

Zur Kenntnis des Axialorgans und der ventralen Bluträume der Asteriden.

Von

Viktor Pietschmann.

(Mit 2 Tafeln und 5 Textfiguren.)

Im Herbst des Jahres 1903 machte mich Herr Dr. K. C. SCHNEIDER auf einige noch unerledigte Fragen in der Histologie der Echinodermen aufmerksam; insbesondere wies er auf das Blutgefäßsystem der Asteriden hin, dessen Kenntnis noch manches zu wünschen übrig lasse.

Seinem Rate folgend habe ich versucht, genaueres über dieses ebenso interessante wie komplizierte Organsystem in Erfahrung zu bringen. Ein Arbeitsplatz im II. zoologischen Universitäts-Institute ermöglichte mir dies. Zu großem Dank bin ich Herrn Dr. SCHNEIDER verpflichtet, der mich nicht nur, wie schon erwähnt, auf dieses Thema aufmerksam machte, sondern mir auch während meiner Arbeiten mit seiner reichen Erfahrung gerade in histologischen Fragen jederzeit zur Seite gestanden ist. Auch Herrn Assistenten Dr. JOSEPH verdanke ich manchen Rat und manche Hilfe. Das Material wurde mir aus der k. k. zoologischen Station in Triest und aus der biologischen Versuchsanstalt in Wien zur Verfügung gestellt, wofür ich den Leitern dieser beiden Anstalten, Herrn Professor CORI einerseits, Herrn Dr. PRZIBRAM andererseits verpflichtet bin.

Im folgenden mögen die Ergebnisse meiner Untersuchungen, die sich insbesondere auf das Studium des Axialorgans und der ventralen Bluträume erstreckten, niedergelegt sein.

Historisches.

Es ist natürlich, daß von den uns interessierenden Teilen das sogenannte „Axialorgan“, schon wegen seiner verhältnismäßig be-

deutenden Größe und auffallenden Lage, zuerst Bemerkung fand. So hat schon im Jahre 1733 KADE (19)*) in einer „Anatomie des fünfstrahligen Seesterns“, die im Anhang an LINCKS: De stellis marinis wiedergegeben ist, dieses Organs Erwähnung getan. Dann finden wir bis 1809 keine Angaben mehr über dasselbe; in diesem Jahre macht SPIX (35) wieder darauf aufmerksam. Ihm folgt dann KONRAD (20) 1814 mit einer ganz kurzen Beschreibung der äußeren Gestalt und der Vermutung, es sei eine Drüse. Erst TIEDEMANN (37) gibt eine genauere Schilderung des Gebildes, auf Grund deren er ihm die Bedeutung eines Herzens zuweist. Schon bei ihm aber finden wir jene verhängnisvolle Unklarheit, die das ganze spätere Studium so vielfach erschwert hat, daß zwischen dem Hohlraum, in dem das Organ liegt, seinem „Perihämalraum“ und diesem selbst nicht scharf geschieden wird: bald spricht er von „Herz“, bald von „herzähnlichem Kanal“. Bei ihm finden wir auch die erste Beschreibung des oralen Ringkanals, den er schon als zum Blutgefäßsystem gehörig deutete; auch seine Verbindung mit dem Axialorgan hat er gesehen. Eine kurze Beschreibung des letzteren, die sich so ziemlich mit der seinen in Einklang bringen läßt, gibt dann DELLE CHIAJE (4) 1837 in seinem großen Sammelwerke, und auch SIEBOLD (34), VOLKMANN (39) und J. MÜLLER (25, 26) tun des Organs als eines Herzens Erwähnung. Der letztere beschäftigt sich auch wieder mit dem oralen Ringkanal und beschreibt seine Fortsetzung in die Arme; seine Darstellung ist allerdings etwas unklar.

Dann ruhte längere Zeit das Studium unseres Gegenstandes, bis im Jahre 1867 JOURDAIN sich für die drüsige Natur des Axialorgans, das durch Muskelbänder festgehalten sei, aussprach und zugleich das Vorhandensein von oralen oder radialen Gefäßen in Abrede stellte, eine Ansicht, der sich GREEFF in seiner 1. Mitteilung (12) 1871 anschloß; aber noch in demselben Jahre wurden in seiner 2. Mitteilung (13) diese, sowie die Fortsetzung der radialen Bluträume in die Füßchen beschrieben. Auch das Axialorgan studierte er. Irregeleitet durch die unklare Ausdrucksweise TIEDEMANN'S, dessen als Herz bezeichnetes Organ er mit dem Axialsinus identifizierte, beschrieb er es als „kiemenartiges Organ“, um schließlich die Meinung auszusprechen, daß es vielleicht auch eine andere Funktion haben könne; endlich stellte er seine Verbindung mit dem oralen und aboralen Blutlakunenring fest. Ein Jahr später findet er, in der 3. Mitteilung (14),

*) Die Ziffern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

auch Gefäßgeflechte in der ganzen Haut des Tieres, die mit den oralen und radialen Blutgefäßen zusammenhängen sollen. Abbildungen sind keiner der drei Abhandlungen beigegeben. In demselben Jahre veröffentlicht auch C. K. HOFFMANN (16) eine Arbeit über Asteriden, in der er seiner Ansicht über das Axialorgan als drüsigen Körper Ausdruck gibt und die Angaben TIEDEMANN'S über das orale Ringgefäß bestätigt.

Die nächsten Arbeiten sind die von TEUSCHER (36) und LANGE (22), beide 1876 erschienen. Ersterer stellt bezüglich des Axialorgans die Behauptung auf, daß es beim erwachsenen Tiere keine Hohlräume habe und wohl nur in der Jugend funktioniere; den oralen Lakunenring im Septum beschreibt er als einen Muskel. Schließlich beschäftigt er sich mit dem Verlauf des Radialseptums in der Ambulakralrinne. Auch LANGES Arbeit hat hauptsächlich dieses Thema zum Gegenstande.

In vieler Beziehung aufklärend wirkte dann die exakte Arbeit LUDWIGS (23) 1878, in der manche Irrtümer beseitigt wurden. Ein Verdienst dieser Arbeit ist es namentlich, daß sie die Unklarheit bezüglich der oralen und radialen Bluträume, als welche früher meist die von ihm „Perihämalkanäle“ genannten Räume angesehen wurden, beseitigte. Auch bezüglich des Axialorgans gibt er nähere und bestimmtere Angaben als die früheren Forscher.

Auf seine Ansichten sowie auf die Angaben der späteren, wichtigen Arbeiten soll dann im speziellen Teil gelegentlich noch eingegangen werden. — Nur kurz sollen hier noch die folgenden übrigen Arbeiten über unser Gebiet erwähnt werden. Da ist zunächst eine Arbeit JOURDAINS (18) 1882, in der er die Behauptung aufstellt, aborales und orales Ringgefäß seien bloß die Ausführungsgänge der Genitalorgane, das Axialorgan aber eine Anhangsdrüse zu dem „aboralen Pentagon“. Die Austrittsöffnungen selbst hat er am oralen Ring gesehen. Weiter auf dieses Werk, dem ebenfalls Abbildungen fehlen, einzugehen, ist wohl nicht notwendig. Noch in demselben Jahre weisen PERRIER und POIRIER (27) diese Angaben zurück, erklären das Axialorgan abermals als eine Drüse und bestreiten das Vorhandensein der radialen Blutgefäße. CARPENTER dagegen neigt sich in seinen in demselben (1) und dem nächsten Jahre (2) erschienenen Arbeiten wieder der Ansicht zu, daß das Axialorgan dem Blutgefäßsystem zuzurechnen sei. — Im Jahre 1885 erscheint dann eine ausführliche Arbeit HAMANN'S (15) über die Asteriden, in der er das Axialorgan als exkretorische Drüse auffaßt und histologische Beschreibungen desselben und der

übrigen Blutlakunen gibt. Manche seiner Befunde sind, wohl zum Teil deswegen, weil sie meist an jungen Tieren gemacht wurden, ungenau und unrichtig. 1886 erklärt PERRIER (29) das Axialorgan für eine bloße Verlängerung der peritonealen Membran des Darmes. Es ist nach seiner Ansicht kein Herz, sondern die Bildungsstätte von Elementen, von welchen einige, frei werdend, die Körperchen der Leibeshöhle bilden; in einer zweiten Arbeit (30) im nächsten Jahre bekräftigt er diese Angabe. Auch CUÉNOT (5, 6) schließt sich ihm in letzterem Punkte an, auch beschreibt er Bau und Geschichte der Lymphkörperchen näher. Seine vorhergehenden kleineren Arbeiten schließt er 1888 mit seiner großen Arbeit über die Asteriden (7) ab. Im selben Jahre erscheint auch das Lehrbuch von VOGT und YUNG (38), das sich ebenfalls ziemlich ausführlich mit unserem Gegenstande beschäftigt. Die letzten Arbeiten auf unserem Gebiet, die hier nur aufgezählt werden sollen, sind endlich CUÉNOTS zusammenfassende Arbeit über die Echinodermen (8), PERRIERS Bericht über die Stelleriden der wissenschaftlichen Expedition nach dem Kap Horn (31), DURHAMS exakte Arbeit über die wandernden Zellen der Echinodermen (11), bei der leider die Abbildungen viel zu wünschen übrig lassen, alle drei 1891 erschienen, CHADWICKS Untersuchungen über das Blut- und Wassergefäßsystem der Asteriden (3), 1893 und 1896, ferner LANGS Lehrbuch (21) 1894, RAY LANKESTERS Treatise (32) 1900 und schließlich CUÉNOTS physiologische Studien an Asteriden (10) 1901.

Technik.

Die Untersuchungen machte ich hauptsächlich an *Astropecten aurantiacus* und *Astrop. pentacanthus*, daneben wurden zum Vergleiche auch Schnitte, hauptsächlich durch die Arme, von *Palmipes membranaceus* und *Asterias glacialis* untersucht. Was zunächst die Fixierung der Objekte anbelangt, so leistete mir insbesondere Sublimat gute Dienste; ich injizierte es an dem Ende eines oder zweier gegenüberliegender Arme immer so lange, bis die Füßchen sich streckten und ließ dann das Tier durch ungefähr 24 Stunden in der Flüssigkeit. Auch ein Gemisch von Sublimat und 96%igem Alkohol (5:95) bewährte sich. Zu vermeiden sind dagegen meiner Ansicht nach solche Flüssigkeiten, die zugleich entkalkend wirken, da die bei der Entkalkung auftretenden Gasblasen auf das noch nicht oder erst teilweise fixierte Gewebe begreiflicherweise schädigend einwirken.

Wichtig war es natürlich auch, eine gute Entkalkungsmethode zur Anwendung zu bringen, die sicher, und ohne die histologischen Details zu zerstören, den Kalk auflöste. Und da hat mir vor allem die Methode, die ROUSSEAU angegeben hat (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie, 14. Bd., 1897, pag. 207), die trefflichsten Ergebnisse geliefert. Die Objekte, deren Seitenlänge nicht über 2 cm betragen soll, ließ ich durch ungefähr 2 Wochen in dünnem, 1 Woche in mittlerem und $\frac{1}{2}$ bis 1 Woche in ganz dickem Celloidin, einzelne im Wärmekasten bei 38° C, einzelne bei gewöhnlicher Temperatur. Nach dieser Zeit wurden sie in Celloidin eingebettet, in Chloroformdämpfen gehärtet und erst dann in einem Gemisch von 25—35 Teilen konzentrierter Salpetersäure und 100 Teilen 85%igen Alkohol, dem einige Tropfen Platinchlorid zugesetzt wurden, je nach der Größe der Stücke in 1—3 Tagen entkalkt; dabei wurden die Flüssigkeiten öfter gewechselt und zum Schluß schwächere Lösungen genommen. Nach der Entkalkung kamen die Stücke in 85%igen Alkohol, dem so lange geschabte Kreide zugesetzt wurde, bis sich keine Gasblasen mehr bildeten. Ich führte die Objekte dann immer in Paraffin über. — Manche gute Erfolge gab übrigens bei kleineren Objekten auch 5%ige schweflige Säure (5—10 Tage).

Zum Färben der Schnitte verwendete ich nebst VAN GIESON auch die Dreifach-Färbung mit DELAFIELDS Hämatoxylin, Säurefuchsin und Orange G. Sehr schöne Bilder ergab die Eisenhämatoxylinmethode. Ich änderte die angegebene Methode ein wenig ab, indem ich die Schnitte statt 6—12 Stunden 24—36 Stunden in Eisenalaun ließ, dann auf 18—24 Stunden in HEIDENHAINS Hämatoxylin brachte und stark in Eisenalaun differenzierte, bis das Bindegewebe entfärbt war. Die Muskeln waren dann tiefblauschwarz und hoben sich von dem durch den Eisenalaun braun gebeizten Bindegewebe scharf ab. Als Nachfärbung dazu verwendete ich oft mit gutem Erfolge eine schwache Lösung von Säurefuchsin oder Karmin.

Das Axialorgan.

Rechts vom Steinkanal, von der Dorsalseite aus betrachtet, liegt, diesen ungefähr in einem $\frac{2}{3}$ Kreise umgebend und ihn seiner ganzen Länge nach begleitend, ein weiches, bei *Astropecten* bräunliches, gelapptes Organ, eingeschlossen in die Höhlung des sogenannten schlauchförmigen Kanals, von dessen Wandung, dem Interbrachialseptum, es zugleich mit dem Steinkanal umgeben wird.

Von KADE entdeckt, hat sein Studium seither viele Forscher beschäftigt. Je nach der Ansicht, die man sich über seine Funktion oder entsprechend seiner Lage im Tiere bildete, wurden ihm die verschiedensten Namen gegeben. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung derselben und der wichtigsten Bezeichnungen des schlauchförmigen Kanals mit den Namen der Autoren, die sie gebrauchten:

CUÉNOT, LANG, PERRIER	Axialorgan.	Axialsinus.
CHADWICK	Zentrales Gewebe.	
CUÉNOT	rein lymphoide	Sinus glandulaire.
GREEFF	Kiemenähnliches Organ.	Häutige, sackartige Erweiterung.
HAMANN	Chromatogenorgan.	Schlauchförmiger Kanal.
HOFFMANN		Schlauchförmiger Kanal.
JOURDAIN	Corps pyriforme.	Sac fusiforme.
LUDWIG	Septalorgan, Zentralplexus, Herz.	
PERRIER	Corps plastidogène, Collateralorgan, glande ovoide.	Sackförmiger Kanal (Herz).
TIEDEMANN	Herz, herzähnlicher Kanal.	Höhle des sichelförmigen Bandes.
VOGT und YUNG	Dorsalorgan.	Schlauchförmiger Kanal.

Diese Namen dürften genügen, um zu kennzeichnen, was für verschiedene Auffassungen das Organ erfahren hat.

Wir wollen uns nun zunächst mit der genauen Lagebestimmung desselben und seiner einzelnen Teile befassen.

An der der Hauptachse des Tieres zugewendeten Wand des Interbrachialseptums durch ein Aufhängeband der ganzen Länge nach befestigt (Taf. II, Fig. 1, *a b*), zieht sich der Hauptteil desselben um den Steinkanal mehr als halbkreisförmig herum. Dort, wo der Steinkanal den Achsensinus verläßt, biegt sich der ganze Axialsinus randwärts, um schließlich auf der Ventralseite unterhalb des Wassergefäßes zu verlaufen. An der aboralen Seite nun geht an dem dem Zentrum zugewendeten Teile von der Hauptmasse des Axialorgans, die sich distal zipfelförmig fast bis an die Rückenwand des Tieres erstreckt, ohne sich jedoch an dieser zu

befestigen, ungefähr in gleicher Höhe mit dem Ende der Anheftung ein Fortsatz hinauf gegen die sogenannte Ampulle des Steinkanals (Taf. II, Fig. 1, *am*), eine kleine, neben diesem liegende Höhle, die einen Nebenraum des Axialsinus darstellt. Diese Höhle durchzieht der Fortsatz in querer Richtung und heftet sich an der zentralen, oberen Ecke derselben in ziemlich breiter Verbindung, nicht, wie HAMANN angibt, durch ein Mesenterium an. CUÉNOT (7) hat die Funktion dieses Teiles, der in seinen Hohlräumen auch Amöbocyten enthält, als für ihn unverständlich bezeichnet, da ja die Ampulle sonst rings geschlossen sei. Ich denke, seine Funktion ist am natürlichsten geklärt, wenn man ihn als das Endstück des Organs, das eben ganz so gebaut ist wie dieses selbst, erklärt, ein Endstück, welches die dorsale Anheftung zu besorgen hat. Übrigens ist ja auch die Ampulle nicht ganz so fest verschlossen, wie CUÉNOT angibt, denn die Kalkscheidewand ist dort, wo der Fortsatz eintritt, breit unterbrochen, und nur die Wandung des Axialorgans schließt sie vom übrigen Axensinus ab. Diese Fortsetzung ist ebenso wie der Hauptteil des Organs gelappt. Unter derselben liegt, durch eine schmälere bandartige Partie mit ihr verbunden, eine seitliche Ausbuchtung des Axialorgans nach rechts hin, die bis an die zentrale Wandung des Interbrachialseptums geht und sich dort festheftet; dorsalwärts ist sie mit einem kleinen, seiner äußeren Form nach ellipsoidischen Anhang verbunden (Taf. II, Fig. 1, *ea*). Ein schmaler Fortsatz des Axialorgans dringt auch durch das Septum hindurch. Es ist jener Teil, den CUÉNOT (5) als *glande lymphatique de la cavité générale* bezeichnet, eine Fortsetzung, von welcher nach HAMANN die Gefäße, die zum Magendarm führen, entspringen. Unterhalb des Durchtrittes dieses Teiles fand ich in der Körperhöhle vielfach eine Anhäufung von Amöbocyten, dem Septum nahe angelagert, die aus einer kleinen Öffnung desselben ausgetreten waren.

Wenden wir uns nun der oralen Seite des Organs zu, so sehen wir unmittelbar in den Hauptteil übergehend, rechts und distalwärts vom Steinkanal, an dessen Umbiegungsstelle ihm dicht anliegend, einen Teil (Taf. II, Fig. 1, *et*), der sich von dem übrigen Organ dadurch unterscheidet, daß er mit Zellen erfüllt ist, die mit stark lichtbrechenden, gelblichen Körnern beladen sind. Rechts von diesem Teile zieht sich das Ende des Axialorgans, sich immer mehr verschmälernd und schließlich röhrenförmig werdend, unterhalb des Wassergefäßes hinab zur Höhlung des oralen Nervenringes und vereinigt sich dort innerhalb des Septums mit der oralen Blutlücke (Taf. II, Fig. 1, *rl*), die an dieser Stelle sich ihm entgegen in

die Höhe zieht, während der Axialsinus seinerseits in den inneren oralen Perihämalkanal (Taf. II, Fig. 1, *iP*) einmündet. Eine Verbindung mit dem äußeren Perihämalkanal ist nicht vorhanden. Bei *Asterias* findet sich nach CHADWICK (3) ein gleiches Verhalten.

Diese Verbindung des Axialorgans mit dem oralen Blutring, die schon GREEFF (13) vermutet und LUDWIG (23) bestätigt hatte, wurde von CUÉNOT in seinen früheren Arbeiten bestritten und nur für *Asterias* zugegeben. Erst in seiner letzten Arbeit (10) bestätigt er ebenfalls eine solche Verbindung bei den anderen Formen.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des feineren Baues des Organs. Wir wollen zunächst das Aufhängeband ins Auge fassen. Das ganze Axialorgan ist, wie schon RUSSO (33) gezeigt hat, als eine lokale Wucherung der Auskleidung des Axialsinus entstanden und das bestätigt auch der Bau dieses Verbindungsstranges. Das flache Epithel, welches das Interbrachialeptum bekleidet, geht auf ihn unmittelbar über, ferner besteht die Achse desselben aus Bindegewebe, das sich auch in das eigentliche Organ selbst hineinerstreckt. Zu beiden Seiten desselben finden wir einzelne feine Muskelfibrillen.

Am Organ selbst haben wir drei Teile zu unterscheiden, die sich durch verschiedene Beschaffenheit der sie zusammensetzenden Gewebe auszeichnen. Deutlich fällt sofort der Unterschied zwischen dem mittleren, größten Teile des Organs und dem unteren, auf der Übersichtszeichnung Taf. II, Fig. 1, mit *et* bezeichneten Teile auf. Aber auch zwischen dem rechtsseitigen oberen Fortsatz (dieselbe Figur, *sf*) und dem Hauptteile bestehen Unterschiede.

Was zunächst diesen letzteren anbelangt, so setzt er sich aus den Wandungen zahlreicher Hohlräume zusammen, die in kompliziertester Weise netz- oder bienenwabenartig ineinandergreifen. Die Größe und Gestalt dieser Hohlräume ist nicht gleich. Meist wechselt eine Anzahl von kleineren, rundlich begrenzten mit Partien, die fast schlauchförmig gestreckte Räume enthalten. Wohl nur auf diese kann die Beschreibung CHADWICKS (3) passen, der sie „anastomosierende, röhriige Stränge nennt, deren Wände im Querschnitt als äußerst dünne Membranen erscheinen“. Solche meist große Räume finden sich insbesondere am Rande. — Was den Bau der Wandungen betrifft, so bestehen sie aus einer bindegewebigen Membran (Taf. I, Fig. 3, 4, *bg*), deren feine Fasern eine dünne Lage zusammensetzen und aus dieser außen aufliegenden Zellen. Wie DURHAM (11) schon ganz richtig bemerkt hat, ist die Zahl und Verteilung letzterer auf der Oberfläche sehr verschieden. Oft — gewöhnlich sind das die kleinen, rundlichen Hohlräume — liegt

eine neben der andern, so daß sie den Charakter eines Epithels gewinnen, an andern Stellen findet man sie mehr zerstreut, und manche von den Hohlräumen — hierher gehören meist die größten — zeigen an ihrer Wand nur einige wenige in weiten Abständen anliegend. Im ersteren Falle sind die Zellen ungefähr kubisch, während sie im letzteren dem Bindegewebe mehr angedrückt erscheinen. Ihre Kerne sind ebenso wie die der frei sich umherbewegenden Zellen verhältnismäßig groß, oval oder rundlich, von körniger Beschaffenheit; auch das Plasma hat körnige Beschaffenheit. Die Darstellung HAMANN'S, der ein kubisches, wimperndes Epithel das ganze Organ außen umkleiden läßt, ist nicht richtig. Bei so jungen Tieren, wie er sie untersuchte — *Asterias* von 1—5 mm Durchmesser —, mag ja die äußere Schichte aus Gründen, die später erwähnt werden sollen, allerdings epithelialen Charakter haben und auch bei erwachsenen Tieren finden wir solche Stellen (Taf. I, Fig. 4); Bilder aber, wie das auf Taf. I, Fig. 3 wiedergegebene, zeigen, daß man da von einem Epithel wohl nicht gut sprechen kann. Auch die Angabe, daß die Zellen Wimpern tragen, ist nicht richtig. Übrigens finden wir auch auf keiner der beiden Abbildungen, die HAMANN von dem Organ gibt, etwas von diesen Wimpern gezeichnet. Im Innern der Hohlräume, dem Bindegewebe anliegend, gibt er ferner ein einschichtiges Epithel an, von dem beim erwachsenen Tiere sich Zellen loslösen und in die Tiefe sinken sollen. Auch diese Angabe stimmt mit den wirklichen Verhältnissen nicht überein. Die Angabe LUDWIG'S (23) dagegen, der angibt, daß einzelne Zellen in unregelmäßigen Abständen dem Bindegewebe anliegen, ist richtig; er hat eben Lymphocyten, die sich gerade an der Wand befanden, gesehen. Die meisten der Hohlräume sind mit einem Gerinnsel gefüllt, in dem die Lymphzellen suspendiert sind, die ganz den an der Außenseite aufsitzenden Zellen gleichen, also auch nicht, wie HAMANN angibt, ein zentriertes Kernkörperchen im Kerne besitzen, sondern eben einen Kern von körniger Struktur (Taf. I, Fig. 1, 2, 3, 4, 7, *lc*). HAMANN läßt das Gerinnsel von den das Innere der Hohlräume auskleidenden Zellen entstehen, was natürlich, da diese selbst nicht da sind, unmöglich ist. Es ist ganz einfach koaguliertes Serum, das die Blutzellen in sich führt. Woher diese stammen, das zeigen uns Stellen, wie sie auf Taf. I in Fig. 3 und 4 bei *ez* dargestellt sind. An manchen Stellen sehen wir nämlich in der äußeren Zelllage mehrere Zellen angehäuft, so zwar, daß manche von ihnen in die Tiefe gepreßt erscheinen. Und in der Tat findet, wie schon DURHAM erwähnt, eine Einwanderung dieser Zellen

in das Innere der Hohlräume statt. Aber auch nach außen hin scheinen sie sich abzulösen und in den Axialsinus zu fallen. So ist die Angabe HAMANN'S erklärlich, der bei dem jungen Asterias von einem äußeren Epithel spricht. Es ist eben noch das lückenlose Epithel, das ja vom Septum auf das Organ übergeht und aus dem später diese durch Ausstoßung von Blutzellen lückenhaft gewordene Zellschicht entsteht. — Dies ist also der Bau des mittleren Hauptteils des Organs, und auch der durch die Ampulle durchziehende Endteil zeigt ihn im wesentlichen.

Der rechts vorspringende seitliche Fortsatz und sein kleiner eiförmiger Anhang (Taf. II, Fig. 1, *sf* und *ea*) zeigt einen anderen Bau. Wenn wir zunächst von diesem letzteren ausgehen, so sehen wir, daß seine Außenseite von einer ziemlich dichten Lage von ebensolchen Zellen, wie sie das ganze Axialorgan umkleiden, umgeben ist. Seine Oberfläche verläuft nicht einfach, sondern dringt an vielen Stellen in tiefen, engen Gruben in das Innere ein. Das Grundgewebe dieses Teils ist wieder Bindegewebe, dessen Grundsubstanz ich als hyalin-streifig bezeichnen möchte. Nach verschiedenen Richtungen in Strängen verlaufende Bindegewebsfasern, deren sternförmige Zellen oft wie in Nestern beisammensitzen, ziehen durch dasselbe hindurch. Das Ganze aber ist durchzogen von einer reichen Menge von Muskelfasern, die im Innern nach verschiedenen Richtungen verlaufend, sich gegen das untere Ende, wo dieser Teil mit dem übrigen zusammenhängt, parallel anordnen und nun in beträchtlicher Menge (Taf. I, Fig. 1, *mf*) hinabziehen in den seitlichen Fortsatz, wo sie sich wieder, nach verschiedenen Richtungen auseinanderlaufend, aufteilen.

HAMANN hat bekanntlich jedwedes muskulöse Element im Axialorgan geleugnet. Auf Grund meiner Präparate kann ich nur erklären, daß gerade in diesem seitlichen, aboralen Teile sich eine verhältnismäßig beträchtliche Menge von Muskelfibrillen findet, die oft ganz typisch den Charakter von Mesenchymmuskelzellen zeigen. Taf. 1, Fig. 2 zeigt ein Bild aus dem unteren Ende des eiförmigen Anhanges. Wir sehen die sternförmig verästelten typischen Bindegewebszellen (*bgz*) in der Grundmasse liegen, ihre Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen aussendend. Immerhin aber lassen sich doch einzelne Hauptrichtungen, die diese Fortsätze und auch die Fasern der Grundsubstanz verfolgen, erkennen. Hohlräume finden sich in diesem Teile nicht. — Auch das unterhalb dieses Anhanges liegende Gewebe, das dem seitlichen Fortsatz angehört, unterscheidet sich in seinem Bau von dem des übrigen Axialorgans.

Wohl treten hier Hohlräume in ähnlicher Anordnung auf wie in dem zuerst besprochenen Teile, wohl finden wir auch hier faseriges Bindegewebe als Begrenzung derselben, aber in mehr oder minder breiten Strängen; auch sind ihm keine Zellen aufgelagert. Dagegen finden wir die Zellkerne der Bindegewebsfasern, welche hier die Wandungen zusammensetzen, innerhalb derselben verteilt (Taf. I, Fig. 1, *Kbg*). In den Hohlräumen sehen wir auch hier, wie im mittleren Teile, in seröser Flüssigkeit suspendiert, Lymphzellen.

Betrachten wir schließlich den dritten, unteren Teil des Axialorgans. Die Wandungen seiner Hohlräume zeigen denselben Bau wie die des Hauptteils; innen eine bindegewebige Lamelle, an ihrer Außenseite mit epithelartig angeordneten Zellen besetzt. Das Innere dieser Räume aber ist, wie schon erwähnt, erfüllt mit freien Zellen, die eine Masse von stark lichtbrechenden, gelben Körnchen enthalten (Taf. I, Fig. 5, *spz*). So groß ist oft deren Anzahl, daß sie überhaupt alle anderen Strukturen der Zelle verdecken. Der Kern derselben ist größer als der der Wandungszellen, ebenfalls oval oder rundlich und stets stark körnig; niemals sah ich darin ein einziges großes Kernkörperchen. Vielfach sind die Hohlräume von solchen Zellen, die dann dicht nebeneinanderliegen, ganz ausgefüllt, so daß es oft Schwierigkeiten macht, überhaupt noch einen freien Raum darin zu finden. Wie im Hauptteile, so finden wir auch hier, daß die Hohlräume einen die Mitte derselben durchziehenden, gegen das Ende zu sich gabelnden oder verbreiternden hyalin-faserigen Strang umgeben (Taf. I, Fig. 5, *bga*), den CUÉNOT (10) als bindegewebige Achse bezeichnet hat. Auch ich halte ihn für bindegewebiger Natur. Allerdings färbt er sich mit DELA-FIELDS Hämatoxylin im Gegensatze zu dem anderen Bindegewebe, das sich damit intensiv violett-schwarz färbte, fast gar nicht. Die Färbung mit Eisenhämatoxylin dagegen ergab die braune Farbe des Bindegewebes.

Was nun die Natur und Funktion der einzelnen Teile des Axialorgans anbelangt, so ergibt sich nach dem Vorhergehenden ja von selbst auch hier eine Scheidung in drei Hauptteile. Der untere, zuletzt besprochene, hat offenbar die Funktion einer Speicherniere und stimmt also mit dem überein, was CUÉNOT (10) in seiner letzten Arbeit als Merkmal des ganzen Axialorgans bezeichnet hat, nämlich er hat exkretorische Tätigkeit. Der mittlere, größte Teil dient hauptsächlich der Bildung von Lymphocyten. Von den Hohlräumen dieses Teiles sind insbesondere die mit einer großen Anzahl von Zellen bedeckten als jene Stellen aufzufassen, an welchen die

Lymphkörperbildung in vollem Gange ist, während die anderen ihre Funktion als Bildungsstätten teilweise vielleicht nur vorübergehend, teilweise für immer verloren haben. Es gilt dies insbesondere von den großen, meist am Rande befindlichen Räumen, deren Wandungen fast bloß aus Bindegewebsfasern bestehen, denen nur einige wenige Zellen aufgelagert sind. Was schließlich den dritten Teil, den seitlichen Fortsatz und den eiförmigen Anhang, anbelangt, so findet dort wohl sicher keine Lymphkörperchenbildung statt, dagegen weist der verhältnismäßige Reichtum an Muskelfasern auf eine, wenn auch nicht starke, so doch einigermaßen wirksame kontraktile Tätigkeit hin. Dem Organ jedwede kontraktile Fähigkeit abzusprechen, wie es HAMANN tut, geht wohl nicht an. Es haben ja auch Versuche gezeigt, daß es sich beim Herausschneiden verkürzt und daß Reizungen mit einer Nadel langsame Kontraktionserscheinungen hervorriefen. Wenn auch diese Versuche nicht schwer ins Gewicht fallen, so kann man sie doch auch nicht ganz und gar unbeachtet lassen, insbesondere wenn die histologische Untersuchung Stützpunkte für sie liefert. Leider war es mir nicht möglich, elektrische Reizungsversuche, die wohl für die Funktionsbestimmung dieses Teils als Herz entscheidend wären, durchzuführen, da das nötige große Material nicht zu beschaffen war.

Wenn wir die obigen Ergebnisse mit den Angaben früherer Beobachter vergleichen, so finden wir folgendes: Die einen bezeichneten das Axialorgan als blutbildend und als Haupt- und Zentralteil des Blutgefäßsystems, andere als Drüse, die sie teilweise mit den Geschlechtsorganen in Verbindung brachten, wieder andere schrieben ihr exkretorische Funktionen zu, wie z. B. CUÉNOT (10) und HAMANN (15).

Von dem Bestreben geleitet, Anhaltspunkte für die Erklärung dieses gewiß nicht leicht zu deutenden Organs zu finden, bemühte sich jeder einzelne Beobachter, die ihm als die wichtigsten erscheinenden Charaktere und Eigenschaften als die allgemein geltenden darzustellen. Und so finden wir überall eine, meiner Ansicht nach, viel zu einseitige Deutung dieses komplizierten Organs.

Der orale Blutlakenring.

Wie wir schon gesehen haben, zieht rechts von dem Teil des Axialorgans, der exkretorische Funktion hat, immer mehr sich verjüngend ein natürlich nur seiner äußeren Gestalt nach zylinderförmiger Teil hinab, der zu dem oralen Ringseptum geht. Dieses

Verbindungsstück ist in Bezug auf die Elemente seiner Wandungen ganz gleich gebaut wie der Hauptteil des Axialorgans, der blutbildende Funktion hat; insbesondere im oberen Teile finden wir Hohlräume, den schon erwähnten bindegewebigen Strang umgebend, mit bindegewebiger Wandung, die einen reichlichen Zellbelag aufweisen. Es scheint auch hier eine Stelle zu sein, wo eine ziemlich lebhaft Einwanderung von Lymphocyten stattfindet. Der untere Teil verschmälert sich dann immer mehr, so daß schließlich nur 1—2 Hohlräume sich finden und das Organ tatsächlich streckenweise röhrenförmig wird. Die Art der Verbindung mit dem Ringseptum wurde schon früher besprochen. Dieses (Taf. I, Fig. 6, *rs*) spannt sich innerhalb des Hohlraums des oralen Ringnerven (*N*) zwischen dem letzteren und der die andere Seite der Nervenrinne einschließenden Bindegewebsschichte aus, in seinem Innern den oralen Blutlakunenring tragend. Die Nervenrinne, die auf dem Querschnitt ungefähr die Gestalt eines Kreissegmentes hat, dessen Bogen durch den Ringnerven, dessen Sehne durch dichtes, derbes Bindegewebe gebildet ist, wird durch das Septum in zwei sehr ungleiche Teile, einen größeren äußeren (Taf. I, Fig. 6, *aP*) und einen kleineren inneren (dieselbe Fig., *iP*) zerlegt. Den letzteren haben TIEDEMANN (37) und nach ihm GREEFF (13) und auch andere für das eigentliche blutführende Gefäß gehalten. Dem äußeren Teile gab der erstere den Namen orangefarbenes Gefäß. Beide erhielten später noch verschiedene andere Namen, was gerade nicht dazu beitrug, die Verhältnisse klarer zu machen. Schon TIEDEMANN aber hatte auf die Existenz eines weißen Ringes an der äußeren Wand des inneren Raumes hingewiesen und GREEFF hatte die Vermutung ausgesprochen, daß dieser Ring eine Höhlung besitze, die vielleicht mit seinem kiemenartigen Organ in Verbindung stehe; die richtige Erklärung aber für diese im Septum enthaltenen Hohlräume fand keiner der Beobachter. Nachdem dann LANGE (22) und TEUSCHER (36) ihrer Meinung dahin Ausdruck gegeben hatten, daß die blutführenden Gefäße von dem äußeren (*aP*) und inneren (*iP*) Raume eingeschlossen sein müßten, war es LUDWIG (23), der die Irrtümer der vorhergehenden Autoren widerlegte und eine zusammenfassende Darstellung und gute Deutung der Verhältnisse gab, indem er den innerhalb des Septums liegenden Hohlraum für das eigentliche blutführende Gefäßgeflecht erklärte, den inneren und äußeren Ring dagegen für die dazu gehörigen Perihämalräume.

Nach ihm hat CUÉNOT (7) das Vorhandensein dieses Raumes bei *Astropecten* geleugnet und ihn als künstliche Lücken, hervor-

gerufen durch die Entkalkung, bezeichnet. Ich denke, unsere Abbildung (auf Taf. I, Fig. 7) widerlegt diese Ansicht genügend. Für *Asterias* gibt er dagegen eine Höhlung im Septum zu, erklärt sie aber dort als drüsiges Gebilde, als Fortsetzung des Axialorgans. Tatsächlich finden sich auch bei *Asterias* viel größere blutführende Räume im oralen Ring und den radiären Geflechten als bei *Astropecten*.

Betrachten wir nun den Bau des Septums. Die obenerwähnte Figur (Taf. I, Fig. 7) gibt seine Einzelheiten wieder. Das ganze Gebilde ist von einer Lage epithelial angeordneter Zellen (*e*) bedeckt, die insbesondere im breiteren, oberen Teile ihre Fortsätze in die Tiefe senden, und zwar meist jede Zelle nur einen. Im unteren Teile flachen sich die Zellen mehr ab und bilden ein Pflaster-epithel. Sie gehen unten über in die Zellen an der Oberfläche des LANGESchen Nerven (*ln*), der über dem Hauptnerven liegt. Auch ihre Kerne haben körnige Struktur. Die Grundmasse des ganzen Septums ist ein hyalines Bindegewebe (*hg*). In diesem finden wir insbesondere im oberen Teile zahlreiche typisch ausgebildete, sternförmige Bindegewebszellen (*bgz*) mit ihren Fortsätzen, die wirt durcheinandergehen (*f*), eingelagert. Weiter unten ordnen sich diese Fortsätze mehr parallel an. Außerdem sehen wir auch Längsmuskelfibrillen (*mf*), die an der dem äußeren Perihämalkanal zugewendeten Seite binziehen. Übrigens findet sich auch im „LANGESchen Nerven“ eine solche Längsmuskellage. An der oralen Seite des Ringes sehen wir in der mittleren Höhe des Septums beginnend den blutführenden Raum (*obr*). Seine Wandung, die ja ein Teil des Septums selbst ist, besteht natürlich ebenfalls aus einer inneren dünnen Schichte von Bindegewebsfasern und einer äußeren epithelialen Lage von Zellen mit körnigem Kern. Nicht immer ist es bloß ein Raum, wie unsere Zeichnung es darstellt, sondern an manchen Stellen spaltet sich dieser in zwei, indem seine Wand sich an den gegenüberliegenden Teil des Septums in der Mitte anheftet. So entsteht tatsächlich eine Art Geflecht, wie es ja schon LUDWIG angegeben hat. Im Innern sind wieder in seröser Flüssigkeit suspendierte Lymphocyten zu finden. An der Basis jedes Armes zweigt sich vom Septum ein Strang distalwärts ab, das Radialseptum, das jenen Teil der Bluträume enthält, der uns im nächsten Abschnitte beschäftigen soll.

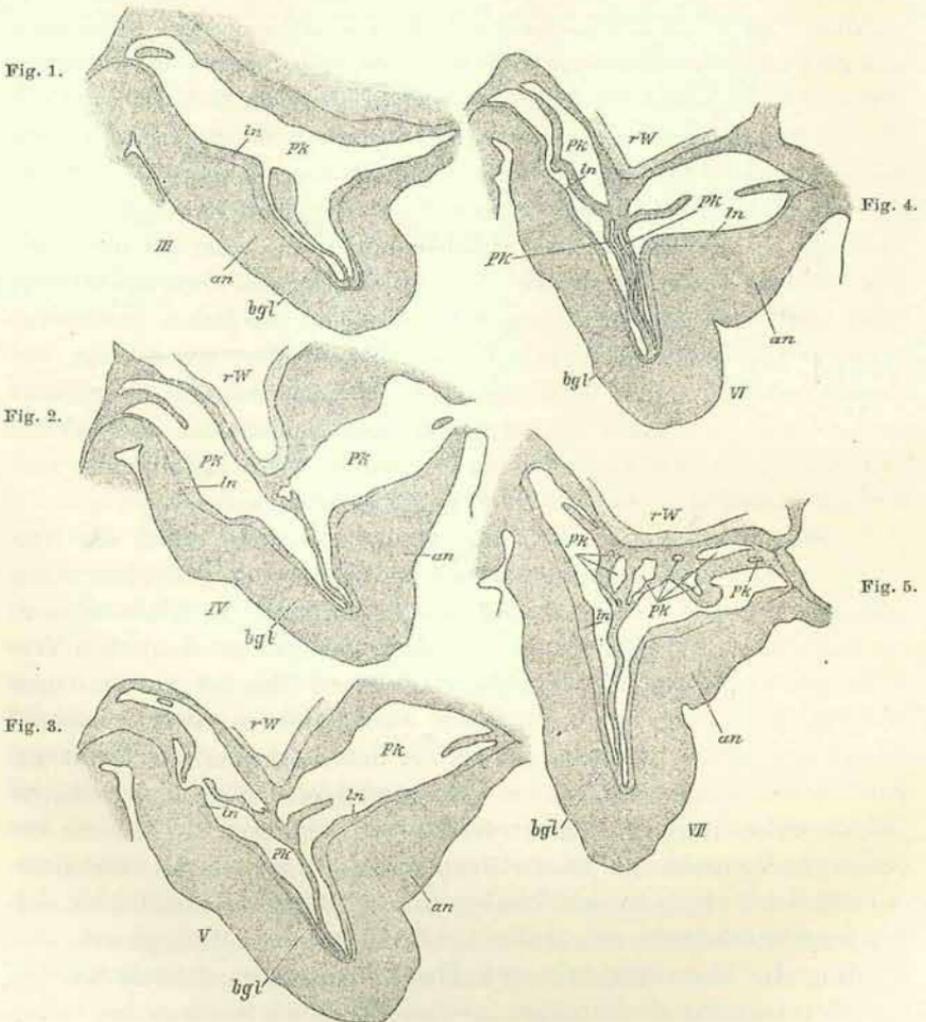
Das radiäre Blutgeflecht.

Wie schon TIEDEMANN beschrieben hat, bildet der Längsnerv, der die Arme bis zur Spitze durchzieht, zwischen den Ambulacral-

füßchen im Querschnitt eine V-förmige Figur. Der äußere Perihämalkanal des oralen Ringgeflechtes bildet den längs des Nerven verlaufenden Hohlraum dieses Gebildes, das im oberen Teile wieder von derbem Bindegewebe (Taf. II, Fig. 3, *obg*) begrenzt wird. Vom Grunde dieser so gebildeten Rinne zieht sich durch die Mitte der Höhlung nach aufwärts das radiale Septum, um sich, wenigstens auf dem größten Teile seines Weges, an dem oberen Rande anzuhängen. So zeigt sich das Bild in seiner größten Einfachheit (Taf. II, Fig. 5) und so wurde es auch von TIEDEMANN beschrieben. Andere Forscher, wie GREEFF, gaben dann der Meinung Ausdruck, daß das Septum im oberen Teile sich gabelte und zwei Seitenzweige abgab, die sich an der Basis der Füßchen anheften, während die obere Verbindung bestritten wurde. TEUSCHER wieder beschreibt vom Längsseptum abgehende Querseptata, durch die der Raum in einzelne völlig voneinander getrennte Kammern gesondert werde, die, wie er sagt, sich auch nur einzeln injizieren lassen. Allerdings erwähnt er gleich zwei Seiten später, daß ihm Injektionen der Arme hauptsächlich vom Axialorgan aus gelungen seien. Miteinander vereinigen lassen sich diese beiden Angaben wohl nicht.

Wenn wir eine vollständige Querschnittserie durch ein Ambulacrum und ein Interambulacrum betrachten und außerdem einen Längsschnitt, wie ihn Fig. 2 auf Taf. II darstellt, zu Hilfe nehmen, so bekommen wir einen guten Überblick über die tatsächlichen Verhältnisse. Diese sind in der Reihe von kleinen Übersichtszeichnungen auf Tafel II und in den Textfiguren wiedergegeben. Wir betrachten die Bilder in der Reihenfolge von der Scheibe gegen die Spitze zu. Der einfachste Zustand, den wir oben geschildert haben, findet sich im ambulacraren Teile. Das nicht verzweigte Septum heftet sich an das obere Bindegewebe an. Dieser Zustand erhält sich durch eine ziemliche Strecke, bis dann, und zwar gerade bei Beginn der Stelle, wo sich das erste interambulacrare Muskelbündel in das obere Bindegewebe einschaltet, die obere Verbindung anfängt, immer schmaler zu werden und im Interambulacrum selbst das obere Ende des Septums mit seiner kolbigen Verdickung, losgelöst vom Bindegewebe, frei in der Rinne liegt (Taf. II, Fig. 6). Eine Strecke weiter zu Beginn des nächsten Ambulacrums sehen wir (Textfig. 1) Anschnitte frei in der Rinne liegen. Die Fig. 2 auf Taf. II zeigt uns, daß sie lateralen, kölbchenartigen Anhängen angehören, die vom Querbande entspringen. Endlich heften sich diese Querbänder an der Seite zwischen den Bindegewebsblättern des Füßchens fest (Textfig. 2). Zugleich hat sich auch das Ende des Vertikalseptums dem Bindegewebe

wieder genähert und die Verbindung mit demselben wird wieder hergestellt. Die queren Anschnitte werden immer größer, auch vom mittleren Teile ziehen ihnen jetzt andere entgegen (Textfig. 3) und schließlich sehen wir (Textfig. 4) den Querschnitt des ganzen



PK = Radialer Perihämalkanal.

ln = LANGEScher Nerv.

an = Ambulacrarnerv.

rW = Radiales Wassergefäß.

bgl = Bindegewebslamelle zwischen Ambulacr- und LANGESchem Nerv.

Ok. 2, Obj. 3.

Die römischen Ziffern korrespondieren mit jenen auf Taf. II, Fig. 2.

Querbandes vom Vertikalseptum gegen die oberen seitlichen Ecken ziehen. Im unteren Teile desselben haben sich unterdessen seitliche Partien abgetrennt (Textfig. 4), die immer höher hinaufrücken, bis sie schließlich ungefähr in der mittleren Höhe der Rinne ihren höch-

sten Stand erreichen (Taf. II, Fig. 3). Es sind die Anschnitte einer unteren schrägen Verbindung des Septums mit der Wand der Nervenrinne, von welchen TEUSCHER meinte, daß sie bis hinauf reichten und so die Nervenrinne in einzelne vollkommen getrennte Kammern teilten, während doch tatsächlich in der Mitte beiderseits Öffnungen sich finden. Ihre Schiefstellung bewirkt eben, daß wir keine Flächenansicht auf dem Querschnitt erhalten, sondern nur immer höher hinaufreichende Durchschnitte. Der obere Teil des Bildes kompliziert sich nun immer mehr: die lateralen Abzweigungen heften sich vielfach an das obere Bindegewebe an (Taf. II, Fig. 3, Textfig. 5) und hängen nun draperieartig herab. Alle diese komplizierten Bilder finden sich im ersten Drittel des Ambulacrums. Dann vereinfachen sich die Verhältnisse wieder und wir erhalten schließlich das Bild, wie es Fig. 5 auf Taf. II darstellt.

In histologischer Hinsicht zeigt sich uns folgendes: Dem Hauptlängsnerven der Arme liegt ein anderer von LANGE (22) gefundener, nach ihm benannter auf, von dem bisher angegeben wurde, daß er durch eine gleichmäßig dicke Lage von Bindegewebe von dem Hauptnerven getrennt sei. Meine Befunde an *Astropecten* zeigten mir, daß dies nicht ganz zutrefte, sondern daß vielmehr ungefähr in der mittleren Höhe des Hohlraums diese bindegewebige Schichte unterbrochen ist, wie es ja auch z. B. Fig. 5 auf Taf. II zeigt. Ganz fein von der Mitte beginnend und immer stärker werdend zieht sie mit zwei Lagen von bindegewebigen Längsfasern, die in eine hyaline Grundmasse eingebettet sind, bis an den Grund der Rinne fort. Dort verbinden sich die Teile der beiden Seiten miteinander und gehen nun als mittlerer Teil des Septums aufwärts. Ganz besonders deutlich zeigen sich diese Verhältnisse an mit DELAFIELDS Hämatoxylin, Säure-Fuchsin und Orange G gefärbten Schnitten, da dann das violettschwarz tingierte Bindegewebe sehr scharf hervortritt. Seitlich von dieser mittleren Masse finden sich im Septum hie und da feine Muskelfibrillen und schließlich bildet ein ganz flaches Pflasterepithel, das in die Bekleidung des LANGESchen Nerven übergeht, die äußere Bedeckung. Dies sind die Verhältnisse im unteren Teile. Gegen oben zu verbreitert sich das Septum kolbenförmig, die bindegewebigen Zentralmassen werden breiter und auch ihre einzelnen Elemente größer und derber, so daß sich Bilder, wie sie Fig. 3 auf Taf. II ersichtlich macht, ergeben. Auch an den Stellen, wo das Septum nicht am oberen Rande der Rinne befestigt ist, finden wir diese Verhältnisse; das Zentralnervengefäß, das TEUSCHER beschrieben hat und das von anderen For-

schern, z. B. LUDWIG, mit dem blutführenden Raum identifiziert wurde, existiert wenigstens bei *Astropecten* nicht, und an der Stelle der zwei großen Hohlräume, die er zeichnet, befinden sich eben derbe Bindegewebsfasern.

Anders sind die Verhältnisse aber dort, wo das Septum seine komplizierte Gestalt annimmt. Schon bei geringer Vergrößerung fallen da die Querbalken durch ihr von dem übrigen ganz verschiedenes Aussehen auf. Kleine Lücken geben dem Ganzen ein netz- oder kettenartiges Aussehen. Bei starker Vergrößerung sehen wir dann das Bild, wie es uns Fig. 4, Taf. II zeigt. Die Wandung der Hohlräume bildet auch hier wieder eine dünne, bindegewebige Membran (*bgm*), an deren äußerer Seite die Zellen angelagert sind. Von Zellkernen konnte ich zwei Arten unterscheiden; größere, die ungefähr die Form der in den Lymphzellen befindlichen haben und um mehr als die Hälfte kleinere von ebenfalls körniger Beschaffenheit, die sich viel dunkler gefärbt hatten als die anderen (*klk*). Die inneren Räume füllten Serum und Lymphocyten mehr oder weniger aus. Manche von letzteren hatten zwei Kerne (*lct*). Sie befanden sich im Zustande der Teilung, die ja bei Asteriden, wie bereits CUÉNOT gezeigt hat, amitotisch ist. Dieser Bau findet sich von der Mitte des Septums an, wo die beiden Querbänder angeheftet sind, in dieser wie in den lateralen Kölbchen bis zur Einmündung zwischen die beiden seitlichen Blätter des Bindegewebes, das die Muskellage des Füßchens umgibt. Es sind also eigentlich diese Querblätter und die anhängenden Kölbchen als die Hauptteile der Blutführung zu betrachten. Im Septum sehen wir in den dazwischenliegenden Teilen nur ganz kleine Lücken in geringer Anzahl, die höchstens ein paar Lymphzellen Platz gewähren können.

Die im unteren Teile befindlichen Quersepta zeigen denselben Bau wie der untere Hauptteil. Schließlich ist noch zu erwähnen, daß an den Stellen der größten Komplikation von dem Teile über der Ambulacralrinne in verhältnismäßig beträchtlicher Menge Muskelfibrillen im LANGESchen Nerv verlaufen, die auch in die Quersepta und in den mittleren Teil des Septums Fasern abgeben.

Wenn wir nun den weiteren Verlauf der blutführenden Räume im Füßchen, an dessen Basis die Querblätter befestigt sind, verfolgen, zeigt sich uns folgendes: Das Füßchen selbst ist, wie schon lange bekannt, von außen nach innen zusammengesetzt 1. aus einer zweischichtigen Cuticula, darunterliegenden Sinneszellen mit einer Nervenschicht; 2. unter dieser kommt eine Bindegewebschichte; 3. eine Längsmuskelschichte; 4. ein inneres Epithel. Was

nun die Bindegewebsschichte anbelangt, so besteht sie aus einer inneren und äußeren in hyaliner Grundmasse eingelagerten Ringfaserschichte, während sich in der Mitte eine Lage mit meist längsverlaufenden Fasern findet. Wenn wir den Querschnitt eines Füßchens betrachten, so sehen wir in der Bindegewebsschichte gewöhnlich eine oder zwei an entgegengesetzten Seiten befindliche oder mehr Stellen der Bindegewebslage, an denen die beiden seitlichen Blätter auseinandergetreten sind und einen Hohlraum einschließen. Auch auf Längsschnitten ist ein solcher streckenweise zu verfolgen, und zwar nur bis unmittelbar vor das Ende des Füßchens. Dort treten die beiden Grenzlamellen noch weiter auseinander, der mittlere Strang verschwindet in der in Fig. 7. Taf. II gezeigten Weise, und wir finden nun einen verhältnismäßig ziemlich großen Raum, erfüllt mit Serum und Lymphocyten. Schon GREEFF und auch TEUSCHER haben einen solchen Raum vermutet. Letzterer gibt aber eine Zeichnung (l. c. Taf. XVIII, Fig. 7), in welcher in dem Raum, den wir vorhin erwähnten, zahlreiche Punkte zerstreut sich finden, die er als die Durchschnitte des „Bindegewebsringes“ bezeichnet. Von einem solchen konnte ich nichts wahrnehmen. Diese Punkte nehmen vielmehr ganz die Lage ein, wie die Lymphocyten auf unserer Fig. 7, Taf. II.

Wir haben uns also die Blutzirkulation im Füßchen selbst, meiner Ansicht nach, so vorzustellen, daß in der Bindegewebsschichte unregelmäßig verlaufende Lücken und Hohlräume, die miteinander in Verbindung stehen, sich finden, alle zum unteren Rand des Füßchens ziehend, wo sie sich zu einem breiteren Ringsinus vereinigen. CHADWICK, der zuletzt über den Bau der Füßchen ausführlicher handelte, scheint diese Räume übersehen zu haben; wenigstens erwähnt er nichts davon. Auch HAMANN gedenkt ihrer mit keinem Worte.

Zusammenfassung.

I. Das Axialorgan, eine lokale Wucherung des Interbrachialseptums, besteht aus drei histologisch und funktionell verschiedenen Teilen.

a) Der mittlere Hauptteil ist Lymphocytenbildner; ihm gleich ist die Verbindung mit dem oralen Blutring.

b) Der obere seitliche Anhang bildet wahrscheinlich keine Lymphzellen, besitzt aber nach seiner histologischen Beschaffenheit,

da er nämlich Muskeln zeigt, zu urteilen, wenigstens einigermaßen kontraktile Fähigkeit.

c) Der untere distale Teil fungiert als Speicherniere.

II. Der mittlere lymphbildende Teil ist durch das erwähnte Verbindungsstück mit dem oralen Blutgeflecht im Ringseptum in Verbindung, der Axialsinus mündet in den inneren oralen Perihämakanal.

III. Im Ring- wie im Radialseptum finden sich auch Muskelfasern.

IV. Die Bluträume in den Strahlen finden sich vorzüglich in den Querbändern und lateralen Kölbchen; von da gehen Bluträume in die Füßchen, an deren Ende sich ein ringförmiger Raum befindet.

Verzeichnis der angeführten Literatur.

1. 1883. P. H. CARPENTER, Notes on Echinoderm Morphology, No. V. On the Homologies of the Apical System with some Remarks upon the Blood vessels. Quart. Journ. of Microscop. Sc. XXII.
2. 1883. — Notes on Echinoderm Morphology, No. VI. On the Anatomical Relations of the Vascular System. Quart. Journ. of Microscop. Sc. XXIII.
3. 1893. CHADWICK, Notes on the Haemal and Watervascular System of the Asteroidea. Proc. Liverpool Biol. Soc., Vol. 7 u. 4. Vol. Fauna Liverpool Bay (1896).
4. DELLE CHIAJE ST., Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli, 4 Vol. Napoli 1823, 1825, 1828, 1829.
5. 1886. CUÉNOT L., Sur les fonctions de la glande ovoïde, des corps de TIEDEMANN et des vésicules de POLI chez les Astérides. Compt. rend. Ac. sc. Paris, T. CII, p. 1568—1569.
6. 1887. — Formations des organes génitaux et dépendances de la glande ovoïde chez les Astérides. Compt. rend. Ac. sc. Paris, T. CIV, p. 88—90.
7. 1888. — Contribution à l'étude anatomique des Astérides. Arch. de zool. expér. et génér. (2), T. V, Suppl. bis. 2. Mem.
8. 1890. — Études morphologiques sur les Échinodermes. Note préliminaire. Arch. zool. Exp., 2, T. IX.
9. 1891. — Études morphologiques sur les Échinodermes. Arch. biol., T. XI, p. 303—680.
- 9 a. 1896. — L'appareil lacunaire et les absorbants intestinaux chez les Étoiles de mer. Compt. rend. ac. sc. Paris, T. CXXII, p. 414—416.
10. 1901. — Études physiologiques sur les Échinodermes. Arch. zool. expér., 3, T. IX, p. 233—259.
11. 1891. DURHAM, On Wandering Cells in Echinod.: more especially with regard to Excretory Functions. Quart. Journ. Micr. Sc. (2), Vol. 33, p. 81—121.
12. 1871. GREEFF RICH., Über den Bau der Echinodermen. I. Mitteilung. Sitzungsber. der Ges. zur Beförd. d. ges. Naturwissensch. zu Marburg.
13. 1871. — Über den Bau der Echinodermen. II. Mitteilung. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Nat. zu Marburg.
14. 1872. — Über den Bau der Echinodermen. III. Mitteilung. Ebenda.
15. 1885. HAMANN O., Beiträge zur Histologie der Echinodermen. 2. Heft. Die Asteriden, anatomisch und histologisch untersucht. Jena, Verlag von Gust. Fischer.
16. 1872. C. K. HOFFMANN, Zur Anatomie der Asteriden. Niederl. Archiv f. Zoologie, II, 1—32.
17. 1867. JOURDAIN S., Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune (Asteracanthion rubens). Compt. rend. ac. sc. Paris, T. LXV, p. 1002—1004.

18. 1882. — Sur les voies, par lesquelles le liquide séminal et les œufs sont évacués chez l'Astérie commune. Compt. rend. ac. sc. Paris, T. XCIV, p. 744—746.
19. 1733. KADE D., Stellae marinae quinque radiorum holsaticae coloris violacei anatome, in LINCK, De stellis marinis (Appendix).
20. 1814. KONRAD FR., De asteriarum fabrica. Diss. inaug., Halae.
21. 1894. LANG, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Echinodermata. Jena.
22. 1876. LANGE WICH., Beiträge zur Anatomie und Histologie der Asteriden und Ophiuren. Morph. Jahrb., II, S. 241—286.
23. 1878. LUDWIG H., Beiträge zur Anatomie der Asteriden. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool., Bd. XXX, S. 98—162.
24. 1894—1899. LUDWIG und HAMANN, Die Echinodermen; in BRONN, Klassen und Ordnungen des Tierreichs.
25. 1849. MÜLLER JOH., Über die Larven und die Metamorphose der Echinod. II. Abteilung.
26. 1850. — Anatom. Studien über Echinodermen. MÜLLERS Archiv, S. 117—155.
27. 1882. PERRIER EDM. und POIRIER J., Sur l'appareil circulatoire des Étoiles de mer. Compt. rend. ac. sc. Paris, T. XCIV, p. 658—661.
28. 1882. — Sur l'appareil reproducteur des Étoiles de mer. Compt. rend. ac. sc. Paris, T. XCIV, p. 891—892.
29. 1886. PERRIER EDM., Recherches sur l'organisation des Étoiles de mer. Compt. rend. ac. sc. Paris, T. CII, p. 1146—1148.
30. 1887. — Sur le corps plastidogène ou prétendu cœur des Échinodermes. Compt. rend. ac. sc. Paris, T. CIV, p. 180—182.
31. 1891. — Échinodermes de la Mission scientifique du Cap Horn. I. Stellerides. In Mission scientifique Cap Horn zool., T. VI, Paris.
32. 1900. RAY LANKESTER, A Treatise on zoology. The Echinoderma, bearbeitet von BATHER, GREGORY und GOODRICH.
33. 1895. RUSSO A., Contribuzione alla genesi degli organi negli Stelleridi, in Atti Accad. Napoli (2), Vol. 6, No. 14, p. 11.
34. 1836. v. SIEBOLD TH., Zur Anatomie der Seesterne. MÜLLERS Archiv.
35. 1809. SPIX, Mémoire pour servir à l'histoire de l'astérie rouge, astérie rubens (LINNÉ), de l'actinie coriacée (Actinia coriacea Cuv.) et de l'alcyone ros. Ann. du Mus. d'Histoire nat. Paris.
36. 1876. TEUSCHER R., Beiträge zur Anatomie der Echinod. III. Asteriadae. Jen. Zeitschr. Naturw., Bd. X, S. 493—516.
37. 1899. TIEDEMANN FR., Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesterns und des Stein-Seeigels. Landshut.
38. 1888. VOGT C. und JUNG E., Lehrbuch der prakt. vergl. Anatomie. S. 531 bis 618. Braunschweig.
39. 1837. VOLKMAN, Über das Gefäßsystem der Meersterne, in OKENS Isis, Bd. V.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen wurden mit Hilfe des Zeichenapparates von LEITZ (Höhe 1 cm unter dem Objektisch) entworfen.

Tafel I.

- Fig. 1. Längsschnitt durch den Verbindungsteil des eiförmigen Anhangs des Axialorgans mit dem oberen seitlichen Fortsatz desselben. Auch Teile des letzteren sind dargestellt. Ok. 2, Obj. 7. *mf* Muskelfasern, *bg* Bindegewebsfasern, *Kbg* Kerne des Bindegewebes, *lc* Lymphocyten, *s* Serum.
- Fig. 2. Detailzeichnung aus dem unteren Teil des eiförmigen Anhangs (Verbindungsstelle mit dem seitlichen Fortsatz). Ok. 2, hom. Ölimm. $\frac{1}{12}$ LEITZ. *bgz* Bindegewebszellen, *mf* Muskelfasern, *lc* Lymphocyten, *f* Bindegewebsfasern.
- Fig. 3. Hohlraum aus dem mittleren Teile des Axialorgans (am seitlichen Rande desselben). Ok. 2, hom. Imm. $\frac{1}{12}$ LEITZ. *bg* Bindegewebslage, *ez* einwandernde Zelle, *bga* bindegewebige Achse, *s* Serum, *lc* Lymphocyte (auch in den folgenden Abbildungen so bezeichnet).
- Fig. 4. Detailbild von der Wandung eines Hohlraums mit starkem Zellbelag (mittlerer Teil). Ok. 4, hom. Imm. $\frac{1}{12}$ LEITZ. *bg* bindegewebige Lamelle, *ez* einwandernde Zelle.
- Fig. 5. Hohlraum aus dem unteren Teile des Axialorgans. Ok. 4, Obj. 7. *spz* Zelle mit Exkretkörnern. Bezeichnungen sonst wie in Fig. 3 und 4.
- Fig. 6. Übersichtszeichnung von dem oralen Nervenring. Ok. 2, Obj. 3. *N* Oralnerv, *rs* Ringseptum, *dbg* derbes Bindegewebe dorsal vom Ringkanal, *oBr* oraler Blutrिंग, *aP*, *iP* äußerer, innerer Perihämaling.
- Fig. 7. Detailzeichnung des Ringseptums. Ok. 2, Obj. 7. *hg* hyaline Grundmasse, *bgz* Bindegewebszellen, *f* Fortsätze derselben, *e* epithelial angeordnete Zellen, *mf* Muskelfasern, *oBr* oraler Blutrिंग, *nf* Nervenfasern (Querschnitt), *ln* LANGESCHER Nerv, *stf* Stützfaser, *bgl* Bindegewebslamelle unter dem LANGESCHEN Nerv. Sonst wie Fig. 6.

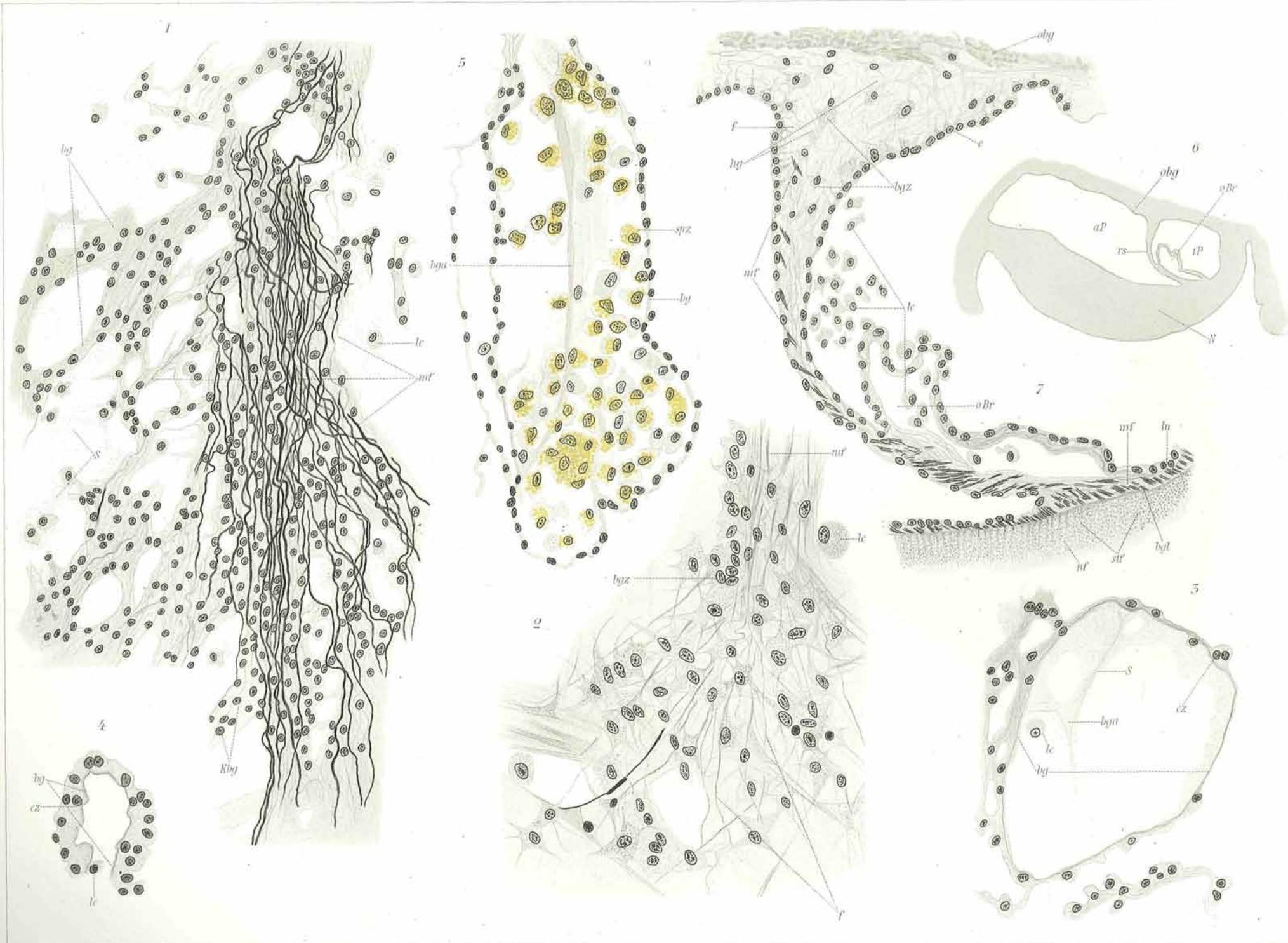
Tafel II.

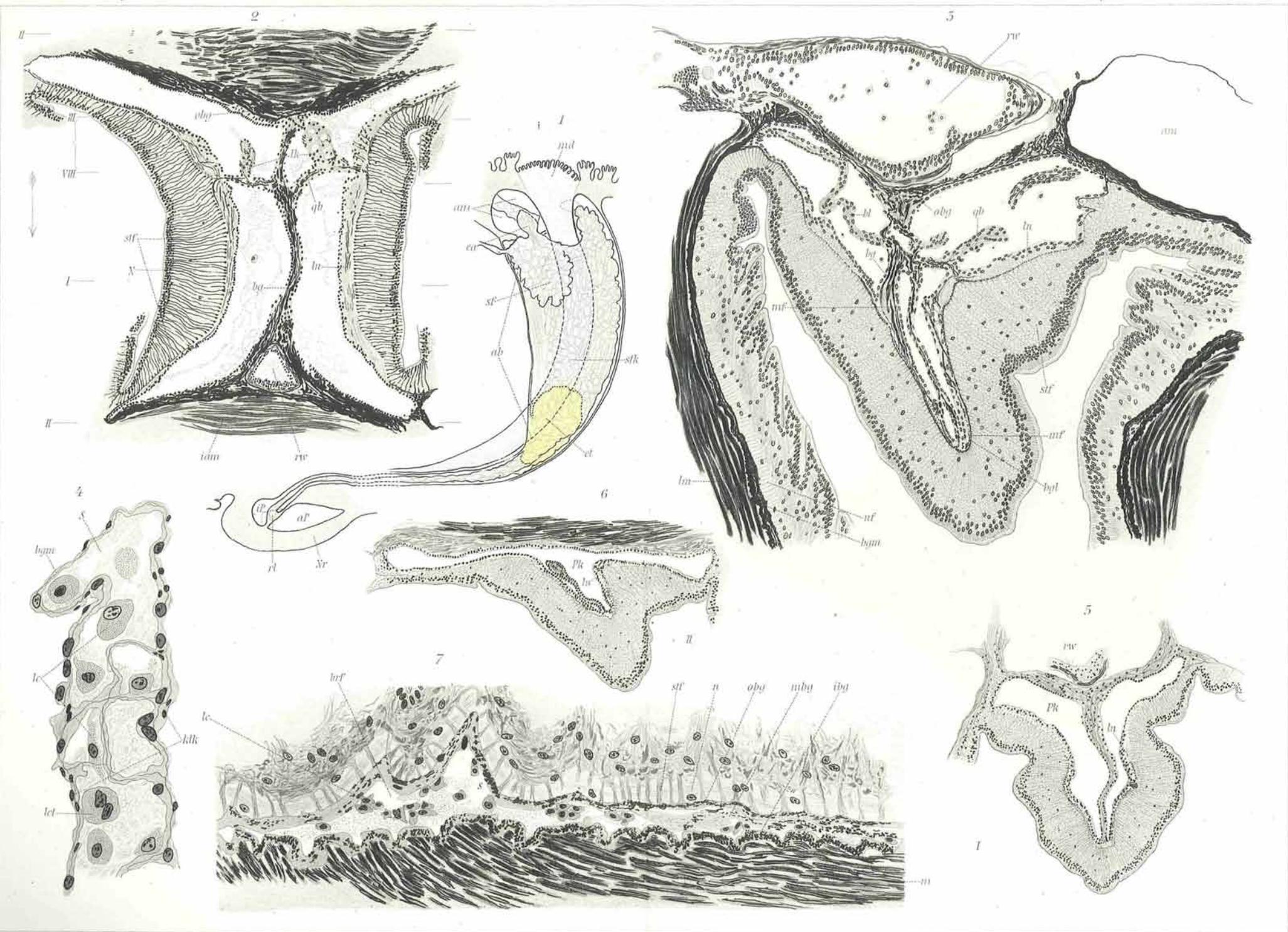
- Fig. 1. Schematisches Übersichtsbild über das Axialorgan. *stk* Steinkanal, *md* Madreporienplatte, *ab* Anheftungsband, *sf* oberer seitlicher Fortsatz, *ea* eiförmiger Anhang desselben, *et* exkretorischer Teil, *am* Ampulle des Steinkanals, *aP*, *iP* äußerer, innerer Perihämaling, *rl* Ringlakune, *Nr* Nervenring.
- Fig. 2. Längsschnitt durch ein Ambulacrum und ein Interambulacrum des Armes. Ok. 4, Obj. 3. *bg* Bindegewebe des Septums, *qb* Querbänder, *lk* laterale Kölbchen, *obg* interambulacrales, oberes Bindegewebe, *ln* LANGESCHER Nerv,

N Ambulacralnerv, *stf* Stützfasern desselben, *iam* Interambulacralmuskeln, *rw* radiales Wassergefäß (Anschnitt einer unteren Ausbuchtung). Der Pfeil bezeichnet die Richtung von der Scheibe zur Spitze, die römischen Ziffern die ungefähre Lage der gleich bezeichneten kleinen Übersichtszeichnungen und Textfiguren.

- Fig. 3. Querschnitt durch die Ambulacralrinne. Ok. 4, Obj. 3. *obg* oberes Bindegewebe, *bg* Bindegewebe des Septums und der unteren Quersepta, *bl* Blutlakune im Querbande, *mf* Muskelfasern, *bgl* Bindegewebslamelle unter dem LANGESchen Nerv, *lm* Längsmuskeln des Füßchens, *nf* Nervenschicht desselben, *bgm* bindegewebige Membran, *am* Ampulle. Sonst wie Fig. 2.
- Fig. 4. Detailzeichnung aus dem Querbande. Ok. 4, hom. Imm. $\frac{1}{13}$ LEITZ. *lzt* Lymphzelle in Teilung, *s* Serum, *klk* kleine Kerne in der Wandung, *bgm* bindegewebige Membran.
- Fig. 5, 6. Übersichtsbilder über das Septum. Ok. 2, Obj. 3. *pk* Perihämalkanal, *rw* radiales Wassergefäß, *ln* LANGEScher Nerv.
- Fig. 7. Längsschnitt durch den Endteil des Füßchens mit dem ringförmigen Blutraum. Ok. 4, Obj. 7. *m* Muskeln, *ibg*, *mbg*, *abg* innere, mittlere und äußere Bindegewebslage, *n* Nervenschicht, *stf* Stützfasern derselben, *brf* Blutring des Füßchens, *s* Serum.

Auf Taf. II, Fig. 1 wurden die parallel verlaufenden Nervenfasern im LANGESchen Nerven, auf derselben Tafel Fig. 3 die mit *nf* bezeichneten ebenfalls zur Zeichenebene parallel laufenden Nervenfasern nicht eingezeichnet.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Pietschmann Victor

Artikel/Article: [Zur Kenntnis des Axialorgans und der ventralen Bluträume der Asteriden. 63-86](#)