

Untersuchungen über die sogenannten Urnen der Sipunculiden.

Von

W. Selensky.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Mit Tafel XXXII—XXXV und sechs Figuren im Text.

Einleitung.

Die merkwürdigen Gebilde, die man in so großen Mengen in der Leibesflüssigkeit der Sipunculiden findet, und als Urnen, Töpfchen oder »couples ciliées« bezeichnet, haben seit jeher die Aufmerksamkeit und das Interesse der Forscher erregt, sowie Anlaß zu sehr verschiedenen, sich widersprechenden Ansichten gegeben. Sie werden gedeutet als parasitische Infusorien, parasitische Mesozoen und als eigentümliche Organiten, d. h. Bestandteile der Sipunculiden selbst; das sind die Hauptmeinungen, welche über die Natur der Urnen vorliegen. Keine dieser Auffassungen dürfte aber bis jetzt genügend begründet und endgültig bewiesen sein. Das veranlaßte mich, Bau und Entwicklung dieser merkwürdigen Gebilde aufs neue genau zu untersuchen, um über ihre wirkliche Natur möglichst ins klare zu kommen.

Während eines Aufenthalts an der Zoologischen Station zu Neapel im Herbst 1906 sammelte ich das Material für die vorliegende Arbeit. Es ist mir eine angenehme Pflicht, der Verwaltung der Station für die mir erwiesene Gastfreundschaft und das liebenswürdige Entgegenkommen bestens zu danken.

Die Untersuchung wurde im Zoologischen Institut zu Heidelberg ausgeführt. Es sei mir gestattet, Herrn Professor BÜTSCHLI für die Hilfe und Teilnahme, welche er meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen aufrichtigsten Dank zu äußern. Herrn Professor SCHUBERG bin ich für die mir erteilten Hinweise und Ratschläge aufs tiefste verpflichtet.

Historisches.

Wir wollen hier nur das Wesentliche, was über die Natur der Urnen geäußert wurde, zusammenfassen: die Einzelheiten dagegen werden an den betreffenden Stellen ihre Berücksichtigung finden.

KROHN (1851) machte zuerst auf die Urnen von *Sipunculus nudus* aufmerksam; er hielt sie für parasitische Infusorien. Diese Ansicht wurde von vielen späteren Autoren, wie FABRE-DOMERGUE (1886), C. VOGT und YOUNG (1888), angenommen und noch 1890 von W. WAGNER vertreten. FABRE-DOMERGUE (1886) beschrieb die *Sipunculus*-Urnen als besondere Infusorienart, die ihren abnormen Körperbau wohl den eigentümlichen Lebensverhältnissen in der Leibeshöhle ihres Wirtes verdanke; er glaubte sie den Peritrichen anreihen zu dürfen, indem er sie *Pompholyx sipunculi* nannte.

Die parasitische Natur der Urnen schien so klar zu sein, daß BALBIANI (1887), der sich übrigens (wie auch HENNEGUY) nicht über ihre systematische Stellung äußert, seiner Meinung in folgenden Worten Ausdruck gibt: »En 1884, j'ai eu avec M. HENNEGUY l'occasion d'examiner des siponcles vivants adressés de Bordeaux et, du premier coup d'œil, nous avons reconnu, qu'il s'agissait de parasites. On ne peut même comprendre comment cela aie pu faire question.«

Dennoch hatten bereits KEFERSTEIN und EHLERS (1861) die parasitische Natur der Urnen bezweifelt und sich einer andern Ansicht genähert, der nämlich, daß es sich um Bestandteile des *Sipunculus* handle. Diese Ansicht wurde von A. BRANDT (1871) auf Grund genauerer Beobachtungen angenommen, indem er gleichzeitig vermutete, daß den Urnen (oder Töpfchen, wie er sie nennt), eine nicht unwesentliche Funktion zukäme. Sie könnten nämlich der Ernährung dienen, da sie, »wie die Schaufeln einer Mischmaschine«, die Blutkörperchen untereinander mischten. Auch RAY LANKESTER (1873) und CUÉNOT (1891, 1900, 1902) erachten die Töpfchen für Elemente des *Sipunculus*. Die letztgenannten Autoren fanden auch an den Wänden der Blutgefäße besondere fixe Urnen, die sie für Entwicklungsstufen der freischwimmenden erklärten.

Die Infusorienhypothese konnte nicht länger festgehalten werden, da es, insbesondere nach den Untersuchungen von BRANDT (1871), recht zweifelhaft schien, daß die Gebilde wirklich einzellig wären. BÜTSCHLI (1889, S. 1689), der den derzeitigen Stand der Frage in BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs resümiert, hielt die Infusoriennatur der Urnen für zweifelhaft.

In den neunziger Jahren suchten KUNSTLER und GRUVEL eine ganz neue und originelle Auffassung zu begründen, daß nämlich die Urnen parasitierende Mesozoen seien. In einer Reihe kurzer Berichte setzten die genannten Autoren ihre Ansichten auseinander, die schließlich DELAGE in seinem »*Traité de Zoologie concrète*« (1899), nach mündlichen Mitteilungen der Autoren, zusammenfaßte und mit einigen Zeichnungen erläuterte. Die erwähnten Autoren basieren ihre Ausführungen hauptsächlich auf die von ihnen beobachteten Entwicklungsvorgänge. Bei dem vermutlichen Parasiten des *Sipunculus nudus*, dem nach DELAGE's Vorschlag der Name *Pompholyxia* (FABRE-DOMERGUE) verbleiben müßte, sollen sich von der »*vésicule sombre*« (Boden des Töpfchens nach BRANDT's Bezeichnung), der Mutterzelle, durch Knospung entstehende »Genitalzellen« ablösen, von denen jede sich zu einer neuen Urne entwickle. Das jüngste, von KUNSTLER und GRUVEL gefundene Entwicklungsstadium wäre aus zwei, »von einer gemeinsamen vacuolären Protoplasmaschicht umgebenen« Zellen zusammengesetzt, von denen die eine bei der weiteren Entwicklung zu der »*vésicule claire*« (Kuppel), die andre zu der »*vésicule sombre*« der ausgebildeten Urne (Boden, Wimperscheibe) mit ihrem bewimperten Rande werde. Im erwachsenen, ganz reifen Zustand werde der Parasit bedeutend größer und nähme dann eine in der Längsachse abgeplattete und in der Quere erweiterte Gestalt an. Der geschlechtsreife Parasit könnte also, nach den Autoren, mit einer abgeplatteten Gastrula verglichen werden, deren Blastopor sehr erweitert und von einem Wimperrande umgeben wäre, und deren Urdarm dementsprechend eine kaum merkbare Einsenkung darstellte. Diese Einsenkung wäre von einer Schicht von Zellen ausgekleidet, den »Genitalzellen«, welche alle aus der »*vésicule sombre*« durch Knospung entstehen sollten; letztere »*vésicule*« wäre noch im Centrum dieser eigentümlichen »Entodermschicht« wahrnehmbar.

Noch größere Ähnlichkeit mit einer Gastrula sollte der Parasit von *Phymosoma* (»*coupes ciliées*« der Autoren) zeigen, dem DELAGE provisorisch den Namen *Kunstleria gruweli* gab. Auch hier wäre eine große »*vésicule claire*« vorhanden, welche an einer Stelle eine ziemlich tiefe Einsenkung zeigt; die äußere, konvexe Oberfläche dieser Blase ist von einer Schicht von Zellen (»*vésicules claires*« der Autoren) bekleidet, welche eigentlich von der großen »*vésicule claire*« entstanden sein sollten. Der Urmund wäre von einem bewimperten Rande, bzw. einer Wimperzelle umgrenzt, und die Einsenkung, bzw. der Urdarm, mit einer Schicht von »Genitalzellen« ausgekleidet. Ursprünglich sollte

sich an der Stelle dieses »Entoderms« eine einzige Mutterzelle, bzw. »vésicule sombre« befinden, welche im Vergleich zu der »Urentodermzelle« von *Pompholyxia* in der ausgebildeten »Entodermis« von ihren Tochterzellen nicht zu unterscheiden wäre, da letztere nicht durch Knospung, sondern durch Teilung der Mutterzelle entstehen sollten.

Die primitive Organisation dieser vermeintlichen Organismen veranlaßte die erwähnten Autoren sie als Mesozoen zu deuten, als Orthonectiden etwa, welche sich unter dem Einfluß besonderer Lebensweise vom Typus entfernt hätten. Übrigens bemerkt DELAGE, es wäre vielleicht richtiger, sie dem *Pemmatodiscus* zu nähern.

Weit größer noch wäre die theoretische Bedeutung dieser gastrulaartigen Organismen im Sinne der generellen Morphologie. Nach KUNSTLER und GRUVEL soll bei den Urnen das vermutliche Entoderm nicht der Ernährung, sondern vor allem der Fortpflanzung dienen. »C'est un fait d'un intérêt théorique réel qui vient apporter un solide appui aux considérations embriogéniques d'après lesquelles on a déjà pu affirmer que les premières gastrula méritaient, sans doutes, le noms de *génito-gastrula*. le rôle primitive de l'entoderme étant essentiellement reproducteur« (1899, S. 521). In der Tat würde hiermit eine reelle Grundlage für die Genitogastrula-Theorie von GÖTTE und SALENSKY geliefert, denn die Urnen würden für diese Theorie von derselben Bedeutung sein, wie die Gastrula oder Parenchymula für die Gastraea- oder Parenchymellatheorie, mit dem Unterschied allein, daß in den Urnen ein Vorbild der Genitogastrula in der wirklichen Natur, und zwar in Form eines ausgebildeten Wesens, erhalten wäre. Aber es müßte vorerst festgestellt werden, daß es sich wirklich um selbständige Organismen handelt, und daß die »genitalen Entodermzellen« der vermeintlichen gastrulaartigen Organismen tatsächlich Fortpflanzungszellen sind. Leider ist die angekündigte ausführliche Arbeit von KUNSTLER und GRUVEL, in welcher man einleuchtende Beweise für ihre Auffassung erwarten durfte, noch nicht erschienen. Auf manche Punkte der Darstellungen von KUNSTLER und GRUVEL werden wir weiter zurückkommen.

1899 und 1900 untersuchte METALNIKOFF die Physiologie und Entwicklungsgeschichte der Urnen näher und erklärte sich weder mit der Ansicht KUNSTLERS und GRUVELS einverstanden, noch mit der parasitären Natur der Urnen überhaupt. Er schließt sich den Meinungen KEFERSTEINS und EHLERS, BRANDTS, RAY LANKESTERS u. a. an, indem er die Urnen als Formelemente des Blutes der Sipunculiden, und zwar als eigentümliche Phagocyten deutet, welche allerlei im Blute

suspendierte Elemente ansammeln und teilweise verzehren. METALNIKOFF fand eine ganz andre Entwicklungsweise der Urnen als die obenerwähnte; die fixen Urnen nämlich, welche RAY LANKESTER und CUÉNOT an der Außenseite der Blutgefäße beobachtet hatten und die nach METALNIKOFF nicht außen, sondern der Innenwand der Gefäße aufsitzen, seien den frei in der Leibeshöhle schwimmenden völlig gleich, »sowohl der Struktur nach, als auch deswegen, daß sie Blutkörperchen und verschiedene Farbstoffe aufzehren«. Ein solches Gebilde erscheine zunächst als ein kleiner, aus zwei Zellen bestehender Auswuchs der Gefäßwand und nehme im weiteren Verlaufe der Entwicklung die Gestalt eines Töpfchens an, welches sich später von der Gefäßwand ablöse und frei im Hohlraum des Gefäßes herumschwimme. Die Frage, wie die an der Innenwand der vollkommen geschlossenen Gefäße entstehenden Urnen in die Leibeshöhle gelangen, ließ METALNIKOFF offen.

Wenn nun die Urnen keine Parasiten, sondern Erzeugnisse der Sipunculiden sind, so wird es auch nötig, ihre Funktion im Organismus zu erklären. CUÉNOT (1891, 1900, 1902) und HÉRUBEL (1902) haben die Urnen hauptsächlich vom physiologischen Gesichtspunkte aus studiert. Die experimentellen Untersuchungen HÉRUBELS (1902) beziehen sich auf fixe Urnen (und auch Chloragogenzellen) von *Phascolosoma*, die am aufsteigenden Darmteil zwischen den Chloragogenzellen sitzen und sich durch ihre Gestalt, nicht aber in ihrer Funktion, von denen des *Sipunculus nudus* unterscheiden. Diese Gebilde sind nach HÉRUBEL Erzeugnisse des Peritonealgewebes, welche, wie schon von manchen Autoren hervorgehoben wurde, allerlei in der Leibeshöhle schwebende Partikel eifrig aufsammeln, mithin zur Reinigung des Cöloms dienen. Sie wären sogar instande die aufgesammelten zelligen Elemente zu verdauen. Die freischwimmenden Urnen von *Phascolosoma varians* und *Phymosoma* sollen nach diesen Angaben, insbesondere denen CUÉNOT's (1900, 1902), in innigstem genetischen Zusammenhang mit den festsitzenden stehen, da letztere sich von der Darmwand ablösen und in der Leibeshöhle vermittels ihrer starken Cilien lebhaft herumschwimmen.

Das Vorhandensein solcher an der Darmwand sitzender Urnen wurde bei vielen Sipunculiden von verschiedenen Autoren bewiesen; bei *Phascolion* von THÉEL (1875), bei *Aspidosiphon* von SLUITER (1881) und SELENKA (1883), bei *Phascolosoma* und *Phymosoma* von CUÉNOT (1900), bei *Sipunculus gouldii* von ANDREWS (1890), der diese Gebilde »Pseudostoma« nannte, und bei *S. arcassonensis* von

CUÉNOT (1902); bemerkenswert ist, daß bei diesen *Sipunculus*-Arten weder an der Gefäßwand, noch in der Leibesflüssigkeit Urnen solcher Art, wie sie bei *Sipunculus nudus* vorkommen, vorhanden sind. Nicht alle *Sipunculiden*-Arten, die fixe Urnen enthalten, besitzen gleichzeitig auch freischwimmende, letztere können, wie z. B. bei *Aspidosiphon*, fehlen.

Angesichts dieser Verbreitung der Gebilde und ihrer Fähigkeit allerhand in der Perivisceralflüssigkeit schwebende Körperchen aufzusammeln und zu agglutinieren, erklärte sie CUÉNOT (1902) als Organe, die eine wichtige Rolle bei der Reinigung der Cölomflüssigkeit spielten; gleichzeitig korrigierte er seine frühere Behauptung (1891), daß die Urnen keine andre Funktion hätten, als die Blutflüssigkeit umzurühren. Unter der Bezeichnung »organes agglutinants« und »organes cilio-phagocytaires« faßte er (1902) die Urnen der Sipunculiden, die der Synaptiden und die Nephridialtrichter der Anneliden zusammen; alle diese Gebilde wären durch das Vorhandensein eines Wimperapparates charakterisiert und besäßen das Vermögen die in der Leibeshöhle suspendierten Körperchen zu agglutinieren und somit die Perivisceralflüssigkeit zu reinigen. In physiologischer Hinsicht dürften diese Organe daher miteinander verglichen und in eine Reihe geordnet werden: die Urnen der Sipunculiden schienen kaum wesentlich (physiologisch) von denen der Synaptiden verschieden zu sein; erstere sollten zu den »organes cilio-phagocytaires« (Wimpertrichter der Nephridien) von *Nereis*, *Glycera* und der Hirudineen hinüber führen; diese wieder seien in physiologischer Hinsicht den »filtres nephridiens« von *Rhynchelmis*, *Henlea* und *Branchiobdella* ähnlich.

Andre Autoren fahren indessen fort, die Urnen als Parasiten zu betrachten. GINESTE (1901, 2) widmete den obenerwähnten Ausführungen METALNIKOFFS einen kritischen Aufsatz. Leider konnte ich mir die andren Notizen (1901, 1, 1903, 1—4) des genannten Autors, welche wohl seine eignen Beobachtungen über die Urnen enthalten, trotz vieler Bemühungen nicht beschaffen. Aus der erwähnten (1901, 2) Notiz ließe sich jedoch schließen, daß GINESTE ein Anhänger der von KUNSTLER und GRUVEL vorgetragenen Auffassung ist. Neben einigen Bemerkungen, die für die Entscheidung der Hauptfrage von untergeordneter Bedeutung sind, und die wir deswegen nicht berücksichtigen wollen, erhebt GINESTE auch schwerwiegende Bedenken gegen die Angaben METALNIKOFFS, und zwar vor allem solche, die sein Hauptargument angreifen, nämlich das Entstehen der Töpfchen an der Gefäßwand. Abgesehen davon, daß ein Entwicklungsvorgang,

wie ihn METALNIKOFF dargestellt hat, nach GINESTE an und für sich nicht leicht begreiflich wäre, könnte er, wie GINESTE behauptet, für ein Gewebe kaum von Belang sein. Außerdem wirft GINESTE METALNIKOFF vor, daß seine Zeichnungen kaum zum Verständnis eines so wichtigen histogenetischen Vorganges dienen könnten, weshalb man annehmen müsse, daß dem »argument manque totalment de clarté«. METALNIKOFF hätte auch nicht gezeigt, in welcher Weise die abgelösten Töpfchen aus den Gefäßen in die Leibeshöhle übergangen. Seine Kritik schließt GINESTE folgendermaßen: »En resumé, il ressort des recherches de METALNIKOFF que la notion d'élément phagocytaire que cet auteur attache aux Urnes des sipunculides, éléments multicellulaires et plurinucléés, n'éclaircit pas d'avantage la question déjà si complexe de ces formations. Elle ajoute simplement une interprétation de plus aux idées jusqu'ici formulées, interprétation qui ne satisfait pas d'avantage l'esprit et qui ne semble pas susceptible de résister longtemps à une analyse attentive«.

Um so mehr würde also eine derartige eingehende Analyse wünschenswert sein. In jüngster Zeit scheint LADREYT (1904) eine solche unternommen zu haben. Leider liegt bis jetzt nur ein kurzer, eine Druckseite umfassender Bericht vor, worin er mit wenigen Worten die Entwicklung der Urnen an den Gefäßwänden beschreibt und zu folgenden Schlüssen kommt: die Urnen seien keine Parasiten, sondern Organiten, welche sich vom Körper des *Sipunculus* ablösen; sie seien auch keine Phagocyten, da sie keine fremde Körperchen ins Innere aufnehmen.

Material und Untersuchungsmethoden.

Um eine große Anzahl freier Urnen zu erhalten, schneidet man einen *Sipunculus* oder eine *Phymosoma* auf und läßt die Leibesflüssigkeit in eine Glasdose ablaufen; nach kurzer Zeit (etwa 10—15 Minuten) sinken die Geschlechtsprodukte, membranösen Blasen, die Mehrzahl der Blutkörperchen und sonstige in der Blutflüssigkeit suspendierte Elemente zu Boden; die Urnen dagegen schwimmen nach oben und sammeln sich in großen Mengen in den oberflächlichen Schichten an, wo nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl Blutkörperchen, Spermien usw. suspendiert bleibt. So können die Urnen ohne Schädigung für ein paar Tage lang erhalten werden. Wenn man sie aber von den übrigen Bestandteilen der Cölomflüssigkeit möglichst sorgfältig isoliert und ins Dunkle bringt, so können sie auch längere Zeit am Leben bleiben. Dies ermöglicht es, für die Untersuchung stets frische Urnen auf den

Objektträger zu bringen, sowie Experimente an lebenden Urnen, z. B. mit verschiedenen Farbstoffen, anzustellen.

Für die Untersuchung der Entwicklung der Urnen von *Sipunculus nudus* wurde der Oesophagus nebst Tentakelkranz mit den sogenannten Blutgefäßen herauspräpariert, in ausgestrecktem Zustande mittels Kaktusnadeln befestigt und sodann fixiert. In ähnlicher Weise wurde auch der aufsteigende Darmteil von *Phymosoma* und *Aspidosiphon* behandelt, um die fixen Urnen dieser Sipunculiden zu studieren. Zunächst wurde aber der Darm 3—5 Minuten lang in Seewasser mit feinem Karmin oder Tusche gebracht, welche Farbstoffe die Urnen eifrig aufspeichern und dann leicht aufgefunden werden können.

Zur Fixierung wurden verschiedene Gemische verwendet. Die besten Resultate lieferten osmiumsäurehaltige Gemische, nämlich das FLEMMINGSche und das HERMANNSche. Auch Pikrinschwefelsäure (nach KLEINENBERG) erwies sich für die freien *Sipunculus*-Urnen nicht schlecht, da nach dieser Konservierung schärfere Farbendifferenzierungen erzielt werden konnten; cytologische Details konnten dagegen kaum wahrgenommen werden. Die verschiedenen Sublimatlösungen ergaben keine guten Resultate. Nur für die am Darm sitzenden Urnen von *Phymosoma* und *Aspidosiphon* erwies sich GILSONsche Lösung als günstig. Für die Gefäße mit den fixen Urnen von *Sipunculus nudus* lieferte Alkohol-Essigsäure nach CARNOY sehr gute Resultate.

Die Urnen wurden sowohl lebend als an Dauerpräparaten (in Wasser, Glycerin und Kanadabalsam) und in Schnittserien untersucht. Bei Kanadabalsam-Totalpräparaten wurden unter das Deckgläschen feine Glasfädchen gebracht, so daß man die Urnen umdrehen und von allen Seiten betrachten konnte. Zur Überführung durch die Alkohole, Xylol bis in Kanadabalsam, bzw. zur Einbettung in Paraffin, bediente ich mich teils der von CAULLERY und CHAPPELIE (1905) beschriebenen Glasröhrchen, als auch derer, die im Zoologischen Institut zu Heidelberg für Behandlung kleinster Objekte verwendet werden. Die beiden Röhrchen unterscheiden sich kaum wesentlich voneinander: die Hauptsache ist die, daß ein kleines Röhrchen an einem Ende mit MÜLLER-GAZE verschlossen wird, durch die die Flüssigkeiten frei hindurchdringen können, während das Objekt durch das feine Seidennetz nicht durchschlüpfen kann. Das Röhrchen mit dem Objekt kann also successiv aus einer Flüssigkeit in die andre bis in Kanadabalsam oder Paraffin, übertragen werden. Da die membranöse Kuppel der *Sipunculus*-Urnen sehr leicht zusammenschrumpft, so müssen diese Objekte mit großer

Vorsicht und ganz allmählich durch die Alkohole, Xylole und besonders in Paraffin überführt werden. Auch eine allmähliche Steigerung der Temperatur bei der Einbettung ist, wie ich mich überzeugen konnte, von großer Bedeutung; ich stellte deswegen das Gläschen, welches die Urnen enthielt, mit Xylol auf den Wärmeschränk, brachte dann die Urnen successiv in Xylol-Paraffin-Mischungen, welche $\frac{3}{4}$ und $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ usw. Volumen Xylol und Paraffin enthielten, bis in reines Paraffin, wo ich sie $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde ließ (indem das Paraffin mehrmals gewechselt wurde), so daß die Urnen im Ganzen der Einwirkung der erhöhten Temperatur nur $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 Stunden ausgesetzt waren. Das ganze Verfahren dagegen, vom Wasser bis zum Paraffin nahm 5—7 Tage in Anspruch. Auf diese Weise gelang es, ganz gute Resultate zu erzielen, indem eine unregelmäßige Schrumpfung vermieden wurde. Vermutlich kann diese Methode bei Behandlung leicht schrumpfender kleiner Objekte recht gute Dienste leisten.

Zur Färbung wurden folgende Methoden verwendet. Für Totalpräparate (nach Fixierung mit FLEMMINGSchen und HERMANNSchem Gemisch) Osmiumsäure ($\frac{1}{4}\%$ ig), dann Holzessig; Einschließung in Wasser, Glycerin oder Kanadabalsam. Für die Schnitte: DELAFIELDS Hämatoxylin und Eosin; dasselbe und Nachfärbung mit Säurefuchsin + Pikrinsäure nach VAN GIESON; Eisenhämatoxylinfärbung nach HEIDENHAIN; Eisenhämatoxylinfärbung nach WEIGERT-VAN GIESON.

Um eine scharfe Kernfärbung und gleichzeitig die erforderliche Differenzierung des Plasmas, Bindegewebes und der Muskelfasern zu erhalten, wendete ich folgende Methode an. Da mein bestes Material mit FLEMMINGSchen und HERRMANNSchen Lösungen konserviert worden war, nach denen sich Karminfärbungen nicht eignen, so versuchte ich diese mit Erfolg durch Safranin zu ersetzen und die Schnitte hierauf mit der BLOCHMANNSchen Flüssigkeit nachzufärben. Die Schnitte wurden also 24 Stunden in eine Safraninlösung (Safranin 333 mg, 95% Alkohol 86 cm, Wasser 33 cm) gebracht; hierauf in Wasser, eventuell auch in Alkohol differenziert, doch aber so, daß die Schnitte noch etwas überfärbt blieben; schließlich BLOCHMANNSche Flüssigkeit, 4—7 Min., Wasser und dann rasch durch die Alkohole, welche das überflüssige Safranin entziehen. Dem Xylol wurde noch etwas Pikrinsäure zugesetzt, wodurch die Differenzierung noch schärfer hervortrat. Diese Methode gab sehr schöne Präparate, welche besonders beim Studium der Entwicklungsgeschichte der Urnen gute Dienste leisteten. Die Färbung gelang sowohl nach Fixierung mit

FLEMMINGSchem wie HERMANNSchem Gemisch, als auch nach Alkohol-Essigsäure (CARNOY).

Außerdem versuchte ich nach Safranin die MALLORYSche Tinktion anzuwenden, und zwar nicht ohne Erfolg; doch standen diese Präparate den mit Safranin-BLOCHMANNscher Lösung gefärbten weit nach.

I. Bau der Urnen von *Sipunculus nudus*.

Gestalt, Bewegung, Größenverhältnisse.

Eine Urne von *Sipunculus nudus* erinnert tatsächlich an ein zierliches Blumentöpfchen, an eine Urne, oder vielmehr, wenn solche Vergleichen gestattet sind, an einen Luftballon. Man erblickt zunächst eine große, durchsichtige Blase (Taf. XXXII, Fig. 1), die wir mit BRANDT (1871) als Kuppel bezeichnen wollen; dieselbe verjüngt sich einerseits allmählich und inseriert an einer großen Scheibe, die in ihrer centralen Region etwas eingesenkt ist. Der Rand der Scheibe ist mit mehreren circulären Reihen starker Cilien besetzt, welche die Urne rasch durch die Leibesflüssigkeit bewegen, wobei die Kuppel voran geht. An der centralen Einsenkung der Wimperscheibe heften sich in der Regel große Mengen der verschiedenen in der Cölomflüssigkeit suspendierten Partikel (so gelbbraune Körnchen, degenerierende Blutkörperchen usw.) als ein großer Klumpen an, der nicht selten vier bis fünfmal größer wird als die Urne. Dieser Klumpen wird von der Urne wie ein unregelmäßig geformter Schwanz herumgeschleppt. Man kann leicht beobachten, wie der Klumpen anwächst. Durch das fortwährende Spiel der Cilien werden die körperlichen Elemente des Blutes in wirbelnde Bewegung versetzt; die in den Bereich der Cilien kommenden Körperchen werden geschlagen und gestoßen, und manche werden nach und nach in den Strudel hineingezogen und dem Klumpen in der Regel an seiner Basis zugesellt. Der Klumpen wächst also von seiner Basis aus.

Die Größe der Urnen ist sehr variabel. Höhe und Breite sind ungefähr gleich, doch scheint bald diese, bald jene die andre etwas zu übertreffen. Bei der Beurteilung der Körperproportionen ist jedoch zu beachten, daß sie bei einer und derselben Urne nicht konstant bleiben, vielmehr wird bald die Wimperscheibe etwas mehr gegen die Kuppel herabgezogen, bald mehr von dieser weg emporgehoben, bald wieder wird die Einsenkung der Wimperscheibe etwas tiefer, bald schwindet sie fast ganz. Diese Gestaltänderungen, welche übrigens

nur geringfügige sind, lassen sich bei Vergleich unsrer Zeichnungen auf Taf. XXXII, z. B. Fig. 1 u. 4, deutlich erschen.

Aus vielen Messungen ergibt sich für die normalen, d. h. die am häufigsten im Cölom vorkommenden Urnen eine Höhe von 60—80 μ . Diese Werte stimmen mit den Angaben früherer Autoren überein. KEFERSTEIN und EHLERS (1861) geben als Maximalwert 90 μ an, die von BRANDT (1871) angeführte Tabelle zeigt Größenschwankungen von 33 auf 30 bis 96 auf 96 μ . FABRE-DOMERGUE (1886) gibt als Höhe 50—70 μ an. KUNSTLER und GRUVEL schätzen die normale Form zu 70 μ auf 50 μ . Außer diesen am häufigsten in der Leibeshöhle vorkommenden Urnen, treten auch viel kleinere Exemplare auf (vgl. BRANDT's Tabelle), welche 30—20 μ , ja manchmal noch weniger messen, aber in ihrem Bau den normalen Urnen gleichen. Fig. 13, Taf. XXXII zeigt solch eine kleine Urne, die im Hohlraum des Blutgefäßes aufgefunden wurde. Solch kleine Formen habe ich in größerer Zahl bei einem ganz jungen, kaum 3 cm langen *Sipunculus* gefunden. Anderseits kommen in der Blutflüssigkeit des *Sipunculus* sehr große abweichende Formen vor, die sich in Größe, Gestalt und Bewegungsweise von den normalen Urnen unterscheiden. Die Größe, bzw. die Breite, dieser Gebilde kann die der normalen um das Drei- bis Vierfache übertreffen; weiterhin sind sie durch die abgeflachte Form der Kuppel charakterisiert (Taf. XXXII, Fig. 5 und 7). Sie kommen viel seltener vor als die normalen, nämlich auf mehrere Hunderte der letzteren kommt im Durchschnitt eine abweichende. BRANDT (1871) nannte sie »Schüsseln«, welche Bezeichnung wir der Kürze wegen beibehalten wollen.

Bau der normalen Urnen.

a. Eigne Beobachtungen.

Wir können an einer normalen Urne drei Abschnitte unterscheiden, die wir in der von BRANDT (1871) vorgeschlagenen Weise bezeichnen wollen, nämlich: 1) die Kuppel (*K*), 2) der Hals (*H*) und 3) die Wimperscheibe oder der Boden (*S*). Die äußere Wand des Halses ist eigentlich eine Fortsetzung der Kuppelwand; wir bezeichnen diesen Teil jedoch als einen besonderen Abschnitt, weil seine innere Beschaffenheit von der der Kuppel verschieden ist, und weil die Beschreibung dadurch erleichtert wird.

Die Kuppel ist eine große durchsichtige Blase mit dünnen, elastischen, membranösen Wänden deren Inneres eine farblose, klare Flüssigkeit erfüllt, welche den aufgeblähten Zustand der Kuppel bewirkt. Beim ersten Anblick scheint das Blaseninnere ganz strukturlos

zu sein; die genauere Betrachtung zeigt jedoch, daß der Innenraum in verschiedenen Richtungen von dünnen, unregelmäßig angeordneten Strängchen (*Str*) durchzogen wird, welche mit der Wand verbunden sind, und insgesamt ein unregelmäßiges Maschenwerk bilden, in dessen Zwischenräumen sich die obenerwähnte Flüssigkeit befindet (s. Textfigur 2 u. 3, sowie Taf. XXXII, Fig. 9, 10, 13 u. a.). Kurz gesagt, hat das ganze Gerüst das Aussehen eines stark aufgequollenen Gewebes, und zwar ist die Kuppel tatsächlich bindegewebiger Natur, was wir schon jetzt ausdrücklich betonen wollen. Daß das Material, aus welchem die Kuppel hervorgeht, wirklich Bindegewebe ist, zeigt in erster Linie ihr Verhalten zu gewissen Färbemitteln, nämlich der BLOCHMANNschen und der MALLORYschen Tinktion, welche bekanntlich das Bindegewebe spezifisch blau färben. Aber abgesehen von diesem, doch wohl nicht vollkommen einwandfreien Beweis, führt uns die Entwicklungsgeschichte der Urnen zur festen Überzeugung, daß die Kuppel wirklich auf Kosten des Bindegewebes entsteht.

Die Wand der Kuppel ist sehr dünn und läßt keine deutliche Struktur erkennen; sie ähnelt vielmehr einer dünnen bindegewebigen Membran, von der nach innen die obenerwähnten feinen Strängchen (*Str*) entspringen. Die Kuppel wird innerlich von dem Hals durch eine zarte Scheidewand (*Schd*) getrennt, die jedoch im Vergleich zu der äußeren Kuppelwand eine ansehnlichere Dicke besitzt. Diese Scheidewand geht direkt in die Wand der Kuppel über und scheint eine Fortsetzung derselben nach innen zu sein.

Wenn man die Urnen lebend oder in Totalpräparaten beobachtet, so bemerkt man in der Kuppelwand einen oder mehrere Kerne, welche von sternförmigen Protoplasmaklümpchen umgeben sind (Taf. XXXII, Fig. 1, 4, 8 u. a. ZK). Diese Protoplasmaklümpchen entsenden ihre ziemlich langen, verzweigten Fortsätze in der Kuppelwand an der Oberfläche. Solche Kerne wurden von manchen Autoren einfach als »ein« der Kuppel angehöriger »Kern« aufgefaßt. Es ist aber leicht ersichtlich, daß wir hier nicht bloß Kerne vor uns haben, sondern vielmehr eine ganze Zelle, bzw. Zellen, deren Natur und Herkunft wir bei der Prüfung der Entwicklung der Urnen nachweisen werden. Gewöhnlich ist mehr als ein solcher Kern (bzw. Zellen) in der Kuppelwand vorhanden, meist zwei, doch konnte ich in manchen Fällen auch drei (Taf. XXXII, Fig. 4), in einzelnen sogar vier solcher Kerne auffinden. Ihre Lage ist sehr variabel; bald liegt ein Kern (bzw. Zelle) ganz nahe an der Stelle, wo die Kuppel in die Wimperscheibe

übergeht, bald etwas weiter davon, bald wieder ganz am »Scheitel« der Kuppel (Taf. XXXII, Fig. 1, 4, 8 u. a.).

Wenn man die Urnen auf Schnitten untersucht, so ist leicht zu sehen, daß die erwähnten Kerne, bzw. Zellen, in der membranösen Wand der Kuppel eingelagert sind. Die Fig. 10, 12, 16, 17, 20, 21, 23, Taf. XXXII u. XXXIII (ZK) zeigen dieses Verhalten ganz unzweideutig. Bald ragt der Kern, bzw. die Zelle, etwas mehr über die äußere Begrenzung der Kuppelwand hervor (Fig. 17, 23), ja manchmal scheint er fast ganz äußerlich an derselben zu liegen (Fig. 17); bald ist er dagegen tiefer in die Kuppelwand eingebettet (Fig. 10, 20), oder ragt sogar über die innere Begrenzung der Kuppelwand in den Innenraum hinein (Fig. 12).

Das Protoplasma um die Kerne hat ein feinkörniges Aussehen und färbt sich schwach mit geeigneten Farbstoffen; der Kern ist ziemlich kompakt, von länglich-ovaler Form und färbt sich intensiv mit Kernfärbemitteln. Man kann daher zwischen diesen Kernen (bzw. Zellen) und den zelligen Elementen des Peritonealepithels der Leibeshöhle und der sogenannten Blutgefäße eine große Ähnlichkeit nicht verkennen, worauf wir schon jetzt aufmerksam machen wollen.

Nicht selten trifft man auf Schnitten mitten im Innenraume der Kuppel große, rundlich-ovale Zellen, die sich nach Größe und Gestalt von denen der Kuppelwand unterscheiden und den Blutkörperchen des *Sipunculus* ähneln (Taf. XXXII, Fig. 12). Bei aufmerksamer Betrachtung einer günstigen Schnittserie durch solche Urnen kann man nachweisen, daß die fraglichen Zellen nicht eigentlich der Urne angehören, sondern einfach Blutkörperchen sind, welche in einer Einfaltung der Kuppelwand, die bei leichter Schrumpfung der Kuppel entstehen konnte, eingeklemmt waren, und deshalb auf dem Schnitte gleichsam im Innenraum der Kuppel zu liegen scheinen. Fig. 12, Taf. XXXII, die einem günstigen Schnitte entnommen ist, zeigt das eben erörterte Verhalten deutlich. Als echte zellige Elemente der Kuppel dürfen also nur die in der Kuppelwand eingebetteten Kerne (bzw. Zellen) angesehen werden.

Die etwas verengte Zone, welche die Kuppel mit der Wimper-scheibe verbindet, haben wir bereits als Hals bezeichnet. Im Gegensatz zur übrigen Kuppel zeichnet sich dieser Abschnitt durch eine geringere Spannung oder Festigkeit seiner Wand aus, weshalb die Kuppel nicht starr, sondern in gewissem Grade beweglich mit der Wimper-scheibe verbunden ist. Deswegen kann die Kuppel, wie oben

hervorgehoben, bald mehr, bald weniger gegen die Scheibe gedrängt werden.

Die Wand der Kuppel geht, wie schon bemerkt, direkt in die des Halses über; letztere setzt sich dem äußersten freien Rande der Wimperscheibe an, wie unsere Zeichnungen deutlich zeigen. Weiterhin bemerkt man um den Hals noch einen zarten äußersten Saum (*d*), der sich ebenfalls am freien äußeren Rande der Scheibe befestigt (Taf. XXXIII, Fig. 19, Taf. XXXII, Fig 1, 4, 8, *d*, auch Taf. XXXIV, Fig. 54). Dieser Saum enthält etwas körniges Protoplasma und nicht selten auch einen Kern, der den oben erwähnten (Taf. XXXII, Fig. 4, *d*), der Kuppelwand angehörigen Kernen durchaus ähnlich ist. Über die Bedeutung dieses äußeren Saums vermag erst die Erörterung der Entwicklungsgeschichte Klarheit zu geben.

Wenn bei den oben erwähnten Formveränderungen der Urne die Kuppel gegen die Wimperscheibe gedrückt wird, so senkt sich die Wand des Halses nach innen ein, so daß sie als Fortsetzung der Scheidewand erscheint (Taf. XXXII, Fig. 9, 14 u. a.). Der äußere Saum (*d*) wird dabei manchmal auch mit eingezogen (Taf. XXXII, Fig. 4, *d*), in andren Fällen dagegen faltet er sich nach außen und umschlingt den umgeschlagenen Rand der Wimperscheibe (Taf. XXXII, Fig. 8, *d* oben rechts).

Auf manchen Schnitten konnte der erwähnte äußere Saum nicht wahrgenommen werden, was wohl in der Mehrzahl der Fälle auf die Unvollkommenheit der Präparate zurückgeführt werden muß.

Der Innenraum des Halses, d. h. der Raum zwischen seiner äußeren Wand, der Scheidewand (*Schd*) und der Wimperscheibe enthält eine Substanz mit undeutlich ausgeprägter Struktur, deren histologische Natur wohl aus dem Entwicklungsgange der Urnen verständlich wird.

Die oben beschriebene Beschaffenheit der Kuppel scheint der Lebensweise der Urnen in der Cölomflüssigkeit aufs beste angepaßt. Die geblähte Kuppel wird wohl das lebhafte Herumschwimmen der Urne erleichtern, weil die mit Flüssigkeit erfüllte und gespannte Blase das spezifische Gewicht vermindert; weiterhin vermag die Urne wohl mit einer derartigen Einrichtung besser das Gleichgewicht beim Schwimmen zu erhalten, wodurch ihre geradlinigen Bewegungen ermöglicht werden. Dementsprechend zeichnen sich die »Schüsselchen«, welche eine abgeflachte und verhältnismäßig schwache Kuppel besitzen, durch wackelnde und unregelmäßige Bewegungen aus. Weiterhin gibt diese Beschaffenheit der Kuppel eine gewisse Elastizität, welche von

Nutzen sein dürfte, da die Urne sich fortwährend ihren Weg zwischen verschiedenen Elementen der Blutflüssigkeit bahnen muß und gegen allerlei Hindernisse stößt.

Die Wimperscheibe (*S*) besteht aus einer einzigen großen Zelle. Ihre Gestalt ist sehr eigentümlich und kann, wie BRANDT meint, im großen und ganzen mit dem Boden einer gewöhnlichen Weinflasche verglichen werden. Unsr Zeichnungen (Taf. XXXII, Fig. 1, 2, 3), die eine und dieselbe Urne von der Seite, von oben und von unten darstellen, geben eine genaue Vorstellung von der Form der Wimperscheibe. Von oben betrachtet, erscheint gewöhnlich der Rand der Scheibe nicht kreisrund, sondern lappig ausgeschnitten; auf Fig. 2, Taf. XXXII ist z. B. eine sechslappige Scheibe abgebildet. In andern Fällen kann der Wimperrand drei-, vier-, fünflappig usw. erscheinen, bis er endlich bei manchen Exemplaren beinahe kreisrund wird.

Die centrale Scheibenregion ist verdickt und enthält einen großen Kern (*Ks*); gegen die Peripherie wird die Scheibenzelle allmählich dünner und geht in den bewimperten Rand (*R*) über, der gegen die Kuppel umgeschlagen ist, etwa wie die Krempe eines Hutes. Dieser Rand ist von kräftigen, in vielen Kreisen angeordneten Cilien besetzt. Die centrale Region, die wir, der Kürze wegen, als Boden der Wimperscheibe bezeichnen wollen, ist dagegen cilienlos und in der Regel schwach eingesenkt (Taf. XXXII, Fig. 9, 12, 14, Taf. XXXIII, Fig. 19 u. a.). Die Tiefe dieser Einsenkung hängt in gewissem Grade von den Formveränderungen ab, welche die Urne während des Schwimmens ausführt. An diesen Boden der Scheibe heftet sich der bereits oben erwähnte Klumpen von Blutzellen, allerlei Detritus usw. an (*Kp.*).

Der feinere Bau der Scheibenzelle läßt sich auf Schnitten erkennen. Ihr Protoplasma hat ein maschiges alveoläres Aussehen (Fig. 15, 18); im Centrum befindet sich, wie hervorgehoben, ein großer Kern (*Ks*), von lockerem, gleichsam aufgequollenen Aussehen, der sich nur mit intensiv wirkenden Farben, wie z. B. Safranin, gut tingiert. Nicht selten ist er unregelmäßig lappig, weshalb es auf manchen Schnitten scheint, als ob zwei dicht bei einander liegende Kerne vorhanden wären, oder eine Kernteilung (Taf. XXXII, Fig. 14).

Der bewimperte Scheibenrand zeigt Radiärstreifung (*Strf*), welche in der Regel, den lappenartigen Ausschnitten des Randes entsprechend, eine büschelige Anordnung besitzt (Taf. XXXII, Fig. 2, Taf. XXXIII, Fig. 15, 18). Die genauere Betrachtung ergibt, daß diese Streifung von feinen, im Protoplasma eingelagerten Fädchen herrührt, deren Anordnung und Beziehung zu den Cilien recht

merkwürdig ist. In seinem Verlauf ist der Wimperrand der Scheibe nicht durchweg gleich dick. An den vorspringenden Lappen, wo auch, die Hauptbüschel der Fädchen verlaufen, ist er etwas dicker, als in den Einschnitten des Randes. Dies Verhalten tritt auf Fig. 2, Taf. XXXII und besonders klar auf Fig. 15, 18, 19, Taf. XXXIII, hervor. Auf Fig. 25, die einen ziemlich tief gelegten Querschnitt durch die Wimperseibe darstellt, ist an den Stellen, wo die Büschel verlaufen, noch das Protoplasma der Scheibenzelle getroffen, an den dazwischen liegenden, den Einschnitten des Randes entsprechenden Stellen dagegen die Substanz des Halses (*H*), durch welche bei tiefer Einstellung die Wand der Kuppel (*K*) durchschimmert. Ähnliches ist auch auf Fig. 18 zu sehen. Fig. 19 ist ein Längsschnitt, der so gelegt ist, daß rechts ein dickerer Bezirk des Wimperrandes, links dagegen ein dünnerer, d. h. ein einem Einschnitt entsprechender, getroffen ist. Es sei noch bemerkt, daß die büschelförmige Anordnung der Fädchen um so weniger hervortritt, je weniger die Randlappen ausgeprägt sind.

Die im Plasma eingelagerten Fädchenbüschel stellen wohl einen besonders gestalteten Wimperwurzelapparat dar. Charakteristisch ist für diese Wimperwurzeln, daß sie sich verzweigen. Von der Zone ab, wo der centrale Teil der Scheibenzelle in den umgeschlagenen Scheibenrand übergeht, ziehen im Protoplasma gegen die Peripherie ziemlich starke Fädchen, welche sich verästeln; nahe an der Peripherie des Scheibenrandes zerteilen sie sich in sehr feine Fäserchen, welche, dicht nebeneinander liegend, die peripherische Schicht (*p*) des Wimperrandes durchziehen, indem ein jedes zu einem Basalkörperchen einer Cilie tritt. Diese peripherische differenzierte Protoplasmaschicht des Randes (*p*), dürfte wohl als »Crusta« des Wimperapparates, in dem Sinne, wie PÜTTER (1904) diesen Ausdruck gebraucht, angesehen werden. Was die eventuellen Beziehungen der erwähnten Wimperwurzeln zum Kern angeht, so bemerkt man, daß sich die Fibrillen eines Fädchenbüschels zu einem Strang (*Kg*) vereinigen, der gegen den Kern und dicht neben ihm vorbeiläuft; dabei scheinen sich die Stränge der benachbarten Büschel bogenartig zu vereinigen. Die feinere Struktur dieser Stränge, die wohl dem »Kegel« eines Wimperwurzelapparates entsprechen dürften, konnte nicht entziffert werden.

Die den Basalkörperchen entspringenden kräftigen Cilien verursachen durch ihr beinahe ununterbrochenes Schlagen die Bewegungen der Urne, die, wie bereits erwähnt, in gerader Linie und stets mit der Kuppel voran schwimmt. Zuweilen stehen aber die Cilien einige Zeit still und ausgestreckt; nach dieser gewöhnlich kurzen Pause

beginnen sie wieder lebhaft zu schlagen. Die Bewegungen der Urne machen jedoch nicht den Eindruck von Willkür. Wenn sie an ein Hindernis anprallt, so versucht sie es nicht zu umgehen; wird es nicht überwunden, so bleibt die Urne stehen, indem die Cilien vergebens weiterschlagen.

Schon BRANDT (1871) bemerkte, daß die Cilien gelegentlich abgeworfen werden; ja es löst sich zuweilen die ganze Wimperscheibe von der Kuppel ab, die dann als eine membranöse Blase in der Cölomflüssigkeit flottiert. Diese Erscheinung hängt vermutlich mit dem Untergang der Urnen zusammen. Wie später erörtert werden wird, bilden sich die Urnen fortwährend in großen Mengen an den Gefäßwänden; ein Teil von ihnen wird zwar durch die sogenannten braunen Körper (Nephridien) ausgeschieden; was geschieht jedoch mit den übrigen? Offenbar geht eine größere Zahl, nachdem sie ihre Rolle ausgespielt haben, in der vorerwähnten Weise im Cölom zugrunde.

Es fragt sich, ob diese abortiven Blasen, vor allem diejenigen, welche von den »Schüsselchen« stammen, mit den im Blut des *Sipunculus* so häufig auftretenden membranösen Blasen, den »vésicules énigmatiques« der französischen Autoren, zusammenhängen. Diese Möglichkeit scheint mir jedenfalls nicht völlig ausgeschlossen. Da ich aber zurzeit keine sicheren Beweise für diese Vermutung besitze, so möchte ich auf das Problem nicht näher eingehen.

Aus der genaueren Betrachtung des Baues der *Sipunculus*-Urnen geht zweifellos hervor, daß sie keineswegs einfach als zweizellige Gebilde, wie es in jüngster Zeit einige Autoren, so METALNIKOFF (1900) meinten, aufgefaßt werden dürfen; vielmehr sind die Urnen kompliziertere Gebilde, an deren Aufbau sich mehrere Zellen, sowie Bindegewebe beteiligen.

b. Rückblick auf die früheren Angaben.

Die Autoren, welche, wie KROHN, VOGT und YOUNG, FABRE-DOMERGUE, WAGNER, die Urnen für parasitische Infusorien hielten, betrachteten sie natürlich als einzellige Gebilde. Eine ausführlichere Schilderung des Baues dieses angeblichen Infusors gab FABRE-DOMERGUE (1886). Die »vésicule transparente«, bzw. Kuppel, besäße eine sehr dünne äußere Membran und wäre von einer farblosen Flüssigkeit erfüllt, die nach FABRE als Exsudat des Körpers angesehen werden dürfte. Irgendwelche Struktur im Innenraum dieser »vésicule« konnte er nicht wahrnehmen (vgl. die oben beschriebenen Strängchen [Str]). Den unteren (hinteren) Körperteil bilde eine von einem bewimperten

Wulst umgrenzte Scheibe, die in ihrem Centrum eine den Kern enthaltende Erhebung zeige. Die freie Oberfläche dieser centralen Region bezeichnet FABRE-DOMERGUE als »aire d'absorption«. Der hintere Teil (le »col«) der »vésicule transparente« bestehe aus zwei Schichten, einer inneren und einer äußeren, welch letztere gleichsam eine protoplasmatische Umhüllung (»manchon«) um den Hals bilde und mit dem Wimperwulst zusammenhänge. In einer Verdickung dieser protoplasmatischen Umhüllung sei bisweilen ein abgeplatteter Kern vorhanden, dessen Vorkommen jedoch nicht konstant sei; überhaupt gleiche er mehr einem der Umhüllung angehefteten Amöbocyten. Es ist klar, daß dieser »manchon« nichts andres ist als der oben beschriebene äußere Saum. FABRE erkannte die der Blase angehörigen Kerne nicht, was übrigens wohl mit seiner Auffassung der Urnen als Infusorien zusammenhängt.

1890 veröffentlichte W. WAGNER einige Beobachtungen über den Bau und die Lebensweise des angeblichen Infusors. Wie seine schematische Zeichnung lehrt (Fig. 1, S. 6), scheint er die Scheidewand, d. h. wenigstens ihren peripheren Teil zwischen Kuppel und Hals, beobachtet zu haben; doch hielt er sie für die Grenze zwischen dem Wimperwulst und dem »Körper«, bzw. der Blase der Urne. Dennoch betont WAGNER ausdrücklich, daß das Infusor in normal ausgedehntem Zustand keine Spuren einer Zusammensetzung des Körpers, bzw. der Kuppel, aus zwei oder mehr Partien zeige.

Die Gegenwart einer inneren Scheidewand zwischen Kuppel und Hals wurde von WAGNER, wie auch von allen übrigen früheren Autoren, vermißt; was wohl auf den Umstand zurückzuführen ist, daß sie die Urnen nicht auf Schnitten untersuchten.

Alle Forscher, welche die Infusoriennatur der Urnen leugneten, unterschieden an ihnen zwei Abschnitte, nämlich eine durchsichtige Blase und eine bewimperte Scheibe. CUVÉNOT, der sich vorwiegend für die physiologische Funktion der Urnen interessierte, macht keine näheren Angaben über ihren Bau. METALNIKOFF (1900) dagegen hebt hervor, daß die Urne ein zweizelliges Gebilde sei, und zwar würden die Kuppel und die Wimperscheibe je von einer einzigen Zelle gebildet. Wir haben nun gefunden, daß diese Auffassung für die Kuppel nicht zutrifft. Nach KUNSTLER und GRUVEL bestehe die mesozoenartige Urne, wenigstens in der Jugend, aus zwei Zellen, nämlich der »vésicule claire«, bzw. der Kuppel, und der »vésicule sombre«, bzw. der Wimperscheibe. Im erwachsenen, geschlechtsreifen Zustand dagegen, sei die Urne mehrzellig, indem die »vésicule sombre« eine

Anzahl in einer Schicht angeordneter »Genitalzellen« erzeuge; in der »vésicule claire« dagegen mehrere Kerne aufträten.

Von den früheren Angaben über den Bau der Urnen scheinen mir diejenigen von A. BRANDT (1871) die ausführlichsten zu sein und den wahren Verhältnissen am nächsten zu kommen. BRANDT erkannte die bindegewebige Natur der Kuppel und das Vorhandensein mehrerer in ihre Wand eingelagerter Kerne, von denen ein jeder von einem sternförmigen Protoplastmaklumpchen umgeben sei. Weiterhin leugnet er mit Recht die von KEFERSTEIN und EHLERS (1861) vermutete Mündung des Töpfchens, welche sich in der eingesenkten Partie der Wimperscheibe finden sollte. Andererseits fehlt auf BRANDTS Zeichnungen der Kern der Wimperscheibe; auch die Scheidewand zwischen Kuppel und Hals scheint er nicht beobachtet zu haben. Er erörtert u. a. die Art und Weise, wie sich der Hals an den Rand der Scheibe inseriert und fügt zur Erläuterung Fig. 13A u. B (Taf. XXXII) hinzu. Das was BRANDT als »ringförmige Duplikatur der Wand, welche sich unmittelbar in den Boden fortsetzt«, bezeichnet, ist offenbar der oben erwähnte äußere Saum des Halses, der sich, wie hervorgehoben, unter Umständen um die Wimperscheibe wirklich in Gestalt einer ringförmigen Duplicatur umbiegen kann. Die radiäre Strichelung des Wimperrandes hat BRANDT ebenfalls beobachtet, hielt sie jedoch für vorspringende Leisten oder Fältchen. Die der Strichelung im Protoplasma entsprechenden Fädchen, bzw. Wimperwurzeln, scheint er nicht gesehen zu haben. Weiterhin beschreibt er die Cilien als »stecknadelförmige Flimmercilien« (*Ciliae vibratoriae capitatae*), welche an ihrem freien Ende je ein stark lichtbrechendes Köpfchen tragen sollen. Diese Erscheinung ist zwar öfters zu beobachten; scheint jedoch eine Deformation der Cilien zu sein, wie sie auch sonst (z. B. bei Flagellaten) vorkommt. Zugunsten dieser Vermutung spricht u. a. der von BRANDT selbst beobachtete Umstand, daß in ein und demselben Präparat nicht alle Urnen stecknadelförmige Cilien zeigen; ja daß bisweilen an ein und derselben Urne nur ein Teil der Cilien Knöpfchen besitzt. Außerdem lassen sich, nach BRANDT's Angaben, die Knöpfchen aufs evidenteste dann nachweisen, wenn dem Präparat etwas Ammoniak zugesetzt war.

Die großen Urnen oder »Schüsselchen«.

Wie schon erwähnt, finden sich in der Lymphe von *Sipunculus* noch abweichende Formen der Urnen, die wir mit BRANDT (1871) als »Schüsselchen« bezeichnen. Zweifellos sind es diese Schüsselchen,

welche KUNSTLER und GRUVEL als erwachsene, geschlechtsreife Exemplare des mesozoenartigen Parasiten deuteten. Abgesehen von ihrer Größe, welche die der normalen Urnen um das Drei- oder Vierfache übertrifft, zeichnen sich die »Schüsselchen« durch die abgeflachte Form der Kuppel aus. Man kann jedoch in der Leibesflüssigkeit eine ganze Reihe von Übergangsformen auffinden, welche die normalen Urnen mit den großen abgeflachten Formen verbinden; die Größe der Urnen geht Hand in Hand mit dem Grade der Abflachung der Kuppel. Auf Fig. 7, Taf. XXXII ist ein solches Schlüsselchen, d. h. eine Übergangsform zu den typischen Urnen, abgebildet. Die Bewegungsweise der Schlüsselchen ist unregelmäßiger als die der normalen Urnen; sie ist eine wackelnde, stoßweise, was wohl, wie schon oben hervorgehoben, mit der den Schlüsselchen charakteristischen Kuppelform zusammenhängt, welche die Erhaltung des Gleichgewichts beim Schwimmen erschwert (vgl. S. 549).

Auf Schnitten durch die Schlüsselchen finden wir dieselben Abschnitte wie bei normalen Urnen, nämlich die Kuppel, den Hals und die Wimperscheibe (Taf. XXXIII, Fig. 20). In die Kuppelwand sind auch hier mehrere Kerne, bzw. Zellen (ZK), eingelagert, doch ist deren Zahl meist größer als bei normalen Urnen; dies kann dadurch erklärt werden, daß die der Kuppelwand angehörigen Kerne sich durch Teilung vermehren können. Solch eine Teilung habe ich an lebenden Objekten beobachtet. Textfig. 1 zeigt eine Urne, die ein paar Stunden verfolgt wurde und während dieser Zeit eigentümliche Veränderungen in der Form ihrer Kuppel wahrnehmen ließ. Sie wurde nämlich durch allmählich auftretende Einschnitte oder Furchen mit einer Anzahl Aussackungen oder Ausbuchtungen versehen, so daß ihre Oberfläche höckerig erschien. Dementsprechend traten auch mehr Kerne hervor, die wohl von den drei ursprünglichen Kernen der Kuppelwand stammten; auf Fig. 1 sieht man zwei Kernpaare (K_1 , K_2 und K_3 ,



Textfig. 1.

Eigentümliche Veränderung in der Gestalt der Kuppel einer Urne. Nach dem Leben. Genauerer im Text. K_1 — K_4 Kerne der Kuppelwand. Vergr. 400.

tümliche Veränderungen in der Form ihrer Kuppel wahrnehmen ließ. Sie wurde nämlich durch allmählich auftretende Einschnitte oder Furchen mit einer Anzahl Aussackungen oder Ausbuchtungen versehen, so daß ihre Oberfläche höckerig erschien. Dementsprechend traten auch mehr Kerne hervor, die wohl von den drei ursprünglichen Kernen der Kuppelwand stammten; auf Fig. 1 sieht man zwei Kernpaare (K_1 , K_2 und K_3 ,

K_4), welche deutliche Anzeichen einer eben vollendeten Zweiteilung darbieten. Einige Minuten später war das Kernpaar K_3 , K_4 weiter auseinander gerückt. Die Bedeutung dieser Erscheinung, besonders der erwähnten Furchen der Kuppelwand, die ich noch in mehreren Fällen beobachtete, ist mir nicht klar. Vermutlich werden sie durch die eben erwähnte Teilung der Kerne, bzw. Zellen, hervorgerufen. Auch KUNSTLER und GRUVEL (1897) gedenken dieser merkwürdigen Erscheinungen, ohne eine Erklärung zu geben.

Fig. 21, Taf. XXXIII, welche einen Schnitt durch eine doppelte Urne darstellt, zeigt links zwei dicht nebeneinander liegende Kerne von einer gemeinsamen Protoplasamasse umgeben (KK_2). Die verhältnismäßig geringe Größe dieser beiden Kerne (vgl. auf derselben Figur den Kern ZK), sowie ihre dichte Zusammenlagerung, sprechen augenscheinlich dafür, daß es sich hier um eine eben vollendete Kernteilung handelt.

Der Innenraum der Kuppel ist wie bei normalen Urnen von einem unregelmäßigen Maschengerüst (*Str*) durchzogen, in dessen Zwischenräumen sich Flüssigkeit findet; der Kuppelinhalt selbst ist, wie das Verhalten gegen Farbstoffe zeigt, bindegewebiger Natur. Kurz gesagt, die Kuppel der Schüsselchen ist, abgesehen von der äußeren Gestalt, der einer normalen Urne vollkommen gleich.

Die Wimperscheibe (*S*) des Schüsselchens wird ebenfalls von einer einzigen großen Zelle gebildet, deren Rand gegen die Kuppel umgeschlagen ist. Die centrale unbewimperte und schwach eingesenkte Scheibenregion, die wir als Boden bezeichneten, ist, abgesehen von der Stelle, wo sie den Kern (Ks) enthält, sehr dünn, weshalb sie nur auf gut gelungenen Schnitten deutlich wahrgenommen werden kann. An Totalpräparaten dagegen fällt es schwer den Boden zu erkennen, wegen der großen Menge anhaftender Blutzellen. Die geringe Dicke des Bodens hängt wohl mit der starken Dehnung der Scheibe zusammen. Es sei betont, daß der dünne Boden der Wimperscheibe von einer kontinuierlichen Plasmaschicht gebildet wird, in der sich weder Zellgrenzen noch Kerne nachweisen lassen. Demnach ist in der schwachen Einsenkung der Scheibe gar keine auskleidende Zellschicht vorhanden, die als KUNSTLERS und GRUVELS »cellules génitales« gelten könnte. Die ganze Wimperscheibe besteht in Wirklichkeit auch bei den Schüsselchen aus einer einzigen Zelle. Es wäre auch schwer zu verstehen, wie sich eine solche Schicht von »Genitalzellen« bilden könnte. Wenn durch Knospung, wie es die beiden Autoren behaupten, so müßten doch Kernteilungsfiguren im Boden der die

»Geschlechtsreife« erreichenden Exemplaren auftreten, und zwar recht häufig, da die große Menge der angeblichen »Genitalzellen« von einer einzigen Mutterzelle, der »vésicule sombre« oder Scheibenzelle, erzeugt werden müßte. Solche Kernfiguren konnte ich auf meinen Schnittpräparaten aber nie finden. Daher scheint die Vermutung berechtigt, daß KUNSTLERS und GRUVELS Genitalzellen, welche die Einsenkung der Wimperscheibe des Schüsselchens auskleiden auf Verwechslung mit den anhaftenden Blutzellen (*Kp*) beruhen.

Der bewimperte Scheibenrand zeigt, von oben gesehen, eine feine radiäre Strichelung (Taf. XXXII, Fig. 5). Bei genauerer Betrachtung mit starken Vergrößerungen erscheint diese Streifung als eine feine Wabenstruktur, wie es Fig. 6, Taf. XXXII zeigt, die einen Teil des Wimperrandes bei starken Vergrößerungen darstellt.

Aus Vorstehendem läßt sich schließen, daß die Schüsselchen, abgesehen von unwesentlichen Einzelheiten, vollkommen mit den normalen Urnen übereinstimmen und daher als mit letzteren identische Gebilde betrachtet werden müssen. Sie sind meiner Ansicht nach tatsächlich ausgewachsene, doch wohl hypertrophierte (nicht aber erwachsene, wie es KUNSTLER und GRUVEL meinen) und in der Querachse abnorm ausgedehnte Urnen.

Von vornherein ist ja ein solches Wachstum der Urnen durchaus nicht unmöglich, auch wenn sie keine selbständigen Organismen darstellten. In diesem Falle hätten wir ein lebendes Organ vor uns, das seine Nahrung aus der Leibesflüssigkeit bezöge. Daß in den Urnen tatsächlich ein Stoffwechsel stattfindet, läßt sich schon daraus schließen, daß sie energische Bewegungen ausüben; diese Bewegungsfähigkeit setzt als Arbeitsleistung einen Stoffwechsel voraus. Da nun das Medium, in dem sich die Urnen bewegen, sehr reich an Nahrung ist, so wäre auch eine Aufnahme derselben im Überschuß, also Wachstum, sehr möglich.

Die doppelten oder Zwillingsumurnen.

Nicht selten begegnet man zwischen normalen Urnen eigentümlichen Zwillings- und manchmal auch Drillingsformen, welche schon BRANDT (1871), FABRE-DOMERGUE (1886) u. a., beobachteten, indem sie annahmen, es handle sich hier um eine Vermehrung durch Teilung [CLAPARÈDE (schriftliche Mitteilung an BRANDT), BRANDT (1871)]. Die Autoren, welche die Urnen für parasitische Infusorien hielten, beschrieben [wie z. B. FABRE-DOMERGUE (1886)], diese Doppelformen als Teilungsstadium der *Pompholyxia*. Dagegen könnte auch die ent-

gegengesetzte Vermutung aufgestellt werden, daß es sich nämlich um eine Verschmelzung zweier Urnen mit ihren Kuppeln handle, um eine Art von Copulation. Denn die beiden Wimperscheiben der Zwillingsurnen sind stets vollständig ausgebildet und zeigen keine Spuren einer etwaigen Teilung der Scheibenzelle. Beide Vermutungen scheinen aber im Bau dieser Gebilde keine Begründung zu finden.

Fig. 8, Taf. XXXII zeigt eine solche Doppelurne in toto. Wir finden hier sämtliche für die Urne charakteristischen Merkmale; die Eigentümlichkeit des Gebildes besteht darin, daß eine gemeinsame, gewöhnlich aber durch eine Furche in zwei Teile gesonderte Kuppel zwei normale Wimperscheiben trägt. Wenn wir nun Schnitte durch solche Zwillingsformen betrachten, so ergibt sich sofort, daß der erwähnten Furche, wo sie ausgesprochen ist, keine innere Scheidewand der Kuppel entspricht (Taf. XXXIII, Fig. 22, 23). Wo wir, wie auf Fig. 21, eine solche Scheidewand anscheinend wahrnehmen, so rührt dies davon her, daß der Schnitt nicht median, sondern etwas seitlich durch die Kuppel geführt ist und daher die oberflächliche Einschnürung getroffen hat. Ein weiterer Umstand spricht gegen die Vermutung eines Teilungsvorganges. Bei gewissen Doppelurnen liegen die beiden Wimperscheiben sehr nahe nebeneinander, wie Fig. 21, oder noch näher; bei andern sind die Wimperscheiben etwas weiter voneinander entfernt (Fig. 8 u. 22), wieder bei andern liegen sie an zwei entgegengesetzten Stellen der gemeinsamen Kuppel (Fig. 23). Es wäre schwer begreiflich, wie z. B. der auf Fig. 22 abgebildete Zustand durch Teilung einer Urne entstehen könnte. Näher läge es, anzunehmen, daß an der gemeinsamen Kuppel von Anfang an zwei selbständige Wimperscheiben befestigt waren.

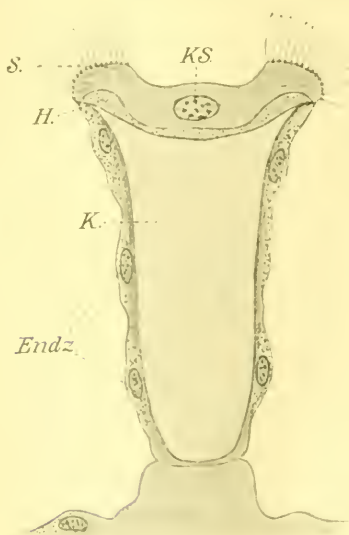
Die zweite Möglichkeit, die der Verschmelzung, wird nach der Feststellung, daß die Kuppel ein kompliziertes Gebilde bindegewebiger Natur ist, ohne weiteres sehr unwahrscheinlich.

Es bleibt daher nur übrig, die Zwillings- und Drillingsformen, welch letztere viel seltener als die ersteren vorkommen, als eigentümliche, mit zwei, bzw. drei Wimperscheiben versehene Urnen aufzufassen. Das Hervorgehen solch merkwürdiger Gebilde läßt sich leicht aus dem Entwicklungsgang der Urnen erklären, wie wir später sehen werden.

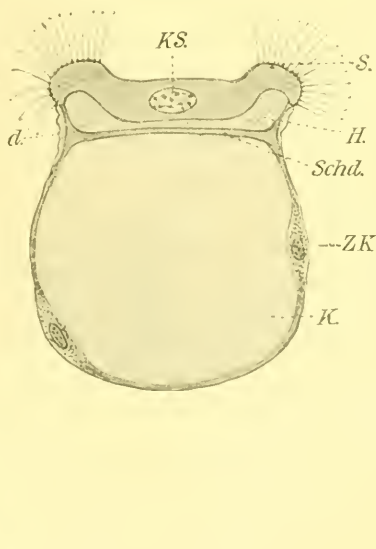
II. Die fixen Urnen von *Sipunculus nudus* und ihre Entwicklung.

Schon RAY-LANKESTER (1873) hatte an der äußeren Wand der sogenannten Blutgefäße von *Sipunculus nudus* angeheftete urnenartige

Gebilde gefunden, von denen er vermutete, daß sie Entwicklungsstadien der freischwimmenden wären. Diese Meinung wurde von CUFÉROT (1891) und später auch von METALNIKOFF (1899, 1900) angenommen, nach dessen Angaben jedoch diese fixen Urnen nicht an der äußeren, sondern an der inneren Fläche der Gefäßwand saßen. Durch Injektionen zeigte METALNIKOFF, daß die fixen Urnen, ebenso wie die freien, verschiedene Körperchen, wie z. B. Tusche oder Karmin, zu einem Klumpen zusammenstrudeln. In physiologischer Hinsicht scheint also volle Übereinstimmung zwischen den freien und den fixen Urnen zu herrschen. Es erübrigt nun festzustellen, daß diese Gebilde auch ihrem Bau nach gleich sind (Fig. 2 u. 3).



Textfig. 2.



Textfig. 3.

Halbschematische Längsschnitte zur Vergleichung einer fixen (2) und einer freien (3) Urne von *Sipunculus nudus*. K, Kuppel; H, Hals; S, Scheibe; KS, Kern der Scheibe; ZK, die in die Kuppelwand eingelagerten Kerne bzw. Zellen; Schd, Scheidewand; d, äußerster Saum des Halses; Endz, Endothelialzellen.

Fig. 43, 44 u. 47, Taf. XXXIV zeigen Längsschnitte ganz ausgebildeter fixer Urnen, die der Gefäßwand aufsitzen. Wir finden an ihnen in erster Linie eine große Scheibenzelle mit bewimpertem Rand und ansehnlichem Kern (KS), der dem der freischwimmenden Urnen gleicht (s. auch Fig. 42 KS). Aufmerksame Betrachtung läßt sogar im Plasma des bewimperten Rands (R) die feinen Wimperwurzeln erkennen. Diese Wimperzelle stimmt also vollständig mit der Wimperscheibe

einer freien Urne überein. Der Kuppelteil der fixen Urne (*K*), zeichnet sich durch die lockere Beschaffenheit seines Innern aus und wird äußerlich von einigen wenigen Zellen bekleidet, die den Endothelzellen (*Endz*) der Gefäßwand ganz ähnlich sind. Die lockere Binnensubstanz dieses Abschnittes färbt sich mit Safranin und BLOCHMANN'Scher Flüssigkeit charakteristisch violett. Der Kuppelteil ist an seinem oberen Ende von der Wimper Scheibe durch eine Scheidewand abgegrenzt (*Schd*); zwischen dieser und der Wimper Scheibe verbleibt jedoch ein geringer Zwischenraum (*H*), der sich durch lockere Beschaffenheit seiner Innensubstanz auszeichnet, und wohl mit dem Abschnitt, den wir Hals nannten, verglichen werden kann. Wir können also alle für die freien Urnen charakteristischen Teile bei den festsitzenden auffinden. Zur Veranschaulichung ihrer Übereinstimmung sollen die Textfig. 2, 3, die nach Schnitten etwas schematisiert sind, dienen.

Wenn sich eine fixe Urne, wie sie auf Textfig. 2 oder Fig. 43, Taf. XXXIV abgebildet ist, von ihrem Stiele ablöst und dabei noch etwas mehr aufbläht, so muß sie zu einer typischen freien Urne werden.

Wie unsre Figuren auf Taf. XXXIV zeigen, können die fixen Urnen bald eine mehr längsgezogene Gestalt besitzen (Fig. 43), bald beträchtlich verkürzt und dementsprechend breiter sein (Fig. 44). Dies dürfte wohl in gewissem Maße mit dem Grad der Ausdehnung der Gefäßwand zusammenhängen; wenn die Gefäßwand beträchtlich kontrahiert ist, da nehmen die aufsitzenden Urnen eine langgestreckte Gestalt an (Fig. 43), wenn sie dagegen stark gedehnt ist, erhalten sie eine der Fig. 44 ähnliche Gestalt.

Es kommt öfters vor, daß auf einem gemeinsamen Stiel zwei oder sogar mehr Urnen sitzen (Fig. 46, 47, 48, 49), welche nicht selten auf verschiedenen Stufen ihrer Entwicklung stehen (Fig. 46); auf diese komplizierten fixen Urnen und ihre Bedeutung für die Bildung der Zwillingsurnen werden wir noch zurückkommen.

Bevor ich die Entwicklung der fixen Urnen schildre, muß ich einiges über die Histologie der sie erzeugenden Gefäße mitteilen.

Das sogenannte Blutgefäßsystem (Tentaculargefäßsystem, Polische Gefäße).

Wie bekannt, ziehen die sogenannten Blutgefäße des *Sipunculus* entlang dem Oesophagus als ein dorsaler und ein ventraler Schlauch, nach hinten gewöhnlich bis zu der Basis der Retraktoren. An ihrem

Vorderende münden sie in einen gemeinsamen Ringsinus, der den Schlund umgibt und Divertikel in die Tentakel sendet.

Die Gefäßwand besteht aus einer bindegewebig muskulösen Schicht, die auf ihrer Außen- und Innenfläche einen Zellbelag trägt. Eine solche kurze Beschreibung, wie wir sie bei LADREY (1904) finden, wäre jedoch allzu schematisch, die wahren Verhältnisse sind nämlich viel komplizierter.

Der feinere Bau des Bindegewebes der Gefäßwand läßt sich auf Flächenpräparaten und Schnitten studieren. Die Grundsubstanz des Bindegewebes zeigt eine Menge Faserbündel, die sich in verschiedenen, hauptsächlich senkrecht zu einander ziehenden Richtungen kreuzen, was das Flächenpräparat Fig. 50, Taf. XXXV, deutlich zeigt. Das Gefäß war längs der Medianlinie aufgeschnitten und auf dem Objektträger ausgebreitet. Außer den Bindegewebsfasern verlaufen in der Wand auch Muskelfasern (*m*); die Ringmuskeln sind stärker und auf Schnitten leichter wahrzunehmen als die Längsmuskeln.

Zwischen den Faserbündeln treten in der Grundsubstanz Lücken auf (Taf. XXXIII, Fig. 24 *L*), die von einer Lymphe erfüllt sind; vor allem aber befinden sich in diesen Lücken die Bindegewebezellen (*Bdz*). Neben diesen trifft man in den Lücken nicht selten weitere zellige Elemente, so große Blutzellen (Fig. 51, *Hm*) und Wanderzellen. Ferner werden im Bindegewebe große körnige Wanderzellen, sogar pigmentierte Gruppen solcher angetroffen (Taf. XXXIV, Fig. 44, *Wdz*), und endlich unregelmäßige Pigmentanhäufungen, die wohl als Exeret aufzufassen sind.

Die Gefäßwand ist sehr elastisch und kann unter Umständen durch den Druck der den Hohlraum des Gefäßes erfüllenden Flüssigkeit sehr stark ausgedehnt werden, so daß sie eine dünne Membran darstellt (Fig. 44).

In dem äußeren Zellbelag der Gefäßwand unterscheiden wir erstens flache, ziemlich große Epithelzellen (Endothelialzellen, *End*), mit länglich-ovalem Kern und feinkörnigem Protoplasma, das bei Färbung mit BLOCHMANNScher Flüssigkeit gewöhnlich schwach grünlich, bei der MALLORYschen Tinktion dagegen schwach rosa gefärbt erscheint. Fig. 44 gibt eine Vorstellung von der Gestalt dieser Endothelialzellen im Profil. In der Flächenansicht zeigen diese Zellen sehr unregelmäßige Umrisse, bzw. Zellgrenzen, wie sie schon METALNIKOFF (1900) auf seiner Fig. 27, Taf. XIX abgebildet hat.

Zwischen diesen flachen Endothelialzellen sind Flimmerzellen (*Flmz*) reichlich zerstreut, deren lange Cilien die Blutflüssigkeit unaufhaltsam

in Bewegung setzen und ihre Strömung befördern. Außer diesen gewöhnlichen Flimmerzellen begegnen wir an der Gefäßwand auch solchen, welche sich durch besondere Größe, sowie ihre charakteristische Gestalt auszeichnen, indem sie im Längsschnitt etwa linsenförmig erscheinen. Sie besitzen ferner deutliche Wimperwurzeln. Eine solche Flimmerzelle ist auf Fig. 26, Taf. XXXIII, *Flmz* abgebildet. Ob diese eigentümlichen Wimperzellen umgewandelte gewöhnliche Flimmerzellen sind, d. h. ob sie mit letzteren genetisch zusammenhängen, konnte ich auf meinen Präparaten nicht sicher feststellen, halte es jedoch für wahrscheinlich. In seltenen Fällen fand ich an der Gefäßwand auch Gebilde, wie sie auf Fig. 27, Taf. XXXIII dargestellt sind. Sie bestehen aus einer großen Flimmerzelle der eben beschriebenen Art, die aber einer bindegewebigen Erhebung der Gefäßwand aufsitzt wie auf einem kurzen und breiten Stiel. Eine weitere Differenzierung der großen Flimmerzelle prägt sich darin aus, daß nicht die ganze freie Fläche der Zelle, sondern nur die peripherische Region Cilien trägt. Es scheint dann, als ob man eine unvollkommen ausgebildete, auf einem Auswuchse der Gefäßwand sitzende Urnenwimperseibe vor sich hätte.

Die Bedeutung der großen Flimmerzellen (*Flmz*), sowie der eben erwähnten eigenartigen Gebilde, wird erst bei Erörterung der Entwicklung der Urnen klar werden.

Endlich findet man, wie hervorgehoben, an der Wand fixe Urnen in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung (Fig. 50, Taf. XXXV, *U*).

Von Wichtigkeit ist der Umstand, daß der Zellbelag der äußeren Fläche der Gefäße in seinem Bau mit dem der inneren vollkommen übereinstimmt; wir begegnen hier durchaus denselben zelligen Elementen, nämlich: flachen Peritonealzellen, welche denen der Innenfläche bis zum Verwechseln gleichen, ferner Flimmerzellen und sogar, wie noch gezeigt werden wird, fixen Urnen. Diese histologischen Befunde könnten wohl die Ansicht stützen, daß die Auskleidung der Innenwand der Gefäße nichts andres als ein Peritonealzellbelag ist, und demnach die sogenannten Blutgefäße des *Sipunculus* eine Abteilung der Leibeshöhle, des Cöloms, darstellen. Zugunsten dieses Gedankens, der auch von A. LANG (»Trophocöltheorie« 1903) geäußert wird, sprechen auch andre Tatsachen, wie z. B. die Gleichheit der Formelemente der Cölom- und der Gefäßflüssigkeit. An den Gefäßwänden anderer Sipunculiden, *Phascolosoma* und *Phymosoma*, finden wir keine fixen Urnen; aber zwischen den Endothelial- und Flimmerzellen, welche auch bei diesen Formen die Gefäßwand bekleiden,

kommen besondere große Zellen vor, welche in ihrem Protoplasma gelbe Körnchen enthalten, sich mit Säurefuchsin intensiv färben, eine saure Reaktion zeigen, also eine nahe Verwandtschaft mit den den aufsteigenden Darmteil der Tiere bekleidenden »Chloragogenzellen« aufweisen, welche bekanntlich als Erzeugnisse des Peritonealepithels der Cölonwand aufgefaßt werden.

Infolgedessen scheint es mir kaum berechtigt, den Gefäßapparat der Sipunculiden als echte »Blutgefäße« anzusprechen, da derselbe mit dem, was man eigentlich unter Blutgefäßen versteht, kaum etwas zu tun hat. Vielmehr würde, meines Erachtens, für den in Rede stehenden Gefäßapparat die Bezeichnung »Tentakulargefäßsystem« (BRANDT, 1871), oder die ältere, noch von DELLE CHIAIE 1823 (Memoria degli animalia senza vertebre, Vol. I, »Polische Blasen«) herrührende und in neuester Zeit, und zwar bei den französischen Autoren, wieder aufgetauchte Bezeichnung »Polische Gefäße oder Röhren« (»Tubes de POLI«), passen. Letztere Bezeichnung deutet aber auf eine Tendenz hin, den Gefäßapparat der Sipunculiden dem Wassergefäßsystem der Holothurien, insbesondere dem der Synaptiden, an die Seite zu stellen, was mir allerdings sehr gewagt scheint. Ich ziehe daher BRANDTS Bezeichnung »Tentakulargefäßsystem« vor.

An der Gefäßwand werden öfters eigenartige Erscheinungen beobachtet, indem einige der gewöhnlichen Endothelialzellen sich über die Wandfläche erheben, und allmählich eine längliche, birnförmige Gestalt annehmen (End, Fig. 24, Taf. XXXIII), so daß die Zelle nur durch einen dünnen Stiel mit der Wand verbunden bleibt. Schließlich lösen sich solche Zellen ganz ab und fallen in den Gefäßraum, bzw. in die Leibeshöhle. Fig. 24, Taf. XXXIII, zeigt verschiedene Stadien dieses Vorganges. Neben den gewöhnlichen flachen Endothelialzellen (End) sind auch solche zu sehen, welche mehr oder weniger über die Gefäßwand emporgehoben und ausgezogen sind. Weiterhin bemerkt man auch die bereits frei gewordenen Zellen (Bl), welche ihre birnförmige Gestalt noch kurze Zeit nach der Ablösung bewahren; allmählich nehmen sie dann die den Amöboeyten gewöhnliche Form an.

Solche Zellen (Bl) flottieren in großen Mengen in der Blutflüssigkeit. Sie sind amöboid beweglich. Auf Schnitten, die mit BLOCH-MANNScher Flüssigkeit behandelt sind, erscheint ihr Plasma wie das der Endothelialzellen blaßgrün, zuweilen etwas bläulich gefärbt (Taf. XXXV, Fig. 53).

In der Blutflüssigkeit finden wir jedoch noch eine andre Art von Zellen in großer Menge. Diese Blutzellen sind größer, besitzen

eine kugelige oder ovoide Gestalt, einen exzentrisch gelegenen Kern und ein im Protoplasma eingelagertes Körperchen, das CUÉNOT (1891) anfänglich für eine Vacuole hielt. Diese Zellen sind wohl die »hématies« der französischen Autoren; sie enthalten nach CUÉNOT (1891) ein rotes Pigment, nämlich »Hämarythrin«, dem bei der Atmung eine wichtige Rolle zugeschrieben wird. Mit BLOCHMANNscher Tinktion färben sich diese Blutzellen intensiv grün, wodurch sie sich auf Schnitten scharf von den ersterwähnten Amöbocyten unterscheiden (vgl. Fig. 51 u. 55, Taf. XXXV). Ihr Herkommen habe ich nicht verfolgt. Endlich finden sich in der Blutflüssigkeit des *Sipunculus* noch körnige Phagocyten, die ich nicht näher beschreiben will, da eine ausführliche Darstellung der Formelemente des Sipunculidenblutes nicht die Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist.

Das Tentakulargefäßsystem ist vollkommen geschlossen und steht weder mit der Leibeshöhle, noch mit der Außenwelt in Kommunikation. Dies ist die Ansicht der Mehrzahl der Autoren, welche sich mit der Anatomie von *Sipunculus* beschäftigten. Ich schließe mich dem vollkommen an, da ich weder auf Schnittserien, noch vermittels intravitaler Injektionen irgend eine Kommunikation nachweisen konnte. Mit dieser Meinung scheint METALNIKOFF (1900) nicht einverstanden zu sein. Obwohl er zugibt, daß die direkten Beobachtungen gegen eine Kommunikation der Gefäße mit der Leibeshöhle sprechen, führt er doch folgende Überlegungen zugunsten einer solchen Möglichkeit an. Erstens kämen in der Leibeshöhle dieselben Elemente wie in den Gefäßen vor. »Es ist schwer anzunehmen«, sagt er, »daß im Gefäßsystem sich dieselben Formelemente bildeten, welche in der Leibeshöhle zu finden sind, und daß es seine besonderen blutbildenden Organe besäße.« Nun haben wir bereits gefunden, daß wenigstens eine Art von Blutelementen tatsächlich in den Gefäßen, und zwar durch Ablösen von ihren Wänden, entsteht. Die Innenseite der Gefäßwand ist ja, wie schon betont, mit denselben Zellen wie ihre Außenseite bekleidet, wodurch für die Bildung dieser Formelemente dasselbe Material sowohl außerhalb, als auch innerhalb der Gefäße gegeben ist. Weiterhin befindet sich am Dorsalgefäß eine Drüse, welche METALNIKOFF selbst für ein blutbildendes Organ hält (S. 284, 1900). Die von dieser Drüse stammenden Blutzellen können wohl auch in den Hohlraum der Gefäße gelangen, ebenso wie in die Leibeshöhle.

Zweitens schließt METALNIKOFF aus den Resultaten seiner Injektionen von Methylenblau und Neutralrot in die Leibeshöhle, wobei die »Vacuolen« der roten Blutkörperchen entsprechend gefärbt wurden, daß

die Blutkörperchen aus der Leibeshöhle in die Gefäße hindurchtreten • können. Daß Blutzellen durch die Gefäßwand hindurch wandern können, ist ganz richtig. Es fragt sich nur, ob es für die Erklärung dieses Vorganges wirklich nötig ist, das Vorhandensein irgendwelcher Kanälchen oder Spalten in der Gefäßwand anzunehmen. Meine Fig. 51, Taf. XXXV zeigt ein Blutkörperchen (*Hm*), das sich in einer Lücke des Bindegewebes der Gefäßwand befindet. Auf Fig. 52 sieht man ein gleiches Blutkörperchen, das aus der Gefäßwand in den Hohlraum des Gefäßes hineindringt; irgend ein besonderer Weg dazu, etwa ein Kanälchen, ist jedoch nicht vorhanden. Fig. 25, Taf. XXXIII zeigt ebenfalls das Eintreten einer Wanderzelle (*Phg*) in das Gefäß in dem Moment, wo die eine Hälfte des großen Kernes bereits im Hohlraum des Gefäßes, die andre dagegen noch in der Gefäßwand steckt.

Auf METALNIKOFFS Fig. 27, Taf. XIX, die einem Silberpräparate entnommen ist, und die Zellgrenzen des flachen inneren Gefäßendothels zeigt, sind kleine, zwischen den Zellgrenzen liegende Öffnungen dargestellt, die »als dunkle Punkte in Erscheinung treten«. Durch diese Öffnungen könne wahrscheinlich der Gefäßraum mit der Leibeshöhle kommunizieren. Meiner Ansicht nach sind die dunklen Punkte nichts weiter, als die sogenannten Stomata oder Stigmata, wie sie sonst gewöhnlich in den Blut- und Lymphgefäßen zwischen den Epithelzellen vorkommen und als Wege angesehen werden, die die Blutzellen zu ihrem Wandern durch die Gefäßwand benutzen, ja die sogar bei diesem Durchwandern selbst gebildet werden. Diese Stigmata könnten wohl nicht als eigentliche Kommunikationen zwischen Gefäß und Leibeshöhle gelten, durch welche etwa auch die Urnen durchzuwandern imstande wären.

Es erübrigt noch, einer Drüse zu gedenken, die als ein verdickter rötlichbrauner Streifen dem Hinterende des Dorsalgefäßes entlang zieht. Sie wird von bindegewebigen Strängen oder Trabekeln, welche dem Bindegewebe der Gefäßwand entstammen, durchzogen; diese Trabekel bilden eine Art Netzwerk, wie es sonst für Lymphdrüsen charakteristisch ist. In den Maschenräumen des Netzwerkes sind große Mengen von Zellen eingelagert, wohl in Bildung begriffene Lymphzellen. Die Drüse fungiert also in erster Linie als blutbildendes Organ, wie schon METALNIKOFF (1900) bemerkte. Ob es die roten Blutkörperchen sind, die in der Drüse entstehen, um ihre definitive Gestalt und Größe erst im freigewordenen Zustand zu erreichen, habe ich nicht direkt verfolgt, halte es aber für wahrscheinlich. Jedenfalls steht fest, daß die Drüse Formelemente des Blutes bereitet.

Was eine eventuelle excretorische Funktion dieser Drüse angeht, so widersprechen sich darüber die Angaben LADREYTS und ENRIQUES. LADREYT (1905) unterscheidet an der Drüse zwei Abschnitte, einen vorderen und einen hinteren, von denen der erste ein lymphogenes Organ sei, der zweite dagegen von excretorischer Funktion wäre. — Dem hinteren blinden Ende des Ventralgefäßes, an dem LADREYT vier konzentrische Zonen unterscheidet, käme eine hämatolytische Funktion zu; die centrale Zone bestünde aus verschiedenartigen Elementen, die sich in vollkommener Degeneration befänden; als Folge hiervon sollen sich an diesem Ort besondere, Harnsäure enthaltende, pigmentierte Körper bilden, die LADREYT für Excretionsprodukte hält. Solche Körper bildeten sich auch in der Anhangsdrüse des Dorsalgefäßes; sie gelangten durch einen Riß in der Gefäßwand in die Leibeshöhle und von da durch die Nephridien nach außen. ENRIQUES bestreitet (1903, 1906) die Ausführungen LADREYTS energisch. Er leugnet die hämatolytische Funktion des hinteren Endes des Ventralgefäßes, sowie die excretorische Leistung des hinteren Abschnittes des Rückengefäßes. Nach ihm sollen die Ansichten LADREYTS auf falscher Interpretation beruhen; denn die pigmentierten Körper (*«corpi segmentali»*), welche nach ENRIQUES aus pigmentführenden, zu einer Art Syncytium vereinigten Leucocyten beständen, sollen nach ihm respiratorisch tätig sein.

Ich will hier nicht in eine Diskussion dieser interessanten Frage, die wohl einer speziellen Untersuchung bedarf, eingehen. Es sei nur bemerkt, daß mir sowohl die Befunde LADREYTS, als auch die ENRIQUES nicht sehr überzeugend scheinen. Ein gewisser Ausgleich der Meinungen der genannten Autoren über die Leistungen des Gefäßapparates, scheint mir ferner nicht unmöglich.

Fassen wir das über den Bau und die Leistungen des Gefäßsystems Ermittelte kurz zusammen.

In morphologischer Beziehung ist das Gefäßsystem ein Teil der sekundären Leibeshöhle.

Die physiologische Funktion des Tentakulargefäßsystems ist eine ziemlich komplizierte und mannigfache. In erster Linie kommt seine mechanische Leistung in Betracht, nämlich die Erection der Tentakelkrone, was schon von BRANDT (1871) hervorgehoben wurde. Dank der Kontraktion der Gefäßwandmuskulatur wird die Flüssigkeit der Gefäße durch den Schlundsinus in die Tentakel gepreßt, die im erigierten Zustande als Greif- und Tastorgane fungieren, bei der Kontraktion der Tentakel werden dagegen die Gefäße aufgebläht.

Ferner kommt dem Gefäßsystem eine blutbereitende Funktion zu.

Wir haben darauf hingewiesen, daß wenigstens zwei Kategorien von Blutelementen sich im Gefäßapparat bilden, nämlich 1) diejenigen, welche sich von der Gefäßwand ablösen, und 2) die, welche in der Anhangsdrüse des Rückengefäßes gebildet werden. Weiterhin entstehen an den Gefäßwänden die Urnen.

Die Frage nach der respiratorischen und excretorischen Leistung der Gefäße muß, wie erwähnt, noch als unentschieden angesehen werden. In respiratorischer Beziehung könnte übrigens die Leistung des Gefäßsystems, wie das BRANDT mit Recht bemerkt, für den Organismus kaum von Bedeutung sein; höchstens könnte dieser verhältnismäßig kleine Apparat nur für das Gehirn sorgen. Vielmehr müßten in respiratorischer Beziehung die Hautkanäle eine wichtige Rolle spielen, was auch ANDREAE (1882) hervorgehoben hat. Ein gewisser Anteil des Gefäßsystems an der Exeretion scheint mir dagegen ziemlich wahrscheinlich. Wenn dies bei *Sipunculus nudus* noch bestreitbar ist, so steht die Sache bei andern Sipunculiden, wie *Phascolosoma*, *Phymosoma* u. a., außer Frage. Denn im Zellbelag ihrer Gefäßwand kommen zwischen den gewöhnlichen Endothelzellen noch Chloragogenzellen vor, welche bekanntlich excretorisch wirksam sind.

Die Entwicklung der Urnen.

a. Eigne Beobachtungen.

In erster Linie bemühte ich mich in der Gefäßwand irgendwelche fremde Keime oder Sporen aufzufinden, die den Anstoß zur Entwicklung von Urnen geben könnten; ich kam dabei zu demselben negativen Resultat wie METALNIKOFF (1900).

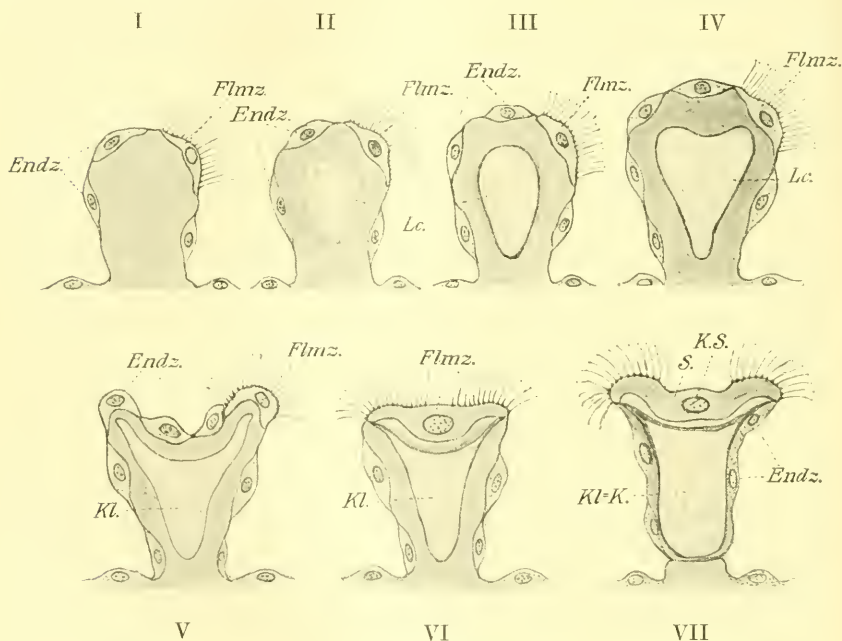
Im Entwicklungsgang der Urnen können wir sieben Hauptstadien unterscheiden, die schematisch auf Textfig. 4, I—VII dargestellt sind.

Taf. XXXIV zeigt eine Reihe successiver Entwicklungsstadien. Die Farben sind dabei genau den Präparaten, welche mit Safranin und BLOCHMANNscher Lösung behandelt waren, nachgebildet, mit dem einzigen Unterschied, daß das Plasma der Zellen auf den Präparaten grünlich erscheint, während es auf den Figuren bläulich wiedergegeben ist.

Als allererster Anfang einer Urne tritt an der inneren Gefäßwand eine Erhebung des Bindegewebes auf, welche von Endothelialzellen bekleidet ist, deren Kerne sich an dieser Stelle vermehren. Die Erhebung vergrößert sich und ragt bald wie eine Knospe in den Gefäßraum empor. Hiermit ist das erste Entwicklungsstadium einer Urne gegeben (Textfig. 4 I,

Taf. XXXIV, Fig. 29); es ist ein Auswuchs des Bindegewebes der Gefäßwand, der von Endothelialzellen (*End*) bekleidet ist, unter denen sich in der Regel mindestens eine der Flimmerzellen des Endothels befindet (Fig. 30 u. 31, *Flmz*).

Auf einem folgenden Stadium (Textfig. 4, II) tritt im Innern der Knospe ein besonders differenzierter Bezirk hervor, der sich durch lockere Beschaffenheit der bindegewebigen Grundsubstanz auszeichnet (*Lc*). Diese Bildung ist, wie aus dem Folgenden klar wird, die



Textfig. 4.

Schematische Darstellung der Entwicklung der Urnen von *Sipunculus nudus* (s. im Text).

Endz., Endothelialzellen; *Flmz.*, Flimmerzelle; *Lc.*, lockere Anlage der Binnensubstanz der Kuppel; *Kl.*, kelchartige Anlage der Kuppel; *S.*, Scheibe; *K.*, Kuppel.

Anlage der Kuppelsubstanz. Fig. 30, Taf. XXXIV zeigt ein derartiges Stadium im Längsschnitt, Fig. 31 im Querschnitt. Auf letzterem ist eine große Flimmerzelle deutlich zu sehen.

Die erwähnte lockere Anlage besitzt zunächst keine scharfen Konturen. Bald aber beginnt das peripherische Bindegewebe gleichsam eine Wand (*W*) für diese Anlage zu bilden, wodurch sie auf dem nächsten, bzw. dritten Stadium eine scharf markierte Umgrenzung erhält (Fig. 4, III, Taf. XXXIV, Fig. 32, *W*). Die Bildung der lockeren Grundsubstanz der Kuppel muß von einem chemischen Umwandlungs-

prozeß im Bindegewebe begleitet sein, was daraus hervorgeht, daß in ihr bald eine Substanz auftritt, die sich bei gewissen Färbungen ganz eigenartig verhält. So färbt sie sich mit Safranin und BLOCHMANNscher Lösung charakteristisch violett. Von diesem Stadium an tritt die violette Färbung der Binnensubstanz der Kuppel auf allen unsern Figuren (Taf. XXXIV) hervor. Wie Fig. 33 u. 35 zeigen, erscheint sie zunächst in der peripheren Region der Anlage, unter der Wand (*W*), und breitet sich dann allmählich über die gesamte lockere Kuppelsubstanz (*Kch*) aus. Mit Safranin und der MALLORYschen Tinktion wird diese Substanz in ähnlicher Weise gefärbt, doch erscheint die Farbe nicht so rein wie bei ersterer Methode. Der rötliche Ton wird dabei wohl vom Safranin, der bläuliche dagegen von dem das Bindegewebe entsprechend färbenden Wasserblau (BLOCHMANNsche Lösung), bzw. Anilinblau (MALLORY), herrühren, die in diesem Falle anscheinend die Reste der bindegewebigen Grundsubstanz färben. Vom Safranin wird also die neu auftretende Substanz gefärbt.

Indessen fährt die Knospe fort, sich zu vergrößern, indem der distale (obere) Teil breiter wird als der proximale (basale), welcher gewöhnlich die Form eines Stieles annimmt, der die Knospe an der Gefäßwand befestigt (Fig. 33, 37, 38, Taf. III u. a.). Die distale Wand der lockeren Anlage beginnt sich allmählich gegen die Basis einzusenken, so daß sie auf einem weiteren Stadium eine kelchartige Gestalt erhält (Textfig. 4, IV). Fig. 33, Taf. XXXIV, zeigt den Längsschnitt durch ein solches Stadium; Fig. 34 u. 35 zeigen zwei Schnitte aus einer Querserie durch das gleiche Stadium, indem Fig. 34 aus der distalen, Fig. 35 dagegen aus der mittleren Region der Knospe stammt. Somit kommt der Kuppelinhalt zur Ausbildung, indem die Wand der kelchartigen Anlage (*W*) die innere Begrenzung der zukünftigen Kuppelwand bildet.

Während der Bildung des Kuppelinhalt werden auch die endothelialen Zellen, welche das Distalende der Knospe bekleiden, in die Einsenkung hineingezogen, auf welche Weise ein recht typisches Entwicklungsstadium entsteht, das wir als Stadium V bezeichnen wollen (Textfig. 4, V), und Fig. 36—39, Taf. XXXIV. Fig. 36 (links) stellt einen Übergang zu Stadium V dar; der Kelch (*Kh*) ist bereits ausgebildet, die Endothelialzellen (*End*) sind jedoch nicht ganz in seine Einsenkung hineingezogen. Auf Fig. 36 (rechts), Fig. 37 u. 38 ist dies schon geschehen.

An der Peripherie des Kelches, zwischen seiner Wand (*W* und *W*₁) und den Endothelialzellen befindet sich noch etwas Bindegewebe,

welches sich wohl an der definitiven Ausbildung der Kuppelwand beteiligen wird. Fig. 39 ist ein Querschnitt durch dieses Stadium; man bemerkt die äußere Kuppelwand (W_1) und die innere, bzw. distale, eingesenkte Wand des Kelches (W), zwischen denen die violett gefärbte Binnensubstanz sich findet; das peripherische restierende Bindegewebe, erscheint als dunkelblauer Streif um die Wand der Kuppelsubstanz ($W_1 W_2$); darum liegen die Endothelialzellen, unter denen sich eine Flimmerzelle befindet.

Diese Flimmerzelle ist dazu bestimmt, die Wimperscheibe zu bilden, indem sie sich stark vergrößert, allmählich die für die Scheibe charakteristische Gestalt erhält und sich dabei in der kelchartigen Einsenkung ausbreitet. Die Umwandlung der Flimmerzelle zur Wimperscheibe bildet das VI. Stadium in der Entwicklung der Urne (Textfig. 4, VI). Fig. 40 (links) zeigt eine Flimmerzelle, die im Beginn ihres Umbildungsprozesses begriffen ist. Fig. 41 stellt ein weiter vorgerücktes Stadium des erwähnten Prozesses dar; der Schnitt hat die sich entwickelnde Urne etwas schräg getroffen; die vergrößerte Wimperscheibe umwächst das distale Ende der bereits ausgebildeten Kuppelanlage. Die Flimmerzelle hat hier noch nicht die für die Wimperscheibe charakteristische Form erreicht; vielmehr scheint sie eine annähernd hufeisenförmige Gestalt zu besitzen. Hätten wir hier schon eine ausgebildete Scheibenzelle vor uns, so müßten wir bei den verschiedensten Schnittrichtungen (vorausgesetzt, daß der Kern der Zelle getroffen wäre) eine ganz andre Figur erhalten, als sie Fig. 41 zeigt. Auf Fig. 46, die zwei auf einem gemeinsamen Stiel sitzende, auf verschiedenen Entwicklungsstufen stehende Urnen darstellt, ist an der jüngeren (kleineren) Urne (U_2) die Ausbildung der Wimperscheibe noch etwas weiter vorgerückt.

Das schon (S. 562) erwähnte Vorkommen großer, eigenartiger Wimperzellen im Gefäßendothel (Taf. XXXIII, Fig. 26, 27, *Flmz*), die dem Übergangsstadium zu einer ausgebildeten Scheibenzelle sehr ähnlich sind, scheint zu beweisen, daß Flimmerzellen des Endothels tatsächlich auswachsen können, um sich in eine Wimperscheibe der Urne umzuwandeln. Die bindegewebige Erhebung auf Fig. 27 dürfte wohl einer in ihrer Entwicklung zurückgebliebenen Kuppelanlage entsprechen. Auch Fig. 42, Taf. XXXIV stellt eine unvollkommen ausgebildete Urne im Längsschnitt dar, denn ihre Kuppelanlage besitzt im Vergleich zu der nicht ganz entwickelten Scheibenzelle einen allzu geringen Umfang. Es können also Abweichungen vom normalen Entwicklungsgang vorkommen, die sich darin äußern, daß die Kuppelanlage gegenüber der Wimperscheibe mehr oder weniger zurückbleibt.

Kehren wir zu dem normalen Entwicklungsgang, und zwar zum VII. Stadium zurück, auf dem die fixe Urne ihre endgültige, früher beschriebene Gestalt erreicht (Textfig. 4, VII; Taf. XXXIV Fig. 43—45). Durch allmähliches Aufquellen der lockeren Binnensubstanz der Kuppel gelangt diese schließlich zu völliger Entwicklung. Das restierende periphere Bindegewebe, samt den endothelialen Zellen, bildet die Wand der Urne. Die Mehrzahl der letzteren, welche die fixe Urne seitlich bekleiden, geht zugrunde; einige wenige dagegen (1—4) bleiben erhalten und bilden bei der freischwimmenden Urne die oben-erwähnten, in der Kuppelwand eingelagerten Kerne, bzw. Zellen. Durch das Aufquellen der Binnensubstanz der Kuppel wird deren Wand stark gedehnt und gespannt, weshalb sie das Ansehen einer sehr dünnen Membran erhält, die eigentlich bindegewebig-epithelialer Natur ist. Die verbleibenden (nicht abgeworfenen) Kerne der Endothelialzellen erscheinen dabei mehr oder weniger in die Kuppelwand eingedrängt. In der Region, wo sich die Kuppel an die Wimperscheibe ansetzt, ist, wie schon hervorgehoben, die Spannung ihrer Wand geringer, weshalb der Endothelzellbelag an dieser Stelle besser erhalten bleibt und daher deutlicher hervortritt; auf diese Weise wird der zarte äußerste Saum um die Halsregion der Urne hervorgebracht (*d*), dessen wir oben (S. 549) gedachten. Da sich an dieser Stelle der epitheliale Saum von der bindegewebigen Schicht der Wand unter Umständen abheben kann, so erklärt sich, weshalb auf manchen Präparaten die Wand des Halses gleichsam längsgespalten erscheint.

Die eingesenkte obere Kelchhöhle bildet die Scheidewand (*Schd*) zwischen Kuppel und Hals. Der zwischen dieser Scheidewand und der Scheibenzelle verbleibende Raum, in dem sich noch Reste des umgewandelten peripherischen Bindegewebes erhalten, bildet den Abschnitt, den wir als Hals (*H*) bezeichneten.

Einen Beleg für die eben dargelegten Verhältnisse liefern Präparate, an denen die Farbdifferenzierung scharf hervortritt. Fig. 54, Taf. XXXV ist ein Längsschnitt durch eine freie Urne, der stark mit Boraxkarmin und hierauf mit BLOCHMANNScher Lösung gefärbt war; die plasmatischen Teile erscheinen rot, die bindegewebigen dagegen blau. Man erkennt nun, daß die Scheidewand (*Schd*) und die innere Begrenzung der Kuppelwand bindegewebiger Natur sind. In der Nähe der Wimperscheibe tritt deutlich der äußerste, weiter nach unten auf die Kuppelwand übergehende Saum (*d*) auf, der aber rötlich gefärbt erscheint und demnach wohl nicht bindegewebiger, sondern endothelialer Herkunft sein muß. Auf einem andern, nach derselben Methode behandelten

Schnitt durch ein Schlüsselchen konnte ich in der Scheidewand der Kuppel ein zartes rötliches Säumchen wahrnehmen, das besonders auffallend da erschien, wo ein Kern lag.

Was das Schicksal der übrigen Endothelialzellen betrifft, welche die Einsenkung des Kelches bekleideten, so gehen diese ebenfalls zugrunde, indem sie einfach abgeworfen werden können; ihre Stelle nimmt die große Flimmerzelle ein, die schließlich zur Wimperscheibe wird. Der Oberfläche der Wimperscheibe junger fixer Urnen liegen öfters einige Kerne an (Fig. 43 u. 45, *Ke*), welche augenscheinlich den zugrunde gehenden Endothelialzellen angehören. Es ist jedoch schwer mit Sicherheit zu sagen, ob wir es hier wirklich mit abortiven Endothelkernen, oder mit anhängenden Blutzellenkernen zu tun haben. In einzelnen Fällen glaube ich eine Degeneration der Endothelkerne beobachtet zu haben, wie es Fig. 40 (rechts) an einer Flimmerzelle zeigt.

An dem Stiel, der die fixe Urne mit der Gefäßwand verbindet, bildet sich eine Einschnürung, womit die Urne zum Abreißen fertig wird. Nachdem sie sich vom Stiel befreit hat, nimmt ihre Kuppel eine mehr abgerundete Gestalt an. Den Ablösungsmoment einer fixen Urne habe ich direkt nicht beobachtet; aller Wahrscheinlichkeit nach muß sich dieser Vorgang aber unbedingt vollziehen. Im Gefäßraum habe ich häufig freie Urnen gefunden, die ihren geringen Dimensionen nach den fixen Urnen entsprachen (Taf. XXXII, Fig. 13, Vergrößerung 1460). Die freigewordenen Urnen werden sich wohl in der Leibeshöhlenflüssigkeit weiter vergrößern, um ihre normalen Dimensionen zu erreichen.

Die Prüfung der Entwicklungsgeschichte der Urnen zeigt uns, daß die Anlage ihrer Kuppel endogen im Bindegewebe und auf Kosten desselben entsteht, während die zelligen Elemente aus der endothelialen Bekleidung der Gefäßwand hervorgehen. Der Entwicklungsgang der Urnen ist also keine Embryogenese, sondern eine Histogenese.

b. Rückblick auf die früheren Angaben über die Entwicklung der Urnen.

CUÉNOT (1891) beschrieb die Entwicklung der Urnen an der äußeren Gefäßwand folgendermaßen. Eine fixe Urne wird in der Querachse eingeschnürt, der obere Teil löst sich ab und schwimmt in Gestalt einer normalen Urne fort; der basale Teil dagegen, der anfänglich eine einfache, mit der Gefäßwand verbundene Blase darstellt, vergrößert sich, erhält einen bewimperten Rand, teilt sich sodann wieder in zwei Teile, von denen der obere sich wiederum als fertige Urne ablöst.

Hiermit scheint CUVÉNOT eigentlich nicht die Entwicklung, sondern nur das Ablösen der fixen Urnen dargestellt zu haben.

Über die Histogenese der Urnen liegen bis jetzt Angaben von METALNIKOFF (1900) und LADREY (1904) vor.

METALNIKOFF läßt die Urnen aus zwei Zellen der Gefäßwand hervorgehen. Zunächst soll sich ein kleiner, aus zwei Zellen bestehender Auswuchs bilden, indem die eine Zelle den Auswuchs bilde, die andre dagegen eine an letztere seitwärts angelagerte Flimmerzelle wäre. Der Auswuchs nähme bald die Gestalt einer Schale an, und die Flimmerzelle umwachse dann deren Rand und bilde die Wimperscheibe. Hierauf werde die Schale größer, ihr Fuß dagegen dünner, und das ganze Gebilde erhalte die Gestalt einer Urne. Diese Darstellung entspricht wohl METALNIKOFFS Auffassung der Urnen als zweizellige Gebilde. Wir wissen aber schon, daß der Auswuchs, von dem METALNIKOFF spricht, in Wirklichkeit nicht aus zwei Zellen besteht, sondern komplizierter gebaut ist, indem an seinem Aufbau das Bindegewebe und mehrere Endothelzellen teilnehmen. Die von METALNIKOFF beobachtete Schale wird wohl der kelchartigen Anlage der Kuppel entsprechen. Wenn also der Entwicklungsgang der Urnen, wie ihn METALNIKOFF schildert, in manchen wesentlichen Punkten von dem wirklichen Sachlage abweicht, so muß doch der Grundgedanke, daß die Urnen auf Kosten der histologischen Elemente der Gefäßwand selbst entstehen, als richtig angesehen werden.

Nach LADREY (1904) findet an gewissen Stellen der Gefäßwand eine lebhafte Kernteilung per »Stenose« statt, infolgedessen soll sich ein »nid de noyaux« bilden, in dessen Centrum in der Regel eine große sehr flache Flimmerzelle vorkäme. Dieses »Kernnest« soll von einer äußeren und einer inneren Endothelialzone bekleidet sein; das ganze Gebilde wird als »bourgeon urnigène« (»Urnenknospe«) bezeichnet. Da die erläuternden Zeichnungen fehlen, so bleibt unklar, was für Kerne, ob nämlich die des Bindegewebes oder die der Endothelialzellen sich teilen sollen; ferner versteht man nicht leicht, in welcher Weise eigentlich eine »äußere und eine innere (?) endotheliale Zone« den »bourgeon urnigène« bekleiden sollen. Eine solche Urnenknospe springt nach LADREY bald in den Gefäßraum vor und zeigt in diesem Zustande a. eine reichlich mit Wimpern versehene Flimmerzelle mit centralem Kern (»vésicule sombre«), b. eine lockere bindegewebige Masse, die mittels eines Stieles mit der Gefäßwand verbunden ist; diese Masse und der Stiel sind äußerlich von einer endothelialen Lage bekleidet. Die Urnen entstünden sowohl im dorsalen als auch im ventralen Gefäß,

sowohl an der Innen- als an der Außenwand derselben. Nach LADREYT sollen sämtliche Kerne der endothelialen Bekleidung der Urne degenerieren, abgesehen von zwei, die für die »vésicule claire« und »vésicule sombre«, d. h. für die Kuppel und die Wimperscheibe, bestimmt sind. LADREYT behauptet sämtliche successive Stufen des Degenerationsprozesses der Kerne verfolgt zu haben. Wie oben erwähnt (S. 572) habe ich auch eine Art von Kerndegeneration an einer Flimmerzelle beobachtet; dennoch wird, meiner Ansicht nach, die Mehrzahl der die Urne äußerlich bekleidenden Endothelialzellen gewöhnlich einfach abgeworfen; denn an völlig ausgebildeten fixen Urnen zeigen die Kerne ihrer endothelialen Bekleidung in der Regel keine Spur von Degeneration; dasselbe gilt auch für die Kerne der Kuppelwand der freigewordenen Urnen. Ich bin übrigens weit davon entfernt, die Befunde LADREYTS zu leugnen; unter Umständen könnte wohl eine Degeneration der Endothelkerne eintreten; ich halte aber das einfache Abwerfen der Endothelzellen für den gewöhnlichen Vorgang.

Die Befunde LADREYTS können, soweit die kurze Beschreibung urteilen läßt, wohl im großen und ganzen mit den meinigen in Einklang gebracht werden; abgesehen davon, daß er die typische kelchartige Anlage der Kuppel im Bindegewebe vermißt zu haben scheint und nur einen einzigen Kuppelkern verbleiben läßt, während wir in der Kuppelwand der fertigen Urne häufig mehr als einen Kern fanden (1—4).

Entstehen der Doppelurnen und der Schüsselchen.

Nachdem wir den Entwicklungsgang der fixen Urnen verfolgt haben, wird das Entstehen der Doppelformen leicht begreiflich. Wir haben bereits erwähnt, daß sich auf einem gemeinsamen Stiel zwei, ja sogar mehr Urnen bilden können; diese können annähernd gleich groß, von gleichem Entwicklungsgrad und innigst untereinander verwachsen sein. In dieser Weise entstehen doppelte fixe Urnen, wie sie auf Fig. 47, Taf. XXXIV; 48, Taf. XXXV abgebildet sind. Auf Fig. 48 sind die beiden Wimperscheiben der doppelten fixen Urne ganz nahe bei einander gelagert, und ihre Kuppelanlagen sind fast ganz untereinander verwachsen. Löst sich ein derartiges Gebilde ab, so haben wir eine freischwimmende Zwillingsume. Fig. 36, Taf. XXXIV zeigt eine doppelte fixe Urne auf einem früheren Stadium, nämlich während der Bildung der kelchartigen Anlagen der Kuppeln (Stadium V, Textfig. 4).

Wie hervorgehoben, können sich auf einem gemeinsamen Stiel auch

mehr als zwei fixe Urnen bilden, wodurch das Entstehen der freien Drillingsurnen verständlich wird. Fig. 49, Taf. XXXV zeigt auf einem gemeinsamen Stiel eine größere Anzahl von Urnenanlagen und zwar mindestens fünf (U_1-U_5), von denen zwei ganz ausgebildet sind, drei dagegen sich auf jüngeren Entwicklungsstadien befinden. Die Entwicklung der Schlüsselchen wurde bereits oben (S. 557) erörtert.

Wie gelangen die Urnen in die Leibeshöhle.

Es erübrigt nun, die Frage zu beantworten, die von METALNIKOFF offen gelassen wurde, wie die in den Gefäßen entstehenden Urnen in die Leibeshöhle gelangen, wo sie in so großen Mengen auftreten. Die



Textfig. 5.

Querschnitt durch ein Gefäß von *Sipunculus nudus*. Fixe (Ua) sitzen auch an der Außenseite der Gefäßwand. U , Urnen an der Innenseite; E , Endothel-, bzw. Peritonealzellen; Oe , Wand des Oesophagus. Vergr. etwa 240.

Gefäßwand entbehrt ja, wie oben betont, jeglicher Öffnungen oder Kanälchen, welche als Wege für das Durchwandern der Urnen dienen könnten. Die Frage löst sich aber von selbst, wenn man in Betracht zieht, daß sich fixe Urnen sowohl an der Außenseite, als auf der Innenseite der Gefäßwand entwickeln. Diese Tatsache konnte ich mit Sicherheit auf meinen Schnittserien nachweisen. Textfig. 5 zeigt solche an der Außenseite der Gefäßwand sitzende Urnen. Der Umstand, daß METALNIKOFF keine fixen Urnen an den Außenwänden der Gefäße fand und deshalb auch die obige Frage unbeantwortet lassen mußte, rührt meiner Ansicht nach hauptsächlich daher, daß bei der Fixierung und nachfolgenden Behandlung der Gefäße die außen

sitzenden Urnen leicht abgerissen werden und deshalb auf den Schnittserien kaum aufzufinden sind. Für diese Möglichkeit scheint mir die Tatsache zu sprechen, daß bei Anwendung gewisser Fixierungsmittel, z. B. von Alkohol-Essigsäure nach CARNOY, und nachfolgender vorsichtiger Behandlung beim Einbetten, fixe Urnen durchaus nicht selten an der Außenseite der Gefäße erhalten bleiben. An Schnittserien dagegen, welche mit Osmiumsäure, Pikrinschwefelsäure u. a. konserviert worden waren, konnte ich nur in sehr seltenen Fällen fixe Urnen außerhalb der Gefäße konstatieren.

Weiterhin scheint mir die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen, daß sich Urnen auch an andern Stellen der Cölonwand, wo eine ähnliche histologische Beschaffenheit des Peritonealgewebes vorliegt, bilden könnten.

LADREYT (1904) bemerkt beiläufig, daß die Urnenknospen sowohl außerhalb, als auch innerhalb des Gefäßes auftreten, sucht aber noch andre Wege nachzuweisen, auf welchen die Urnen in die Leibeshöhle gelangen. Erstens könnte dies durch »diapédèse à travers les stomates intracellulaires des tubes oesophagiens« geschehen. Diese Vermutung scheint mir kaum wahrscheinlich. Denn die Urnen sind ja zu groß, sowie ihrem Baue nach kaum dazu angepaßt, um durch die kleinen Stomata durchzudringen. Auch habe ich nie in der Gefäßwand durchwandernde Urnen getroffen, obwohl ich viele Hunderte von Schnitten durchmustert habe.

Ferner sollen sich nach LADREYT von der Gefäßwand eine Art von Knospen abschnüren, welche denselben Bau wie die Gefäße besäßen, um dann in die Leibeshöhle zu fallen; die in einem solchen abgelösten Rest des Gefäßes, wie etwa in einer Cyste eingeschlossenen Urnen sollen nach LADREYTS Vermutung später in die Leibeshöhle herausschlüpfen. Um diese höchst eigentümlichen Vorgänge zu beurteilen, müßten zunächst die Zeichnungen des Autors vorliegen. Ich habe wohl an meinen Schnittserien ähnliche Bilder gesehen, nämlich daß das Gefäß an gewissen Stellen gleichsam in zwei Abteilungen, eine äußere (kleinere) und eine innere geteilt erschien. Ob sich aber diese äußere Kammer schließlich ablöst, um in die Leibeshöhle zu fallen und in letztere die in ihre eingeschlossenen Urnen zu entleeren — das ist eine Frage, die mir keineswegs ausgemacht erscheint. Hoffentlich finden wir Belege dazu in der ausführlichen Arbeit LADREYTS.

III. Urnen anderer Sipunculiden.

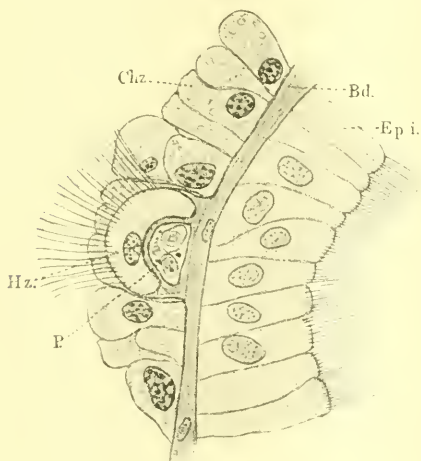
Gebilde, welche den Urnen von *Sipunculus nudus* entsprechen, sind auch bei andern Sipunculiden vorhanden. Sie weichen aber in ihrem Aussehen von den obenbeschriebenen ziemlich auffallend ab. Bei denjenigen Arten, welche freie Urnen in ihrer Cölonflüssigkeit enthalten, kommen auch festsitzende vor, und zwar an dem aufsteigenden Teil des Darmkanals. Das Umgekehrte wäre aber nicht richtig, d. h. nicht alle Sipunculidenarten, welche fixe Urnen besitzen, enthalten auch freischwimmende in ihrer Leibesflüssigkeit. Wir haben nun in der historischen Übersicht bereits erwähnt, bei welchen Sipunculiden festsitzende Urnen konstatiert worden sind. Vermutlich sind diese an der Darmwand sitzenden Gebilde eine allgemeine Erscheinung bei den Sipunculiden und fehlen nur bei den Arten, welche, wie *Sipunculus nudus*, an ihrer Stelle die oben beschriebenen Urnen an den Gefäßen besitzen.

Freie Urnen enthalten *Phascolosoma varians* (vgl. CUVÉNOT, 1891) und *Phymosoma granulatum*. Bei den beiden Gattungen sind sie einander sehr ähnlich, weshalb wir uns auf eine Beschreibung der *Phymosoma*-Urnen, der »coupes ciliées« oder der *Kunstleria gruveli* der französischen Autoren, beschränken wollen.

Solch eine »coupe ciliée« besteht aus einer bindegewebigen Blase (Taf. XXXIII, Fig. 28 B), welche äußerlich von einer Schicht Zellen bekleidet ist, die körniges Protoplasma und einen runden Kern besitzen, infolgedessen die gewölbte Oberfläche der Urne ein höckriges Aussehen besitzt. Oben zeigt diese Blase eine wenig tiefe Einsenkung, die von einer eigentümlich gestalteten hufeisenförmigen Wimperzelle (*H_z*) mit großem ovalen Kern umgrenzt ist. Durch das lebhafte Schlagen der Cilien wird die Urne in der Leibeshöhlenflüssigkeit herumgetrieben. Ihre Bewegungen sind aber nicht so geradlinig wie die der *Sipunculus*-Urnen, sondern mehr wackelnd, unregelmäßig rotierend. Außerdem strudeln die Cilien, wie bei den *Sipunculus*-Urnen, allerhand im Blut schwebende Körperehen zu einem großen Klumpen zusammen, der ebenfalls von der Urne herumgeschleppt wird. Fig. 55, Taf. XXXV zeigt einen Längsschnitt durch eine solche *Phymosoma*-Urne, der nach der öfter erwähnten Methode Safranin-BLOCHMANNsche Flüssigkeit behandelt war. Die Blase erscheint blau gefärbt, was ihre bindegewebige Natur offenbart.

Was die Natur der äußeren Zellen der Urne angeht, so müssen wir erst den Bau der am aufsteigenden Darm festsitzenden Urnen

betrachten. Diese wurden von CUÉNOT (1900) und HÉRUBEL (1902) bei *Phascolosoma* eingehend beschrieben. Diejenigen von *Phymosoma*, wie auch anderer Sipunculiden-Arten, unterscheiden sich kaum von den obengenannten. Eine derartige fixe Urne stellt eine Erhebung der Darmwand dar, an deren seitlicher Oberfläche sich eine Einsenkung befindet, die von einer großen hufeisenförmigen Wimperzelle umgrenzt ist: wie bei den freien Urnen werden auch hier allerlei in der Blutflüssigkeit flottierende Partikel in wirbelnde Bewegung versetzt und in die Einsenkung hineingetrieben. Die bindegewebige Erhebung



Textfig. 6.

Frontalschnitt durch eine fixe Urne von *Aspidosiphon Mülleri*. Bd, bindegewebig-muskulöse Schicht der Darmwand; Chz, Chloragogenzellen; Hz, hufeisenförmige Flimmerzelle; Ep.i, Darmepithel; P, in die Einsenkung hineingetriebene Partikel. Vergr. 650.

ist, wie auch der fragliche Darmabschnitt überhaupt, von Chloragogenzellen bekleidet. Textfig. 6 zeigt eine solche fixe Urne von *Aspidosiphon Mülleri*. Stellen wir uns nun vor, daß sich ein derartiges Gebilde von der Darmwand ablöst und in die Leibeshöhle fällt, so haben wir eine typische »coupe ciliée« vor uns. Die die Urne äußerlich bekleidenden Zellen werden also wohl nichts andres als Chloragogenzellen sein, mit denen sie übrigens auch große Übereinstimmung zeigen. Ihr Protoplasma enthält Körnchen und Kügelchen wie die Chloragogenzellen, und sie verhalten

sich in entsprechender Weise wie letztere, gegenüber verschiedenen in die Leibeshöhle injizierten Stoffen, so Karmin und Neutralrot, indem sie diese aufnehmen.

In der Leibeshöhle von *Phymosoma* habe ich auch doppelte Urnen beobachtet, deren Entstehen sich wohl in ähnlicher Weise erklären läßt, wie das der Zwillingsurnen von *Sipunculus nudus*.

Nach KUNSTLER und GRUVEL sollen die die Urne äußerlich bekleidenden Zellen das »Ectoderm« des angeblichen genitogastrulaartigen Mesozoon vorstellen; der Innenraum der bindegewebigen Blase soll dagegen dem »Blastocöl« entsprechen; was das »Entoderm« angeht, so würde dasselbe teilweise von den Chloragogenzellen, teilweise von

den in die Einsenkung der Urne hineingetriebenen Blutelementen vorgetauscht sein.

Vergleichen wir die Urnen von *Sipunculus nudus* und die von *Phymosoma* untereinander, so ergibt sich, daß, trotz auffallender Unterschiede, beide Gebilde nicht spezifisch verschieden sind, sondern in ihrem Bau eine volle morphologische Übereinstimmung nachweisen lassen. Wir begegnen in beiden Fällen einem mehr oder weniger aufgeblähten bindegewebigen Teil, der Kuppel der *Sipunculus*-, bzw. der Blase der *Phymosoma*-Urnen, welche eine große, eigentümlich gestaltete Wimperzelle, die Wimperscheibe (*Sipunculus*), bzw. die hufeisenförmige Zelle (*Phymosoma*) trägt. Die der Kuppel oder Blase angehörigen Kerne, bzw. Zellen, sind in beiden Fällen dem Peritonealzellbelag entnommen. Dementsprechend werden in der Kuppelwand der *Sipunculus*-Urnen die für den Zellbelag der Gefäßwand charakteristischen flachen Endothelial- oder Peritonealzellen angetroffen, die Blase der *Phymosoma*-Urnen ist dagegen von Chloragogenzellen bekleidet, welche am aufsteigenden Darm, an dem sich diese Urnen bilden, in großen Mengen vorkommen.

Wie erwähnt, finden sich nach ANDREWS (1890) bei *Sipunculus gouldii* und nach CÉNOT (1902) bei *Sipunculus arcassonensis* keine Urnen vom *Sipunculus*-Typus, weder in der Leibeshöhle, noch an den Gefäßwänden; dagegen wurden bei diesen Arten fixe Urnen des *Phymosoma*-Typus beobachtet. ANDREWS nannte diese an der Darmwand sitzenden Gebilde »Pseudostoma«. Bei *Sipunculus nudus* finden sich solche Pseudostoma weder an der Darmwand noch an den Mesenterien. Es liegt daher der Gedanke nahe, daß die beiderlei Urnen einander entsprechen und sich bei verschiedenen Sipunculiden-Arten gegenseitig vertreten.

Meines Erachtens sind die Urnen des *Phymosoma*-Typus primitiver als die des ersten Typus. Die Wimperscheibe der letzteren ist komplizierter und erlangt einen bedeutend höheren Differenzierungsgrad als die hufeisenförmige Wimperzelle der *Phymosoma*-Urnen. Wir haben oben bemerkt, daß die Wimperscheibe der *Sipunculus*-Urnen bei ihrer Entwicklung aus einer Flimmerzelle des Endothels ein annähernd hufeisenförmiges Stadium durchläuft, bevor sie ihre definitive Gestalt erreicht. Die Kuppel der *Sipunculus*-Urnen ist ebenfalls komplizierter als die Blase der Urnen des zweiten Typus, was, wie früher betont, die vollkommenere Bewegungsweise der *Sipunculus*-Urnen bedingt.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß sich ursprünglich an der

Darmwand und den Mesenterien festsitzende Urnen entwickelten (wie u. a. bei *Aspidosiphon Mülleri*); gelegentlich konnten diese von ihrer Ursprungsstelle abreißen und in der Leibeshöhle herumschwimmen (wie bei *Aspidosiphon Steenstrupii* [SELENKA, 1883]); da nun solch bewegliche Gebilde ihre Funktion besser vollziehen, als die festsitzenden, so konnte diese Ablösung der Peritonealwimperelemente zu einer konstanten, normalen Erscheinung werden (wie z. B. bei *Phymosoma granulatum* und *Phascolosoma varians*). Bei *Sipunculus nudus* dagegen, wo die histologische Struktur der Gefäßwand dazu günstig ist, bildete sich an diesem Ort ein komplizierterer, seiner Rolle besser angepaßter Urnentypus hervor.

IV. Über die nichtparasitäre Natur, sowie die physiologische und morphologische Bedeutung der Urnen.

Aus den im vorstehenden dargelegten Untersuchungen folgt, daß die Urnen keine Parasiten, sondern organische Elemente, Erzeugnisse der sie enthaltenden Sipunculiden sind.

Wir wollen nun kurz die Gründe, welche KUNSTLER und GRUVEL zugunsten ihrer Ansicht, die Urnen seien parasitische Mesozoen, anführen, kritisch besprechen. In erster Linie kommt die Entwicklung der Urnen, wie sie von den genannten Autoren dargestellt wird, in Betracht. Wie oben schon betont, gibt es am Boden der »Schüsselchen« keine Zellen, welche als Genitalzellen gelten könnten. Ferner müssen wir berücksichtigen, daß KUNSTLER und GRUVEL die Umwandlung einer solchen »Genitalzelle« in eine Urne nicht direkt beobachteten, vielmehr fanden sie in der Blutflüssigkeit eigentümliche kleine Gebilde, denen sie die Bedeutung von Entwicklungsstadien zuschrieben. Es geht aber aus ihren Angaben keineswegs hervor, daß die von ihnen aufgefundenen und in DELAGES »Traité de Zoologie concrète« abgebildeten Elemente wirklich Stadien des Entwicklungsprozesses sind. Vor allem fehlt der Übergang von der sog. Genitalzelle zu dem merkwürdigen zweizelligen Stadium, bei dem die eine Zelle (zukünftige »vésicule sombre« oder Wimperscheibe) in das Protoplasma der andern, eine große Vacuole enthaltenden amöboiden Zelle (zukünftigen »vésicule claire« oder Kuppel) eingelagert ist. Was eigentlich die von den Autoren abgebildeten amöboiden »Entwicklungsstadien« bedeuten sollen, ist schwer zu sagen; eines ist jedoch klar, daß aus einem solchen zweizelligen Gebilde wohl überhaupt keine Urne hervorgehen könnte. Dem von den Autoren vermuteten Entwicklungsmodus der Urnen liegt ja die Voraussetzung zugrunde, daß die »vésicule

claire« oder Kuppel von einer einzigen, stark aufgeblähten Zelle gebildet werde. In Wirklichkeit ist aber die Kuppel, wie hervorgehoben, ein komplizierteres Gebilde, an dessen Aufbau sich vor allem auch Bindegewebe beteiligt.

Als weiteren Beweis für die parasitische Natur der Urnen führen KUNSTLER und GRUVEL die Tatsache an, daß es ihnen gelungen ist, dieselben im Uhrglas im Dunkeln bis 12 Tage am Leben zu erhalten; wobei sie konstatierten, daß sich die Zahl der großen Formen, bzw. Schlüsselchen, sowie die der kleinen amöboiden Formen allmählich vermehrte. Wir haben bereits betont, daß die Schlüsselchen, obwohl sie keine selbständigen »geschlechtsreifen« Organismen sind, dennoch als völlig ausgewachsene normale Urnen angesehen werden dürfen; hieraus folgt für den angeführten Versuch von KUNSTLER und GRUVEL eine andre Deutung. Anders würde gewiß die Sache liegen, wenn nachgewiesen wäre, daß in einem Uhrglas, in dem ein Paar Schlüsselchen isoliert waren, nach einiger Zeit junge Urnen auf verschiedenen Entwicklungsstadien auftraten. Wären die »zweizelligen amöboiden Gebilde« wirklich, wie dies KUNSTLER und GRUVEL behaupten, Entwicklungsstadien der Urnen, so hätten sie ja wohl in 12 Tagen Zeit genug, um etwas in ihrer Entwicklung fortzuschreiten, d. h. insofern sie wirklich von den im Uhrglas befindlichen Schlüsselchen erzeugt würden, was jedoch an und für sich sehr zweifelhaft erscheint. Mir ergaben derartige Versuche mit isolierten Schlüsselchen keine positiven Resultate, obwohl ich sie 4 bis 5 Tage im Uhrglas erhalten konnte; sie starben schließlich ab, ohne irgend eine Nachkommenschaft zu hinterlassen.

Die übrigen Argumente, welche KUNSTLER und GRUVEL zugunsten ihrer Ansicht beibrachten, sind schon von METALNIKOFF (1900) analysiert worden. Seinen sich darauf beziehenden kritischen Bemerkungen kann ich, trotz der gegen sie gerichteten Einwände von GINESTE (1901, 2) auf Grund meiner eignen Beobachtungen nur beistimmen. Es kann nämlich das Fehlen der Urnen bei einzelnen Individuen von *Sipunculus nudus* (eins bis zwei auf Hunderte) nicht als Beweis ihrer parasitischen Natur gelten, wie es KUNSTLER u. GRUVEL behaupten; denn nach aufmerksamer Untersuchung sind in der Leibeshöhle solch urnenloser Individuen Reste abgestorbener Urnen aufzufinden; die Urnen sind also bei diesen Individuen vorhanden gewesen, doch infolge irgendwelcher pathologischer Prozesse zugrunde gegangen.

Ebenso kann auch der Umstand, daß die Zahl der Urnen bei verschiedenen Individuen, sowie mit den Jahreszeiten variiert, nicht für

ihre parasitische Natur von Bedeutung sein. Verschiedene Bedingungen können ja die wechselnde Zahl der Urnen in der Blutflüssigkeit beeinflussen. METALNIKOFF weist auf die weißen Blutkörperchen hin, deren Zahl sich unter verschiedenen Einflüssen ändern kann, und die deshalb doch nicht für Parasiten gehalten werden¹. Meines Erachtens müssen solche Schwankungen in der Zahl der Urnen im Zusammenhang mit ihrer Funktion normal auftreten. Denn bei der Reinigung der Leibeshöhlenflüssigkeit, und zwar bei der Bildung der sogenannten »braunen Körper« (siehe unten), gehen die Urnen massenhaft zugrunde.

Wenn also die Urnen keine fremden Organismen sind, so fragt sich, welche physiologische Rolle ihnen im Organismus der genannten Tiere zukommt. Vor allem kommt hier ihre Fähigkeit in Betracht, allerhand Körperchen aufzusammeln und zu agglutinieren; daß dies von Bedeutung für die Reinigung der Cölomflüssigkeit ist, wurde schon von manchen Autoren, insbesondere von CUÉNOT (1902) hervorgehoben. Aufgesammelt werden verschiedenartige, in der Leibeshöhlenflüssigkeit vorkommende feste Körnchen, wie z. B. die gelbbraunen Excretkörnchen, die in großen Mengen von den Chloragogenzellen in die Leibeshöhle ausgeschieden werden, oder Sandkörnchen, injizierte Tuschekörnchen, Karmin, weiterhin Bakterien, schließlich auch Zellreste, degenerierende Blutkörperchen, ältere Phagocyten, die selbst schon verschiedene Partikel aufgenommen haben, und deren Lebensfähigkeit ziemlich abgeschwächt ist, usw. Normale und gesunde Elemente der Cölomflüssigkeit entgehen dagegen der agglutinierenden Tätigkeit der Urnen, indem sie, wie CUÉNOT mit Recht betonte, leichter aus dem von den Wimpern der Urne erzeugten Strudel hinausgleiten.

Die Urnen nehmen jedoch keine festen Körper, wie z. B. Excretkörnchen, Tusche u. a., in ihr Inneres auf. Sie können auch deswegen nicht als Phagocyten im gewöhnlichen Sinne angesehen werden. Injektionen von *Ferrum saccharatum* in die Leibeshöhle des *Sipunculus*, das bekanntlich in der Regel von den Phagocyten aufgenommen und in ihnen durch mit Salzsäure versetzte Lösung von gelbem Blutlaugesalz nachgewiesen wird, ergaben keine positiven Resultate; im Innern der in dieser Weise behandelten Urnen trat keine Blaufärbung auf.

¹ »Sollten also die kompliziert aufgebauten, zu geradliniger Bewegungsweise befähigten Urnen nichts weiter als Leucocyten sein?«, bemerkt dazu GINESTE (1901, 2) und glaubt offenbar hiermit einen schwerwiegenden Einwand gefunden zu haben. Sicher sind die Urnen keine Leucocyten; aber Erzeugnisse des Peritonealgewebes sind sie doch.

METALNIKOFF meint, daß die Urnen die aufgesammelten Blutkörperchen »verzehren«. Diese Vermutung scheint mir jedoch nicht genügend begründet zu sein. Ich habe stundenlang eine und dieselbe Urne verfolgt, und konnte dabei nicht beobachten, daß die Blutzellen des mitgeschleppten Klumpens von der Urne verzehrt wurden. Freilich werden die Blutkörperchen von den Cilien stark geschlagen, wodurch ihre äußere Gestalt deformiert wird; das wäre aber noch kein »Verzehren«.

HÉRUBEL (1902) behauptet, daß die Urnen von *Phascolosoma* die degenerierenden Blutzellen verdauen, jedoch nicht absorbieren; das verflüssigte Material soll dann von den Chloragogenzellen aufgenommen werden. Die Wirkung der Urnen auf die betreffenden Körperchen würde demnach eine Art von Phagocytose vorstellen, die ANGLAS (1900) als »Lyocytose« bezeichnete. Bei dieser Lyocytose geschieht die Verdauung der betreffenden Elemente nicht innerhalb, sondern außerhalb des Phagocyten, der sein Ferment nach außen ausscheidet.

Es fragt sich nun, ob die Urnen wirklich eine Substanz ausscheiden, welche die aufgespeicherten Partikel zu verflüssigen vermag. Daß die Urnen, und zwar ihre Wimperzelle, eine Substanz ausscheiden, die für das Verkleben der aufgesammelten Elemente dient, ist höchst wahrscheinlich. Wie hervorgehoben, kann der anhängende Klumpen, der nach Injektionen von Karmin oder Tusche vorwiegend aus festen Karmin- oder Tuschekörnchen besteht, vier bis fünfmal größer werden als die Urne selbst; und dennoch halten alle diese Körperchen zusammen. Offenbar müssen sie durch klebrige Substanz verbunden sein.

Um der Frage über das Verdauungsvermögen der Urnen näher zu treten, versuchte ich die chemische Reaktion dieser Klebsubstanz zu bestimmen. Auf einen Objektträger wurde ein Tropfen der Blutflüssigkeit mit Urnen gebracht¹, dem etwas sehr empfindliches Lackmuspulver beigemischt war. Ein Teil desselben löste sich in der Flüssigkeit auf, größere Mengen von feinen Körnchen wurden dagegen bald von den Urnen aufgesammelt und als umfangreicher Klumpen mitgeschleppt. Auf diesen Objektträgern lebten die Urnen in der feuchten Kammer mehrere Tage; die aufgespeicherten Lackmuskörnchen, die wohl mit der

¹ Diese Versuche wurden mit *Phymosoma*-Urnen angestellt, da ich mich zu dieser Zeit weit vom Meer befand und daher nicht über lebende *Sipunculus* verfügen konnte. Dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. LO BIANCO erhielt ich jedoch eine Anzahl lebender *Phymosomen*, welche die Reise ganz gut ertragen hatten und eine Zeitlang im Heidelberger Zoologischen Institut lebten.

in Rede stehenden Substanz zusammenge kittet waren, zeigten aber keine Änderung ihrer Farbe. Daß das verwendete Lackmus genügend empfindlich war, geht daraus hervor, daß seine Farbe sich sogleich in rot änderte, als die Urnen abgestorben waren. Bekanntlich besitzt das absterbende Protoplasma eine saure Reaktion. Dieser Versuch wurde mit einer Anzahl von Proben wiederholt und stets mit demselben Resultat. Die Urnen scheiden also keine sauer reagierende Substanz aus.

Für die Prüfung auf alkalische Reaktion habe ich in ähnlicher Weise Phenolphthalein, das bekanntlich ein höchst empfindlicher Indikator für Alkali ist, verwendet, jedoch ebenfalls mit einem negativen Resultat. Die Urnen scheiden also auch keine alkalisch reagierende Substanz aus.

Es ist nun wenig wahrscheinlich, daß in diesem Fall ein neutrales Verdauungssecret ausgeschieden werde.

Ich weiß wohl, daß die negativen Resultate der erwähnten Versuche keine entscheidenden Beweise gegen das Verdauungsvermögen der Urnen liefern. Aber anderseits liegen auch keine sicheren Beobachtungen für eine derartige Fähigkeit der Urnen vor. Vielmehr sprechen einige Umstände gegen eine solche Vermutung. Den Urnen kommt ja vor allem die Aufgabe zu, die Leibeshöhlenflüssigkeit von den zahllosen Excretkörnern zu befreien, indem diese Körner entweder direkt herausgefischt, oder die von ihnen erfüllten Phagocyten von den Urnen eingefangen werden. Diese Excretkörner sind aber nicht lösbar. Außerdem werden von den Urnen auch Sandkörner, welche durch Risse in der dünnen Darmwand nicht selten in die Leibhöhle gelangen, agglutiniert. Da nun die Tätigkeit der Urnen vor allem auf das Ansammeln von Stoffen gerichtet ist, welche nicht aufgelöst werden konnten, so würde das Verdauungsvermögen für sie kaum von großem Werte sein.

Viele der an die Urnen sich heftenden Zellen sind ferner Phagocyten, die schon feste Körperchen aufgenommen haben; die Verflüssigung dieser Zellen würde daher nutzlos sein.

In Betracht kommen nun noch die degenerierenden Blutkörperchen, deren Vernichtung wirklich von Nutzen wäre. Dazu bedarf es aber nicht einer Fermentwirkung der Urnen, denn unter den sich ihnen anhängenden Körpern müssen auch Phagocyten vorkommen, welche ihre Leistungsfähigkeit noch nicht ganz eingebüßt haben und daher auf die degenerierenden Blutzellen eine entsprechende Wirkung ausüben können.

Es scheint mir daher unnötig zu sein, der Wimperscheibe der Urne eine verdauende Funktion zuzuschreiben.

Auf Grund des Gesagten halte ich es für das Wahrscheinlichste, daß die Urnen, und zwar ihre Wimperscheibe, eine Substanz (schleimartige?) secerniert, welche jedoch nicht für die Verflüssigung, sondern bloß zum Verkleben der von den Cilien herbeigestrudelten Elemente dient.

Was wird nun aus den aufgesammelten Partikeln? Man findet in der Cölomflüssigkeit oft zwei, drei und mehr Urnen, die mit ihren Klumpen aneinander haften; nicht selten trifft man auch größere Anhäufungen von Urnen, darunter auch membranöse Blasen, Gewebsreste, Sandkörnchen usw. Eine derartige Zusammensetzung zeigen auch die sogenannten »braunen Körper«, deren charakteristische Farbe von den gelbbraunen Excretkörnchen herrührt, und welche gewöhnlich im Cölom und in den Gefäßen der Sipunculiden vorkommen. Diese braunen Körper sind also Agglomerationen von verschiedenem Detritus, bei deren Bildung die Urnen eine wichtige Rolle spielen, indem sie die feinsten im Blute suspendierten Partikel aufsammeln und sie zu Klumpen agglutinieren, welche hierauf zu größeren Anhäufungen, teilweise mit den Urnen selbst, vereinigt werden. Die braunen Körper werden wohl durch die Nephridien oder braunen Schläuche nach außen entfernt. Wenn sich aber diese Entfernung auch unter Umständen nicht vollzöge, so würde doch in diesem Falle das Vorhandensein einiger verhältnismäßig kleiner brauner Körper im Cölom wenig Schaden bringen; jedenfalls weniger, als die großen Mengen suspendierter kleinster Körperchen in der Blutflüssigkeit. In die Leibeshöhle werden von den Chloragogenzellen stets neue Mengen von Excretkörnchen ausgeschieden, ferner können, wie schon früher bemerkt, leicht Sand und Darminhalt in die Leibeshöhle eindringen. Die Blutflüssigkeit von allen diesen, wie auch von absterbenden zelligen Elementen zu befreien, ist eine sehr wichtige Aufgabe der Urnen, welche sie aufs beste verrichten. Die Leistungsfähigkeit der Urnen in dieser Beziehung ergibt sich aus folgendem. Phymosomen, die etwa 15—18 Stunden nach Injektion von Karmin aufgeschnitten wurden, enthielten in ihrer Leibeshöhlenflüssigkeit gar keine suspendierten Karminkörnchen; auch die herumschwimmenden Urnen waren frei davon. Das gesamte injizierte Karmin war in ein paar großen Klumpen angesammelt, die dem Darm anhängen. In etwa 15 Stunden, ja vielleicht noch früher, war also die Leibeshöhlenflüssigkeit von den Urnen ganz von Karmin gereinigt worden!

Es sei übrigens noch bemerkt, daß im Übermaß injiziertes Karmin oder Tusche auch von den Chloragogenzellen aufgenommen wird, wie HÉRUBEL (1902) gut gezeigt hat.

Die Urnen befreien die Leibesflüssigkeit auch von abgenutzten Phagocyten. Eine sich auf histologische Prozesse bei *Sipunculus* beziehende Beobachtung HÉRUBELS (1906) scheint diese Rolle der Urnen bei der Phagocytose zu beleuchten. Bei einem *Sipunculus* fand der genannte Autor einen Tumor, dessen Basis in Degeneration befindliche Ringmuskeln bildeten; der Tumor war voll Amöbocyten, die aus dem Cölom stammten und ihre phagocytäre Arbeit sehr eifrig verrichteten; einzelne Muskelfasern waren von ihnen gleichsam mantelartig umhüllt. Unter diesen Phagocyten fanden sich auch zahlreiche Urnen, und zwar zahlreicher als neben den Phagocyten in der Leibeshöhle. Diese Urnen trugen größere Mengen von Phagocyten, die ihre Rolle ausgespielt hatten. Sie entfernten also offenbar die abgenutzten Amöbocyten.

Wenn nun die Urnen auch nicht als echte Phagocyten tätig sind, so sind sie doch bei den phagocytären Vorgängen im Organismus der Sipunculiden behilflich.

Außer dieser Hauptfunktion kommt den Urnen wohl noch eine weitere zu, die schon BRANDT (1871) betont und auch CUÉNOT (1891) acceptiert hat. Indem nämlich die Urnen sich lebhaft in der Blutflüssigkeit herumbewegen, rühren sie diese fortwährend um, mischen die Blutkörperchen untereinander, wodurch lokale Stauungen derselben verhindert werden (1871, S. 15).

Es erübrigt nun, die morphologische Bedeutung der Urnen zu besprechen.

Wie schon in der historischen Übersicht mitgeteilt wurde, versuchte CUÉNOT (1902) vom physiologischen Standpunkt aus die eigenartigen Organe der Sipunculiden, der Synaptiden und Anneliden, die er als »organes agglutinants« und »organes ciliophagocytaires« bezeichnet, in eine Reihe zu ordnen. Alle diese Organe besitzen das gemeinsame Merkmal, daß sie, wohl wegen ihrer Fähigkeit allerhand in der Leibeshöhlenflüssigkeit suspendierte Körperchen aufzusammeln und zu agglutinieren, eine wesentliche Rolle bei der Reinigung der Cölomflüssigkeit spielen. Diesem Gedanken kann man wohl nur beistimmen. In physiologischer Hinsicht scheint also der nahe Zusammenhang dieser Organe ausgemacht. Es fragt sich nun, ob zwischen den erwähnten Gebilden, die bei den genannten, ziemlich entfernten Gruppen des Tierreichs vorkommen, nämlich zwischen den Urnen der Sipunculiden, den Urnen der Synaptiden und den Wimperorganen in den Blutlacunen der Hirudineen, nicht auch eine morphologische Übereinstimmung nachgewiesen werden kann.

Darüber kann ich zurzeit nur das, was ich bereits in meiner vorläufigen Mitteilung (1907) bemerkte, wiederholen.

Eine eingehende Untersuchung der Synaptiden-Urnen habe ich bereits begonnen; die Resultate derselben sollen in einer späteren Arbeit veröffentlicht werden.

Was die Wimperorgane der Hirudineen (d. h. die sogenannten Wimpertrichter der Nephridien, als welche sie neuerdings gewöhnlich aufgefaßt werden) angeht, so sind dieselben, nach mündlicher Mitteilung der Herren Prof. SCHUBERG und Oberlehrer LÖSER, von ihnen in den letzten Jahren eingehend untersucht worden. Durch die Liebenswürdigkeit der genannten Herren hatte ich Gelegenheit, einige ihrer Präparate und Zeichnungen zu betrachten. Auf Grund dieser Betrachtung muß ich mich ganz damit einverstanden erklären, daß zwischen den Urnen der Sipunculiden und den Wimperorganen der Hirudineen wirklich eine nahe morphologische Übereinstimmung nachgewiesen werden kann, denn in beiden Fällen begegnen wir mehr oder weniger kompliziert gestalteten Derivaten des Peritonealgewebes, an deren Aufbau sich zellige Elemente und Bindegewebe der peritonealen Wand beteiligen. Eine ausführlichere Vergleichung dieser Gebilde untereinander wird erst nach der Veröffentlichung der Befunde der obengenannten Herren möglich sein.

Heidelberg-Petersburg, im Oktober 1907.

Nachtrag.

Während der Korrektur der vorliegenden Arbeit erhielt ich zwei Notizen von KUNSTLER¹, aus denen ersichtlich ist, daß Verfasser auf seiner früheren Ansicht über die parasitäre Natur der Urnen besteht. Indem KUNSTLER meiner vorläufigen Mitteilung (1907) gedenkt, wirft er mir vor, ich hätte, wie auch andre Autoren, welche mit der parasitären Natur der Urnen nicht einverstanden sind, den von KUNSTLER und GRUVEL beschriebenen Entwicklungsprozeß der freien Urnen einfach unbeachtet gelassen. Die vorliegende Arbeit mag auf diesen Vorwurf Antwort geben, und zwar u. a. S. 556, 578 und 580 flg., an welchen Stellen ich die Gründe angebe, aus welchen ich die Stichhaltigkeit der

¹ Que sont les »Urnes« des Siponcles. Compt. r. Ac. Sc. Paris 1908 27 janv. — Note additionnelle s. les »Urnes« des Siponcles. Compt. r. de l. Soc. de Biol. (Séance de l. réün. de Bordeaux. 4 Févr. 1908. p. 303.

bis jetzt veröffentlichten Befunde der genannten Autoren nicht anzuerkennen vermag.

Wenn KUNSTLER aber zur Begründung seiner Ansicht wirklich neue und überzeugende Beweise vorlegen sollte, so würde ich deren Veröffentlichung als erster begrüßen. Was nun die den obenerwähnten Notizen beigegeführten Figuren angeht, an denen überhaupt nur wenig zu sehen ist, so wird wohl KUNSTLER nicht im Ernst gemeint haben, daß sie als solche Beweise gelten könnten.

Petersburg, im März 1908.

Literaturverzeichnis.

1882. ANDREAE, Beiträge zur Anatomie und Histologie des Sipunculus nudus. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI.
1890. ANDREWS, Notes on the Anatomy of Sipunculus Gouldii. Studies Biol. Labor. John Hopkins Univers. T. IV. p. 389.
1900. ANGLAS, Observations sur les métamorphoses intimes de la Guêpe et de l'Abeille. (Thèses de Paris.)
1887. E. BALBIANI, Évolution des microorganismes animaux et végétaux (parasites). Journales de micrographie. Vol. XI. p. 508 f.
- 1880—1889. O. BÜTSCHLI, Protozoa. BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreichs. S. 1689.
1871. A. BRANDT, Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Sipunculus nudus. Mém. Ac. Sc. St. Pétersbourg. Sér. 7. Vol. XVI. p. 9—17.
1905. CAULLERY et CHAPPELLIE. C. R. Soc. Biol. Paris T. LVIII.
1891. CUÉNOT, Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série du règne animal. Archives Zool. Expér. Sér. 2. Vol. IX. p. 13 f.
1900. — Le Phascolosome, in BOUTAN »Zoologie descriptive« (Doin Edit.) T. I. p. 386. Paris.
1902. — Organes agglutinants et organes cilio-phagocytaires. Arch. Zool. Expér. Sér. 3. T. X. p. 79—97.
1902. — Lympe de Sipunculus. Travaux Stat. Zoolog. Arcachon. An. 1900/1901, p. 107—125.
1896. J. DELAGE, Traité de Zoologie concrète. T. I. p. 439.
1899. — Ibid. T. II. 2me partie (Mésozoaires) p. 40—45.
1903. ENRIQUES, I corpi pigmentali del Sipunculus nudus. Arch. Zool. di Napoli. Vol. I. p. 253—87. T. XII.
1906. — Sur les vaisseaux sanguins du Sipunculus nudus. Arch. Zool. Expér. Sér. 4. T. IV. Notes, p. 23—26.
1886. FABRE-DOMERGUE, Infusoire parasite du Sipunculus nudus (Pompholyxia Sipunculii n. sp.). Ass. franç. avancem. sc. Congrès de Nancy. p. 1—4.

- *1901. A. GINESTE, Sur les vésicules énigmatiques de la cavité générale de Phascolosoma granulatum. Procès-verbaux Soc. Linnéennes de Bordeaux. Vol. LVI. p. 81—84.
1901. — Les parasites de la cavité générale de Sipunculus. Procès verb. Soc. Lin. Bordeaux. Vol. LVI. p. 120—126.
- *1903. — Quelques caractères physiologiques des Urnes des Siponcles. Acta Soc. Lin. Bordeaux. Vol. LVIII. Procès-verbaux. p. 24—27.
- *1903. — Sur la structure histologique des canaux oesophagiens. Ibid. p. 168—171 f.
- *1903. — Quelques observations sur les vésicules énigmatiques de Sipunculus. Ibid. p. 168—171. 2 Fig.
- *1903. — Études des urnes libres de la cav. gén. de Sipunculus nudus. Ibid. p. 174—184. 2 Fig.
1902. HÉRUBEL, Sur certains éléments péritoneaux du Phascolosome (Phascolosoma vulgare). Bull. Soc. zool. de France Vol. XXVII. p. 105—114.
1903. — Observations physiologiques et histologiques sur les Gephyriens (Éléments endothéliales et granules pigmentaires). C. R. Ac. Sc. Paris T. CXXXVI. p. 971—973.
1906. — Sur une tumeur chez un invertébré (Sipunculus nudus). Ibid. T.CXLIII. p. 979—981.
1865. JOURDAIN, Recherches sur l'Anatomie des Siponcles. C. R. Ac. Sc. Paris. Vol. LX.
1867. — Sur quelques points d'anat. des Siponcles. Ibid. Vol. LXIV.
1861. KEFERSTEIN und EHLERS, Untersuchungen über die Anatomie von Sipunculus nudus. Zoologische Beiträge. S. 282—286. Leipzig.
1865. — Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntnis der Sipunculiden. Diese Zeitschr. Bd. XV.
1851. KROHN, Über die Larve von Sipunculus usw. MÜLLERS Archiv Bd. XVIII. S. 369.
1887. KUNSTLER, La génitogastrula. Journal de Micrographie. Vol. VII. p. 28—35.
1897. KUNSTLER et GRUVEL, Sur le développement d'éléments particuliers de la cav. génér. des Siponcles. Soc. des sc. phys. et nat. de Bordeaux. (Séance du 4 mars.)
1897. — — Recherches sur l'évolution des Urnes. C. R. Ac. sc. Paris Vol. CXXIV. p. 309—312.
1898. — — Nouvelles observations sur quelques stades de l'évolution des Urnes. Procès-verbaux. Soc. sc. phys. et nat. Bordeaux.
1898. — — Recherches sur les Coupes ciliées de Phymosoma. Ibid.
1899. — — Contributions à l'étude d'éléments spéciaux de la cav. gén. de Phymosoma. C. R. Ac. sc. Paris Vol. CXXVIII. p. 519—521.
1903. LADREYT, Sur le rôle de certains éléments figurés chez Sipunculus nudus. C. R. Ac. sc. T. CXXXVII. p. 865—867.
1904. — Sur les Urnes de Sipunculus (note préliminaire). C. R. Ac. sc. Paris. T. CXXXIX. p. 370—371.

Anm.: Die mit einem Sternchen bezeichneten Arbeiten konnte ich mir nicht beschaffen.

1905. LADREY, Sur les tubes de Poli de Sipunculus. (Note préliminaire.) Arch. Zool. Expér. (Sér. 4). T. III. (Notes et revue.) p. 211—317.
1906. — Sur certains phénomènes de dégénérescence des globules sanguins dans le liquide coelomique de Sipunculus nudus. C. R. Ass. Fr. Av. Sc. 34 Sess. p. 601—602.
1903. A. LANG, Beiträge zu einer Trophocöltheorie. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 38.
1873. E. RAY LANKESTER, Zoological observations made at Naples in the winter of 1871—72. Ann. Mag. Nat. Hist. (Ser. 4.) Vol. II. p. 89.
1899. S. METALNIKOFF, Das Blut und die Excretionsorgane des Sipunculus nudus. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. XIII. S. 440.
1900. — Sipunculus nudus. Diese Zeitschr. Bd. LXVIII. S. 261.
1898. PICTON, On the corpuscles of certain marine worms. Proc. Trans. Liverpool Biol. Soc. T. XII. p. 136.
1904. PÜTTER, Die Flimmerbewegung. Ergebn. Physiol. II. Abt. II. Jahrg.
1865. QUATREFAGES, Histoire naturelle des annelés. Vol. II. p. 574. Paris.
- 1883—1884. SELENKA, MAN und BÜLOW, Die Sipunculiden. Eine systematische Monographie. (C. SEMPERS Reisen im Archipel der Philippinen.) 2 T. Bd. IV. Wiesbaden.
1907. W. SELENSKY, Über den Bau und die Entwicklung der sog. Urnen der Sipunculiden. Zool. Anzeiger. Bd. XXXII.
1875. THÉEL, Recherches sur le Phascolion Strombi (Mont). Kongl. Sv. Vet. Akad. Handlingar. Bd. XIV. Nr. 2.
1886. VIGNAL, Sur les éléments de la cavité générale des Siponcles. Ass. fr. Av. sc. Congrès de Nancy. 2ème P. p. 593.
1901. VIGNON, Recherches de Cytologie générale sur les Épithéliums. Arch. Zool. Exp. Sér. 3. T. IX.
1888. VOGT et YOUNG, Traité d'Anatomie comparée. Vol. I. p. 387—388.
1890. W. WAGNER, Sur les Infusoires de la cavité générale du corps des Géphyriens (Sipunculus et Phascolosoma.). Révue Sc. nat. St. Pétersbourg. No. 1. (Вѣстникъ Естествознанія).
1899. WILLEM et MINNE, Recherches sur l'excrétion chez quelques Annélides. Mém. couronnés Acad. roy. Belgique. T. LVIII.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Figurenbezeichnungen:

<i>a</i> , Einschnürung des Stieles einer fixen Urne;	<i>End.a</i> , Epithelzellen der Außenseite der Gefäßwand (Peritonealzellen);
<i>B</i> , Blase der Urne von <i>Phymosoma</i> ;	<i>Flmz</i> , Flimmerzellen;
<i>Bdz</i> , Bindegewebezellen;	<i>Flmz</i> ¹ , große Flimmerzellen;
<i>Bl</i> , amöboide Blutzellen;	<i>H</i> , Hals;
<i>Chz</i> , Chloragogenzellen;	<i>Hm</i> , Blutkörperchen;
<i>d</i> , äußerster Saum um den Hals;	<i>Hs</i> , hufeisenförmige Wimperzelle;
<i>End</i> , Endothelialzellen;	<i>K</i> , Kuppel;
<i>End</i> ¹ , sich ablösende Endothelialzellen;	<i>K</i> ¹ , in die Kuppelwand eingelag. Kerne;

<i>Kc</i> , Kerne der abortiven Endothelialzellen;	<i>Schd</i> , Scheidewand;
<i>Kn</i> , kelchartige Anlage der Kuppel;	<i>Str</i> , die den Innenraum der Kuppel durchziehenden Strängehen;
<i>Kp</i> , Klumpen;	<i>Strf</i> , Streifung des bewimperten Randes der Scheibe, bzw. der Wimperwurzelapparat;
<i>Ks</i> , Kern der Wimperseibe;	<i>U¹—U¹</i> , Urnenanlagen an einem gemeinsamen Stiele;
<i>L</i> , Lücke im Bindegewebe der Gefäßwand;	<i>W</i> und <i>W¹</i> , Wand der kelchartigen Anlage der Kuppel;
<i>m</i> , Muskelfasern;	<i>ZK</i> , die der Kuppelwand angehörigen Protoplasmaklumpen oder Zellen mit Kern.
<i>p</i> , periphere Protoplasmaschicht des bewimperten Randes der Scheibe;	
<i>Phg</i> , Phagocyt;	
<i>R</i> , bewimperter Rand der Scheibe;	
<i>S</i> , Scheibe;	

Tafel XXXII.

Sämtliche Figuren Urnen von *Sipunculus nudus*.

Fig. 1. Eine freischwimmende Urne von der Seite gesehen. Nach einem Totalpräparat. Behandlung: FLEMMINGSche Flüssigkeit; Osmiumsäure; Holzessig; Kanadabalsam. LEITZ 1/12, Oc. 1. Vergr. 840.

Fig. 2. Dieselbe Urne, von oben. Vergr. 840.

Fig. 3. Dieselbe Urne, von der Kuppel gesehen. Vergr. 840.

Fig. 4. Freischwimmende Urne, von der Seite. Die Kuppel ist mehr als bei Fig. 1 gegen die Scheibe gepreßt. Man bemerkt in der Kuppel drei Protoplasmaansammlungen mit je einem Kern (*ZK*). Der anhängende Klumpen von Blutzellen, Detritus usw. ist nicht gezeichnet. Behandlung wie Fig. 1. ZEISS 2 mm, Oc. LEITZ 1. Vergr. 840.

Fig. 5. Eine große Urne (»Schüsselchen«), von oben gesehen. Nur die linke Hälfte gezeichnet. Behandlung wie oben. LEITZ 1/12, Oc. 1. Vergr. etwa 420.

Fig. 6. Ein Teil des bewimperten Randes derselben Urne bei stärkerer Vergrößerung. Die Streifung des Randes erscheint als ein Wabenwerk. ZEISS 2 mm, Komp.-Oc. 12. Vergr. etwa 2800.

Fig. 7. Ein »Schüsselchen«, von der Seite gesehen. Nach dem Leben. LEITZ Obj. 4, Oc. 3. Vergr. 190.

Fig. 8. Eine Doppel- oder Zwillingsumne, von der Seite gesehen. Behandlung: FLEMMINGSche Flüssigkeit, Osmiumsäure, Holzessig, Kanadabalsam. LEITZ Obj. 1/12, Oc. 1. Vergr. 550.

Fig. 9. Medianer Längsschnitt (3 μ) durch eine freie Urne. Behandlung: HERRMANNsche Flüssigkeit, Holzessig, Safranin. BLOCHMANNsche Flüssigkeit. LEITZ Obj. 1/12, Oc. 4. Vergr. etwa 1300.

Fig. 10. Längsschnitt (3 μ) durch eine freie Urne, seitlich von der Medianebene gelegt. In der Kuppelwand sind zwei eingelagerte Zellen mit Kern zu sehen. Die den Innenraum der Kuppel durchziehenden Strängehen treten deutlich hervor. Behandlung wie Fig. 9. LEITZ Obj. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

Fig. 11. Tangentialer Längsschnitt (3 μ) durch eine freie Urne. Auf dem Schnitt ist der bewimperte Rand (*R*) der Scheibe getroffen. Nur ein Teil der Kuppel ist angedeutet. Man sieht im Protoplasma des Wimperrandes ziemlich deutlich die Verzweigungen der feinen Fibrillen (Wimperwurzeln) und ihren Zusammenhang mit den Basalkörperchen der Cilien. Behandlung: HERRMANNsche

Flüssigkeit, Holzessig, Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. ZEISS 2 mm. Komp.-Oc. 8. Vergr. 1460.

Fig. 12. Längsschnitt ($3\ \mu$) durch eine freie Urne. Nach zwei Schnitten kombiniert, indem der Kern (K_2) der Kuppelwand dem nächsten Schnitt entnommen ist. Rechts ist die Kuppelwand zerrissen. Im Innenraum der Kuppel ist eine Blutzelle (Bl) zu sehen; man erkennt jedoch, daß dieselbe nicht im Innenraum selbst, sondern in einer Falte der Wand liegt. Behandlung wie bei Fig. 9 und 10. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

Fig. 13. Längsschnitt ($3\ \mu$) einer kleineren freien Urne, aus dem Hohlraum des Tentaculargefäßes (POLISCHES Gefäß). Pikrin-Schwefelsäure; Boraxkarmin. BLOCHMANNSche Flüssigkeit. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

Fig. 14. Teil eines medianen Längsschnittes ($3\ \mu$) durch eine freie Urne mit eigentümlichem Kern der Scheibe. HERMANNNSche Flüssigkeit, Safranin, BLOCHMANNSche Flüssigkeit. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

Tafel XXXIII.

Sämtliche Figuren, mit Ausnahme von Fig. 28, von *Sipunculus nudus*.

Fig. 15. Querschnitt durch die Wimperscheibe einer freien Urne. Die Fädchen (Wimperwurzeln) sind büschelig angeordnet. Bei tiefer Einstellung ist die Wand der Kuppel (K) im Querschnitt zu sehen. HERMANNNSche Flüssigkeit, Osmiumsäure, Holzessig, Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN. ZEISS 2 mm. Komp.-Oc. 6. Vergr. etwa 1120.

Fig. 16. Folgender Querschnitt durch dieselbe Urne. Der gegen die Kuppel umgeschlagene bewimperte Rand (R) ist an vier Stellen, die der Lage der Fädchenbüschel entsprechen, getroffen. Vergr. 1120.

Fig. 17. Querschnitt durch die Kuppel einer Urne. Eine der in der Kuppelwand eingelagerten Zellen (ZK) ist auf dem Schnitt getroffen. Behandlung wie Fig. 15. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

Fig. 18. Querschnitt durch die Scheibe einer Urne bei stärkerer Vergrößerung. Die Differenzierungen im Plasma treten deutlich hervor, besonders die Verzweigungen der Wimperwurzeln nebst ihren Beziehungen zu den Basalkörperchen ebenso wie dem Kern. Behandlung wie Fig. 15. ZEISS 2 mm. Komp.-Oc. 8. Vergr. 1460.

Fig. 19. Medianer Längsschnitt durch eine freie Urne, um den Verlauf der Wimperwurzeln zu zeigen. Behandlung wie Fig. 15. Vergr. 1460.

Fig. 20. Längsschnitt durch eine große Urne (»Schüsselchen«). Behandlung wie Fig. 15. LEITZ Imm. 1/12, Komp.-Oc. 8. Vergr. 1460.

Fig. 21. Schnitt ($3\ \mu$) einer Zwillingurne. Die beiden Wimperscheiben liegen nahe bei einander. Die obere Scheibe ist etwas schief getroffen. Behandlung: HERMANNNSche Flüssigkeit, Osmiumsäure, Holzessig, Hämatoxylinfärbung nach VAN GIESON-WEIGERT. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 3. Vergr. 800.

Fig. 22. Längsschnitt einer Zwillingurne. Die beiden Wimperscheiben sind weiter voneinander entfernt. Behandlung wie Fig. 21. ZEISS 2 mm. Komp.-Oc. 6. Vergr. 750.

Fig. 23. Längsschnitt einer Zwillingurne. Die beiden Scheiben liegen einander gegenüber. Behandlung: HERMANNNSche Flüssigkeit, Osmiumsäure, Holzessig, Safranin, BLOCHMANNSche Flüssigkeit. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 1. Vergr. 840.

Fig. 24—27. Querschnitte durch die Wand der Blutgefäße von *Sipunculus*.

Fig. 24. Das die Innenseite der Wand auskleidende Epithel. Einige Epithelzellen (*End*¹) haben sich stark erhoben, um sich von der Wand als Blutzellen abzulösen. FLEMMINGSche Flüssigkeit, Hämatoxylin DELAFIELD, Säurefuchsin und Pikrinsäure nach VAN GIESON. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 1. Vergr. 840.

Fig. 25. Ein Phagoeyt (*Phg*) dringt zwischen den Epithelzellen in den Hohlraum des Gefäßes ein. Behandlung wie Fig. 24. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

Fig. 26. Eine durch Größe und Gestalt ausgezeichnete Flimmerzelle (*Flnz*₂) des Gefäßendothels. Alkohol-Eisessig nach CARNOY; Hämatoxylin DELAFIELD, Säurefuchsin und Pikrinsäure nach VAN GIESON. LEITZ Imm. 1/12, Komp.-Oc. 8 Vergr. 1460.

Fig. 27. Eine ebensolche große Flimmerzelle (*Flnz*₂) auf einem bindegewebigen Stiel. Behandlung und Vergrößerung wie Fig. 26

Fig. 28. Eine lebende freischwimmende Urne von *Phymosoma*. Halbseitliches Totalbild. *B*. Blase; *Chz*, die die Urne bekleidenden Chloragogenzellen; *H**z*, die hufeisenförmige Wimperzelle. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 3. Vergr. 1120.

Tafel XXXIV.

Fixe Urnen von *Sipunculus nudus* und ihre Entwicklung. Behandlung bei sämtlichen Figuren, abgesehen von Fig. 44: Alkohol-Essigsäure nach CARNOY; Safranin, BLOCHMANNSche Flüssigkeit; bei Fig. 44: HERRMANNSS Flüssigkeit; Dreifachfärbung nach MALLORY. Vergrößerung sämtlicher Abbildungen, außer Fig. 46: ZEISS 2 mm, Komp.-Oc. 8 (oder L. Imm. 1/12, Oc. 4). Vergr. 1460. Fig. 46. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 3. Vergr. 1120. Die Farben der Zeichnungen sind genau die der Präparate, mit dem Unterschied, daß auf letzteren das Protoplasma der Zellen etwas grünlich erscheint.

Fig. 29—45. Längs- und Querschnitte durch successive Entwicklungsstadien der Urnen.

Fig. 29. Längsschnitt durch das Anfangsstadium. Bindegewebiger Auswuchs der Gefäßwand (Knospe), von Endothelialzellen bekleidet.

Fig. 30. Längsschnitt durch ein weiteres Stadium. Bildung der lockeren Anlage des Kuppelinhaltes (*Lc*).

Fig. 31. Querschnitt durch das Stadium der Fig. 30. Getroffen ist eine große Flimmerzelle der Knospe (*Flnz*).

Fig. 32. Längsschnitt durch ein weiteres Stadium (*III*). Bildung der Hülle oder Wand (*W*) der lockeren Anlage der Kuppelsubstanz.

Fig. 33. Längsschnitt durch ein folgendes Stadium (*IV*). Die distale (obere) Wand der lockeren Anlage beginnt sich gegen die Basis einzusenken. Erstes Auftreten der sich violett färbenden Substanz (*v*).

Fig. 34 und 35. Zwei Querschnitte aus einer Serie durch das Stadium der Fig. 33; 34 durch das Distale, 35 durch die mittlere Region.

Fig. 36. Längsschnitt durch ein Entwicklungsstadium einer doppelten Urne. Bildung der kelchartigen Anlage der Kuppel (*Kh*). Links werden die oberen Endothelialzellen in die Einsenkung hereingezogen.

Fig. 37. Längsschnitt durch ein reiferes Entwicklungsstadium (*V*).

Fig. 38. Längsschnitt durch ein typisches Entwicklungsstadium (*V*). Die

kelchartige Anlage der Kuppel ist bereits ausgebildet; W und W_1 , ihre äußere und innere, bzw. eingesenkte Wand; die oberen Endothelialzellen (End) sind bereits in die Einsenkung des Kelchs hereingezogen worden.

Fig. 39. Querschnitt durch das Stadium der Fig. 38.

Fig. 40. Etwas schiefer Schnitt durch ein Entwicklungsstadium. Die Flimmerzelle ($Flmz$) beginnt sich zu vergrößern. Rechts scheint der Kern einer andern Flimmerzelle zu degenerieren.

Fig. 41. Etwas schiefer Schnitt durch ein folgendes Stadium (VI). Ausgewachsene Flimmerzelle ($Flmz$).

Fig. 42. Längsschnitt durch ein weiter vorgerücktes Entwicklungsstadium. Die Scheibenzelle ($Flmz$) ist beinahe völlig ausgebildet. Die Kuppelanlage (Kh) ist in ihrer Entwicklung zurückgeblieben (abweichender Entwicklungsgang).

Fig. 43. Vollständig ausgebildete freie Urne im Längsschnitt. Ke , Kern einer abortiven Endothelialzelle; a , Einschnürung des Stieles.

Fig. 44. Längsschnitt durch eine fixe Urne an der gedehnten Gefäßwand. (Die Wimperscheibe [S] ist auf dem Präparat rötlich gefärbt.) Wdz , Gruppe von Wanderzellen.

Fig. 45. Flächenschnitt durch die Wimperscheibe einer fixen Urne. Ke , Kerne der abortiven oberen Endothelialzellen.

Fig. 46. Längsschnitt durch zwei auf gemeinsamem Stiel entwickelte Urnen (U_1 und U_2), die sich auf verschiedenen Entwicklungsstufen befinden.

Fig. 47. Längsschnitt (2μ) durch eine fixe Doppelurne U_1 und U_2 ; beide Urnen sind annähernd gleich gebildet.

Tafel XXXV.

Sämtliche Figuren, mit Ausnahme von Fig. 55, von *Sipunculus nudus*.

Fig. 48. Längsschnitt (3μ) durch eine Doppelurne. Die beiden Wimperscheiben liegen ganz nahe nebeneinander, und die Kuppelanlagen sind miteinander innig verwachsen. Alkohol-Essigsäure nach CARNOY; Safranin und BLOCHMANN. Vergr. 1400.

Fig. 49. Mehrere sich auf einem gemeinsamen Stiel entwickelnde fixe Urnen (U_1 — U_5). Behandlung wie Fig. 48. Imm. L. 1/12, Oc. 3. Vergr. 1120.

Fig. 50. Flächenpräparat der Gefäßwand von *Sipunculus nudus*. Das Gefäß wurde längs aufgeschnitten und auf dem Objektträger ausgebreitet. Die Faserbündel der bindegewebigen Grundsubstanz sind deutlich zu sehen. End^1 , sich ablösende Endothelialzellen; Hm , Blutkörperchen; Km , Kerne der Muskelfasern; U , fixe Urne. (Entwicklungsstadium.) FLEMMINGS Flüssigkeit; Safranin und BLOCHMANNsche Flüssigkeit. Vergr. etwa 300.

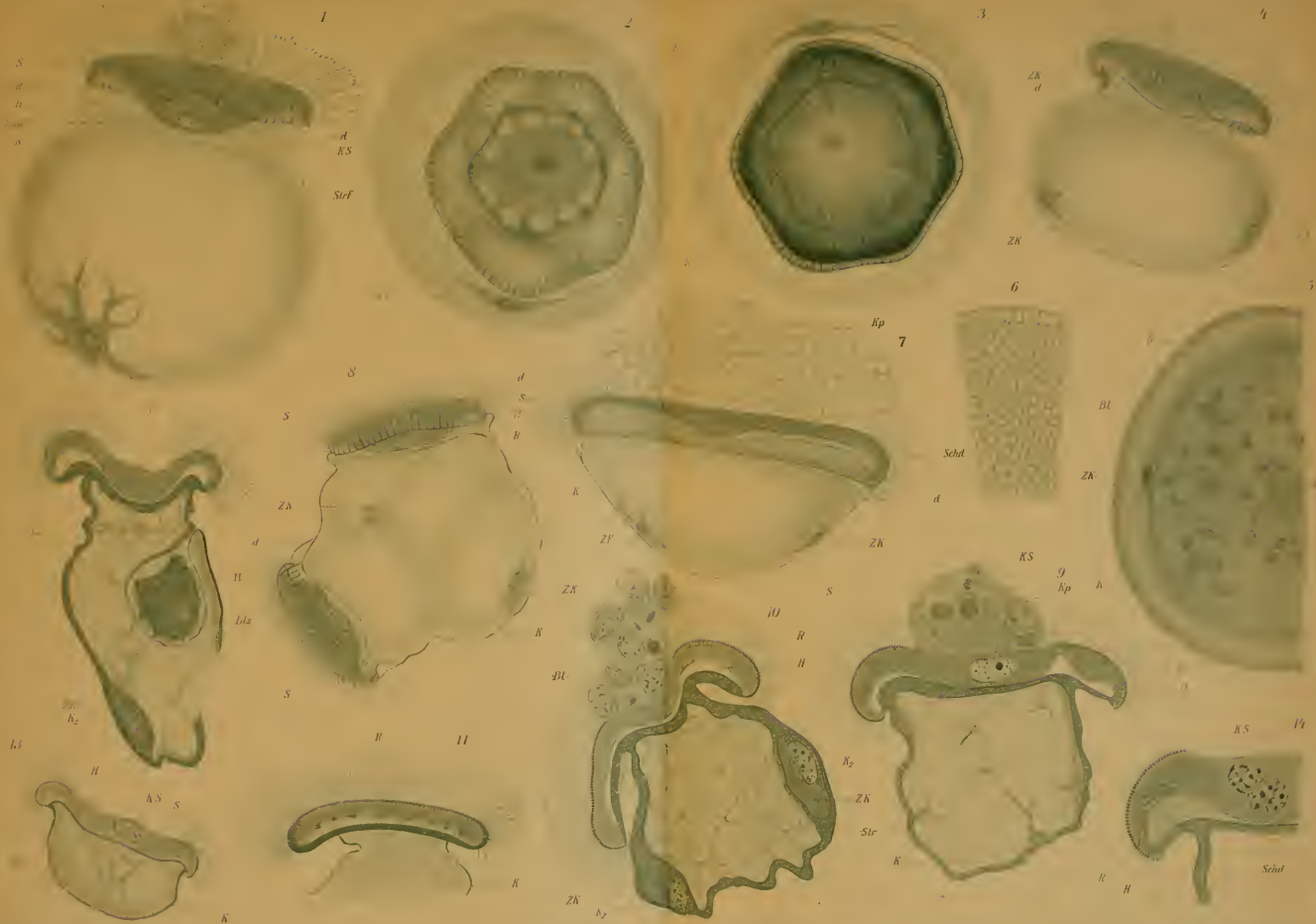
Fig. 51. Stück eines Schnittes (3μ) durch die Gefäßwand von *Sipunculus nudus*. In einer Lücke (L) liegt ein charakteristisch gefärbtes Blutkörperchen (Hm). Alkohol-Essigsäure nach CARNOY, Safranin und BLOCHMANNsche Flüssigkeit; LEITZ Imm. 1/12, Oc. 4. Vergr. 1460.

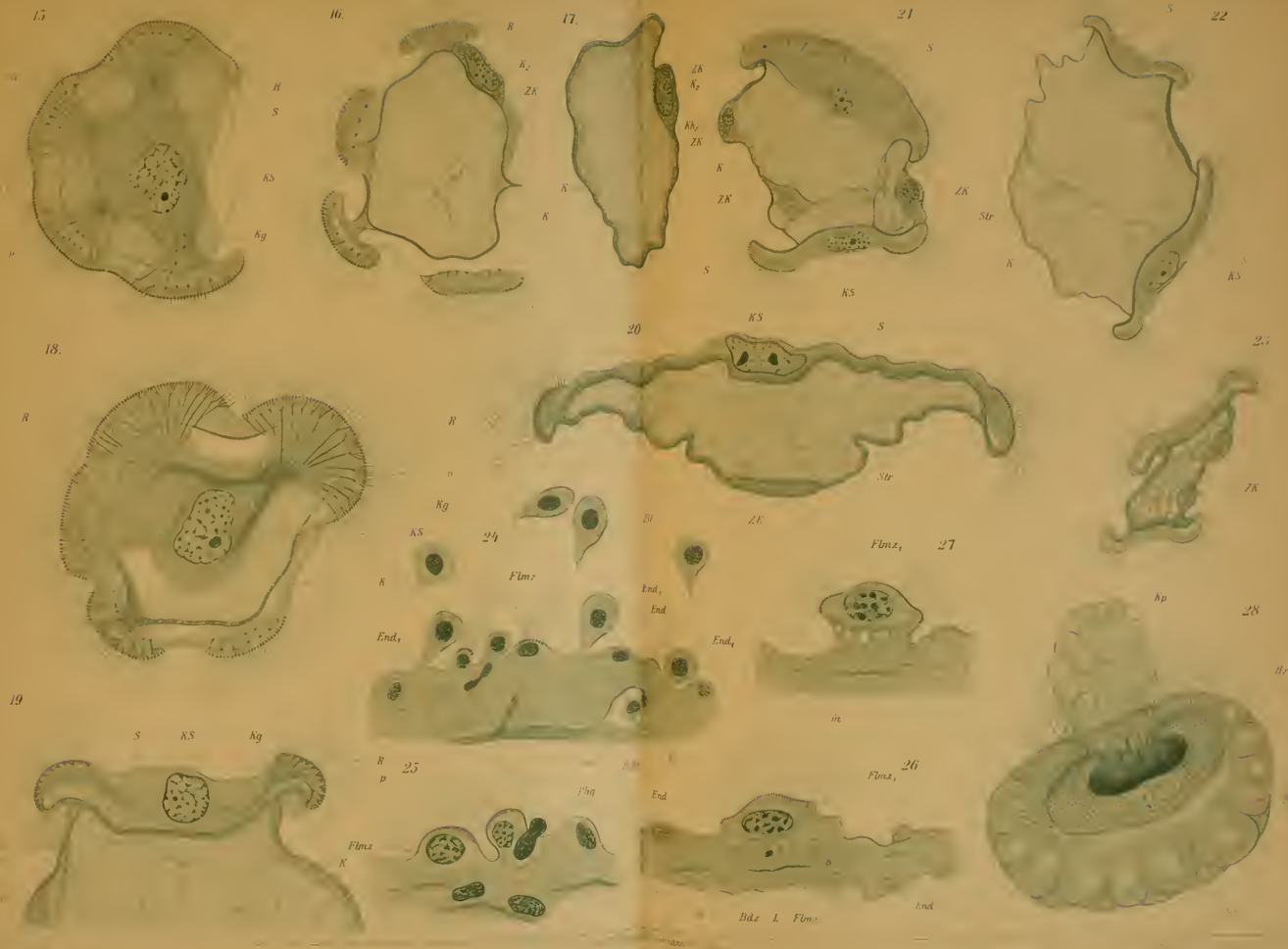
Fig. 52. Querschnitt der Gefäßwand von *Sipunculus nudus*. Ein Blutkörperchen (Hm) dringt aus der Wand des Gefäßes in den Hohlraum desselben hinein. Behandlung und Vergrößerung wie bei Fig. 51.

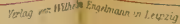
Fig. 53. Amöbocyt aus *Sipunculus nudus*. Behandlung und Vergrößerung wie Fig. 51.

Fig. 54. Längsschnitt (3μ) durch eine freie Urne von *Sipunculus nudus*. Die zelligen Elemente sind rot, die bindegewebigen dagegen blau gefärbt. Pikrin-Schwefelsäure, Boraxkarmin und BLOCHMANNSche Flüssigkeit. LEITZ Imm. 1/12, Oc. 1. Vergr. 840.

Fig. 55. Längsschnitt (3μ) durch eine freie Urne von *Phymosoma*. Die Blase (*B*) ist blau gefärbt. *H*z, die hufeisenförmige Wimperzelle; *Ch*z, Chloragogenzellen. Pikrin-Schwefelsäure, Safranin und BLOCHMANNSche Flüssigkeit; LEITZ Imm. 1/12, Oc. 3. Vergr. 1120.







48

KS

49

V₂



V₂



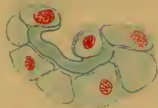
V₁
KS



55

54

B



Sehd.

Chz

53



50

52

Hm



L

Bdz

V₁

m



m

Hm

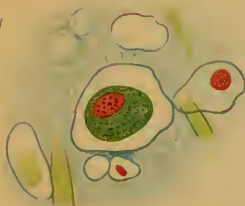
m

End

L

Hm

51



End

Bdz

L

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [90](#)

Autor(en)/Author(s): Selensky W.

Artikel/Article: [Untersuchungen über die sogenannten Urnen der Sipunculiden 536-595](#)