© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Über die Anatomie und Zwittrigkeit der Cucumaria laevigata.

Von

August Ackermann.

Mit Tafel XXXIX und 8 Figuren im Text.

Die durch ihre Brutpflege bekannte antarktische *Cucumaria laevigata* wurde bereits von Ludwig bei Beschreibung der Holothurien der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise (18, p. 32) bezüglich der Ausbildung der Kalkkörper einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Hiernach bilden die Kalkkörper Gitterplatten, die sich aus einem regelmäßigen Primärkreuz entwickeln und anfangs vier Öffnungen besitzen, welche auch später durch ihre Größe und Stellung stets als solche erkenntlich bleiben. Zwischen den Kalkkörpern von alten und jungen Thieren besteht in so fern ein Unterschied, als mit zunehmendem Alter des Thieres die Kalkkörper einer Rückbildung anheimfallen, nämlich kleiner werden und mit weniger Öffnungen und Knoten ausgestattet sind als bei den jüngeren Individuen. Weitere Beobachtungen stellte derselbe Forscher an Exemplaren an, die von der Valdivia-Expedition bei den Kerguelen-Inseln gesammelt waren. Diese Beobachtungen sind aber noch nicht zur Veröffentlichung gelangt; sie wurden mir im Manuskript in freundlichster Weise vom Verfasser zur Benutzung überlassen. Dieselben beziehen sich zunächst auf die Anordnung der Kalkkörper, die bei weniger als 100 mm großen Thieren in der vorderen Körperhälfte viel zerstreuter vorkommen als in der hinteren; bei den 100 und mehr mm langen Thieren dagegen fehlen die Kalkkörper völlig. Ferner machte Ludwig an den Kerguelen-Exemplaren die bemerkenswerthe Entdeckung, dass die Thiere zwitterig sind. Die vorderen Schläuche der Geschlechtsdrüse liefern Eier, die hinteren Samen. Beiderlei Schlaucharten unterscheiden sich durch ihre äußere Gestalt, indem die weiblichen viel kürzer und dünner sind als die männlichen Schläuche. Die Brutbeutel, nur bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einigen wenigen Exemplaren vorhanden, enthielten fast alle reife Eier, welche einen Durchmesser von 1,34 mm bis 1,5 mm aufwiesen. Nach Ludwig entstehen diese Beutel durch Einstülpungen der äußeren Haut und bleiben mit der Außenwelt durch eine Öffnung in Verbindung. Man unterscheidet einen rechten und einen linken Beutel, »die beiderseits vom mittleren ventralen Radius etwas hinter oder seltener in der Körpermitte ihre Stelle haben; dabei halten sie zur hinteren Insertion der Rückziehmuskeln keine konstante Lagebeziehung fest, indem sie bald davor bald dahinter liegen«. Die Beutel können durch Einschnürungen in mehrere Abtheilungen zerlegt werden, die unter einander in offenem Zusammenhange bleiben.

Die gleichen Individuen, an denen die eben erwähnten Beobachtungen angestellt wurden, standen auch mir zur Verfügung und sollen im Folgenden einer näheren Darlegung ihrer anatomischen Verhältnisse und ihrer Zwittrigkeit unterzogen werden.

Die Größe der vorliegenden Thiere schwankt zwischen 3,5 mm und 120 mm; die größeren Individuen sind in Alkohol konservirt, während bei den kleineren außer Alkohol auch Sublimat und Formol benutzt wurde. Für meine an Quer- und Längsschnittserien angestellten Untersuchungen wandte ich folgende Doppelfärbungsmethoden an: Boraxkarmin und Indigkarmin, Hämatoxylin und Orange, Hämatoxylin und Eosin, sowie Heidenhain'sches Eisenhämatoxylin, verbunden mit einer Plasmanachfärbung mittels Orange oder Eosin. Alle Methoden gaben mir vorzügliche Resultate.

Die Körperhaut zeigt den für die Holothurien bekannten histologischen Aufbau aus einer zarten Cuticula, einem äußeren Epithel und einer Bindegewebsschicht. Von Hautdrüsen konnte ich in dem äußeren Epithel nur einzellige flaschenförmige Drüsen erkennen. Man unterscheidet an diesen einen großen rundlichen Zellleib, welcher den Zellkern einschließt und einen langen, geraden, oft korkzieherartig gewundenen Ausführungsgang, der die Cuticula durchbricht und das Drüsensekret nach außen befördert. Der Inhalt der Drüsen ist feinkörniger Natur und zeichnet sich durch reichliche Farbstoffaufnahme aus, was besonders bei Hämatoxylinfärbungen hervortritt. Die Drüsenzellen sind nicht gleichmäßig in der Haut vertheilt, sondern werden vor Allem in der Mundhaut, den Tentakeln und den Saugscheibchen der Füßchen angetroffen. In den oberen Schichten des Bindegewebes liegen in Lücken desselben die Kalkkörperchen, während die unteren Schichten lückenlos sind. In letzteren nehmen die Bindegewebsfibrillen einen zum Querschnitte des Körpers parallelen Verlauf an.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Bindegewebsschicht folgt nach innen die Quermuskulatur, die in den Radien eine Unterbrechung erleidet. Zwischen ihr und der Bindegewebsschicht begegnet man gelben Plasmawanderzellen, die nur bei größeren Exemplaren von 25 mm an angetroffen werden, bei kleineren Thieren dagegen nicht vorhanden sind. Die in den Radien gelegenen Längsmuskel spalten in ihrem hinteren Drittel je einen ungetheilten Retraktor ab; die Retraktoren heften sich mit ihrem stark verbreiterten freien Ende an die Radialien des Kalkringes an und treffen hier mit den oberen Enden der Längsmuskeln zusammen. Nach dem After zu verschwinden die Längsmuskel vollständig; die Quermuskulatur wird an dieser Stelle zu einer Ringmuskulatur und bildet so den Sphinkter oder Schließmuskel des Afters. Einen gleichen Schließmuskel trifft man im Umkreise der Mundöffnung in der Mundhaut an; die Ringmuskulatur der Mundhaut geht alsdann unmittelbar in diejenige des Darmrohres über.

An dem Darmtractus unterscheidet man bekanntlich vier Abschnitte: den Ösophagus, den Magen, den Dünndarm und den Enddarm oder die Kloake. Von außen wird das ganze Darmrohr von einem kubischen bis plattenförmigen Epithel, dem Cölomepithel überzogen. Hierauf folgt nach innen eine äußere Bindegewebslage, die am Ösophagus und am Anfange des Dünndarmes zu einer starken Entfaltung gelangt, so dass sie hier auf dem Darme zottenförmige Erhebungen bildet, was bei äußerer Betrachtung diesen Darmabschnitten ein sammetartiges Aussehen verleiht. In den übrigen Darmabschnitten dagegen ist die äußere Bindegewebslage schwächer ausgebildet. Als nächstfolgende Darmschicht treffen wir eine Muskelschicht an, die aus Ring- und Längsmuskelfasern besteht. Diese zeigen im Ösophagus, Dünndarm und der Kloake die regelmäßige Anordnung, nämlich Längsfasern innen und Ringfasern außen, während im Magen ein Wechsel in der Lagerung der beiden Muskelschichten eintritt, so dass hier die Ringfasern innen von den Längsfasern angetroffen werden. Außerdem kommt im Magen die Ringmuskulatur zu einer mächtigen Entfaltung. Ein solcher Wechsel der Muskelschichten ist bis jetzt nur bei den Aspidochiroten und Synaptiden beobachtet worden. So fand z. B. Jourdan (12, p. 32) bei *Stichopus regalis* und *Holothuria tubulosa* im Magen einen Wechsel in der Muskelanordnung, während Hamann (8, p. 74) bei *Synapta digitata* eine der regelmäßigen Anordnung entgegengesetzte beschreibt. Der Muskelschicht folgt weiter nach innen die innere Bindegewebsschicht und das eigentliche Darmepithel. Dieses zeigt Quer- und Längs-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

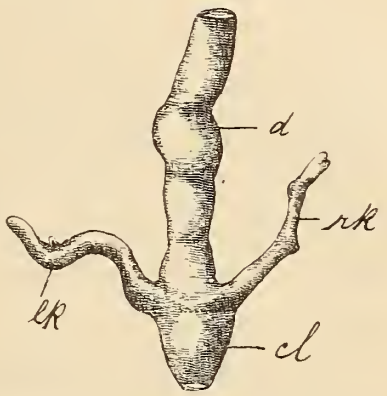
faltung, so dass es hierdurch zur Bildung von inneren Zotten kommt. Im Magen dagegen haben wir nur Längsfaltung, die durch leichte Einbuchtungen schwach angedeutet wird. Über die Elemente, welche das innere Darmepithel zusammensetzen, kann ich wegen ungeeigneter Konservirung nichts Bestimmtes anführen. Das Innenepithel des Ösophagus wird von einer Cuticula überzogen, welche eine direkte Fortsetzung der die Körperoberfläche bedeckenden Cuticula ist. Sie setzt sich bis in den Magen hinein fort, wo sie eine ansehnliche Dicke erhält; diese schwankt bei einem 70 mm großen Exemplare zwischen 21,3 μ und 26,7 μ. Im Dünndarme dagegen fehlt die Cuticula vollständig. Die Befestigung des Darmes an die Körperwand geschieht durch ein Aufhängeband oder Mesenterium. Dieses befestigt den ersten absteigenden Darmschenkel im mittleren dorsalen Interradius, den aufsteigenden Schenkel im linken dorsalen Interradius. Was die Anheftung des Mesenteriums vom zweiten absteigenden Darmschenkel betrifft, so erfolgt diese bei jungen wie bei alten Thieren im mittleren ventralen Radius. Dieses Verhalten steht mit den Beobachtungen Östergrens (19) im Einklang, nach welchen bei den meisten Dendrochiroten der dritte Darmschenkel dem linken ventralen Interradius oder dem mittleren ventralen Radius angehört. Das Mesenterium des zweiten Schenkels, das bei jungen Thieren (9 mm) als einheitliche Membran auftritt, ist bei den älteren Individuen nur noch in Form einzelner Bindegewebsbänder erhalten.

Auf der ventralen und dorsalen Seite des Dünndarms lagert je ein Blutgefäß, die als ventrales oder antimesenteriales und als dorsales Gefäß unterschieden werden. Beide liegen der Darmwand dicht an und setzen sich histologisch aus einem äußeren Epithel, einer Bindegewebslage und längsverlaufenden Muskelfasern zusammen. Das äußere Epithel bildet eine direkte Fortsetzung des äußeren Darmepithels, dessgleichen die Bindegewebsschicht eine solche der äußeren Darmbindegewebslage. Dagegen erstrecken sich die Ringmuskeln des Darmes nicht in die Wandung des Blutgefäßes hinein, sondern erleiden hier eine Unterbrechung, während ein Zusammenhang zwischen den Längsmuskelfasern der Darmwand und denen des Blutgefäßes hergestellt wird. Streckenweise ist die Unterbrechung der Ringmuskeln aufgehoben, so dass hierdurch gleichsam das Blutgefäß von den tieferen Schichten des Darmes abgetrennt erscheint.

Als Darmanhänge sind am Enddarme die Kiemenbäume oder Wasserlungen zu erwähnen, von denen hier zwei Hauptstämme vor-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

handen sind, die getrennt in die Kloake münden. Sie dienen nach den Untersuchungen von Hérouard (10) und Bordas (3) vier verschiedenen Funktionen: einer hydrostatischen, einer respiratorischen, einer exkretorischen und einer amöboide Zellen erzeugenden Funktion. Histologisch bestehen sie aus denselben Elementen wie der Darm. Das hat seinen Grund, in ihrer Entstehung, indem sie nämlich durch Ausstülpungen des Enddarmes gebildet werden. Indessen ist über ihre Entwicklung bis jetzt wenig Näheres bekannt geworden. Danielssen und Koren (16, p. 299) erwähnen ihr erstes Auftreten als hohle Röhren am Enddarme bei den von ihnen zu *Holothuria tremula* gerechneten Thieren. Bei einem 4—4,5 mm großen Jungen von *Cucumaria laevigata* beobachtete Ludwig (18, p. 35) an der Kloake und zwar am Vorderende ihres dorsalen Bezirkes ein Paar kurze schlauchförmige Aussackungen, welche die Anlage der Athmungsorgane darstellen. Dessgleichen konnte ich an einem 3,5 mm großen Thiere an dem Übergange des Dünndarms in die Kloake zu beiden Seiten derselben die Anlage der Wasserlungen als kleine unverzweigte Blindschläuche erkennen (s. Textfig. 1). Mit zunehmender Größe des Thieres beginnen die Schläuche sich seitlich zu verzweigen. So hatte bei einem 9 mm großen Individuum die rechte Lunge drei, die linke zwei kleine Seitenäste getrieben, während die Spitze der beiden Lungenstämmchen Anzeichen einer weiteren Theilung erkennen ließ.



Textfig. 1.
Dünndarm und Kloake eines 3,5 mm großen Exemplars, die ersten Anlagen der Wasserlungen zeigend. *cl*, Kloake; *d*, Dünndarm; *lk*, *rk*, linke und rechte Wasserlunge.

Der den Ösophagus umgebende Kalkring ist des Genaueren von Ludwig beschrieben worden. Er ist bei dieser Species schwach ausgebildet, aber immerhin noch deutlich wahrzunehmen. Bei jungen wie bei alten Thieren bleiben die Radialia und Interradialia zeitlebens getrennt; sie werden durch Bindegewebsbänder, die von einzelnen Muskelfasern durchzogen werden, zusammengehalten. Die Interradialia sind kleiner als die Radialia und haben eine dreieckige Form, während die Radialia dreiarmig gestaltet sind. Die Kalkringstücke werden von einem Flechtwerk gebogener und verzweigter Kalkstäbchen aufgebaut. Anfangs sind, wie ich konstatiren konnte, die Arme der Radialia einander gleich; später wird das Wachsthum ungleich, indem der vordere Arm sich durch eine stärkere Größen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zunahme vor den beiden andern auszeichnet, so dass nachher die Radialia eine mehr gestreckte Form annehmen. Die Interradialia dehnen sich gleichmäßig aus. Beistehende Tabelle giebt hierüber

Körpergröße des Thieres in mm	Differenz d. Körpergrößen	Länge der Radialia in mm	Differenz der Längen der Radialia	Breite der Radialia in mm	Differenz der Breiten	Größe der Interradialia in mm	Differenz der Interradialia
5		0,274		0,274		0,076	
	4		0,126		0,026		0,014
9		0,40		0,30		0,09	
	18		0,52		0,33		0,222
27		0,92		0,63		0,312	
	43		0,40		0,284		0,111
70		1,32		0,914		0,423	

Aufschluss, zugleich zeigt sie auch, dass bei jüngeren Thieren das Wachsthum des Kalkringes stärker vor sich geht wie bei älteren Thieren, oder mit anderen Worten, dass im Verhältnis zur Körpergröße der Kalkring immer kleiner wird. Es tritt dieses deutlich hervor, wenn man die Verhältniszahlen zwischen den Differenzen der Körperlängen und den Zahlen der übrigen Differenzkolonnen bildet.

Hinter dem Kalkring liegt der Wassergefäßring, an den Ösophagus durch Bindegewebsstränge befestigt. Er entsendet fünf Hauptstämme, die sich der Innenseite der Radialia anlagern. Jeder Stamm spaltet sich in drei Äste, wovon zwei gleiches Lumen besitzen und die Fühlerkanäle bilden, während der mittlere Ast am engsten ist und als radiales Wassergefäß nach den Ambulakren umbiegt. Er wird von dem radialen Blutgefäß begleitet, das aus dem Blutgefäßringe entspringt, welcher der Innenseite des Wassergefäßringes anliegt. Die Zahl der dem Wassergefäßringe anhängenden Poli'schen Blasen schwankt zwischen eins und fünf; meist trifft man zwei Blasen an und zwar eine stets im linken dorsalen Interradius, während die Lage der übrigen Blasen wechselnd ist. Der Steinkanal besitzt eine U-förmige Gestalt und liegt im dorsalen Mesenterium eingebettet; der absteigende Schenkel auf der linken, der aufsteigende auf der rechten Seite des Mesenteriums. Er mündet mit einem von mehreren Öffnungen durchbohrten Madreporenköpfchen in die Leibeshöhle. Dieses tritt ganz aus dem Mesenterium heraus und wird von zahlreichen Kalkstäbchen durchsetzt. Sonstige Kalkeinbettungen kommen im Steinkanale nicht weiter vor.

Der zwischen dem Ösophagus einerseits und dem Wassergefäßringe mit seinen abgehenden Kanälen, sowie dem Kalkringe andererseits befindliche Raum der Leibeshöhle wird als Schlundsinus,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oder nach HÉROUARD (10) als Peripharyngealraum bezeichnet. Er steht mit der Leibeshöhle an seinem hinteren Ende durch eine Ringspalte in Verbindung, da der Wassergefäßring dem Darmrohre nicht dicht anliegt, sowie seitlich durch fünf Öffnungen, welche zwischen den fünf Hauptwassergefäßstämmen liegen. Nach vorn zu wird der Pharyngealraum von der Mundhaut begrenzt.

Im Anschluss an die Leibeshöhle möchte ich zweier Kanäle Erwähnung thun, welche in den Ambulakren auf der Außen- und Innenseite des Radialnerven angetroffen werden, nämlich des Epineural- und Pseudohämalkanals. Beide Kanäle sind schon von vielen Forschern beschrieben worden, doch ist man wegen ihrer Bedeutung über Vermuthungen noch nicht hinausgekommen. So weit aus den neuesten Untersuchungen hervorgeht, und auch ich es für *Cucumaria laevigata* bestätigt fand, sind beide Kanäle von der Leibeshöhle, mit der sie früher in Zusammenhang gebracht wurden, vollständig abgeschlossen und bilden ein eigenes Kanalsystem für sich. Sie stehen mit der Entwicklung des Nervensystems in inniger Beziehung, wie es sich im Folgenden zeigen wird.

Das Nervensystem der Holothurien besteht aus einem centralen Theile, gebildet von dem Nervenringe und den Radialnerven, sowie einem peripherischen Theile, unter welchem man die Verzweigungen des centralen Systems zusammenfasst. Der Nervenring ist am Fuße der Tentakel in der Mundscheibe eingebettet und von dem unter ihm gelegenen Peripharyngealraum durch eine dünne Membran getrennt, die hauptsächlich aus Bindegewebe besteht. In meinen Präparaten konnte ich nur die Abzweigung der zehn Tentakelnerven, sowie der fünf Radialnerven vom Nervenringe deutlich erkennen. Im Querschnitt zeigt der Nervenring einen halbmondförmigen Umriss. Zahlreiche Kerne umgrenzen seine Außenfläche, das HAMANN'sche Deckepithel bildend, während das Innere Ganglienzellen und Nervenfibrillen enthält. Die Kerne der Ganglienzellen sind von rundlicher Form und von denen des Deckepithels durch ihre Größe zu unterscheiden. Ein anderes Bild dagegen bieten die Querschnitte der Radialnerven, da diese durch eine feine Membran in ein schmales inneres und ein breites äußeres Band gespalten werden. Diese Spaltung der Radialnerven ist sekundärer Natur, weil entwicklungsgeschichtlich die radialen Nerven ungetheilt aus dem Nervenringe hervorsprossen. In seinen Untersuchungen über die Entwicklung von *Cucumaria planci* beschreibt LUDWIG (17, Nr. 32, p. 608) die erste Anlage des centralen Nervensystems als einen am Boden der Mundhaut auftretenden Ring-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wulst, gebildet von Ektodermzellen. Diese Anlage senkt sich allmählich in die Tiefe der Mundscheibe und trennt sich von der über ihr hinwegziehenden Zellenlage durch einen feinen Spaltraum vollständig ab. In diesem Spaltraum haben wir das erste Auftreten des Epineuralringes vor uns. Von dem Nervenringe strahlen alsdann die fünf Radialnerven aus, die auf der Außenseite von gleichen Spaltraumbildungen begleitet werden, welche mit dem Epineuralringe in Verbindung stehen und als Epineuralkanäle persistiren. Eine Sonderung der Radialnerven in zwei Bänder ist dagegen noch nicht zu bemerken. Am 20. Entwicklungstage der *Cucumaria planci* schildert Ludwig die Bildung des Pseudohämalkanals, der gleichfalls als eine Spaltbildung zwischen Radialnerv und radialem Wasserkanal sichtbar wird. »Es rücken alsdann von den Seitenrändern des Radialnerven herkommende Zellen an die Außenwand der Spalte, um hier zu den inneren Randzellen des fertigen Radialnerven zu werden« (17, Nr. 10, p. 189). Durch diesen Vorgang scheint es mir zur Bildung der beiden Nervenbänder zu kommen. Denn aus Querschnittserien durch junge Exemplare von *Cucumaria laevigata* war Folgendes zu erkennen:

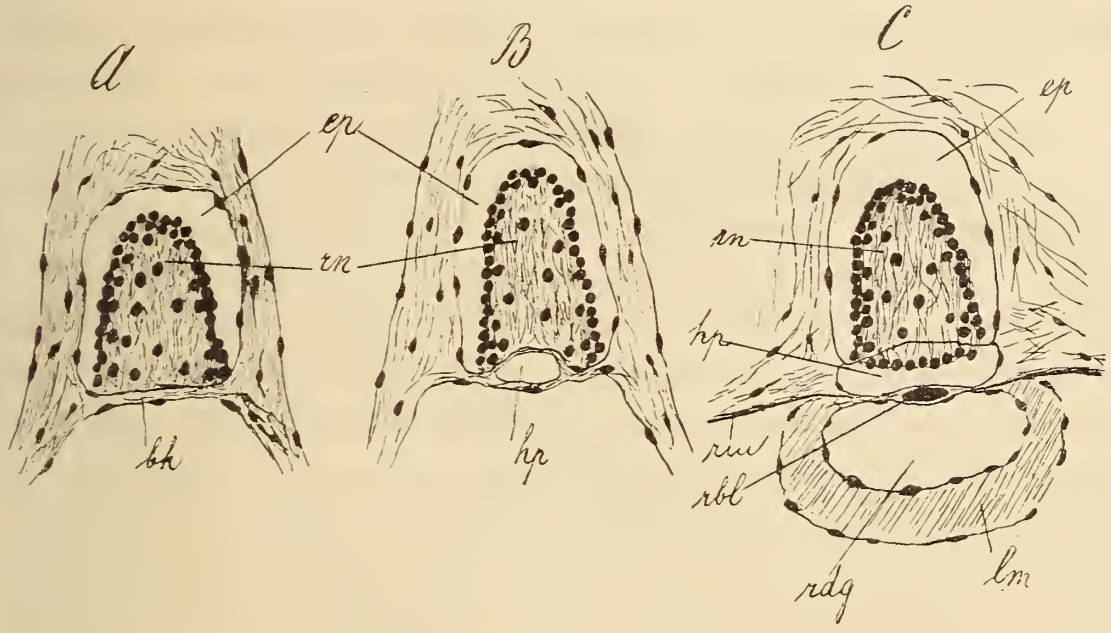
Wie schon erwähnt, ruhte der Boden des Nervenringes auf einer dünnen Bindegewebshaut. Diese begleitet auch den sich abzweigenden Radialnerven (s. Textfig. 2 *A*). Kurz vor der Stelle, wo das radiale Wasser- und Blutgefäß sich an den Radialnerven anlagert, beginnt in der Bindegewebshaut des Nerven eine Spalte sichtbar zu werden (s. Fig. *B*), die den Anfang des Pseudohämalkanals, oder wie ich ihn fortan im Anschluss an Gerould (6, p. 140) bezeichnen werde, des Hyponeuralkanals darstellt. Es ist dies dieselbe Stelle, an welcher auch Cuénot (4) den Hyponeuralkanal blind enden lässt. Nachdem sich nun das Blut- und Wassergefäß der Innenwand des Hyponeuralkanals angelegt haben, wendet sich die am Radialnerven liegende äußere Wand des Kanals in das Innere des Nerven, indem sie so von diesem ein schmales Band abtrennt. Diese Abtrennung wird wohl im Anschluss an die Untersuchungen Ludwig's dadurch zu Stande gekommen sein, dass eben die Randzellen des Radialnerven an die Außenwand des Hyponeuralkanals wandern.

Während die Epineuralkanäle durch den Epineuralring mit einander kommuniciren, besitzen die Hyponeuralkanäle keinen ähnlichen Ring und treten desshalb auch unter einander nicht in Verbindung. Sie sind lediglich auf die Radialnerven beschränkt, da die Fühlernerven kein dem Hyponeuralkanal gleichwerthiges Gebilde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufzuweisen haben; wohl aber sind diese auf ihrer Außenseite in gleicher Weise wie die Radialnerven von Epineuralkanälen begleitet, die vom Epineuralring entspringen. Nach hinten enden sowohl Epi- wie Hyponeuralkanäle blind. Fragen wir uns nun nach der Bedeutung dieser Kanäle, so werden wir wohl der Ansicht von HÉROUARD (10, p. 89) zustimmen müssen, welcher sie lediglich als Schutzorgane für die Nerven gegen Druck u. dergl. in Anspruch nimmt.

Geschlechtsorgane. Wie schon in der Einleitung hervor-



Textfig. 2.

Querschnitt durch den Radialnerven einer 6 mm großen *Cucumaria laevigata*. *A* giebt einen Querschnitt durch den Nerven an der Stelle, wo er aus dem Nervenringe austritt. *B* eine etwas tiefer gelegene Stelle, wo die Bindegewebshaut *bh* sich spaltet, um den Hyponeuralkanal *hp* zu bilden. In *C* lagert sich das radiale Wassergefäß *rdg* mit dem radialen Blutgefäß *rbl* an, der Nerv zeigt sich nun aus einem breiten äußeren und schmalen inneren Band zusammengesetzt. Sonstige Bezeichnungen: *ep*, Epineuralkanal; *lm*, Längsmuskelband; *rm*, Quermuskeln.

gehoben worden, haben wir es bei *Cucumaria laevigata* mit einer zwittrigen Holothurie zu thun. Außer *Cucumaria laevigata* kennen wir aus der Familie der Dendrochiroten bis jetzt noch drei Arten, welche gleichfalls Hermaphroditismus aufweisen. Es sind dies *Ocnus javanicus*, *Cucumaria crocea* und *Pseudopsolus macquariensis*. Bei *Ocnus javanicus* haben wir kleine und große Genitalschläuche zu unterscheiden, wovon erstere die männlichen, letztere die weiblichen Zeugungsorgane darstellen. Bei *Cucumaria crocea* liegen männliche und weibliche Genitalschläuche nicht getrennt neben einander, sondern die einzelnen Schläuche selbst sind Zwitterschläuche, indem der proximale Theil des Schlauches als weibliche, der distale als männliche Drüse funktionirt. *Pseudopsolus macquariensis* besitzt nach

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ludwig (18, p. 49) vordere, nur Eier producirende Schläuche und hintere, im Gegensatz zu den weiblichen Gonaden, sehr lange männliche Schläuche. Wie die Verhältnisse bei *Cucumaria laevigata* liegen, wird sich aus den nachfolgenden Untersuchungen ergeben. Da die kürzlich von Théel (28) aus der Familie der Aspidochiroten beschriebene zwittrige *Mesothuria intestinalis* ähnliche Verhältnisse aufweist, wie sie bei *Cucumaria laevigata* zu finden sind, so möchte ich hier die wichtigsten Punkte seiner Beobachtungen vorausschicken:

Die Genitalschläuche entstehen bei *Mesothuria intestinalis* als Ausstülpungen am Anfange der Genitalbasis und zwar dort, wo diese in den Ausführungsgang übergeht. An gleicher Stelle mündet ein von Théel als »germinal cord« bezeichnetes Gebilde, das in der linken Wand des Ausführungsganges gelagert ist; er schildert es als eine »band-like continuation of the genitalbasis«, gleichsam als »matrix, from which not only the genital products but even the genitalbasis and its tubes originate« (28, p. 19). Die Entwicklung der Genitalschläuche geht von vorn nach hinten vor sich und zwar so, dass männliche und weibliche Schlauchgenerationen abwechseln. Wenn daher z. B. eine männliche Generation von Schläuchen sich entwickelt hat, so ist die nächste Generation weiblich, dann kommt wieder eine männliche u. s. f. Welche von den beiden Generationen zuerst auftritt, konnte Théel nicht entscheiden. An dem hinteren Ende der Genitalbasis geht eine ständige Zerstörung und Resorption der Genitalschläuche vor sich: »*Mesothuria intestinalis* appears to form a remarkable exception from the rule, in-as-much as the emptied bundles of tubes successively become destroyed and obliterated as soon as the animal has spawned.« Diese Resorption findet durch »wander-cells with spheres« statt. Außerdem spricht Théel noch von einer Eiresorption durch »wander-cells with vacuoles«. Ich vermisse aber die nähere Angabe, ob dieser Vorgang in unreifen oder in reifen weiblichen Schläuchen vor sich geht. Für *Mesothuria intestinalis* haben wir mithin als bemerkenswerthe Thatsache diejenige, dass von derselben Bildungsstätte aus wechselnde Generationen von Genitalschläuchen entstehen, die am Hinterende der Genitalbasis einer allmählichen Zerstörung anheimfallen.

Ich wende mich nun zur Beschreibung der Geschlechtsverhältnisse, wie sie sich bei *Cucumaria laevigata* vorfinden und werde zunächst eine Schilderung der Schläuche bei makroskopischer Betrachtung und ihres histologischen Aufbaues geben, um später ihre Entwicklungsgeschichte darzulegen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Am Anfang der Geschlechtsbasis, dort wo der Ausführungsgang in die Basis eintritt, bemerkt man zu beiden Seiten derselben eine Anhäufung kleiner Schläuche, die nach dem hinteren Ende der Genitalbasis immer mehr an Größe zunehmen (Fig. 1). In den vorderen Schläuchen ist die Zunahme eine allmähliche, die hintersten Schläuche dagegen setzen sich durch eine viel beträchtlichere Länge von den vor ihnen liegenden ab. Diese großen hintersten Schläuche zeigen bei mikroskopischer Untersuchung in ihrem Inneren Samenelemente, geben sich also hierdurch als männliche Organe zu erkennen, während die vorderen kleineren Schläuche Eier enthalten, die schon von außen leicht wahrzunehmen sind, da sie durch die Schlauchwand hindurchschimmern. Diese Art Schläuche bezeichne ich vorläufig der Einfachheit halber als weibliche Schläuche, was streng genommen nicht ganz richtig ist, wie aus den nachfolgenden Beobachtungen hervorgehen wird. Um ein Beispiel des Größenunterschiedes zwischen den beiden Schlaucharten anzuführen, so waren bei einem 58 mm großen Exemplar die weiblichen Schläuche 7 mm, die männlichen 25 mm lang. Dass Genitalschläuche, in denen reife Eier ausgebildet sind, die Länge von 10 mm nicht überschreiten, zeigte ein Individuum mit Brutbeuteln, welches in einem nicht vollständig entleerten 8,5 mm langen Schlauche noch vier reife Eier enthielt. Die männlichen Schläuche erlangen dagegen bei alten Thieren (120 mm) eine Länge von 45 mm.

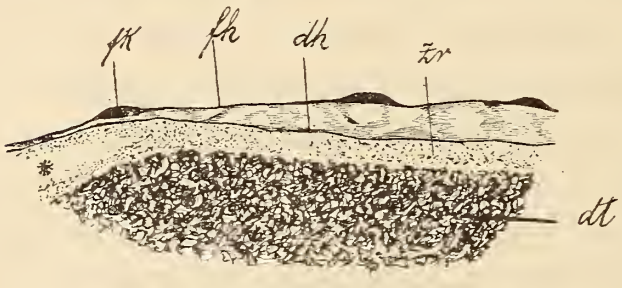
Bezüglich des histologischen Aufbaues der Genitalschläuche habe ich unserer jetzigen Kenntnis hierüber nichts Neues hinzuzufügen. Nach außen werden sie von einem kubischen bis plattenförmigen Wimperepithel abgegrenzt. Alsdann folgt nach innen eine Ringmusculatis, eine Bindegewebsschicht und das Keimepithel (Figg. 3, 5). Die Ringmuskelschicht ist besonders stark in den männlichen Schläuchen entwickelt. Es erstrecken sich die Muskelfasern der einzelnen Schläuche in die Bindegewebsschicht der Genitalbasis hinein, wo die Muskelfasern einen gekreuzten Verlauf annehmen, so dass man auf Querschnitten durch die Geschlechtsbasis ein Maschenwerk von Muskelfasern antrifft, die im Ausführungsgange sich in Längsreihen anordnen. Die Bindegewebsschicht der Schläuche zeigt einen lockeren Aufbau; ihre Zwischenräume dienen der Blutcirkulation.

In einem Schlauche mit deutlich ausgebildeten Eiern sieht man auf Quer- und Längsschnitten die Eizellen der Innenwand des Schlauches dicht anliegen (Fig. 2 *ez*). Die zwischen den Eiern an der Innenwand gebliebenen Lücken werden von indifferenten Zellen (*igs*)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ausgefüllt, über deren Bedeutung wir bei der Entwicklung der Geschlechtsorgane näheren Aufschluss erhalten werden. Umhüllt sind die Eier von einer Follikelhaut, alsdann folgt eine Dotterhaut, die dem Eidotter direkt aufliegt.

Bei reiferen Eiern bildet sich am Dotterrande die zona radiata aus (s. Textfig. 3). In meinen Präparaten hat sich bei manchen Eiern die Dotterhaut von der Follikelhaut getrennt; man bemerkt alsdann zwischen beiden ein Netzwerk feiner Fasern, so dass ein ähnliches Bild zu Stande kommt, wie es Théel von den Eiern der *Mesothuria intestinalis* wiedergiebt. Théel (28, p. 24) beschreibt zwischen Dotterhaut und Follikelhaut »pseudopodia-like processes«, die bei dickeren Schnitten zu Häutchen »pellicles« verschmelzen und findet hierin den Ersatz für die bei *Mesothuria intestinalis* fehlende zona radiata. Was das Netzwerk bei den Eiern der *Cucumaria laevigata* betrifft, so führe ich das Zustandekommen dieses Bildes auf Konservirungseinflüsse zurück. Denn an dünnen Schnitten, behandelt mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain, sieht man feine farblose Fasern von der Dotterhaut nach der Follikelhaut hinüberziehen. Bei Doppelfärbungen mit Hämatoxylin und Orange oder Eosin dagegen färben sich diese Fasern in gleicher Weise wie die Dotterhaut tiefblau, während der Dotter gelb, resp. rosa gefärbt ist. Bei dicken Schnitten ist zwischen den beiden Häuten keine Verbindung durch Fasern mehr zu sehen, sondern durch zerfetzte Hautstückchen, die der Dotterhaut anhaften. Man beobachtet an Eiern diese Erscheinung nur an den Stellen, wo sich in Folge der Konservirung der Dotter mitsammt der Dotterhaut von der Follikelhaut zurückgezogen hat, dagegen nicht an den Stellen, wo noch die Häute dicht zusammenliegen, und der Dotter allein zurückgewichen ist, wie es Textfig. 3 zur Anschauung bringt. Bei reifen, ausgestoßenen Eiern, die von der Follikelhaut befreit sind, liegen gleichfalls kleine Hautfetzen der Dottermembran an. Die zona radiata tritt nur bei größeren Eiern auf und stellt sich in Folge der Alkoholfixirung bei starker Vergrößerung als feingekörnelte Masse dar, sich hierdurch von dem grobkörnigeren Dotter scharf absetzend.

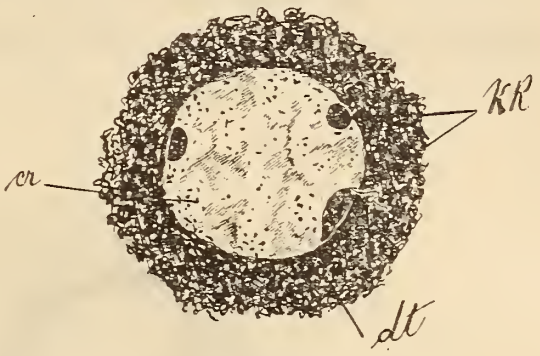


Textfig. 3.

Querschnitt durch die Randzone eines 0,4 mm großen Eies bei 790facher Vergrößerung. *dh*, Dotterhaut; *dt*, Eidotter; *fh*, Follikelhaut; *fk*, Kerne der Follikelzellen; *zr*, zona radiata; *, Stelle, an der sich der Dotter von der Dotterhaut durch Konservirungseinflüsse zurückgezogen hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Einer anderen Erscheinung, die bei den Eikernen auftritt, habe ich noch Erwähnung zu thun. Innerhalb des Kernes, meist an seinem Rande, lagern halbkugelige bis kugelige Kernkörper, welche sich bei Anwendung oben angeführter Doppelfärbungen lebhaft gelb und roth tingiren, bei HEIDENHAIN'schem Eisenhämatoxylin dagegen tief schwarz erscheinen. Sie zeigen ein lockeres Gefüge und scheinen durch Zusammenballung von Chromatinkörnchen zu entstehen, die im Kerne zerstreut umherliegen. Es sind diese Kernkörperchen die gleichen Gebilde, die CUÉNOT (5, p. 124) bei *Cucumaria frondosa* und *Cucumaria planci* als »taches germinatives hémispheriques« beschreibt.



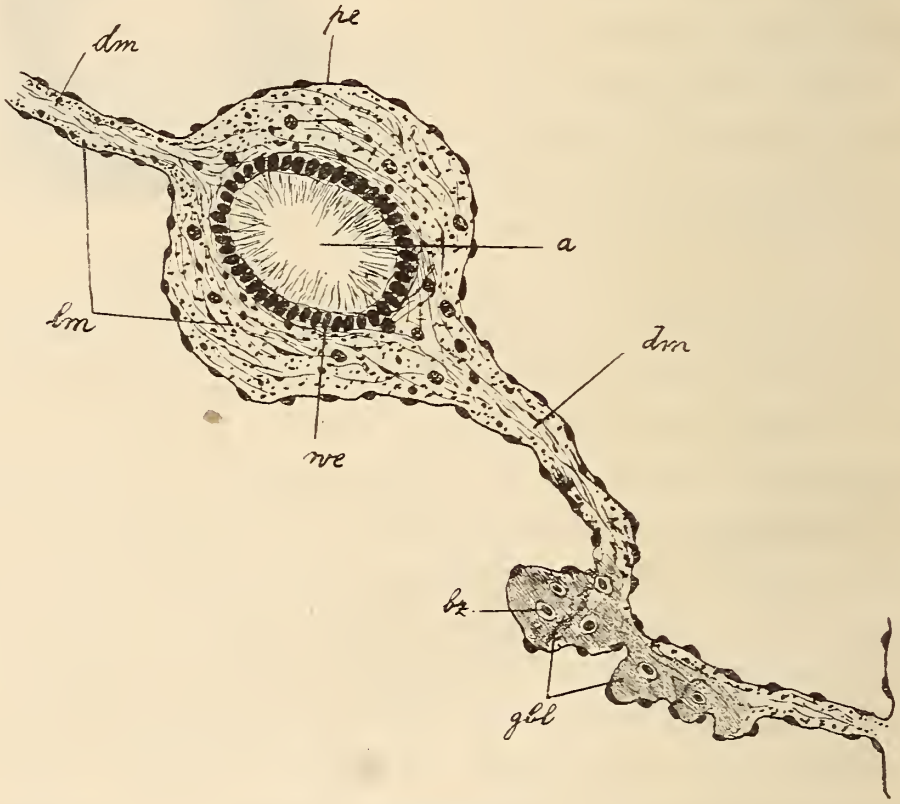
Textfig. 4.
Eikern einer 0,4 mm großen Eizelle. *kk*, halbkugelige bis kugelige Kernkörper; *cr*, Chromatinkörnchen; *dt*, Eidotter. HEIDENHAIN'sche Färbung. Vergr. 790.

In den Schläuchen, in welchen sich die Samenelemente entwickeln, bildet das Bindegewebe Längsfalten, wodurch für das männliche Keimepithel eine größere Bildungsfläche hergestellt wird. Das Keimepithel ist nicht einschichtig, sondern es liegen Zelllagen mit verschiedenen Entwicklungsstadien über einander (Fig. 3). Zu unterst befinden sich die Spermatogonien, welche eine Kerngröße von 5,6 μ besitzen. Durch Zweitheilung entstehen aus ihnen die Spermatocyten, welche etwas kleiner, nämlich 4,0 μ groß sind. Sie unterscheiden sich von den Spermatogonien durch ihre lebhaftere Färbung; ihr Kern zerfällt in fünf bis sieben Theilstücke, welche die Spermatiden darstellen, aus denen durch Umgestaltung die Spermatozoën entstehen. Ob die Theilungen direkt geschehen oder nicht, kann ich nicht entscheiden. Die Größe eines reifen Spermatozoïds beträgt 12,6 μ, wovon auf den Kopf 2,3 μ entfallen; sie nehmen die äußerste Grenze der Längsfalten ein und erfüllen bei einem vollständig reifen Schlauche das Lumen desselben vollständig.

Beiderlei Geschlechtsprodukte werden von den Schläuchen zunächst in das Lumen der Geschlechtsbasis und von hier durch den Ausführungsgang nach außen entleert. Dieser endet auf der Mundscheibe in Form einer Papille, der Genitalpapille, und zwar zwischen den Fußpunkten der beiden Tentakel, die über dem mittleren dorsalen Interradius stehen. Der Genitalgang (Textfig. 5) zeigt dieselben histologischen Elemente wie das Mesenterium, in welchem er liegt,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dessen äußeres Epithel sich auf den Ausführungsgang fortsetzt. Alsdann kommt eine Bindegewebsschicht, welche von zahlreichen längsverlaufenden Muskelfasern durchsetzt ist. Das Lumen des Ganges wird von einem wimpernden Epithel ausgekleidet, das sich aus hohen cylindrischen Zellen zusammensetzt. Zwischen dem Ausführungsgang und dem Darme liegt auf der linken Seite des Mesenteriums das Genitalblutgefäß, welches sich vom dorsalen Darmblutgefäß abzweigt. Das Blutgefäß besitzt hier keine eigene innere



Textfig. 5.

Dorsales Mesenterium mit Ausführungsgang im Querschnitt. Vergr. 390. *a*, Ausführungsgang, ausgekleidet von dem Wimperepithel *we*; *bz*, Blutzellen; *dm*, dorsales Mesenterium; *gbl*, Genitalblutgefäß; *lm*, Längsmuskelfasern; *pe*, Peritonealepithel.

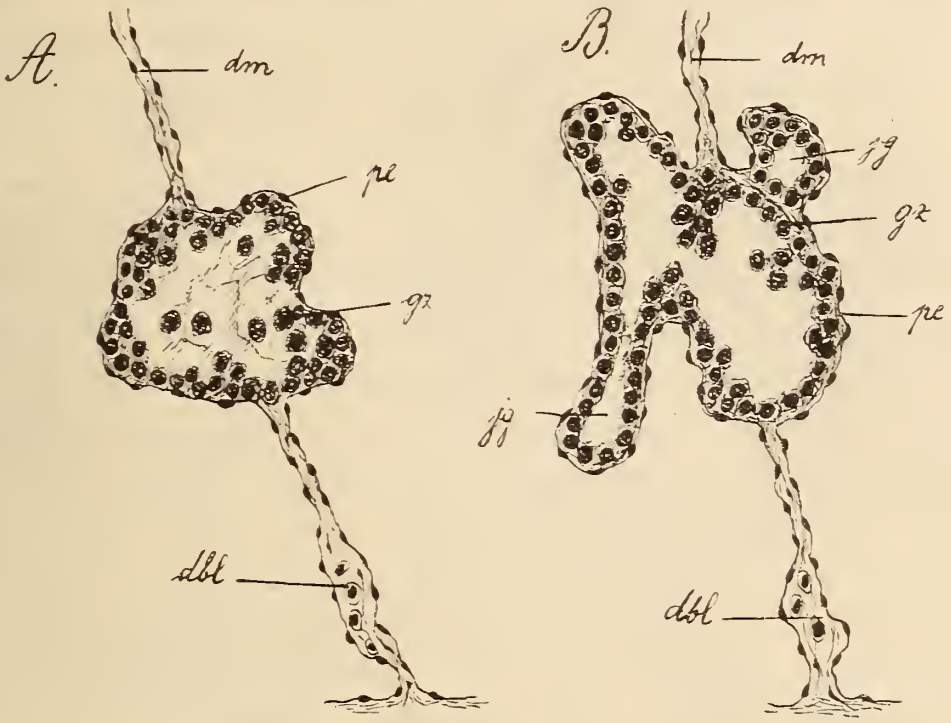
Wandung, sondern es bildet einen Sinus in dem Bindegewebe des Mesenteriums. Leicht erkenntlich macht sich das Blutplasma durch seine intensivere Farbstoffimprägnirung, wodurch es auf allen Präparaten sofort erkenntlich ist. In dem Blute befinden sich Plasmazellen, die sog. Blutzellen, welche amöboid beweglich sind. Sie besitzen einen ovalen bis runden Kern, der von einem hellen Plasmahofe umgeben wird. Das Plasma der Blutzellen färbt sich im Gegensatze zu dem des Blutes nicht. An dem Beginne der Geschlechtsbasis geht die Blutflüssigkeit in das Bindegewebe derselben hinein, von wo aus sie sich in die einzelnen Genitalschläuche vertheilt.

Entwicklung der Genitalschläuche. Nach Erledigung der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

histologischen Einzelheiten wende ich mich nun zu der Frage nach der Entwicklung der Genitalschläuche.

Die jüngsten Individuen, welche ich untersuchte, waren schon über das erste Stadium der Anlage der Geschlechtsorgane, wie es Russo (21) für *Holothuria polii* festgestellt hat, hinaus. Bei einem 3,5 mm langen Thiere sind im Mesenterium bereits Ausbuchtungen zu erkennen, die durch die starke Vermehrung der Geschlechtszellen verursacht worden sind. Die Keimzellen, deren Kerne 5,6 μ groß sind, ordnen sich schon zu einem inneren Epithel an (s. Textfig. 6 *A*).



Textfig. 6.

A, Querschnitt durch das dorsale Mesenterium eines 3,5 mm großen Exemplars von *Cucumaria laevigata*, die Anlage der Geschlechtsorgane zeigend; *B*, ein etwas älteres Stadium; *dbl*, dorsales Magengefäß; *dm*, dorsales Mesenterium; *gz*, Geschlechtszellen; *jg*, junge Genitalschläuche; *pe*, Peritonealepithel. Vergr. 390.

Mit wachsender Größe des Thieres werden die Ausbuchtungen immer zahlreicher und größer, so dass man bei einem 9 mm großen Stadium schon deutlich kleine Schläuche erkennen kann (s. Textfig. 6 *B*). Das Genitalblutgefäß ist als solches nicht wahrzunehmen; es besteht hier noch ein unmittelbarer Zusammenhang mit dem dorsalen Darmgefäß vermittels der Bindegewebslücken im Mesenterium. Von dem Ausführungsgange ist noch nichts zu bemerken.

Thiere von 20 mm Körperlänge (Fig. 9) lassen schon bei makroskopischer Untersuchung die Genitalbasis mit daransitzenden kleinen Schläuchen erkennen. Die hintersten Schläuche messen 1,5 mm. Der Ausführungsgang ist bereits vorhanden, sowie die Abzweigung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

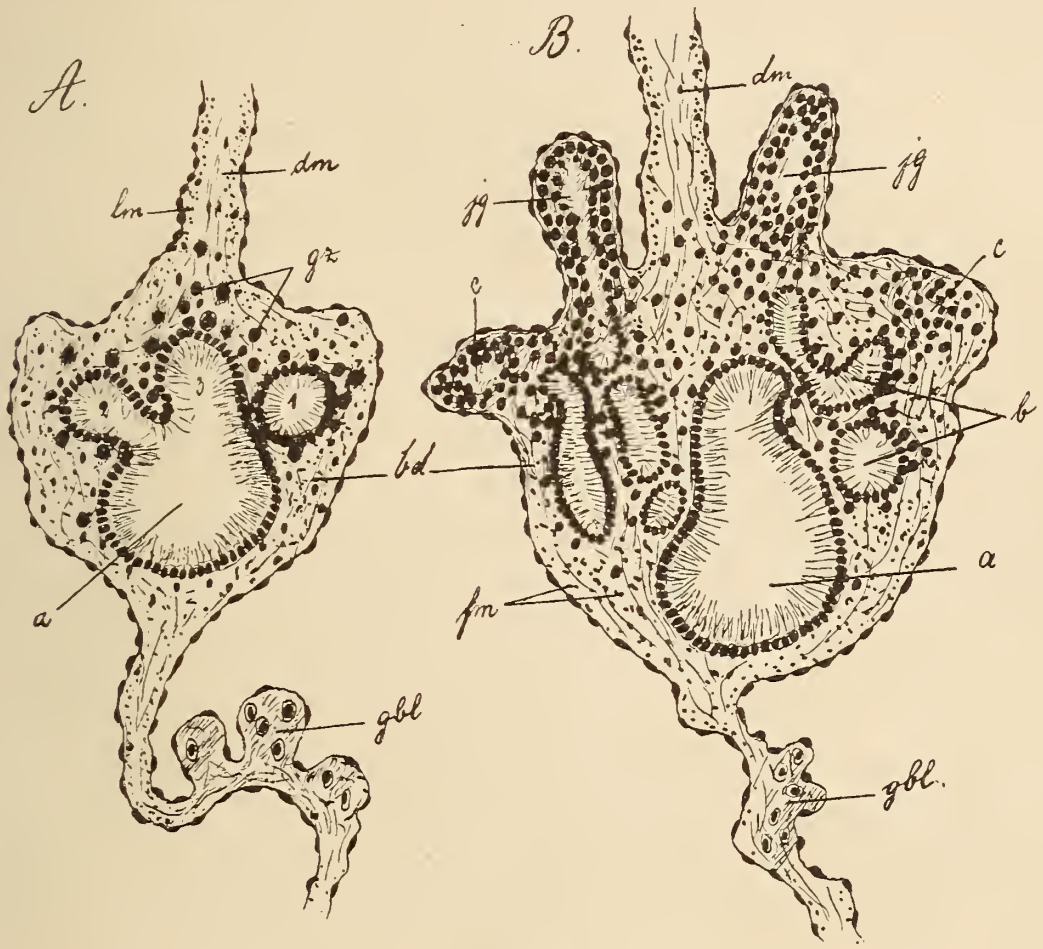
des Genitalblutgefäßes vom dorsalen Magengefäß sichtbar. Was die Entstehung des Ausführungsganges anlangt, so kann ich darüber keinen Aufschluss geben, da mir die entsprechenden Zwischenstadien, nämlich Thiere in der Größe von 9 mm bis 20 mm fehlten. Für die Entstehung wären folgende Möglichkeiten in Betracht zu ziehen: Entweder es entsteht der Gang durch eine Ausbuchtung des Mesenteriums von der Genitalbasis aus, oder durch Schizocölbildung im Mesenterium, was ich für das Wahrscheinlichere halte, doch müssen spätere, darauf gerichtete Untersuchungen näheren Aufschluss ertheilen.

An der Einmündungsstelle des Ausführungsganges in die Geschlechtsbasis sieht man auf Querschnitten eine große Anzahl kleiner Kanäle, die in das Innere von kleinen Ausstülpungen und Schläuchen führen. Nach hinten zu setzen sich immer größer werdende Schläuche an; die hintersten sind, als die zuerst angelegten, die ältesten. Da man bei allen Individuen an gleicher Stelle der Genitalbasis das gleiche Bild trifft, nämlich eine seitliche Hervorsprossung von Schläuchen aus Kanälen, und diese Schläuche später Geschlechtsprodukte entwickeln, so geht eben an dieser Stelle die Neubildung der Genitalschläuche vor sich, wesshalb ich fortan diesen vorderen Theil der Gonadenbasis als Knospungszone bezeichnen werde. An keiner anderen Stelle trifft man weitere derartige Neubildungszonen an (Fig. 1 *Kz*). Diese Knospungszone kommt auf folgende Art zu Stande: Verfolgt man Querschnittsserien durch den Ausführungsgang von vorn nach hinten, so sieht man zunächst in den vorderen Schnitten ein Bild, wie es Textfig. 5 wiedergiebt. Ein bis zwei Millimeter vor der Einmündung des Ganges in die Geschlechtsbasis faltet sich das Innenepithel des Kanals, und zwar die nach der Körperwand zu gelegene Hälfte. Etwas weiter nach hinten schnüren sich die Falten vollständig ab, so dass man dann neben dem Hauptkanale kleinere Seitenkanäle liegen sieht, die ihrerseits wieder Nebenkanäle abgeben (s. Textfig. 7 *A* u. *B*). Wir haben also hier mit anderen Worten eine reichliche Seitenverzweigung des Ausführungsganges vor uns, eine Verzweigung, die man im botanischen Sinne als monopodial bezeichnen würde.

Das Epithel der Seitenkanäle ist gleich dem des Hauptkanals bewimpert. Die Geschlechtszellen sind bei meinen Exemplaren nicht in einem besonderen Kanale gelagert, wie es Théel für *Mesothuria intestinalis* angiebt, sondern sie liegen in dem Bindegewebe der Knospungszone und zwar besonders zahlreich hinter dem Epithel der Seitenkanäle. Durch ihre starke Vermehrung scheinen sie die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erste Ursache zur Austreibung der kleinen Kanäle aus der Genitalbasis heraus zu sein und bewirken hierdurch die Bildung der jungen Keimschläuche. Solche junge, eben ausgestülpte Genitalschläuche sind in *B* der Textfig. 7 im Längsschnitt getroffen worden; der linke Schlauch zeigt noch seine Verbindung mit einem Seitenkanale. Beim Größerwerden der Keimschläuche scheint das mitausgestülpte innere Wimperepithel im Wachsthum zurückzubleiben, an seinem Grunde



Textfig. 7.

A zeigt einen Querschnitt durch den vorderen Theil der Knospungszone. Vom Hauptkanale *a* ist Kanal *1* bereits vollständig abgeschnürt, während *2* und *3* im Begriffe sind, sich abzutrennen. *B* stellt einen etwas weiter nach hinten gelegenen Schnitt dar; vom Hauptkanale *a* sind die Seitenkanäle *b* getrennt, *c* bedeutet den Querschnitt tiefer gelegener Genitalschläuche. Sonstige Bezeichnungen: *bd*, Bindegewebe, von zahlreichen Muskelfasern *fm* durchzogen; *dm*, dorsales Mesenterium; *gbl*, Genitalblutgefäß; *gz*, Geschlechtszellen; *jg*, junge, sich gerade ausstülpende Genitalschläuche; *lm*, Längsmuskelfasern. Vergr. 390.

aus einander zu weichen und den Keimzellen Platz zu machen, welche an seine Stelle rücken. Hieraus ließe sich auch erklären, dass die Gonaden an ihrer Anheftungsstelle innen bewimpert sind, oder mit anderen Worten, dass das Wimperepithel der Genitalbasis noch ein kleines Stück in die Schläuche hineinragt (Fig. 2 *we*). Eine solche Deutung lässt der Befund meiner Präparate zu, doch ist das Material

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht geeignet genug konservirt, um mir volle Sicherheit zu gewähren.

Was den Inhalt der größeren Schläuche des 20 mm langen Individuums betrifft, so enthalten diese sämmtlich junge Eizellen, deren Größe entsprechend der Schlauchlänge von 20 μ bis 76 μ schwankt. Auch in den allerjüngsten Schläuchen liegen in dem Keimepithel größere Zellen mit 8 μ bis 18,7 μ großen Kernen, deren Beschaffenheit anzeigt, dass auch hier die Ausbildung weiblicher Elemente vor sich geht (Fig. 4). Die Umbildung der jungen Eier zu reifen ist des Genaueren von Hamann (8, p. 87) für *Holothuria tubulosa* angegeben worden; ich brauche desshalb hierauf nicht weiter einzugehen. Alle untersuchten Thiere, die jungen wie die alten Stadien, zeigen nun, dass alle aus der Knospungszone entstehenden Genitalschläuche zunächst die weiblichen Elemente anlegen. Niemals waren zwischen diesen Schläuchen junge männliche zu beobachten oder gar ein vollständiger Wechsel zwischen den beiden Generationen zu bemerken. Es erhebt sich daher die Frage nach der Bildung der männlichen Schläuche. Um gleich die aufgeworfene Frage zu beantworten und das Resultat der nachfolgenden Untersuchungen an die Spitze zu stellen, so fand sich, dass die männlichen Schläuche aus den weiblichen durch einen Umbildungsprocess hervorgehen, der auf einer Zerstörung der angelegten weiblichen Elemente durch Phagocyten beruht. In beistehender Tabelle sind die untersuchten Exemplare, welche über Obiges Aufschluss gaben, nach ihrer Größe zusammengestellt, wobei viele Zwischenstadien, die gleiche Verhältnisse wie vorhergehende oder nachfolgende Stadien sie aufwiesen, der Übersicht

Thiergröße in mm	Inhalt der vorderen Schläuche	Inhalt der hinteren Schläuche	Reifezustand
3,5—9,0	—	—	—
20,5	♀	♀	—
25,0	♀♀	♀♂	♀♂
30,0	♀♀	♀♂♂	♀♂
34,0	♀♀♀	♀♂♂	♀♂
38,0	♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂
45,0	♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂
50,0—55,0	♀♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂♂
63,0	♀♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂♂
70,0	♀♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂♂
75,0	♀♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂♂
85,0	♀♀♀♀	♀♂♂♂	♀♂♂♂
90,0	♀♀♀♀	♀♂♂	♀♂♂
100,0	♀♀♀♀	♀♂♂	♀♂♂

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

halber weggelassen worden sind. Die erste Kolonne giebt die Größe des Thieres an; die zweite dient zur Bezeichnung des Inhaltes derjenigen Genitalschläuche, welche direkt unter der Knospungszone liegen, ob nämlich in ihnen Ei- oder Samenbildung zu erkennen ist, die dritte dient zur Inhaltserklärung der hintersten Schläuche und die vierte zur Bezeichnung des Reifezustandes, auf dem die Thiere sich gerade befanden, d. h. ob sie Eier oder Samenfäden in dem Ausführungsgange enthielten. Außerdem sind die wichtigsten Stadien dieser Tabelle in Figg. 8—15 schematisch wiedergegeben, woraus auch die Art und Weise der Entwicklung ersichtlich ist.

Die erste Ausbildung männlicher Schläuche trifft man hiernach bei einem 25 mm langen Thiere (Fig. 10 und Tab.). Es weist in dem vorderen Theile der Geschlechtsbasis dieselben Verhältnisse auf wie das zuletzt beschriebene Exemplar (Fig. 9). In der hintersten Region dagegen ist jederseits je ein männlicher Schlauch vorhanden, die beide schon reife Samenelemente ausgebildet haben. Im Vergleich zu den vor ihnen liegenden weiblichen Schläuchen sind sie dreimal so groß. Neben diesen männlichen Gonaden trifft man jederseits noch einen besonderen Schlauch an, der an Länge den männlichen gleich kommt, wovon der eine aber zwei, der andere noch drei Eizellen enthält. Diese Eizellen liegen nicht dicht zusammen, wie es in den weiblichen Schläuchen üblich ist, sondern sie sind durch reichlich sich vermehrende Epithelzellen getrennt, die sich in Längsfalten anordnen. Hand in Hand mit der großen Vermehrung der 5,6 μ messenden Keimzellen geht eine in dem Bindegewebe zu beobachtende stärkere Blutzufuhr (s. Fig. 5). Man findet diese Schlauchgebilde fast bei allen Individuen und zwar stets vor den männlichen Organen; die Eizellen, welche sie enthalten, sind etwas größer wie die aus den vor ihnen liegenden weiblichen Schläuchen. In diesen eben geschilderten Organen haben wir das Übergangsstadium zu samenproducirenden Schläuchen vor uns. Wie dieser Übergang stattfindet, zeigt ein Exemplar von 45 mm Körperlänge. Hier trifft man in den ältesten weiblichen Gonaden unter ganz normal aussehenden Eizellen (Durchmesser 0,135 mm) einige in Verfall begriffene Eier an, die durch die Thätigkeit von Fresszellen oder Phagocyten, auf welche ich weiter unten genauer eingehen werde, zerstört worden sind. Ferner kommen auf der rechten Seite der Geschlechtsbasis zwei Schläuche von oben geschildertem Aussehen vor (Fig. 5); sie enthalten außer dem gefalteten Innenepithel noch einige wenige Eizellen, von denen eine ebenfalls einer Zerstörung durch Phagocyten unterliegt (Fig. 6).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auf der linken Seite der Genitalbasis sind zwei gleiche Schläuche, jedoch ohne Eizellen; das Innenepithel ist in starker Vermehrung begriffen, dagegen noch keine Spermatozoenbildung bemerkbar, was wohl der Fall bei einigen anderen Exemplaren war. Diese Befunde lehren, dass zuerst in den Schläuchen eine Entwicklung von Eizellen stattfindet, nachher aber die angelegten Produkte zwecks Bildung männlicher Fortpflanzungszellen wieder aufgelöst, zerstört werden. Diese Zerstörung erstreckt sich nicht sofort auf alle Eizellen, sondern geht nach und nach vor sich. Doch scheint sie sich sehr rasch zu vollziehen, weil sie nur bei einigen Exemplaren zur Beobachtung gelangte.

Bei Beschreibung der weiblichen Genitalschläuche wurde zwischen den Eizellen eine indifferente Zellenmasse erwähnt (Fig. 2 *we*). Diese Masse ist es auch, welche sich nach Entfernung der Eizellen reichlich vermehrt und den hinterlassenen Raum ausfüllt, hierdurch eine Dehnung und ein Wachsthum des Genitalschlauches bewirkend. Sie bildet den Boden für die Entwicklung der männlichen Elemente; eine neue Einwanderung von Geschlechtszellen findet nicht statt. Die Ursamenzellen werden schon bei der Bildung des Schlauches von dem übrigen Keimepithel als indifferente Keimzellen aufgespart, die wir zwischen den Eizellen wiederfinden, und die nach Entfernung der Eier zur Samenbereitung schreiten. Wir haben es also in Wirklichkeit eigentlich nicht mit weiblichen Schläuchen, sondern mit Zwitterschläuchen zu thun, die aus der Knospungszone hervorsprossen. Es sei an dieser Stelle bemerkt, dass Schläuche, in denen es einmal zur Samenausbildung gekommen ist, diese Fähigkeit beibehalten und keine Eizellen mehr entwickeln. Derartige Schläuche tragen desshalb einen rein männlichen Charakter.

Mitunter kann die Samenproduktion in den Zwitterschläuchen schon dann vor sich gehen, wenn noch nicht alle Eier entfernt sind, was bei einem Exemplar zu beobachten war, wo sich in einem solchen Schlauche Spermatozoïden entwickelt haben, trotzdem noch zwei Eizellen anwesend sind (Fig. 15); doch ist dieses Vorkommen als ein Ausnahmefall zu betrachten. Die Anzahl der männlichen Organe nimmt mit der Länge des Thieres zu; so hatte das in der Tabelle mit 45 mm angegebene Individuum jederseits acht hiervon ausgebildet. Die bis dahin untersuchten Thiere befinden sich, wie aus Kolonne 4 ersichtlich, auf dem männlichen Reifezustand; bei diesen Thieren ist es noch nicht zu einer Eireife gekommen. Den weiblichen Reifezustand erkennt man nämlich bei *Cucumaria laevigata*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schon äußerlich durch die Ausbildung der Brutbeutel, in welchen die befruchteten Eier ihre ersten Entwicklungsstadien durchmachen. Die kleinsten Thiere mit Bruttaschen besaßen eine Länge von 42 mm bis 47 mm, waren jedoch so stark kontrahirt, dass ich sie in der Tabelle im Vergleich zu den anderen Exemplaren mit 50 mm resp. 55 mm angegeben habe. Auch diese Individuen zeigen, dass die aus der Knospungszone entstehenden Zwitterschläuche erst die weiblichen Elemente anlegen. Nach hinten nehmen die Gonaden an Größe zu. Am Grunde der Genitalbasis sitzen jederseits neun Schläuche, die ihren Inhalt an reifen Eiern schon entleert haben; in einigen sind noch reife Eier vorhanden (Figg. 12—14). Männliche Schläuche fehlen dagegen vollständig; an ihrer Stelle war auf beiden Seiten der Geschlechtsbasis eine Ansammlung zerstörter, von Phagocyten aufgenommenen Gewebstheile zu sehen. Es werden mithin zur Zeit der Eireifung sämmtliche männlichen Schläuche entfernt, was wohl einer Selbstbefruchtung vorbeugen soll. Auch die Übergangsstadien zu den männlichen Organen fehlen vollständig.

Ein eigenthümliches Bild bieten die hinteren Schläuche, da sie nicht nach der Eiablage resorbirt, sondern zu männlichen Gonaden umgebildet werden. Sie verhalten sich also gerade wie diejenigen Zwitterschläuche, in denen die Eier nicht völlig ausreifen und frühzeitig schon entfernt werden. Wie vorhin erwähnt, sind in einigen Schläuchen reife Eier zurückgeblieben. Es sind dies nicht zur Ausstoßung gelangte Eier, welche aber nicht noch nachträglich abgelegt werden, sondern von massenhaft im Schlauch auftretenden Phagocyten zerstört werden. In einzelnen Schläuchen beginnt gerade die Thätigkeit der Fresszellen (Fig. 16), in anderen sieht man noch einige Dotterüberreste. Wieder andere zeigen, dass die Aufzehrung schon vollständig beendet ist; die mit Dottermaterial beladenen Phagocyten liegen hier in Reihen geordnet hinter dem Innenepithel. Es scheint, dass in jedem Schlauch ein solcher Vertilgungsprocess zurückgebliebener Eier vor sich geht, da man Anzeichen dieses Vorganges in allen Schläuchen vorfindet. Einer gleichen Zerstörung fallen auch die von den Eiern zurückgelassenen Follikelhäute anheim. Die Phagocyten (Fig. 7) besitzen einen 7,2 μ großen ovalen bis rundlichen Kern, umgeben von einem fein granulirten Plasmahof; sie bewegen sich amöboïd vorwärts. Ihre Vermehrung geschieht durch direkte Theilung, indem sich ihr Kern biskuitförmig einschnürt (Fig. 7 c). Außer diesen Plasmazellen trifft man mitunter Fresszellen mit nur 3,6 μ großen Kernen an, die in einem großen Plasmaleibe lagern, aber

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

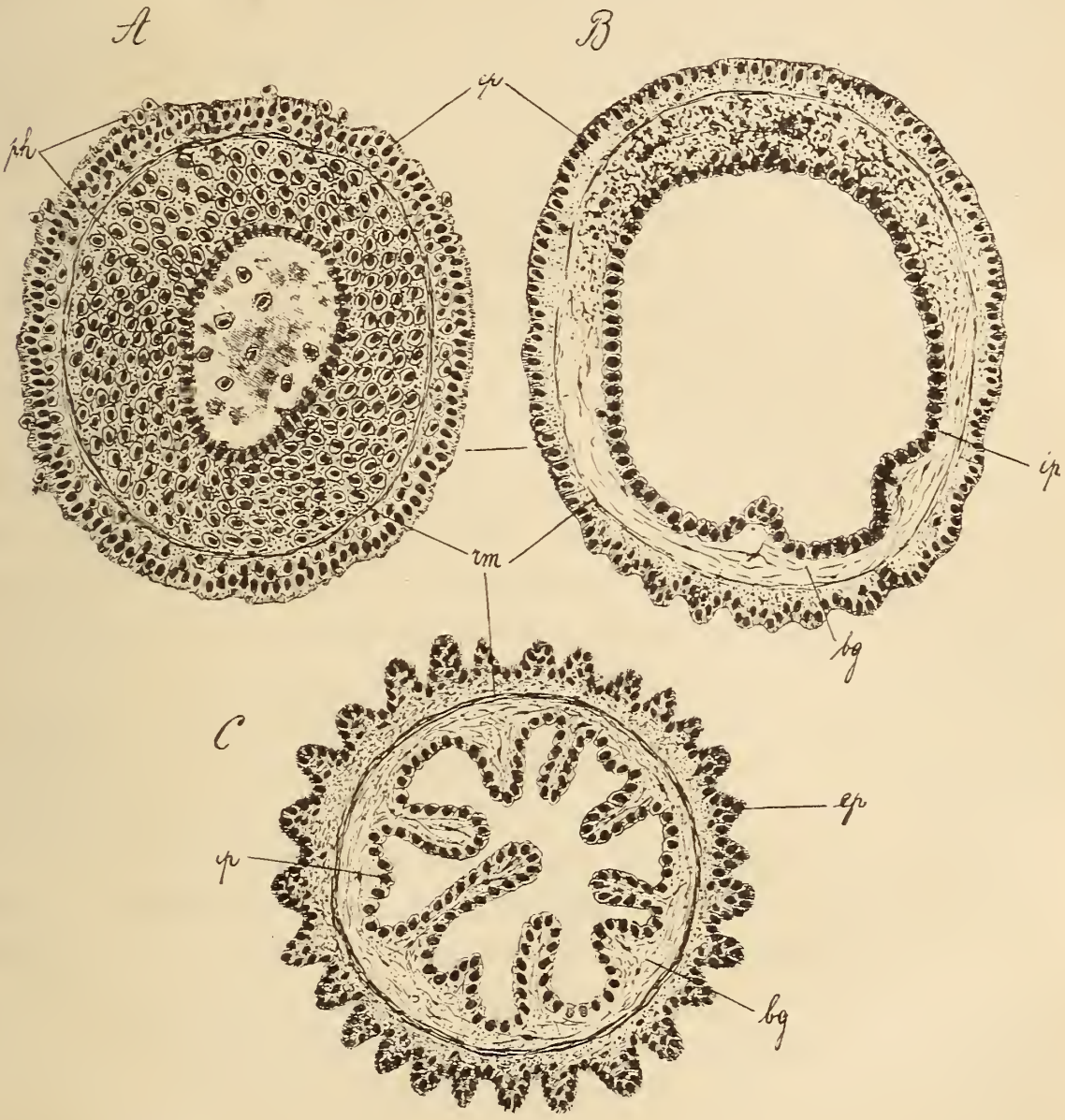
wahrscheinlich nur als Theilungsstadien der ersteren Zellart aufzufassen sind, da die Größe ihres Kernes mit den Kerntheilungsstücken derselben identisch ist (Fig. 7*b*).

So weit ich es an meinem Materiale feststellen konnte, geschieht die Einwanderung der Phagocyten von der Leibeshöhle aus in die Genitalschläuche hinein (Fig. 16). Sie durchbrechen das äußere Epithel, die Muskelschicht, das innere Epithel und begeben sich an das Aufzehren zurückgebliebener Eier und Follikelhäute. Mit Material beladen ziehen sie sich hinter das innere Epithel des Schlauches zurück, wo sie sich ihrer Stoffe entledigen und wieder nach außen zu wandern scheinen. Ob dieses wirklich der Fall ist, oder ob die Zellen in das Blutsystem eintreten, wofür ebenfalls Anzeichen vorhanden sind, weil man im Genitalblutgefäß neben den bekannten Blutzellen mit Dotter beladene Phagocyten vorfindet, kann ich mit Sicherheit nicht feststellen; hierzu wären Experimente an lebendem Material erforderlich.

Wie sich die Umbildung der Schläuche zu männlichen Organen vollzieht, konnte ich an einem anderen Exemplare, das Eier in den Brutbeuteln enthielt, beobachten, da hier der Process des Aufzehrens schon vollständig beendet war. Wie diese Umwandlung geschieht, veranschaulicht Textfigur 8. Die erste Figur stellt einen Querschnitt durch einen Schlauch dar, wo die mit Dotterbestandtheilen vollgepfropften Phagocyten in mehreren Reihen hinter dem Innenepithel lagern. In *B* sieht man an ihrer Stelle auf der einen Schlauchhälfte eine fein granulirte Masse von gleichem Aussehen, wie der von den Plasmazellen aufgenommene Dotter sie besitzt — die meisten Phagocyten sind verschwunden, einige liegen noch zwischen den Zellen des Innenepithels — während in der anderen Hälfte des Schlauches ein anscheinend plasmafreier, jede Tinktion verweigernder Raum vorhanden ist, der von Bindegewebszellen durchzogen wird. Dieser Raum wird wohl dadurch zu Stande gekommen sein, dass die von den Phagocyten in den Schläuchen umgesetzten Dottermassen in das Blutsystem aufgenommen worden sind, weil sich bei diesem Exemplare in dem Genitalgefäß neben dem ziemlich homogen aussehenden Blutplasma Ansammlungen gelöster Dotterelemente vorfinden. Mit dem Verschwinden des überflüssigen Materials beginnt auch eine starke Kontraktion der Schläuche, die durch vorangegangene Processe sehr gedehnt wurden. Bei diesem Vorgang nähert sich die Ringmuskelschicht dem inneren Epithel, wobei das äußere Epithel mitgezogen und in Falten gelegt wird, wie dies in *B* und *C* der Textfigur zu sehen ist. Hiermit geht auch zugleich eine Faltung des

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Innenepithels Hand in Hand, und zwar verläuft die Kontraktion und Faltenbildung von dem Hinterende des Schlauches nach vorn, so dass bei demselben Schlauche das Hinterende bereits das Aussehen von *C* aufweist, während das Vorderende noch stark erweitert ist und sich auf dem Stadium *B* befindet.



Textfig. 8.

Querschnitte durch Zwitterschläuche, die Umbildung zu männlichen Schläuchen zeigend. Erklärung der Figuren im Text. *bg*, Bindegewebe; *ep*, äußeres Epithel; *ip*, inneres Epithel; *ph*, Phagocyten; *rm*. Ringmuskelfasern. Vergr. 200.

Außer diesen hintersten, zu männlichen Fortpflanzungsorganen sich umbildenden Schläuchen trifft man auch in einigen vorderen Gonaden die Anfänge eines gleichen Vorganges, indem bereits unreife Eier von Phagocyten zerstört werden. Dieses Individuum wird also zu einer etwas späteren Zeit genau dieselben Verhältnisse wieder aufweisen, wie wir sie im Allgemeinen vorgefunden haben: in den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vorderen Zwitterschläuchen Eibildung, in weiter dahinter gelegenen Zerstörung der angelegten Eier und Umbildung zu männlichen Organen, während die hinterste Region der Genitalbasis von rein männlichen Schläuchen eingenommen wird.

Eines tritt nun aber bei allen weiter untersuchten Exemplaren noch hinzu, was diese speciell von den jüngeren Stadien, welche eine Eireifung noch nicht überstanden haben, unterscheidet, nämlich eine Resorption der ältesten männlichen Schläuche, womit auch eine solche der Genitalbasis verbunden ist (Fig. 15). Diese Resorption geht von dem Hinterende des Schlauches aus und schreitet immer weiter vorwärts, was ein allmähliches Verschwinden des Organs zur Folge hat. Die Phagocyten, die hier in Thätigkeit treten, gehören zu den großkernigen Formen. In Resorption begriffene männliche Schläuche, oder Spuren derselben, trifft man jedoch nur immer in geringer Anzahl, meist zwei bis drei auf jeder Seite der Geschlechtsbasis. Mit diesem Befunde an *Cucumaria laevigata*, sowie demjenigen an *Mesothuria intestinalis* wird die Allgemeingültigkeit des Satzes, dass die Geschlechtsorgane der Holothurien während der ganzen Dauer ihres Lebens erhalten bleiben und funktioniren, beseitigt. Weitere Untersuchungen an anderen Arten müssen darthun, ob auch hier eine Resorption der ältesten Genitalschläuche vorhanden ist.

Was die Zahl der ausgebildeten männlichen Organe anlangt, so schwankt diese bei größeren Individuen von 55 mm bis 80 mm Körperlänge zwischen zehn und achtzehn jederseits. Das größte Exemplar mit Brutbeutel [75 mm] stimmt in seinen Verhältnissen mit denen der kleineren Thiere überein. Wie die Verhältnisse bei ganz alten Thieren liegen, kann ich nicht genau angeben. Wohl stand mir ein 120 mm großes Exemplar zur Verfügung, doch waren durch zu langes Aufbewahren in Alkohol die Geschlechtsschläuche schon zu stark macerirt. Die Genitaldrüse war hier zu enormer Entfaltung gekommen. Außer kleinen Schläuchen in der Gegend der Knospungszone waren jederseits an hundert 45 mm lange Schläuche vorhanden, die, nach ihrer Länge zu urtheilen, als männliche Schläuche anzusehen wären, über deren Inhalt ich jedoch aus oben angeführtem Grunde nichts Bestimmtes mitzutheilen vermag.

Am Schlusse der Untersuchungen angelangt, ergiebt sich aus der Zusammenfassung derselben für die zwittrige *Cucumaria laevigata* bezüglich der Geschlechtsorgane folgender Entwicklungsgang:

1) Die Genitalschläuche entstehen als Ausstülpungen aus einer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Knospungszone, die den oberen Theil der Geschlechtsbasis einnimmt und aus vielen vom Hauptkanale abgeschnürten Kanälen besteht.

2) Alle aus der Knospungszone entstandenen Schläuche sind Zwitterschläuche. Diese legen sowohl bei jungen wie bei alten Thieren aus einem Theile der Geschlechtszellen zuerst die weiblichen Elemente an, ein zweiter Theil wird für die Follikelbildung verbraucht, während ein dritter Theil in seinem ursprünglichen Zustand verharrt und später zur Samenbildung verwendet wird.

3) An dem hintersten Theil der Geschlechtsbasis kommt es zur Ausbildung rein männlicher Organe, die aus den Zwitterschläuchen durch einen eigenartigen Umbildungsprocess entstehen, indem in diesen durch Thätigkeit von Phagocyten die angelegten weiblichen Elemente beseitigt werden. An deren Stelle treten die Samenbildungszellen, die aus einer reichlichen Vermehrung der im Zwitterschlauche anwesenden indifferenten Geschlechtszellen hervorgehen.

4) Von den Geschlechtsprodukten werden zuerst die männlichen Elemente vollständig ausgebildet; die Thiere funktioniren die erste Zeit ihres Lebens als männliche Individuen.

5) Die Entwicklung reifer Eier findet erst bei größeren Thieren statt, indem der Eireifung eine Zerstörung der bis dahin ausgebildeten männlichen Schläuche vorangeht. Sind die Eier aus den Schläuchen entfernt — wobei immer ein bis mehrere Eier zurückzubleiben scheinen, die nachher von Phagocyten beseitigt werden — so bilden sich diese zu rein männlichen Gonaden um.

6) Von der ersten Eiablage an beobachtet man ein fortwährendes Resorbiren der ältesten männlichen Schläuche, mit der auch eine Resorption der hinteren Genitalbasis Hand in Hand geht.

7) Ei- wie Schlauchresorption wird von Phagocyten ausgeführt, die alle gleiches Aussehen besitzen; es sind großkernige Plasmazellen. Die weniger häufig auftretenden kleinkernigen Plagocyten sind wahrscheinlich Theilungsstadien der großkernigen.

Wie findet nun dieser eigenthümliche Entwicklungsgang seine hinreichende Erklärung? Wir sehen hier aus einer Knospungszone junge Geschlechtsschläuche sich entwickeln, die nach ihrem späteren Verhalten einen zwittrigen Charakter an den Tag legen. Vorerst kommt jedoch diese Eigenschaft nicht voll zur Geltung, indem der weibliche Theil wohl angelegt, aber später, zwecks Bildung männlicher Elemente, wieder unterdrückt wird. Ist es dann in einem Schlauche zur Bildung der männlichen Fortpflanzungsprodukte gekom-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

men, so behält dieser Schlauch fortan diese Eigenschaft der Samenproduktion bei, verliert also hierdurch seinen ursprünglich zwittrigen Charakter. Auch nach der ersten Eiablage büßen die Schläuche, in welchen die Eier heranreiften, ihren zwittrigen Charakter ein und funktioniren später eine Zeit lang als rein männliche Organe. In diesem eigenthümlichen Verhalten der Geschlechtsorgane bei *Cucumaria laevigata* können wir vielleicht ein Übergangsstadium von einer zwittrigen Form zu einer getrenntgeschlechtlichen sehen.

Bei den zwittrigen Synaptiden nämlich entwickeln sich in zwittrigen Schläuchen abwechselnd die männlichen und weiblichen Elemente, so dass man z. B. in einem reifen männlichen Schlauche im Inneren Spermatozoën und junge Eizellen bemerkt. Bei *Cucumaria laevigata* ist dieses Verhalten nicht mehr vollständig innegehalten worden. Wohl sind hier die entstehenden Schläuche zwitterig, verlieren aber mit der Zeit diesen Charakter und werden zuletzt zu Schläuchen, die nur noch ein Geschlechtselement produciren. Eine weitere Ausbildung dieses Verhaltens, wo auch in den jungen Gonaden nur das eine oder andere Element ausschließlich zur Entwicklung gelangt, führt zu getrenntgeschlechtlichen Individuen hinüber. Hiermit steht auch die phylogenetische Entwicklung, welche Ludwig (16) für den Holothurienstamm aufgestellt hat, im Einklang. Der Befund an *Cucumaria laevigata* könnte als ein weiteres Beweisglied für die Richtigkeit der Ludwig'schen Ansicht gelten. Es gehören hiernach die Synaptiden zu dem Dendrochirotenstamme und haben sich von diesem am frühesten abgezweigt. Sie werden mithin auch die ursprünglicheren Verhältnisse bezüglich der Geschlechtsorgane bewahrt haben, während es unter den Molpadiiden und Dendrochiroten zu einer vollständigen Trennung der Geschlechter gekommen ist. Diese Trennung ist bei *Cucumaria laevigata* nicht ganz durchgeführt; Anklänge an die bei den Synaptiden vorkommenden Verhältnisse sind bei einem Exemplare noch zu finden gewesen, wo ein Zwitterschlauch mit reifen Samenelementen und jungen Eizellen vorhanden war (Fig. 15). Dass mit zunehmendem Alter die Thiere immer mehr dazu neigen den zwittrigen Charakter abzulegen und speciell männlich zu werden, scheint mir, nach dem Aussehen des größten Exemplares zu urtheilen, sehr wahrscheinlich zu sein. Es würde also diese Neigung im Laufe der Zeit dahin führen, dass auch *Cucumaria laevigata* zu den getrenntgeschlechtlichen Holothurien zu zählen wäre.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

An dieser Stelle habe ich mich noch einer angenehmen Pflicht zu entledigen, nämlich Herrn Geheimrath Prof. Dr. Ludwig für die freundliche Unterstützung, welche er meiner Arbeit hat angedeihen lassen, zu danken. Ferner bin ich Herrn Prof. Dr. Voigt und Gräfin Dr. Maria v. Linden für ihr mir gezolltes Interesse ebenfalls zu herzlichem Danke verbunden.

Bonn, im Januar 1902.

Litteraturverzeichnis.

1. A. Bauer, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. Dresden 1864. Nova Acta Acad. Leop. Carol. T. XXXI.
2. L. Bordas, Recherches sur les organes de la génération de quelques Holothuries. Ann. de la Faculté des Sciences de Marseille. T. IX, 4. 1899.
3. Ders., Études sur l'anatomie et les fonctions physiologiques des poumons aquatiques des Holothuries. Ann. Musée d'Histoire Nat. de Marseille. T. V. No. 3. 1899.
4. L. Cuénot, Études morphologiques sur les Echinodermes. Arch. Biol. T. XI. 1891.
5. Ders., Notes sur les Echinodermes. Zool. Anz. Bd. XV. pag. 121. 1892.
6. J. Gerould, The anatomy and histology of Caudina arenata (Gould). Bull. of the Mus. of Comp. Zoology at Harvard College. Vol. XXIX. No. 3. p. 123—190. 1896.
7. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. I. Die Holothurien. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883.
8. Ders., Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884.
9. Ders., Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Ibid. Bd. XLVI. 1888.
10. E. Hérouard, Recherches sur les Holothuries des côtes de France. Arch. Zool. exp. 2me série. T. VII. 1889.
11. Iwanzoff, Über die physiol. Bedeutung der Eireifung. Bull. Soc. Natur. Moscou (2). T. XI. 1897. 3/4.
12. Et. Jourdan, Recherches sur l'histologie des Holothuries. Ann. du Musée d'Hist. Nat. de Marseille. Zoologie T. I. 1883. Mém. No. 6.
13. R. Koehler, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence. Ibid. Mém. No. 3.
14. K. Lampert, Die Seewalzen. (In: Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. Bd. IV. 3. Abthlg. Wiesbaden 1885.)
15. A. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. IV. Abthlg. Jena 1894.
16. H. Ludwig, Echinodermen. Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thierreiches. II. 3. I. Buch. Die Seewalzen. 1889—1892.
17. Ders., Zur Entwickelungsgesch. d. Holothurien. Sitzungsber. Kgl. Preuß. Akad. Wiss. Nr. 10. p. 179—192. Nr. 32. p. 603—612. 1891.
18. Ders, Holothurien. Hamburger Magalhaensische Sammelreise. Hamburg 1898.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

19. H. Östergren, Zur Anatomie der Dendrochiroten. Zool. Anz. Bd. XXI. p. 102—110 u. 123—136. 1898.
20. C. Prowazek, Zell- und Kernstudien. Zool. Anz. Bd. XXIII. p. 305—309. 1900.
21. A. Russo, Nuovo contributo all' embriologia degli Echinodermi. Boll. Soc. Natur. in Napoli. Vol. X. 1896.
22. Ders., Sul cosidetto canale problematico delle Oloturie. Nuovo contributo alla morfologia degli Echinodermi. Ibid. Vol. XI. 1897.
23. Ders., Nuove osservazioni sulla morfologia degli Echinodermi. Ibid. 1898.
24. Ders., Sulla funzione renale dell' organo genitale delle Oloturie. Istit. Anat. Univers. di Cagliari. 1900.
25. E. Schultz, Über den Process der Exkretion bei den Holothurien. Biol. Centralbl. Bd. XV. 1895.
26. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. II. Theil. Wissenschaftl. Result. Bd. I. Holothurien. Leipzig 1868.
27. R. Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. V. Holothurien. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. X. 1876.
28. H. Théel. On a singular case of hermaphrodism in Holothurids. Svenska Vet.-Acad. Handlingar. Bd. XXVII. Abth. IV. No. 6. 1901.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

ae, äußeres Schlauchepithel;
bg, Bindegewebe;
blf, Blutflüssigkeit;
blz, Blutplasmazellen;
ez, Eizellen;
fz, Follikelzellen;
igs, indifferente Geschlechtszellen;
je, junge Eizellen;
ke, Keimepithel des Genitalschlauches;
ph, Phagocyten;
rm, Ringmuskulatur.

Tafel XXXIX.

Fig. 1. Dorsales Mesenterium mit Geschlechtsdrüse. *ag*, Ausführungsgang; *d*, Darm; *dbl*, dorsales Magengefäß; *dm*, dorsales Mesenterium; *gbl*, Genitalblutgefäß; *Kz*, Knospungszone der Genitalschläuche; *ze*, Zwitterschläuche mit Eizellen; *zs*, männliche Schläuche.

Fig. 2. Längsschnitt durch einen jungen Zwitterschlauch. *we*, wimperndes Innenepithel an der Ansatzstelle des Schlauches an die Genitalbasis. Vergr. 390.

Fig. 3. Querschnitt durch einen Keimschlauch, in welchem die Ausbildung der Samenelemente vor sich geht. Vergr. 145.

Fig. 4. Querschnitt durch einen Schlauch aus der Knospungszone. Vergr. 390.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Zwitterschlauch, in welchem noch einige Eizellen vorhanden sind, während die übrigen von Phagocyten beseitigt wurden. Vergr. 145.

Fig. 6. Zeigt in einem solchen Schlauche eine durch Phagocyten zerstörte Eizelle. Vergr. 200.

Fig. 7. Phagocyten bei starker Vergrößerung (790). *a*, die großkernige,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

b, die kleinkernige Form; *c*, Vermehrung einer großkernigen Form durch direkte Theilung.

Figg. 8—15. Geben einen schematischen Überblick über die Entwicklung der Geschlechtsorgane. Die Erklärung der Figuren im Text. Mit blauer Farbe sind die Eier gekennzeichnet, mit rother Farbe die Spermatozoiden, während die schwarze Punktirung die Vertheilung der indifferenten Geschlechtszellen in den einzelnen Schläuchen anzeigen soll. Was die Größe der Thiere betrifft, so betrugen die Maße in der Reihenfolge der Figuren: 6, 20, 25, 38, 50 mm für die Figg. 8—11, 14, und 70 mm für Fig. 15. Die Figg. 12 und 13 sind nach dem Befunde der Fig. 14 ergänzt worden.

Fig. 16. Querschnitt durch einen Zwitterschlauch, welcher reife Eier ausgestoßen hat, und in dem ein Ei zurückgeblieben ist, das durch Phagocyten beseitigt wird. Der Eidotter *dt* ist der Deutlichkeit halber mit rother Farbe hervorgehoben worden. Bei * sieht man das Eindringen der Fresszellen in das Schlauchinnere. Ein Theil der Phagocyten liegt schon mit Dotterbestandtheilen beladen hinter dem wenig hervortretenden Innenepithel des Schlauches. *fh* ist eine zurückgelassene Follikelhaut eines ausgestoßenen Eies, die ebenfalls nach und nach von Phagocyten zerstört wird.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1.

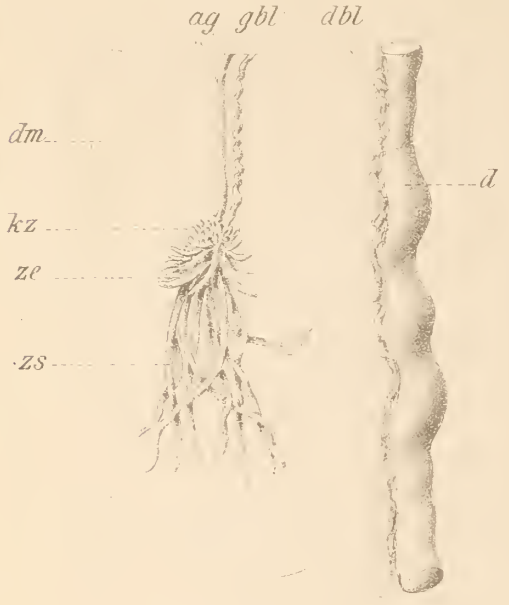


Fig. 5.

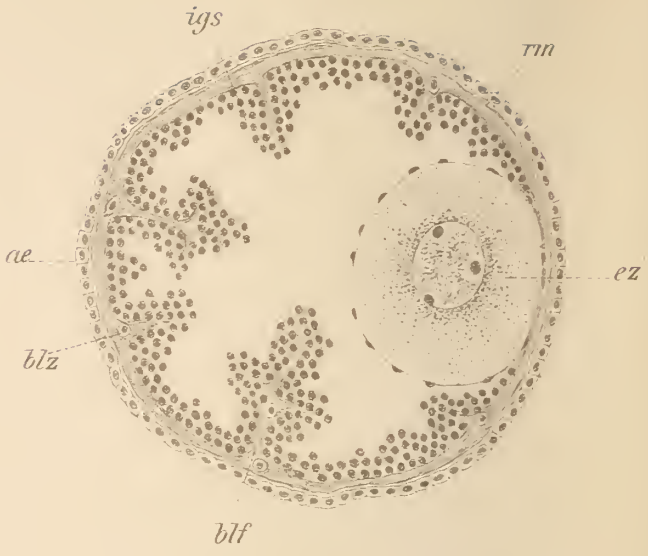


Fig. 4.

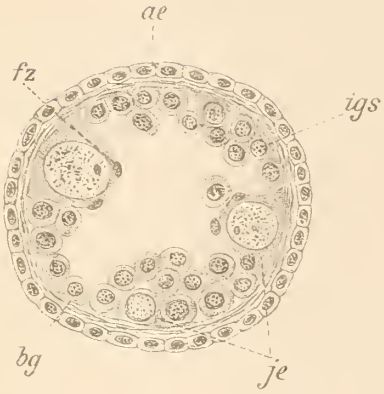


Fig. 2.

Fig. 6.

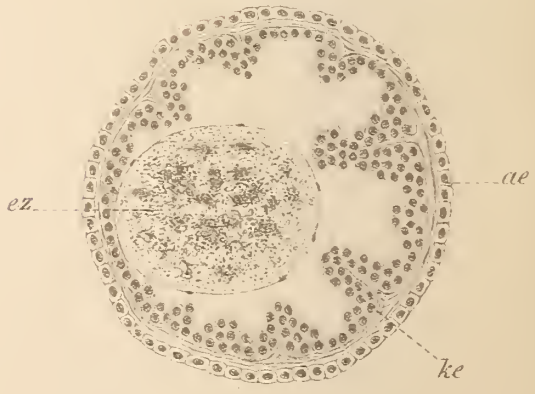


Fig. 3.

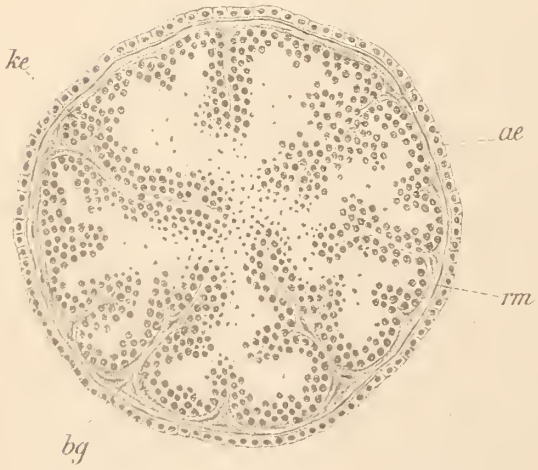
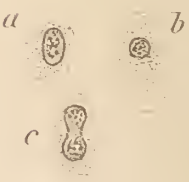


Fig. 7.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 15.

Fig. 13.

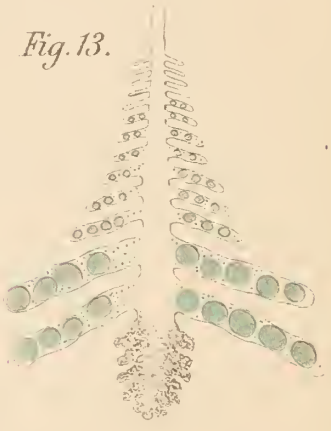
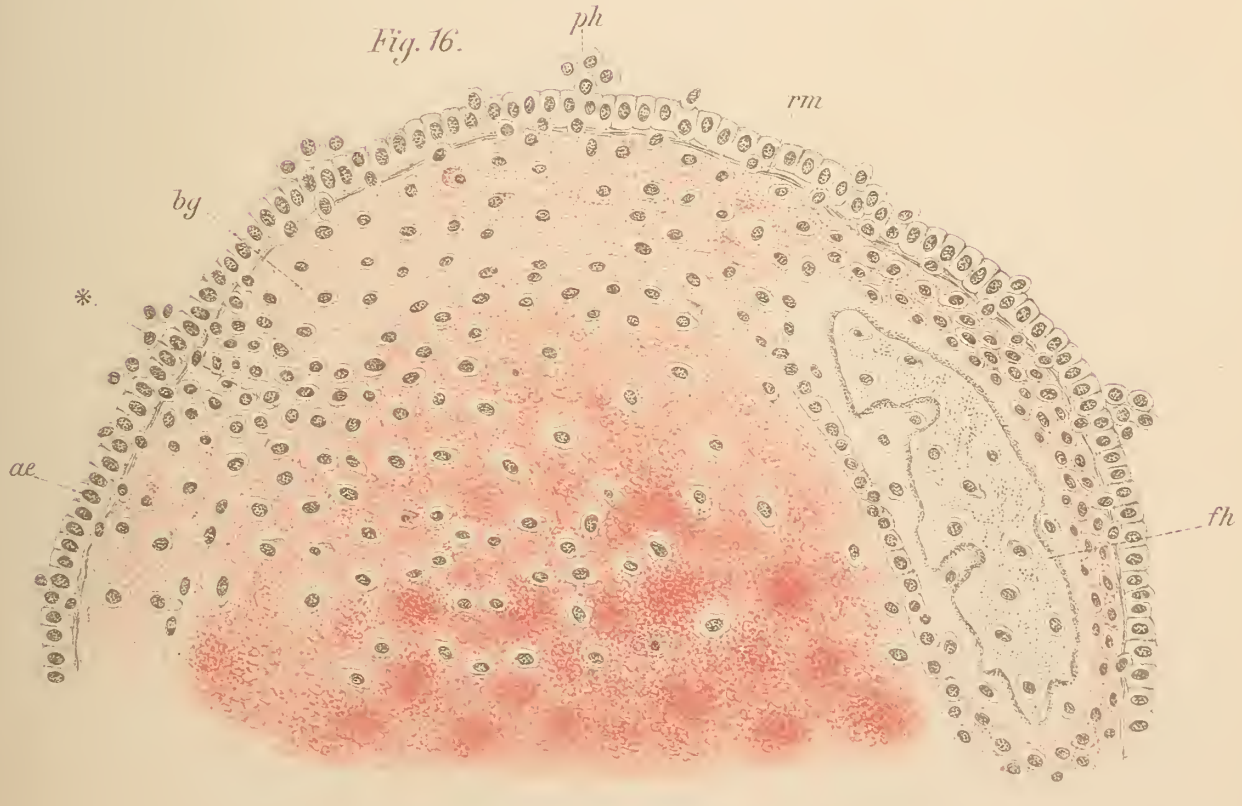


Fig. 14.

Fig. 16.



Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1.

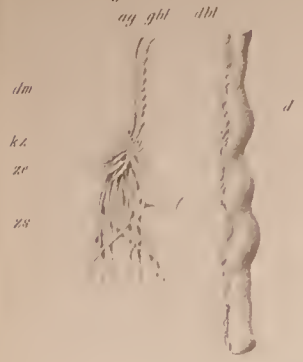


Fig. 5.

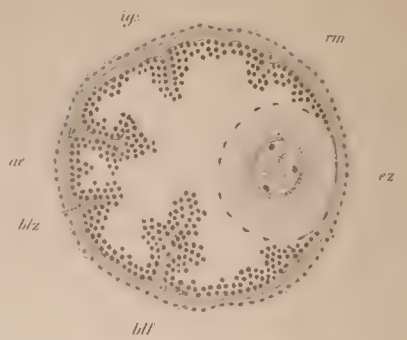


Fig. 4.

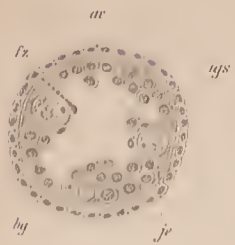


Fig. 2.

Fig. 6.

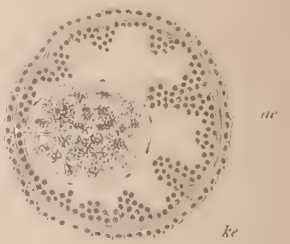


Fig. 3.

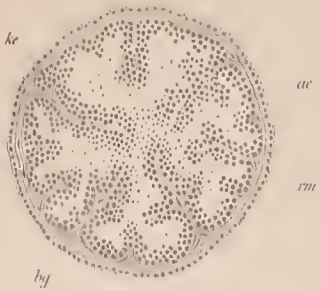


Fig. 7.

Fig. 8

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12

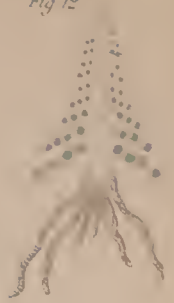
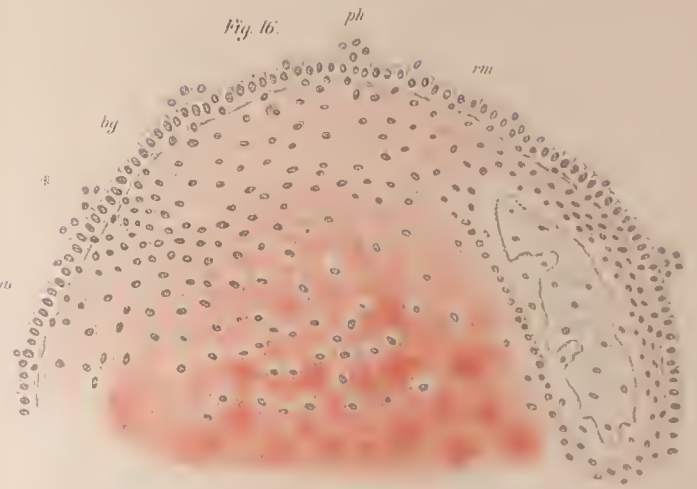


Fig. 15.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 16.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Ackermann August

Artikel/Article: Über die Anatomie und Zwittrigkeit der Cucumaria laevigata 721-749