

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem Zoologischen Institut Heidelberg.)

Beiträge zur Kenntnis von *Stentor coeruleus* EHRBG. und *St. roeselii* EHRBG.

Von
Dr. Olaw Schröder.

(Hierzu Tafel I.)

Material und Methoden.

Das Material zu den vorliegenden Untersuchungen konnte stets in beliebig großer Menge beschafft werden, da sich sowohl *Stentor coeruleus* als auch *St. roeselii* in den Aquarien und Kulturgläsern des Zoologischen Instituts während des ganzen Sommers in großer Anzahl entwickelte.

Zur Konservierung verwandte ich mit gutem Erfolge HERMANS's und FLEMMING's Gemische, sowie 1proz. Osmiumsäure. Die beiden erstgenannten Konservierungsflüssigkeiten hatten indessen den Vorzug, daß die Plasmastrukturen besser erhalten blieben. Als wenig geeignet erwies sich dagegen die von NERESHEIMER (03) angegebene Mischung: 20 ccm Formol 8 Proz., 20 ccm Kal. bichrom. 2 Proz., 1 ccm Eisessig zu der vor dem Gebrauch ein Tropfen Osmiumsäure 1proz. hinzugesetzt wird. Das Plasma der mit diesem Gemisch fixierten Stentoren war in Klumpen zusammengeballt, die äußere Körperschicht schlecht erhalten, so daß die Beziehungen der Myoneme zu den Zwischenstreifen und das Vorhandensein eines Myonemkanals kaum zu erkennen waren.

Das konservierte Material wurde teils auf Schnittserien von 3—5 μ Dicke untersucht, teils zur Herstellung von Klopfppräparaten

verwandt. Stets wurden die gefundenen Resultate an lebendem Material nachgeprüft.

Zur Schnittfärbung verwandte ich Hämatoxylin-chromsaurer Kalium, teilweise mit Nachfärbung durch Eosin, DELAFIELD'S Hämatoxylin und die von MALLORY angegebene Dreifachfärbung in den von mir an anderer Stelle (06) angeführten Mischungsverhältnissen. Diese letzte Methode ergibt eine recht differente Färbung der verschiedenen Zellorgane und daher sehr übersichtliche Bilder. Dagegen färben sich die gleichen Zellbestandteile, selbst wenn die gleiche Fixierungsmethode angewandt worden war, nicht immer in derselben Weise. So wurden die Myoneme z. B. grau, orange, rot oder violett gefärbt, und das Plasma orange oder grauviolett bis grau. Nicht geeignet ist diese Methode für Totalfärbungen, da die einzelnen Farbstoffe ungleichmäßig eindringen.

Der Zweck dieser Arbeit war in erster Linie, die Myonemsysteme der Gattung *Stentor* einer erneuten Untersuchung zu unterziehen. Anhangsweise werde ich auch auf den Bau der Membranellzone eingehen, der bisher in keiner Arbeit ganz richtig dargestellt wurde.

Da in fast allen neueren Abhandlungen, z. B. bei BÜTSCHLI (87—89), SCHUBERG (91) und JOHNSON (93), die ältere Literatur über die Myonemfrage bei *Stentor* berücksichtigt wurde, so darf ich sie an dieser Stelle wohl übergehen.

Die erste genauere Untersuchung des Baues der Körpermyoneme von *Stentor* verdanken wir BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF (BÜTSCHLI 87—89 p. 1297). Sie unterscheiden bei *Stentor coerulesus* die Pigmentkörner führenden Rippenstreifen und pigmentfreie Zwischenstreifen. Die Rippenstreifen ließen die Struktur der Alveolarschicht erkennen, die den Zwischenstreifen fehlen soll. Unter letzteren, und zwar direkt unter der Pellicula, soll je ein Myonemkanal hinziehen, in welchem an der der Cilienreihe benachbarten, also rechten Seite ein Längsmyonem verläuft. Die Myonemkanäle springen häufig gegen das Corticalplasma konvex vor. Der Querschnitt der Myoneme sei oval.

Sonderbarerweise wurden diese Befunde BÜTSCHLI'S und SCHEWIAKOFF'S von neueren Autoren nicht bestätigt. Hierauf werde ich nach Darstellung meiner eigenen Resultate noch näher eingehen.

Zunächst wende ich mich zur Besprechung des Myonemsystems der Seitenfläche und werde erst später das des Stirnfeldes kurz

nachholen. Bekanntlich wird die gesamte Körperoberfläche der *Stentoren* von abwechselnd körnigen dunkleren und körnerfreien hellen Streifen gebildet. Die ersteren wurden, wie oben bemerkt, von BÜTSCHLI Rippenstreifen, die letzteren Zwischenstreifen genannt. An der rechten Seite der Zwischenstreifen befinden sich die Cilienreihen. In den Rippenstreifen liegen die pigmentierten (*St. coeruleus*) oder pigmentfreien (*St. roeselii*) Körner, welche diese Streifen dunkler erscheinen lassen. Unter jedem Zwischenstreifen verläuft ein Myonem, wie man schon am lebenden Infusor sehen kann. Die Zwischenstreifen lassen sich vom Fußende bis nahe an die Membranellezone ununterbrochen verfolgen. Abgesehen von der Verästelungszone (SCHUBERG) finden sich Gabelungen oder Verzweigungen der Zwischenstreifen nur selten. In der Verästelungszone verzweigen sich die Myoneme in gleicher Weise wie die Zwischenstreifen, so daß auch dort unter jedem Zwischenstreifen ein Myonemfibrille liegt. Bei Betrachtung der Körperoberfläche überzeugt man sich ebenfalls leicht davon, daß das Myonem nicht unter der Mitte des Zwischenstreifens verläuft, sondern näher an der zugehörigen Cilienreihe, wie es von BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF bereits beschrieben wurde. Diese seitliche Lagerung der Myoneme kann man auch auf günstigen Flächenschnitten (Fig. 6 u. 7) erkennen.

An lebenden *Stentoren* sieht man schon bei der Flächenansicht, viel deutlicher aber bei Untersuchung des optischen Querschnittes der Körperoberfläche (Fig. 5), daß die Myoneme in einem hellen Kanal verlaufen. Selbstverständlich muß das Infusor günstig liegen, doch wird es bei einiger Übung leicht gelingen, die lebenden *Stentoren* in die geeignete Lage zu bringen. Das Vorhandensein des Myonemkanals erkennt man mit größter Deutlichkeit auch auf Querschnitten (Fig. 1—4). Fig. 1 stellt einen Querschnitt durch die mittlere Körperregion von *Stentor coeruleus* dar. Die Rippenstreifen (*r*) sind mit zahlreichen blaugrünen Pigmentkörnern erfüllt, die Zwischenstreifen (*z*) sind hier gelb gefärbt. An ihrem rechten Rand befinden sich die Cilien (*c*). Unter den Zwischenstreifen (*z*) liegen, vom Corticalplasma umgeben, die etwa ovalen Querschnitte der Myonemkanäle (*mk*), welche von den Zwischenstreifen (*z*) nach außen abgeschlossen werden. In der der Cilienreihe benachbarten Region jedes Kanals sieht man den ovalen oder eher birnförmigen Querschnitt des Längsmyonems (*lm*), dessen verschmälerte Außenkante sich an den Zwischenstreifen anheftet. Ein ähnliches Bild geben alle Querschnitte vom aboralen Pol bis dicht unterhalb des Peristomfeldes.

Hieraus ist ersichtlich, daß die Myoneme ziemlich hohe Bänder

sein müssen, was wir auf Längsschnitten auch bestätigt finden (Fig. 8, 10 u. 12 *lm*). Die Höhe der Myonembänder ist je nach dem Grade der Kontraktion verschieden. Bei Fig. 1—3 betrug sie 3—4 μ , bei Fig. 4 sogar 6—7 μ . Dabei ist allerdings nicht zu vergessen, daß die fixierten Exemplare meist stark, oft beinahe zu einer Kugel kontrahiert sind. Bei lebenden, ausgestreckten Exemplaren ist das Myonemband daher viel schmaler, wie auch aus Fig. 5 ersichtlich ist. Die Dicke der Myonembänder beträgt nur etwa 1 μ . Stets ist die äußere Kante der Myoneme, die sich an den Zwischenstreifen anheftet, schmal, die nach innen gerichtete freie Kante meist dick (Fig. 1, 3—5). Selten dagegen zeigen die Myoneme eine gleichmäßige Dicke, wie es Fig. 2 darstellt.

Wie schon oben erwähnt wurde, kann man die Zwischenstreifen und die darunter liegenden Myoneme vom Fußende bis dicht an die Membranellenzone des Stirnfeldes verfolgen. Auf günstigen Längsschnitten ist indessen leicht zu erkennen, daß die Myoneme am Fußende nicht gleichzeitig mit den Zwischenstreifen enden (Fig. 10), sondern sich nach innen und etwas nach vorn umbiegen, indem sie, sich etwas verjüngend, zusammen eine Art Kegel über der Fußplatte (*fp*) bilden. Ein Verschmelzen der Myonemenden oder eine engere Verbindung derselben miteinander konnte ich jedoch an dieser Stelle nicht feststellen.

Von dem Gipfel dieses Kegels aus können wir also die Myonembänder unter dem ganzen Verlauf der Zwischenstreifen in konstanter Höhe oder nach vorn etwas schmaler werdend (Fig. 8 *lm*) verfolgen. Kurz vor dem Rand des Stirnfeldes hören jedoch die Zwischenstreifen auf, ohne diesen also zu erreichen. Bei flüchtiger Betrachtung erhält man leicht den Eindruck, daß auch die Myoneme an dieser Stelle enden. Auf guten Schnitten kann man aber stets erkennen, daß eine allerdings sehr feine Fortsetzung der Myoneme vorhanden ist. Diese lassen sich bis zur adoralen Zone verfolgen und ziehen gegen die Basalsäume der Membranellen (Fig. 8 *bs*). Ob und in welcher Art sich hier die Myoneme mit den Basalsäumen verbinden, konnte ich nicht feststellen. Bemerkenswert ist es indessen, daß diese feine Fortsetzung der Myoneme tiefer im Innern des Plasmas verläuft, also nicht wie der Hauptteil der Myoneme an der Körperwand befestigt ist.

Über die feinere Struktur der Myoneme kann ich folgendes mitteilen. Von der Ansicht auf die flache Seite (Fig. 8 u. 10) zeigen die Myonembänder (*lm*) häufig keine feinere Struktur, abgesehen davon, daß ihre tiefere Region wegen der nach innen zunehmenden

Dicke dunkler gefärbt erscheint. In manchen Fällen erscheinen sie indessen auch in dieser Ansicht aus abwechselnden hellen und dunklen Abschnitten zusammengesetzt (Fig. 12). Diese Erscheinung beobachtet man häufiger und besser auf oberflächlichen Schnitten durch den Körper, auf denen die Myonembänder von der Schmalseite gesehen werden (Fig. 11). In diesem Falle ist die Erscheinung natürlich deshalb deutlicher, weil das Myonemband in dieser Ansicht eine weit größere Tiefe im Präparat besitzt, als wenn es flach liegt, wie auf Fig. 12; die dunklen Abschnitte werden daher viel dunkler erscheinen als in der ersterwähnten Ansicht. Auf Fig. 11 sehen wir, daß die dunklen Abschnitte zugleich Schwellungen der Myonemsubstanz bilden. Diese Anschwellungen sind wohl zweifellos als Anzeichen der Kontraktion der Myoneme aufzufassen. Ähnliche Bilder der Myoneme kann man auch an lebenden Stentoren unter günstigen Verhältnissen beobachten, deren Myoneme dann quergestreift erscheinen, was von BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF entdeckt wurde. Hieraus folgt also sicher, daß die auf Präparaten feststellbare Querstreifung der Myoneme kein sog. Kunstprodukt ist.

Die Kanäle der Längsmyoneme besitzen einen etwa ovalen bis kreisförmigen Querschnitt (Fig. 1—5 *mk*), dessen Gestalt natürlich auch von den Körperkontraktionen beeinflusst wird. Ich konnte das Vorhandensein der Kanäle unter dem ganzen Verlauf der Zwischenstreifen feststellen; dagegen waren sie nicht mehr deutlich dort nachweisbar, wo die Myoneme (wie oben geschildert) am Hinterende ins Innere einbiegen und zu einer Art Kegel zusammentreten (Fig. 10). Auch in der vorderen Körperregion konnte ich die Kanäle nur soweit sicher verfolgen, als die Zwischenstreifen reichten und die Myoneme noch bandförmig sind (Fig. 8). Ich vermute indessen, daß auch die vordere fadenartige Verlängerung jedes Myonems wie die Myoneme der Vorticellen (siehe meine Abhandlungen im Arch. f. Protistenk. Bd. VII Heft 1—3) in einem kanalartigen Raum verläuft, wie ich es auf Fig. 8 angedeutet habe. Die Kanäle verlaufen in ihrer ganzen Ausdehnung wahrscheinlich im Corticalplasma. Dies genau festzustellen ist deshalb nicht leicht, weil das Corticalplasma ganz allmählich in das Entoplasma übergeht und eine scharfe Grenze beider nirgends zu finden ist. Wie schon erwähnt, wird die Außenwand der Myonemkanäle von den Zwischenstreifen gebildet.

Die Zwischenstreifen sind unzweifelhaft dem Alveolarsaum zuzurechnen. Auf einigen Präparaten (Fig. 1, 2 n. 4 *z*) konnte ich in den Zwischenstreifen die charakteristische, einschichtige, radiäre Wabenstruktur des Alveolarsaumes mit Deutlichkeit erkennen. Wir

haben uns daher in den Zwischenstreifen längsgerichtete Bänder der Alveolarschicht zu denken, die in besonderer Weise differenziert sind und sich vermutlich durch bedeutendere Festigkeit auszeichnen. Auf diese Weise gewähren sie den an sie festgehefteten Myonemen einen besseren Halt. Wahrscheinlich wirken sie auch durch ihre Elastizität bei der Wiederausdehnung des Körpers mit; denn daß die Zwischenstreifen trotzdem noch sehr elastisch sind, geht schon aus der starken Kontraktionsfähigkeit des Stentorkörpers hervor. Auch kann man beobachten, daß die Breite und Dicke der Zwischenstreifen je nach der Stärke der Kontraktion wechselt, d. h. also bei größerer Kontraktion bedeutender als bei schwächerer Kontraktion oder ausgedehnten Exemplaren ist. Die substanzielle Beschaffenheit der Zwischenstreifen ist sicher von der der Rippenstreifen wesentlich verschieden, wie aus ihrer immer ganz eigenartigen Färbung hervorgeht; häufig färben sie sich ebenso wie die Myoneme (Fig. 3, 8, 10 u. 12), häufig aber auch abweichend (Fig. 1, 2 u. 4). Daß die Zwischenstreifen fester sind als die Rippenstreifen, folgt sicher daraus, daß letztere sowohl an lebenden Stentoren wie bei konservierten Exemplaren stets zwischen den Zwischenstreifen gewölbt hervorquellen (Fig. 1—5 u. 8 oben). Diese Hervorbuchtung der Rippenstreifen nimmt mit der Kontraktion zu.

Auch die Rippenstreifen lassen eine Alveolarschicht erkennen, wie ich an einigen Präparaten von *Stentor roeselii* sicher wahrnehmen konnte (Fig. 4 r). Auf dem in Fig. 4 wiedergegebenen Präparat besaß die Alveolarschicht sogar in ihrer gesamten Ausdehnung eine vom Corticalplasma abweichende Färbung. Bei *Stentor coeruleus* dagegen wird die Alveolarschicht der Rippenstreifen durch die Pigmentkörner verdeckt oder jedenfalls undentlich gemacht.

Ich brauche an dieser Stelle nur noch auf die scheinbare feine Querstreifung der Zwischenstreifen einzugehen. Schon BÜTSCHEL (87—89 p. 1298) vermutete, daß dieselbe auf den Rippenstreifen auch vorhanden sei, aber durch die darunter liegenden Pigmentkörner undentlich würde. Dies ist nun tatsächlich der Fall, denn bei *Stentor roeselii* kann man sich leicht davon überzeugen, daß die Querstreifung sich auch auf die Rippenstreifen erstreckt (Fig. 7 r). Der Grund dieser anscheinenden Querstreifung ist eine feine unregelmäßige Querringelung oder Querfältelung der Pellicula. Auch die Anordnung der Pigmentkörner in Querreihen, die man bei *Stentor coeruleus* häufig beobachten kann (Fig. 6), glaube ich auf diese Querfältelung zurückführen zu dürfen.

Es bleibt noch übrig, des am aboralen Körperpol gelegenen

„Fußes“ von *Stentor* zu gedenken. Derselbe stellt eine etwa kreisförmige Körperstelle am Hinterende dar, bis zu der sich die Zwischen- und Rippenstreifen verfolgen lassen. Das Aussehen des Fußes ist, je nachdem das Exemplar schwimmt oder festgeheftet ist, ein sehr wechselndes, worauf schon JOHNSON (93) hingewiesen hat. Die Festheftung geschieht meist mittels pseudopodienartiger Fortsätze, die lobos oder cilienähnlich (Fig. 10 *cf*) sein können. Diese Fortsätze entspringen von einer ziemlich grobwabigen Plasmamasse (Fig. 10 *fp*), die sich unterhalb des von den Myonemen gebildeten Kegels befindet. Auf Schnitten, die nach MALLORY'S Angaben gefärbt sind, hat diese Stelle eine vom übrigen Plasma differente Färbung, ähnlich derjenigen der Myoneme und Zwischenstreifen.

Nur kurz brauche ich auf die Myonemsysteme des Stirnfeldes einzugehen. Wir finden dort ganz analoge Verhältnisse wie auf der übrigen Körperfläche, nur sind alle Teile kleiner und weniger deutlich (Fig. 8). Auch dort befinden sich unter allen hellen Streifen, die also den Zwischenstreifen entsprechen, die Myoneme in Kanälen, und an der konvexen Außenseite der bogenförmig verlaufenden Zwischenstreifen stehen die Cilienreihen. Auch in dem an der Innenseite der Membranellenzone hinziehenden, bei *St. coeruleus* pigmentierten „Randstreif“ (Fig. 8 *rst*) verläuft ein heller Zwischenstreifen (*zrst*). Unter diesem befindet sich ebenfalls ein Myonem, sowie eine Cilienreihe an seiner Seite.

Wenn wir die eben mitgeteilten Ergebnisse mit den Beobachtungen von BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF vergleichen, so ergibt sich, daß sie in den Hauptpunkten übereinstimmen. Die von mir angewandte Schnitttechnik erlaubte es indessen, manche Verhältnisse noch genauer zu erkennen. So wird z. B. die Alveolarschicht nicht in den Zwischenstreifen durch die Myonemkanäle unterbrochen, sondern die Zwischenstreifen sind besonders differenzierte Abschnitte derselben, und die Myonemkanäle verlaufen unter ihnen im Corticalplasma.

Die Struktur der Myoneme wurde von BÜTSCHLI (87—89 p. 1300) darauf zurückgeführt, daß er die Myoneme als Plasmafäden deutete, die aus einer Wabenreihe gebildet werden. Derartig gebaute Myoneme habe ich bei meinen Untersuchungen an Vorticellen öfter nachgewiesen (vgl. diese Zeitschrift Bd. VII Heft 1, 2 u. 3). Wie oben schon näher ausgeführt, glaube ich die Myonemstruktur bei *Stentor* indessen als Kontraktionserscheinung deuten zu müssen.

In neuerer Zeit haben sich JOHNSON (93), MAIER (02) und NERESHEIMER (03) mit Untersuchung von *Stentor* beschäftigt und namentlich

auch über die Myoneme berichtet. JOHNSON (93) gelang es nicht, die von BÜTSCHLI dargestellte Alveolarschicht wiederzufinden. Er schreibt darüber (p. 479): „If such a layer exists in *Stentor*, as seems probable, it is extremely thin, and its structure so obscure as to escape detection. In *S. caeruleus* the structure of the ectoplasm is further masked by the abundant pigment, which it is impossible to remove. Notwithstanding these observational difficulties (BÜTSCHLI (89, p. 1298 Fig. 14d), has figured an alveolar structure for the ectoplasm of *S. caeruleus*; but after repeated efforts, I am still unable to make it out.“ Ferner beschreibt JOHNSON den Querschnitt der Myoneme als kreisförmig und konnte die Querstreifung derselben nicht feststellen, die er daher für ein Kunstprodukt zu halten geneigt ist (p. 483): „BÜTSCHLI (89, p. 1298) describes the myonemes of *S. caeruleus* as being oval in transverse optical section; to me however, the section has always appeared to have a circular outline (fig. 5). Neither have I been able to make out the transverse striations figured by BÜTSCHLI, even with the 2 mm apochromatic homogenous immersion of ZEISS. While I do not assert the absence of the striae, owing to my inability to see them, I would nevertheless suggest that the appearance observed by BÜTSCHLI was of artificial origin.“ Auch den Myonemkanal fand JOHNSON nicht wieder (p. 485): „BÜTSCHLI (89, p. 1298) has represented the Myoneme of *S. caeruleus* as lodged in a „canal“, lying in the „alveolarschicht“ beneath the clear stripe. Although I have searched for it repeatedly, I have been unable to find the least evidence of such a structure, either in optical or actual sections.“

Ebenso wie JOHNSON hat auch MAIER (02) „trotz eifrigen Bemühens weder im Leben noch auf Schnittpräparaten eine Andeutung der von BÜTSCHLI beschriebenen und abgebildeten Alveolarschicht nachweisen“ können. Ebenso wenig fand er den Myonemkanal wieder. Den Querschnitt der Myoneme findet er kreisrund. Wenn MAIER angibt (p. 106), daß die Basalkörperchen der Cilien tiefer als die ziemlich oberflächlich verlaufenden Myoneme liegen, so beruht das sicher auf einer Verwechslung der Zwischenstreifen mit den Myonemen, da letztere, wie wir gesehen haben, ziemlich tief ins Corticalplasma hineinragen. Auf seiner Fig. 10b hat MAIER auch die Myoneme abgebildet, aber nicht als solche erkannt. Was von ihm mit „M“ bezeichnet ist, sind jedenfalls die Querschnitte der Zwischenstreifen des Peristomfeldes, die tiefer liegende dunkle Linie ist aber wohl dadurch zustande gekommen, daß die Myoneme des Peristomfeldes nicht ganz quer getroffen sind und die Abschnitte der einzelnen

Myoneme zusammen eine fortlaufende Linie vortäuschen. MAIER selbst gibt für diese Linie auf seiner Abbildung weder eine Beschreibung noch erwähnt er sie im Text. Auch an der unterhalb der Membranelle gezeichneten Körperpartie hat MAIER unter den Basalkörperchen eine dunkle Linie eingetragen, die nichts anderes ist als ein Längsmyonem, das nicht in seiner ganzen Breite und im Zusammenhang mit dem zugehörigen Zwischenstreifen getroffen ist.

Die neuesten Untersuchungen über die Myoneme von *Stentor* stammen von NERESHEIMER (03). Er glaubt festgestellt zu haben, daß die Myoneme im basalen Körperabschnitt an ihrer Außenseite von Fibrillen begleitet würden. Bei der von ihm angewandten Tinktion (nach MALLORY) färbten sich die Myoneme deutlich rot, die angeblichen, mehr peripher gelegenen Fibrillen dunkelviolett, während die Zwischenstreifen ungefärbt blieben. Diese „Fibrillen“ sollen nach NERESHEIMER nervöse Organellen sein, weshalb er sie Neurophane nennt. Er schreibt (p. 308) darüber: „An dünnen Schnittserien fand ich die elliptischen Querschnitte der Myophane in ziemlich gleichen Abständen nahe der Peripherie gelagert, den längsten Durchmesser der Ellipse nach dem Centrum des Tieres gerichtet. Die gleichfalls elliptischen Querschnitte der Neurophane, mit ihrem längsten Durchmesser senkrecht zu dem der Myophane gestellt, lagern etwas peripher von den letzteren.“

Ein Vergleich der Querschnitte, die er in Fig. 7 u. 8 dargestellt hat, mit meinen Abbildungen 1—5 ergibt sofort, daß NERESHEIMER die Zwischenstreifen für besondere Fibrillen gehalten hat. Dies wird ferner dadurch bestätigt, daß er von den Zwischenstreifen angibt, sie färbten sich nicht mit der MALLORY'schen Methode, während wir fanden, daß sie sehr intensiv gefärbt werden. Von dem Bau der Körperwand hat NERESHEIMER überhaupt nichts gezeichnet, selbst die Rippenstreifen mit ihren Pigmentkörnern sind nicht angedeutet. Wenn seine Fig. 7 u. 8 wahrheitsgetreue Abbildungen von Schnitten sind, so war die Konservierung der Tiere jedenfalls sehr mangelhaft. Die von NERESHEIMER gebrauchte Konservierungsflüssigkeit (20 ccm Formol 8 Proz., 20 ccm Kal. bichrom. 2 Proz., 1 ccm Eisessig, wozu vor Gebrauch ein Tropfen Osmiumsäure 1 Proz. hinzugesetzt wurde) habe auch ich versuchsweise angewandt. Wenn meine damit erzielten Resultate auch anscheinend besser waren, als die von NERESHEIMER, so waren sie doch bei weitem nicht zufriedenstellend, wie ich schon oben ausgeführt habe. Daß auch die anderen von NERESHEIMER gebrauchten Methoden nicht einwandfrei sind, ergibt sich aus der folgenden Bemerkung der NERESHEIMER'schen Arbeit (p. 307):

„Um möglichst große Stücke des losgelösten Ektoplasmas zu erhalten, empfiehlt es sich, die lebenden Stentoren in schwach mit Methylenblau gefärbtes Wasser zu bringen und den Zeitpunkt abzapfen, in dem das Tier das ganze Ektoplasma abwirft und abstirbt. Die abgeworfenen Ektoplaststücke, die sich bald auflösen, fixiert man sofort und färbt sie nach der angegebenen Methode. Die Methylenblaufärbung selbst ergibt keine Resultate, da sich immer nur die Rippenstreifen stark blau färben. Bei all diesen gewaltsamen Methoden ergeben sich natürlich leicht Verzerrungen und Verlagerungen der Elemente, so daß es schwer ist, den normalen Verlauf der Fibrillen genau zu verfolgen. Insbesondere werden die von mir neu aufgefundenen Fasern, für die ich nach Analogie des HÜCKELschen Ausdrucks „Myophane“ die Bezeichnung „Neurophane“ vorschlagen möchte, leicht in die unteren Schichten des Ektoplasmas hineingezerrt. Die beste Übersicht geben Präparate, auf denen diese Verlagerung nur schwach eingetreten ist, so daß die Neurophane, anstatt normalerweise direkt über den Myophanen hinzuziehen, direkt neben ihnen herlaufen.“

Diese eigenartige Konservierungsmethode, bei der im besten Falle die Zwischenstreifen neben die Myoneme gezerrt werden, anstatt peripher von ihnen zu liegen, dürfte doch für genauere Untersuchungen wenig geeignet sein. Durch solche Lageverschiebungen irreführt, scheint dann NERESHEIMER auch die Zwischenstreifen („Neurophane“) und die Myoneme (Myophane) häufig miteinander verwechselt zu haben. Er schreibt (p. 310): „Auch in ihrem Verhalten gegen Reagentien unterscheiden sich die Neurophane von den Muskelfibrillen durch ihre starke Neigung zum Verquellen. An schlecht konservierten Präparaten kann diese Verquellung soweit gehen, daß die Fibrillen streckenweise das rosenkranzartige Aussehen der Kerne von *Stentor coeruleus* imitieren.“ Eine derartige Verquellung ist nun nach meinen Befunden stets bei schlechter Konservierung an den Myonemen zu konstatieren, nicht aber an den Zwischenstreifen („Neurophane“ NERESHEIMER'S), die viel resistenter zu sein scheinen. NERESHEIMER bemerkt weiter: „Aber auch bei den bestkonservierten Exemplaren zeigen sie (die Neurophane) ein variköses Aussehen, das stark an die Nervenfasern von *Hydra* erinnert.“ Auch hier sind höchstwahrscheinlich die Myoneme gemeint, da die Zwischenstreifen nichts von solchen Erscheinungen aufweisen, wohl aber die Myoneme manchmal derartige Varikositäten zeigen können, die ich bei bester Konservierung jedoch nicht fand. Einen weiteren Beweis, daß NERESHEIMER vielfach die Zwischenstreifen („Neurophane“) mit den

Myonemen verwechselt hat, erblicke ich darin, daß er die „Neurophane“ niemals weit über den Äquator des Tieres nach vorn verfolgen konnte, „während die Myophane unverändert bis zur adoralen Wimperspirale fortlaufen“. Wie man auf Klopfpräparaten leicht erkennen kann, reißen die Myoneme bei mangelhafter Fixierung in der oberen Körperregion leicht ab und werden in den unteren Körperabschnitt zurückgezogen, während das bei den Zwischenstreifen natürlich nicht möglich ist. Alle diese Mißgriffe NERESHEIMER'S sind also die Folge ungenügender technischer Methoden.¹⁾ Daß er weder von einer Alveolarschicht noch von einem Myonemkanal etwas gesehen hat, scheint daher auch nicht erstaunlich.

Zum Schluß möchte ich noch auf die Einpflanzung der Membranellen der adoralen Zone im Körper eingehen. Diese wurde zuerst durch SCHUBERG (91) genauer bekannt. Nach ihm setzt sich der Basalsaum jeder Membranelle in Gestalt einer dreieckigen „Basallamelle“ ins Körperinnere fort. Jede Basallamelle läuft in ein feines „Endfädchen“ aus, deren Enden sich alle zu einer „Basalfibrille“ vereinigen, die unter der ganzen adoralen Zone hinzieht. Diese Darstellung SCHUBERG'S wurde später von JOHNSON (93) wie von MAJER (92) bestätigt. Zu anderen Resultaten kam indessen NERESHEIMER (93), dessen Angaben ich hier wörtlich bringen will, da sie mir, selbst an der Hand seiner Abbildungen, nicht genügend klar wurden. Er schreibt (p. 322): „Jede Membranelle scheint zwei verschiedene Fortsätze (Basallamellen) ins Körperinnere zu senden, wo sie sich ganz verschieden verhalten. Betrachtet man nämlich das Peristomfeld von oben, so sieht man bei oberflächlicher Einstellung die Membranellen resp. ihre Basallamellen sich ganz einfach etwa bis zu dem Punkte hinziehen, wo sie auf die SCHUBERG'SCHE „Basalfibrille“ treffen sollten (Fig. 11 a); bei etwas tieferer Einstellung bemerkt man, daß diese angebliche „Basalfibrille“ aus den rechtwinklig umgebogenen, stark verdickten „Endfädchen“ der Basallamellen besteht. Sie sind alle nach einer Richtung umgebogen, berühren sich aber untereinander nicht, so daß tatsächlich die „Basalfibrille“ sich bei genauerem Zusehen in ebenso viele Teile auflöst, als Membranellen vorhanden sind (Fig. 11 b).

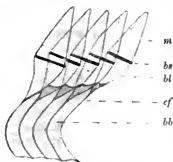
„Bei noch tieferer Einstellung verschwinden diese Gebilde und es zeigen sich weitere Fortsätze, die noch tiefer ins Protoplasma,

¹⁾ In dem Referat über die Arbeit NERESHEIMER'S im Zool. Centralbl. 10. Jahrg. 1903 p. 601 schrieb bereits SCHUBERG: „Seine Methoden mahnen allerdings gar sehr zu einer vorsichtigen Beurteilung seiner morphologischen Beobachtungen und lassen diese der Bestätigung bedürftig erscheinen.“

bis zum Randstreif des Stirnfeldes (SCHUBERG), verlaufen. Diese letzteren Fortsätze gabeln sich teils schon auf der Höhe der sog. „Basalfibrille“, teils erst weiter innen. Einzelne Gabelnden von benachbarten Fortsätzen scheinen sich manchmal zu vereinigen. Im ganzen entsteht hier eine arkadenähnliche Figur, die auf dem Randstreif (rsf Fig. 11c) als Basis ruht. Außerdem erscheint die ganze Zone vom Randstreif bis zu den hakenförmigen Umbiegungen der Endfädchen aus einer Art von Membran zu bestehen. Dadurch, daß diese ganze membranöse Zone sich bei losgelösten Peristomfeldern oft nach innen nmschlägt, wird leicht das Bild einer „Basalfibrille“ vorgetäuscht.“

Inzwischen überzeugte sich Prof. SCHUBERG bei einer erneuten Untersuchung seiner Präparate davon, daß die Endfädchen untereinander durch eine Art Membran verbunden sind, und daß diese Membran auch noch die nnteren Abschnitte der Basallamellen an ihrer Innenseite verbände. Diese membranöse Verbindung ist daher wohl von NERESHEIMER teilweise gesehen worden, ihre Beziehung zu den Membranellen und deren Endfädchen indessen nicht erkannt worden. Diese Mitteilungen über das Verhalten der membranartigen Verbindung, die ich „Basalband“ nennen will, machte mir Herr Prof. SCHUBERG vor Beginn meiner Untersuchungen, in deren Verlauf ich mich von der Richtigkeit derselben selbst überzeugen konnte.

Auf dem Radialschnitt durch das Peristomfeld Fig. 8 sehen wir eine Basallamelle (*bl*) von der Fläche. Nach unten läuft sie in das Endfädchen (*ef*) aus, welches nach dem Centrum des Peristomfeldes umbiegt. Der innere, dem Peristomfeld zugewandte Rand der Basallamelle erscheint verdickt und daher von dunklerer Färbung als die übrige Basallamelle. Auf Fig. 9 sieht man mehrere Basallamellen (*bl*) von der Kante, also im optischen Durch-



Textfig. 1.

schnitt. Hier ist deshalb die membranöse Verbindung, das „Basalband“ (*bb*) der Endfädchen von der Fläche wahrnehmbar. Diese Verhältnisse werden durch das nebenstehende Schema (Textfig. 1) genügend erläutert. Auf einigen günstigen Präparaten ließ sich in dem Basalband (Fig. 9 *bb*) eine feine Wabenstruktur nachweisen, und zwar befanden sich in jedem von zwei benachbarten Endfädchen (*ef*) begrenzten Abschnitt des Basal-

bandes (*bb*) regelmäßig zwei Reihen von Waben. Häufig erschien der untere Rand des Basalbandes etwas verdickt, so daß es nicht unmöglich ist, daß dieser verdickte Rand ursprünglich von SCHUBERG (91) für die Basalfibrille gehalten wurde.

Die möglichen Funktionen der Basallamellen und der „Endfibrille“ wurden schon von SCHUBERG (91, p. 217) eingehend in Erwägung gezogen. Zunächst wendet er sich gegen die Deutung, die Basallamellen könnten zum Wachstum und zur Ernährung der Membranellen dienen, wie ENGELMANN (80) von den Faserkegeln der Eckzellen der Muschelkiemen behauptete, denn durch diese Deutung „wäre vor allem das Vorhandensein der Spiralfibrille in keiner Weise zu erklären. Wenn man aber bezüglich der Funktion der in Frage kommenden Apparate überhaupt etwas mit Bestimmtheit behaupten darf, so scheint es mir das zu sein, daß Basallamellen und Spiralfibrille funktionell miteinander in Beziehung stehen, da sie nicht nur unmittelbar und aufs innigste zusammenhängen, sondern auch gegen Reagentien sich gleich verhalten.“

Ebenso weist SCHUBERG die Deutung zurück, die Basallamellen könnten zur besseren Befestigung der Membranellen im Entoplasma dienen. Die Befestigung der Membranellen erfolge vielmehr an den Basalsäumen, die unzweifelhaft Verstärkungen der Pellicula seien. Auch als kontraktile Elemente sieht SCHUBERG die Basallamellen und die Spiralfibrille nicht an, da es ihm nicht gelang, eine Kontraktion „bzw. sonst eine Erscheinung wahrzunehmen, die auf eine solche hätte schließen lassen“.

Schließlich weist er auch (p. 220—221) die Ansicht zurück, die basalen Apparate der Membranellen von *Stentor* als nervös zu deuten (wie es ENGELMANN (80) für die Fibrillen der Cirren hypotricher Infusorien getan hat), da „für die einzigen Gebilde bei Infusorien, die man bis jetzt überhaupt als nervöse ansprechen könnte, der Beweis ihrer wirklich nervösen Natur ebensowenig erbracht ist, als ich (SCHUBERG) ihn bei *Stentor* zu leisten imstande bin“. „Ogleich ich aber von Anfang an selber geneigt war, ihre Bedeutung in dieser Richtung zu suchen, muß ich gestehen, daß mir hierzu die nötigen Beweise mangeln.“ „Leider ist mein Resultat hinsichtlich der Funktion ein negatives; keine der angeführten möglichen Vermutungen scheint mir genügend wahrscheinlich gemacht, um mit einiger Sicherheit angenommen werden zu können.“

JOHNSON (93, p. 491) scheint der Ansicht zuzunehmen, die Funktion der Basalfibrille sei eine nervöse und bestehe darin, die Bewegung der Membranellen zu regeln.

MAIER (02) sieht die Basallamelle ebenso wie die Basalsäume als zur Befestigung der Membranellen dienend an; die Endfädchen und die Basalfibrille hält er dagegen für kontraktile. Er glaubt (p. 136) „die Basalfibrille für ein kontraktiles Gebilde halten zu müssen, welches die Aufgabe hat, bei der Kontraktion des Körpers die intracellulären Fortsätze der Membranellen, d. h. die Basallamellen, einander zu nähern“. Auf einem Mißverständnis beruht es jedoch, wenn MAIER es für die Ansicht SCHUBERG's hält, daß die basalen Apparate der Membranellen nervöser Natur seien. Wie wir oben gesehen haben, hat SCHUBERG sich ausdrücklich gegen diese Deutung gewandt.

NERESHEIMER (03) läßt die Frage, ob es sich um nervöse Gebilde handelt, unentschieden. Bei seinen Vergiftungsversuchen ist ihm ein Einfluß der Nervengifte auf die Wimperbewegung niemals aufgefallen, was also gegen die nervöse Natur der Basalapparate spricht.

Die genaueren Untersuchungen haben nunmehr gezeigt, daß die Verbindung der Basallamellen untereinander eine viel innigere ist, als bisher angenommen worden war. Statt einer Basalfibrille haben wir es mit einem breiten Basalband zu tun. Nichts spricht dafür, dieses Basalband als nervös anzufassen. Aber auch für kontraktile halte ich es durchaus nicht. Schon der Umstand, daß das Basalband auch die unteren Abschnitte der Basallamellen verbindet, spricht dagegen, da eine Befestigung am Rande der Basallamellen doch höchst ungeeignet ist, diese einander zu nähern, da die Zugkraft nur an einer Seite der Basallamellen wirken könnte. Mir scheint daher die Funktion des Basalbandes darin zu bestehen, sämtliche Basallamellen möglichst fest miteinander zu verbinden.

Der ganze Basalapparat der Membranellen von *Stentor* hat somit wahrscheinlich eine mechanische Funktion. Die Membranellen selbst sind an den Basalsäumen befestigt. Diese wiederum haben größeren Halt durch die von ihnen in die Tiefe sich erstreckenden Basallamellen, die ihrerseits durch das Basalband sich gegenseitigen Halt gewähren können. Diese letzte Auffassung von der Funktion des Basalapparates wird jetzt auch von Prof. SCHUBERG geteilt.

Die vorliegende Arbeit wurde im zoologischen Institut zu Heidelberg ausgeführt. Für die freundliche Hilfe, die mir durch Herrn Prof. BÜRSCHLI zuteil wurde, sage ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank.

Heidelberg, Januar 1906.

Literaturverzeichnis.

- 87—89 BÜTSCHLI, O.: BROHN'S Klassen und Ordnungen des Tierreichs Bd. I Aht. 3.
 80 ENGELMANN, TH. W.: Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 p. 505—535.
 93 JOHNSON, H. P.: A contribution to the morphology and biology of the Stentors. Journ. of Morphology Vol. VIII 1893 p. 467—562.
 02 MAIER, H. N.: Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. II p. 73—179.
 03 NERESHEIMEN, E. R.: Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. II p. 305—324.
 06 SCHRODKE, O.: Beiträge zur Kenntnis von *Campanella umbellaria*. Arch. f. Protistenk. Bd. VII Heft 1.
 06 —: Beiträge zur Kenntnis von *Epistylis plicatilis*. Arch. f. Protistenk. Bd. VII Heft 2.
 06 —: Beiträge zur Kenntnis von *Vorticella monilata*. Arch. f. Protistenk. Bd. VII Heft 3.
 91 SCHUBERG, A.: Zur Kenntnis des *Stentor coeruleus*. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Tiere Bd. 4 p. 197.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Die Figuren wurden mit Benutzung eines ZEISS'schen Mikroskops entworfen.

Allgemeine Bezeichnungen.

- alv* = Alveolarschicht.
bb = Basalband der Membranellen.
bk = Basalkörperchen der Cilien.
bl = Basallamelle der Membranellen.
ba = Basalsaum der Membranellen.
c = Cilien.
cf = Cilienähnliche Fortsätze am Hinterende.
ef = Endfädchen der Basallamelle der Membranellen.
fp = Fußplasmamasse.
lm = Längsmyoneme.
m = Membranelle.
mk = Myonenkanal.
pm = Myoneme des Peristomfeldes.
pr = Rippenstreifen des Peristomfeldes.
pz = Zwischenstreifen des Peristomfeldes.
r = Rippenstreifen.
rst = Randstreifen des Peristomfeldes.
z = Zwischenstreifen.
zrst = Zwischenstreifen im Randstreifen.

Fig. 1. *Stentor coeruleus*: Oberflächlicher Teil eines Querschnittes durch die mittlere Körperregion. Fix. FLEMING'S Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 2. *Stentor coeruleus*: Wie Fig. 1, nur hat der Querschnitt der Myoneme ein anderes Aussehen.

Fig. 3. *Stentor roeselii*: Desgl. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. Hämatoxylin-Chromsaurer Kali und Eosin. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 4. *Stentor roeselii*: Desgl. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 5. *Stentor coeruleus*: Teil eines optischen Querschnittes durch die Körperoberfläche eines lebenden, unter dem Deckglase etwas gepreßten Exemplars. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 6. *Stentor coeruleus*: Flächenschnitt durch die Körperoberfläche. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 7. *Stentor roeselii*: Wie Fig. 6.

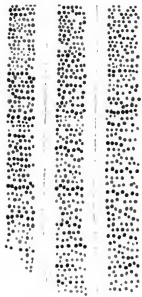
Fig. 8. *Stentor coeruleus*: Teil eines radiären Längsschnittes durch den Rand des Peristomfeldes mit der adoralen Zone. Die Zwischen- und Rippenstreifen, sowie auch der Randstreif des Peristomfeldes sind quer getroffen. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

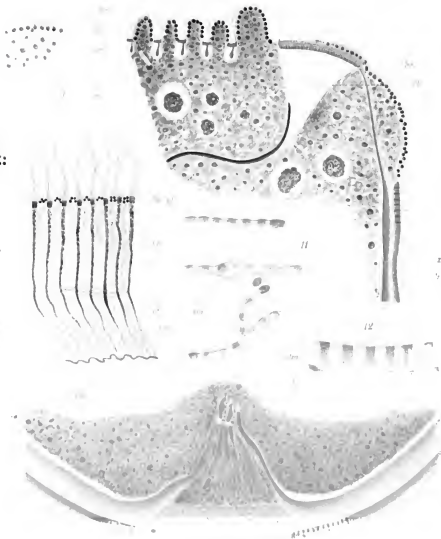
Fig. 9. *Stentor coeruleus*: Stück der adoralen Zone nach einem Klopffpräparat in tangentialem optischen Querschnitt. Die Basallamellen (*bl*) von der Kante, das Basalband (*bb*) von der Fläche gesehen. Fix. FLEMING's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 8, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 10. *Stentor roeselii*: Teil eines Längsschnittes durch das Hinterende. Hinteres Ende der Zwischenstreifen und Umhiegung der Längsmyoneme ins Innere. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 11. *Stentor coeruleus*: Myoneme von der Kante gesehen; nach einem Flächenschnitt der Körperoberfläche. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.

Fig. 12. *Stentor roeselii*: Myonem von der Fläche gesehen; nach einem Längsschnitt. Fix. HERMANN's Gemisch, Färb. nach MALLORY. Comp. Oc. 12, Apochr. Imm. 2 mm.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [8 1907](#)

Autor(en)/Author(s): Schröder Olaw

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis von Stentor coeruleus Ehrbg.](#)

und St. roeselii Ehrbg. 1-16