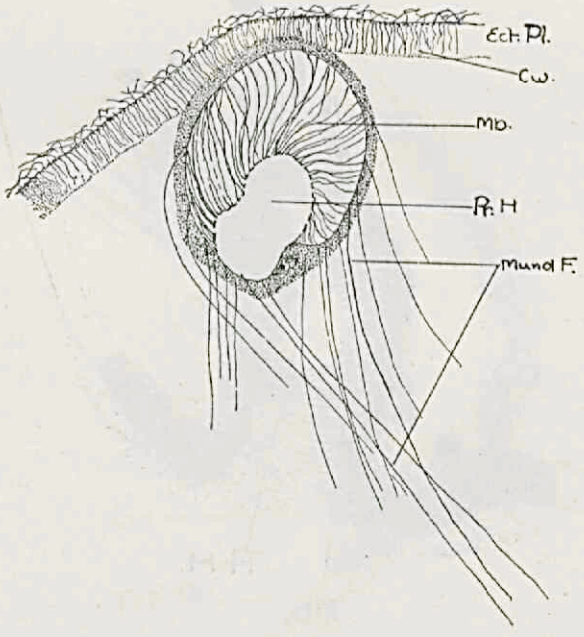

Fig. 28. Ichth. multif. Schiefer Transversalschnitt. Alk., Heid.

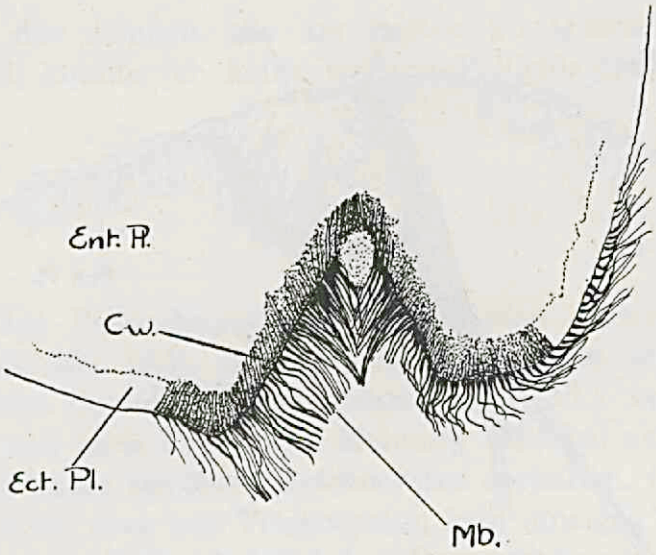

Fig. 29. Ichth. multif. Schiefer Längsschnitt. Alk., Heid. Fig. 29-32 sind aufeinander folgende Schnitte.

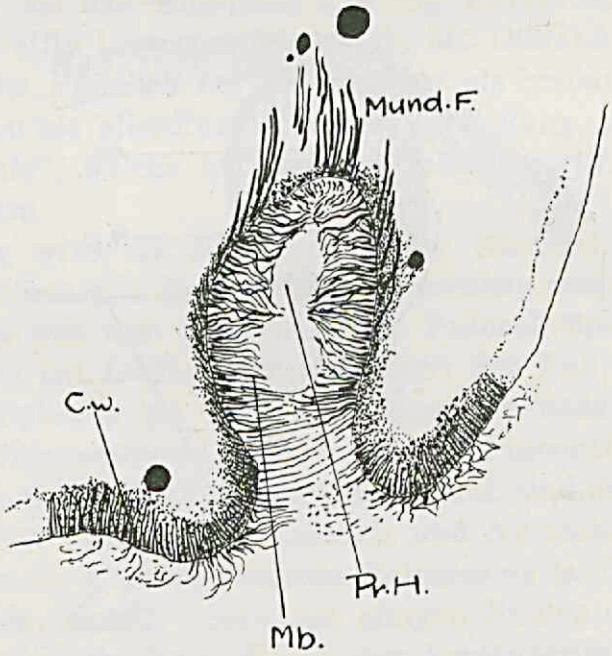

Fig. 30. Ichth. multif. Schiefer Längsschnitt. Alk., Heid.

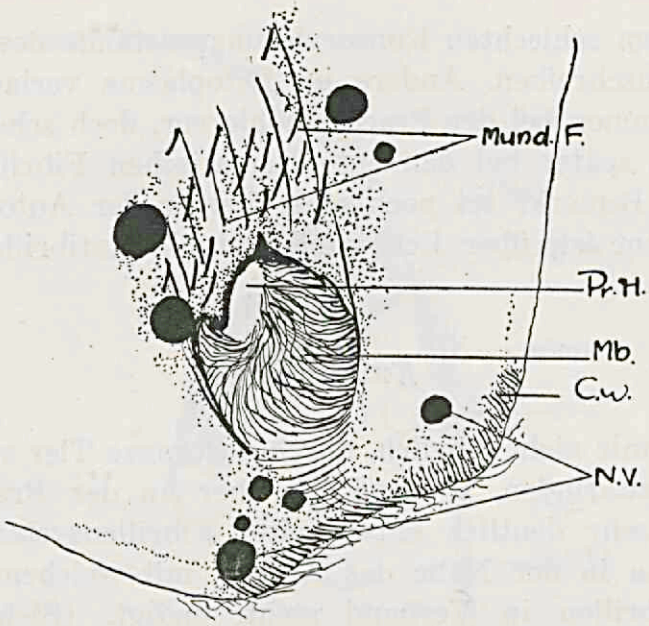

Fig. 31. Ichth. multif. Schiefer Längsschnitt. Alk., Heid.

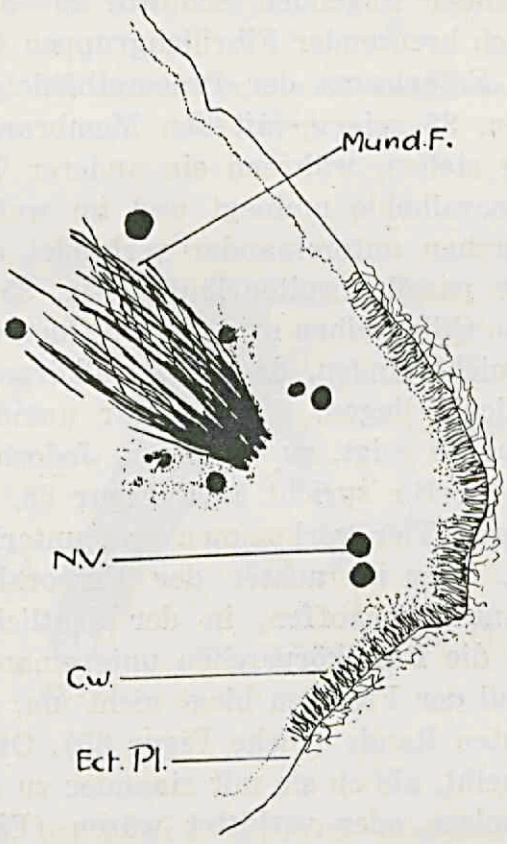

Fig. 32. Ichth. multif. Schiefer Längsschnitt. Alk., Heid.

ist dies dem schlechten Konservierungszustande des Entoplasmas zu zuschreiben. Andere im Ectoplasma verlaufende Fibrillen kommen bei der Praeoralhöhle vor, doch scheint es mir besser sie später bei den entoplasmatischen Fibrillen zu besprechen. Bemerkt sei noch, dass keiner der Autoren, soviel mir bekannt ist, über Ecto- und Entoplasmafibrillen Erwähnung tat.

Entoplasma.

War es mir nicht möglich, durch das ganze Tier verlaufende Fibrillen zu finden, so fand ich aber an der Praeoralhöhle stets ein sehr deutlich entwickeltes Fibrillensystem, das im Entoplasma in der Nähe des Kernes, mit welchem es durch einige Fibrillen in Verband steht, endigt. (Siehe Schema Fig. 37). Dieses System besteht, wie es Figur 27, 28 und 31 (der 4 aufeinander folgenden Schnitte 29—32) zeigen, aus einer Anzahl sich kreuzender Fibrillengruppen (Mund. F.). Sie laufen bis ins Ectoplasma der Praeoralhöhle durch, wo sie, wie Figur 27 u. 33 zeigen, mit den Membranellen (Mb.) in Zusammenhang stehen, während ein anderer Teil am Innenrande der Praeoralhöhle umbiegt und im weiteren Verlaufe die Basalkörperchen untereinander verbindet oder zumindest knapp darunter parallel weiter läuft (Fig. 35. d.M.F.). Auf senkrecht zu den Cilienreihen orientierten Querschnitten konnte ich sie leider nicht finden, da die Basalkörperchen so dicht unter der Pellicula liegen, dass es mir unmöglich war, sie weiter als Figur 35 zeigt, zu verfolgen. Jedoch macht es den Eindruck, und hierfür spricht auch Figur 36, dass sie regelmässig im ganzen Tier vorkommen und unterhalb der Pellicula verlaufen. Hier ist ausser der Praeoralhöhle auch die Pellicula tangential getroffen, in der deutlich Fibrillen zu sehen sind, die die Basalkörperchen untereinander verbinden. Ein anderer Teil der Fibrillen biegt nicht um, sondern endigt an dem genannten Rande (Siehe Figur 35). Oft sind sie sehr dick und es scheint, als ob sie mit einander zu dicken geraden Zügen verschmolzen oder verkittet wären (Fig. 33 und 34. ver.M.F.).

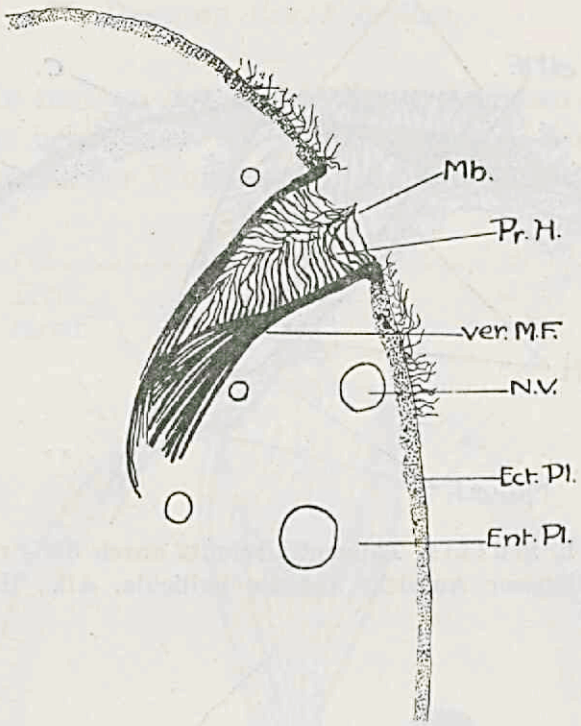

Fig. 33. Ichth. multif. Längsschnitt. Alk., Heid.

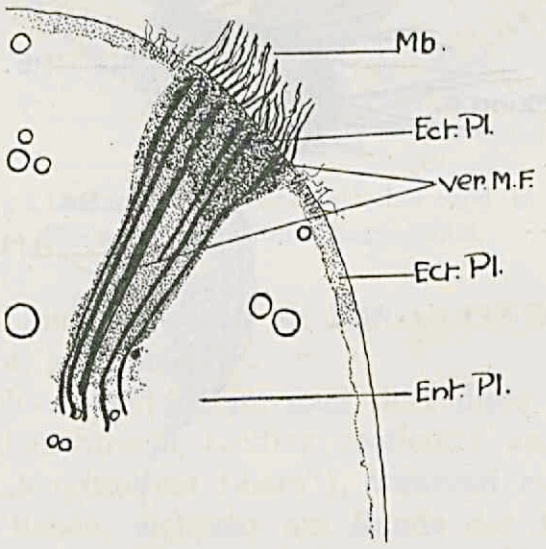

Fig. 34. Ichth. multif. Längsschnitt. auf fig. 33 folgend. Alk., Heid.

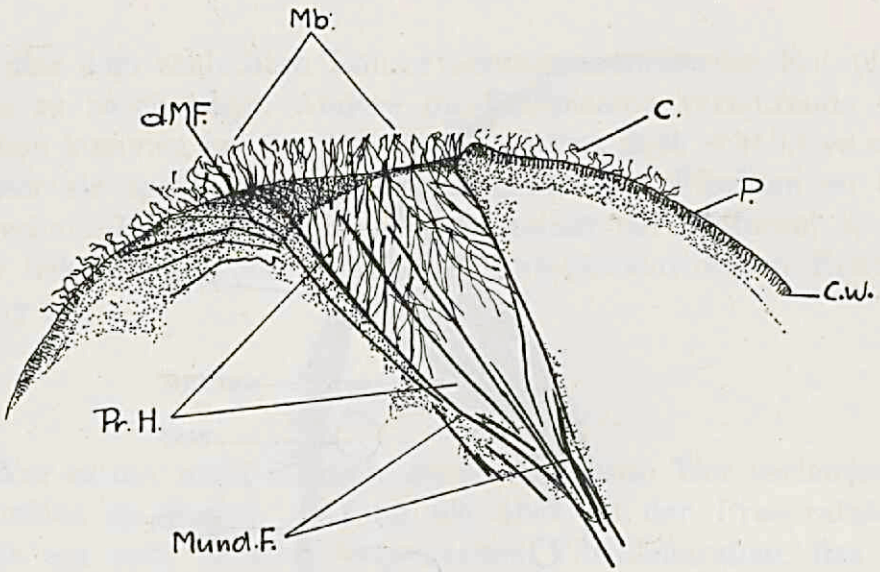

Fig. 35. Ichth. multif. Tangentialschnitt durch die Praeoralhöhle mit teilweiser Aufsicht auf die Pellicula. Alk., Heid.

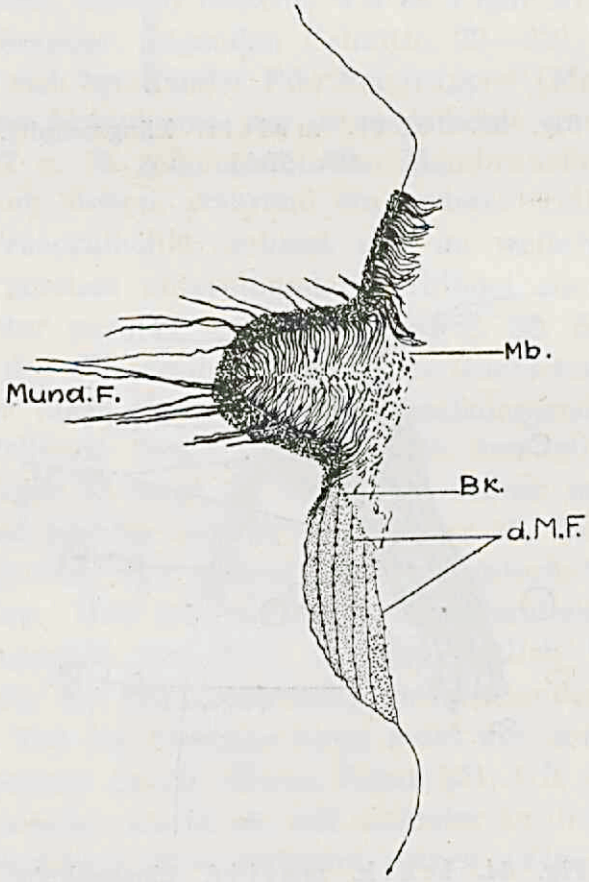

Fig. 36. Ichth. multif. Sagittalschnitt mit zum Teil tangential getroffener Pellicula. Alk., Heid.

Deutung der Fibrillen.

Machen wir nun an der Hand dieser Angaben ein Schema (Fig. 37), so bekommen wir einen Zustand, der, besonders durch das Kreuzen der Fibrillengruppen unterhalb der Praeoral-

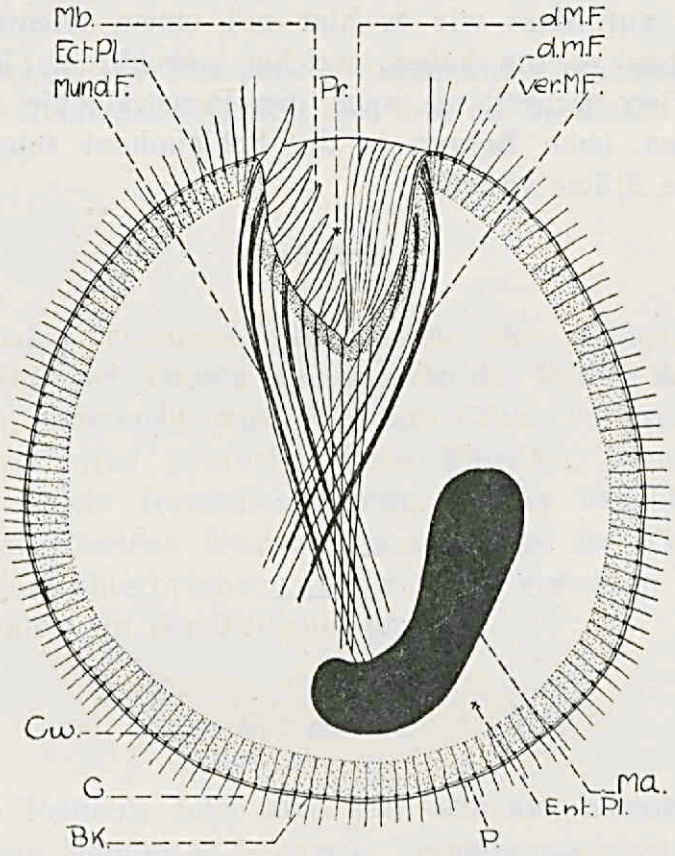

Fig. 37. Ichth. multif. Schematischer und in Verhältnissen abgeänderter Längsschnitt.

höhle, an die Abbildung, welche Mc Donald (13 Seite 264) von *Balantidium coli* gibt, erinnert.

Der Unterschied liegt darin, dass dort diese Fibrillen als verlängerte Cilienwurzeln („ciliar rootlets") anzusehen sind (Mc Donald „longitudinal fibers"), während sie hier damit nichts zu tun haben, vielmehr am Rande der Praeoralhöhle umbiegen, um sich dann in, oder knapp unter den Basalkörperchenreihen fort zu setzen (Siehe Fig. 35 u. 36.). Ein sehr

wichtiger Unterschied ist ferner das Fehlen eines „Motoriums", in dessem Verband ja Mc Donald das ganze Fibrillensystem als „neuromotorisch" anspricht. Für diese Auffassung fehlt, vom Standpunkte der Amerikaner gesehen, hier wohl das hauptsächlichste Argument: nämlich das Motorium und der Verband sämtlicher Fibrillen. Vielmehr drängt sich mir der Gedanke auf, dass wir es hier mit einem trichterförmigen Stützsystem zu tun haben, welches sowohl dem Kern einen festen Platz sichert, als auch der Praeoralhöhle mit seinen Organellen, beim Bohren in der Schleimhaut seines Wirtes, eine feste Stütze verleiht.

V. *Didinium nasutum O. F. Müller.*

Methodisches. Die Praeparate waren mit Flemming fixiert, in toto mit Heidenhain gefärbt und erst die 5 μ dicken Schnitte differenziert.

Pellicula.

Tangentiale Pelliculaschnitte lassen eine Längsstreifung sehen, welche nach THON's Meinung von den Reihen der Basalkörperchen verursacht wird, die ihre Cilien verloren haben. Daneben verlaufen parallelle, feine Fibrillen, deren Länge THON (60) nicht feststellen konnte. Meines Erachtens verlaufen diese Fibrillen über die ganze Länge des Tieres und sind nur dort unterbrochen, wo die schief gestellten Membranulae (Memb.) an der Pellicula ansitzen.

Ectoplasma.

Auf die Pellicula folgt eine sehr schmale, homogene, von einer dünnen Membrane begrenzte Ectoplasmaschichte (sie ist bereits von THON gesehen,), auf die eine grobkörnige Schichte folgt (Corticalschichte? „Ect. Pl."), während an diese direkt das (übrige) Entoplasma sich anschliesst.

Was die Fibrillen betrifft, so finden wir in erster Linie die von THON beschriebenen (siehe oben) neben den Basalkörperchenreihen verlaufenden Fibrillen, weiters feine, zwischen den Reusenstäbchen (R.st.) liegende Fibrillen (Mst. Fibr.), welche THON nur in einigen Fällen gesehen hat (Siehe meine Fig. 38, 39). Da sie dicht unter den Trichiten (Tr.) des Mittelstranges (M.st.) liegen, so sind sie oft schwer zu verfolgen. Obwohl alle übrigen Fibrillen, ebenso wie die eben besprochenen, auch

durch das Ectoplasma laufen, ist es doch besser sie bei den entoplasmatischen Fibrillen zu besprechen.

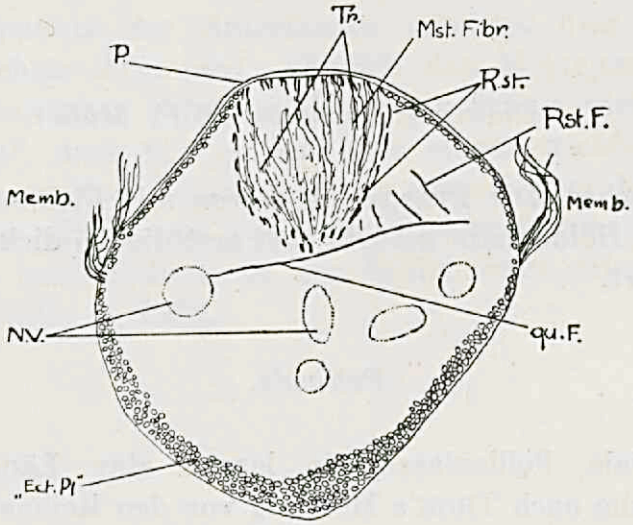

Fig. 38. Didinium nasutum. Schiefer Sagittalschnitt. Flemming, Heidenhain.

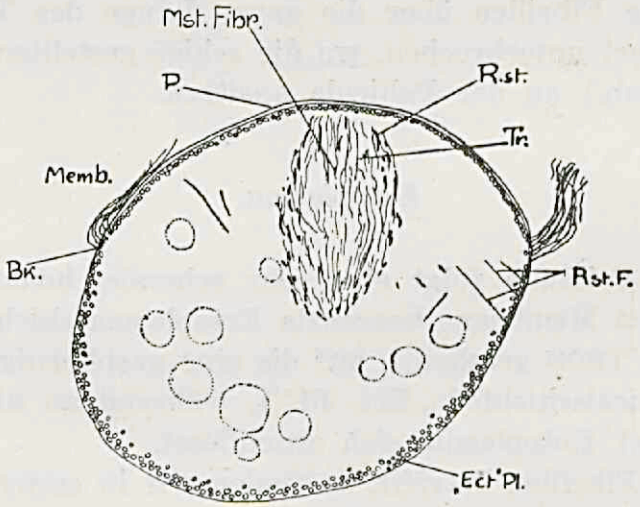

Fig. 39. Did. nas. Schiefer Sagittalschnitt. Folgt auf fig. 38. Flemm., Heid.

Entoplasma.

Ausser den bereits genannten Fibrillen (Siehe Seite 45) finden wir noch:

1. Fibrillen, welche von der Koncavseite des Kernes zu den vorderen Membranulae laufen (Figur 40—42. Memb.F.). THON (60), der sie bereits beschrieb, teilt sie wieder in 3 Gruppen ein und zwar:
   a. primäre Basalfasern, die nur eine kurze Strecke im Entoplasma verlaufen.
   b. Fibrillen 2ter Ordnung, die durch Wachstum aus den unter *a* besprochenen entstehen und bis zum Kern durchlaufen.
   c. Fibrillen 3ter Ordnung, dicker und von Zahl weniger. Sie laufen ebenfalls bis zum Kern durch und werden von ihm auch von den unter a besprochenen abgeleitet.

Dass zwischen diese Fibrillen eine Grenze so scharf zu ziehen ist, scheint mir nicht bewiesen.

2. Fibrillen, die im proximalen Teile quer durch das ganze Tier von der einen Seite zur anderen verlaufen und von THON nicht gesehen waren (Figur 38 und 40. qu.F.).
3. Fibrillen, welche im proximalen Teile von der Pellicula schief nach den Reusenstäbchen zu laufen (Figur 38 u. 39.) und welche THON ebenfalls nicht sah.
4. Fibrillen, die von den distalen Membranulae ein kleines Stück in das Entoplasma hinein verlaufen und welche THON mit Recht „sehr unbedeutend und kaum nachweisbar" nennt (Fig. 40. F.dist.M.).

Schliesslich fand ich in den Schnitten unregelmässig verbreitet Trichiten (Tr.) liegen, die ihren definitieven Platz noch nicht eingenommen hatten und von THON ebenfalls nicht erwähnt wurden (Fig. 40—42).

Deutung der Fibrillen. (Schema Fig. 43)

Was allerdings diese Frage betrifft, so befinden wir uns hier auf sehr unsicherem Terrein. Ganz mit Recht durfte THON über die Fibrillen der Basalkörperchenreihen keine Schlüsse ziehen. Was aber die anderen Fibrillen betrifft, so spricht er sich über diese ziemlich entschieden aus und nennt die sub 1) besprochenen Fibrillen im ersten Stadium „einfache Stützele-

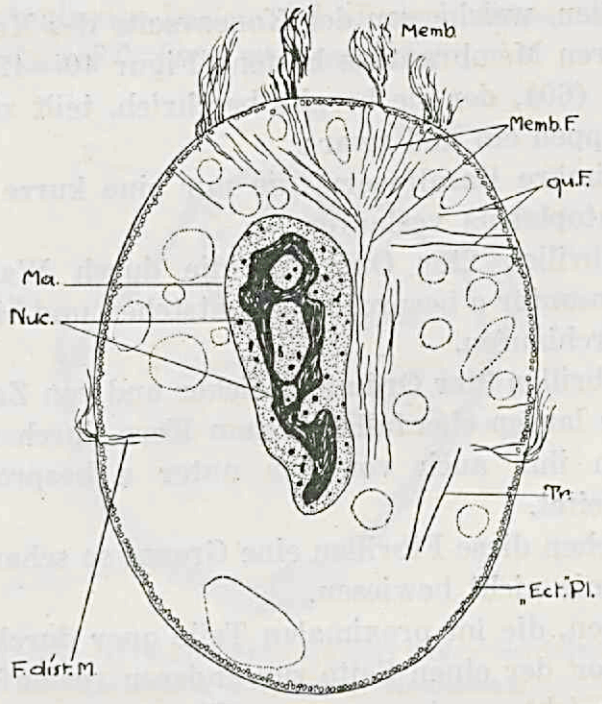

Fig. 40. Did. nas. Sagittalschnitt. Flemm., Heid.
Fig. 40-42 sind aufeinander folgende Schnitte.

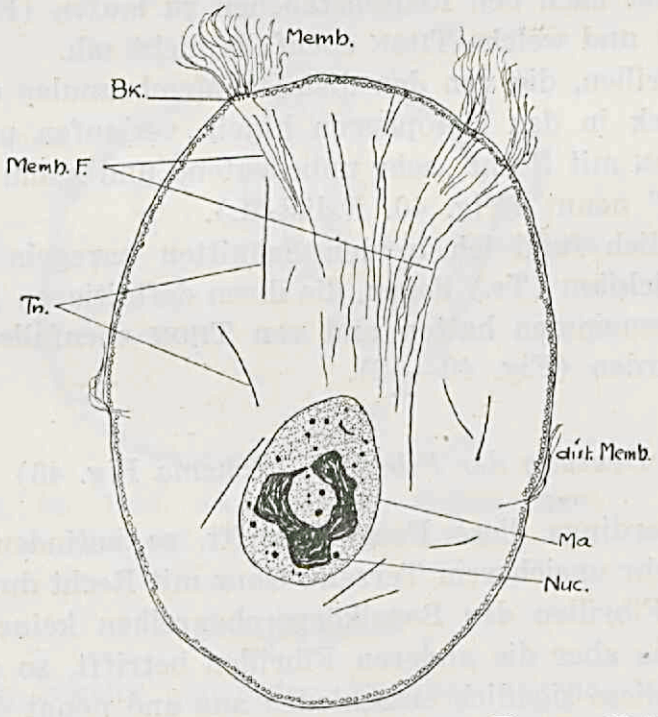

Fig. 41. Did. nas. Sagittalschnitt. Flemm., Heid.

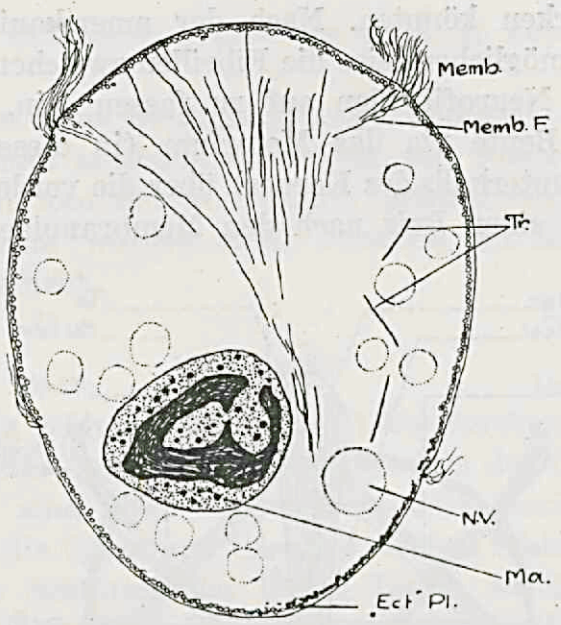

Fig. 42. Did. nas. Sagittalschnitt. Flemm., Heid.

mente", im 2. und sehr sicher im 3. Stadium aber Myoneme. Diese Deutung ist mir nicht ganz klar. Es scheint mir seine Auffassung, dass die Endfibrillen, worin nach ihm die Reusenstäbchen endigen, durch Kontraktion ein Ausstülpen des Mittelstranges (Zunge) verursachen sollten, während die Fibrillen zwischen den Reusenstäbchen möglicherweise als Antagonisten dienen könnten, gewagt. Dass die Fibrillen 2ter und 3ter Ordnung „durch ihre Kontraktion das vollständige Einziehen des mittleren Stranges und der Beute bewirken sollen" erscheint nicht nur gewagt aber unmöglich.

Sicherlich fehlt hier vor allem ein fester Punkt, der eine Voraussetzung für die Myonemfunktion der Fibrillen 2ter und 3ter Ordnung sein müsste; ausserdem waren ihm die hier unter 2) und 3) genannten Fibrillen unbekannt. Sollten wir es hier wirklich mit Myonemen zu tun haben, dann müssten Myoneme die unter 3) genannten sein, (R.st.F.), da diese in der Pellicula einen Stützpunkt finden und darum durch ihre Kontraktion der gelähmten Beute einen besseren Durchgang zwischen den Reusenstäbchen verschaffen könnten, während die unter 2) genannten Fibrillen einer zu grossen Erweiterung des Tieres

entgegen wirken könnten. Nach der amerikanischen Schule sollten dann möglicherweise die Fibrillen zwischen den Reusenstäbchen als Neurofibrillen auf zu fassen sein, die bei dem Nähern der Beute via das Motorium (in diesem Falle den Plasmafleck unterhalb des Kernes) über die vorderen Membranulaefibrillen einen Reiz nach den Membranulae selbst leiten

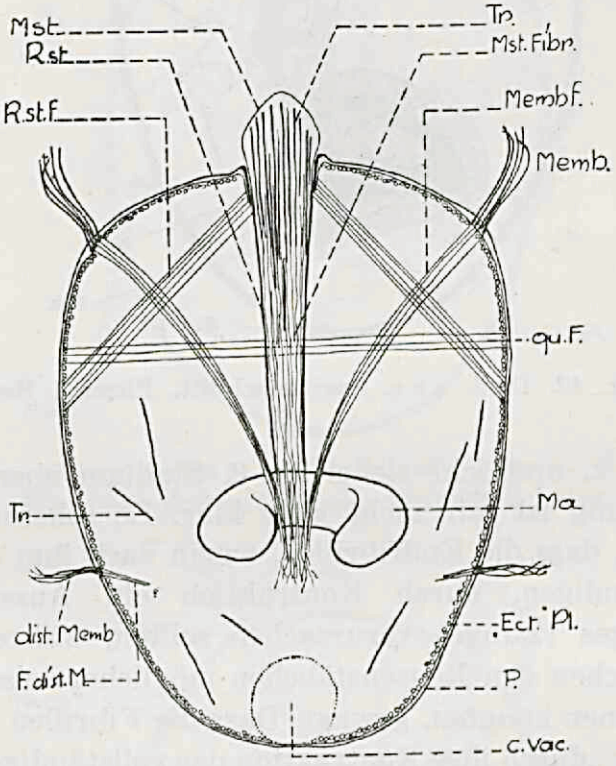

Fig. 43. Did. nas. Schematischer Längsschnitt.

würden, sodass diese dann die nötigen Bewegungen zum Fangen der Beute ausführen könnten. Dagegen aber spricht wieder die Tatsache, dass die distalen Membranulae-zone mit diesem Plasmafleck nicht in Verband steht und die dort auftretenden kurzen Fibrillen schwerlich anders als Stützfibrillen aufzufassen sind. Jedoch äussert sich YOCOM (64) bei der Besprechung der Arbeit von THON in diesem Geiste (Seite 380). Ueberdies ist mit der Annahme eines Motorium noch nicht die Ausstülpung des Mittelstranges erklärt. Ueber diese Fragen kann allein eine experimentelle Untersuchung Aufschluss geben.

VI. *Balantidium entozoon Clap. et Lachm.*

Methodisches. Zum Studium gelangte Material, das, aus dem Darme von *Rana esculenta* stammend, mit Flemming (stark) fixiert und in toto mit Heidenhain gefärbt war; einige 5μ dicke Praeparate wurden nach Fixation mit Schaudinn mit Heidenhain gefärbt.

Pellicula.

Die Pellicula zeigt die bekannten Längsfurchen und Rippen mit den darunter liegenden Basalkörperchen der Cilien. In der Praeoralhöhle sind diese Rippen besonders stark entwickelt, während dort die Cilien und Basalkörperchen fehlen. Besonders auf sagittalen Schnitten der linken Lippe, welche die Lippe tangential treffen, sind diese Rippen sehr deutlich zu sehen und können leicht Anleitung zu einer Verwechslung mit Fibrillen geben (Fig. 45 u. 46. Pel. R.).

Ich glaube dann auch, dass die Beschreibung der Fibrillen, welche BEZZENBERGER (6) bezüglich *Balantidium giganteum* (seine Figur a und c) gibt, in der Tat diese Pellikularippen betrifft. Es ist dies sowohl nach seinen Figuren, als auch nach nach dem, was er sagt, zu urteilen: „Ferner zeigt das Bild in einer scharf begrentzten Strecke im Vorderteile des Tieres (und zwar handelt es sich hier um die rechte Lippe, wie der Fortgang der Serie zeigt) eine eigentümliche Randzone, welche aus feinsten nach den Basalkörperchen hin ausstrahlenden Strichen besteht."

Ich glaube, meine Vermutung bezüglich der Verwechslung von Rippenstreifen mit Fibrillen, dadurch stützen zu können, dass B. (Seite 162) den selben Zustand nicht allein bei *Balantidium giganteum*, sondern auch bei *B. entozoon* gefunden hat, also auch bei dieser Art, welche ich selbst untersucht hatte.

Ectoplasma.

Bei der angegeben Färbungsmethode hebt sich das Ectoplasma als eine dunkler gefärbte Massa vom Entoplasma ab. In dieser kompakten Masse war es nicht leicht überall die Fibrillen

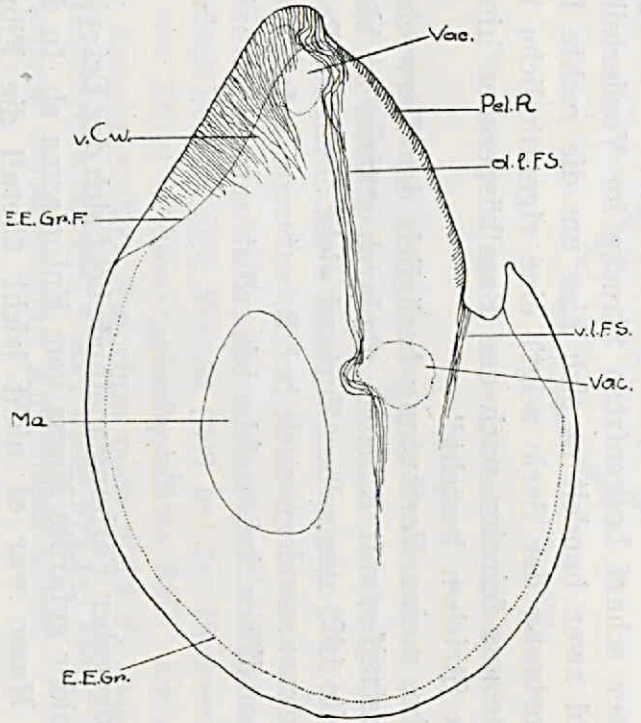

Fig. 44. Balantidium entozoon. Sagittalschnitt. Cilien nicht eingezeichnet. Schaud., Heid.

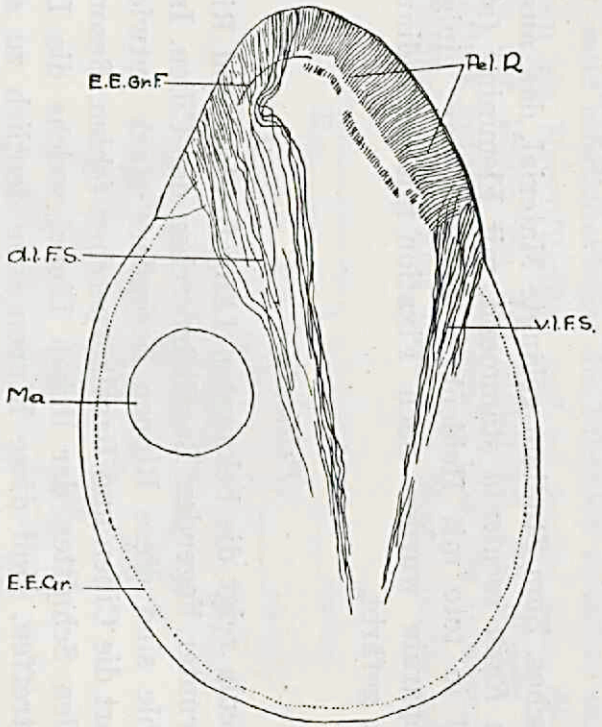

Fig. 45. Bal. ent. Sagittalschnitt. Cilien nicht eingezeichnet. Flemm., Heid.

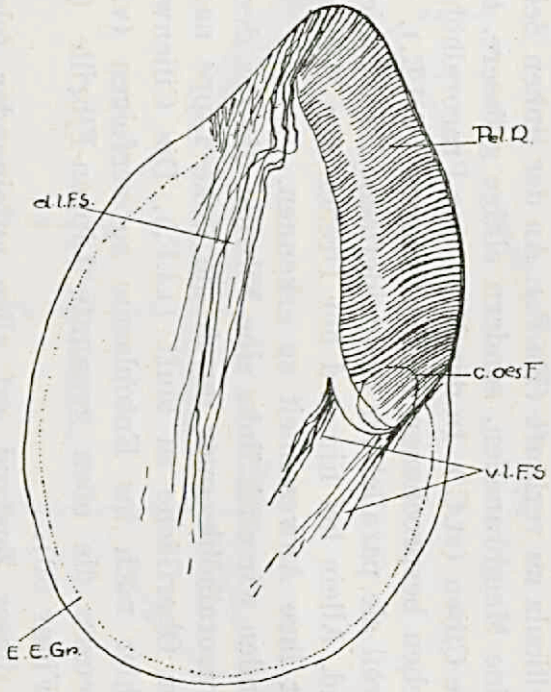

Fig. 46. B a l. e n t. Anschnitt der Praeoralhöhle. Cilien nicht eingezeichnet. Flemm., Heid.

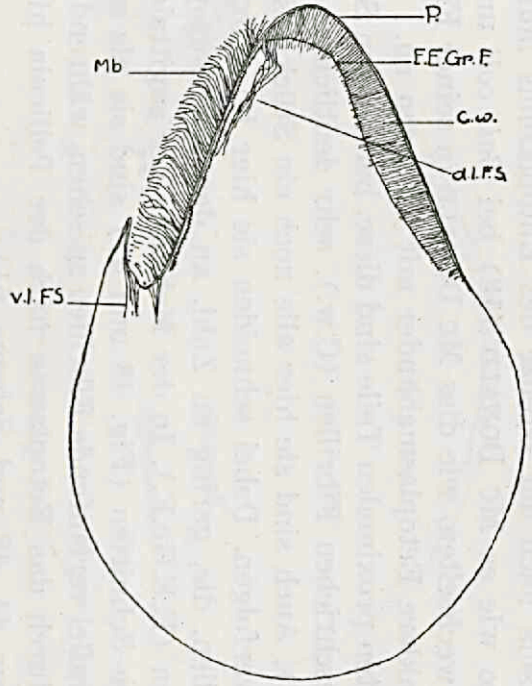

Fig. 47. B a l. e n t. Sagittalschnitt. Umrisszeichnung. Flemm., Heid.

(Cilienwurzeln), die in den Basalkörperchen beginnend, durch das Ectoplasma nach der Grenze des Entoplasmas laufen, zu verfolgen, so wie es Mc Donald (13) bei *Bal. coli* und *suis* fand. Wohl wechselten, wie dies Mc Donald in seiner Figur L. angiebt, dunklere Ectoplasmabänder mit lichteren ab.

Im gesamten proximalen Teile sind diese, bereits von Schneider (47) beschrieben Fibrillen (C.w.), sehr deutlich zu sehen (Fig. 44, 48). Auch sind sie hier alle noch ein Stück ins Entoplasma zu verfolgen. Dabei schneiden sie hier im proximalen Teile, Fibrillen, die, gering an Zahl, an der Ecto-Entoplasma Grenze liegen (E.E.Gr.F.). In der Mehrzahl der sagittalen und transversalen Schnitten (Fig. 48 und 49) sind sie als mit der Pellikula parallel verlaufende Fibrillen zu sehen, während einige von ihnen durch das Ectoplasma nach der Pellicula hin verlaufen (Figur 44, 48 und Schema 51).

Sie sind mehr oder weniger mit den „radial fibers" Mc Donald's bei *Balantidium* coli zu vergleichen.

Für die übrigen Ectoplasmafibrillen sind am besten die Querschnitte (Fig. 50).

Wir sehen dann ventral, an der rechten Seite, die Membranellen (Mb.) mit ihren dreieckigen Basallamellen (Bas.L.), durch welche Fibrillen vom Basalsaume nach der Spitze zu laufen. An dieser Spitze ist eine Fibrille befestigt, welche schief nach der Pellicula zu verläuft (En.F.). An der linken Seite finden wir keine Membranellen, sondern einige grössere, längere und stärkere Cilien (st.C.). In der Mitte der Praeoralhöhle verlaufen die eben besprochenen Pellicularippen (Pel.R.), welche aber hier, weil sie parallel zur Schneidefläche liegen, nicht gut sichtbar sind. Allein bei hin und her Drehen der Mikrometerschraube ist ihre Anwesenheit zu erkennen.

Ferner finden wir auch links eine Fibrille, die von der Pellicula der Praeoralhöhle quer durch die linke Lippe nach der Pellicula der Oberfläche zu läuft (Li.F.). Die Cilienwurzeln sind auch hier noch ins Entoplasma zu verfolgen (v.C.w.), und überkreuzen die oben genannte Lippen-Fibrille (Li.F.) senkrecht (Figur 50).

Stets ist dieser Zustand auf allen aufeinander folgenden Schnitten der Praeoralhöhle zu konstatieren. Die Fibrillen der

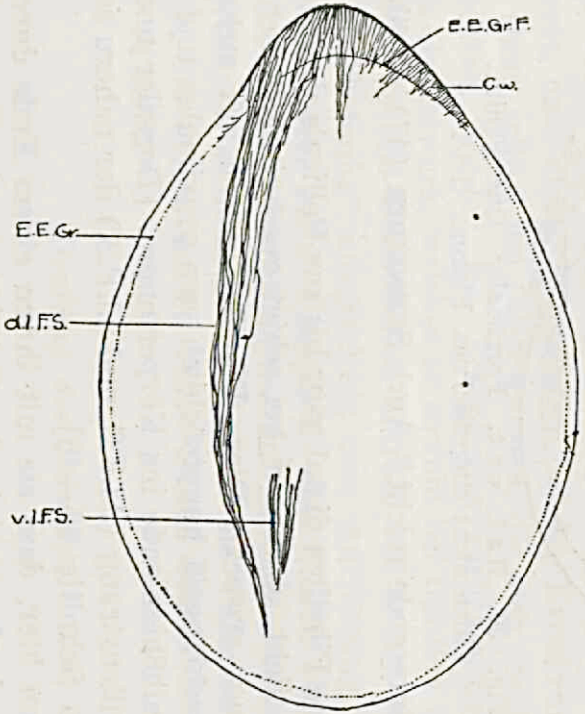

Fig. 48. B a l. e n t. Transversalschnitt. Cilien nicht eingezeichnet. Flemm., Heid.

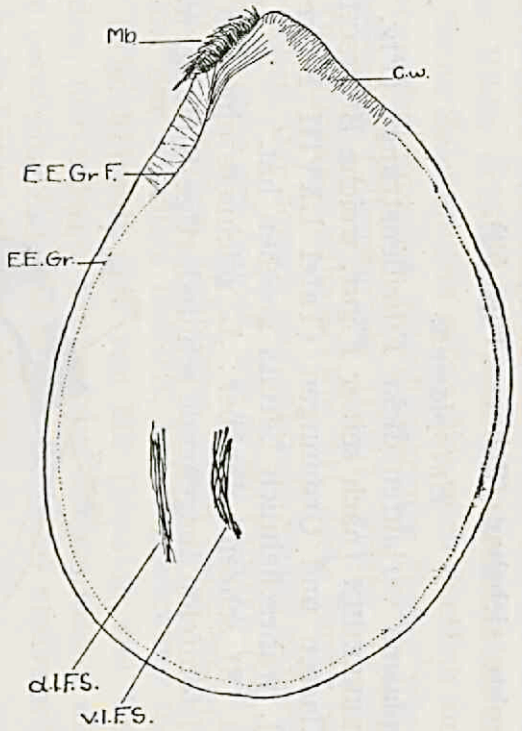

Fig. 49. B a l. e n t. Transversalschnitt, auf Fig. 48 folgend. Cilien nicht eingezeichnet. Flemm., Heid.

grossen Entoplasmastränge (d.l.F.S. und v.l.F.S. siehe weiter unten) sind auf diesen Schnitten quergetroffen und natürlich nur als Punkte sichtbar (Schema Fig. 53).

Entoplasma.

Im Entoplasma verlaufen dicke Fibrillenstränge (Fig. 44—49), die LIEBERKÜHN [nach seiner Figur, welche BUETSCHLI in BRONN's Klassen und Ordnungen (Tafel LXVIII Figur 26) wiedergibt], wahrscheinlich bereits gesehen hat.

BÜTSCHLI (8) schreibt darüber: ‚L. zeichnete eine von dem ganzen Peristomfelde ausgehende schlundartige Bildung, welche

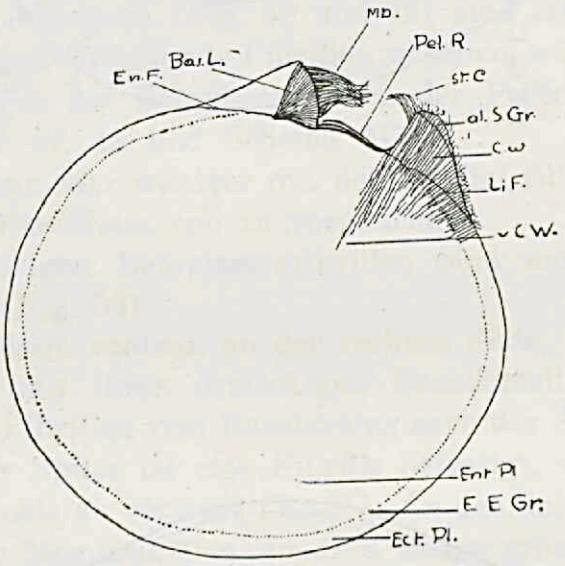

Fig. 50. B a l. e n t. Proximaler Querschnitt. Cilien nicht eingezeichnet. Flemm., Heid.

bis zum Hinterende reicht." Auch SCHNEIDER (47) erwähnt sie zum Teil.

Dass diese Fibrillen distal ganz bis zur Pellicula durchlaufen, glaube ich nicht, obwohl es bei schief geschnittenen Schnitten den Eindruck erweckt. Diese Fibrillen laufen, oft mehr oder weniger geschlängelt, hauptsächlich vom proximalen und distalen Praeoralhöhlen-ende ins Körperinnere. [Dorsaler und ventraler Fibrillenstrang (d.l.F.S. und v.l.F.S.) der nahezu sagittal getroffenen Schnitte 44—46].

Wir sehen hier, dass sie mit ihrem einem Ende durch das Ectoplasma laufen und in der Pellicula endigen.

SCHNEIDER (47) gibt an, dass sie an den Basallamellen der Membranellen entspringen, was meines Erachtens unrichtig ist. Solche Bilder erhält man, wenn die Querschnitte etwas schief sind. Seine Zeichnungen geben dies auch deutlich zu sehen.

Neben dem dorsalen Fibrillenstrange finden wir die bereits besprochenen Cilienwurzeln (C.w.), welche, je mehr sie sich dem Dorsalstrange nähern (Fig. 44), desto länger ins Entoplasma reichen. Der dorsale und ventrale Strang nähern sich distal einander, ohne sich jedoch, wie es MC DONALD (13) bei *Bal. coli* angibt, zu kreuzen. Uebrigens zeigen beide Species, was den Verlauf der Fibrillen betrifft, bei Vergleichung meines Schemas (Fig. 51) mit dem von MC DONALD, viel Uebereinstimmendes; nur müssen wir uns bei *Bal. entozoon* die Praeoralhöhle (oral plug *Bal. coli* bei MC DONALD) ventralwärts gerückt und in die Länge gezogen denken.

Gleich hier sei aber bemerkt, dass ich von einem „Motorium" keine einzige Andeutung fand. Wohl war in einem Schnitte eine Art Ring zu finden, der mit der ‚circumoesophageal fiber' bei *Bal. coli* zu vergleichen wäre (Figur 46).

Dass ferner hier, wie es SCHNEIDER (47) angibt, ein „fädiges Gerüstwerk" anwesend ist, muss ich auf das bestimmteste bestreiten. Uebrigens fand er es selbst nicht immer vor und will dies damit erklären, indem er annimmt, dass dieses Stützsystem bei der Ernährung verloren geht. Dann sollten die Cilienwurzeln, die sich ins Entoplasma erstreckten, wieder ins Ectoplasma zurückgezogen werden. Dieses Gerüstwerk, welches er sowohl bei *Opalina* als auch bei *Nyctotherus* und *Balantidium* antraf, will er als eine „temporäre Erscheinung" ansprechen; eine Auffassung, die meines Erachtens durch meine Praeparate entschieden widerlegt wird. Schliesslich will ich noch darauf aufmerksam machen, dass sich die grossen Fibrillenstränge, da, wo sie Vacuolen (vac.) begegnen, um diesen herum einen Bogen beschreiben, wie dies Figur 44 zeigt.

Deutung der Fibrillen.

Auch bei *Balantidium entozoon* ist, wie wir aus den bespro-

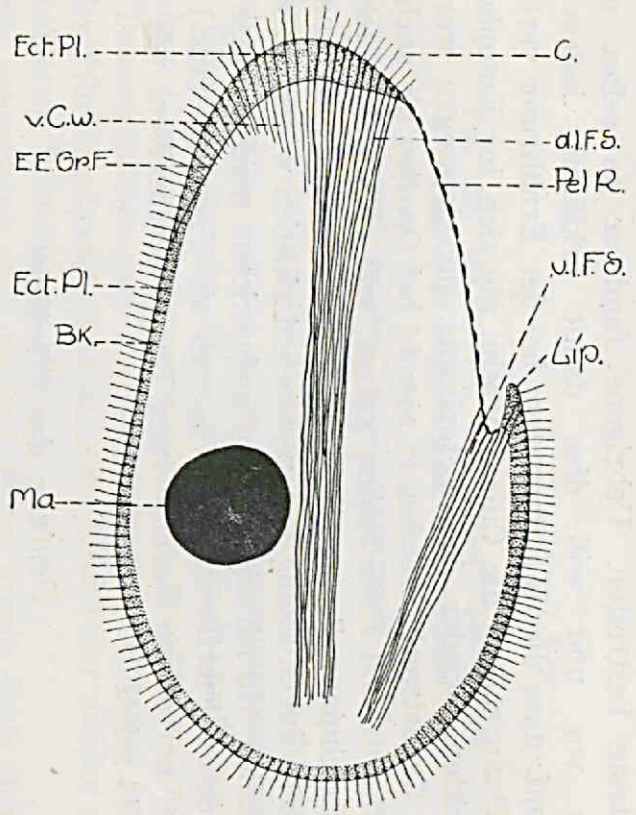

Fig. 51. B a l. e n t. Schematischer Sagittalschnitt.

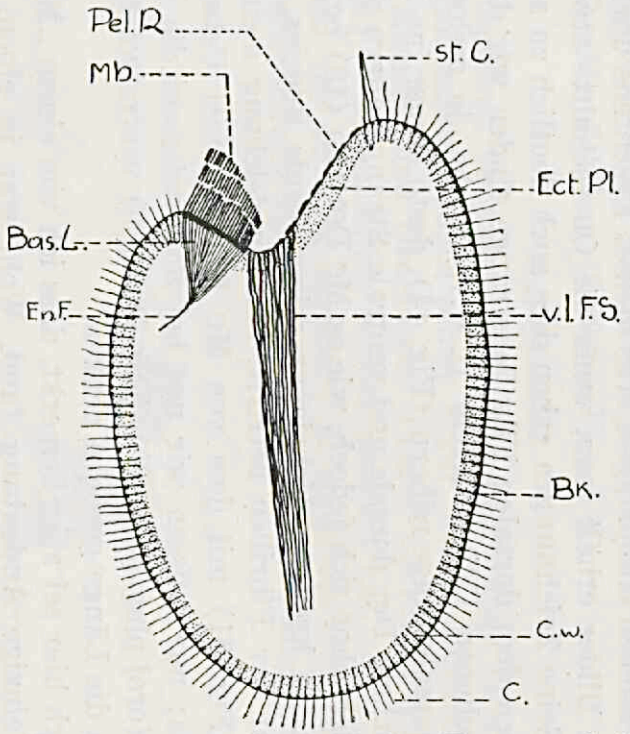

Fig. 52. B a l. e n t. Schematischer Transversalschnitt.

chenen Zeichnungen und den Schemata (Fig. 51—53) entnehmen können, ein gut entwickeltes Fibrillensystem anwesend.

BEZZENBERGER (6), der als erster einigermassen ausführlich über Fibrillen bei verschiedenen *Balantidium*-Arten schrieb, konstatiert beim Besprechen ihrer Bedeutung, dass seine Funde nicht gegen eine Myonemnatur sprechen. Auch Untersuchungen in vivo brachten ihn nicht weiter (Seite 162).

SCHNEIDER (47) fasste sie als ein Stützsystem auf (ein „Linom"). MC DONALD ist einer anderen Auffassung. (Siehe das Gesagte bei *Ichthyophthirius)*. Diese Auffassung beruht auf der Tatsache, dass er bei *Bal. coli* ein „Motorium" gefunden hat, womit alle Fibrillen direkt oder indirekt verbunden sind.

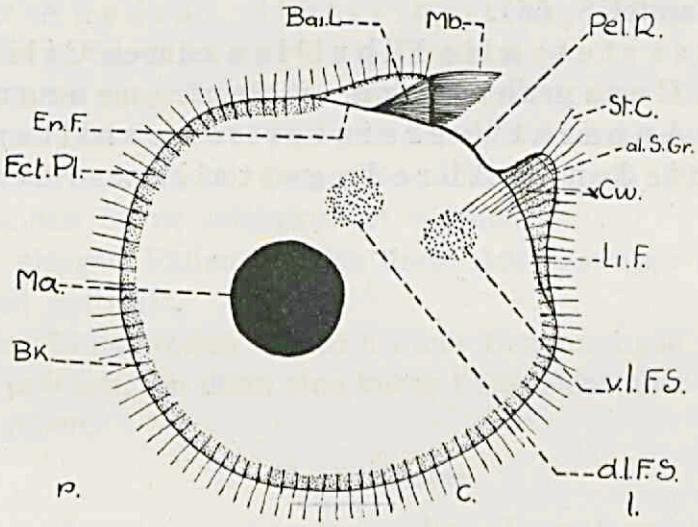

Fig. 53. Bal. ent. Schematischer Querschnitt.

Aber eben das ‚indirekt' zusammenhängen gilt für die wichtigsten Fibrillen, was er, (siehe bei *Opalina*) einer ‚geringeren Specialisierung der lokomotorischen Organellen' zuschreibt; eine wohl sehr bequeme Argumentation. Vergleiche ich damit das Fibrillensystem von *Bal. entozoon,* dann muss vor allem darauf hingewiesen werden, dass hier ein zentrale Vereinigung fehlt und wir es hier mit verschiedenen aparten Fibrillenkomplexen zu tun haben. Wenn wir die verschiedenen Fibrillen, jede für sich selbst betrachten, dann dringt sich der Gedanke einer Stützfunktion unbedingt auf. Denken wir nur an die grossen

Stränge (d. und v.l.F.S.), an die Fibrille der linken Lippe (Li.F.) oder an die Fibrille, die von der Basallamelle der Membranellen nach der Pellicula zu lauft und dadurch diese gut verankert (En.F.).

Schlussfolgerung.

Die Untersuchung der sechs Ciliaten bringt uns zu folgender Schlussfolgerung:

1. Die meisten, wenn nicht alle, der gefundenen Fibrillen sind mit ziemlich grosser Sicherheit als form-behaltende Fibrillen oder „Morphoneme" aufzufassen (siehe das folgende Kapitel S. 63).

2. Dass stets alle Fibrillen eines Ciliaten in ihrer Gesamtheit zu einem „neuromotorischen Apparat" vereinigt sein sollten, muss entschieden in Abrede gestellt werden.

B. ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN.

Wie bereits aus dem 1. Teile hervorgeht, sind 1.ens bei vielen, oft nicht verwandten Ciliaten, Fibrillen gefunden worden; 2.ens ist aber die Ansicht über deren Funktion sehr auseinander gehend.

Die zwei Tatsachen haben zur Einführung vieler verschiedener Bezeichnungen geführt z.B.: Myoneme, Myophane, Myoide, Neurophane, Neuroide, Neuromotorischer Apparat, Stützfibrillen, Elastische Fibrillen, Skeletgerüst, Linom etc.

Hierzu muss in erster Linie gesagt werden, dass all die Bezeichnungen fast rein auf morphologischen Ueberlegungen beruhen; weiter müssen wir bemerken, dass sie auch nicht immer in dem selben Sinne interpretiert wurden.

Nur in einigen Fällen wurden diese Auffassungen auch experimentell gestreift.

In erster Linie wollen wir nun diese Benennungen ausführlicher besprechen, um dann eine kurze Uebersicht über die Literatur zu geben.

1. *Nomenklatur.*

Der Name Myonem wurde für die „Muskelfasern" des Ectoplasmas, welche bereits von LIEBERKÜHN (35) an *Stentor* beschrieben wurden, gegeben.

Später wurde durch SCHMIDT, STEIN und anderen (nach HAECKEL zitiert) das Bestehen dieser schmallen Muskelfasern abgelehnt und ein ganzer „Hautmuskelschlauch" ähnlich dem bei Würmern, angenommen. Dies war noch in der Zeit, als der Streit, ob die Protozoen einzellig oder nicht einzellig sind, noch nicht beendet war. EHRENBERG stellte sie zu den Würmern, CLAPARÈDE zu den Coelenteraten, während SIEBOLD den von GOLDFUSS angewandten Namen Protozoen gebrauchte und sie zugleich mit dem Formwerte einer Zelle gleichstellte.

GREEFF aber huldigte wieder der Auffassung LIEBERKÜHNS. Wie wir sehen, beruht hier die Benennung hauptsächlich auf morphologischer Basis; im Verband mit der damals noch nicht befestigten Auffassung von der Einzelligkeit, war das Auffinden von „Muskelfasern" nichts besonderes.

HAECKEL war aber der erste, der gegen den Gebrauch dieser Namen protestierte, da er die Protozoen für einzellig hielt. Hätten wir es hier mit Muskeln im morphologischen Sinne zu tun, dann müssten, nach HAECKEL, in den Fibrillen Kerne gefunden, und überdies auch echte Nerven nachgewiesen werden. Er sagt auch auf Seite 536 (25): „Wo die Differenzierung in Muskel und Nerv überhaupt noch nicht eingetreten ist, da kann man in strengeren Sinne eben so wenig von Muskeln als von Nerven sprechen, sondern muss Zellen, welche die Funktionen dieser beiden Gewebe noch vereint vollziehen, ‚Neuromuskelzellen' nennen." Bei Protozoen sind die Fibrillen noch keine selbständigen Zellen, sondern allein „differenzierte contractile Sarcode Züge" wofür er den Namen ‚Myophan oder Scheinmuskel' einführt. So spricht er denn auch von der Myophanschicht als dritte der 4 Lagen, welche er im Ectoplasma unterschiedet. Bald wurden diese Namen (Myonem und Myophan) von anderen Autoren vertauscht gebraucht, während sie bei ihrem Gebrauche nur an Muskelfunktionen dachten.

NERESHEIMER (41) führte 1903 den Namen ‚Neurophan' ein und bezeichnete hiermit bei *Stentor* und *Spirostomum* Fibrillen, welche nach ihm ausschliesslich nervöse Funktion haben sollten. Dieselbe Funktion schrieb bereits ENGELMANN (15) den Cirren-Fibrillen von *Stylonychia* zu. Dieser Name ist meines Erachtens wenig geeignet, denn er soll hier als Gegenüberstellung zu Fibrillen mit reiner Muskelfunktion, die keine Myophane, sondern Myoneme sind, gelten. Besser würde es daher sein, im Gegensatz zu den Myonemen hier das Wort „Neuronem" ein zu führen.

Von viel späterem Datum ist der Begriff „neuromotorischer Apparat". Dieser Begriff wurde 1914 von SHARP (56) eingeführt. Er fand bei *Diplodinium* ein Fibrillensystem, das von einem besonderen Zentrum dem „Motorium" ausgehend, die verschiedenen Bewegungs- und

Ernährungsorganellen miteinander verbindet und auf diese Weise eine Koordination bewirken soll. Obwohl SHARP noch zögert diesen Fibrillen eine contractile Funktion ganz ab zu sprechen, so äussern sich seine Nachfolger in dieser Hinsicht schon bestimmter. Wir können allso diese Fibrillen ruhig in die Rubrik der Neuronemе einreihen, ohne hiermit mit dieser Auffassung vollkommen einverstanden zu sein. Ueberdies will ich darauf hinweisen, dass der Name „neuromotorischer Apparat" zu Verwirrungen Anlass geben kann. Das Wort „Neuron" beinhaltet für sich schon sensible oder motorische Funktion, sodass wir uns vortäuschen könnten, dass ‚motor' auf die Muskelfunktion hinweisen müsste. Besser wäre dann ‚sensomotorischer Apparat.'

Soviel mir bekannt ist, war es MAIER (1903), der als erster den Fibrillen eine Stützfunktion zuschrieb (37). Das waren die sogenannten Basalfibrillen der Cirren. Wohl huldigten schon vor MAIER andere Autoren dieser Auffassung, um sie aber wieder zu verwerfen.

SCHNEIDER (47) sprach 1906 von einem Skeletgerüst oder Linom, worunter er Ecto- und Entoplasmafibrillen verstand, die er bei *Opalina* und anderen Ciliaten fand.

Elastische Fibrillen wurden zum erstenmale 1903 von STEVENS bei *Licnophora* beschrieben. Diese Auffassung beruhte auf gewissen physico-chemischen Eigenschaften der Fibrillen (58).

ENTZ SEN. (17) und andere Autoren hielten bereits die ‚Stielmuskeln' und Myoneme für elastisch.

Da aber später ROSKIN (45a) bei *Climacostomum* von elastischen Fibrillen, die ein ‚cyto-squelette' bilden, spricht, und auch LÜHE (36) die von früheren Autoren als Stützfibrillen beschriebenen Cilienwurzeln als elastische Fibrillen erwähnt, ist es, glaube ich, besser auch diese Gruppe unter einen Namen zu vereinigen. Es scheint mir darum um so besser, als von vielen ‚Stützfibrillen' die Natur noch nicht festgestellt ist.

Analog den Myo- und Neuronemen würde hier der Name „Morphoneme" im Sinne formbehaltender Funktion, am besten am Platze sein.

2. *Literaturbesprechung.*

Gehen wir nun an der Hand dieser Einteilung über zu der betreffenden Literatur.

a. *Myoneme.*

Wie bereits am Beginne dieses Teils bemerkt wurde, sind die Myoneme die am längsten bekannten Ciliaten Fibrillen. Sie folgen dem Laufe der Cilienreihen; diese Bezeichnung betrefft mehr die im Ectoplasma verlaufenden Fibrillen, während die im Stiele der *Vorticellinen* verlaufenden ‚Stielmuskeln' ebenfalls als Myoneme angesehen werden.

Da BÜTSCHLI (8) die ältere, hierauf bezügliche Literatur ausführlich referierte, hat es keinen Sinn auch hier weiter darauf ein zu gehen. Zu sagen wäre noch, dass BÜTSCHLI, zum Teil auf Grund eigener Untersuchungen, zum anderen Teil auf denjenigen vorhergegangener Autoren, wie ENGELMANN (14) vorallen, nur an eine Muskelfunktion dieser Fibrillen glaubte.

ENGELMANN beschrieb die Stielmuskeln von *Zoothamnium* ausführlich (41). Er konstatierte eine deutliche, fibrilläre Struktur und beschrieb sie als doppeltbrechend. Bei der Kontraktion wurden sie „deutlich kürzer, dicker und gerade", während sie bei beginnender Erschlaffung einen „stark geschlängelten Verlauf" zeigten. Bei *Carchesium, Vorticella* und anderen *Peritrichen* konstatierte er die selben Tatsachen.

Von den Körpermyonemen bei *Stentor* schreibt er, dass sie bei der „Zuckung" des Tieres kürzer, dicker und gerade werden, während sie bei der „Wiederausdehnung" ebenso einen „welligen Verlauf" zeigten.

Bei langsamer Kontraktion werden die Fibrillen stark „wellig", was in diesem Falle durch das Zusammenziehen des Corticalplasmas zustande kommen soll. Er schreibt also nur die „Zuckungs"-bewegung einer aktiven Fibrillenarbeit zu. Weiterhin beschrieb er bei *Epistylis galea* viele Fibrillen und sprach dort bereits von einem „Sphinkter" des Peristomrandes.

ZELLER (65) glaubte bei *Opalina* Myoneme gefunden zu haben, doch stellte sich später heraus, dass dies die Pellicula war (siehe oben Seite 3).

BRAUER (7) beschrieb Myoneme bei *Bursaria truncatella* und untersuchte darauf hin auch *Stentor*- und *Vorticella*-Arten.

Auch JOHNSON (1893, 28) fand die Myoneme von *Stentor* sehr kontraktil: „endowed with a contractile power not less than that of striped muscle". Auch er sagt, dass sie in Ruhe-Zustande gewellt sind, während sie bei Kontraktion gerade werden. Nach ihm verlaufen die Myoneme nicht in Kanälen, wie dies BÜTSCHLI beschrieb. Weiters sagt er auf Seite 483: „In the living Stentor the myonemes are hyaline flexible and exceedingly contractile fibrils; in a Stentor killed with osmic acid or corrosive sublimate, they become rigid, highly-refractive rods."

TÖNNIGES (1898, 61) beschrieb contractile Fibrillen bei *Opalina* (siehe oben).

GÜNTHER (1900, 24) fand bei *Ophryoscolex caudatus* sehr viele Myoneme: „starke Züge von Muskelfasern (Myonemen), wie sie wohl bis jetzt in solcher Mächtigkeit bei anderen Infusorien kaum gefunden worden sein dürften." Auch bei den Stacheln dieser Ciliaten fand er „mächtige Myonemschichten" und bei *Cycloposthium bipalmatum* viele Myoneme bei den „Caudalien".

PROWAZEK (1903, 42) beschrieb bei *Euplotes harpa* Fibrillen, die in Bündeln von mindestens zwei Seiten, einen Winkel von 90° einschliessend, an die Cirren, vorallem an die Sprungcirren, herantreten. Sie sind „solide und fest", denn sie werden von dem Mikrotommesser aus ihrer Lage verschoben und drahtförmig verbogen. Sie erinnerten ihm an Gliafibrillen. Nach ihm stimmt diese Situation mit der Bewegung der Cirren, die nach zwei Richtungen geschieht, überein. Er sagt dann auch: „Die Fibrillen dürften eine noch ungesonderte kontraktorische und reizleitende Funktion besitzen." Diese sollten also, echte Myophane im Sinne HAECKELS sein.

MAIER (1903, 37) fand bei *Prorodon teres* ausser den bereits von SCHEWIAKOFF (46) beschriebenen Fibrillen, an dem Munde solche, die mit den Reusenstäbchen verbunden sind und zum Oeffnen des Mundes dienen sollten, während die Mundschliessung durch die Kontraktilität des Ectoplasmas verursacht werden soll.

Kleine, von den Reusenstäbchen kommende, nach oben verlaufende Drähte sollten das „Vorstossen" des Reusenapparates bewirken. Auch die *Stentor*myoneme bespricht er ausführlich und findet an den Basallamellen der Membranellen die „Endfädchen", die untereinander durch eine Basalfibrille verbunden sind. Diese Fibrillen wurden bereits von SCHUBERG (53) beschrieben und ihnen nervöse Funktion zugeschrieben, während MAIER ihnen Muskelfunktion zuerkennt. (Siehe später). Aehnliche Zustände wurden bei *Spirostomum* angetroffen, wo links und rechts von den Membranellen ein stärkeres Myonem vorhanden ist und die Torsion verursachen dürfte. Ferner behandelt er *Carchesium* ausführlich und beschreibt dort auch eine Art Sphinkter. Auf Seite 132 zählt MAIER einige Ciliaten auf, bei denen er keine Fibrillen fand und sagt: „hier scheint also die Beweglichkeit nicht auf specifische Kontraktionsgebilde zurück geführt werden zu können."

Bei *Stylonychia* sollten die Basalfasern, da hier keine Basalfibrille gefunden wurde, allein Stützfunktion haben.

NERESHEIMER (1903, 41), siehe bei Neuroneme.

Die Arbeit von THON (1905, 60) über *Didinium* wurde bereits im ersten Teile referiert. Siehe dort auch das, von BEZZENBERGER (1904, 6) über *Balantidium* gesagte.

SCHRÖDER (1906, 1907, 48—51) bearbeitete ausführlich den Verlauf der Fibrillen bei *Campanella umbellaria, Epistylis plicatilis, Vorticella monilata* und *Stentor coeruleus*, wobei er sehr verwickelte Verhältnisse fand; dies wurde ausführlich in LANG's Handbuch referiert (36). Wir erwähnen nur die Fibrillengruppen von *Campanella umbellaria*.

Er fand folgende:

1. Ringmyoneme des Basalkörperteiles.
2. Längsmyoneme der aüsseren Körperwand.
3. Ringmyoneme des Peristomrandes.
4. Spiralmyonem an der adoralen Zone und am Vestibulum.
5. Retraktoren der Peristomscheibe.
6. Eine Art Sphinkter des Vestibulums.

Alle die Fibrillen zeigen „eine Art Querstreifung", welche durch den alveolären Bau verursacht wird.

Er betrachtet sie alle als Myoneme, wie dies schon aus seinen Bezeichnungen zu ersehen ist.

Die „Endfädchen" der Membranellen, die nach ihm in einer Membrane liegen, deren Unterende eine Basalfibrille vortäuscht, werden von ihm aber als Stützapparat aufgefasst, um „sämtliche Basallamellen möglichst fest miteinander zu verbinden."

Fauré Fremiet (1908, 21) fand bei *Tintinnidium inquilinum* Fibrillen, welche in der „pedicule" verankert sind. Bei heftiger Kontraktion entstehen oft Knoten („boucles") im Stiele.

Schubotz (1908, 55) fand bei *Pycnothryx monocystoides* (ein holotricher Ciliat aus dem Darme von *Procavia)*, an der Grenze von Ecto- und Entoplasma, eine zirkuläre und longitudinale Fibrillenschichte, welche durch feinere Fibrillen mit den Cilien verbunden ist.

Letztere hielt er für Stützfibrillen, die anderen für Myoneme. Als solche beschaut er auch die Fibrillenkomplexe, welche die zahlreichen taschenförmigen Einsenkungen der zwei Wimperfurchen umgeben; die Funktion der Fibrille sollte „etwa Sphinktern" vergleichbar sein.

Nach seinen Zeichnungen zu schliessen, macht es den Eindruck, dass wis es auch hier mit kräftig entwickelten und verlängerten Cilienwurzeln zu tun haben, ganz wie bei *Balantidium* etc.

Ledebew (1909, 34) traf Myofibrillen bei *Trachelocerca phoenicopterus*, die besonders bei starker Kontraktion ab und zu „rosenkranzförmig" waren. Er fand diese ectoplasmatische Fibrillen nicht immer regelmässig entwickelt; oft waren an der anderen Seite der Basalkörperchenreihen, neben den stärkeren, viel schwächere vorhanden.

Die schwächeren könnten nach ihm Neurophane sein, vielleicht aber Myofibrillen; ist letzteres der Fall, dann will er dies dadurch erklären, dass „gewisse Unbeständigkeit im Bezug auf Zahl und Verteilung der Myofibrillen" vorhanden wäre.

Roskin (1917, 45a) beschreibt die Myoneme von *Stentor* folgendermassen: „nous croyons que le plasme du myonème, homogène à première vue, se compose de deux couches; membrane et kinoplasme." Die Membrane sollte zum Schutze des

Kinoplasmas, welches der eigentliche Sitz der Kontraktilität ist, dienen. Dadurch kommt es auch, dass bei Druck: „le mynonème se transforme immédiatement en gouttes". Bei *Climacostomum virens* aber, welches sich fast nicht kontrahiert, sind doch viel Fibrillen vorhanden; diese gehen bei Druck dahingegen nicht in Tröpfen über, ebensowenig bei Zufügen von starker oder schwacher Essigsäure. Und er sagt dann: „Il est clair, que nous avond ici affaire non aux myonèmes, mais aux filaments homogènes élastiques, solides, qui forment le cytosquélette de l'organisme." So sollten also bei, in die selbe Familie gehörenden Genera, sehr verschiedene Fibrillen vorhanden sein.

KONSULOFF (1922, 32) behauptete, dass bei *Opalina* in der Pellicula Myoneme vorkommen müssen (Siehe oben).

Schliesslich schrieb DOGIEL (1925, 12) bei *Ophryoscoleciden* über Schlundfibrillen und ihrer Funktion, deren ausführliche Auseinandersetzung jedoch im Russischen erschien.

Gleichzeitig erschien von GELEI (1925, 23) eine Publikation über Schlundmyoneme bei *Stentor* welche: „einwärts gerichtete Wellenbewegungen ausführen, wodurch die Cilien in ihrer Schiebbewegung unterstützt werden."

Aus all diesem können wir darauf schliessen, dass:

1. vielen Fibrillen eine Stützfunktion zugeschrieben wurde.
2. dass nur in sehr wenigen Fällen andere als morphologische Motive angeführt wurden, nämlich nur in jenen Fällen, wo Doppelbrechung konstatiert wurde und wo, in kontrahiertem Zustande, die Fibrillen kürzer und dicker wurden; während auch in diesen Fällen die eigentliche Ursache der Kontraktion im sogenannten „Kinoplasma" zu suchen sei.

Es ist darum noch notwendig die Arbeit von KOLTZOFF (1912, 31) anzuführen. Ihm zufolge besteht nämlich der „Achsenfaden oder das sogen. Myonem des *Vorticellidenstieles* aus:

1. der inneren Hülle.
2. dem körnigen „Thekoplasma".
3. dem Skeletfibrillen.
4. dem „Kinoplasma", welches von den Skeletfibrillen umschlossen wird.

Er macht überzeugende Experimente und kommt auf Seite 367 zu dem Schlusse: „Die Ursache der Kontraktion des *Vorticellidenstiels* liegt in der Veränderung der Oberflächenspannung an der Grenze zwischen Kino- und Thekoplasma"; diese hypothetisch angenommen Erklärung wird dann weiter noch ausgearbeitet.

Die eigentlichen Fibrillen sind also ihm zu folge Skeletfibrillen. Die Arbeit von seinem Schüler ROSKIN (45a) nannten wir schon oben. Letztere publicierte im Jahre 1923 weitere Besonderheiten über die „Körpermyoneme" von *Stentor;* sie liegen in Kanälen: „feste elastische statische Röhren". Nach ihm sind alle echte Myoneme aus Kinoplasma aufgebaut, welches von einer elastischen Hülle umgeben wird.

Bei *Climacostomum* sollte das Kinoplasma in eine feste „Gelbildung" übergegangen sein, wodurch die Kontraktilität verloren gegangen wäre. Bei *Metazoen* fand er damit vergleichbare Zustände; unteranderen die Muskelfasern in der Deckmuskelzelle von *Rana fusca* und die Muskelzellen von *Anodonta.* Auch in diesen Fällen sollten die Fibrillen selbst nur Skeletelemente sein. [Zitiert nacht HARTMANN (27)].

Auch der Axialfaden der Axopodien der *Heliozoen* ist nach neueren Angaben von ROSKIN (45b, 1925): „ein kleines Röhrchen mit Plasma gefüllt, dessen Wände sehr ausgesprochene Skeletartige Eigenschaften besitzen..." Er sagt (Seite 215): „ähnlich wie die Erscheinungen, die wir bei den Muskelfasern von *Hydra,* bei den Myonemen der *Infusoria* (ROSKIN 1923) u.s.w. beobachtet hatten, ist die Kontraktilität des Axialfadens auch ebenso mit der flüssigen inneren Plasmaschicht verbunden."

„In den Axialfaden haben wir ein Beispiel eines Organoides, in welchem auf engste Weise die kontraktilen und die formbestimmende Eigenschaften verbunden sind."

b. *Morphoneme.*

MAIER (1903, 37) war, wie schon gesagt, der erste, der Fibrillen eine Stützfunktion zuschrieb. 1903 folgte die Beschreibung elastischer Fibrillen bei *Licnophora* durch STEVENS (58). LÜHE (36) referiert diese Arbeit ausführlich (siehe da), und

sagt: (Seite 214): „Durch Mazeration mit 1 bis 3 % doppelchromsaurem Kali, Pepsine und anderen Mitteln lässt sich dieser ganze, ein förmliches Innenskeletbildende Fibrillen-Apparat unter Auflösung vom Plasma und Pellicula binnen wenigen Sekunden unverändert isolieren." Dieser Apparat steht mit den Membranellen in direkter Verbindung.

Die Arbeit SCHNEIDER (1906, 47) wurde bereits oben besprochen, eben so wie die Auffassung SCHRÖDERS (1907, 51) der Membranellenfibrillen von *Stentor* als Stützapparat.

COLLIN (1909, 9) beschreibt bei *Anoplophrya branchiarum* ein Fibrillensystem, das von den Basalkörperchen der Cilien aus nach dem Kern zu läuft.

Er sagt (Seite 351): „chaque cil se prolonge au sein de l'endoplasme par une mince fibrille sidérophile, sorte de racine ciliaire dont on reconnait parfois nettement l'insertion à la surface de la membrane du macronucleus." Nach COLLIN war dies bei *Ciliaten* noch nie entdeckt. SCHNEIDER (47) aber fand dieses schon 1906. COLLIN nennt dieses System „appareil de soutien".

HAMBURGER (1911, 26) machte Verdauungs Experimente mittels Pepsin und Pankreatin an *Euglena Ehrenbergii* und sagt: „Die Substanz der Spiralstreifen, welche sich durch ihre grosse Unlöslichkeit auszeichnet, erinnert vielleicht an gewisse Albuminoide, etwa Keratin und Elastin" und: „Nach meinen Erfahrungen halte ich es für wahrscheinlich, dass die Spiralstreifen die elastischen Elemente der Haut sind,..... und gleichzeitig ein aüsseres Skelet der Zelle bilden."

ENTZ junior (1909, 18a) hält die Fibrillen des *Tintinnidenstieles* für „steifmachende Elemente" (Seite 156).

Ueber KOLTZOFF (1912, 31) siehe oben.

ENTZ jun. (1913, 18b) beschrieb ein Stützfibrillen-System bei *Nyctotherus piscicola*. (Siehe oben).

BRAUNE (1903, 7), beschrieb „Schlund- und Afterstützen" bei *Isotricha*-Arten, die nach ihm elastische Stäbchen sein sollten.

Weiter fand er bei *Ophryoscolex purkynjei* viele Fibrillen, wovon er sagt, „dass die Fibrillen keine Myoneme, sondern einfach elastische Stäbchen sind, denen nur die Stützfunktion zukommt." Er schliesst auf Seite 161: „dass die bizarre Körper-

gestallt der *Ophryoscoleciden* nur durch das Fibrillensystem erhalten wird."

Die Funde ROSKIN's (1917, 45a) über elastische Fibrillen bei *Climacostomum* wurden schon erwähnt.

Ebenso die Arbeit KONSULOFF's (1922, 32) über die entoplasmatischen Stützfibrillen bei *Opalina*.

Zum Schlusse noch die Arbeit GELEI's (1925, 23) über ein Skelettgerüst bei *Stentor*, welches an der Grenze von Ecto- und Entoplasma liegt und in dem Schlunde am stärksten entwickelt ist. Es ist nach keiner Richtung hin orientiert und „verbindet Myoneme und Cilien zu einer physiologischen Einheit der Bewegung". Es soll einen Widerstand gegen die Druckwirkung der voluminösen Beute bilden.

c. *Neuroneme.*

Der Vollständigkeit halber nennen wir hier wieder die M y o p h a n e HAECKEL's (1873, 25). Der erste aber, der den Fibrillen eine reine nervöse Funktion zuschrieb, war ENGELMANN (1880, 15) an den Cirrenfibrillen bei *Stylonychia*. Es sind: „äusserst feine und blasse, sicher nicht über 0.2μ dicke, homogene, anscheinend weiche Fasern."

Auf Seite 50 sagt weiters ENGELMANN: manche anatomische und physiologische Tatsachen sprechen dafür, dass die Körperregion, von welcher die willkürliche Anregung der Cilien ausgeht, in der mittleren Gegend der Bauchseite, nahe der Oberfläche zu suchen sei." „Gerade von dieser Gegend her kommen aber die zu den Randwimpern tretenden Fäserchen." Eine Kontraktion nahm er kein einziges mal wahr.

SCHUBERG (1891, 53) äusserte die Möglichkeit einer Nervenfunktion bei den Membranellenfibrillen von *Stentor*, da er Isochronismus der Membranellenbewegung wahrnahm. Seine Auffassung aber trägt keinen positiven Karakter.

JOHNSON (1893, 28) schliesst sich ihm an.

Ueber PROWAZEK (1903, 42) siehe bei M y o n e m e.

Der erste, der wieder von echten Neurofibrillen spricht, ist NERESHEIMER (1903, 41), welcher bei *Stentor* die schon beschriebenen „N e u r o p h a n e" erwähnt. Bei Mallory's Dreifachfärbung fand er die „N e u r o p h a n e" ausserhalb der

„Myophane", letztere wurden rot, während sich die ersteren dunkelviolet färbten. Die „Neurophane" verzweigen sich ungefähr in der halben Höhe des Körpers und endigen teilweise in „Endknöpfchen", während sie niemals, so wie die Myophane, bis zum Peristomrande zu verfolgen sind.

Er trachtete durch toxicologische Experimente diese Funktion zu beweisen und konstatierte, dass *Stentor* empfindlicher ist als *Paramaecium*. Da aber stets mit ganzen Tieren experimentiert wurde, ist damit noch nicht bewiesen, dass ausschliesslich diese Fibrillen die Ursache der grösseren Empfindlichkeit bilden.

SCHRÖDER (1907, 51) behauptet, dass diese „Neurophane" nicht bestehen, sondern dass NERESHEIMER sie mit den Zwischenstreifen verwechselt hat.

SCHUBERG (1905, 54) fand bei *Paramaecium caudatum* Fibrillen, welche die Basalkörperchenreihen miteinander verbinden und traf diesen Zustand auch bei *Frontonia leucas* an.

Er will diese Fibrillen mit dem „Metachronismus" der Cilienbewegung in Verband bringen. Dass es Myoneme sind, hält er für ganz ausgeschlossen.

LEBEDEW's (1909, 34) Ueberlegungen wurden schon bei den Myonemen erwähnt; ebenso wurden die Ansichten METCALF's (1909, 39) schon oben behandelt. [Siehe auch METCALF 1923 (40)].

Dann kommt SHARP (1914, 56) mit seinen schon des öfteren zitierten Arbeit über *Diplodinium*, wo er mit Mallory's Dreifachfärbung ein rot gefärbtes Fibrillensystem darstellen konnte.

Dieses System steht mit einer zentralen Plasmamasse, dem „Motorium" in Verband, färbte sich ebenfalls rot, und sollte Ernährungs- und Bewegungsorganellen mit einander verbinden. Wir betonen gleich hier, dass eigentlich bereits ENGELMANN (15) das Vorhanden sein eines solches Zentrums für sehr wahrscheinlich hielt (Siehe oben).

SHARP sagt auf Seite 83: „The term motorium, as applied here, is used in its anatomical or neurological sense, i.e. the commen center of motor influences. It may be however, that we have here a condition in which nervous, contractile and supporting elements are in so primitive a stage of evolution

as to be incapable of separation into purely nervous, purely contractile or purely supporting structures," aber er sagt gleich darauf, dass alles mehr von nervöser Funktion ist. Ausser dieses System, beschreibt er noch violetfärbige Fibrillen als „oesophageal retractor strands" die ausschliesslich Myoneme sein sollten.

Nach ihm kommt YOCOM (1918, 64), welcher *Euplotes patella* eingehend studierte. Er fand ebenso ein „M o t o r i u m", von dem aus Fibrillen nach den Membranellen, den analen Cirren und der sehr gefühligen vorderen Lippe liefen. Auch hier trat mit Mallory's Methode dieselbe Rotfärbung auf, und seine Auffassung ist auch auf diese chemische Affinität und morphologischen Ueberlegungen aufgebaut. Die übrigen Cirren zeigen auch viele Fibrillen, welche aber mit dem Motorium überhaupt nicht verbunden sind. Für diese Tatsache gibt er folgende Erklärung (Seite 364): „It is probable that we are dealing here with a portion of the neuromotor system, which in the evolution of the organism is not yet connected with the other central coordinating parts." Später nennt er dieses: „a detached dissociated neuromotor apparatus".

Durch diese Erklärung bringt er aber einen Trugschluss in seiner Argumentation; denn wenn die Koordination durch Fibrillen zustande kommt, müssten wir überall, wo ein Koordination in der Bewegung sich zeigt, auch eine fibrilläre Verbindung antreffen.

Trotzdem aber finden wir Cirren, welche ihre Arbeit koordiniert verrichten und mit einem „Motorium" durch Fibrillen nicht verbunden sind.

Weiters sei hier auf PROWAZEK's (42) Befunde hingewiesen, der bei *Euplotes harpa* „solide und feste" Cirrenfibrillen fand; dies weist auch auf Stützfunktion hin. TAYLOR (1920, 59) trachtete durch „microdissection" die Richtigkeit dieser Auffassung der amerikanischer Schule zu rechtfertigen. Er fand, dass bei Durchschneidung der Fibrillen, die Koordination der nun nicht mehr verbundenenTeile unterbrochen war, während bei Verwundung fibrillenloser Teile keine Störung im Benehmen zu beobachten war.

Aber nicht immer traten im ersten Falle Veränderungen auf, selbst dann nicht, wenn die Fibrillen der Analcirren durch-

schnitten waren, Ueberdies verursachte die Zerstörung des Motoriums keinen heftigeren Effekt als das Durchschneiden der Fibrillen; während man doch das Gegenteil erwarten sollte. Auch kann dieses Experiment noch anders erklärt werden. So sagte BĚLAŘ (1921, 4), als er TAYLOR's Arbeit kritisierte, dass nicht nur von vielen Fibrillen oft direkt durch „einfache Beobachtung" die „stützende, formgebende Funktion" gezeigt werden kann, sondern dass schon KOLTZOFF „für zahlreiche fibrilläre Strukturen, sowohl bei Metazoen wie Protozoenzellen, die formgebende, stützende Funktion einwandfrei nachgewiesen" hat.

Weiters führt er an: „zweitens gibt es eine ganze Reihe von Formen mit koordinierter Funktion der Bewegungsorganellen, die kein Nervensystem besitzen." Und auf Seite 443 sagt er: „Es lässt sich aber leicht zeigen, dass die KOLTZOFF'sche Auffassung des Fibrillenapparates als Stützgebilde, als Versteifungen, sich mit dem Resultat der TAYLOR'schen Experimente ganz leicht in Einklang bringen lässt. Wenn man bei einem Wagen den Langbaum, der die beiden Radachsen verbindet, sowie diese selbst, durchsägt, so wird die koordinierte Bewegung der vier Räder dieses Wagens erheblich gestört sein. Trotzdem wird niemand dem Langbaum und den Radachsen eine übertragende, leitende, sondern nur eine mechanische verbindende Funktion zubilligen können."

Auch HARTMANN (27) ist anscheinend dieser Meinung. Er sagt (Seite 101—102): „Die kompliziertesten Fibrillensysteme mit statischen Funktionen treffen wir bei den Infusorien. Ein kaum entwirrbares System von sich kreuzenden Fibrillen findet sich bei den Infusorien des Wiederkäuermagens. Bei manchen Arten sind Fibrillen vorhanden, die den Kern umgreifen und Mund und After stützen" (Seine Figur 69).

„Alle diese fibrillären Strukturen der Protozoen wurden und werden zum Teil noch heute als kontraktile, teilweise sogar als nervöse Fibrillen beschrieben. Ausser der statischen ist aber bisher keine Funktion für diese Gebilde erwiesen." Er reproduziert dabei zwei Abbildungen BĚLAŘ's von *Isotricha prostoma* und *Diplodinium ecaudatum*. Bei der letzteren zeichnet er ein Stützfibrillennetz des „Schwanzstachels".

1922 folgte Mc DONALD's (13) Arbeit über *Balantidium coli* und *suis* (siehe oben), wo die wichtigsten Fibrillen eben indirekt mit dem „Motorium" verbunden sind. Wie schon früher gesagt, will er dies durch „lesser degree of specialisation of locomotor organelles", erklären. Wie die Sache auch steht, dass alle Fibrillen mit einem „Motorium" verbunden sind, trifft für *Balantidium entozoon* jedenfalls nicht zu, wie bereits oben auseinander gesetzt wurde. Die meisten Fibrillen machen den Eindruck einer stützgebenden, formbestimmenden Funktion.

Schliesslich erschien noch im selben Jahre die Arbeit von REES (44) über den „neuromotorischen Apparat" bei *Paramaecium*. Hier wurde eigentlich kein typisches „Motorium" gefunden, sondern nur ein „neuromotor center", wovon die Fibrillen ausstrahlen, deren Lauf jedoch nicht immer deutlich an den Figuren zu verfolgen ist. Auch sind seine „microdissection-" und andere Experimente eigentlich nicht überzeugend.

Nach Abschluss dieses Kapitels erschien eine Arbeit von DIERKS (1926, 10a) über *Stentor coeruleus*, die hauptsächlich über die Myoneme und „conduktile Fibrillen" handelt und welchletztere er „Neuroiden" nennt.

Er konstatierte an erster Stelle, dass die Myoneme nicht in Kanälen liegen, dass sie an willkürlichen Stellen verzweigen und dass ihr, am Fusse nach innen gebogene Teil zur Bildung eines Saugnapfes dienen soll. Sie bestehen aus einer „axialen" Protoplasmamasse, welche von einer ziemlich dicken „Plasmahülle" umschlossen wird. Die Myoneme sind nach ihm quer gestreift. Die übrigen, sehr ausführlichen Mitteilungen über diese Myoneme sind in diesem Verbande für uns nicht von Bedeutung. Wohl aber das nächste, das er in seiner Zusammenfassung selbst schreibt: „In den Zwischenstreifen von *Stentor coeruleus* fanden sich in Begleitung der Myoneme feine fibrillenartige Organellen, die ich „Neuroide" nenne. Wahrscheinlich sind diese Gebilde zu deuten als konduktile und koordinierende Elemente." Diese Fibrillen fand er stets neben den viel breiteren Myonemen, in welche sie entweder endigen, oder womit sie

durch einen Seitenzweig verbunden sind. Während die Myoneme in Kontraktion verkürzt und verdickt erscheinen, zeigen die „Neuroide" stets nur eine „Schlängelung". Ausserdem färben sich die Myoneme mit „Mallory" rot und die „Neuroide" dunkelviolett; worin er mit NERESHEIMER übereinstimmt (41). Aber er gebraucht das Wort „N e u r o p h a n" nicht, weil er glaubt, dass NERESHEIMER diese Fibrillen öfters verwechselt hat. Auch beweist er, dass die sogen. „Endknöpfchen" NERESHEIMER's durch „optische Taüschung" erklärt werden müssen. Experimentell arbeitete er mit einer 0.4 % Lösung $Na_2 SO_4$, welche lähmend auf *Stentor* einwirkte. Ferner beweist er, dass die sogen. „Endfädchen", sowie die Basalfibrillen der Membranellen nicht bestehen, sondern gleichfalls optische Trugbilder sind. Die basallamelle ist rechteckig, strukturlos und dient zur Stütze. Aber er fand: „an der Innenseite des Basalsaumes eine feine ungeschlängelte Fibrille, der ich (DIERKS) reizleitende und funktionel koordinierende Funktion zuschreiben möchte." Wie wir sehen, basiert auch hier die Auffassung auf morphologischer Grundlage, was DIERKS ja selbst erkennt: „und wenn ich selbst oft an der richtigen Deutung meiner morphologischen Untersuchungsresultaten gezweifelt habe, so scheinen neuere a m e r i k a n i s c h e Arbeiten diesen Zweifel ihre Berechtigung zu nehmen." Gerade auf die a m e r i k a n i s c h e Literatur sich beziehend, konnte er sagen: „Stützt man sich auf die Literatur, so lässt sich vielleicht eine kontinuierliche Entwicklungsreihe des Nervensystems bei den Protozoen konstruieren, die bei der relativ einfach Amoeba beginnend über die Flagellaten hinauf führt bis zu den komplizierten Ciliaten." Wohl fügt er hinzu: „wie weit diese Hypothese haltbar ist, möchte ich nicht entscheiden." Nun ist es bemerkenswert, dass er bei der Besprechung der genannten amerikanischen Literatur nicht erwähnt, dass sich bei *Stentor* die M y o n e m e rot färben, während bei *Diplodinium* etc. gerade die N e u r o n e m e sich rot färben. Dieses färberisches Verhalten führen die AMERIKANER als ein wichtiges Argument ins Feld.

Noch bemerkenswerter wird dies Nichterwähnen des färberischen Verhaltens, da YOCOM (64) bei der Besprechung der NERESHEIMER'schen Fibrillen (n e u r o p h a n e n und m y o-

phanen) dies nicht nur bemerkt, aber eben deswegen auch vorschlagt diese Namen zu vertauschen.

Nach YOCOM's Vorschlag müssten die Neurophane NERESHEIMER's als Myophane, seine Myophane als Neurophane bezeichnet werden. Bei Dierks fand ich hierüber nichts gesagt.

Schliesslich stimmt DIERKS Arbeit auch nicht mit der GELEI's überein (23), die wahrscheinlich damals noch nicht erschienen war.

DIERKS fand im Schlunde keine „Neuroide", sagt aber, dass die Myoneme hier dünner sind etc. GELEI (23) aber sagt gerade, dass im „Schlunde" die Myoneme stärker entwickelt sind und beschreibt das schon erwähnte „Skeletgerüst", das gleichfalls im Schlunde am stärksten entwickelt ist. Wohl aber schreibt DIERKS auf Seite 65, dass es den Eindruck macht als ob im „Schlunde" eine netzartige Verbindung oder Verknupfung der Myoneme" existiert, doch dass dies bei einer genauen Untersuchung durch ein „Uebereinanderlagern" zu erklären ist.

Möglicherweise soll also GELEI dies Netzwerk gesehen und für Stutzfibrillen erklärt haben. Er aber zeichnet ausser diesem Netzwerk dicke Myoneme. Diese Frage bleibt also noch unaufgelöst. Auch muss noch erforscht werden, wie es mit den Fibrillen an der Aussenseite der Körperoberfläche von *Stentor* steht. Hier beschreibt DIERKS drahtförmige Neuroide und GELEI ein nicht orientiertes „Skelettgerüst."

Gerade aus diesen zwei so gründlich durchgeführten Arbeiten erscheint mir der Hinweis darauf berechtigt zu sein, wie unvolkommen unser Wissen über Neurofibrillen bei Ciliaten sein kann.

In einer noch späteren Arbeit konstatiert DIERKS (10b, 1926), dass bei Anwendung von 0.5 % K Cl., *Stentor* die Umgebung „abtastete" und schliesslich sich 180° umdrehte „um nun bei stark verringerter Schwimmgeschwindigkeit in gestrecktem Zustand rückwärts in die Gefahrzone hinein zu schwimmen". „Allmählich nahm die Bewegungsgeschwindigkeit weiter ab bis zur Ruhelage des Tieres. Gegen starke taktile Reize war dann das völlig gestreckte Infusor gänzlich unemp-

findlich" (Seite 213). „Reizaufnahme und Reizleitung" sind also erlöschen. DIERKS sagt dann weiter: „Wenn nun für sie die Neuroide ein morphologisches Substrat darstellen, so scheint uns der Schluss, tatsächlich einer Lähmung der konduktilen Organellen dieses Ciliaten gegenüber zu stehen, mehr als wahrscheinlich" (Seite 216).

Hierzu bemerke ich, dass DIERKS die „konduktile" Funktion der „Neuroide" mit diesen Experimenten meines Erachtens keineswegs erwiesen hat; denn dass eben die „Neuroide" das morphologisches Substrat der Sensibilität des Tieres darstellen sollten, kann doch mit Experimenten, worin über die Ausschliessung der leitenden und sensibelen Funktion des Protoplasmas nicht gesorgt wird, keinesfalls bewiesen sein.

Ueberdies sagt DIERKS selbst, dass, bei Konservierungsversuche, die Tiere „keineswegs ideal gestreckt" blieben, obzwar die Tiere gelähmt gewesen sein sollten!

3. *Schlussbetrachtung.*

Diese allgemeine Betrachtung bringt uns vereint mit den Resultaten der eigenen Untersuchungen zu folgenden Schlüssen:

1. Das Bestehen van Morphoneme (S. 63) darf bei *Ciliaten* mit ziemlich grosser Sicherheit angenommen werden.
2. Wahrscheinlich kommen bei *Ciliaten* auch Myoneme vor, obwohl auch in diesen Fällen die eigentliche Kontraktion scheinbar einem flüssigem Plasma („Kinoplasma") zugeschrieben werden kann.
3. Sicherlich werden viele Fibrillen zu Unrecht für Myoneme gehalten.
4. Das Vorhandensein von Neuronemen ist ebenso wie das von Myophanen (HAECKEL) bei *Ciliaten* noch ungenügend festgestellt.
5. Dass immer alle Fibrillen eines *Ciliaten* gemeinsam zu einem „Neuromotorischen Apparat" vereinigt sein sollten, muss auf das bestimmteste abgelehnt werden.

BEDEUTUNG DER VERKÜRZUNGEN IN SAEMTLICHEN FIGUREN.

Alv.S.	Alveolarschicht.
al.S.Gr.	Alveolarschicht Grenze.
Bas.L.	Basallamelle.
Bk.	Basalkörperchen.
Bs.	Basalsaum.
Bw.	Basalwulst.
C.	Cilie.
C. oes.F.	Circum-„oesophageal" Fibrille.
Cort.Pl.	Corticalplasma.
C.V.	Contractile Vacuole.
C. vac.	Contractile Vacuole.
C.w.	Cilienwurzel.
d.F.	durchschnittene Fibrille.
dist.Memb.	distale Membranulae.
d.l.F.s.	dorsaler longitudinaler Fibrillenstrang.
d.M.F.	durchlaufende Mundfibrille.
d.v.F.	dorso-ventral Fibrille.
Ect.Pl.	Ectoplasma.
„Ect.Pl."	„Ectoplasma".
ec.Ver.	Ectoplasmaverdickung.
E.E.Gr.	Ecto-Entoplasma Grenze.
E.E.Gr.F.	Ecto-Entoplasma Grenzfibrille.
En.F.	„Endfädchen".
En.F.N.	Entoplasmafibrillennetz.
En.Pl.	Entplasma.
f.F.	Fächerformige Fibrille.
F.dist.M.	Fibrille der distalen Membranulae.
G.l.	Grenzlamelle.
gr.R.	grosse Rippen.
H.ec.Ver.	Homogene Ectoplasmaverdickung.
kl. R.	kleine Rippen.
Km.	Kernmembrane.
K.ph.	„Karyophoren".
l.F.	longitudinale Fibrille.
L.F.P.H.	longtitudinale Fibrille der Praeoralhöhle.
Li.F.	Lippenfibrille.
Lip.	Lippe.
l.r.F.	links-rechts Fibrille,
Ma.	Makronucleus.
„Ma"	sogenannter Makronucleus.
Mb.	Membranelle.
Mb.F.	Membranellenfibrille.
Memb.	Membranulae.
Memb.F.	Membranulaefibrille.
Mi.	Mikronucleus.
Mi.N.	Mikronucleusnetz.
M.P.	Mundpektinelle.
M.st.	Mittelstrang.
M.st.Fibr.	Mittelstrang fibrille.
Mund F.	Mundfibrille.
Nuc.	Nucleoli.
n.Vac.	Nahrungsvacuole.
o.l.F.	obere longitudinale Fibrille.
P.	Pellicula.
Pel.R.	Pellicula Rippen.

Ph.	Pharynx.
Ph.ph.	„Pharyngeophoren".
Pr.	Praeoralhöhle.
Pr.H.	Praeoralhöhle.
Pr.ph.F.	Prae-pharyngeal-fibrille.
qu.F.	Querfibrille.
R.st.	Reusenstäbchen.
R.st.F.	Reusenstäbchen-Fibrillen.
s.F.	schiefe Fibrille.
st.C.	stärkere Cilie.
Tr.	Trichiten.
u.l.F.	untere longitudinale Fibrille.
Vac.	Vacuole.
v.C.w.	verlängerte Cilienwurzel.
Ver.M.F.	verkittete Mundfibrille.
v.l.F.s.	ventraler longitudinaler Fibrillenstrang.
v.P.F.	verlängerte longitudinale Fibrille der Praeoralhöhle.
Z.P.	Zytopyge.

Alle Figuren sind bei Reicherts Immersionsobj. 1 m.M. 1/12 und Reicherts Kompensationsok. K 12 mit der freien Hand gezeichnet. Daher lässt sich die Vergrösserung nicht exakt angeben. Sie beträgt ± 2500 ×. Die meisten Abbildungen sind bei der Reproduktion verkleinert. Nähere Grössenangaben siehe im Text.

LITERATURLISTE.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen kamen mir nicht zu Händen.

1) ALVERDES, F. (1922): Zur Lokalisation des chemischen und thermischen Sinnes bei Paramaecium und Stentor. *Zool. Anz. Bd 55, p. 19—21.*

2) BAGLIONI, S. (1913): Physiologie des Nervensystems. *Winterstein's Handbuch d. vergleich. Physiol. Bd 4. Jena.*

3) BALBIANI, E. G. (1873): Observations sur le Didinium Nasutum (Stein). *Archives de Zool. Exper. II p. 363—394.*

4) BĚLAŘ, K. (1921): Protozoenstudien III. *Archiv f. Protistenk. Bd 43. p. 432—462.*

5) — (1926). Der Formwechsel der Protistenkerne. *Jena. G. Fischer.*

6) BEZZENBERGER, E. (1904): Ueber Infusorien aus Asiatische Anuren. *Archiv f. Protistenk. Bd 3. p. 138—174.*

7) BRAUER, A. (1886): Bursaria truncatella unter Berücksichtigung anderer Heterotrichen und der Vorticellinen. *Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd 19, p. 489—519.*

7₁) BRAUNE, (1913): „Untersuchungen über die im Wiederkaüermagen vorkommenden Protozoen". *Archiv f. Protistenk. Bd. 32 p. 5—63.*

8) BÜTSCHLI, O. (1887—'89): Protozoen. *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. Bd 1. abt. III. p. 1292—1319.*

9) COLLIN, B. (1909): La conjugation d'Anoplophrya branchiarum (Stein). *Archiv. d. Zool. exp. et géner. Serie V. Tome I. p. 345—388.*

10a) DIERKS, KLAAS. (1926): Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Stentor coeruleus, mit besonderer Berücksichtigung seiner kontraktilen und konduktilen Elemente. *Archiv f. Protistenk. Bd 54. p. 1—91.*

10b) — (1926): Lähmungsversuche an Stentor coeruleus durch Kaliumionen. *Zool. Anz. Bd 67. p. 207—217.*

11) DOFLEIN, F. (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. *Jena. G. Fischer.*

12) DOGIEL, V. (1925): Ueber die Art der Nahrung und des Nahrungsaufnahme bei den im Darm der Huftiere parasitierenden Infusorien. *Traveaux d. l. Soc. des Naturalistes de Leningrad. Vol. 54. Livr. 2. p. 89—93.*

13) Mac Donald, J. D. (1922): On Balantidium coli (Malmsten) and Balantidium suis (sp. nov.), with an account of their neuromotor apparatus.
Univ. of Calif. Public. in Zoology. Vol. 20. No. 10. p. 243—300.

14) Engelmann, W. (1875): Contractilität und Doppelbrechung.
Pflügers Archiv. Bd 11. p. 449—451.

15) — (1880): Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen.
Pflügers Archiv. Bd 23. p. 505—535.

16) Entz, Geza Sr. (1888): Studien über Protisten. I Theil. Entwicklung der Kenntniss der Protisten — Ein Historisch-Kritischer Ueberblick.
Budapest 1888.

*17) — (1893): Die elastische und kontraktile Elemente der Vorticellinen.
Mathem. und Naturw. Ber. aus Ungarn. Bd 10.

18a) Entz, Geza Jr. (1909): Studien über Organisation und Biologie der Tintinniden.
Archiv f. Protistenk. Bd 25. p. 93—226.

18b) — (1913): Ueber die Organisationsverhältnisse von Nyctotherus piscicola.
Archiv f. Protistenk. Bd 29. p. 365—386.

*19) Fauré-Fremiet: Sur l'appareil contractile des Vorticelliden.
Compt. Rend. des s. d. l. Soc. de Biol. T. 57. p. 575.

*20) —: Sur l'organisation de la Campanella umbellaria.
Compt. Rend. des s. d. l. Soc. de Biol. T. 58. p. 215.

21) — (1908): Le Tintinnidium inquilinum.
Archiv f. Protistenk. Bd. 11. p. 225—251.

22) Fouquet, D. (1876): Note sur une Espèce d'Infusoires Parasites des Poissons d'Eau douce.
Archiv. d. Zool. Expér. V. p. 159—165.

23) Gelei, J. v. (1925): Ueber den Kannibalismus der Stentoren.
Archiv f. Protistenk. Bd 52. p. 404—417.

24) Günther (1900): Weitere Beiträge zur Kenntnis einiger Infusorien aus dem Wiederkäuermagen und dem Coecum des Pferdes.
Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd 67. p. 640—662.

25) Haeckel, E. (1873): Zur Morphologie der Infusorien.
Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd 7. Heft. 4. p. 516—560.

26) Hamburger, Clara. (1911): Studien über Euglena Ehrenbergii, insbesondere über die Körperhülle.
Sitz. ber. d. Heidelb. Akad. d. Wissensch. Bd 11. B. Biol. Wiss. no 4.

27) Hartmann, M. (1925): Algemeine Biologie. Erster Teil.
Jena G. Fischer.

28) Johnson, H. P. (1893): A contribution to the morphology and biology of the Stentors.
Journ. of Morphol. Vol. 8. p. 467—562..

29) KERBERT, C. (1884): Chromatophagus Paratisicus, nov. gen. et nov. spec. Ein Beitrag zur Parasitenlehre (Sep.).

30) KHAINSKY, A. (1911): Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien (Paramaecium caudatum) auf Grund einer neue histologische Methode.
Archiv f. Protistenk. Bd 21. p. 1—60.

31) KOLTZOFF, N. K. (1912): Studien über die Gestalt der Zelle. III Untersuchungen über die Kontraktilität des Vorticellinen Stiels.
Archiv f. Zellforschung. Bd 7. p. 344—423.

32) KONSULOFF, St. (1922): Untersuchungen über Opalina.
Archiv f. Protistenk. Bd 44. p. 285—345.

*33) KÜNSTLER, J. und GINESTE, Ch. (1903): Simple remarque sur la constitution du Balantidium entozoon.
Compt. rend. d. l. Soc. d.l. Biol. T. 60. no. 9. p. 340.

34) LEBEDEW, W. (1909): Ueber Trachelocerca phoenicopterus.
Archiv f. Protistenk. Bd 13. p. 77—78.

*35) LIEBERKÜHN, N. (1857): Beiträge zur Anatomie der Spongien.
Müller's Archiv. p. 403 (Anm.).

36) LÜHE, M. (1921): Protozoa; LANG: *Handbuch d. Morph. der Wirbellosen Thiere. Bd I.*

37) MAIER, H. N. (1903): Ueber den feineren Bau der Wimper-aparate der Infusorien.
Archiv f. Protistenk. Bd 2. p. 73—179.

38) MAUPAS, E. (1883): Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés.
Arch. d. Zool. expér. et genér. II Serie. T. 1. p. 427—664.

39) METCALF, M. M. (1909): Opalina. Its Anatomy and Reproduction with Description of Infection Experiments and a chronological Revieuw of the Literature.
Archiv f. Protistenk. Bd 13. p. 195—375.

40) — (1923): The Opalinid Ciliate Infusorians.
Smithsonian Institution. United States National museum. Bulletin 120. Washington. Gov. printing Office.

41) NERESHEIMER. (1903): Ueber die Höhe histologischer Differenzierungen bei heterotrichen Ciliaten.
Arch. f. Protistenk. Bd 2. p. 305—325.

42) PROWAZEK, S. v. (1903): Protozoen Studien II. Euplotes Harpa.
Arb. a.d. Zool. Instit. Wien. p. 81—88.

43) — (1903): Flagellaten Studien. Anhang: Fibrilläre Strukturen
Archiv f. Protistenk. Bd 2. p. 208—210.

44) REES, Ch. W. (1922): The Neuromotor Apparatus of Paramaecium.
Univ. of Calif. Public. in Zool. Vol. 20 no. 14, p. 333—364.

45a) ROSKIN, G. (1917): La Structure des Myonèmes.
C. R. Soc. Biol. Paris 1917. T. 80. p. 363—364.

*45b) — (1923): La Structure des Myonèmes des Infusoires.
Bull. Biol. France belgique.

*45c) — (1923): Die Cytologie der Kontraktion der glatten Muskelzellen.
Archiv f. Zellforsch. 1923.

45d) — (1925): Ueber die Axopodien der Heliozoa und die Greiftentakeln der Ephelotidae.
Archiv f. Protistenk. Bd 52. p. 207—216.

*46) Schewiakoff, W. (1889): Beiträge zur Kenntnis der holotrichen Ciliaten.
Bibliotheca Zoologica. Heft 5.

47) Schneider, K. C. (1906): Plasmastruktur und -bewegung bei Protozoen und Pflanzenzellen.
Arb. a.d. Zool. Inst. d. Univ. Wien u.d. Zool. Stat. Triest. Bd 16, p. 99—216.

48) Schröder, O. (1906): Beiträge zur Kenntnis von Campanella umbellaria.
Archiv f. Protistenk. Bd 7. p. 85—91.

49) — (1906): Beiträge zur Kenntnis von Epistylis plicatilis.
Archiv f. Protistenk. Bd 7. p. 173—185.

50) — (1906): Beiträge zur Kenntnis von Vorticella monilata.
Archiv f. Protistenk. Bd 7. p. 395—410.

51) — (1907): Beiträge zur Kenntnis von Stentor coeruleus Ehrenberg und Stentor roeselii Ehrbg.
Archiv f. Protistenk. Bd 8. p. 1—16.

52) Schuberg, A. (1887): Ueber den Bau der Bursaria truncatella; mit besonderer Berücksichtigung der protoplasmatischen Strukturen.
Morph. Jahrb. Bd 12. p. 333—365.

53) — (1891): Zur Kenntnis des Stentor coeruleus.
Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat. und Ontog.) Bd 4. p. 197—238.

54) — (1905): Ueber Cilien und Trichocysten einiger Infusorien.
Archiv f. Protistenk. Bd 6. p. 61—110.

55) Schubotz, H. (1908): Pycnothrix monocystoides nov. gen. nov. spec. ein neues ciliates Infusor aus dem Darm von Procavia (Hystrix) capensis Pallas.
Denkschr. d. med. naturw. Gesellsch. zu Jena. Bd 13. p. 1—18

56) Sharp, R. G. (1914): Diplodinium ecaudatum. With an account of its Neuromotor Apparatus.
Univ. of Calif. Public in Zool. Vol. 13 no. 4 p. 43—122..

*57) Stevens, N. M. (1901): Studies on Ciliate Infusoria.
Proc. of the Calif Acad. of Sci. Ser. III Zool. III p. 1.

58) — (1903): Furthen Studies on the ciliate Infusoria Licnophora macfarlandi and Boveria.
Archiv f. Protistenk. Bd 3. p. 1—43.

59) Taylor, Ch. V. (1920): Demonstration of the Function of the

neuromotor apparatus in Euplotes by the Method of Microdissection.
Univ. of Calif Public. in Zool. Vol. 19. no. 13, p. 403—470.

60) THON, K. (1905): Ueber den feineren Bau von Didinium nasutum O. F. M.
Archiv f. Protistenk. Bd 5. p. 281—321.

*61) TÖNNIGES. (1898): Die feineren Bauverhältnisse von Opalina ranarum.
Sitz. Ber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg.

*62) — (1919): Weitere mitteilungen über die feinere Bau-verhältnisse und über die Fortpflanzung von Opalina ranarum.
Sitz. Ber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. Marburg no. 6.

53) WETZEL, ARN. (1925): Vergleichend cytologische Untersuchungen an Ciliaten.
Archiv f. Protistenk. Bd 51. p. 209—304.

64) YOCOM, H. (1918): The Neuromotor Apparatus of Euplotes Patella.
Univ. of Calif. Public. in Zool. Vol. 18, no. 14, p. 337—396.

65) ZELLER, E. (1877): Untersuchungen über die Fortpflanzung und die Entwicklung der in unseren Batrachiern schmarotzende Opalinen.
Zeitschr. f. Wiss. Zool. Bd 29. p. 352—379.

h. 7003

STELLINGEN.

I.

De tot nu toe gevolgde methodes om te bewijzen, dat bepaalde fibrillen bij Protozoen neurofibrillen zijn, zijn onvoldoende.

II.

De experimenten van KOLTZOFF (Arch. f. Zellforschung Bd 2 p. 1—65) toonen aan, dat de dierlijke spermien hun vorm danken aan een complex van steunfibrillen.

III.

De in de groep der Dipnoi op den voorgrond tredende methode van hart-scheiding opent geen perspectieven voor de verklaring van den bouw van het hart der hoogere Vertebraten.

IV.

De recente onderzoekingen van BAHL (Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. 64. p. 67—120; idem Vol. 66. p. 49—104) toonen aan, dat de excretieorganen van de Oligochaeten geen metanephridien zijn in den zin van Montgomery (Proc. of the Amer. Philos. Society. Vol. XLVII. p. 547—635).

V.

De mededeelingen over het voorkomen van den steur (Acipenser sturio L.), gepubliceerd in Flora en Fauna der Zuiderzee (p. 428), zijn onjuist.

VI.

De opvattingen van CROZIER omtrent den invloed van de temperatuur op levensprocessen zijn, voorzoover aanvaardbaar, slechts een geringe modificatie van die van BLACKMANN; de uitbreiding dezer beschouwingen op gecompliceerde levensverschijnselen, zooals beweging van een organisme, is geheel te verwerpen.

VII.

Wel schrijft von BUDDENBROCK ten onrechte een aerostatische functie toe aan de luchtzakken van vliegende dieren, maar van theoretisch standpunt is een aerodynamische functie dezer organen verdedigbaar.

VIII.

Die Rhyniaceae zijn geen primitieve Pteridophyten.

IX.

De opvatting van FUJII over de morphologische waarde van de z.g. „halzen" aan de macrosporangien van Ginkgo biloba is te verkiezen boven die van SHAW en anderen.

X.

Ten onrechte wordt in de leerboeken over erfelijkheidsleer de meening verkondigd, dat de dimorphe heterostylie slechts zou berusten op het verschil in één mendelenden factor.

XI.

De proeven van MOLISCH, TOLLENAAR en L. SCHMETZ bewijzen niet, dat het z.g. solarisatie-verschijnsel bij de koolzuurassimilatie berust op afbraak van zetmeel door uitdroging.

A. 4. 192. 1926.

Nicht einzeln im Buchhandel.

Ueberreicht vom Verfasser.

Abdruck aus

Archiv für Protistenkunde

Begründet von **Fritz Schaudinn**

Herausgegeben von

M. Hartmann und **A. Pascher**

Berlin Prag

62. Band, Heft 2/3

Ausgegeben am 23. Juli 1928

Jena

Verlag von Gustav Fischer

Allgemeine Biologie

Eine Einführung in die Lehre vom Leben

Von

Dr. Max Hartmann

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in Berlin-Dahlem
Honorarprofessor an der Universität Berlin

Erster Teil:

Zelle, Statik, Dynamik und Stoffwechsel

Mit 208 Abbildungen im Text und 1 Tafel

VI, S. 1—262 gr. 8° 1925 Rmk 12.—

Zweiter Teil:

Formwechsel. Reizerscheinungen.

Schlußbetrachtungen (Leib — Seele-Frage. Erkenntnistheoretische Grundlagen der Biologie. Zweckmäßigkeit. Mechanismus — Vitalismus).

Mit 356 Abbildungen im Text

S. 263—756 u. IX gr. 8° 1927 Rmk 25.—

Preis des ganzen Werkes: Rmk 37.—, geb. 39.—

Einbanddecke für Teil 1 u. 2: Rmk 1.20

Berliner klinische Wochenschrift. 1928, Nr. 5: Zwei Jahre nach dem ersten ist nunmehr der zweite abschließende Band der allgemeinen Biologie von M. Hartmann erschienen, in welchem der Formwechsel und die Reizerscheinungen besprochen werden. Besonders eingehend ist das Kapitel über den Formwechsel behandelt. H. beginnt mit den Erscheinungen der Fortpflanzung, der Befruchtung und Sexualität, und man darf wohl sagen, daß diese 250 Seiten den Höhepunkt des Werkes darstellen. H. erfüllt hier in vollem Maße die hohen Erwartungen, die man an die Darstellung dieser biologisch so grundlegenden Verhältnisse gerade durch ihn, den bahnbrechenden Forscher auf dem Gebiete der Fortpflanzung und Befruchtung der Protisten, knüpfen durfte. Ein gewaltiges Tatsachenmaterial ist hier kritisch verwertet worden, und die klar disponierte Darstellung geht wohl mitunter über den Rahmen einer Einführung hinaus, gibt aber auch dem Fachmann vielseitig reiche Anregungen. Auch der folgende Abschnitt, der der Vererbung gewidmet ist, ist sehr anregend geschrieben, und es ist bei der kritischen Einstellung des Verf. sehr bemerkenswert, daß er sich als unbedingten Anhänger der Chromosomentheorie des Mendelismus bekennt. Sehr kurz gehalten ist der Abschnitt über Artbildung und Evolution. H. lehnt prinzipiell nicht den Lamarkismus ab, die Selektionstheorie zeigt nach H.s Meinung einen Weg, auf dem die Umwandlung der Arten erfolgt, „sie reicht aber vorläufig nicht aus zur Erklärung der oft so komplizierten Anpassungen und der gerichtet (orthogenetisch) erscheinenden Entwicklungsreihen". In dem Kapitel über die Reizerscheinungen bei Pflanzen und Protisten sind die Erscheinungen und die Theorie der Tropismen und Taxien dargestellt. Der Abschnitt über Reizerscheinungen bei Tieren enthält vorwiegend eine anschauliche Beschreibung der Morphologie der Sinnesorgane und des Nervensystems. Eine philosophische Betrachtung über die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Biologie beschließt das Werk, dessen Wert durch die Beigabe eines kurzen Literaturverzeichnisses, vor allem aber durch die 562 Textfiguren, die zu einem beträchtlichen Teil Originale sind, noch gesteigert wird. Die Ausstattung durch den Verlag ist vortrefflich. Prof. Dr. G. Hertwig, Rostock i. M.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Laboratorium der Reichs-Universität Utrecht.)

Über das Fibrillensystem der Ciliaten.

2. Das Fibrillensystem der Isotrichen (*Isotricha* und *Dasytricha*).

Von

Dr. C. G. B. ten Kate (Kampen, Holland).

(Hierzu 41 Textfiguren.)

Inhaltsübersicht.

Seite

Vorwort, Einleitung und Material 328
Isotricha prostoma Stein 329
Isotricha intestinalis Stein 340
Dasytricha ruminantium Schuberg 347
Deutung der Fibrillen 352
Systematisches 353
Bedeutung der Abkürzungen in sämtlichen Figuren 354
Literaturverzeichnis 354

Vorwort, Einleitung und Material.

Diese Abhandlung ist gewissermaßen eine Fortsetzung meiner Dissertation: Über das Fibrillensystem der Ciliaten, welche im Archiv für Protistenkunde (Bd. 57) erschien, worin ich die These verteidigte, daß viele der bei Ciliaten gefundenen Fibrillen als formbestimmende Elemente, Morphoneme, aufzufassen sind (4, S. 405 und 421). Diese Annahme basierte ich sowohl auf die Befunde früherer Autoren als auf eigene Untersuchungen.

Nach der Veröffentlichung dieser Arbeit ist es meine Absicht geblieben auch das Fibrillensystem anderer Ciliaten diesbezüglich zu untersuchen.

Daß dafür an erster Stelle die Isotrichen gewählt sind, hat zwei Ursachen. Erstens ist über das Fibrillensystem der Isotrichen schon mehrmals geschrieben worden und es war Schuberg, der bei diesen Ciliaten die sog. „Kernstiele" entdeckte (5. 1888 S. 382). Zweitens war in dem zoologischen Laboratorium in Utrecht eine große Anzahl Schnittpräparate von Isotrichen anwesend, welche ich direkt bearbeiten konnte. Das gesamte Material stammte aus dem Rumen des Rindes. Studiert wurden hauptsächlich Schnittpräparate (2 und 5 μ) fixiert mit Flemming und gefärbt mit Heidenhain's Eisenhämatoxylin oder mit Mallory's Dreifachfärbung. Zum Vergleich wurden einige Totopräparate benützt, fixiert mit Schaudinn und gefärbt mit Alaun-Karmin. Unter jeder Figur ist nur die Färbung angegeben, denn sämtliche Abbildungen sind nach Präparaten von 5 μ Dicke.

Auch diesmal ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Geza Entz meinen verbindlichsten Dank wegen seiner wertvollen Hilfe auszusprechen. Weiter habe ich Herrn L. Bretschneider zu danken für die freundliche Überlassung einer großen Anzahl von Präparaten; schließlich hat mein Freund C. J. Boele jr. viel Zeit aufgeopfert, um fast sämtliche Figuren für diese Arbeit herzustellen, wofür ich auch ihm herzlich danke. Nur Figur 40 und 41 habe ich selbst gezeichnet.

Isotricha prostoma Stein.

Da über das Fibrillensystem von *Isotricha prostoma* schon mehr bekannt war, als über das von *Isotricha intestinalis*, wollen wir mit diesem Spezies beginnen.

Literaturbesprechung.

Es war Schuberg, der in seiner schönen Arbeit: „Über die Protozoen des Wiederkäuermagens" bei *Isotricha prostoma* die sog. Kernstiele oder Karyophoren beschrieb. Er sagt (5, S. 382): „Das merkwürdigste Organisationsverhältnis am *Isotricha prostoma* (und *Isotr. intestinalis*) ist eine Bildung, die ich mit den indifferenten Namen der Kernstiele (Fig. 10 und 5) bezeichnen möchte (von mir gesperrt) — indifferent deshalb, weil mir deren Funktion noch ziemlich rätselhaft ist! Diese ‚Kernstiele' sind Fortsetzungen der inneren Körpermembran (Fig. 5), die sich als kurze

Stränge zum Nucleus begeben, um denselben deutlich membranartig zu umschließen.“ Er gibt dann weiter an, wie diese Kernstiele angeordnet sind und sagt (5, S. 382): „Über den ‚Zweck‘ — sit venia

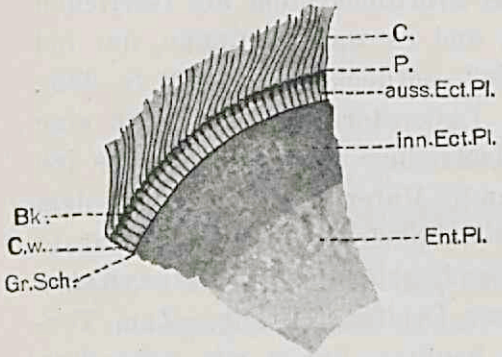

Fig. 1. *Isotricha prostoma.* Querschnitt, teilweise gezeichnet um die Plasmaschichten und Pelliculastruktur zu zeigen. Heidenhain.

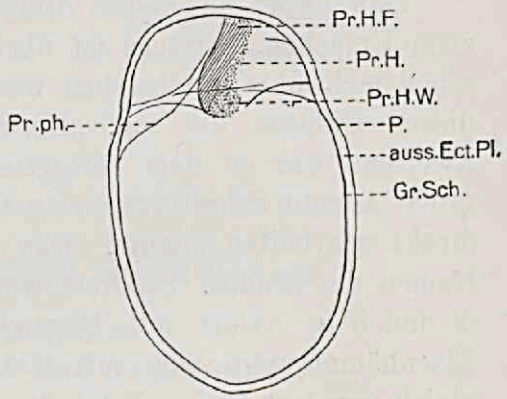

Fig. 2. *Isotricha prostoma.* Longitudinalschnitt, etwas schief. Heidenhain. Pelliculastreifen und Cilien nicht gezeichnet.

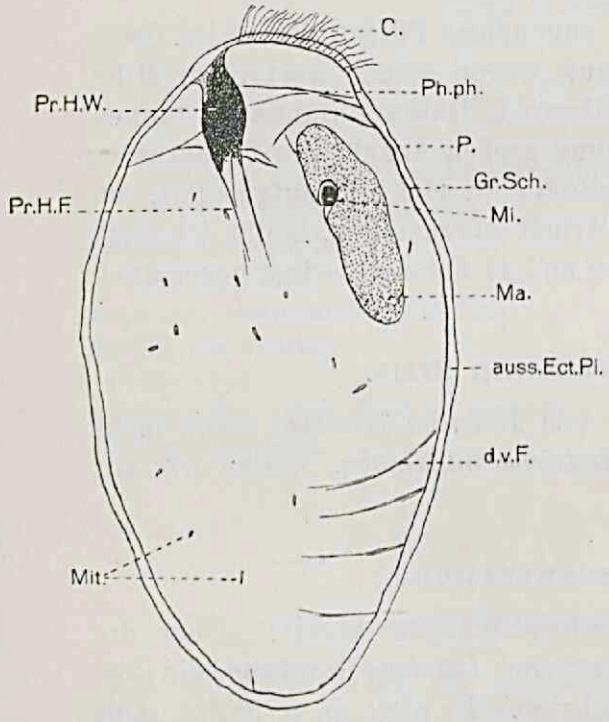

Fig. 3. *Isotricha prostoma.* Sagittalschnitt. Heidenhain. Cilien teilweise, Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

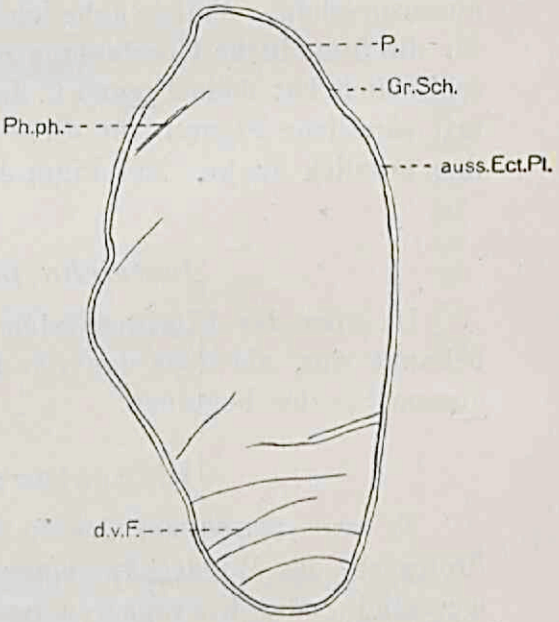

Fig. 4. *Isotricha prostoma.* Sagittalschnitt. Fig. 3 u. 4 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie.

verbo! — der Kernstiele kann ich nichts angeben. Tatsächlich ist ja allerdings, daß eine Fixierung des Kerns durch denselben erreicht werden kann (von mir gesperrt), die in

der Tat vorhanden ist; nicht nur die direkte Beobachtung, daß dieser stets unbeweglich ist, sondern auch seine in allen Individuen nahezu konstante Lage dürften dies zur Genüge beweisen."

Interessant ist es weiter, daß Schuberg aus dem Vorhandensein einer „doppelt konturierten Begrenzungszone" des Nucleus von drei von Stein abgebildete *Nyctotherus*-Arten darauf schloß, daß auch an diesen Arten ein Kernstiel vorhanden sein muß. Er sagte (5, S. 396): „Ich zweifle jedoch nicht daran, daß eine derartige Untersuchung das von mir erwartete Resultat ergeben wird."

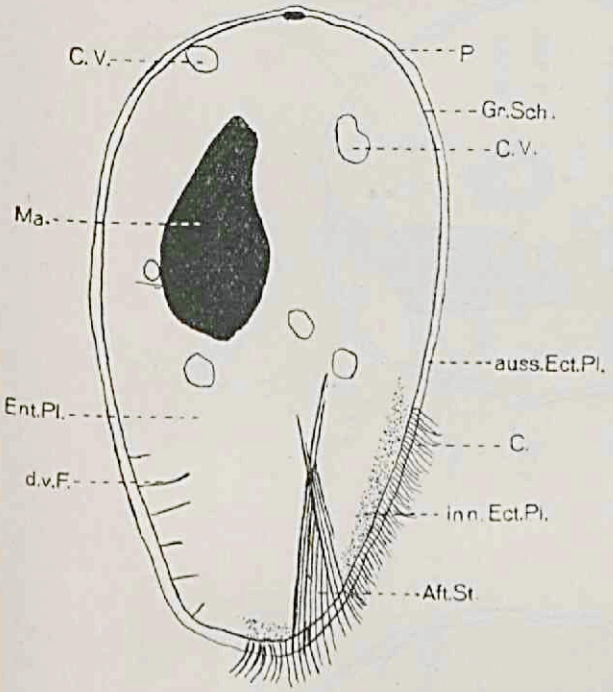

Fig. 5.

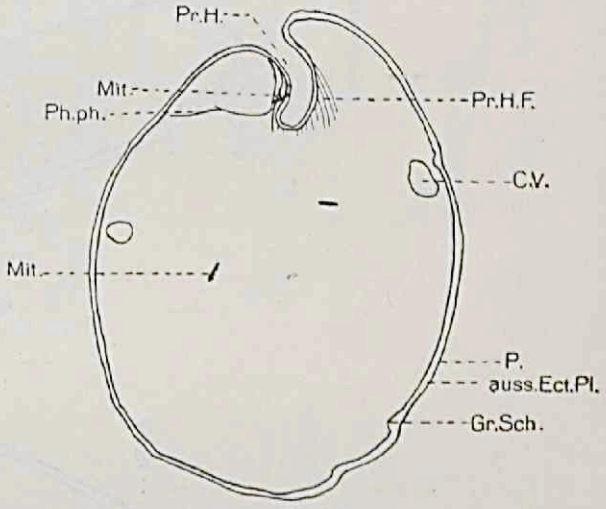

Fig. 6.

Fig. 5. *Isotricha prostoma.* Longitudinalschnitt, ungefähr transversal. Heidenhain. Cilien und inneres Ectoplasma teilweise gezeichnet.

Fig. 6. *Isotricha prostoma.* Longitudinalschnitt. Heidenhain. Fig. 6—9 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Längsschnittserie. Cilien und Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

Nun ist es später Entz jr. bei *Nyctotherus piscicola* und mir (4) bei *Nyctotherus cordiformis* und *ovalis* wirklich gelungen, die Karyophore aufzufinden (4, Fig. 8, 10, 20, 21, 22, 23 und 24).

Leider war damals diese Arbeit mir nicht zugänglich, deshalb hatte ich sie nicht erwähnt.

Weitere Fibrillen hat Schuberg, obwohl er auch Schnitte studierte, nicht gefunden.

Wohl hat er wahrscheinlich die später von Braune (siehe weiter unten) beschriebene Afterstützen schon gesehen, aber diese irrtümlich für „eine stärkere Verdickung der den Körper begrenzenden

Membran“ gehalten. Er schrieb nämlich (S. 378): „Eigentümlich und in seiner Bedeutung mir nicht ganz klar ist ein im hinteren Körperdrittel an der Oberfläche verlaufender heller Streifen, welcher

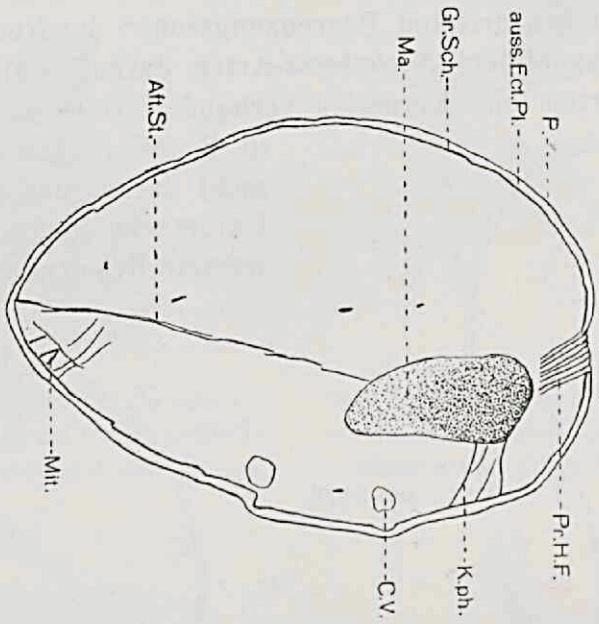

Fig. 7.
Isotricha prostoma.

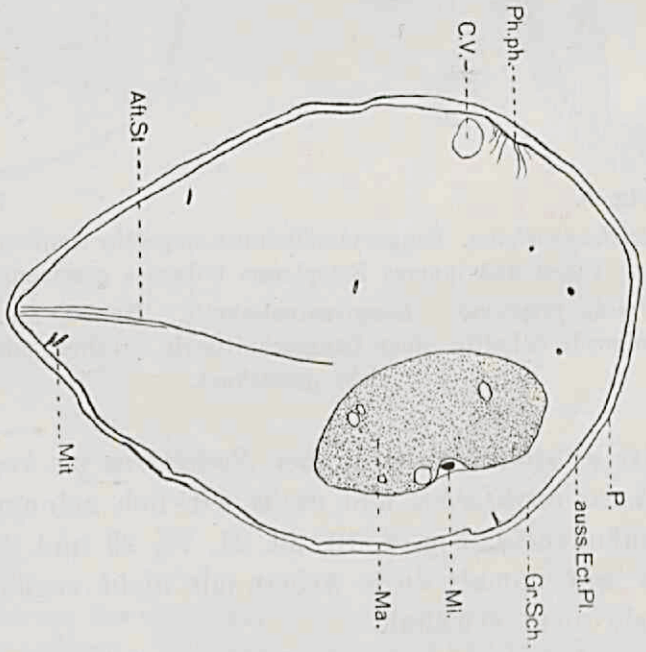

Fig. 8.
Isotricha prostoma.

sowohl am lebenden Tiere, wie an Präparaten fast stets mit Deutlichkeit zu erkennen ist.“ Stein hatte diesen „Streifen“ schon für eine ständig vorhandene Afterspalte erklärt, wie es Schuberg selbst angibt.

Auch Eberlein erwähnt die oben genannten Kernstiele (2 S. 276). Er glaubte aber, „daß der Kern außerhalb der Grenzschicht gelegen ist, daß er also von der Grenz-

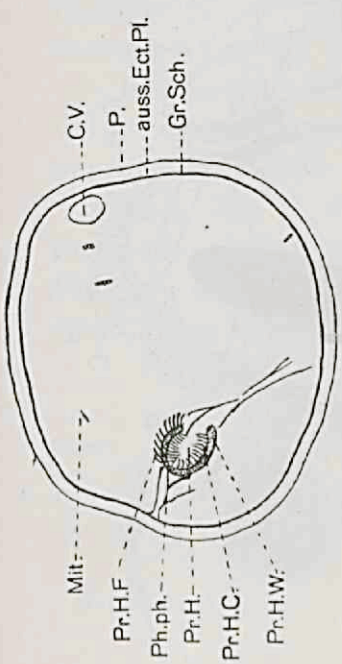

Fig. 10a.

Fig. 10b.

Fig. 10a u. 10b. *Isotricha prostoma*. Querschnitte (in 10a ist nur die Präoralhöhle gezeichnet) Heidenhain. Fig. 10a, 10b, 11 u. 12 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Querschnittserie. Cilien und Pellicula-streifen nicht gezeichnet.

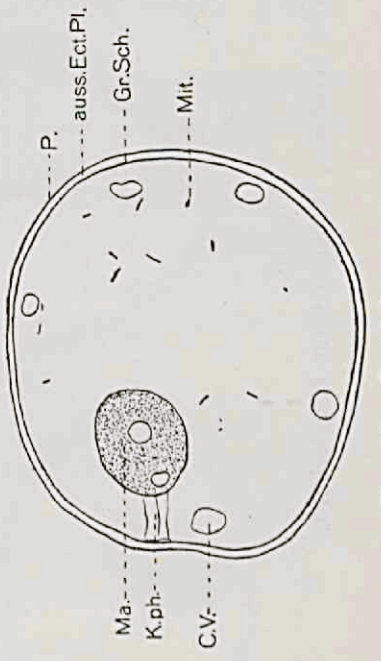

Fig. 12. *Isotricha prostoma.*

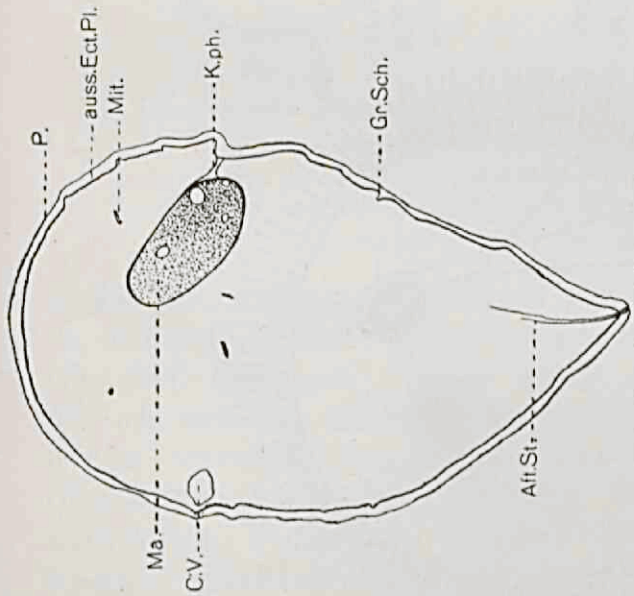

Fig. 9. *Isotricha prostoma.*

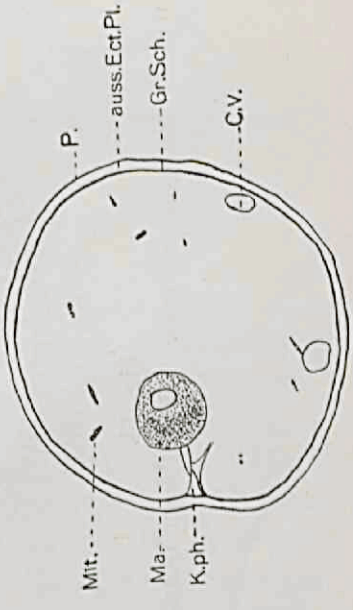

Fig. 11. *Isotricha prostoma.*

schicht gegen das Entoplasma vollständig abgeschlossen ist und daß die Kernstiele die durch die Grenzschicht gebildeten Aufhängebändern des Kernes darstellen". „Der Kern ist hier ebenso von der Grenzschicht

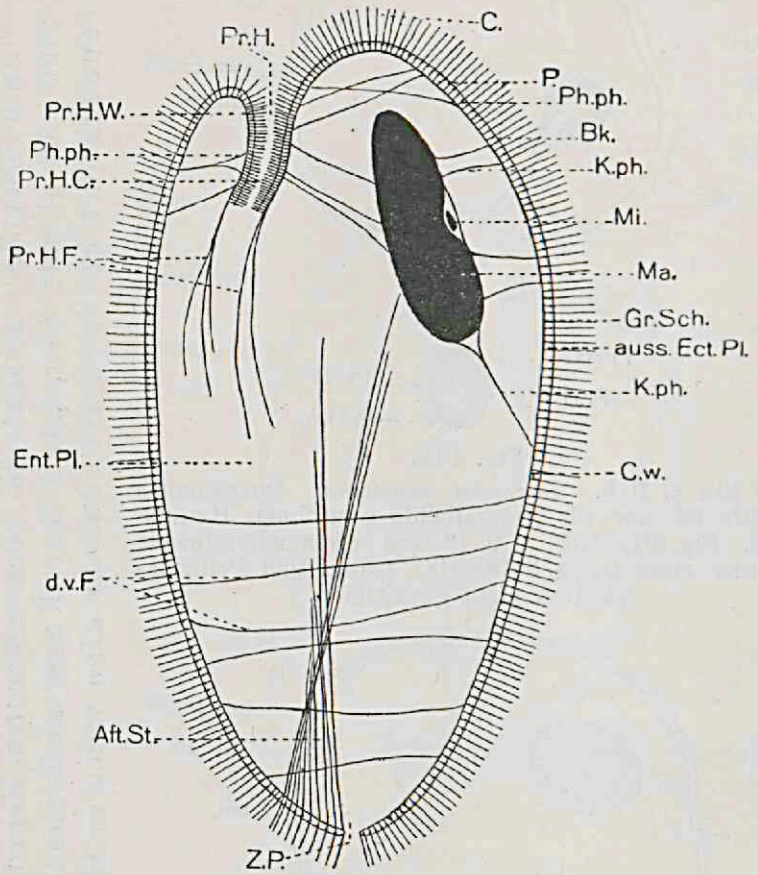

Fig. 13.
Isotricha prostoma. Schematischer Längsschnitt.

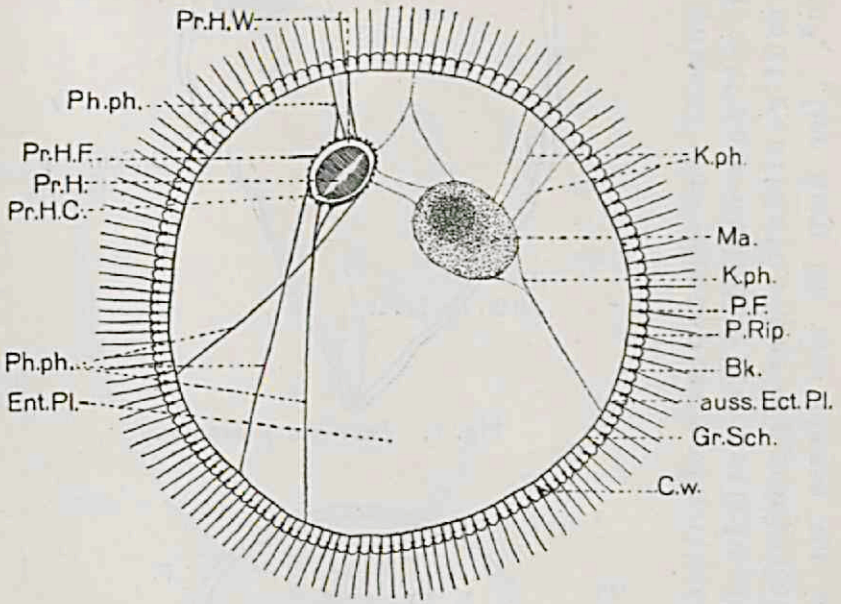

Fig. 14.
Isotricha prostoma. Schematischer Querschnitt.

umschlossen, wie z. B. bei den Wirbeltieren der Darm vom Peritoneum resp. die Lunge von der Pleura.“ Der helle Streifen am hinteren Körperteil war ihm zufolge in Wirklichkeit ein ‚röhrenförmiger Kanal‘ und „stellt tatsächlich, wie Stein bereits richtig vermutet hat, die ‚Afterröhre‘ dar (Fig. 23 an)“.

Bräune (1, S. 142) zeigte, daß Eberlein's Peritoneumtheorie — um es kurz anzudeuten — unrichtig war und „daß es sich hier nur um Fibrillen, nicht aber um Membranen handelt“.

Nach ihm (1, S. 141): „ziehen von der dem Entoplasma anliegenden Außenfläche (des Schlundrohres) zahlreiche parallele Fibrillen entlang, die ihren Ursprung unmittelbar unter der Schlundeinstülpung nehmen und nach Aufhören des Schlundes zum Teil frei

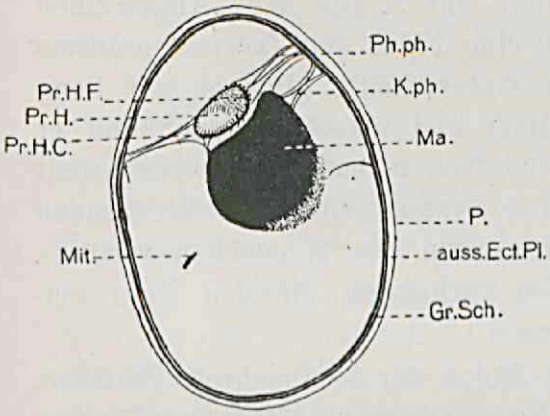

Fig. 15.

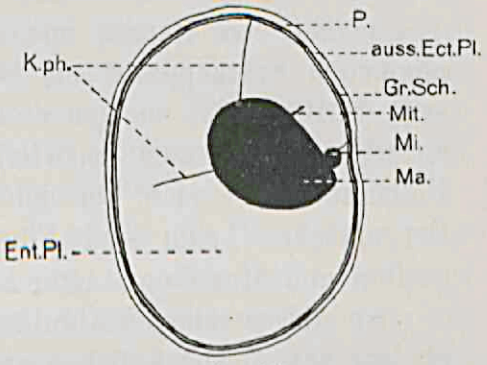

Fig. 16.

Fig. 15. *Isotricha protosoma* (??). Sehr schiefer Querschnitt. Vielleicht eine zurzeit noch unbeschriebene Form.

Fig. 16. *Isotricha protosoma* (??).

Fig. 15 u. 16 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie. Heidenhain. Pelliculastreifen und Cilien nicht gezeichnet.

in das Entoplasma hineinspringen (Fig. 34f), zum anderen Teil aber durch das Entoplasma hindurchziehen und sich an der Grenzschicht (Fig. 34f) befestigen“. Diese letzten sind nach ihm sehr kräftig und aus mehreren Einzelfibrillen entstanden. Weiter: „zwischen diese verstärkten Fibrillen ist der Makronucleus (Fig. 34Mn) gelagert, so daß er durch die Plasmaströmung nicht im Körper herumgetragen werden kann“. „Dieser Fibrillen... stehen ebenso kräftige Fibrillen auf der anderen Seite gegenüber, die eine Verschiebung des Schlundes unmöglich machen (Fig 34)“ (von mir gesperrt).

Er glaubt daß „diese Fibrillen, in erster Linie dazu dienen, den Schlund zu stützen..., daß sie aber erst sekundär die Kerne

zwischen sich aufgenommen haben und dann in gewisser Beziehung als Kernträger aufgefaßt werden können.... Ich möchte sie daher, ihrer Hauptfunktion nach als Schlundstützen bezeichnen".

Die von Schuberg gesehenen Streifen am hinteren Körperdrittel bestehen nach Braune's Untersuchungen „aus einer Reihe von Fibrillen (Fig. 35 A.st), die eine schwach bogenförmige Anordnung zeigen und mit der gegenüberliegenden Körperwand eine Art Röhre bilden." „Die Fibrillen entspringen... von kleinen Basalkörnchen und lassen ihre Entstehung aus solchen wahrscheinlich machen"; sie bleiben nach Braune kurz.

Nach dieser im Jahre 1913 erschienenen Arbeit ist, soweit mir bekannt ist, keine weitere Literatur über die Fibrillen der Isotrichen publiziert worden. Wir finden nur auf S. 102 der „Allgemeinen Biologie" von Max Hartmann (3) eine Figur von *Isotricha prostoma* (gezeichnet von Bělař) mit der Unterschrift: „Infusor mit kompliziertem Stützapparat am Schlund und um die Kerne" und er sagt (S. 101—102) wie ich es auch schon in meiner früheren Arbeit zitierte: „Ein kaum entwirrbares System von sich kreuzenden Fibrillen findet sich bei den Infusorien des Wiederkäuermagens. Bei manchen Arten sind Fibrillen vorhanden, die den Kern umgreifen und Mund und After stützen."

An dieser schönen Abbildung finden wir noch mehrere Fibrillen, als auf den diesbezüglichen von Braune, neu sind drei Querfibrillen im hinteren Körperteil, welche Braune nicht erwähnt hatte, etwa vergleichbar mit den dorso-ventral Fibrillen bei *Opalina* und den links-rechts Fibrillen von *Nyctotherus cordiformis* und *ovalis*, welche ich früher beschrieben habe (Fig. 4, 6, 7, 8, 9 usw.).

Bevor ich nun zu der Besprechung meiner eigenen Untersuchungen übergehe, haben wir noch das Ecto-Entoplasma-Problem zu behandeln.

Schuberg unterschied eine äußere und innere Membran, wozwischen eine besondere Substanz sich befindet (5, S. 381). Diese drei Schichten nennt er zusammen: „Dermatoplasma" (S. 392). Unter diesem „befindet sich noch eine meist deutlich unterscheidbare Ectoplasmaschicht, die sich durch größere Dichtigkeit der Struktur, intensivere Färbbarkeit und Freisein von Einschlüssen auszeichnet" (Fig. 10 und 5 e).

Eberlein nannte diese Lagen resp. äußere Membran (Cuticula), quergestreifte Zwischenschicht (Ectoplasma), Grenzschicht und Alveolarschicht, welche letztere er schon zum Entoplasma rechnete (2, S. 275).

Braune schließlich zeigte, daß die Querstreifung der Zwischenschicht durch Fortsetzung der Wimpern über das Basalkörnchen in die Grenzschicht vorgetäuscht wird. Er war der Auffassung Eberlein's, nannte aber die Alveolarschicht „Entoplasma a".

Da diese Schicht sich aber stets deutlich von dem eigentlichen Entoplasma abhebt und, wie alle drei Autoren sagen, von der Plasmaströmung unberührt bleibt, glaube ich, daß es besser sei, diese Schicht mit Schuberg als Ectoplasma aufzufassen. Meine Einteilung wird also sein: 1. Pellicula (mit Rippen, wozwischen die Cilienreihen stehen), 2. äußeres Ectoplasma, 3. Grenzschicht, 4. inneres Ectoplasma, 5. Entoplasma (siehe meine Fig. 1).

Eigene Untersuchungen.

1. Obwohl die Cilienwurzeln (Fig. 1 usw. C. W.) nicht die am meisten hervortretenden Fibrillen sind, nenne ich sie hier zuerst, weil sie schon Braune beschrieben hat (siehe oben). Nach Braune sitzen sie der Grenzschicht „mit einem zweiten Körnchen auf, das bei der Mazeration stets an dem basalen Ende der Wimpern hängen bleibt" (Fig. 32). „Wir finden hier also ebenfalls die Inserierung der Wimpern mit Diplosomen." Nun glaube ich aber nicht, daß dies wirklich der Fall ist; auch ich meinte mitunter diese Situation anzutreffen, aber meines Erachtens wird dies nur vorgetäuscht, dadurch, daß die Cilienwurzeln an Schnitten oft etwas schief angeschnitten sind. In den meisten Fällen war es mir unmöglich diese Verdickungen selbst mit den stärksten Vergrößerungen aufzufinden. Daß bei Zerreißung der Endpunkt der Cilien etwas verdickt erscheint, ist aber wohl selbstverständlich!

2. Gehen wir nun über zur Besprechung der Schlundstützen, so haben wir hier ganz komplizierte Verhältnisse. Nach Braune springt eine Anzahl der Schlundstützen, nach Aufhören des Schlundes, frei ins Entoplasma hinein, während ein anderer Teil sich an die Grenzschicht befestigt. Diese letzteren sollten sich überdies um den Kern gelagert haben. Meines Erachtens haben wir es hier aber mit zwei verschiedenen Systemen zu tun. Erstens mit parallelen Fibrillen, welche an dem Schlund — besser Präoralhöhle — entlang ziehen, um frei im Entoplasma zu endigen. Dies tun sie nicht nur „nach Aufhören des Schlundes", sondern, da dieser gedreht ist, und die Fibrillen (obwohl untereinander parallel) etwas schief weiterziehen, an verschiedenen Stellen. Auf Fig. 2 sind diese parallelen Fibrillen sehr schön zu sehen; auf Fig. 3 ihre

Endigung im Entoplasma. Auch auf Fig. 6 und 7, der aufeinanderfolgenden Schnitte Fig. 6—9, sind diese Präoralhöhlfibrillen (Pr. H. F.) zu verfolgen. Ich glaube auch, daß Schuberg und Eberlein diese Fibrillen schon gesehen haben und diese für identisch mit der Streifung der Körperoberfläche gehalten haben. Schuberg schrieb (S. 378): „wie die Körperoberfläche, ist auch der Schlund mit einer feinen Streifung versehen, die der Biegung derselben nach der linken und Bauchseite zu entsprechend, in derselben Richtung spiralig gedreht erscheint" (seine Fig. 10). Braune aber, der diese Fibrillen auch bei *Dasytricha* antraf, sagte, „daß sie schon an Totopräparaten zu sehen sind" (1, S. 134) und zeichnet sie genau so wie Schuberg die Streifung bei *Dasytricha* abbildete!

Daß wir es hier wirklich mit Fibrillen und nicht mit Präoralhöhlestreifung zu tun haben, kann man an Schnitten, welche die Präoralhöhle longitudinal treffen, natürlich nicht genau konstatieren; wohl aber an meinen Abbildungen 10a und 10b. Diese Figuren sind Querschnitte, an denen die Präoralhöhle wegen ihrer Biegung etwas schief angeschnitten ist; hier sind namentlich bei Auf- und Abdrehen der Mikrometerschraube diese Fibrillen an der Außenseite (also der Entoplasmaseite) der Präoralhöhle anzutreffen. Nach meiner Auffassung sind diese Fibrillen am besten vergleichbar mit den Präoralhöhllängsfibrillen, wie ich sie bei *Nyctotherus cordiformis* und *ovalis* beschrieben habe (4, S. 375 und 383).

Zweitens finden wir bei *Isotricha prostoma* die von Braune beschriebenen Schlundstützen, die hier nach ihm erst sekundär auch Kernstützen geworden sein sollten.

Obwohl man an Longitudinalschnitten bisweilen den Eindruck bekommt, daß einige dieser Fibrillen in die Präoralhöhlefibrillen übergehen (siehe z. B. Fig. 2), so kann man an den übrigen Fibrillen (siehe ebenfalls Fig. 2 und weiter Fig. 3) sehr deutlich sehen, daß wir es hier mit aparten Fibrillen zu tun haben und die Querschnitte (Fig. 10) schließen allen Zweifel vollkommen aus. Wir wollen hierfür den Namen Pharyngeophoren, wie ich sie auch bei den zwei genannten *Nyctotherus*-Arten gefunden habe, gebrauchen (Ph. ph).

Ferner kann man aus den Fig. 7, 9, 11 und 12 ablesen, daß es nicht nur, wie Braune angab, Schlundstützen sind, die den Kern zwischen sich eingelagert hatten, sondern daß es auch spezielle Karyophore gibt, wie es schon Schuberg richtig angegeben hatte (K. Ph).

3. Wir wollen nun die von Braune beschriebenen Afterstützen näher betrachten. Braune sprach, wie schon oben gesagt, von einer Reihe von Fibrillen, die eine schwach bogenförmige Anordnung zeigen. Daß wir es hier nicht mit einer Reihe, sondern mit einem Bündel zu tun haben, kann man aus den aufeinanderfolgenden Schnitten einer Serie erblicken, wie es meine Fig. 7, 8 und 9 angeben, und besser noch aus Fig. 5 (Aft. St.). Jedenfalls sind hier mindestens zwei einander kreuzende Fibrillenkomplexe vorhanden, wie ich es z. B. an einem Schnitte gefunden habe, welcher in Fig. 5 abgebildet ist. Auch bleiben diese Fibrillen nicht, wie es Braune behauptet, kurz, da einige bis an die nächste Nähe des Kernes sich verfolgen lassen (siehe Fig. 7 und 8). Über die Funktion dieser Fibrillen werden wir am Ende dieser Arbeit sprechen.

4. Schließlich finden wir im hinteren Körperteil noch Fibrillen, welche quer durchs Entoplasma verlaufen, um an beiden Seiten in der Grenzschicht zu endigen. Diese Fibrillen sind in der „Allgemeinen Biologie" von Max Hartmann (siehe oben) schon gezeichnet. Nur gaben meine Schnitte deren mehrere zu sehen (Fig. 3 u. 4). Sie verlaufen ungefähr dorsoventral und sind meines Erachtens vergleichbar mit den dorsoventralen Fibrillen von *Opalina* und den links-rechts Fibrillen von *Nyctotherus* (Dorsoventralfibrillen D. V. F.).

Bevor wir nun zu den Besprechungen der Schemata übergehen, muß ich noch die kurzen, dunkelgefärbten Stäbchen erwähnen, welche in manchen, wenn nicht in allen, Schnitten anwesend waren und welche in den Fig. 6—9 usw. abgebildet wurden (Mit.). Sie haben eine Länge von ungefähr $3^1/_2$ μ bei $^3/_4$ à 1 μ Breite und sind durch das ganze Tier zerstreut. Was diese Gebilde (Mitochondrien?) zu bedeuten haben, ist mir nicht klar. Vielleicht haben sie mit der Entstehung der Fibrillen etwas zu tun? Siehe in dieser Hinsicht vor allem die „Mitochondrien" in der Nähe der Afterstützen in Fig. 7.

Aus allen abgebildeten Schnitten können wir nun im Zusammenhang damit, was an Totopräparaten zu sehen ist, die Schemata zusammenstellen, wie sie in den Fig. 13 und 14 gezeichnet sind.

Wir haben also:

1. Die Cilienwurzeln (C. W.),
2. die Pharyngeophoren (Ph. ph.),
3. die Karyophoren (K. ph.),
4. die Präoralhöhlefibrillen (Pr. H. F.),
5. die Afterstützen (Aft. St.),
6. die Dorsoventralfiibrillen (D. V. F.).

Natürlich sind nicht alle abgebildete Fibrillen in einem Schnitte anzutreffen; deswegen habe ich in dem schematischen Querschnitt, welcher hauptsächlich nach den Fig. 10, 11 und 12 konstruiert ist, den Kern und seine Fibrillen punktiert dargestellt.

Die Abbildungen 15 und 16 rechne ich vorläufig zu *Isotricha prostoma*. Nachdem aber die Grenzschicht hier außerordentlich dick ist (welche in der Mitte etwas heller erscheint), die Größe mehr mit *Dasytricha* übereinstimmt und die Cilien sehr lang, die Pharyngeophore sehr stark ausgebildet sind, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß wir es hier mit einer noch zurzeit unbeschriebenen Form zu tun haben.

Isotricha intestinalis Stein.

Da diese Art, wie schon Schuberg angab, in mancher Hinsicht mit *Isotricha prostoma* übereinstimmt, können wir uns ebenso wie er hier kurz fassen.

Literaturbesprechung.

Schuberg (5, S. 386) fand auch hier die Karyophore: „Beide (Macro- und Micronucleus) sind in gleicher Weise wie bei *Isotricha prostoma* in eine deutliche Membran eingeschlossen, die durch die Kernstiele mit der „inneren Körpermembran" verbunden sind". Er gibt dann den Lauf dieser Fibrillen genauer an.

Weiter erwähnt er auch hier den „hellen Streifen" am hinteren Körperdrittel (welche Eberlein wieder als Afterspalte interpretiert) und ist nach Schuberg „der Schlund ... in der gleichen Richtung, bei *Isotricha prostoma*, fein spiralig gestreift".

Obwohl nach Schuberg diese Art „doch immer noch in außerordentlich reicher Menge und sehr häufig vorkommt" (S. 385) und nach Eberlein (S. 277) diese Form „ebenfalls sehr häufig (ist) und immer in sehr großer Menge" (vorkommt), so war es Braune doch nicht möglich, diese Art eingehend zu untersuchen, weil ihm „so wenig Exemplare vorgelegen" (hatten) (S. 143).

Eigene Untersuchungen.

Was nun meine Schnitte betrifft, habe ich diese Art in den meisten Präparaten aufgefunden. Es ist aber nicht immer leicht, namentlich, wenn man aus den Massenschnitten die Serien nicht herausfinden kann und also mit isolierten Schnitten zu tun hat, direkt zu bestimmen, ob es *Isotricha prostoma* oder *intestinalis* ist,

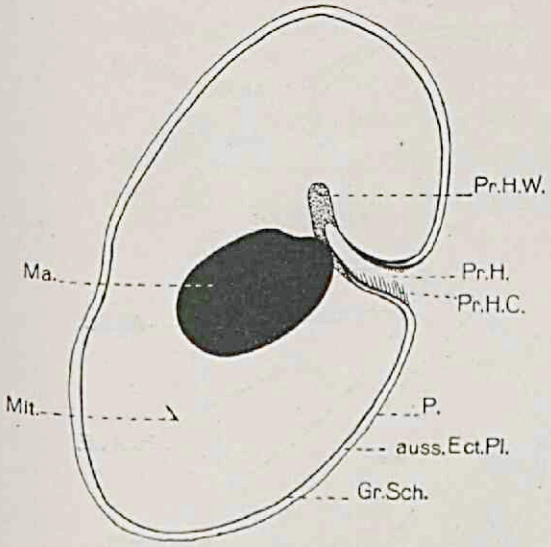

Fig. 17.

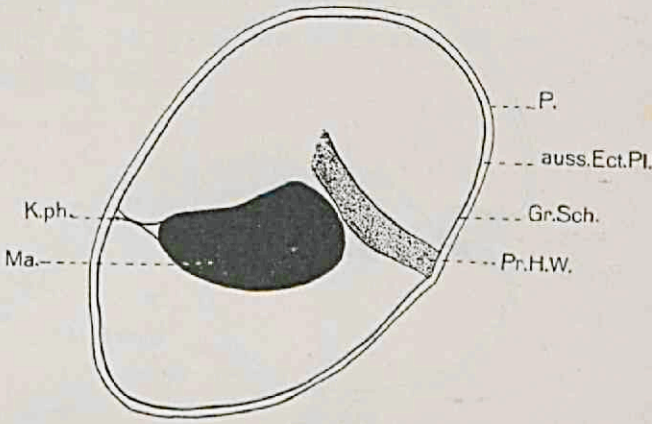

Fig. 18.

Fig. 17. *Isotricha intestinalis.* Sagittalschnitt. Heidenhain.
Fig. 18. *Isotricha intestinalis.*
Fig. 17 u. 18 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie. Cilien und Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

Fig. 19. *Isotricha intestinalis.* Sagittalschnitt. Heidenhain. Cilien und Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

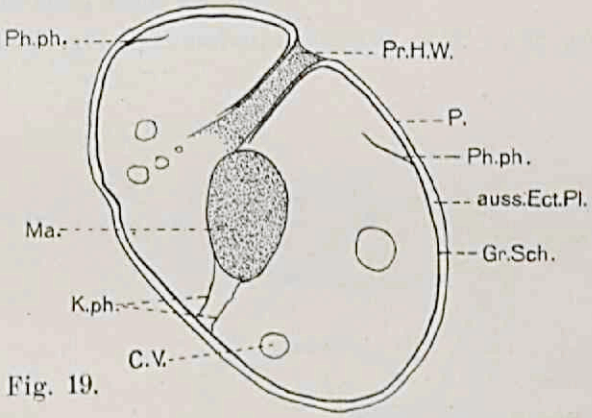

Fig. 19.

Fig. 20. *Isotricha intestinalis.* Querschnitt, etwas schief. Heidenhain. Cilien teilweise, Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

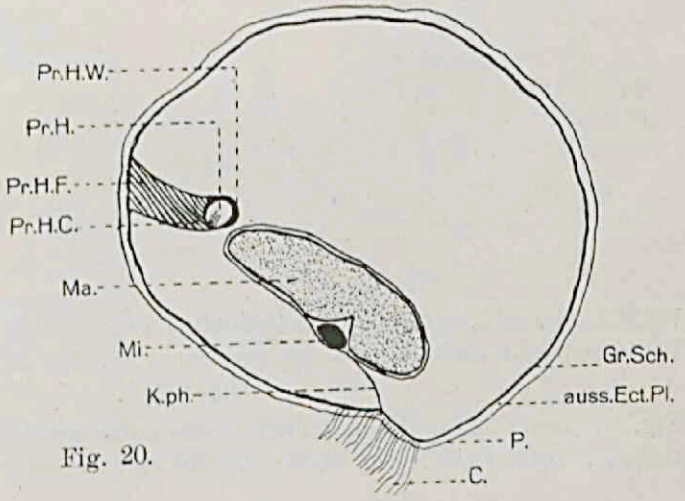

Fig. 20.

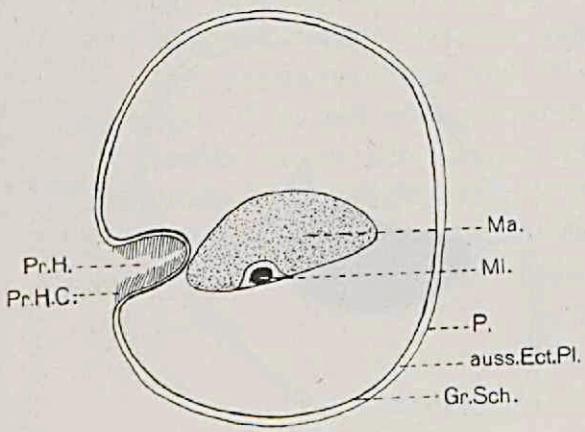

Fig. 21.

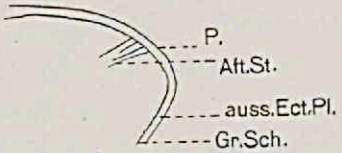

Fig. 22 a.

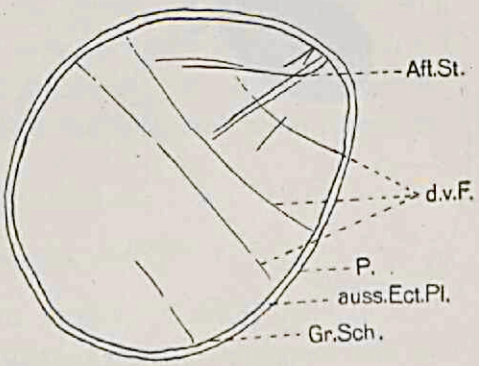

Fig. 22 b.

Fig. 21. *Isotricha intestinalis.* Schiefer Querschnitt. Heidenhain. Fig. 21 und 22 a u. 22 b sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie. Pelliculastreifen und Cilien nicht gezeichnet.

Fig. 22 a u. 22 b. *Isotricha intestinalis* (in Fig. 22 b ist nur der distale Teil gezeichnet).

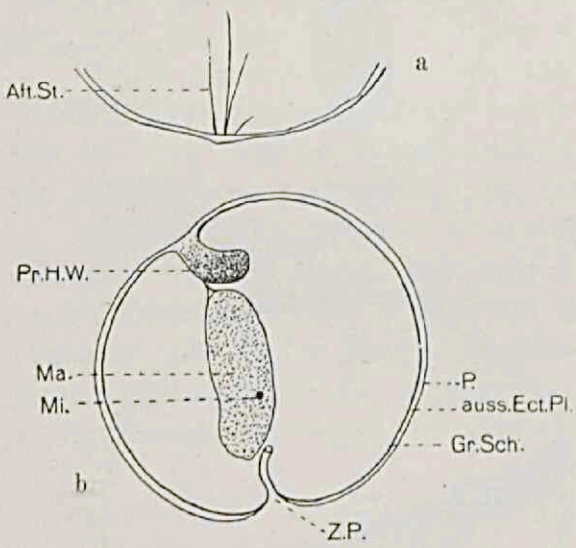

Fig. 23.

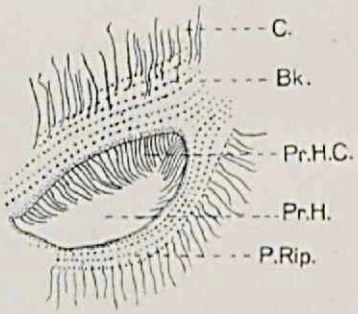

Fig. 24.

Fig. 23 a u. 23 b. *Isotricha intestinalis.* Sehr schiefe Querschnitte. Mallory. Pelliculastreifen und Cilien nlcht gezeichnet (in Fig. 23 b ist nur der distale Teil abgebildet).

Fig. 24. *Isotricha intestinalis.* Transversalschnitt, den Präoralhöhleingang tangentiell treffend. Heidenhain. Fig. 24, 25 u. 26 sind resp. Schnitte 1, 3 u. 7 einer Schnittserie.

während überdies die Größe der Individuen sehr verschieden sein kann.

Die Karyophoren (K. ph.) sind zu sehen: 1. an den Sagittalschnitten Fig. 18, 19, 20 und 29, 2. an den Transversalschnitten Fig. 26 und 3. dem Querschnitte Fig. 28.

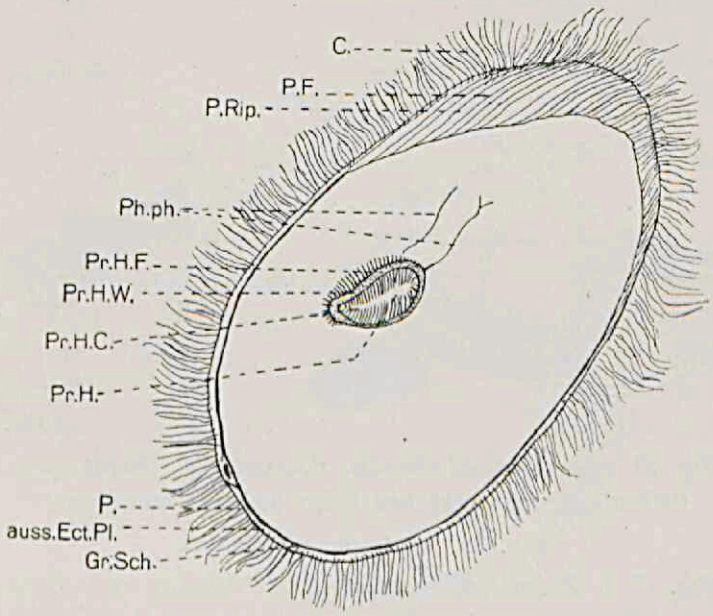

Fig. 25. *Isotricha intestinalis.*

Die Pharyngeophoren (Ph. ph.) sieht man auf Fig. 19 und auf dem Transversalschnitte Fig. 25.

Weiter finden wir auch hier Präoralhöhlfibrillen (Pr. H. F.), welche meines Erachtens mit der Spiralstreifung, welche Schuberg angibt, identisch sind. An Fig. 20 ist die Wand der Präoralhöhle tangential getroffen; wir sehen diese Fibrillen parallel verlaufen. Auch die Querschnitte Fig. 27 und 28 zeigen diese Fibrillen sehr deutlich. In Fig. 27 läuft eine dieser Fibrillen beinahe bis zu der Grenzschicht; in einem Sagittalschnitte, welcher später leider zer-

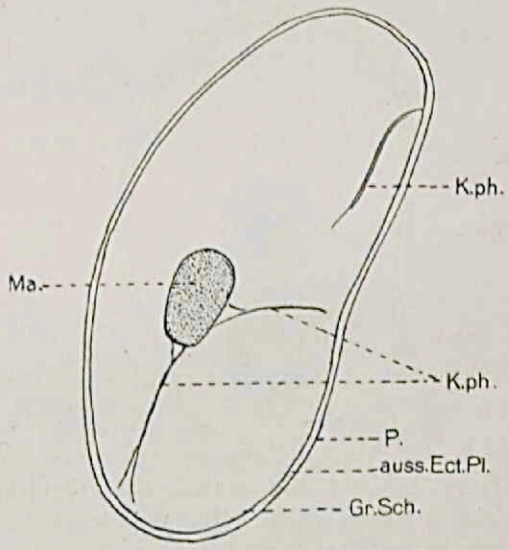

Fig. 26. *Isotricha intestinalis.* Cilien nicht gezeichnet.

trümmert wurde, war so eine Fibrille sogar bis zu der Grenzschicht zu verfolgen.

Daß diese Fibrillen wirklich an der Außenseite (Entoplasmaseite) des Präoralhöhlwandes verlaufen und also keine Streifen an der Präoralhöhlseite sind, kann man am besten an Transversalschnitten, wie Fig. 25, konstatieren.

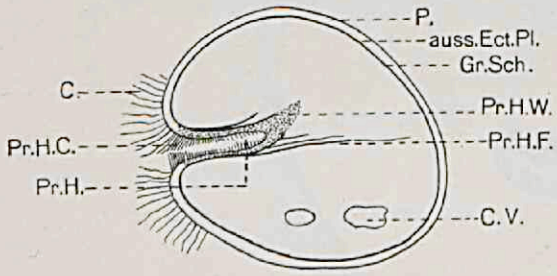

Fig. 27.

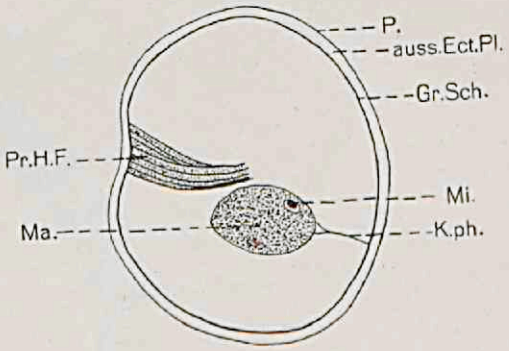

Fig. 28.

Fig. 27. *Isotricha intestinalis.* Querschnitt. Heidenhain. Pelliculastreifen nicht und Cilien teilweise gezeichnet.

Fig. 28. *Isotricha intestinalis.*

Fig. 27 u. 28 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie.

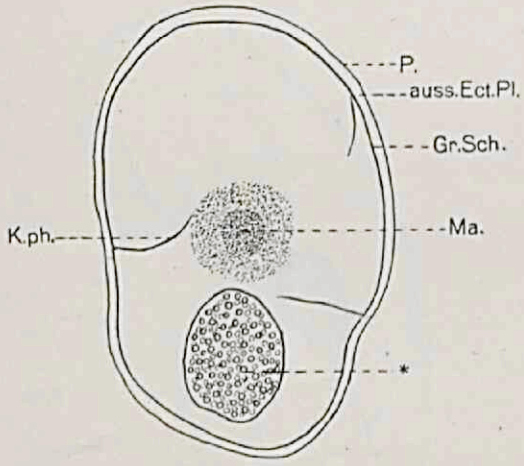

Fig. 29. *Isotricha intestinalis.* Sagittalschnitt (etwas schief). Heidenhain. Mit unbekanntem Einschluß (*) unter dem Kerne.

Weiter ist es mir gelungen, auch hier Fibrillen aufzufinden, welche in der Nähe der analen Öffnung verlaufen; diese sind also wahrscheinlich identisch mit den hellen Streifen, welche Schuberg gleichfalls bei dieser Art beschrieb. Man sieht diese Fibrillen auf den Fig. 22 a, 22 b u. 23 b, welche alle sehr schiefe Querschnitte (oder Längsschnitte!) darstellen. Fig. 21 wurde nur zur Orientierung der Schnitte, abgebildet in Fig. 22 a und 22 b, hergestellt. Fig. 23 a und 23 b, welche aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie bilden, zeigen, daß diese Fibrillen hinter dem After gelegen sind, während aus Fig. 22 a und 22 b, wie auch aus nicht

abgebildeten Schnitten zu schließen war, daß auch bei dieser Spezies eine Art Kreuzung der Fibrillen vorhanden ist (Afterstützen Aft. St.).

Endlich kommen bei *Isotricha intestinalis* im hinteren Körperteil auch Dorsoventralfibrillen vor, obwohl diese nicht immer deutlich hervortreten (Fig. 22 a, D. V. F.).

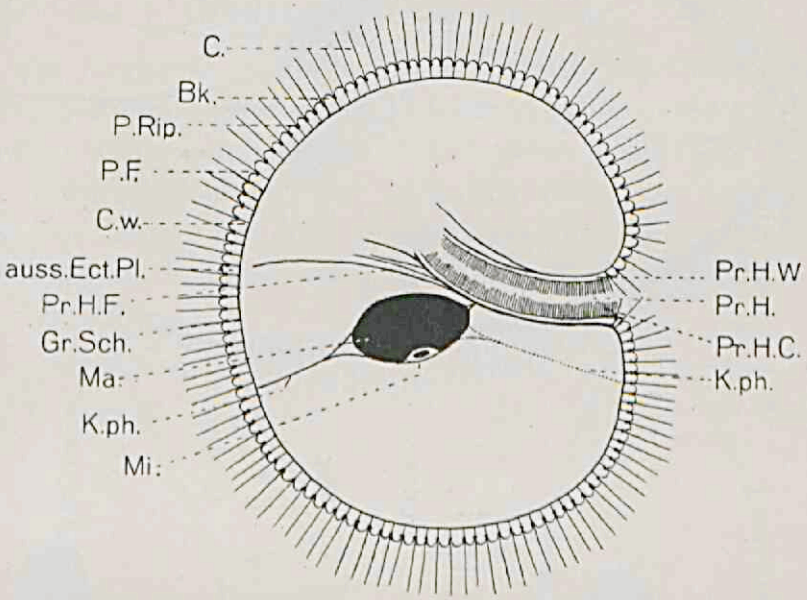

Fig. 30. *Isotricha intestinalis.* Schematischer Querschnitt.

Resumierend haben wir hier ebenfalls:

1. Cilienwurzeln (C. W.),
2. Pharyngeophoren (Ph. ph.),
3. Karyophoren (K. ph.),
4. Präoralhöhlfibrillen (Pr. H. F.),
5. Afterstützen (Aft. St.).
6. Dorsoventralfibrillen (D. V. F.).

Alle diese Fibrillen findet man abgebildet in den drei Schemata (Quer, Transversal und Sagittal) der Fig. 30, 31 und 32. In Fig. 31 sind Kern und seine Fibrillen wieder punktiert dargestellt, wie bei dem Querschnitt von *Isotricha prostoma.*

Fig. 29 wurde gezeichnet, weil hier eine „Blase" mit körnigem Inhalt von unbekannter Natur vorhanden war; diese „Blase" fand sich auch in dem an diesem Schnitte vorabgehenden und auf ihn folgenden.

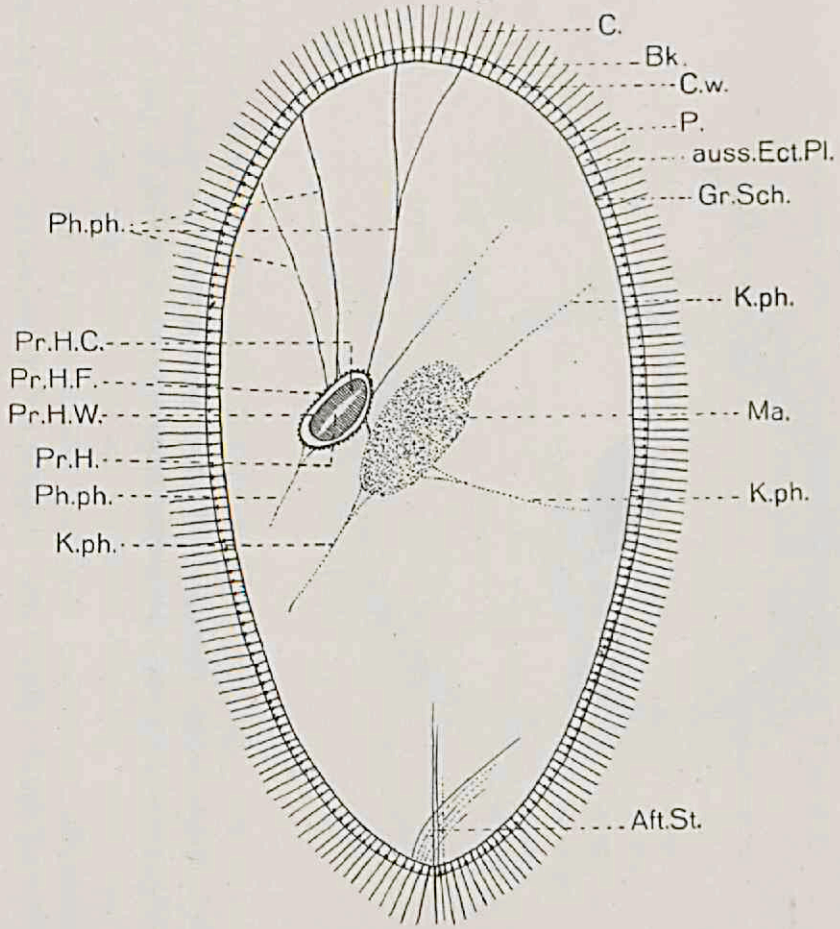

Fig. 31.
Isotricha intestinalis. Schematischer Transversalschnitt.

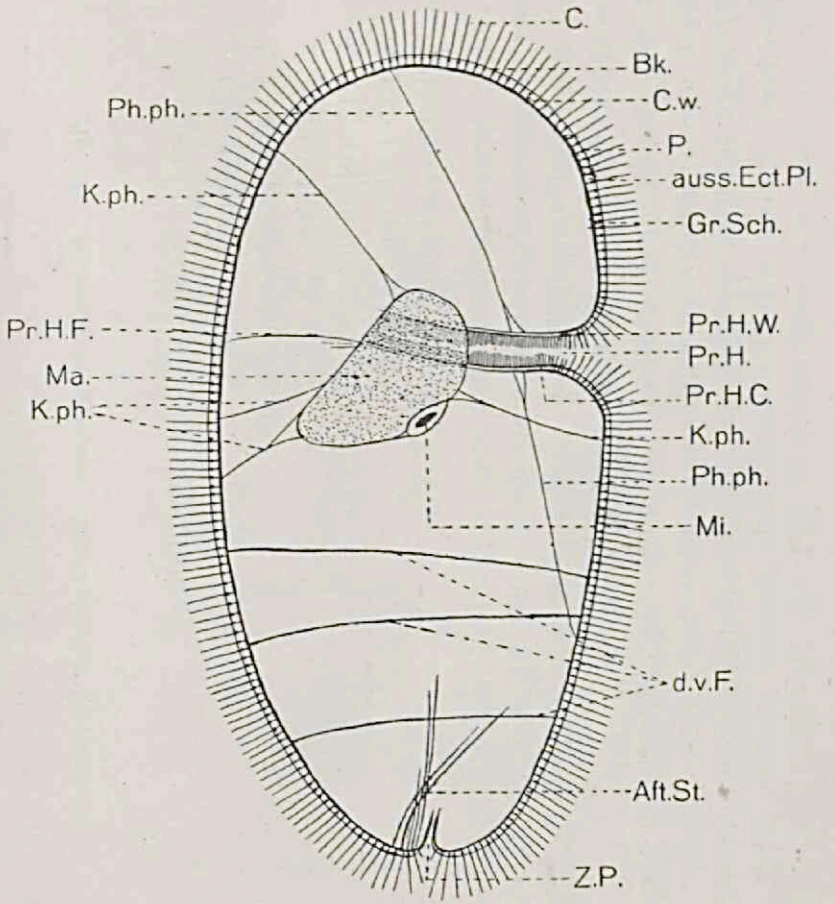

Fig. 32.
Isotricha intestinalis. Schematischer Sagittalschnitt

Dasytricha ruminantium Schuberg.

Diese Form unterscheidet sich in einer ziemlich großen Anzahl Punkten von den zwei *Isotricha*-Arten und ist dadurch in den meisten Fällen leicht zu erkennen. Die Unterscheidungsmerkmale wollen wir weiter unten ausführlich besprechen.

Literaturbesprechung.

Es war Schuberg, welcher diesen parasitischen Ciliat zwischen den anderen Repräsentanten der Isotrichenfamilie entdeckte und in seiner schon wiederholt zitierten Arbeit genau beschrieb.

Die Körperbekleidung war nach ihm ganz wie bei den Isotrichen. Nur konnte er eine Ectoplasmaschicht hier niemals beobachten, und der Schlund war nach ihm nicht spiral gestreift: „Sie

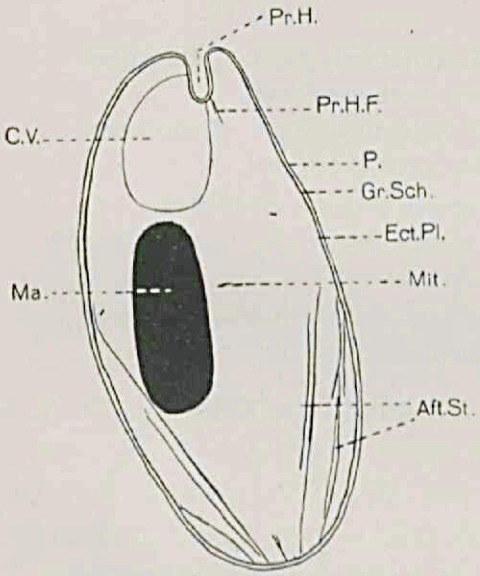

Fig. 33.

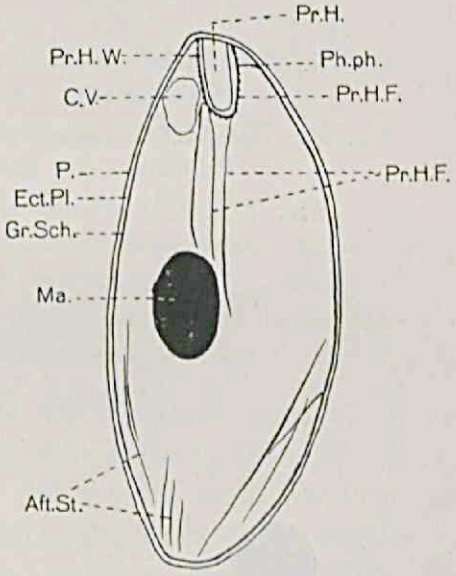

Fig. 34.

Fig. 33. *Dasytricha ruminantium*. Longitudinalschnitt. Heidenhain. Cilien und Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

Fig. 34. *Dasytricha ruminantium*. Longitudinalschnitt. Heidenhain. Pelliculastreifen und Cilien nicht gezeichnet.

(die Streifung) verläuft durchaus gerade und besteht an der Ventralseite aus drei breiteren Streifen (Fig. 21), während sie an der Dorsalseite aus etwa 8—10 schmäleren und dichter stehenden Streifen sich zusammen setzt" (Fig. 22). Auch hat er die Afterstützen schon gesehen (p. 388): „Am Hinterende finden sich im Endoplasma eigenthümliche fibrillen-ähnlich aussehende Differenzierungen, die von der

hinteren Spitze ausgehend, sich bis zur Körpermitte oder darüber hinaus erstrecken können und dann sich oft eigenthümlich umbiegen" (Fig. 17 und 19). „Ihre morphologische wie physiologische Bedeutung ist mir völlig unklar."

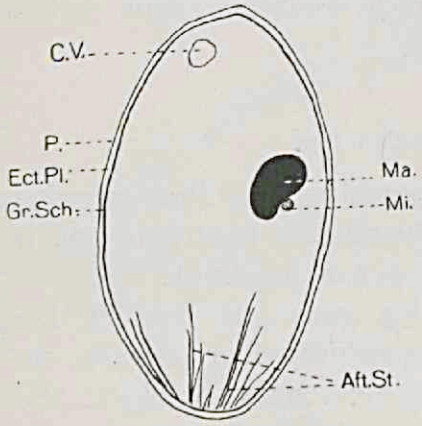

Fig. 35.

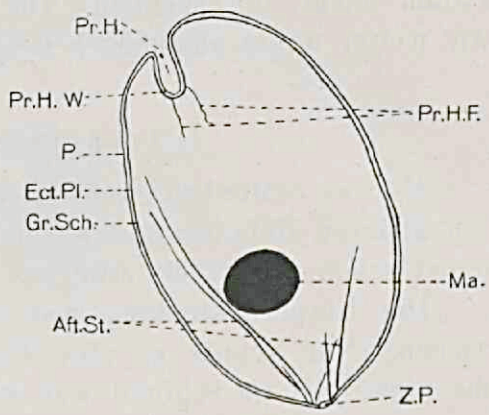

Fig. 36.

Fig. 35. *Dasytricha ruminantium.* Longitudinalschnitt. Heidenhain. Pelliculastreifen und Cilien nicht gezeichnet.

Fig. 36. *Dasytricha ruminantium.* Longitudinalschnitt. Heidenhain. Pelliculastreifen und Cilien nicht gezeichnet.

Fig. 36 u. 37 sind aufeinanderfolgende Schnitte einer Serie.

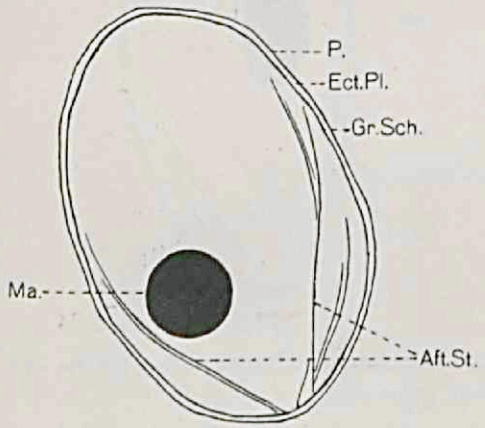

Fig. 37.

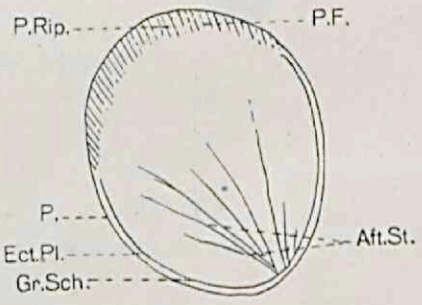

Fig. 38.

Fig. 37. *Dasytricha ruminantium.*

Fig. 38. *Dasytricha ruminantium.* Longitudinalschnitt, oben die Körperoberfläche tangentiell treffend. Cilien nicht und Pelliculastreifen teilweise gezeichnet. Heidenhain.

Weiter schreibt er: „Besonders hervorzuheben ist der völlige Mangel der für die beiden *Isotricha*-Arten so characteristischen Kernstiele. Dem gemäß ist auch

die Lage des Nucleus eine völlig beliebige; denn man findet ihn fast an allen möglichen Stellen des Endoplasmas gelegen“ (von mir gesperrt).

Eberlein sagte (p. 279): „In den Schlund setzt sich diese Streifung nicht in den Spiralwindungen fort, sondern es besitzt der Schlund eine gerade, d. h. dem Verlauf des Schlundes parallel gerichtete Streifung.“

Von der Anzahl der Streifen auf der Dorsal- und Ventralseite erwähnt er also nichts. Auch über die „fibrillenähnlich aussehenden

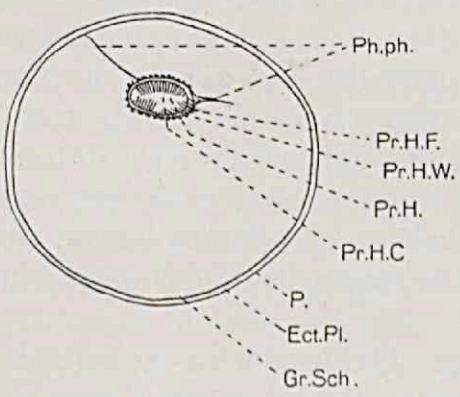

Fig. 39.

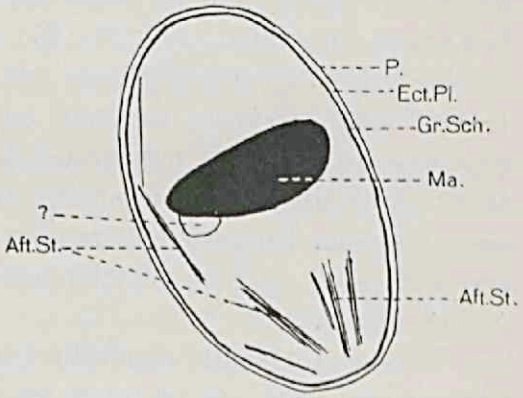

Fig. 40.

Fig. 39. *Dasytricha ruminantium.* Querschnitt. Heidenhain. Cilien und Pelliculastreifen nicht gezeichnet.

Fig. 40. *Dasytricha ruminantium.* Longitudinalschnitt. Cilien und Pelliculastreifen nicht gezeichnet. Heidenhain.

Differenzierungen am hinteren Ende des Körpers“ sagt er nichts Neues. Er konnte diese nicht einmal in Schnitten wiederfinden und schreibt dann (p. 279): „Es war mir daher auch nicht möglich, fest zu stellen, ob sie thatsächlich dem Entoplasma angehören oder nicht. Ebensowenig habe ich mir über deren physiologische Bedeutung eine Vorstellung machen können.“

Kernstiele fand er wie auch Schuberg nicht, aber: „Dort, wo der Kern der Grenzschicht dicht anliegt, ist die letztere mit der Kernmembran innig verbunden, so daß es mir nicht möglich war, in Schnitten zu unterscheiden, ob die Grenzschicht den Kern nach innen — wie wohl zu erwarten ist — umschließt oder nicht.“

Braune (p. 130—139) bespricht *Dasytricha* sehr ausführlich. Wir wollen hier nur die uns in diesem Zusammenhang interessierenden Punkte hervorheben.

Das Problem der Cilienwurzeln-Inserierung habe ich schon bei *Isotricha prostoma* besprochen (siehe dort).

Was die „Schlund"streifung anbetrifft, findet er nicht die Anordnung, welche Schuberg angab: „Es handelt sich vielmehr um eine vollkommen gleichmäßige Anordnung der Streifen, die infolge der Krümmung des Schlundes, ebenfalls gekrümmt erscheinen. Sie stellen nur die Fortsetzung der Körperoberflächenstreifung dar." Weiter (p. 134): „An der Außenfläche des Schlundrohres entspringen unmittelbar unterhalb der Mundöffnung feine Fibrillen, die parallel miteinander verlaufen und sich am Schlundrohr entlang ziehen, über dieses hinausgehen und sich durch das Entoplasma an die Grenzschicht fortsetzen um in diese überzugehen ohne irgendwelche Verdickungen zu bilden (Fig. 26—27). Diese Fibrillen lassen sich durch die Heidenhain-Färbung gut darstellen und sind schon an Toto-Präparaten, besser aber noch an Schnitten gut zu erkennen" (von mir gesperrt). Es sind nur „Schlundstützen", denn: „Daß diese Gebilde nichts mit Aufhängebändern für den Kern, also den sog. Kernstielen, zu tun haben, geht daraus hervor, daß der Kern stets in den verschiedensten Lagen im Entoplasma angetroffen wurde. . . ."

Was endlich die eigentümlichen, fibrillenähnlich aussehenden Differenzierungen am hinteren Körperteil betrifft, wurden diese von Braune „sowohl im Ausstrich (Fig. 26—27), wie im Schnittpräparat" (Fig. 31) nachgewiesen. Er konstatierte, daß sie von der Afteröffnung ausgehen (p. 135): „Die Fibrillen entspringen nahe der Afteröffnung als feine Fäden von der Grenzmembran und weisen eine der Wimpern entsprechende Inserierung auf, d. h. sie nehmen einzeln ebenfalls von einem Basalkörnchen ihren Ursprung. Schon sehr früh vereinigen sie sich zu den starken Fäden, die uns in Totalpräparaten entgegen treten. An Schnitten kann man häufiger das Aufsplittern dieser Gebilde erkennen." Sie berühren mit ihrem Ende die Grenzmembran nicht und eine Verbindung mit den Schlundstützen war nach Braune zweifelhaft. Es sind nach ihm „elastische Stäbchen, die sich in gewisser Beziehung mit den Stahlstäben eines Regenschirmes vergleichen lassen" (von mir gesperrt). „Sie sind stets etwas gebogen und zwar so, daß die Biegung bei der Rotation des Körpers stets voran geht. Ich möchte sie daher als Afterstützen bezeichnen."

Eigene Untersuchungen.

Wir wollen unsere Besprechung mit den „Schlundstützen" anfangen. Erstens haben wir nach meiner Auffassung auch hier, ganz genau wie bei den *Isotricha*-Arten mit aparten Pharyngeo-

phoren und Präoralhöhlfibrillen zu tun. Nur sind hier die Pharyngeophoren viel geringer ausgebildet als bei *Isotricha prostoma*. Daß wir auch hier wirklich diese Fibrillengruppen voneinander unterscheiden müssen, kann man aus dem Querschnitt Fig. 39 schließen, wo die Präoralhöhlfibrillen nur als Punkte sichtbar sind, während von zwei Stellen der Präoralhöhle Pharyngeophoren in die Richtung der Grenzschicht ziehen. Auch an Fig. 34 sieht man ein Pharyngeophor. Die Fig. 34 und 36 zeigen die Präoralhöhlfibrillen, die besonders bei Fig. 34 sehr weit nach unten zu verfolgen sind. Nicht klar ist mir aber, was Braune in dieser Hinsicht schreibt. Einmal sagt er, daß die Streifen, welche Schuberg schon erwähnte, „nur die Fortsetzung der Körperoberflächenstreifung" darstellen und etwas später teilt er mit, daß die obengenannten „Schlundfibrillen" schon an Totopräparaten aufzufinden sind. Nun ist es doch ganz unmöglich, daß dies der Fall ist. Man sollte also einmal durch die gestreifte Körperwand, zweitens durch das Entoplasma und drittens durch die dicke Präoralhöhlwand mit der Fibrillenumkleidung hindurchsehen müssen, um die „Schlundstreifen" zu Gesicht zu bekommen. Braune gibt selbst auch nur die Fibrillen an und zeichnet die Streifen nicht. Schuberg und Eberlein haben also wahrscheinlich bereits diese Fibrillen gesehen. Ein weiteres Argument, daß die „Streifen" nicht an der Präoralhöhlseite der Wand verlaufen, hat man in der Tatsache, daß an Präoralhöhlenquerschnitten, sowohl bei den zwei *Isotricha*-Arten als bei *Dasytricha* niemals Punkte oder etwas, was damit verglichen werden könnte, an dieser Seite vorhanden sind.

Was die Afterstützen betrifft, habe ich nichts Neues hinzuzufügen. Nur gebe ich eine Anzahl Abbildungen von Schnitten, da Braune dies nicht getan hat. Auf Fig. 33 sind auch die bei *Isotricha prostoma* besprochenen „Mitochondrien" (Mit.) abgebildet. In Fig. 36 ist die Afteröffnung getroffen und kann man erblicken, wie diese Fibrillen (Aft. St.) von deren Peripherie entspringen. An Fig. 37, welche den folgenden Schnitt desselben Individuums zeigt, kann man die Afterstützen sehr weit proximal verfolgen. Fig. 38 schließlich bildet einen sehr schiefen longitudinalen Schnitt ab; an diesem Schnitte sieht man sehr deutlich, daß die Fibrillen alle nach der Körperoberfläche ausstrahlen. Fig. 41 stellt einen schematischen Längsschnitt dar.

Wir haben hier also:

1. die Cilienwurzeln (C. w.),
2. die Pharyngeophoren (Ph. ph.),
3. die Präoralhöhlfibrillen (Pr. H. F.),
4. die Afterstützen (Aft. St.).

Deutung der Fibrillen.

Wenn wir nun noch einmal alle besprochenen Fibrillen betrachten, so ist es doch wohl klar, daß dies wirklich Morphoneme sind, im Sinne, wie ich diesen Namen in meiner früheren Arbeit gebraucht habe. Das gilt also an erster Stelle für die Pharyngeophoren, die Präoralhöhlfibrillen und die Karyophoren; wo diese letzten Fibrillen an der Grenzschicht befestigt sind, ist diese Schicht öfters etwas nach innen gezogen (siehe Fig. 9, 11, 20).

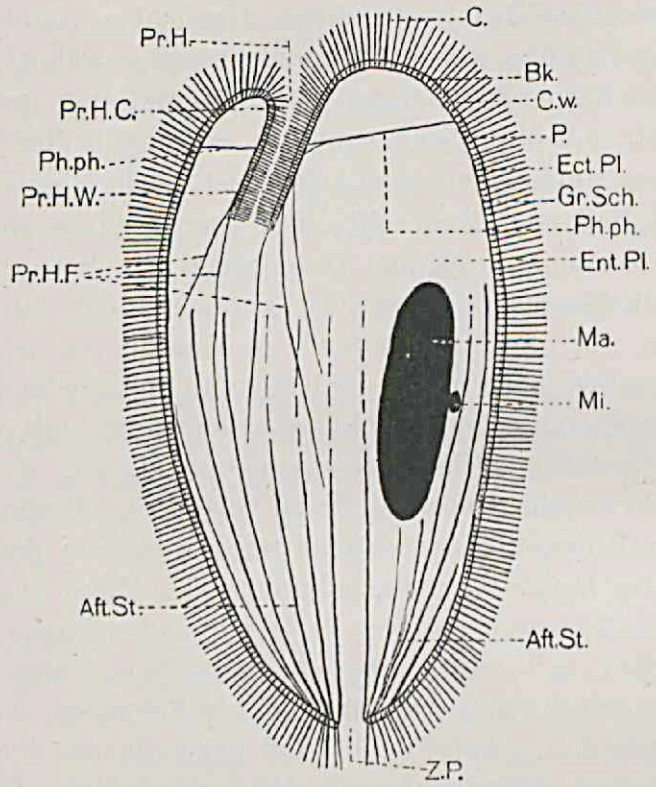

Fig. 41. *Dasytricha ruminantium.* Schematischer Längsschnitt

Sehr interessant sind auch die Afterstützen; es muß uns nicht verwundern, daß wir hier einen Stützapparat antreffen, da dieser Körperteil sowohl nach Schuberg und Eberlein, als nach Braune, bei der Bewegung vorangeht. Auch bei *Ichthyophthirius* fanden wir einen sich kreuzenden Fibrillenkomplex, hier freilich an der Oralseite (4, Fig. 37); ebenso war bei *Didinium nasutum* ein sehr kompliziertes „Gerüst" am oralen Körperteil vorhanden (4, Fig. 43).

Bei der Familie der Isotrichen wird eine gewisse Körpersolidität (elastische Festigkeit), welche doch bei diesen Rumenparasiten von höchster Wichtigkeit sein wird, auf zwei verschiedenen Wegen erreicht. Bei den zwei *Isotricha*-Arten finden wir nur wenige Afterstützen, welche einander mehr oder weniger kreuzen; überdies sind hier aber im hinteren Körperteil eine Anzahl Dorsoventralfibrillen anwesend, welche natürlich auch ihren Einfluß auf die Festigkeit ausüben.

Bei *Dasytricha ruminantium* aber finden wir ein sehr kräftig entwickeltes Gerüst, etwa vergleichbar mit den Stäben eines Regenschirmes, wie sich Braune sehr richtig äußerte.

Merkwürdig ist weiter, daß der Kern bei *Dasytricha* keinen fixierten Platz hat, wie es die früheren Autoren schon angaben. Vgl. auch meine Fig. 33 und 40, wo die Lage der Kerne (Macronuclei) wohl außerordentlich verschieden ist!

Schuberg hat die Bewegung des Kernes von *Dasytricha* selbst beobachtet. Er schreibt (p. 389): „Ich erinnere mich besonders eines Falles, wo der am Vorderende zur Seite des Schlundes gelegene Nucleus durch den durch den Schlund eindringenden Wimperstrom, der auch das übrige Protoplasma in eine lebhafte Bewegung versetzte, in einer raschen rotierenden Bewegung erhalten wurde."

Karyophoren sind hier also selbstverständlich nicht vorhanden, wie schon oben gesagt wurde, während diese bei den zwei *Isotricha*-Arten gerade stark entwickelt sind, womit eine konstante Lage des Macronucleus parallel geht! Hiermit ist die Morphonemennatur dieser Fibrillen wohl bewiesen!

Schließlich betone ich auch hier nochmals, ebenso wie in meiner früheren Arbeit (4, p. 405), „daß — eine zentrale Vereinigung (der Fibrillen) fehlt und wir es hier mit verschiedenen aparten Fibrillenkomplexen zu tun haben".

Systematisches.

Aus den oben mitgeteilten geht nach meiner Auffassung schon genügend hervor, daß zwischen *Dasytricha* und *Isotricha* ein wichtiger Unterschied besteht:

Ein Unterschied ist vorhanden in:

1. der viel geringeren Größe,
2. der Zahl der kontraktilen Vakuolen (nur eine, fast stets bei der Präoralhöhle gelegen),
3. dem Fehlen der „Ectoplasmaschicht" (inneres Ectoplasma),
4. dem anderen Verlauf der Oberflächenrippen (mehr spiralig),
5. dem Fehlen von Dorsoventralfibrillen,
6. ganz anderem „Aftergerüst".

Ich glaube dann auch, daß Braune mit Unrecht den Namen *Dasytricha* in *Isotricha* verwandelt hat. Denn wo man *Isotricha prostoma* und *intestinalis* als zwei Arten unterscheidet, während der Unterschied hier sehr gering ist (hauptsächlich andere Lage der Präoralhöhle), muß man *Dasytricha ruminantium* wohl zu einem aparten Genus rechnen. Wir haben hier ein gutes Beispiel dafür, daß in der Systematik der Ciliaten auch das Fibrillensystem als Unterscheidungsmerkmal angewendet werden kann!

Kampen (Holland), 22. Januari 1928.

Bedeutung der Abkürzungen in sämtlichen Figuren.

Aft. St.: Afterstützen.
äuß. Ect. Pl.: äußeres Ectoplasma.
Bk.: Basalkörperchen.
C.: Cilie.
C. V.: kontraktile Vakuole.
C. w.: Cilienwurzel.
d. v. F.: Dorsoventralfibrille.
Ect. Pl.: Ectoplasma.
Ent. Pl.: Entoplasma.
Gr. Sch.: Grenzschicht.
inn. Ect. Pl.: inneres Ectoplasma.
K. ph.: Karyophoren.
Ma.: Macronucleus.
Mi.: Micronucleus.
Mit.: Mitochondrien (?).
P.: Pellicula.
P. Rip.: Pellicularippen.
P F.: Pelliculafurchen (worin Cilienreihen).
Ph. ph.: Pharyngeophoren.
Pr. H.: Präoralhöhle.
Pr. H. C.: Cilien der Präoralhöhle.
Pr. H. F.: Präoralhöhlfibrillen.
Pr. H. W.: Wand der Präoralhöhle.
Z. P.: Cytopyge (Afteröffnung).

Alle Figuren sind bei homog. Ölimmers. $^1/_{12}$ und Zeiss Comp. Oc. 6 (7×) mit der freien Hand gezeichnet. Daher läßt sich die Vergrößerung nicht genau angeben. Nur Fig. 1 und 24 sind mit Zeiss Comp. Oc. 15 gezeichnet.

Literaturverzeichnis.

1) Braune, R. (1913): Untersuchungen über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 32 p. 111—170.
2) Eberlein, E. (1895): Über die im Wiederkäuermagen vorkommenden ciliaten Infusorien. Zeitschr f. wiss. Zool. Bd. 59 p. 233—304.
3) Hartmann, M. (1925): Allgemeine Biologie. I. Teil. Jena (G. Fischer).
4) Kate, C. G. B. ten (1926): Über das Fibrillensystem der Ciliaten. Dissertation, Nauta en Co. Zutphen (Holland) und Arch. f. Protistenk. Bd. 57 p. 362—426.
5) Schuberg, Aug. (1888): Die Protozoen des Wiederkäuermagens. I. (Bütschlia, Isotricha, Dasytricha, Entodinium.) Zool. Jahrb., Abt. f. System., Geogr. u. Biol. der Thiere Bd. 3 p. 365—418.

Für weitere Fibrillenliteratur siehe man das Literaturverzeichnis in meiner früheren Arbeit (4, p. 423—426).