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

Beiträge zur Anatomie der Asteriden.

Von

Dr. Hubert Ludwig,

Privatdocent und Assistent am zoologisch-zootomischen Institut in Göttingen.

Mit Tafel V—VIII und zwei Holzschnitten.

Die Untersuchungen, welche ich hier in Fortführung meiner Echinodermenstudien den Fachgenossen vorlege, sind schon vor längerer Zeit, Herbst 1875, begonnen und seither fortgesetzt worden. Sie beziehen sich, soweit ihre Ergebnisse im Folgenden mitgetheilt werden sollen, auf das Wassergefässsystem, das Blutgefässsystem, das Nervensystem, die Geschlechtsorgane und die Leibeshöhle der Seesterne. Ausgeführt wurden sie in dem hiesigen zoologisch-zootomischen Institute, dessen Mittel mir durch die gewohnte Güte des Directors desselben, Herrn Professor Ehlers, zur Verfügung standen.

Das Wassergefässsystem.

Unsere Kenntniss vom Baue der Madreporenplatte der Seesterne ist bis jetzt noch keineswegs eine erschöpfende. Nachdem Sharpey[1]) und L. Agassiz[2]) die Poren derselben nachgewiesen hatten und durch Joh. Müller[3]) die Wimperbewegung an den letzteren aufgefunden worden war, hat erst Jourdain[4]) den Verlauf der Porencanälchen im Innern der Madreporenplatte genauer verfolgt. Bei Asteracanthion rubens beschreibt er in der Madreporenplatte ein System von horizontalen, in ihrem Verlaufe den Furchen der Aussenseite der Platte ent-

1) Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II. 1836—1839. p. 35.

2) Froriep's Notizen etc. III. Reihe. V. 1848. p. 145—148. Zoologische Beobachtungen von L. Agassiz.

3) Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 86.

4) S. Jourdain, Recherches sur l'appareil circulatoire de l'étoile de mer commune (Asteracanthion rubens). Comptes rendus. T. LXV. 1867. p. 1002—1004.

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

sprechenden Radiärcanälen, aus welchen kleinere Röhrchen senkrecht aufsteigen und im Grunde der Furchen ausmünden. Diese Angaben, die ich, wie aus dem Folgenden ersichtlich wird, durchaus bestätigen kann, sind denjenigen Forschern, bei welchen sich neuerdings Angaben über den Bau der Madreporenplatte finden, unbekannt geblieben.

Hoffmann [1]) verweist hinsichtlich der Structur der Madreporenplatte der Asteriden auf seine Angaben [2]) über Echinoideen, mit deren Madreporenplatte diejenige der Asteriden histologisch vollständig übereinstimme. Mit diesem Hinweis ist indessen wenig gesagt, denn die Hoffmann'sche Beschreibung des Baues der Madreporenplatte der Echinen und Spatangen ist höchst mangelhaft; sie beschränkt sich auf die Angabe, dass das verkalkte Gewebe der Madreporenplatte dieselbe netzförmige Anordnung besitzt, welcher wir in fast allen übrigen verkalkten Theilen der Echinodermen begegnen. Er fügt allerdings hinzu, dass man an feinen Schliffen zwischen den Kalknetzen 0,05—0,06 Mm. grosse, länglich ovale Maschen sieht, die nicht hohl, sondern mit einer körnigen Substanz angefüllt seien. Hoffmann hat die wahre Natur dieser grösseren Maschen gänzlich verkannt. Sie sind nichts anderes als die Querschnitte der Porencanäle, welche die Madreporenplatte durchsetzen. Die körnige Substanz, mit welcher Hoffmann sie angefüllt sein lässt, wird wohl nur durch das Schleifen in dieselben hineingelangt sein. An jedem Horizontalschnitt durch die Madreporen eines Echinus kann man sich von dem Irrthum Hoffmann's überzeugen; bei Echinus lividus haben die Porencanälchen genau den von Hoffmann für seine grossen Maschen angegebenen Durchmesser. Es ist kaum begreiflich, wie Hoffmann dazu gekommen ist, in ein und derselben Abhandlung die Canälchen der Madreporenplatte zu verkennen, und letztere dennoch, ohne anderweitige Durchbohrungen derselben zu beschreiben, als einen Apparat für die Zufuhr des Wassers in das Wassergefässsystem, und, was übrigens gleichfalls irrthümlich ist, in die Leibeshöhle zu schildern.

Teuscher [3]) behauptet, dass die Canäle der Madreporenplatte denselben Bau besitzen wie der Steincanal, eine Behauptung, welcher ich nicht beizupflichten vermag.

Es lassen mir meine eigenen Untersuchungen keinen Zweifel daran, dass die Madreporencanälchen der Asteriden (sowie auch der übrigen

1) Zur Anatomie der Asteriden. Niederländisches Archiv für Zoologie. II. 1872. p. 22.

2) Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederländisches Archiv für Zoologie. I. p. 15. Taf. III, Fig. 1.

3) Teuscher, Beiträge zur Anat. der Echinodermen. III. Asteriadae. Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. X. p. 495.

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

Echinodermen, wie ich in späteren Abhandlungen zeigen werde) in ihrem Baue verschieden sind von dem Steincanal. Der letztere besitzt ein hohes Wimperepithelium, während die Canälchen der Madreporenplatte mit Ausnahme ihres sich zunächst an die äussere Mündung anschliessenden Anfangstheils von einem niedrigen Epithel ausgekleidet sind. Die äussere Oberfläche der Madreporenplatte ist von einem ziemlich hohen Flimmerepithel, das eine deutliche Cuticula trägt, überzogen. Dieses Epithelium ist ein Theil der die ganze Körperoberfläche überkleidenden Zellenschicht. Es erstreckt sich dasselbe auch in die Furchen der Madreporenplatte und aus diesen in den Anfangstheil der Madreporencanälchen. Weiterhin aber wird es niedriger und geht allmälig über in den bereits erwähnten niedrigen Zellenbelag, der die Porencanälchen in ihrem ganzen übrigen Verlauf auskleidet und von dem hohen Epithel des Steincanals sehr verschieden ist (Fig. 7). Bei Asteracanthion rubens z. B. ist das Epithel am Eingange der Porencanälchen 0,03—0,04 Mm. hoch, im Inneren der Madreporenplatte aber haben die Canälchen ein Epithel von nur 0,01—0,012 Mm. Höhe. Ob das niedrige Epithel noch gleich dem hohen Flimmerhaare trägt, vermochte ich an meinen Präparaten nicht sicher zu entscheiden. Beachtenswerth ist, dass das erwähnte Verhalten des Epithels in den Madreporencanälen der Asteriden dasselbe ist, wie wir es bei den homologen Kelchporen der Crinoideen kennen gelernt haben. Auch dort geht das hohe Epithel des Anfangstheils des Porencanals über in einen niedrigen Zellenbelag, der den inneren Abschnitt des Canals auskleidet[1]).

Den Verlauf der Porencanälchen habe ich des Näheren namentlich bei Asteracanthion rubens verfolgt und dort, wie schon gesagt, ganz in Uebereinstimmung mit den Jourdain'schen Angaben gefunden. Im Grunde der Furchen, welche die äussere Oberfläche der Madreporenplatte besitzt, liegen hintereinander die circa 0,045 Mm. weiten Porenöffnungen. Jede Oeffnung führt in ein anfänglich vertical in die Madreporenplatte eindringendes Canälchen. Diese Canälchen verlaufen aber nicht bis zur inneren Oberfläche der Madreporenplatte. Das von dem äussersten Porus einer jeden Furche kommende Canälchen biegt sich so, dass es einen horizontalen nach dem Centrum der Madreporenplatte gerichteten Verlauf annimmt. Es verläuft also dieses horizontale Canälchen in derselben Richtung wie die Rinne, von deren äusserstem Porus es entspringt; zugleich liegt das horizontale Canälchen der inneren Oberfläche der Madreporenplatte näher als der äusseren. Während es unter der

1) Beiträge zur Anatomie der Crinoideen, diese Zeitschrift, Bd. XXVIII. Auch separat unter dem Titel: Morphologische Studien an Echinodermen. I. Im Folgenden citirt mit I und der Pagina der Separatausgabe. — I. p. 56. Fig. 39.

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

Rinne hinzieht, nimmt es die übrigen vom Grunde der Rinne entspringenden verticalen Canälchen auf, erweitert dem entsprechend sein Lumen (bis auf etwa 0,075 Mm.) und dient so als Sammelröhrchen für sämmtliche zu einer Rinne gehörigen Porencanälchen. Ich habe versucht dieses Verhalten in einigen schematischen Figuren darzulegen (Fig. 12, 13, 14). Nur der geringere Theil der oberflächlichen Furchen erreicht den Mittelpunct der Madreporenplatte, die grössere Mehrzahl endet in geringerem oder grösserem Abstande von demselben. Die Sammelröhrchen, welche zu den nicht das Centrum erreichenden Furchen gehören, vereinigen sich mit dem Sammelröhrchen der nächst benachbarten weiter gegen das Centrum vordringenden Furche (Fig. 12, 13). Das hohe Flimmerepithel reicht in die verticalen Canälchen noch eine Strecke weit hinein, findet sich aber niemals in den Sammelröhrchen.

Die Porencanälchen der Crinoideen anastomosiren in der Regel nicht miteinander, sondern durchsetzen jedes für sich die Körperwand. Es könnte scheinen, als wenn hierin ein durchgreifender Gegensatz zwischen den Porencanälchen der Crinoideen und derjenigen der Asteriden vorläge. Es kommt indessen auch bei Crinoideen vor, dass zwei benachbarte Porencanälchen sich zu einem einzigen vereinigen[1]). Beachtenswerth erscheint in diesem Falle, dass — wie bei den Asteriden — die Anastomose der Porencanälchen erst stattfindet, nachdem ihr Epithel die niedrige Gestalt angenommen hat.

Die Zahl der Porencanälchen ist keine ganz constante, wird aber ähnlich wie bei den Crinoideen bei jeder Art doch innerhalb bestimmter Grenzen schwanken. Genau feststellen lässt sie sich nicht, da sie wie bei den Crinoideen mit dem Alter des Thieres zunimmt. Anfänglich ist vielleicht immer nur ein einziger Porus vorhanden. Eine nähere Untersuchung der Madreporenplatte der Asteriden in verschiedenen Altersstadien liegt meines Wissens bis jetzt nur von Lovén vor. Derselbe weist in seinem für die Morphologie der Echinodermen überaus bedeutungsvollen Werke: Études sur les Échinoïdées[2]) nach, dass bei Asteracanthion glacialis anfänglich nur ein Porencanal vorhanden ist und dass die Vielzahl der Porencanälchen des erwachsenen Thieres, sowie Hand in Hand damit die oberflächliche Furchung der Madreporenplatte erst durch allmälige Umbildung des anfänglich einfachen Verhaltens entsteht. Bei einem erwachsenen Individuum von Asteracanthion rubens

1) I. p. 57. Fig. 42.

2) Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 11. No. 7. Stockholm 1875. p. 87. Pl. LIII.

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

zählte ich über 200 Porenöffnungen im Grunde der Rinnen der Madreporenplatte.

Viel wichtiger als die Zahl der Porencanälchen und der Verlauf derselben im Innern der Madreporenplatte, der wahrscheinlich ebenso wie das oberflächliche Furchensystem bei den einzelnen Arten mehr oder weniger variiren wird, ist die Frage nach der Mündungsstelle der Canälchen an der inneren Oberfläche der Madreporenplatte. Während Sharpey, L. Agassiz, Joh. Müller und Jourdain die Porencanälchen nur in den Steincanal einmünden lassen, haben sich in der letzten Zeit Hoffmann [1]), Greeff [2]) und Teuscher [3]) bemüht, auch noch anderweitige Verbindungen der Porencanälchen nachzuweisen. Die drei genannten Forscher behaupten übereinstimmend, dass die Porencanälchen nicht alle in den Steincanal, sondern zum Theil in den schlauchförmigen Canal einmünden. Greeff glaubt ferner auf Grund seiner Untersuchungen annehmen zu dürfen, dass durch die Porencanälchen der Madreporenplatte das Seewasser auch noch in die Leibeshöhle und das von ihm beschriebene Hautgefässsystem eintrete. Nach Hoffmann sollen endlich die Porencanälchen auch noch als Ausführwege der Geschlechtsproducte dienen. Die völlige Unhaltbarkeit dieser letzterwähnten Hoffmann'schen Ansicht werde ich in dem Abschnitt über die Generationsorgane darlegen. Es handelt sich hier um die Entscheidung der Frage ob die Porencanälchen ausser in den Steincanal noch in andere benachbarte Räume führen oder nicht? Hoffmann, Greeff und Teuscher stimmen nicht nur in der Behauptung überein, dass die Porencanälchen zum Theil in den schlauchförmigen Canal führen, sondern auch in der Art und Weise wie sie zu diesem Resultat gelangt sind. Sie liessen sich, wie es scheint fast ausschliesslich, durch das Ergebniss ihrer Injectionsversuche zu ihrer Auffassung bestimmen. Hoffmann und Greeff injicirten den schlauchförmigen Canal und sahen dabei die Injectionsflüssigkeit in die Madreporenplatte eindringen und durch sie nach aussen gelangen (Hoffmann). Sollen aber derartige Injectionsresultate beweisend sein, so muss auf anatomischem Wege gezeigt werden, dass nirgends eine Zerreissung stattgefunden hat. Injectionen haben überhaupt nur insofern Werth als sie die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung bestätigen und ergänzen, sie können ferner der anatomischen Thätigkeit des Beobachters eine bestimmte Richtung anweisen, ihre beweisende Kraft aber ist immer nur eine secundäre;

1) Zur Anatomie der Asteriden. p. 16.

2) Ueber den Bau der Echinodermen. 3. Mitthlg. Sitzber. d. Gesellsch. z. Beförderung d. gesammt. Naturw. zu Marburg. Nr. 11. 1872. p. 163.

3) l. c. p. 504. Taf. XVIII. Fig. 4 u. Tafelerklärung.

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

sie unterstützen den Beweis der Anatomie, ersetzen ihn aber nicht. Hoffmann hat es bei seinem Injectionsresultat bewenden lassen. Greeff hat allerdings auch anatomisch die fraglichen Verhältnisse geprüft, indem er an den injicirten Seesternen Schnitte durch die Madreporenplatte legte. Wenn aber die Zerreissungen, die nach meinen nachher mitzutheilenden Befunden stattgefunden haben müssen, nicht gerade sehr grobe waren, so konnten sie mit blossem Auge oder ganz schwachen Vergrösserungen nicht wahrgenommen werden. Ob aber Greeff auch bei stärkeren Vergrösserungen an entkalkten Schnitten untersucht hat, geht aus seinen Mittheilungen nicht hervor. Ueberdies scheint er nur die injicirten Seesterne untersucht zu haben, während es zur Sicherung des Resultates nöthig gewesen wäre auch Schnitte durch die Madreporenplatte nicht injicirter Seesterne zu untersuchen und mit den injicirten zu vergleichen. Teuscher bestätigt den Injectionsbefund von Hoffmann und Greeff und bildet auch einen Schnitt durch die Madreporenplatte ab, welche den Zusammenhang der randständigen Porencanälchen mit dem schlauchförmigen Canal bei Astropecten aurantiacus demonstriren soll. Wenn aber seine Präparate nicht besser waren als diese Abbildung, so wird er Niemanden von der Richtigkeit seiner Behauptung überzeugen.

Meine eigenen Beobachtungen beziehen sich auf Astropecten aurantiacus, Echinaster fallax, Asterina pentagona und Asteracanthion rubens. Die Madreporenplatte wurde sammt ihrer nächsten Umgebung und den sich an ihre innere Seite ansetzenden Theilen ausgeschnitten, entkalkt und in eine Serie von Schnitten (bald Horizontalschnitte, bald Längsschnitte, bald Querschnitte) zerlegt; daneben untersuchte ich an möglichst grossen Exemplaren die betreffenden Theile unter dem Präparirmikroskop. In allen Fällen war das Resultat dasselbe. Nicht eines der Porencanälchen führt wo anders hin als in den Steincanal (oder dessen nachher zu besprechende ampullenförmige Erweiterung); das gesammte Canalsystem der Madreporenplatte steht einzig und allein in Zusammenhang mit dem Steincanal, aber nicht mit dem schlauchförmigen Canal, noch auch mit irgend einem anderen Hohlraum (Fig. 1, 2, 3). Wenn ein Theil der Porencanälchen in den schlauchförmigen Canal mündete, so müsste doch, denn dafür sind die Porencanälchen reichlich gross genug, irgend etwas davon in den Schnitten zu bemerken sein. Es dürfte ferner bei grossen Exemplaren von Astropecten aurantiacus, wo man die innere Mündung der Canälchen in die ampullenförmige Erweiterung des Steincanals mit blossem Auge deutlich sehen kann, nicht schwer sein sie auch dort zu sehen, wo sie in den schlauchförmigen Canal hineinführen sollen. Ich

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

kann mir die oben erwähnten Injectionsbefunde nicht anders erklären als dadurch, dass die in dem schlauchförmigen Canal gegen die Madreporenplatte andringende Injectionsflüssigkeit, da sie nach den Seiten hin durch die Wand des schlauchförmigen Canals zurückgehalten wurde, sich an der Verbindungsstelle der Wandung des Steincanals mit der Madreporenplatte, als dem Puncte des geringsten Widerstandes, durch Zerreissung einen Ausweg in den Steincanal und aus diesem in die Canälchen der Madreporenplatte gebahnt hatte.

Der Steincanal der Asteriden bedarf nicht minder als die Madreporenplatte einiger Worte. Nachdem schon Tiedemann[1]) und delle Chiaje[2]) einzelne Beobachtungen über den Bau desselben mitgetheilt, war von Siebold[3]) der Erste, dem wir eine genauere Untersuchung verdanken. Mit seinen Angaben stehen die ziemlich gleichzeitigen von Sharpey[4]) im Einklange. Er untersuchte namentlich Asteracanthion glacialis und A. rubens und zeigte, dass bei diesen Arten die verkalkte Wand des Steincanals (den er »den kalkigen Balken« nennt) aus einer grösseren Anzahl von über einander gereihten Kalkringen besteht, von welchen ein jeder aus zwei Stücken zusammengesetzt wird: einem grösseren, welches die nach aussen gelegene Seite des Steincanals einnimmt, und einem kleineren nach der dorsoventralen Achse des Thieres schauenden. Von der Innenseite des grösseren Kalkstückes erhebt sich eine Längsleiste, die in das Lumen des Steincanals eindringt und sich sodann in zwei sich umrollende Lamellen zertheilt (Fig. 8).

Die einzige Förderung, welche unsere Kenntniss vom Baue des Steincanals neuerdings erfahren hat, ist die Abbildung eines Querschnittes desselben von Astropecten aurantiacus, welche Teuscher[5]) gegeben hat. Es geht daraus hervor, dass die in das Lumen des Steincanals vorspringende Lamellenbildung bei dieser Art eine bedeutend stärkere Ausbildung erfahren hat als bei Asteracanthion.

Bei Echinaster fallax hingegen ist der Steincanal noch einfacher als bei Asteracanthion gebildet, insofern hier nur ein Längswulst in das innere Lumen vorspringt, der keine Theilung in zwei sich aufrollende Lamellen erfährt (Fig. 36). Bei Asterina pentagona finden sich wieder complicirtere Verhältnisse. Die von der Wandung des Steincanals aus-

1) Friedr. Tiedemann, Anatomie der Röhren-Holothurie, des pomeranzfarbigen Seesternes u. Stein-Seeigels. Landshut 1816. p. 53, 54.

2) Stef. delle Chiaje, Memorie sulla Storia e Notomia degli animali senza vertebre etc. Vol. II. 1825. p. 306, 307.

3) C. Th. E. von Siebold, Zur Anatomie der Seesterne. Müller's Archiv 1836. p. 291—297. Taf. X, Fig. 14—18 (vergl. insbesondere Fig. 16).

4) l. c. p. 35. Fig. 13.

5) l. c. Taf. XVIII, Fig. 3.

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

gehende Falte schreitet durch das Lumen hindurch, befestigt sich an der gegenüberliegenden Wand und theilt so den Steincanal in zwei nebeneinandergelegene Röhren. Diese Theilung des Steincanals wiederholt sich mehrere Male und so erhalten wir schliesslich statt des einfachen Steincanals ein Bündel von (bei Asterina pentagona) 16 dicht nebeneinander verlaufenden Röhren (Fig. 1).

Nach diesen Beobachtungen erscheint es wahrscheinlich, dass bei weiteren Untersuchungen sich noch andere Modificationen in der Form der inneren Oberflächenvergrösserung des Steincanals finden werden, und es ist leicht möglich, dass diese Unterschiede sich für die Systematik werden verwerthen lassen.

So verschiedenartig nun aber auch der Bau des Steincanals bei verschiedenen Arten zu sein scheint, so giebt es doch einen Abschnitt an demselben, welcher bei allen untersuchten Arten in gleicher Weise gebaut ist. Es ist das der am meisten ventral gelegene Theil, mit welchem der Steincanal in das Lumen des Wassergefässringes einmündet. Dort hört alle Faltung und Theilung in dem Lumen auf und wir haben einen einfachen Canalraum vor uns ohne irgend welche in denselben hineinragende Erhebungen der Wandung. Die Faltenbildung hört nicht plötzlich auf, sondern verstreicht bei Asteracanthion rubens allmälig je näher man dem ventralen Anfangstheile des Steincanals kommt. Bei Asterina pentagona fliessen die 16 Röhren, aus welchen der Steincanal besteht, paarweise zusammen; dieser Vorgang wiederholt sich; die niedrige Längsfalte, die in das Lumen einer jeden Röhre vorspringt (Fig. 6), verstreicht gleichfalls und so erhalten wir auch hier schliesslich einen einfachen Canalraum, der sich in den Wassergefässring ergiesst.

Die feinere Structur des Steincanals ist bei allen untersuchten Formen die gleiche. Zu innerst findet man ein hohes Flimmerepithelium (bei Asterina pentagona 0,018 Mm., bei Asteracanthion rubens 0,05 Mm. hoch), welches auch in den Spiritusexemplaren seine langen Wimperhaare erkennen lässt. Bei Echinaster fallax sehe ich an demselben auch einen deutlichen Cuticularsaum. Auf das Epithel folgt eine bald mehr bald weniger dicke bindegewebige Schicht, welche zum Theil verkalkt und so die die Wandung stützenden Kalkstücke liefert. Letztere sind in Form und Anordnung bei den verschiedenen Arten verschieden. Die in das Lumen des Steincanals vorspringenden Leisten und Scheidewände werden von den beiden beschriebenen Schichten gebildet. Zu äusserst ist dann der ganze Steincanal von einer niedrigen Zellenlage überkleidet, dem Epithel des schlauchförmigen Canals (Fig. 6, 36). An der Madreporenplatte setzt sich die Bindegewebsschicht unmittelbar an die verkalkte bindegewebige Substanz der Platte fest. Das innere Epithel aber

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

verflacht sich und geht über in das niedrige Epithel der Sammelröhrchen der Madreporenplatte.

Die geschilderten Verhältnisse der Madreporenplatte und des Steincanals der Asterien fordern zu einem näheren Vergleiche mit den entsprechenden Organen der Crinoideen auf. Bezüglich der Madreporencanälchen haben wir dies schon weiter oben gethan. Hinsichtlich des Steincanals ist zu bemerken, dass derselbe bei den Asterien mit Ausnahme einiger Fälle, in welchen Steincanal und Madreporenplatte in mehrfacher Zahl sich finden [1]), nur in der Einzahl vorkommt, während er bei den Crinoideen stets in grosser Anzahl (5 bei Rhizocrinus, circa 150 bei Antedon rosaceus) vorhanden ist. Andererseits besitzen die Steincanäle der Crinoideen keine innere Faltenbildungen. Wie in so manchen anderen Fällen sehen wir also auch hier, wie dasselbe Organ den mit dem Heranwachsen des Thieres grösser werdenden Anforderungen das eine Mal durch Vermehrung seiner Zahl, das andere Mal durch Faltenbildung und dergleichen in seinem Inneren zu genügen sucht.

Der wichtigste Unterschied in dem Zuleitungsapparat des Wassergefässsystems der Crinoideen und Asteriden liegt darin, dass bei ersteren sich die Steincanäle nicht mit den Porencanälen verbinden, sondern ebenso wie diese in die Leibeshöhle münden. Bei den Asteriden ist die Communication zwischen dem Steincanal und den Porencanälen nicht mehr wie bei den Crinoideen durch die Leibeshöhle vermittelt, sondern sie ist eine unmittelbare geworden. Es fragt sich, welches Verhalten das ursprünglichere sei? Ich bin geneigt, das der Crinoideen für das ältere und ursprünglichere zu halten. Meine Gründe sind wesentlich vergleichend-anatomische: Bei den Asterien ist sowohl der Bau der Madreporenplatte als auch des Steincanals ein weit complicirterer als bei den Crinoideen. Ferner sind Steincanäle und Porencanäle bei den Crinoideen über sämmtliche fünf interradiale Regionen des Körpers verbreitet, bei Asterien aber in der Regel auf eine einzige beschränkt. Indessen könnte man vielleicht diese Gründe auch in dem Sinne verwerthen, dass man das Verhalten der Zuleitungsorgane des Wassergefässsystems bei den Asterien als das ältere betrachtet. Der Beweis, welche von beiden auf Grund der vergleichenden Anatomie möglichen Ansichten die richtige ist, kann nur durch die Entwicklungsgeschichte erbracht werden. Was wir bis jetzt an entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen kennen gelernt haben, genügt nicht, diese Frage zu lösen. Nach den Beobachtungen von Lovén [2]) ist bei ganz jungen Seesternen

1) Ueber die Ergebnisse meiner Untersuchungen derartiger Fälle, die aus Mangel an Material noch nicht abgeschlossen sind, hoffe ich bei späterer Gelegenheit berichten zu können.

2) l. c.

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

noch keine Porenöffnung an der Stelle der zukünftigen Madreporenplatte vorhanden. Es würde sich also namentlich darum handeln, nachzuweisen, ob in diesem Stadium der Steincanal des jungen Seesterns frei in die Leibeshöhle mündet und sich erst in den späteren Stadien mit den inzwischen entstandenen Porencanälchen der Madreporenplatte in Verbindung setzt [1]). Auf eine genetische Verschiedenheit zwischen dem Steincanal und den Canälchen der Madreporenplatte deutet auch die oben hervorgehobene Verschiedenheit in der Structur hin, sowie die Thatsache, dass Steincanal und Madreporencanal bezüglich der Höhe ihrer Differenzirung unabhängig von einander sind. So besitzt Asterina pentagona eine weit weniger complicirte Madreporenplatte, aber einen sehr viel höher differenzirten Steincanal als Asteracanthion rubens. Ich glaube die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass während der Steincanal wie alle übrigen Theile des Wassergefässsystems von dem Entoderm gebildet wird, die Canälchen der Madreporenplatte der Seesterne ebenso wie die Porencanälchen der Crinoideen von dem Ectoderm aus ihre Entstehung nehmen.

Vorübergehend habe ich schon weiter oben von der ampullenförmigen Erweiterung des Steincanals an seiner Ansatzstelle an die Madreporenplatte gesprochen. Das Verdienst zuerst auf dieses Gebilde aufmerksam gemacht zu haben gebührt Greeff [2]); alle früheren Beobachter haben dasselbe übersehen und auch Teuscher erwähnt desselben mit keiner Silbe, was um so auffallender ist als er die Greeff'schen Untersuchungen citirt.

Am leichtesten kann man sich von dem Vorhandensein, der Form und Lagerung des in Rede stehenden Gebildes an grossen Exemplaren von Astropecten aurantiacus (Fig. 9, 10, 11) überzeugen. Wenn man die Madreporenplatte mit ihrer nächsten Umgebung ausschneidet und an ihrer inneren Seite die Ansatzstelle des Steincanals und des Herzens genauer untersucht, so findet man, dass diese Ansatzstelle an der aboralen [3]) Seite der Madreporenplatte von einer verkalkten Wand überdeckt ist. Entfernt man letztere (Fig. 9), die einerseits eine Fortsetzung

1) Der directe Uebergang des Rückenporus der Larve in die Madreporenöffnung des Seesterns wird zwar behauptet, ist aber bis jetzt nirgends in überzeugender Weise bewiesen worden.

2) 3. Mittheilung, p. 100.

3) Die nach dem Centrum des Rückens des Seesterns gerichtete Seite der Madreporenplatte wollen wir die aborale, die entgegengesetzte, dem Munde näher gelegene die adorale, die beiden anderen die rechte und linke nennen, indem wir uns für die beiden letzteren Bezeichnungen in die dorsoventrale Achse des Seesterns versetzen mit dem Gesicht der Madreporenplatte zugewendet, mit den Füssen in dem Centrum des Mundes stehend.

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

der Wand des schlauchförmigen Canals ist, anderseits sich mit der Körperwand verbindet, so gelangt man in eine kleine Höhle, deren Boden zum grösseren Theile von dem aboralen Abschnitte der Madreporenplatte, zum anderen Theile von dem sich zunächst an die Madreporenplatte anschliessenden Bezirke der Rückenhaut gebildet wird. In dem letztgenannten Bezirke inserirt sich das Herz, welches uns hier zunächst nicht interessirt. Durch das Herz wird die Einsicht in die Höhle zum Theil verdeckt. Schneidet man dasselbe aber nahe seiner Ansatzstelle ab (Fig. 10), so sieht man wie an dem aboralen Rande der Insertion des Steincanals an die Madreporenplatte eine Ampulle auf dem Boden der Höhle gelegen ist (Fig. 9, 10). Diese Ampulle, die von kugliger Gestalt ist, misst stark 2 Mm. Sie umschliesst einen Hohlraum, in welchen eine Anzahl der Sammelröhrchen der Madreporenplatte einmünden (Fig. 11). Der Hohlraum steht mit demjenigen des Steincanals in offenem Zusammenhang, unterscheidet sich aber von demselben durch den Mangel innerer Faltenbildung. Auch dadurch differirt die Ampulle von dem Steincanal, dass ihre Wandung keine Kalkstücke besitzt. Nichtsdestoweniger ist sie offenbar nichts anderes als eine Aussackung des Steincanals. Dies wird um so unzweifelhafter, da sich an dem rechten Rande der Insertion des Steincanals eine zweite etwas kleinere Ausbuchtung desselben befindet, die zwischen der vorhin beschriebenen Ampulle und dem Steincanal in ihrem Baue die Mitte hält. Aeusserlich betrachtet (Fig. 9) gleicht sie der Ampulle; schneidet man sie aber auf, so findet man in ihrem Innern dieselben Faltenbildungen der Wandung wie im Steincanal (Fig. 10, 11).

Bei Asteracanthion rubens giebt Greeff mehrere Ampullen an. Ich habe die Ampullen bei dieser Art sowie an Asterina pentagona namentlich an Schnitten untersucht. Bei Asterina pentagona finde ich wie bei Astropecten aurantiacus nur eine Ampulle (Fig. 3). Bei Asteracanthion rubens aber sind bald zwei, bald drei (Fig. 15) in einem Querschnitt vorhanden; gegen den Steincanal hin aber vereinigen sie sich zu einer einzigen, so dass sie eigentlich nur secundäre Ausbuchtungen der einen Aussackung des Steincanals darstellen. Man überzeugt sich davon am besten durch die Präparation der betreffenden Theile. An einem derartigen Präparate (Fig. 8) erkennt man, dass vom Rande der Ampulle Einschnürungen gegen ihr Centrum vordringen und so den peripheren Theil derselben in eine grössere Anzahl von Ausbuchtungen zerlegen, von welchen man auf den Querschnitten zwei, drei (Fig. 15) oder noch mehr zu sehen bekommt.

In allen untersuchten Fällen hat die Ampulle stets die gleiche Lage,

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

am aboralen Rande des Ansatzes des Steincanals an die Madreporenplatte.

Der Wassergefässring der Asteriden ist bezüglich seiner Lage und Verbindungen im Allgemeinen hinlänglich bekannt, ebenso verhält es sich mit den radiären Wassergefässen. Ich brauche deshalb hier nur auf diejenigen Puncte einzugehen, in welchen ich von den Angaben anderer Forscher differire oder ihnen Neues hinzuzufügen vermag.

Teuscher[1]) beschreibt einen kräftigen oralen Ringmuskel, welcher mit dem Wassergefässringe rings um den Mund laufen soll und so gelegen sei, dass der Wassergefässring sich zwischen ihm und dem ersten unteren Ambulacralmuskel befinde. (Untere Ambulacralmuskel nennt Teuscher einfach den ventralen Quermuskel zwischen den beiden Schenkeln eines jeden Armwirbels, durch dessen Contraction die Ambulacralrinne verengert wird.) Dieser orale Ringmuskel soll identisch sein mit dem »weissen Ringe« Tiedemann's, in welchem letzterer den Nervenring vermuthete.

Ein oraler Ringmuskel, wie ihn Teuscher hier beschreibt, ist aber thatsächlich gar nicht vorhanden, wie man sich unschwer überzeugen kann. Teuscher hat zunächst nicht beachtet, dass zu dem ersten Armwirbel zwei untere Quermuskel gehören, dass überhaupt bei Asteracanthion rubens und Astropecten aurantiacus[2]) der erste Armwirbel aus der engen Vereinigung zweier Wirbel entstanden ist, wie aus der Zahl seiner Fortsätze, deren Verhalten zu den zwischen durchtretenden Füsschen, sowie aus der besagten Verdoppelung des unteren Quermuskels hervorgeht. In einem verticalen Radialschnitt durch das Peristom, welcher durch die Abgangsstelle eines radiären Wassergefässes vom Wassergefässring geht (Fig. 16, 21), findet man ausser den unteren Quermuskeln des ersten Wirbels keine Muskeln in nächster Nähe des Wassergefässringes. Zwischen den beiden Quermuskeln des ersten Armwirbels giebt das Wassergefäss schon seine ersten Seitenzweige (zu dem ersten Füsschenpaare) ab. Der erste untere Quermuskel liegt ventral und ein wenig nach aussen von dem Wassergefässringe (Fig. 16). In Teuscher's Fig. 2 ist der Muskel *rm*, der seinen oralen Ringmuskel vorstellen soll, nichts als der erste der beiden zum ersten Armwirbel gehörigen unteren Quermuskel. In verticalen Radialschnitten aber, welche in der Richtung eines Interradius durch das Peristom gelegt sind (Fig. 17, 19, 20), findet man natürlich von den unteren Quermuskeln der Armwirbel nichts mehr. Dagegen erblickt

1) l. c. p. 493.

2) Auf andere Arten habe ich die Untersuchung dieses Punctes noch nicht ausgedehnt.

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

man nach aussen und dorsalwärts vom Querschnitt des Wassergefässringes einen gleichfalls quer getroffenen kräftigen Muskel. Derselbe verbindet, wie die weitere Untersuchung zeigt, die beiden ersten Wirbelfortsätze zweier benachbarter Arme miteinander (Fig. 18), wiederholt sich also in jedem Interradius. Teuscher's Irrthum, der nur bei einer sehr oberflächlichen Untersuchung begreiflich wird, besteht demnach darin, dass er die ersten unteren Quermuskel der ersten Armwirbel mit jenen fünf interradialen Quermuskeln zusammengeworfen hat. Seine weitere Behauptung, der von ihm beschriebene orale Ringmuskel sei identisch mit dem »weissen Ringe« Tiedemann's, ist gleichfalls falsch. Fertigt man das betreffende Präparat Tiedemann's an einem grossen Astropecten aurantiacus[1]) an, so überzeugt man sich leicht, dass der »weisse Ring« dargestellt wird durch die Scheidewand (Fig. 18, 21 *Wd*), welche den inneren und den äusseren oralen Perihämalcanal von einander trennt und das orale Ringgeflecht des Blutgefässsystems in sich einschliesst, wie ich weiter unten, in dem Abschnitte über das Blutgefässsystem, ausführlicher darlegen werde.

Ein zweiter Punct, in welchem ich Anderen zu widersprechen genöthigt bin, betrifft die sogen. Tiedemann'schen Körperchen am Wassergefässring. Tiedemann[2]) erkannte ihren Zusammenhang mit dem Wassergefässring und lässt ganz richtig ein jedes dieser »braunen drüsenartigen Körperchen« mit einer einzigen Oeffnung in den Wassergefässring einmünden. Dieser Auffassung schliessen sich die späteren Beobachter an. Nur Semper[3]) stellt eine andere Behauptung auf; nach Injectionsbefunden an dem philippinischen Pteraster ist er der Meinung, dass die Tiedemann'schen Körperchen in erster Linie nicht eine Ausstülpung des Wassergefässringes, sondern des (sogen.) oralen Blutgefässringes[4]) seien, in welche erst secundär Aussackungen des Wassergefässringes eindringen. Ich habe den Pteraster selbst zwar nicht auf diese Frage untersucht, aber bei den anderen von mir untersuchten Asteriden habe ich ganz besonders auf diesen Punct geachtet. Nirgends gelang es mir irgend welchen Zusammenhang der Tiedemann'schen Körperchen weder mit dem bisher sogen., noch mit dem wirklichen Blutgefässring nachzuweisen[5]). Bei Asteracanthion rubens z. B. führt die Oeffnung,

1) Tiedemann's Abbildung. Taf. IX, Fig. 2.

2) l. c. p. 53.

3) Reisen im Archipel der Philippinen. II. 1. 1868. Holothurien. p. 118.

4) Semper hat ebensowenig wie alle übrigen Forscher den wahren oralen Blutgefässring, welchen ich weiter unten beschreiben werde, gekannt.

5) In meiner Abhandlung I, p. 87, habe ich mit Bezug auf die Semper'schen Angaben die Aussackungen am Blutgefässring der Crinoideen mit den Tiedemann'schen Körperchen der Asterien zu vergleichen versucht. Nach dem oben Mitgetheilten ist ein solcher Vergleich nunmehr hinfällig geworden.

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

mit welcher jedes Tiedemann'sche Körperchen in den Wassergefässring mündet, in ein sich sofort verästelndes Canalsystem, dessen Endzweige senkrecht gegen die Oberfläche des ganzen Körperchens aufsteigen, um unter derselben blind zu endigen. Sämmtliche Hohlräume des Körperchens gehören diesem Canalsystem an und nirgends tritt ein Zweig des Blutgefässringes in das Körperchen ein (Fig. 20). Es wäre ja denkbar, dass sich bei dem philippinischen Pteraster die Sache anders verhält, obschon es mir sehr wenig wahrscheinlich dünkt. Semper's Angaben stützen sich nur auf Injectionen und ich glaube deshalb gegen sie dasselbe Misstrauen hegen zu dürfen wie gegen die Injectionsbefunde anderer Forscher. Jedenfalls aber scheint mir festzustehen, dass wir die Tiedemann'schen Körperchen in erster Linie als Anhangsgebilde des Wassergefässringes betrachten müssen und nicht dem Blutgefässsystem zurechnen können. Die Hohlräume des Tiedemann'schen Körperchens finde ich bei Asteracanthion rubens ausgekleidet von einem 0,008 Mm. hohen Epithel, welches eine directe Fortsetzung des Epithels des Wassergefässringes ist und aus annähernd kubischen Zellen zu bestehen scheint. Das Parenchym ist ein feinfaseriges Bindegewebe, welches an der Ansatzstelle des Tiedemann'schen Körperchens allmälig übergeht in das stärker gefaserte Bindegewebe, das den Wassergefässring umgiebt. Die Oberfläche des Körperchens ist überkleidet mit dem wimpernden Epithel der Leibeshöhle. Sonach erweisen sich auch hinsichtlich des feineren Baues die Tiedemann'schen Körperchen als Ausstülpungen des Wassergefässringes. Ueber die Function derselben wissen wir bis jetzt noch nichts Sicheres. Da sich in ihren Hohlräumen dieselben Inhaltszellen finden wie in dem Wassergefässsystem, wie dies auch Hoffmann angiebt, so kann man sich einstweilen der Vermuthung des genannten Forschers anschliessen, welcher in diesen Organen die Bildungsheerde sieht für die zelligen Elemente, die im Innern der Wassergefässe vorkommen.

Bezüglich der Anordnung der Muskulatur habe ich schon bei einer früheren Gelegenheit[1]) darauf aufmerksam gemacht, dass sich bei den Asteriden wie auch bei anderen Echinodermen das Vorkommen einer ausgebildeten Ring- oder Längsmuskulatur in den einzelnen Bezirken des Wassergefässsystems gegenseitig auszuschliessen scheint. Die Angaben, mit welchen ich damals diesen Satz, zu dem ich zunächst für die Crinoideen gekommen war, auch auf die Asteriden ausdehnte, entnahm ich der vorliegenden Literatur. Jetzt aber kann ich es auch auf Grund meiner eigenen Untersuchungen aussprechen, dass sich in den einzelnen Theilen des Wassergefässsystems der Asteriden nirgendwo

1) I. p. 85.

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

gleichzeitig eine deutliche Längs- und Ringmuskulatur befindet; immer ist entweder nur die eine oder die andere zur Ausbildung gekommen; so namentlich in den Füsschen und Ampullen, welche ich bei allen untersuchten Formen nur mit einer Längsmuskulatur ausgestattet finde [1]); in dem Wassergefässringe und den radiären Wassergefässen ist die Muskulatur nur sehr schwach entwickelt und besteht (bei Asterac. rub.) aus vorwiegend kreisförmig verlaufenden Fasern, die aber häufig von dieser Richtung abbiegen und so im Ganzen keine bestimmte Anordnung festhalten.

An der Eintrittsstelle der seitlichen Aeste der radiären Wassergefässe in die Füsschen und deren Ampullen beschreibt neuerdings Lange [2]) einen taschenförmigen Ventilapparat. Indem ich auf Grund meiner eigenen Untersuchungen hinsichtlich des Baues dieser nicht schwer zu constatirenden Vorrichtung mit Lange übereinstimme und auf dessen Schilderung verweise, möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, dass ich sie auch bei anderen Arten (Lange giebt sie für Asteracanthion rubens und Astropecten aurantiacus an) so bei Echinaster fallax und Luidia maculata aufgefunden habe. Lange ist der Meinung der Ventilapparat sei bisher übersehen und erst von ihm entdeckt worden. Greeff, Hoffmann und Teuscher erwähnen ihn allerdings nicht. Indessen hat vor den Publicationen der hier genannten Autoren Jourdain [3]) auf jenen Apparat, wenn auch nur in aller Kürze, aufmerksam gemacht und ihm gebührt das Verdienst der Entdeckung desselben. Die betreffende Beobachtung Jourdain's hätte um so leichter den späteren Autoren bekannt werden können, da Leuckart in seinen Jahresberichten dieselbe ausdrücklich hervorhebt [4]).

1) Auf das Irrthümliche der Darstellung, welche Greeff von der Muskulatur der Füsschen gegeben, habe ich schon früher (I, p. 85) in Bestätigung der Angaben Hoffmann's hingewiesen. Unterdessen hat auch Teuscher sich in demselben Sinne gegen Greeff ausgesprochen (l. c. p. 496 sqq.), freilich ohne der übereinstimmenden älteren Beobachtungen von Hoffmann Erwähnung zu thun.

2) W. Lange, Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb. II. p. 247.

3) Comptes rendus. T. LXV. 1867. p. 1003. Am Eintritt der zu den Füsschen gehenden Zweige der radiären Wassergefässe in die Füsschenampulle (vésicule contractile) befindet sich nach ihm »un repli vasculaire qui a pour effet de s'opposer au reflux du liquide dans le canal radial, au moment de la contraction de la vésicule«.

4) R. Leuckart, Jahresbericht für 1866 u. 1867. p. 233. Auch Hoffmann citirt (Asteriden p. 14) die Mittheilung Jourdain's, nimmt aber bei seiner Schilderung des Wassergefässsystems weder von der Jourdain'schen Entdeckung des Ventilapparates der Füsschen noch auch von seinen Angaben über den Bau der Madreporenplatte die geringste Notiz. Wozu sollen Citate dienen, wenn der Inhalt der citirten Schriften nicht berücksichtigt wird?

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

Als ein wesentlicher Character der Familie der Asteracanthiden im Gegensatz zu den Solasteriden, Astropectiniden und Brisingiden wird neben anderen unterscheidenden Merkmalen die Vierzahl der Füsschenreihen in jeder Ambulacralfurche angeführt. Dieser Gegensatz hat indessen sehr wenig Bedeutung; denn wenn wir uns an die Zahl der Wirbel oder an die Zahl der seitlichen Aeste der radiären Wassergefässe halten und beachten, dass auch bei den Asteracanthiden ebenso wie bei den übrigen Asteridenfamilien die Zahl der Füsschen ebenso gross ist wie die Zahl der seitlichen Wassergefässäste und doppelt so gross wie die Zahl der Wirbel, so ist ersichtlich, dass die Vierreihigkeit nicht etwa dadurch zu Stande kommt, dass jeder seitliche Wassergefässast zwei Füsschen versorgt, sondern dadurch, dass die anfänglich zweireihig angeordneten Füsschen sich, um alle in der Ambulacralrinne Platz zu finden, nebeneinander schieben. Bei allen bis jetzt bekannten Asteriden, mögen ihre Füsschen zweireihig oder scheinbar vierreihig angeordnet sein, herrscht darin Uebereinstimmung, dass jedes Füsschen von einem besonderen Zweig des radiären Wassergefässes versorgt wird und dass zwischen je zwei Wirbelfortsätzen immer nur ein Füsschen hervortritt, die Zahl der Füsschenpaare also der Zahl der Wirbel entspricht. In Fig. 22 ist das Verhalten der Füsschenanordnung zu den Wirbelfortsätzen dargestellt und man erkennt, dass die Vierreihigkeit allein dadurch erreicht wird, dass abwechselnd ein linkes und ein rechtes Füsschen weiter an den seitlichen Rand der Ambulacralfurche rückt. In der Literatur findet sich meines Wissens nur eine einzige kurze Bemerkung von Stimpson[1]), worin der hier berührten Verhältnisse gedacht wird.

Das Blutgefässsystem.

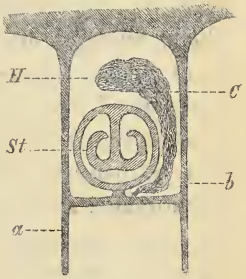
Greeff beschreibt in der zweiten seiner Mittheilungen über den Bau der Echinodermen[2]) »bisher nicht beschriebene kiemenartige Organe der Seesterne«. Als ein solches bezeichnet er vornehmlich ein ver-

1) Derselbe sagt in einer Anmerkung zu einer Beschreibung einer Anzahl neuer Seesterne (W. Stimpson, On new Genera and Species of Starfishes of the Family Pycnopodidae [Asteracanthion M. Tr.] Proceed. Boston Society of Natural History. Vol. VIII. Boston 1862. p. 261) »the increased numbre of rows is simply the result of the crowding necessary for the arrangement of the more numerous feet possessed by some of the species. We have Asteracanthia with only two rows (not, however, exactly rectilinear) and others with six or eight more or less distinct rows near the base of the ray«.

2) Sitzber. der Gesellsch. z. Beförderung der gesammten Naturw. zu Marburg. Nr. 6. 1872. p. 99.

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

hältnissmässig grosses Gebilde [1]), welches »in der sackartigen Erweiterung liegt, die den Steincanal einhüllt, als ein neben dem Letzteren verlaufender Schlauch, der auf seiner ganzen Länge verzweigte, lappenförmige Anhänge trägt, einer traubenförmigen Drüse ähnlich«. Dieses grosse nach Greeff's Behauptung bisher übersehene kiemenartige Organ ist aber in Wirklichkeit längst bekannt und jeder der an der Hand der Tiedemann'schen Abbildungen einen Seestern zergliedert hat, hat es gesehen; denn es ist nichts Anderes als das von Spix [2]) bereits beobachtete, von Tiedemann [3]) aber nach Form und Lage klar und deutlich beschriebene, abgebildete und als Herz gedeutete Gebilde. Auch delle Chiaje hat dasselbe unabhängig von Tiedemann aufgefunden [4]) und, wenn auch recht mangelhaft, abgebildet. Ich will den Nachweis dafür, dass Greeff's »kiemenartiges Organ« identisch ist mit dem »Herzen« oder »herzähnlichen Canal« Tiedemann's in den folgenden Zeilen geben. Zugleich wird daraus ersichtlich werden, dass das, was Greeff das Herz nennt, die Höhle des sichelförmigen Bandes ist.



Schematischer Querschnitt durch d. schlauchförmigen Canal (*H*), das Herzgeflecht (*C*) und den Steincanal (*St*) eines Seesterns, von der Dorsalseite gesehen; *a*, *b*, die linke und rechte Lamelle des sichelförmigen Bandes.

Bei der engen Zusammenlagerung, welche zwischen Herz und Steincanal bei den Asteriden besteht, müssen wir hier auch den letzteren, also die ganze Organgruppe ins Auge fassen, welche unterhalb der Madreporenplatte, von ihr und ihrer Umgebung kommend, die Körperhöhle durchzieht. Was beschreibt nun Tiedemann an dieser Stelle? Er schildert zwei verschiedene Organe, die in der Höhle des die Rückenhaut mit der Bauchhaut verbindenden sichelförmigen Bandes liegen. Diese Höhle (vergl. den Holzschitt, *H*) wird neuerdings von Hoffmann und von Teuscher schlauchförmiger Canal genannt, eine Bezeichnung, die wir einstweilen festhalten wollen. In ihr liegen nach Tiedemann erstens der Steincanal (*St*), zweitens der »herz-

1) Auf die Theile, welche Greeff in Zusammenhang mit diesem Organe beschreibt, komme ich weiter unten zu sprechen.

2) Spix nennt es »le canal gélatineux et bleu«. Mém. pour servir à l'histoire de l'astérie rouge, Asterias rubens L. Annal. du Muséum d'histoire naturelle T. 13. p. 446.

3) l. c. p. 50.

4) Er beschreibt es als »un corpo gelatino, gialliccio, crasso, piano«, welcher den Steincanal (delle Chiaje's »sacco rossiccio«) von Anfang bis zu Ende begleitet und an ihn angeheftet ist. l. c. p. 308. Tav. XX, Fig. 18.

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

ähnliche Canal« (*C*). Der Steincanal erhielt durch den genannten Forscher seinen jetzt allgemein gebräuchlichen Namen, nachdem er schon früher von Linck als tuba verrucae (verruca dorsi Linck = Madreporenplatte) und von Spix als canal spongieux et blanc kurz geschildert worden war. Trotz seiner klaren Beschreibung scheint indessen Tiedemann auch schon bezüglich des Steincanals Missverständnissen ausgesetzt gewesen zu sein. Denn was Siebold [1]) den kalkigen Balken im Steincanal nennt, ist der Steincanal selbst und nur aus einem Missverständniss der Tiedemann'schen Schilderung ist es erklärlich, dass Siebold nach einem Steincanal suchte, in welchem jener kalkige Balken liege. Weit mehr aber ist der herzähnliche Canal, den Tiedemann beschreibt, für die späteren Forscher ein Stein des Anstosses gewesen. Obschon seine Beschreibung und Abbildung, wenn man das betreffende Präparat daneben hält, gar keines Missverständnisses fähig scheinen, hat, wie gesagt, Greeff die Höhle des sichelförmigen Bandes für das Tiedemann'sche »Herz« angesehen, letzteres aber als ein bisher übersehenes Organ beschrieben. Damit macht Greeff Tiedemann, der hinsichtlich der Echinodermen durch eine Reihe der sorgfältigsten Beobachtungen den Grund unserer anatomischen Kenntnisse gelegt hat, einen schwer wiegenden Vorwurf. Denn es handelt sich hier nicht etwa um schwierig zu machende Beobachtungen, sondern um die Auffindung eines Organs, welches man mit einem einzigen Scheerenschnitt freilegen kann und welches bei grossen Exemplaren von Astropecten aurantiacus, wie Tiedemann selbst angiebt, 1 Zoll lang ist und an seiner breitesten Stelle gegen 3 Linien im Durchmesser hat. Tiedemann beschreibt das Herz als »einen länglichen erweiterten Canal, welcher neben dem Steincanal innerhalb der Höhle des Bandes liegt«, unterscheidet dasselbe also ausdrücklich von der Höhle des sichelförmigen Bandes. Daran lassen auch seine bekannte Abbildung [2]) und die Tafelerklärung nicht den geringsten Zweifel. Dass aber dennoch Greeff wirklich der Meinung ist, der Hohlraum des sichelförmigen Bandes sei es, den Tiedemann als Herz beschrieben habe, geht aus den Bezeichnungen hervor, die er für diesen Hohlraum anwendet [3]).

Auch Hoffmann kommt, vielleicht beeinflusst durch die Greeff-schen Angaben, zu keinem richtigen Verständniss der Tiedemann'schen

1) l. c. p. 292.

2) l. c. Taf. 8; reproducirt in J. V. Carus Icones zootomicae. Taf. V, Fig. 16; sowie in Bronn's Klassen u. Ordnungen d. Thierreichs. II. Actinozoa. Taf. XXXIII, Fig. 2.

3) Er nennt ihn, 2. Mittheilung p. 96: die häutige, sackartige Erweiterung des Steincanals; p. 99: den dem Steincanal und dem kiemenartigen Organ gemeinschaftlichen häutigen Sack; 3. Mittheilung p. 159: die herzartige Erweiterung; p. 163 und 167: die sackartige Erweiterung (Herz).

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

Darstellung; denn das eine Mal[1]) behauptet er, der schlauchförmige Canal sei es, den Tiedemann »Herz« genannt habe, und in diesem Herzen liege ein drüsenförmiger Körper, dessen Bedeutung ihm aber durchaus unbekannt geblieben sei, später[2]) aber sagt er ganz richtig, den in dem schlauchförmigen Canal gelegenen drüsenförmigen Körper habe Tiedemann als »Herz« beschrieben.

Teuscher beschreibt Steincanal, Herz und schlauchförmigen Canal in Uebereinstimmung mit Tiedemann, erwähnt aber das Greeff'sche »kiemenartige Organ« merkwürdiger Weise mit keinem Worte, obschon er die Publicationen dieses Forschers anführt.

Das mit Greeff's kiemenartigem Organe identische Herz der Seesterne liegt also mit dem Steincanal zusammen in der Höhlung des sichelförmigen Bandes (in dem schlauchförmigen Canal). Ich halte an der von Tiedemann gegebenen Benennung Herz fest, weil dasselbe, wie wir sehen werden, jedenfalls als ein Centralorgan der Ernährungsflüssigkeit aufzufassen ist. Denkt man sich, wenn der Seestern mit der Mundöffnung nach unten liegt, in der dorsoventralen Achse desselben stehend und dem Steincanal zugewendet, so liegt das Herz stets rechts von dem Steincanal. Wenigstens fand ich bei den von mir untersuchten Seesternen ausnahmslos diese Lagerung. Damit stimmt auch die Abbildung Tiedemann's überein und schon Siebold hat die constante Lage des Herzens in Bezug auf den Steincanal hervorgehoben[3]).

Ueber das Aussehen und den Bau des Herzens haben schon die früheren Beobachter Angaben gemacht. Sie beschreiben dasselbe als einen gelatinösen, gelblichen Körper von fettiger Substanz (delle Chiaje), von Farbe bräunlich (Tiedemann), röthlich blau, zuweilen violett (Hoffmann), blau (Spix). Die Verschiedenheit in diesen Angaben über die Farbe des Herzens wird sich wohl bei genauerer Untersuchung lebender Thiere von verschiedenem Alter und verschiedenen Arten leicht erklären

1) l. c. p. 16.

2) l. c. p. 21, 22.

3) Da sich Siebold (l. c. p. 293) auf Tiedemann's Abbildung beruft, dabei aber sagt, »das herzähnliche Organ liegt immer an der linken Seite des kalkigen Balkens«, so ist klar, dass er sich dabei in den Steincanal (»den kalkigen Balken«) hineindenkt, das Gesicht zur dorsoventralen Achse des Thieres gekehrt; dann liegt allerdings das Herz links vom Steincanal. Bei Teuscher (Fig. 5, Taf XVIII) ist das Herz links vom Steincanal gezeichnet (vergl. auch p. 495 dieses Autors). Da er aber nicht angiebt, von welcher Seite, ob von der ventralen oder von der dorsalen, sein Schliff abgebildet ist, so muss ich annehmen, dass die Abbildung die ventrale Seite des Schliffes zeigt, in welchem Falle das Herz allerdings links vom Steincanal liegt. Denkt man sich aber denselben Querschliff von der dorsalen Seite gesehen, so liegt das Herz rechts vom Steincanal.

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

lassen. Ueber den Bau des Herzens hat Tiedemann die ersten Mittheilungen gemacht. Das Herz »besteht aus gelblichbraunen, durchschlungenen und verwebten Fasern, welche Aehnlichkeit mit Muskelfasern haben«. »Die äussere Fläche des Herzens ist glatt, die innere netzförmig gebildet«. Greeff schildert dasselbe als einen Schlauch mit verzweigten lappenförmigen Anhängen. »Die Lappen und Läppchen enthalten im Innern eine wimpernde Höhlung und stehen durch ebenfalls im Innern wimpernde und verästelte Canäle mit einander in Verbindung«. Hoffmann leugnet gegen Greeff die innere wimpernde Höhlung der Läppchen. Nach ihm bestehen die Läppchen aus einer mit Wimperhaaren bekleideten Membran und einem zelligen Inhalte und sind durch kräftigere Bindegewebsbündel mit einander verbunden. Teuscher endlich stellt eine Höhlung in dem Herzen der ausgewachsenen Thiere in Abrede und findet auf Querschnitten nur die gewöhnlichen Bindegewebselemente: »Fasern, einzelne kernhaltige Zellen, viele Körnchen und Pigmenthaufen«. »Bei jungen Thieren stellt das Herz ein dichtes Convolut von feinen Gefässen dar, welche sich nach allen Richtungen durch einander schlingen«.

Meine eigenen Untersuchungen haben mich zu folgenden Ergebnissen geführt. Das Herz besteht aus einem dichten Geflecht bald sich theilender, bald mit einander anastomosirender Gefässe, deren Aussenseite ein deutliches Epithel trägt, dasselbe Epithel, welches den ganzen schlauchförmigen Canal auskleidet. Die Wand der Gefässe besteht aus einem faserigen Gewebe, in welchem sich zweierlei Faserelemente, stärkere und feinere unterscheiden lassen. Die ersteren gleichen den kräftigen Bindegewebsfasern, die sich z. B. in der Körperwand zwischen den Kalkstücken finden, die letzteren aber bin ich geneigt für muskulös zu halten, da, wie wir nachher sehen werden, das Herz Contractionserscheinungen zeigt. Ein inneres Epithel der Gefässe des Herzens in Form eines continuirlichen Zellenlagers konnte ich nicht auffinden, wohl aber Zellen, die in unregelmässigen Abständen der Innenseite der Gefässe aufsitzen. Die Lumina der Gefässe sind häufig sehr schwer oder gar nicht zu erkennen. Es hat das seinen Grund darin, dass sich die meist kugeligen 0,006—0,008 Mm. (bei Astropecten aurantiacus) grossen und mit deutlichem Kern versehenen Inhaltskörper in solcher Menge anhäufen, dass sie die Gefässlumina ganz ausfüllen. Es ist demnach das Herz nicht nur bei den jungen Thieren, wie Teuscher will, sondern auch bei den ausgewachsenen Individuen ein dicht zusammengedrängtes Gefässgeflecht.

Vorhin sprach ich von Contractionserscheinungen des Herzens. Dieselben sind zuerst beobachtet worden von Tiedemann,

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

welcher folgende Angabe darüber macht[1]): »In lebend geöffneten Seesternen (Astropecten aurantiacus) äussert der bräunliche Canal Reizbarkeit, denn wenn man ihn mit einem scharfen Instrumente reizt oder mit Weingeist befeuchtet, so contrahirt er sich, wiewohl schwach und langsam«. Neuerdings beobachtete Hoffmann[2]) »sehr deutliche Contractionserscheinungen« an dem Herzen. Derselbe Forscher sah ferner bei Asteracanthion rubens an den beiden vom Herzen zum Darm gehenden Gefässgeflechten (welche er irrthümlich, wie wir später sehen werden, als zwei in die Leibeshöhle ragende Anhänge des Herzens schildert) »Contractionen und Dilatationen regelmässig abwechseln«.

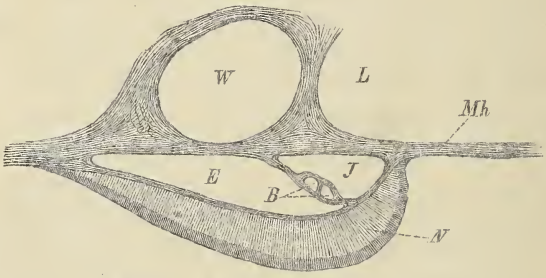
An dem Peristom angekommen, setzt sich das Herzgeflecht fort in ein den Mund umkreisendes Gefäss oder Gefässgeflecht. Um dessen Lage und Verbindungsweise darzulegen empfiehlt es sich auf die geschichtliche Entwicklung, welche die Kenntniss der hier in Betracht kommenden Theile genommen hat, einzugehen.

Tiedemann[3]) beschreibt zuerst einen oralen Ringcanal des Blutgefässsystems und lässt denselben mit dem Herzen in Zusammenhang stehen. Von Joh. Müller[4]) wurde die Existenz des Blutgefässrings bestätigt. Greeff, der anfänglich[5]) das von Tiedemann beschriebene Blutgefässsystem, ebenso wie schon vorher Jourdain[6]), ganz in Abrede stellte, hat später[7]) die Tiedemann'sche Angabe bestätigt, ebenso wie auch Hoffmann, Lange und Teuscher[8]). Danach sollte man glauben, dieser Punct sei genügend aufgeklärt. Wir werden aber im Folgenden sehen, dass dem nicht so ist, dass vielmehr der von Tiedemann beschriebene Blutgefässring, obschon vorhanden, in keinem Zusammenhang mit dem Herzen steht, also auch nicht mit demselben ohne Weiteres zu einem einheitlichen Organsystem gerechnet werden kann. Zunächst will ich versuchen mit Hülfe des umstehenden Holzschnittes (p. 120) auseinander zu setzen, welche Theile und unter welchen Bezeichnungen bisher als Blutgefässe des Peristoms beschrieben worden sind[9]). Der Holzschnitt stellt einen Schnitt durch das Peristom (in einem interradialen Bezirk desselben) dar. Der von Tiedemann beschriebene Blutgefässring

1) l. c. p. 51.
2) l. c. p. 21, 22.
3) l. c. p. 51.
4) Anatomische Studien über d. Echinodermen. Müller's Archiv 1850. p. 120.
5) Erste Mittheilung. Sitzungsber. der Gesellsch. zur Beförderung d. gesammten Naturw. zu Marburg. Nr. 8. 1871.
6) l. c. p. 1003.
7) Zweite Mittheilung. Sitzungsber. Marburg. Nr. 6. 1872.
8) ll. cc.
9) Man vergleiche auch auf den Tafeln Fig. 16—21.

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

ist mit *J* bezeichnet. Ausser diesem Gefässringe erwähnt Tiedemann noch ein anderes gleichfalls den Mund umgebendes »orangefarbenes Gefäss«, dessen Höhlung den mit *E* bezeichneten Ringcanal darstellt, dessen äussere (bei Astropecten aurantiacus lebhaft orangefarbene) Wand aber wesentlich, wie das zuerst Joh. Müller erkannt hat, von dem Nervenringe *N* gebildet wird. Greeff fand, dass der Canal *E* zu



Schematischer Verticalschnitt durch das Peristom eines Seesterns (in der Richtung eines Interradius); *L*, Leibeshöhle, *Mh*, Mundhaut, *W*, Wassergefässring, *N*, Nervenring, *B*, Blutgefässring (geflecht), *J*, innerer, *E*, äusserer ovaler Perihämalcanal.

dem Nervenringe in demselben Verhältniss steht wie der von ihm als Nervengefäss bezeichnete Canalraum (auf diesen komme ich später zu sprechen) des Armes zu dem radiären Nerven. Er nennt in Folge dessen den Canal *E* den oralen »Nervengefässring« im Gegensatze zu dem Canale *J*, der von ihm oraler »Blutgefässring« genannt wird. Hoffmann[1]) unterscheidet die beiden Canäle als medialen (= *J*) und lateralen (= *E*) oralen Blutgefässring. Nicht gerade zur Klarheit trägt es bei, dass Teuscher[2]) die von Greeff für den Canal *E* gebrauchte Bezeichnung »Nervengefässring« auf den Canal *J* anwendet; für den Canal *E* aber führt Teuscher den Namen »Nervengefässkammerring« ein, weil man denselben als entstanden betrachten könne aus der Vereinigung der vordersten Kammern der radiären Nervengefässe (auf diese Kammern komme ich nachher zurück). Lange[3]), welcher diese Verhältnisse nur vorübergehend berührt, schliesst sich in der Auffassung der beiden Canäle Greeff an, nennt *J* den Blutgefässring und *E* die Fortsetzung der Canäle der radialen Nervenbahn.

Es findet sich nun aber ausser diesen beiden bisher besprochenen Canälen ein dritter Canal oder richtiger ein Canalsystem *B*, das den Mund umkreist; dasselbe liegt in der den Canal *J* von dem Canal *E*

1) l. c. p. 17—19.
2) l. c. p. 502.
3) l. c. p. 273. Fig. 17*a* u. 17*b*.

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

trennenden Membran. Es ist bisher entweder ganz übersehen oder nicht in seiner wahren Bedeutung erkannt worden. So erwähnt schon Tiedemann[1]) einen weissen Ring, der, wenn man das orangefarbene Gefäss (= *N* + *E* in unserem Holzschnitt) entfernt habe, an dem äusseren Rande des oralen Blutgefässringes (= *J*) sichtbar werde. Durch einen sorgfältigen Vergleich der Tiedemann'schen Abbildungen und der entsprechenden Präparate von Astropecten aurantiacus habe ich mich überzeugt, dass der »weisse Ring« nichts Anderes ist als das uns hier beschäftigende Canalsystem *B* mitsammt der dasselbe in sich einschliessenden Membran. Auch die Notiz von Greeff[2]): »An der inneren Wandung des oralen Gefässringes, in das Lumen desselben hineinragend, sieht man sehr häufig bei guten Durchschnitten eine wulstartige Verdickung, anscheinend mit einer inneren Höhlung. Dieser, also innerhalb des Gefässes liegende Strang oder Schlauch hängt möglicherweise mit dem kiemenartigen Organ, das neben dem Steincanal verläuft, zusammen«, kann nur auf das Canalsystem *B* bezogen werden. Endlich zeichnet auch Teuscher in seiner Fig. 25 an der Scheidewand zwischen seinem »Nervengefässkammerring« und seinem »Nervengefässring« zwei kleine in letzteren vorspringende wulstförmige Erhebungen, die indessen weder in seinem Texte noch seiner Tafelerklärung irgend eine Erklärung finden. Dieselben sind aber offenbar identisch mit der von Greeff in der angeführten Stelle erwähnten »wulstartigen Verdickung«.

Den Greeff'schen Angaben habe ich vor allen Dingen hinzuzufügen, dass man das in Rede stehende Gebilde *B* nicht nur sehr häufig, sondern stets an guten Durchschnitten sieht, dass man dasselbe auch an Horizontalschnitten durch das Peristom findet und sich demnach davon überzeugt, dass dasselbe ein continuirliches, den Mund umkreisendes Gebilde darstellt. Man erkennt ferner an solchen Schnitten, was sich übrigens auch bei grossen Exemplaren z. B. von Astropecten aurantiacus präpariren lässt, dass der Ring *B* sich mit dem Herzgeflecht (= kiemenartiges Organ Greeff's) thatsächlich in Verbindung setzt, wie Greeff nur vermuthete (Fig. 19). Auch die innere Höhlung des Ringes *B* ist wirklich vorhanden, aber sie ist meistens keine einfache, sondern man sieht auf demselben Querschnitt (von Asteracanthion rubens) gewöhnlich zwei oder drei Lumina neben einander. Dies Verhalten wird verständlich, wenn man sich an Horizontalschnitte durch das Peristom wendet oder wenn man eine Strecke weit die zwischen Canal *J* und Canal *E* gelegene Membran ausschneidet und sich so den Ring *B* von der Fläche zur Ansicht bringt (Fig. 18). Man erkennt dann, dass der-

1) l. c. p. 62, 63. Taf. IX, Fig. 2.
2) Zweite Mittheilung. p. 95.

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

selbe aus einer geringen Anzahl von Gefässen besteht, die sich bald mit einander vereinigen, bald sich theilen, mit anderen Worten, dass derselbe ebenso wie das Herz ein Gefässgeflecht darstellt. Auch hinsichtlich der Structur seiner Wandung und der zelligen Inhaltskörper, die häufig das Lumen dicht erfüllen, stimmt dies den Mund umkreisende Geflecht mit dem Herzen überein, von dem es herkommt. Wir haben in demselben also ein orales Ringgeflecht des Blutgefässsystems vor uns. In der Richtung eines jeden Armes giebt das Ringgeflecht einen in der Mittellinie der Ambulacralfurche verlaufenden Ast ab, den wir das radiäre Blutgefäss nennen und nachher noch einer genaueren Betrachtung unterwerfen wollen. Andere Zweige des Ringgeflechtes habe ich nirgends beobachtet.

Es fragt sich nun aber, in welchem Verhältniss der hier beschriebene Blutgefässring zu den beiden Canalräumen *J* und *E* steht, die bisher als orale Abschnitte des Gefässsystems beschrieben worden sind, sowie auch, welches die Beziehungen des Herzens und des schlauchförmigen Canals, der das Herz umgiebt, zu jenen beiden Canalräumen sind? Nach Tiedemann soll das Herz sich öffnen in den Canal *J*. Querschnitte (Fig. 19) aber zeigen, dass Tiedemann sich hier geirrt hat, dass vielmehr das Herzgeflecht durch den Canal *J* hindurch an die Scheidewand zwischen Canal *J* und *E* herantritt, nicht aber nur um wie Teuscher[1]) angiebt sich dort zu befestigen, sondern um in jener Scheidewand in der Gestalt des Ringgeflechts *B* den Mund zu umkreisen. Der schlauchförmige Canal aber, der das Herz sammt dem Steincanal umgiebt und wie ich oben zeigte, mit dem Herzen verwechselt worden ist, mündet in den Canal *J*, wie schon aus den Injectionsresultaten von Greeff und Hoffmann sehr wahrscheinlich geworden, zuerst aber von Teuscher[2]) auf anatomischem Wege sicher demonstrirt worden ist. Wie Fig. 19 zeigt, bin ich in der Lage Teuscher's Angabe durchaus bestätigen zu können. Wenn nun aber der schlauchförmige Canal nicht, wie besonders Greeff irrthümlich annahm, das Centralorgan des Blutgefässsystems ist, vielmehr mit dem wirklichen, in ihm gelegenen Centralorgan (dem Herzgeflecht) in gar keiner offenen Verbindung der Lumina steht, also auch überhaupt dem Blutgefässsystem nicht zugerechnet werden kann, so wird man auch den mit dem schlauchförmigen Canal, nicht aber mit dem Herzgeflecht oder dessen oraler ringförmigen Ausbreitung in Zusammenhang stehenden Canal *J* fernerhin nicht mehr als oralen Blutgefässring bezeichnen dürfen. Aber auch der Ringcanal *E*

1) l. c. p. 494.
2) l. c. Fig. 16.

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

steht in keinerlei offenem Zusammenhang mit dem Herzgeflecht oder dem oralen Ringgeflecht des Blutgefässsystems. Also kann auch er dem Blutgefässsystem nicht zugerechnet werden. Derselbe setzt sich fort in den Canalraum, welcher in den Armen zwischen Nerv und Wassergefäss liegt und von Greeff[1]) und den späteren Forschern als Nervengefäss oder Nervencanal bezeichnet wird. Dieses sogenannte Nervengefäss der Arme wird durchzogen von einer verticalen Membran, welche eine Fortsetzung der den Ringcanal *J* von dem Ringcanal *E* scheidenden Membran ist. In ähnlicher Weise wie die letztere das orale, vom Herzgeflecht kommende Ringgeflecht des Blutgefässsystems in sich einschliesst, ist auch jene verticale Membran in dem sog. Nervengefäss der Arme die Trägerin eines Gefässes oder Gefässgeflechtes, welches in einem jeden Radius aus dem oralen Ringgeflecht sich abzweigt. Nur dieses in dem verticalen Septum der sog. Nervengefässe gelegene Gefäss gehört dem Blutgefässsystem an, was durch seine Verbindung mit dem Ringgeflechte, sowie durch seine Structur bewiesen wird. Es allein verdient also den Namen radiäres Blutgefäss, mit welchem wir es vorhin schon belegten. Es ist nicht immer ein einfaches Gefäss, sondern besteht namentlich bei den grösseren Arten aus einem Geflecht von zwei, drei und mehr sich bald verbindenden bald theilenden Gefässen, wie sich besonders leicht nahe an der Abgangsstelle vom oralen Ringgeflecht erkennen lässt (Fig. 18). In der Richtung zu jedem Füsschen geht von dem radiären Blutgefäss ein Seitenzweig ab, der in einer seitlichen Fortsetzung der verticalen Membran liegt. Diese seitlichen Fortsetzungen des verticalen Septums mögen quere Septa heissen (Fig. 16, 21). Wir können das Verhältniss der radiären Blutgefässe und ihrer Seitenzweige zu dem sog. Nervencanal oder Nervengefäss so ausdrücken, dass wir sagen: Eine Fortsetzung des Ringcanales *E* verläuft in den Armen dicht über dem Nerven und enthält in seinem Lumen einen Zweig des Blutgefässringes, das radiäre Blutgefäss, welches ebenso wie seine zu den Füsschen gehenden Seitenzweige durch membranöse Bildungen in seiner Lage fixirt wird. Der Canal *E* und der Canal *J*, sowie ferner der von *E* sich abzweigende radiäre Nervencanal stellen somit Räume dar, welche die Blutgefässe, das Ringgeflecht sowohl wie das radiäre Gefäss (oder Geflecht), umgeben; sie können also passend als perihämale Räume bezeichnet werden. Den Canal *J* nennen wir dann den inneren perihämalen Ringcanal, den Canal *E* den äusseren perihämalen Ringcanal und den radiären Nervencanal oder das Nervengefäss der Autoren den radiären Perihämalcanal. Wir

[1]) Zweite Mittheilung.

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

werden nachher sehen, dass diese Perihämalräume in letzter Instanz als Abschnitte der Leibeshöhle zu betrachten sind.

Der radiäre Perihämalcanal, sowie das darin gelegene radiäre Blutgefäss (oder -gefässgeflecht) verlangen noch einige Bemerkungen. Die erste nähere Beschreibung des radiären Perihämalcanals verdanken wir Greeff [1]). Er giebt zunächst an, dass der radiäre Perihämalcanal durch eine senkrechte Scheidewand in zwei nebeneinanderlaufende Canäle getheilt ist. Diese Angabe wurde von Hoffmann, Teuscher und Lange bestätigt. Greeff sah ferner, dass bei Asteracanthion rubens die senkrechte Scheidewand nach oben (dorsalwärts), vor ihrer Insertion an die dorsale Wand des radiären Perihämalcanals noch rechts und links eine Membran abgiebt, die quer durch das Lumen der rechten, resp. linken Hälfte des Perihämalcanals zieht. Er ist in Folge dessen der Meinung, dass durch die erwähnten Scheidewände der Perihämalcanal in vier Canäle getheilt würde, zwei grössere ventrale und zwei kleinere dorsale. Hoffmann [2]) aber stellt die Sache anders dar. Nach ihm setzt sich überhaupt das verticale Septum nicht an die dorsale Wand des Perihämalcanals fest, sondern fährt vorher in zwei Lamellen auseinander, die sich dann in der rechten und linken oberen Ecke des Perihämalcanals inseriren. Sonach wird der Perihämalcanal nach Hoffmann durch die Septen nicht in vier, sondern nur in drei Räume getheilt, einen mittleren dorsalen und zwei seitliche ventrale. Während die Greeff'sche Behauptung von der Existenz von vier Canälen, wie aus den gleich zu erwähnenden Untersuchungen von Teuscher und Lange sowie meinen eigenen hervorgeht, sich auf richtige, aber unzureichende Beobachtungen stützt, liegen der Hoffmann'schen Angabe falsche Beobachtungen zu Grunde; niemals findet man auf einem Querschnitt durch die Armrinne eines Asteracanthion rubens die von Hoffmann [3]) gezeichnete Dreitheilung des Perihämalcanals. Einen gemeinsamen Fehler haben Greeff und Hoffmann darin begangen, dass sie die von dem verticalen Septum abtretenden queren Septa sich durch die ganze Länge des Armes erstrecken liessen, während sie, wie Lange und Teuscher zuerst nachgewiesen haben und ich bestätigen kann, nur zwischen je zwei Wirbeln sich finden, entsprechend den zu den Füsschen gehenden Seitenzweigen der radiären Blutgefässe sowie den in denselben Bezirken liegenden Seitenzweigen der radiären Wassergefässe. Man erkennt dies am leichtesten an horizontalen Schnitten durch den Arm (Fig. 22, 23) [4]).

1) Zweite Mittheilung. p. 97.
2) l. c. p. 8.
3) l. c. Fig. 11, 12.
4) Vergl. auch Lange's Fig. 4.

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

Zugleich erkennt man an solchen Schnitten, jedoch auch an Querschnitten (Fig. 37), dass das verticale Septum, wenigstens bei Asteracanthion rubens, in der Höhe des eingeschlossenen radiären Blutgefässes eine horizontale Verbreiterung besitzt, welche an der Basis der queren Septen an Breite zunimmt und wohl den Anlass zu der eben besprochenen Auffassung Greeff's und Hoffmann's gegeben hat. Wir wollen sie das horizontale Septum nennen (Fig. 16, 23, 37). Dasselbe befestigt sich nirgendwo an die seitlichen Wände des Perihämalcanals, bringt also auch keine Theilung desselben in gesonderte Canäle zu Stande. Es scheint nach den Abbildungen Teuscher's sowie auch nach meinen eigenen Untersuchungen bei manchen Arten gänzlich zu fehlen.

Nach Lange und Teuscher soll durch das verticale Septum bei Asteracanthion rubens eine vollständige Scheidung der rechten und linken Hälfte des radiären Perihämalcanals zu Stande kommen. Dem vermag ich indessen nicht ganz beizustimmen. Ich finde an einzelnen Stellen den dorsalen über dem eingeschlossenen radiären Blutgefäss gelegenen Theil des Septums durchbrochen von einer Oeffnung, mittelst deren die rechte und die linke Hälfte des Perihämalcanals mit einander in Verbindung treten können[1]; namentlich ist das der Fall in der Nähe des Peristoms (Fig. 16). Solche Durchbrechungen liegen aber stets zwischen den Abgangsstellen je zweier queren Septen, niemals unmittelbar darüber.

Nach Teuscher soll ferner durch die seitlichen queren Septen eine weitere Zerlegung einer jeden Hälfte des radiären Perihämalcanals in eine der Anzahl der Wirbel entsprechende Zahl von Kammern zu Stande kommen. Er nennt diese Kammern die Nervengefässkammern und dem entsprechend, wie oben schon erwähnt, den äusseren perihämalen Ringcanal den Nervengefässkammerring. Jene Kammerräume sind aber in Wirklichkeit nicht gänzlich von einander gesondert, sondern es sind die seitlichen sie begrenzenden Septa in näherer oder weiterer Entfernung von dem verticalen Septum, von der dorsalen oder ventralen Wand des Perihämalcanals losgelöst, wodurch eine Communication der hinter einandergelegenen Kammern ermöglicht wird. Uebrigens stehen mit der Behauptung Teuscher's von der völligen gegenseitigen Abgeschlossenheit der Kammern seine eigenen Injectionsresultate in Widerspruch; das eine Mal[2] sagt er, um zu beweisen, dass die Kammern bei Astropecten aurantiacus allseitig geschlossen seien, die in sie eingespritzte Injectionsflüssigkeit habe keinen Ausweg gefunden; gleich

1) Aehnliche Angaben macht Teuscher für Ophidiaster, Echinaster u. Asteriscus.
2) l. c. p. 500.

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

nachher aber[1]) giebt er an, dass sich die Kammern von dem schlauchförmigen Canal aus injiciren lassen. Man sieht an diesem Beispiel wiederum, wie wenig auf die Injectionsbefunde an und für sich zu geben ist.

Der radiäre Perihämalcanal ist nach dem Erörterten ein zwischen radiärem Nerven- und radiärem Wassergefäss gelegener Hohlraum, der von membranösen Scheidewänden durchsetzt ist, aber niemals durch dieselben in seiner ganzen Länge sei es in neben einander, sei es in hinter einander gelegene abgeschlossene Räume zerlegt wird, sondern durch hier und dort stattfindende Unterbrechungen jener Septen stets seine einzelnen Abtheilungen in Communication erhält und dadurch den Character eines wesentlich einheitlichen Raumes nicht aufgiebt. Die Septen dienen zur Befestigung des in ihnen gelegenen radiären Blutgefässes und seiner Seitenzweige.

Das radiäre in dem verticalen Septum gelegene Blutgefäss haben Lange und Teuscher gleichzeitig aufgefunden. Teuscher nennt es »Centralnervengefäss«. Er fand es[2]) bei Astropecten, Luidia, Ophidiaster, Echinaster und Asteriscus, stellt seine Existenz aber bei Asteracanthion rubens und tenuispinus in entschiedene Abrede[3]). Aber gerade bei Asteracanthion rubens hat gleichzeitig Lange[4]) das betreffende Gefäss entdeckt, womit meine eigenen Beobachtungen in Einklang stehen. Demnach wird es wohl allen Asteriden ausnahmslos zukommen. Durch die schon oben hervorgehobene geflechtartige Beschaffenheit, welche das radiäre Blutgefäss häufig zu erkennen giebt, erklären sich die Angaben Teuscher's, dass bei Astropecten aurantiacus zwei »Centralnervengefässe« nebeneinander verlaufen, sowie seine Abbildungen Fig. 11 und 12, in denen er von Echinaster sepositus gleichfalls zwei »Centralnervengefässe« zeichnet.

Die seitlichen Zweige des radiären Blutgefässes lassen sich bis an die Basis der Füsschen verfolgen; wie sie sich dort weiter verhalten, habe ich bis jetzt noch nicht erkennen können. Der perihämale Canalraum aber, welcher die seitlichen Zweige des radiären Blutgefässes umgiebt, gabelt sich an der Basis des Füsschen, die beiden Gabeläste umgreifen die Füsschenbasis und vereinigen sich dann wieder auf der entgegengesetzten, dem Rande der Ambulacralfurche zugekehrten Seite derselben. Dort treten die Perihämalcanäle, die aber dann schon ihren Namen nicht mehr verdienen, da sie kein Blutgefäss mehr umgeben, in einen Canalraum ein, der am Rande der Ambulacralrinne den Arm

1) l. c. p. 501.
2) l. c. p. 499 sqq. Fig. 9—12.
3) l. c. p. 503. Fig. 13, 14.
4) l. c. p. 247. Fig. 2*a*.

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

durchzieht. Bei Betrachtung der Leibeshöhle werde ich auf diesen Canalraum zurückkommen müssen. Die radiären Blutgefässe der Crinoideen habe ich früher[1]) in Uebereinstimmung mit Greeff[2]) für homolog den radiären »Nervengefässen« der Asterien erklärt. Jetzt, nachdem wir erkannt, dass die »Nervengefässe« der Asterien nicht selbst Blutgefässe sind, sondern nur die wirklichen Blutgefässe umgeben, kann jene Homologie nicht mehr aufrecht erhalten werden. Es ist vielmehr bei einem Vergleiche der Verhältnisse, die wir hier bei den Asterien kennen lernten, mit den früher bei den Crinoideen besprochenen ersichtlich, dass das radiäre Nervengefäss der Crinoideen nur mit dem eigentlichen radiären Blutgefässe der Seesterne, nicht aber mit dem Perihämalcanal desselben verglichen werden kann. Um Missverständnisse zu vermeiden, empfiehlt es sich in Folge dessen auch bei den Crinoideen die Bezeichnung »Nervengefäss« ganz aufzugeben und statt dessen radiäres Blutgefäss zu sagen. Es besteht hinsichtlich der Lagerung des oralen Blutgefässrings und der radiären Blutgefässe ein Gegensatz zwischen den Crinoideen und Asteriden. Bei den Crinoideen sind nämlich noch keine Perihämalräume zur Ausbildung gelangt, weder im Umkreis des oralen Blutgefässrings noch der radiären Blutgefässe.

In ähnlicher Weise wie das Herzgeflecht an der ventralen Seite des Seesterns den oralen Blutgefässring und die daraus entspringenden radiären Blutgefässe abgiebt, verhält es sich an seinem dorsalen Abschnitte. Tiedemann[3]) beschreibt daselbst bei Astropecten aurantiacus in Zusammenhang mit dem Herzen folgende Gefässe:

1) einen dorsalen, der Körperwand anliegenden Gefässring; davon entspringen

2) zehn Gefässe zu den Geschlechtsorganen und

3) zehn Gefässe zu den radiären Blindsäcken des Darmes; ferner

4) zwei Gefässe zum Magendarm, welche vom Herzen dort, wo es in den dorsalen Gefässring eintritt, ihren Ursprung nehmen.

Mit Ausnahme der sub 3) angeführten Gefässe zu den radiären Darmblindsäcken sind die Tiedemann'schen Angaben von Greeff und Hoffmann bestätigt worden. Jene Gefässe zu den Darmblindsäcken werden von den letztgenannten Forschern mit Recht in Abrede gestellt. Greeff[4]) hat gezeigt, dass in diesem Puncte Tiedemann dadurch zu einer

1) l. p. 12, p. 87.

2) Ueber den Bau der Echinodermen. Vierte Mittheilung. Marburger Sitzungsberichte. Nr. 1. 1876. p. 27.

3) l. c. p. 49 sqq.

4) Dritte Mittheilung. p. 160 sqq.

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

irrthümlichen Auffassung gekommen ist, dass er die beiden Mesenterien (Fig. 38), welche einen jeden Darmblindsack an die dorsale Wand des Armes befestigen und zwischen sich einen, übrigens schon von SHARPEY[1]) richtig beschriebenen, canalartigen Raum lassen, für die Wandungen eines den Darmblindsack begleitenden Gefässes gehalten hat. Wir wollen diesen Raum Intermesenterialraum oder -canal nennen. SHARPEY giebt von demselben richtig an, dass er sich in der Scheibe in die allgemeine Leibeshöhle öffnet. Man kann sich von dieser Thatsache an grösseren Seesternen leicht schon mit unbewaffnetem Auge überzeugen.

Nach Berichtigung des TIEDEMANN'schen Irrthums bezüglich der Blinddarmgefässe bleiben als Haupttheile des dorsalen Abschnittes des Blutgefässsystems übrig: der dorsale Gefässring, die Genitalgefässe und die beiden Gefässe zum Magendarm, die wir einfach Darmgefässe nennen wollen. Die Anordnung derselben ist in der Fig. 25, welche überhaupt ein schematisches Bild des Blutgefässsystems der Seesterne giebt, dargestellt. Eine genauere Untersuchung auch des dorsalen Abschnittes des Blutgefässsystems hat mir nun aber gezeigt, dass hier ebenso wie in den weiter oben betrachteten ventralen Theilen des Blutgefässsystems die bis jetzt als solche aufgefassten Gefässe in Wirklichkeit nicht zum Blutgefässsystem gehören, sondern dass erst in ihnen die wahren Blutgefässe sich vorfinden. Oben zeigte ich, dass am Peristom und in den Ambulacralrinnen diejenigen Räume, welche den wahren mit dem Herzgeflecht in Zusammenhang stehenden Blutgefässring und die von demselben ausstrahlenden radiären Aeste zunächst umschliessen, es sind, welche bisher injicirt und als Blutgefässe beschrieben worden waren, dass die wirklichen Blutgefässe aber im Innern jener Perihämalcanäle aufgehängt sind. Ebenso verhält es sich nun auch in dem dorsalen Bezirke des Blutgefässsystems. Der dorsale Gefässring sowohl, als auch die Gefässe zu den Geschlechtsorganen und dem Darme sind nicht, wie die bisherigen Forscher annehmen, die eigentlichen Blutgefässe, sondern sie sind Perihämalräume, in deren Lumen sich das eigentliche von dem Herzgeflechte herkommende Blutgefäss befindet.

Der Perihämalcanal des eigentlichen dorsalen Blutgefässrings steht in Communication mit dem schlauchförmigen Canal, ebenso verhalten sich die Perihämalcanäle der beiden zum Darme tretenden Gefässe. Mit dem dorsalen perihämalen Ringcanal stehen dann wieder die Perihämalcanäle der zu den Generationsorganen tretenden Gefässe in Zusammen-

1) l. c. p. 37. Fig. 12. Diese Beobachtung SHARPEY's scheint GREEFF unbekannt geblieben zu sein.

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

hang. Aus dieser Verbindungsweise der dorsalen Perihämalcanäle erklärt sich denn auch, dass Greeff, Hoffmann und Teuscher vom schlauchförmigen Canal aus die Perihämalcanäle, die sie als Blutgefässe ansehen, injiciren konnten.

Greeff[1]) giebt an, in dem dorsalen »Blutgefässring« (also unserem perihämalen Ringcanal) von Asteracanthion rubens einen lappigen Wulst gesehen zu haben, welcher von der der Leibeshöhle zugekehrten Gefässwand ausgeht und einen continuirlichen Strang darstellt, der das ganze Gefäss durchzieht und mit dem kiemenartigen Organ zusammenzuhängen scheint. Der lappige Wulst, von dem Greeff hier spricht, ist offenbar identisch mit dem in dem Perihämalcanal festgelegten Blutgefässe. Letzteres lässt übrigens häufig, namentlich bei grösseren Arten, z. B. bei Astropecten aurantiacus, denselben geflechtartigen Bau erkennen, wie die Blutgefässe der Ventralseite und wird dann richtiger als dorsales Ringgeflecht des Blutgefässsystems bezeichnet. Greeff spricht die Vermuthung aus, der »lappige Wulst« diene dazu, den Uebertritt der Geschlechtsproducte in das Blutgefässsystem (= unsere Perihämalräume) zu verhindern. Dass von einer solchen Function des »lappigen Wulstes« nicht im Entferntesten die Rede sein kann, wird aus der weiter unten folgenden Schilderung der Genitalorgane und ihrer Ausführungscanäle ohne Weiteres ersichtlich werden.

Hoffmann und Teuscher scheinen den von Greeff als »lappigen Wulst« beschriebenen wahren dorsalen Blutgefässring gar nicht gesehen zu haben; ebenso wie auch keiner der genannten Forscher die eigentlichen Genitalgefässe erkannt hat. Was als solche von ihnen injicirt und beschrieben wurde, sind wiederum nur Perihämalräume, die in ihrem Lumen das eigentliche Genitalgefäss beherbergen. Letzteres, auf dessen Verhalten zu den Geschlechtsorganen ich weiter unten zu sprechen komme, ist eine Abzweigung des dorsalen Blutgefässringes. Von diesem giebt schon Tiedemann an, dass er die sichelförmigen Bänder, welche in den Interradien die dorsale Körperwand mit der ventralen verbinden, durchbohrt. Auch für den wirklichen Blutgefässring, der ja von Tiedemann von dem umgebenden Perihämalcanal nicht unterschieden wurde, ist diese Angabe durchaus richtig, wie mir die Untersuchungen nicht nur von Astropecten aurantiacus, auf den sich Tiedemann's Mittheilungen beziehen, sondern auch von Asteracanthion rubens und Stellaster equestris gezeigt haben.

Da wo der dorsale Gefässring von dem Herzgeflechte entspringt, giebt letzteres zwei zuerst von Tiedemann bei Astropecten aurantiacus

1) Dritte Mittheilung. p. 167.

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

beschriebene Gefässe oder richtiger strangförmige Gefässgeflechte ab, welche in der Richtung nach dem dorsalen Centrum der Scheibe verlaufen und, bevor sie dieses erreichen, an die Wand des Magens treten, um sich dort in einer Weise zu verästeln, welche ich einstweilen noch nicht weiter verfolgt habe. Bei Asteracanthion rubens sind diese beiden Darmgefässgeflechte in ihrem Ursprungstheile weit stärker entwickelt als bei Astropecten aurantiacus und haben daselbst nicht eine einfach strangförmige, sondern eine unregelmässig gelappte Gestalt. Dieser auf der Oberfläche unregelmässig gekräuselte und gelappte Anfangstheil der beiden Darmgefässgeflechte bei Asteracanthion rubens ist von Greeff und Hoffmann, welche beide den auf jenen Anfangstheil folgenden feineren strangförmigen Abschnitt übersahen, als ein besonderes, frei in die Leibeshöhle hängendes drüsenförmiges Organ beschrieben worden. Greeff [1]) vermuthet den wirklich vorhandenen Zusammenhang mit dem Herzgeflecht, seinem »kiemenartigen Organ«, und hebt die Uebereinstimmung in der Structur hervor. Hoffmann [2]) hingegen hält eine Verbindung der beiden »drüsenförmigen Organe« mit dem Herzen für nicht wahrscheinlich, obgleich man sich schon durch Präparation unter der Loupe davon Gewissheit verschaffen kann. In Wirklichkeit sind die beiden von Greeff und Hoffmann discutirten drüsenförmigen Organe nichts anderes als die bei Asteracanthion rubens besonders stark entwickelten Anfangstheile der beiden, im Allgemeinen strangförmigen Darmgefässgeflechte. Teuscher [3]) behauptet durchaus irrthümlich, dass die Darmgefässgeflechte (die Tiedemann'schen »Venenstämme des Magens«) keine Lumina besitzen, sondern solide Stränge seien. Teuscher macht hier denselben Fehler, den er bezüglich des Herzgeflechtes begangen hat.

Ueber die Art und Weise wie das Herzgeflecht dorsalwärts endigt, äussert sich Hoffmann ganz unbestimmt. Er lässt es unentschieden, ob dasselbe blind endigt oder mit einer offenen Mündung in den schlauchförmigen Canal sich einsenkt [4]). Teuscher hingegen macht die bestimmte, aber falsche Angabe, dass sich das Herz »in die hervorragende Spitze des sichelförmigen Bandes« befestige [5]). Nachdem das Herzgeflecht (bei Asteracanthion rubens, Astropecten aurantiacus und Asterina pentagona) den dorsalen Gefässring und die beiden Darmgefässe abgegeben hat, tritt es mit seinem eigentlichen Endabschnitt in

1) Zweite Mittheilung. p. 99.
2) l. c. p. 16.
3) l. c. p. 504, 505.
4) l. c. p. 21.
5) l. c. p. 495.

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

die kleine Höhlung ein, welche die Ampulle der Madreporenplatte enthält und oben näher beschrieben worden ist. Das Herzende durchsetzt diese Höhlung (Fig. 9) und befestigt sich dann schliesslich in ihr und zwar in ihrem zumeist dem Centrum der Rückenhaut zugekehrten Theile (Fig. 10, 11). So weit meine Beobachtungen reichen, gehört derjenige Theil der Höhlenwandung, an welchem sich das Herz inserirt, nicht mehr der Madreporenplatte selbst an, sondern dem unmittelbar daran anstossenden Bezirke der Körperwand. Ob das Herz an dieser seiner Insertionsstelle Gefässe in die Körperhaut abgiebt, vermochte ich bis jetzt noch nicht zu constatiren.

Bei den Crinoideen[1]) sehen wir den dorsalen Abschnitt des Herzgeflechts, das ich dort vorläufig als dorsales Organ bezeichnet habe, an dessen Homologie mit dem Herzen der Asteriden aber ich nicht mehr den geringsten Zweifel hege, in das Perisom eintreten und daselbst nach Bildung des fünfkammerigen Organs Gefässe in den Stengel und Ernährungsstränge in das dorsale Perisom der Arme abgeben. Ein ähnliches Verhalten findet nach dem oben Mitgetheilten auch bei den Asteriden statt, wenigstens insofern als auch hier der dorsale Endtheil des Herzens in das Perisom eintritt. Ob es aber an diesem Endtheil des Herzens bei den Asteriden jemals zur Bildung eines fünfkammerigen Organs kommt, möchte ich nach meinen bisherigen Beobachtungen sehr bezweifeln. Es besteht demnach meiner Meinung nach zwischen dem dorsalen Endabschnitt des Herzens bei den Asteriden und Crinoideen nur eine allgemeine, keine specielle Homologie.

Am Schlusse dieses Capitels über das Blutgefässsystem der Seesterne verweise ich auf die Figur 25, welche eine Uebersicht über die Anordnung desselben giebt. Da diese Figur in vielen Puncten mit denjenigen Tiedemann's und Hoffmann's sich deckt, so ist es nöthig hervorzuheben, dass diese Uebereinstimmung sich eben nur auf die Anordnung des Gefässsystems bezieht. Durch die Unterscheidung zwischen den eigentlichen Blutgefässen und den sie umgebenden Perihämalräumen sind wir erst zu einer richtigen Auffassung des Blutgefässsytems der Seesterne gelangt. Obige Figur giebt die Vertheilung der wirklichen Blutgefässe, während Tiedemann wirkliche Blutgefässe und Perihämalcanäle durcheinanderwirft, Hoffmann's Abbildungen aber eigentlich nur die Vertheilung der Perihämalcanäle darstellen.

1) I. p. 61 sqq., p. 87.

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

Das Nervensystem.

Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung des Nervensystems der Asteriden besteht keine wesentliche Differenz unter den einzelnen Forschern. Alle geben an, dass das Nervensystem sich zusammensetzt aus einem Nervenringe, der sich, den Mund umkreisend, an dem peripheren Theile der Mundhaut befindet und fünf davon ausstrahlenden radiären Nerven, welche in der Medianlinie der Ambulacralrinnen verlaufen. Sobald es sich aber darum handelt, genauer zu entscheiden, welche von den an den genannten Stellen vorkommenden Gewebsschichten und Gewebselementen als nervöse zu betrachten sind, giebt sich die grösste Meinungsverschiedenheit kund.

Bevor ich die verschiedenen Ansichten, welche hierauf bezüglich geäussert worden sind, discutire, wird es zweckdienlich sein, die Theile, um die es sich hier handelt, genauer zu betrachten, zunächst ohne Rücksicht darauf, welche von ihnen etwa als Nerven anzusehen sind und welche nicht. Macht man feine Querschnitte durch die Ambulacralfurche eines Asteracanthion rubens, so bekommt man Bilder, wie sie besonders Lange [1]) und Teuscher [2]) in den meisten Puncten richtig abgebildet haben. Man unterscheidet nach aussen (ventralwärts) von dem radiären Perihämalcanal eine auffallend dicke Substanzlage, welche sofort zwei Hauptschichten erkennen lässt, eine äussere zellige, die zugleich Trägerin eines gelblichen Pigments [3]) ist, und eine innere vorwiegend faserige. Wir wollen beide als Zellenschicht und Faserschicht auseinanderhalten. Nach den Seiten wird die Faserschicht, die im Uebrigen weit dicker ist als die Zellenschicht (Fig. 37), niedriger um bald ganz zu verschwinden. Sie stellt in einer jeden Ambulacralrinne ein bandförmiges Gebilde dar, welches in der Mittellinie der Rinne über (dorsalwärts von) der Zellenschicht verläuft. Die Zellenschicht selbst ist nur ein Theil des allgemeinen äusseren Körperepithels, wie daraus hervorgeht, dass sie sich rechts und links von der Mittellinie der Ambulacralrinne unmittelbar fortsetzt in die äussere Epithellage, welche die ganze übrige Rinne sammt den sich daraus erhebenden Füsschen überkleidet. Die Faserschicht aber stellt etwas Besonderes dar, das sich, wenn nicht als Abzweigung von ihr, an keiner anderen Körperstelle wiederfindet.

1) l. c. Fig. 2 *a*.

2) l. c. Fig. 17—19.

3) Dieses Pigment ist bei Astropecten aurantiacus orangefarben und hat Veranlassung zu der Tiedemann'schen Bezeichnung »orangefarbenes Gefäss« gegeben, dessen wahre Natur erst Joh. Müller erkannt hat (l. c. Müller's Arch. 1850. p. 120).

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

Die Zellenschicht ist von einer festen, homogenen, glashellen Cuticula überkleidet und trägt im Leben Wimperhaare, die wahrscheinlich der Cuticula nicht unmittelbar aufsitzen, sondern durch feine Oeffnungen derselben hindurchtreten. Es spricht für das Vorhandensein solcher feinsten Oeffnungen, dass die Cuticula an abgelösten und von der Fläche betrachteten Partien stets ein fein punctirtes Aussehen hat. Die Zellen der Zellenschicht sind durchgängig höher als breit und haben ihren Kern in ungleicher Höhe, so dass man, obschon jede Zelle die ganze Schicht durchsetzt, auf Querschnitten anfänglich ein geschichtetes Epithel vor sich zu haben glaubt.

Die Faserschicht besteht aus zweierlei Elementen, welche indessen beide faseriger Natur sind. Die einen sind Fasern, die senkrecht auf die bindegewebige Membran (Fig. 37 *Bi*), welche die untere, ventrale Wand des radiären Perihämalcanals bildet, gerichtet sind; sie verlaufen also auf Querschnitten durch die Ambulacralrinne quer durch die ganze Dicke der Faserschicht. An Zerzupfungspräparaten, sowie auch an Schnitten ergiebt sich, dass diese Querfasern der Faserschicht mit den Zellen der Zellenschicht in Verbindung stehen, dass sie nichts anderes sind als stabförmige Verlängerungen jener[1]. Die anderen gleichfalls faserigen Elemente der Faserschicht sind Längsfasern; sie verlaufen in der Längsrichtung des Armes und rechtwinklig zu den Querfasern; auf Querschnitten durch die Ambulacralrinne sieht man sie demnach im Durchschnitt in Gestalt runder Pünctchen und erst auf Längsschnitten giebt sich ihre faserige Beschaffenheit kund. Die Querfasern sind optisch und in ihrem Verhalten gegen Reagentien verschieden von den Längsfasern. Am auffallendsten ist die bedeutend stärkere Lichtbrechung der Querfasern. Morphologisch unterscheiden sie sich von den Längsfasern wesentlich dadurch, dass sie, wie schon gesagt, mit den Zellen der Zellenschicht in Zusammenhang stehen, während die Längsfasern niemals eine derartige Verbindung eingehen.

Die Zellen der Zellenschicht bilden also mit ihren den Kern beherbergenden Leibern eine subcuticulare Zellenlage und senden in Gestalt von Querfasern Fortsätze in eine auf die subcuticulare Zellenlage folgende Längsfaserschicht. Die Querfasern sitzen mit ihrem inneren, oft gabelig verbreiterten Ende der Bindegewebshaut des Perihämalcanals unmittelbar auf. Zwischen den Querfasern sieht man mitunter Kerne, von welchen es aber an den Querschnitten nicht leicht ganz klar wird, ob sie zu den Querfasern oder zu den Längsfasern in näherem Bezuge stehen. Stellt man aber nach längerer Maceration in doppeltchromsaurem Kali

1) Vergl. darüber die Abbildungen von Lange l. c. Fig. 7, deren Richtigkeit ich nach meinen Beobachtungen nur bestätigen kann.

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

Zerzupfungspräparate der Faserschicht her, so gelingt es nicht nur Querfasern, sondern auch Längsfasern eine lange Strecke weit zu isoliren und man überzeugt sich an solchen Präparaten, dass die vorhin erwähnten Kerne in den Verlauf der Längsfasern eingeschaltet sind. Die Kerne sind von einer geringen Protoplasmalage umgeben, welche in die Substanz der Fasern übergeht. Die Fasern müssen demnach als Ausläufer kleiner Zellen betrachtet werden. Mitunter zeigen die isolirten Längsfasern an der Stelle der Kerneinlagerung zugleich eine Theilung. Eine Verwechselung der Längs- und Querfasern in den Zerzupfungspräparaten lässt sich, abgesehen von dem stärkeren Glanze der Querfasern, dadurch vermeiden, dass man auf die Länge der Fasern achtet. Die Querfasern durchsetzen ziemlich geradlinig die Faserschicht, sind demnach niemals viel länger als Faser- und Zellenschicht zusammengenommen. Die Längsfasern aber lassen sich in viel grösseren Strecken isoliren und machen auch dann noch den Eindruck, als wenn ihre Enden abgerissen wären; ihre wirkliche Länge liess sich deshalb auch nicht sicher bestimmen.

Im Nervenringe finden sich dieselben Schichten wie in den radiären Nerven. Auch hier folgt auf die Cuticula eine Zellenschicht, von welcher Querfasern ausgehen, welche blassere Längsfasern zwischen sich aufnehmen. Letztere stimmen mit den Längsfasern der Ambulacralnerven vollständig überein und lassen sich an den Verbindungsstellen des Nervenringes mit den radiären Nerven leicht als Fortsetzungen jener erkennen. Sie verlaufen kreisförmig um die Mundöffnung; auf Querschnitten durch das Peristom bekommt man sie also im Querschnitt, auf Horizontalschnitten in ihrem kreisförmigen Verlaufe zur Ansicht.

Es fragt sich nun, welche von den beschriebenen Elementen als nervöse anzusehen sind, ob die Zellenschicht und die Faserschicht zusammen, oder nur die eine oder andere, oder nur ein Theil der einen oder anderen, oder ob endlich überhaupt die Nervenelemente in keinem der vorhin geschilderten Theile vorliegen, sondern wo anders zu suchen sind? Alle diese Möglichkeiten haben ihre Vertretung gefunden.

Greeff [1]) ist der Meinung, dass die Zellenschicht mit der Faserschicht zusammen den Nerven darstelle, eine Ansicht, welche er dann später auch auf die Crinoideen zu übertragen versuchte [2]). Da aber Greeff die beiden Schichten überhaupt nicht ganz scharf von einander unterscheidet und auch die sie zusammensetzenden Zellen und Fasern

1) ll. cc. Erste, zweite und dritte Mittheilung.

2) cf. I. p. 78. Dieselbe Ansicht hat auch Owsjannikow ausgesprochen in seinen Mittheilungen: Ueber das Nervensystem der Seesterne. Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St.-Pétersbourg. T. XV. 1871. St.-Pétersbourg p. 310.

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

nicht genauer untersucht zu haben scheint, so ist seiner Meinung in diesem Puncte kein grosses Gewicht beizumessen; überdies findet sich in seiner Darstellung ein thatsächlicher Irrthum, der auf seine Auffassung des Nerven vielleicht nicht ohne Einfluss gewesen ist. Er beschreibt nämlich zwischen der Cuticula und der Zellenschicht ein plattes Epithel. Dieses Epithel ist, wie ich übereinstimmend mit Lange und Teuscher versichern kann, keineswegs vorhanden. Da aber Greeff ein solches Epithel gefunden zu haben glaubte und er über[1]) demselben eine aus Zellen und Fasern bestehende dicke Gewebslage fand, welche am Ende der Ambulacralrinne die Augenkegel in sich aufnimmt, so hielt er sich für berechtigt jene ganze Lage als Nerv anzusehen. Hätte er sich aber überzeugt gehabt, dass, woran jetzt wohl kein Zweifel mehr sein kann, sein subcuticulares Epithel nicht vorhanden ist, dass vielmehr die von ihm zum Nerven gerechnete Zellenschicht das eigentliche subcuticulare Epithel darstellt, so würde er gewiss Bedenken getragen haben, diese Zellenschicht, die nichts ist als ein Theil des äusseren Körperepithels, zum Nerven zu rechnen. Es ist nur eine Consequenz seiner irrthümlichen Auffassung des Ambulacralnerven, dass er die Zellenschicht, welche die Füsschen sowie den ganzen Körper überkleidet, als Nervenschicht bezeichnet. In allen diesen Gegenden ist das von ihm behauptete subcuticulare Epithel nicht vorhanden, sondern seine »Nervenschicht« ist die Matrix der Cuticula. Wenn ferner Greeff sagt, die Flüssigkeit des perihämalen Canals (»Nervengefäss« Greeff) sei in unmittelbarer Berührung mit der Nervensubstanz, so ist auch das ein Irrthum, denn zwischen beiden befindet sich eine kräftige Bindegewebsschicht, welche die ventrale Wand des Perihämalcanals darstellt; letztere ist überdies nach dem Lumen des Perihämalcanals hin mit einem später noch besonders zu erwähnenden Epithel überzogen.

Hoffmann's Darstellung[2]) leidet an grosser Unklarheit, so dass es nicht möglich ist, alle Theile, von welchen er spricht, auf die oben geschilderten zurückzuführen. Die Nervensubstanz, und als solche bezeichnet er die ganze Lage, die über der Cuticula (über welcher er zunächst wie Greeff ein thatsächlich nicht vorhandenes Plattenepithelium angiebt) bis zur Wand des Perihämalcanals sich erstreckt, soll sich nach ihm auch auf das verticale Septum theilweise fortsetzen — eine Angabe, die durchaus unrichtig ist. Nur die Querfasern der Faserschicht, die wohl identisch sind mit seinen »radiären Fasern«, scheint er als nicht nervös anzusehen.

1) = dorsalwärts.
2) l. c. p. 7 sqq.

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

Der nächste Autor über das Nervensystem der Asteriden ist Lange [1]. Seine Angaben unterscheiden sich vortheilhaft von denjenigen seiner beiden Vorgänger dadurch, dass er eine durch eine gute Abbildung unterstützte, im Allgemeinen correcte Darstellung dessen giebt, was man an den Querschnitten durch die Ambulacralrinne sehen kann. Er bestreitet zunächst die Existenz des subcuticularen Plattenepithels, wie es von Greeff und Hoffmann behauptet worden ist. Dann beschreibt er den Bau der Zellenschicht und der Faserschicht und zeigt, dass die Elemente beider, obschon die Zellen der ersteren in Gestalt der Querfasern die letztere durchsetzen, keinen Zusammenhang mit einander haben. Er schliesst die Zellenschicht bei der Frage, wo die nervösen Elemente zu suchen seien, aus und das, wie ich glaube, mit vollem Rechte. Ein Gleiches thut er aber auch mit den Längsfasern und zwar deshalb, weil er keine zelligen Theile an ihnen finden könne und er ein nur allein aus Fasern bestehendes Nervensystem für ein Unding erachtet. Ich würde mich dem gewiss wie wohl jeder anschliessen, wenn die thatsächliche Basis der Argumentation, das Mangeln zelliger Elemente in der Längsfaserschicht, richtig wäre. Ich habe aber oben gezeigt, dass sich kleine Zellen in den Verlauf der Längsfasern eingelagert finden; also ist kein Grund mehr vorhanden, den Längsfasern die nervöse Natur abzusprechen. Lange sucht den wirklichen Nerven an einer anderen Stelle. Bevor ich aber darauf eingehe, mögen noch die letzten Angaben, die wir über das Nervensystem der Asteriden erhalten haben, berücksichtigt werden.

Teuscher [2] sieht in den Längsfasern die wesentlichen Elemente des Nerven und beschreibt ferner eine dicht über der Zellenschicht gelegene Zellenlage, die sich von ersterer unterscheiden soll; sie bestehe aus 0,004—0,006 Mm. grossen Zellen mit deutlichen Kernen. Er hält diese letzterwähnten Zellen für die eigentlichen Ganglienzellen, obschon er keinen Zusammenhang zwischen ihnen und den Fasern gesehen hat. Der Schilderung Teuscher's gegenüber bemerke ich zunächst, dass er hier wiederum, wie ich das schon in einem früheren Falle nachgewiesen habe [3], Kerne als Zellen beschreibt. Seine Zellen sind bei Asteracanthion rubens die am meisten in der Tiefe der Zellenschicht gelegenen Kerne der Zellen dieser letzteren; seine Kerne die Kernkörperchen. Bei Echinaster sepositus hingegen hat er die in die Längsfasern eingelagerten Kerne gesehen, beschreibt sie aber gleichfalls nicht als Kerne, sondern als Zellen. Uebrigens begeht Teuscher auch in der Schilderung der

1) l. c. p. 250 sqq.
2) l. c. p. 505 sqq.
3) l. p. 9.

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

Zellenschicht, seiner »Hautschicht«, denselben Fehler, die Kerne als Zellen zu beschreiben. Ein gelungenes Zerzupfungspräparat hätte ihn vor diesem Irrthum bewahren können. Es wundert mich, dass Lange in seiner Polemik gegen Teuscher diesen Irrthum des Letzteren nicht beachtet[1]. Ich stimme mit Lange darin überein, dass die von Teuscher beschriebenen Ganglienzellen bei Asteracanthion rubens (nicht aber bei Echinaster sepositus) zu der Zellenschicht gehören und so wenig wie letztere überhaupt als nervöse Elemente betrachtet werden können.

Meine eigene Auffassung der Nervenelemente habe ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung über Crinoideenanatomie[2], sowie in der ausführlichen Abhandlung[3] ausgesprochen, und es haben mich meine seither fortgesetzten Untersuchungen darin nur noch bestärkt. Ich halte die in der Faserschicht gelegenen Längsfasern mit den ihrem Verlauf hier und dort eingeschalteten kleinen Zellen einzig und allein für die Nervenelemente, betrachte also jene als Nervenfasern, diese als Nervenzellen. Die Querfasern haben bei ihrer von den Längsfasern durchaus verschiedenen Beschaffenheit nur die Bedeutung von faserförmigen Fortsätzen des Epithels, welche das Nervengewebe zwischen sich fassen. Wir haben also bei den Asteriden ein Nervengewebe, welches in seinen Elementen zwar keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem äusseren Epithel des Körpers mehr erkennen lässt, aber doch noch seinen ectodermalen Ursprung dadurch verräth, dass es zwischen die innerste zu Fasern ausgezogene Lage jenes Epithels eingeflochten ist.

Diese Form des Nervensystems ist von Interesse für die allgemeine Frage nach der allmäligen Sonderung desselben im Thierreiche. Im Grossen und Ganzen können wir als sichergestellt annehmen, dass das Nervensystem der Metazoen in letzter Linie aus dem Ectoderm seinen Ursprung nimmt. Die verschiedenen Stadien die es von diesem Ursprunge bis zu seiner complicirten Gestalt bei den ausgebildeten höheren Thieren durchläuft, werden nicht nur bei den Embryonen dieser letzteren auftreten, sondern auch bei niederen Thieren als dauernde Zustände festgehalten werden. Kleinenberg hat in seiner bekannten Abhandlung über Hydra[4] zuerst gezeigt, dass ein solcher niedriger Zustand des

1) Lange, Bemerkungen zum Beitrag zur Anatomie und Histiologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb. III. p. 452.

2) Göttinger Nachrichten 1876. Nr. 5. p. 107.

3) I. p. 78.

4) Hydra, Eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872.

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

Nervensystems in den Neuromuskelzellen dieses Thieres gegeben ist. Bei den Asteriden haben wir ein weiteres Stadium in der allmäligen Ausbildung des Nervensystems vor uns. Die Nervenelemente sind nicht mehr wie bei Hydra gleichzeitig Zellen des äusseren Körperepithels, sondern es hat sich eine Anzahl der letztern durchaus in nervöse Elemente umgewandelt, während die übrigen den epithelialen Character bewahrt und jene zwischen ihre inneren Ausläufer aufgenommen haben. Das nächste Stadium wäre eine völlige Abtrennung des Nervengewebes von der Ectodermschicht und Aufnahme desselben in die Substanz des unterliegenden Mesoderms, und auch dieses Stadium findet bei den Echinodermen seine Vertretung; denn bei Antedon Eschrichtii zeigte ich[1]), dass sich eine feine Bindegewebslamelle zwischen die Epithelzellen der Ambulacralrinne und den Ambulacralnerven einschiebt. Noch weiter schreitet die Sonderung bei den übrigen Echinodermen, indem das noch tiefer in das Mesoderm gerückte Nervensystem von einem Canalraum umgeben wird, der, wie ich in den späteren Abhandlungen dieser Studienreihe zeigen werde, in letzter Linie ein Theil der Leibeshöhle ist und passend als Perineuralcanal bezeichnet wird.

Die niedere Organisationsstufe des Nervensystems bei den Asteriden wie überhaupt den Echinodermen, giebt sich auch darin kund, dass es nirgendwo zu einer dichteren Ansammlung von Nervenzellen und damit zur Bildung ganglienartiger Nervencentren gekommen ist. Die Gleichartigkeit in dem Baue des oralen Nervenrings und der radiären Nerven ist eine so grosse, dass mir durchaus kein anatomischer Grund vorhanden zu sein scheint, die radiären Nerven als die eigentlichen Centra, den Nervenring aber nur als eine secundäre Commissur der fünf Nervencentra zu betrachten[2]). Auch entwicklungsgeschichtlich ist bis jetzt keine einzige Thatsache bekannt, die jene Auffassung rechtfertigte. Für die Haeckel'sche Hypothese der Abstammung der Echinodermen von stockbildenden Gliederwürmern, welche an jene Auffassung anknüpft, lassen sich, soweit zunächst die Asteriden und die Crinoideen in Betracht kommen, mit Bezug auf das Nervensystem keinerlei beweisende Momente weder aus der Anatomie noch aus der Entwicklungsgeschichte anführen. Aber auch physiologisch entbehrt jene Auffassung eines sicheren Fundaments, wie aus

1) I. p. 10, 11.

2) Diese Auffassung hat bekanntlich ihren Urheber in Joh. Müller, welcher die radiären Nerven geradezu als Ambulacralgehirne bezeichnete. (Ueber den Bau der Echinodermen. Berlin 1854. p. 18.)

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

den sich direct widersprechenden Experimenten von Vulpian und Baudelot hervorgeht[1]).

Oben habe ich schon erwähnt, dass Lange den Nerven an einer anderen Stelle der Ambulacralfurche sucht. Es verdickt sich nämlich besonders bei Asteracanthion rubens das Epithel, welches den radiären Perihämalcanal auskleidet, an der ventralen Wand des letzteren rechts und links von dem Ansatze des verticalen Längsseptums und bildet daselbst jederseits einen breiten, etwas gewölbten, in das Lumen des Perihämalcanals vorspringenden Zellwulst (Fig. 17, 20, 37 *Z*) (Zellenplatte Lange). Diese beiden Zellwülste betrachtet Lange als die eigentlichen Nerven des Seesternarmes. Zu dieser Ansicht ist er namentlich durch seine Befunde am radiären Nerven der Ophiuren geführt worden. Letztere, soweit er sie als indirecte Beweismittel benutzt, muss ich mir an dieser Stelle zu discutiren versagen, da ich später bei Veröffentlichung meiner eigenen Ophiurenuntersuchungen passendere Gelegenheit dazu haben werde. Was seine von den Asteriden selbst entnommene Beweisgründe anbetrifft, so sind es deren zwei: erstens die Verhältnisse am Augenbulbus, zweitens die Gestalt der Zellen der Zellwülste. Am Augenbulbus[2]) beschreibt Lange[3]) dorsalwärts von der von mir als Nerv betrachteten Schicht eine Zellenmasse, welche er als Ganglienknoten betrachtet. Wenn diese Auffassung richtig wäre, so müsste doch irgend ein Zusammenhang dieses Ganglions mit den Augen bestehen. Lange hat einen solchen aber nicht nachzuweisen vermocht, im Gegentheil giebt er selbst an, dass sich zwischen der die Augen bergenden Schicht

1) E. Baudelot, Études générales sur le système nerveux. Contribution à l'histoire du système nerveux des Echinodermes. Archives de zoologie expérimentale etc. I. 1872. p. 177—216. p. 212, 213.

2) Ueber das Auge und den Fühler der Seesterne möge man ausser den citirten Schriften von Greeff, Hoffmann, Lange und Teuscher vergleichen:

1. Ehrenberg, Ueber die Akalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee. Abhandlungen d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1835. Berlin 1837. p. 181. Ueber die Augen der Seesterne. p. 211 sqq.
2. E. Haeckel, Ueber die Augen und Nerven der Seesterne. Diese Zeitschr. X. 1860. p. 183. Taf. XI.
3. H. S. Wilson, The Nervous System of the Asteridae; with observations of the Structure of their Organs of Sense and remarks on the Reproduction of lost Ray's. Transact. Linnean Society, London. Vol. XXIII. 1860. p. 107. Tab. XIII—XV.
4. C. Mettenheimer, Ueber die Gesichtsorgane des violetten Seesterns etc. Müller's Archiv 1862. p. 210. Taf. V.
5. S. Jourdain, Sur les yeux de l'Asteracanthion rubens. Comptes rendus. T. 60. 1865. p. 103—105.

3) l. c. p. 271. Fig. 8.

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

und dem »Ganglion« eine bindegewebige Lamelle befindet. Aber auch einen Zusammenhang seines »Ganglions« mit den Zellwülsten des Perihämalcanals gelang es ihm nicht mit Sicherheit festzustellen und es sprechen auch hier seine eigenen Beobachtungen eher gegen seine Auffassung. Was den Bau der Zellwülste (Zellenplatten) anbelangt, so sollen ihre Zellen nach Lange faserige Forsätze besitzen, welche unmittelbar auf der bindegewebigen Wand des Perihämalcanals (Fig. 37 *Bi*) eine besondere Faserlage bilden. Von der Anwesenheit einer derartigen Faserlage kann ich mich jedoch nicht überzeugen. Was ich von faserigen Elementen an jener Stelle auffand, erwies sich bei genauerem Nachforschen jedesmal als zur bindegewebigen Wand des Perihämalcanals gehörig. Der Zellenwulst selbst aber geht in meinen Präparaten stets continuirlich über in das Epithel, welches den ganzen Perihämalcanal auskleidet. Ich vermag in jenem Zellenwulst nichts anderes zu sehen, als eine locale Verdickung des Epithels des Perihämalcanals. Den Lange'schen Auffassungen stehen aber auch noch andere Schwierigkeiten entgegen. Wenn die Zellenwülste die radiären Nerven des Seesterns sind, wie ist es dann zu erklären, dass sie zwischen je zwei Wirbeln durch die queren Septa des Perihämalcanals eine Unterbrechung erfahren? Wie erklärt es sich ferner, dass sie gar nicht bei allen Seesternen vorkommen? Ich vermisse sie z. B. bei Echinaster fallax und Luidia maculata.

Die Generationsorgane.

Die Lage und Gestalt der Generationsorgane ist im Allgemeinen bekannt; in jedem Interradius finden wir zwei Gruppen von Ovarial- oder Hoden-Schläuchen, welche rechts und links von der Mittellinie des Interradius liegen und bald auf die Scheibe beschränkt sind, bald sich mehr oder weniger weit in die Arme hinein ziehen. Die einzelnen Genitalschläuche haben das eine Mal, z. B. bei Astropecten aurantiacus, eine langgestreckte, das andere Mal, z. B. bei Echinaster fallax, eine kurze rundliche Gestalt. Die Schläuche einer jeden Gruppe hängen mit dem einen Ende frei in die Leibeshöhle der Scheibe oder des Arms herab, mit dem anderen Ende sind sie an die Körperwand befestigt. Diese Befestigungsstelle ist entweder für alle Schläuche einer jeden der zehn Gruppen eine gemeinsame und wir haben dann (bei fünfstrahligen Seesternen) zehn Genitalbüschel, oder aber es sind jener Befestigungsstellen in jeder der zehn Gruppen mehrere vorhanden. In dem letzteren Falle, der namentlich dann eintritt, wenn die Geschlechtsorgane sich weit in die Arme hineinerstrecken, z. B. bei Echinaster fallax,

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

liegen in jedem Arme zwei Längsreihen von Genitalbüscheln. Beide Fälle haben aber das Gemeinsame, dass stets alle Genitalschläuche einer jeden der zehn Genitalgruppen, mögen sie nun zu nur einem oder zu mehreren Büscheln vereinigt sein, von demselben Blutgefässzweige versorgt werden. Die Genitalschläuche sind mit andern Worten in einer dem Verlaufe der zehn Genitalblutgefässe entsprechenden Weise angeordnet, und wenn wir alle Genitalschläuche, die von einem Blutgefässe versorgt werden, als eine Einheit betrachten wollen, dann können wir bei den Asterien von zehn Ovarien oder eben so vielen Hoden sprechen. Wenn wir aber nur alle diejenigen Ovarialschläuche oder Hodenschläuche als ein einheitliches Organ darstellend ansehen wollen, welche eine gemeinsame Befestigungsstelle haben, dann erhalten wir zwei Gruppen von Seesternen: erstens solche, bei welchen jederseits von der Mittellinie eines jeden Interradius nur ein Ovarium (oder Hoden) liegt und zweitens solche, bei denen sich daselbst eine grössere Zahl findet [1]). Diese Auffassung wird auch durch die Anordnung der Ausführwege unterstützt, welche nicht den einzelnen Genitalschläuchen, sondern den Büscheln entsprechend vertheilt sind. Wir wollen also im Folgenden nicht die einzelnen Schläuche, sondern die ganzen Büschel als Ovarien oder Hoden bezeichnen, die Schläuche selbst aber Ovarialschläuche (Hodenschläuche) nennen [2]). Ovarialschläuche und Hodenschläuche gleichen sich, wie ja allbekannt ist, in ihrer äusseren Form so sehr, dass meist die Unterscheidung, ob man ein weibliches oder männliches Individuum vor sich hat, erst durch den Nachweis der Genitalproducte, Eier oder Samenfäden, ermöglicht wird. Demjenigen allerdings, der öfters Echinodermen untersucht hat, gelingt es auch an Weingeistexemplaren an der gewöhnlich gelblichen bis rothgelben Farbe die Ovarien von den weisseren Hoden zu unterscheiden.

Was den Bau der Genitalschläuche anlangt, so gleichen sich Hoden und Eierstöcke, wenn wir von der Verschiedenartigkeit

1) So unterscheiden auch Joh. Müller und F. H. Troschel (System der Asteriden. Braunschweig 1842. p. 134). Mit mehrfachen Genitalorganen sind nach ihren Beobachtungen versehen: Astropecten, Luidia, Oreaster, Culcita, Ophidiaster, Chaetaster; mit einfachen Genitalorganen: Ctenodiscus, Echinaster, Asteracanthion, Solaster, Asteriscus, Asteropsis, Pteraster, Astrogonium. Sie erblicken darin ein wichtiges Gattungsmerkmal, ob mit Recht dürfte indessen fraglich sein; denn ich finde, dass bei Echinaster fallax mehrfache Genitalorgane vorhanden sind, während Müller und Troschel bei dieser Gattung einfache Genitalorgane angeben (sie nennen die untersuchte Species nicht).

2) Bei Ctenodiscus fallen beide Bezeichnungen zusammen, denn bei dieser Gattung giebt es (cf. Müller und Troschel l. c.) jederseits vom interradialen Septum nur einen einzigen Genitalschlauch.

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

ihrer Producte absehen, durchaus. Es besteht die Wandung, welche aussen von dem Epithel der Leibeshöhle, innen aber von der Eier oder Samen bildenden Zellenlage bekleidet ist, aus zwei durch einen Zwischenraum getrennten Membranen. Dieser Zwischenraum ist die unmittelbare Fortsetzung des an die Basis des Genitalorgans herantretenden Blutgefässes. Mit anderen Worten: Das Genitalblutgefäss tritt in die Wandung der Genitalschläuche und erweitert sich dort zu einem den ganzen Schlauch umgebenden Blutsinus. Dieser Blutsinus ist, wie ich das namentlich an einem Weibchen von Echinaster fallax leicht beobachten konnte, hier und dort von feinen Fäden durchsetzt, welche die äussere Membran der Wandung des Genitalschlauches mit der inneren verbinden (Fig. 35). Aehnliche Fäden, welche den Blutraum durchsetzen, finden sich übrigens auch in den Genitalgefässen selbst (Fig. 30, 31, 35). Ich will hier auch nicht verfehlen, auf die sehr ähnlichen Verhältnisse bei den Crinoideen, wie ich sie früher[1]) beschrieb, aufmerksam zu machen. Eine deutliche, continuirliche Epithelauskleidung vermochte ich in dem Blutsinus ebensowenig wie an anderen Stellen des Blutgefässsystems der Asteriden zu sehen; nur vereinzelt sitzen Zellen der inneren Oberfläche des Blutsinus an. Die zelligen Inhaltskörper sind dieselben, welchen man auch sonst im Blutgefässsystem begegnet. Die äussere Lamelle der Wandung des Genitalschlauches schliesst in sich Muskelfasern ein, welche bei Asteracanthion rubens im Allgemeinen einen circulären Verlauf haben (Fig. 34). Bei den reifen Genitalorganen ist der Blutsinus, da er durch die Erweiterung, welche das innere Lumen der Genitalschläuche durch die reifen Eier- oder Samenmassen erfährt, zusammengedrückt wird, nicht immer so leicht zu sehen wie bei nicht geschlechtsreifen Thieren; indessen gelingt es mit einiger Geduld auch dann noch die äussere Membran von der inneren abzupräpariren.

Der Blutsinus in den Genitalschläuchen der Asteriden ist schon einige Male Gegenstand der Beobachtung und Besprechung gewesen. Der erste, welcher denselben gesehen hat, ist Greeff[2]) und ziemlich gleichzeitig hat auch Hoffmann[3]) einige Angaben über den Bau der Genitalorgane gemacht, welche zeigen, dass ihm der Blutsinus nicht unbekannt geblieben ist. Im Einzelnen aber bin ich, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, in den wesentlichen Puncten mit Greeff's und Hoffmann's Angaben nicht einverstanden. Auch Semper hat bei Scyta-

1) l. p. 29.
2) Dritte Mittheilung. p. 166.
3) l. c. p. 19, 20.

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

ster milleporellus den Blutsinus der Geschlechtsorgane beobachtet, wie ich einer von seiner philippinischen Reise herrührenden Notiz entnehme [1]).

Das innere Lumen der Genitalschläuche ist von einem Epithel ausgekleidet, welches die Eier oder Samenfäden aus sich hervorgehen lässt. Bezüglich der Entstehung der Eier aus den Epithelzellen der Ovarialschläuche sind meine neueren Beobachtungen wesentlich Bestätigungen meiner älteren, welche ich an einem anderen Orte veröffentlicht habe [2]). Hinsichtlich der Zusammensetzung der noch in den Ovarialschläuchen liegenden Eier will ich nicht unerwähnt lassen, dass während sich bei den übrigen von mir untersuchten Arten nur ein Keimfleck findet, der in seinem Innern eine Anzahl kleiner stark glänzender Körnchen oder Kügelchen beherbergt, die Eierstockseier des Echinaster fallax statt eines einzigen Keimfleckes einen verhältnissmässig grossen, das Keimbläschen fast ganz ausfüllenden Haufen von kleinen runden Keimflecken besitzen (Fig. 35). Das innere Epithel der Hodenschläuche erfährt bei den Seesternen eine beträchtliche Oberflächenvergrösserung in ähnlicher Weise, wie ich das früher von Crinoideen [3]) gezeigt und später noch von anderen Echinodermen mittheilen werde. Es bilden sich nämlich zahlreiche dünne Falten, welche von der Wand des Hodenschlauches in das Lumen hineinragen und mit dem samenbildenden Epithel überkleidet sind. Auf dem Querschnitte eines Hodenschlauches z. B. von Asteracanthion rubens erhält man in Folge dessen ein Bild, wie es Fig. 33 bei schwacher Vergrösserung wiedergiebt. Der Blutsinus der Wandung des Hodenschlauches ist zusammengedrückt und bei der angewandten Vergrösserung nicht deutlich sichtbar. Die Leisten des samenbildenden Epithels stehen sehr dicht nebeneinander und sind sämmtlich von annähernd gleicher Höhe. Der centrale freibleibende Theil des Lumens ist von einer Masse von dicht zusammengepressten reifen Samenfäden ausgefüllt. Die Aehnlichkeit mit dem Verhalten des Antedon rosaceus springt sofort in die Augen, wenn man diese Abbildung mit der früher von jenem Crinoideen gegebenen [4]) vergleicht.

Ueber die Wege, welche die Geschlechtsproducte nehmen müssen

1) Herr Professor Semper hatte die Güte mir einige seiner Reisenotizen zur Benutzung zu überlassen. Die oben angeführte ist von einer kleinen Skizze begleitet und lautet: »Die Geschlechtsfollikel sind in Säcke eingehüllt, die auf der äusseren Fläche wimpern; in diese hängen die eigentlichen Geschlechtsfollikel hinein, die sie bei stärkster Entwicklung fast anfüllen. Die Höhlungen der umhüllenden Säcke wimpern inwendig nicht«. Die Höhlung des den Geschlechtsschlauch umhüllenden Sackes ist, wie aus der beiliegenden Skizze hervorgeht, der Blutsinus.

2) Ueber die Eibildung im Thierreiche. Würzburg 1874. p. 9.

3) I. p. 36.

4) I. Fig. 49.

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

um nach aussen zu gelangen, sind unsere Kenntnisse bis jetzt noch in einem sehr ungenügenden Zustande. Die ersten genauen Angaben über bestimmte Genitalöffnungen der Seesterne verdanken wir Joh. Müller und F. H. Troschel. In dem Anhange zu ihrem System der Asteriden [1]) geben diese Forscher an, sich bei Asteracanthion rubens und Solaster papposus von der Existenz äusserer Ausmündungsöffnungen der Geschlechtsorgane überzeugt zu haben. Bei Asteracanthion, wo sie schwerer zu beobachten seien als bei Solaster, »liegen in jedem Interradialraum des Scheibenrückens dicht am Abgang der Arme die Oeffnungen zweier Genitalschläuche; jede Ausmündung besteht aber nicht aus einem, sondern mehreren kleinen Poren«, wodurch sie die Gestalt einer Siebplatte annimmt. »Bei Solaster papposus liegen die beiden Siebplatten (eines jeden Interradius) ganz dicht zusammen in der Furche, welche von dem Theilungswinkel der Arme über die Scheibe fortläuft. An einigen Interradien fliessen beide Siebe ganz in eins zusammen und an anderen liegen sie verschoben hinter einander in derselben Furche. Jede Siebplatte enthält hier eine grosse Zahl von Oeffnungen.«

Wie wenig Beachtung diese Angaben gefunden haben, geht daraus hervor, dass noch neuerdings Hoffmann [2]) behauptet, bestimmte Ausführungsgänge der Geschlechtsorgane seien bei den Seesternen bis jetzt nicht entdeckt worden, wobei mir indessen unverständlich ist, dass derselbe Autor am Schlusse seiner Abhandlung [3]) von den »bei einigen Asteriden vorkommenden (allerdings von ihm nicht gesehenen) Genitalöffnungen« spricht. Bei Asteracanthion rubens vermochte er die Genitalöffnungen nicht aufzufinden und doch hatten gerade bei dieser Art Müller und Troschel dieselben entdeckt. Hoffmann stellt dann ferner, indem er die Müller-Troschel'schen Angaben ganz unbeachtet lässt [4]), die völlig verfehlte und irrthümliche Meinung auf, es würden die Geschlechtsproducte durch die Madreporenplatte nach aussen entleert.

Aber nicht nur Hoffmann, sondern auch Greeff, welcher ziemlich gleichzeitig mit jenem Mittheilungen über die Genitalorgane der Seesterne machte [5]), hat die Angaben von Müller und Troschel übersehen.

1) l. c. p. 132 sqq. Fig. 2, 3, 4 auf Taf. XII.

2) l. c. p. 6.

3) l. c. p. 27.

4) Er citirt Müller und Troschel nirgends; eine literarische Unkenntniss, die um so weniger entschuldbar ist als die Angaben von Müller und Troschel sich in einem der gebräuchlichsten Handbücher reproducirt finden, woselbst auch eine Copie der Müller-Troschel'schen Abbildung der Siebplatten bei Solaster gegeben ist (Bronn, Classen u. Ordnungen d. Thierreichs. II. Actinozoa. p. 260. Taf. XXXIV, Fig. 7).

5) Dritte Mittheilung. p. 166.

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

Bezüglich der äusseren Genitalöffnungen erhielten unsere Kenntnisse durch Greeff keinerlei Zuwachs, denn er constatirt jene Oeffnungen an denselben beiden Arten, Asterac. rub. und Solast. pappos., auf welche sich die Beobachtungen jener beiden älteren Forscher beziehen. Neu aber ist bei Greeff die Behauptung, dass die Geschlechtsporen nicht direct in die Eierstöcke oder Hoden, sondern zunächst in den »vom analen Gefässring auf die Geschlechtsorgane übertretenden Gefässstamm« hineinführen. In letzteren münden dann nach Greeff auch die Geschlechtsorgane. So sollen die Genitalporen einen doppelten Zweck haben; sie sollen nicht nur der Ausfuhr der Geschlechtsproducte dienen, sondern auch eine directe Verbindung des Blutgefässsystems mit dem Seewasser ermöglichen. Im Folgenden wird der Nachweis geführt werden, dass diese Behauptungen Greeff's gänzlich unhaltbar sind.

Was zunächst das Vorkommen bestimmter Geschlechtsöffnungen betrifft, so führen mich meine eigenen Beobachtungen zu dem Schlusse, dass dieselben bei keinem Seesterne fehlen. Bei allen von mir untersuchten Arten, Asteracanthion rubens, Astropecten aurantiacus, Echinaster fallax, Asterina pentagona, Stellaster equestris, gelang es dieselben aufzufinden und ich vermag in Folge dessen nicht mich der Müller-Troschel'schen Ansicht anzuschliessen, dass es Seesterne gebe, bei welchen »die Geschlechtsorgane in die Leibeshöhle dehisciren und Eier und Samen durch irgend welche Oeffnungen der Körperhöhle ausgeführt werden«. Joh. Müller und Troschel behaupten, dass bei Astropecten jedenfalls besondere Geschlechtsöffnungen nicht vorhanden seien. Ich bin aber in der Lage sie auch hier an Querschnitten unzweifelhaft demonstriren zu können. Bei allen untersuchten Arten liegen die Genitalporen an denselben Gegenden der Körperhaut, an welche sich innen die Büschel der Genitalschläuche befestigen. Bei Solaster papposus, Asteracanthion rubens, Astropecten aurantiacus sind jedem Büschel entsprechend mehrere Genitalporen dicht neben einander gelagert (Siebplatte Joh. Müller und Troschel). Bei anderen Arten aber z. B. Asterina pentagona hat jedes Büschel nur einen einzigen Porus; es sind in diesem Falle auf dem ganzen Thiere nur zehn Genitalporen vorhanden. Wo wie bei Echinaster fallax sich weit in die Arme hinein Büschel von Genitalschläuchen finden, rücken auch die Poren auf die Arme. Danach ist das Vorkommen der Geschlechtsöffnungen auf den Armen von Brisinga[1]) nicht mehr so vereinzelt wie früher, als man bei keinen Asteroideen Genitalporen auf den Armen kannte.

[1]) G. O. Sars, Researches on the Structure and Affinity of the Genus Brisinga. Christiania 1875. p. 35.

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

Um nun die Beziehungen der erwähnten Geschlechtsöffnungen zu den Geschlechtsorganen und das Verhalten der sie verbindenden Ausführungscanäle darzulegen will ich diese Theile bei einem weiblichen Exemplare von Asterina pentagona etwas genauer beschreiben (Fig. 26—32). Es schliesst sich bei diesem Seestern an den Geschlechtsporus (Fig. 28) ein Canal an, welcher die Körperwand durchsetzt und auf diesem Wege eine Ausweitung seines Lumens zeigt. An der inneren Seite der Körperwand angekommen, verläuft er eine Strecke weit dicht neben dem Genitalgefäss (Fig. 29) und mündet schliesslich in die Eierstocksschläuche ein (Fig. 31). Seine Wand und sein Lumen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit Wand und Lumen der Eierstocksschläuche und eine Einmündung dieses Canals, der zweifellos den Eileiter darstellt, in das Genitalgefäss oder (wie Greeff annimmt) in den Perihämalcanal des letzteren findet thatsächlich nirgendwo statt. Es kann also auch dieser Eileiter nicht, wie Greeff will, den weiteren Zweck haben, Wasser in das Blutgefässsystem einzuführen.

Die Wand des Eileiters zeigt eine äussere feinlängsfaserige Schicht, von welcher ich es einstweilen unentschieden lassen muss, ob ihre Elemente muskulös sind oder nicht. In der Tiefe des inneren Epithels des Eileiters gewahrt man grosse einzellige Drüsen (Fig. 30, 31), die in ihrer Gestalt an die flaschenförmigen Drüsenzellen anderer Thiere erinnern. Ihr Hals ist sehr schmal und durchsetzt das Epithel; der Körper ist meist länglich geformt (0,03—0,04 Mm. hoch, 0,017 Mm. breit) und von heller homogener Beschaffenheit; der 0,0025 Mm. grosse rundliche, mit kleinem Kernkörperchen versehene Kern ist von einer geringen Menge körniger Substanz umgeben. Diese Drüsenzellen können keinen anderen Zweck haben als das Secret abzusondern, mit welchem die reifen Eier bei ihrer Ablage umhüllt werden. Eine Hüllschicht um die abgelegten Asterideneier ist schon mehrfach beschrieben, bis jetzt aber war in keinem Falle der Nachweis eines besonderen, jene Hüllschicht liefernden Drüsenapparates geführt. Ob die bei Asterina gefundenen Drüsenzellen des Eileiters bei den Asteriden eine weitere Verbreitung haben, oder ob sie nicht manchen Asteriden fehlen und dann etwa Zellen des Eileiterepithels als solche functioniren, ob ferner jene Drüsenzellen nur zur Zeit der Eiablage kenntlich werden, sonst aber nicht zur scharfen Ausbildung gelangen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Bei den männlichen Thieren ist das Verhalten des Hodenausführungsganges, wenn wir von dem Mangel der Drüsenzellen absehen, ein ähnliches wie bei den Weibchen. Auch hier findet eine un-

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

mittelbare Verbindung des Hodens mit dem Ausführungsgange statt, nicht aber eine Einmündung des letzteren in Blutgefässe oder Perihämalräume.

Bei anderen Asteriden kehren mit unwesentlichen Modificationen dieselben Verhältnisse wieder, die soeben von Asterina pentagona geschildert wurden (z. B. Fig. 35 von Echinaster fallax). Der Ausführungsgang ist häufig sehr kurz, so dass die von den Genitalporen kommenden Canäle sogleich an der inneren Seite der Körperwand in die Geschlechtsorgane einmünden (Fig. 35). Auch wo mehrere Genitalporen nebeneinander liegen (z. B. Astropecten aurantiacus) münden alle einzig und allein in die Geschlechtsorgane. Die Zahl der Genitalporen ist bei den Seesternen bald eine geringe (zehn), bald aber auch eine weit grössere, steht aber in keinem bestimmten Verhältniss zu der Zahl der Genitalschläuche.

Vergleichen wir die bei den Asteriden geschilderten Verhältnisse der Generationsorgane und ihrer Ausführwege mit denjenigen anderer Echinodermen, so tritt uns in manchen Puncten eine beachtenswerthe Uebereinstimmung entgegen. Auf einige derselben habe ich oben schon hingewiesen. Hier möchte ich nur noch darauf aufmerksam machen, dass auch bei den Crinoideen die Genitalöffnungen keineswegs in das Blutgefässsystem, sondern direct in die Genitalorgane führen. Dass das Gleiche auch bei den übrigen Echinodermen stattfindet, werde ich in den späteren Abhandlungen dieser Studienreihe nachweisen. Nur Eines möchte ich schon an dieser Stelle, der späteren ausführlichen Mittheilung vorgreifend, bemerken. So lange man glaubte, dass nicht alle Seesterne bestimmte Ausführungscanäle der Geschlechtsproducte besässen, sondern viele unter ihnen Eier und Samenfäden in die Leibeshöhle entleerten, aus welcher sie dann durch unbekannte Oeffnungen ausgeführt werden sollten, berief man sich für diese Auffassung auf das analoge Verhalten der Ophiuren; denn bei diesen schien es ausgemachte Thatsache zu sein, dass die Eier und Samenfäden durch Bersten der Geschlechtsorgane in die Leibeshöhle und aus dieser durch die sogenannten Genitalspalten nach aussen gelangten. Nach der allgemein geläufigen Auffassung, an welcher auch der neueste Untersucher der Ophiuren, Simroth[1]), festhält, sollen die Genitalspalten dieser Thiere

1) H. Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens Sars. Diese Zeitschrift Bd. XXVII, p. 447—485, Taf. XXXI—XXXV und Bd. XXVIII, p. 419 bis 526, Taf. XXII—XXV. Auf andere Irrthümer und Missverständnisse dieser in ihrem zweiten Theile jeder wissenschaftlichen Methode entbehrenden Abhandlung werde ich bei einer späteren Gelegenheit einzugehen genöthigt sein.

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

direct in die Leibeshöhle führen und gleichzeitig sowohl Ausführwege der in die Leibeshöhle entleerten Geschlechtsproducte als auch Einführwege des Seewassers in die Leibeshöhle darstellen. Eine genaue Untersuchung der Genitalspalten der Ophiuren hat mir nun aber gezeigt, dass dieselben keineswegs, wie man bisher fast allgemein angenommen hat, in die Leibeshöhle, sondern lediglich in tiefe Einsenkungen der Körperwand führen[1]). Die Genitalorgane entleeren ihre Producte auch nicht, wie angegeben wird, durch Ruptur in die Leibeshöhle, sondern jeder Genitalschlauch mündet mit einem ganz kurzen Ausführungsgange in jene Einsenkung des Perisoms. Bei einzelnen Arten liegt auch der in den Steincanal führende Porus in einer dieser Einsenkungen. Bei manchen Arten dienen die Einsenkungen als Bruträume, worauf die Angaben, die sich in der Literatur über lebendiggebärende Ophiuren finden, zurückzuführen sind. Jene Einsenkungen, in welche die Genitalspalten hineinführen, schlage ich vor, Genitaltaschen, bursae genitales, zu nennen.

Die Leibeshöhle.

Es soll die Aufgabe dieses Capitels sein, einige beachtenswerthe Verhältnisse der Leibeshöhle der Seesterne hervorzuheben.

Dieselbe ist ähnlich wie bei anderen Echinodermen von zahlreichen bindegewebigen Fäden und Strängen durchsetzt, welche zum Theil zur Fixirung einzelner Organe dienen und sich namentlich an den radiären Blinddärmen besonders entwickelt zeigen (sie bilden daselbst für jeden Blinddarm zwei Aufhängemembranen, die schon erwähnten Mesenterien), zum Theil aber auch, so insbesondere bei den abgeplatteten, fünfeckigen Seesternen z. B. Asterina, zu verkalkenden Verbindungssträngen zwischen dem dorsalen und ventralen Perisome werden. In letztere Kategorie gehören auch die sichelförmigen Bänder oder Interradialsepta. Dieselben befestigen sich meistens, so z. B. bei Asteracanthion, Astropecten, Echinaster, mit ihrem ganzen peripheren Rande an die Mittellinie der interradialen Körperwand. In anderen Fällen aber, so finde ich es z. B. bei Stellaster equestris, durchsetzen die dann nur sehr uneigentlich sogenannten sichelförmigen Bänder (auch dasjenige, welches den schlauchförmigen Canal, das Herz und den Steincanal umschliesst) all-

1) Nur Rathke scheint eine im Wesentlichen richtige Auffassung der Geschlechtsorgane und ihrer Ausführwege bei den Ophiuren gehabt zu haben, wie aus einer kurzen, fast vergessenen Mittheilung desselben hervorgeht: Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie, Reisebemerkungen aus Skandinavien; in: Neueste Schriften der naturf. Gesellschaft zu Danzig. Band III, Heft 4. 1842. p. 116.

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

seitig frei die Leibeshöhle, indem sie sich nur an ihrem dorsalen und ventralen Ende befestigen.

Greeff[1]) hat zuerst auf ein Canalsystem in der Körperwand aufmerksam gemacht. Er betrachtet dasselbe als einen Theil des Blutgefässsystems, da er durch Injectionen den Zusammenhang desselben mit dem »Nervengefäss« nachzuweisen vermochte. Lassen wir zunächst für einen Augenblick die Frage, ob das Canalsystem der Haut zum Blutgefässsystem gehöre oder nicht, bei Seite und wenden wir unsere Aufmerksamkeit einstweilen nur auf die in Betracht kommenden Theile selbst. An Querschnitten durch die Körperwand, z. B. durch ein Stück der Rückenhaut der Arme, gewinnt man die Ueberzeugung, dass die Körperwand aus zwei Schichten besteht, einer dickeren, äusseren, welche je nach den Arten verschieden starke Verkalkungen in sich einschliesst, und einer weit dünneren, inneren, die bei den untersuchten Arten keine Verkalkungen besitzt. Die innere Lamelle lässt sich an Weingeistexemplaren von der äusseren überall, mit Ausnahme eines bestimmten Bezirkes, wovon nachher die Rede sein wird, ohne grosse Schwierigkeit ablösen. Untersucht man abgelöste Partien der inneren Lamelle genauer, so findet man, was übrigens schon bei der Ablösung selbst unter der Loupe beobachtet werden kann, dass von ihrer äusseren Seite kurze Stränge abgehen, welche sie mit der dicken Aussenschicht der Körperwand verbinden. Es besteht also zwischen den beiden Lamellen der Körperwand ein Zwischenraum, welcher von jenen Strängen durchsetzt und so in kleinere Räume getheilt wird, die in ihrer Gesammtheit das von Greeff aufgefundene Hautcanalsystem darstellen. Dass man eine dünne Membran von der Innenseite der Körperwand abpräpariren könne, hat schon Sharpey[2]) beobachtet, dessen Angabe ich der unverdienten Vergessenheit entreissen möchte[3]). Derselbe giebt darüber eine Abbildung, welche zugleich zeigt, dass er auch die Betheiligung der inneren Lamelle an dem Aufbau der sog. Kie-

1) Dritte Mittheilung. p. 158 sqq., p. 160. »Die ganze Haut ist mit einem dichten bald lakunenartig, bald in einzelnen Canälen und Netzen verlaufenden Gefässsystem durchzogen, das, zunächst unter der weichen Hautschicht der Unterfläche (der Körperwand) sich ausbreitend, von hier aus alle Theile der Haut durchdringt. Die Nervengefässe (Ring und Radialcanäle) stehen mit diesem Hautgefässsystem in directer Verbindung, sie sind gewissermassen nur Theile desselben«.

2) l. c. p. 40. Fig. 21.

3) Ich glaube übrigens kaum nöthig zu haben, darauf hinzuweisen, dass die von Sharpey und mir unterschiedenen beiden Lamellen der Körperwand keineswegs identisch sind mit den beiden von Teuscher (l. c.) unterschiedenen Cutisschichten. Fast unglaublich aber doch wahr ist, dass Teuscher's äussere Cutisschicht von nichts anderem als dem äusseren Körperepithel gebildet wird.

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

menbläschen nicht unbeachtet gelassen hat. In welcher Weise Letzteres geschieht, erkennt man am besten an Längsschnitten durch ein Kiemenbläschen und das umgebende Stück der Körperwand (Fig. 24, 35). Es ergiebt sich aus solchen Schnitten, dass jedes Kiemenbläschen aus zwei Membranen besteht, von welchen die eine eine Fortsetzung der an der Basis des Kiemenbläschens plötzlich sehr verdünnten äusseren Lamelle, die andere aber eine Fortsetzung der inneren Lamelle der Körperwand ist. Löst man an irgend einer Stelle der dorsalen Körperhaut die innere Lamelle ab, so bleibt die innere Membran der Kiemenbläschen (wie Sharpey richtig abbildet) in Zusammenhang mit derselben, indem sie die Form des Kiemenbläschens wiederholt. Der Zwischenraum *Z R* (Fig. 24) ist ein Theil des Raumsystems zwischen der äusseren und inneren Lamelle der Körperwand und verschwindet wenn das Kiemenbläschen ganz ausgestreckt und gleichzeitig prall gefüllt wird. Da wie schon Hoffmann [1]) angegeben hat die Kiemenbläschen (bei Asteracanthion rubens) nur longitudinale Muskelfasern besitzen, so können diese wohl die Einziehung der Kiemenbläschen, nicht aber deren Ausstreckung bewirken. Letztere kann man sich nicht anders verursacht denken, als durch den Andrang der Leibeshöhlenflüssigkeit bei gleichzeitig erschlaffter Muskulatur der Kiemenbläschen. Teuscher hat neuerdings einen Schnitt durch ein Kiemenbläschen abgebildet [2]) und danach die beiden dasselbe zusammensetzenden Schichten gesehen; zu einem eigentlichen Verständniss des Aufbaues der Kiemenbläschen ist er aber nicht gelangt, wie daraus ersichtlich wird, dass er den Zwischenraum *Z R* unserer Fig. 24, obgleich er ihn abbildet, in Text und Tafelerklärung mit Stillschweigen übergeht.

Oben wies ich schon darauf hin, dass es einen bestimmten Bezirk giebt, in welchem es nicht möglich ist eine innere Lamelle von der Körperwand abzulösen. Es ist das der ganze Bereich der Armwirbel. Präparirt man von der dorsalen Partie eines Armes an dessen innerer Oberfläche, indem man ventralwärts vorschreitet, die innere Lamelle der Körperwand ab und gelangt man auf diesem Wege bis an die Wirbelfortsätze, so findet man, dass dort eine weitere Ablösung der inneren Lamelle unmöglich wird — so fest vereinigt sie sich mit den Wirbelfortsätzen. Um dies Verhalten zu erklären, muss ich an früher erwähnte Dinge anknüpfen. Bei der Betrachtung der radiären Perihämalcanäle sahen wir, wie Fortsetzungen derselben die Basen der Füsschen umgreifen und sich an deren äusserem Rande zu einem dem radiären Perihämalcanal parallel verlaufenden Längscanal vereinigen. Von die-

1) l. c. p. 3.
2) l. c. Fig. 24. p. 512.

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

sen seitlichen Längscanälen [1]) der Ambulacralfurchen nun gehen Canäle aus, welche nach oben zwischen den Armwirbelfortsätzen hindurchtreten und so an die Innenseite der Leibeshöhle gelangen. Greeff injicirte dieselben von dem »Nervengefäss«, also unserem Perihämalcanal aus. Er sah sie an gelungenen Injectionen bei Betrachtung der inneren Seite des Armes beiderseits vor der Reihe der Armwirbel zwischen den einzelnen Kalkgliedern hervortauchen und sich dort in Verbindung setzen mit den Hautcanälen des Armes. Die radiären Perihämalcanäle stehen also in ihren Ausläufern in Verbindung mit dem Canalsystem der Haut und es findet diese Verbindung statt rechts und links von der Wirbelreihe eines jeden Armes an derselben Stelle, von welcher ich vorhin sagte, dass dort sich die innere Lamelle der Körperwand mit den Wirbeln fest verbinde. Die radiären Perihämalcanäle und die Canäle der Körperwand erweisen sich durch ihren directen Zusammenhang als Theile desselben Raumsystems. Dieses Canalsystem liegt ausserhalb des Bereiches der Armwirbel zwischen einer inneren und einer äusseren Lamelle der Körperwand, im Bereiche der Armwirbel aber liegt es, indem sich jene innere Lamelle der Körperwand mit den Armwirbeln verbindet, zwischen diesen und der bindegewebigen Membran (Fig. 37, *Bl*), welche unmittelbar auf den Nerven und das äussere Epithel der Ambulacralrinne folgt. Die Armwirbel unterscheiden sich in Folge dessen bezüglich ihrer Lage zu dem in Rede stehenden Canalsystem wesentlich von den Kalkplatten der Körperwand. Jene liegen nach innen, diese nach aussen von den Canalräumen. Wenn wir uns den Arm eines Seesterns ohne irgend welche Verkalkungen denken wollen, so besteht seine Wand ringsum aus zwei Lamellen, welche ein Raumsystem zwischen sich fassen. Beide Lamellen wollen wir uns ferner gleichmässig dünn vorstellen. Bei der überall bei den Echinodermen zu Tage tretenden Neigung zur Verkalkung kann es nun nicht Wunder nehmen, wenn in beiden Lamellen sich Kalkstücke ausbilden. In der inneren Lamelle geschieht das nur in der mittleren ventralen Partie des Armes und so entstehen die Armwirbel. In der äusseren Lamelle verhält es sich umgekehrt: nicht in dem mittleren ventralen Theile, wohl aber im ganzen übrigen Umkreis des Armes treten in ihr Verkalkungen auf; so entstehen die Randplatten sowie die übrigen Kalktafeln der Arme. Durch die Verkalkungen wird die Dicke beider Lamellen zunehmen, so dass dann schliesslich in dem Bereiche der Wirbel von innen nach aussen auf die dicke, verkalkte Innenlamelle das Canalsystem und dann

1) Dieselben sind identisch mit Hoffmann's »radialen lateralen Nebenstämmen des Blutgefässsystems«.

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

die dünne Aussenlamelle, im übrigen Bereiche des Armes aber auf die dünne Innenlamelle das Canalsystem und dann die dicke verkalkte Aussenlamelle folgt. Die hier vorgetragene Ansicht vom Bau der Wandung des Seesternarmes ist schematisch dargestellt in Fig. 38, welche ich deshalb zu vergleichen bitte.

Dieselbe Auffassung gewinnt man nun auch, wenn man sich zur Betrachtung der Scheibe wendet. Auch dort stehen die perihämalen Räume mit dem Canalsystem der Haut in Zusammenhang. Da hier meine eigenen Beobachtungen nur Bestätigungen der Funde anderer Forscher sind und das Neue, was ich vorbringen will, nur in der Ausdeutung des Beobachteten liegt, so möge es gestattet sein, die Angaben jener wörtlich anzuführen, wobei ich die meiner Auffassung entsprechenden Erklärungen in Klammern beifüge. Greeff[1]) giebt folgende Darstellung: »Von dem oralen Nervengefässringe (= vom äusseren Perihämalcanal) treten Seitenzweige ab, die in die Leibeshöhle eindringen. Von der Mitte jeder Seite des Nervenpentagons (= von dem Nervenringe in der Richtung eines jeden Interradius) geht ein Gefäss (= Canal, nicht Blutgefäss) ab, das in einem mit seiner Convexität nach innen und oben (= dorsalwärts) gerichteten Bogen die Kalkscheibe des Mundes durchbohrt und nach aussen und oben läuft. Auf der (inneren, dorsalen) Oberfläche des Munddiscus kommt es da hervor, wo in den Zwischenwinkeln der Arme die Scheibe mit der Rückenhaut (durch die sichelförmigen Bänder) verwächst. Hier tritt das Gefäss (= Canal) mit dem entsprechenden Gefäss der Geschlechtsorgane (= mit dem Perihämalcanale des Genitalgefässes) und durch dieses mit dem analen Gefässring (= dorsalen perihämalen Ringcanal) in Verbindung.« Ganz übereinstimmend lauten die gleichzeitigen Beobachtungen Hoffmann's[2]). »Aus dem oralen lateralen Blutgefässring (= aus dem äusseren oralen Perihämalcanale) entspringen fünf Zweige, welche in die Körperhöhle eindringen und beiderseits von der Verwachsungsmembran (= von dem sichelförmigen Bande), durch welche die Rückenhaut mit dem Munddiscus verbunden ist, sich zu verzweigen scheinen. Wie diese Gefässchen (= Canäle) sich weiter verhalten, ist mir nicht vollkommen bekannt geworden. Theilweise scheinen sie an die Geschlechtsorgane zu treten (= als Perihämalcanäle der Genitalgefässe), theilweise auf der inneren Fläche der Körperhaut ein lacunenartiges Gefässnetz (= Hautcanalnetz) zu bilden.«

Wie sich also die radiären Perihämalcanäle nur als ein

1) Dritte Mittheilung. p. 159.
2) l. c. p. 19. Fig. 20, 23.

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

Theil eines allgemeinen Hautcanalsystems erwiesen, so auch die Perihämalcanäle der Scheibe. Der äussere orale Perihämalcanal, welcher selbst eine Fortsetzung der radiären Perihämalcanäle ist, steht durch interradiäre canalartige Fortsetzungen mit einem Canalsystem in Zusammenhang, welches sich zwischen der äusseren dickeren und inneren weit dünneren Lamelle der Scheibenwandung ausbreitet. Mit diesen Hautcanälen der Scheibe verbinden sich die perihämalen Canäle der Genitalgefässe, mit diesen wiederum steht der dorsale perihämale Ringcanal und damit endlich der schlauchförmige Canal in Zusammenhang. Der schlauchförmige Canal giebt nun wieder die Perihämalcanäle der beiden Darmgefässgeflechte ab und verbindet sich am Peristom mit dem inneren oralen Perihämalcanal[1]. Es gehört also auch der schlauchförmige Canal zu einem einheitlichen Canalsystem, welches den ganzen Seesternkörper umspinnt und in einzelnen seiner Abschnitte (die wir dann Perihämalräume nennen) die Blutgefässe meist mit Hülfe bindegewebiger Aufhängebänder (Septen) trägt. Der schlauchförmige Canal ist der Perihämalcanal des Herzgeflechtes.

Bei den Crinoideen[2] lernten wir einen Abschnitt der Leibeshöhle kennen, welcher der Körperwand dicht anliegt und den wir als circumviscerale Leibeshöhle von der durch den Eingeweidesack von ihr getrennten interviscerale unterschieden. Ich bin der Meinung, dass das oben besprochene Canalsystem der Asteriden mit jenem circumvisceralen, nach aussen von dem Eingeweidesack gelegenen Abschnitt der Leibeshöhle der Crinoideen zu vergleichen ist, und demgemäss einen peripheren, zu schärferer Abgrenzung gekommenen Theil der Leibeshöhle darstellt. Zum vollen Beweise der Richtigkeit dieser Behauptung gehört allerdings noch der Nachweis, dass ähnlich wie bei den Crinoideen die circumviscerale und interviscerale Leibeshöhle an bestimmten Stellen in Communication stehen, so auch bei den Asteriden jenes Canalsystem irgendwo sich mit der Leibeshöhle verbindet oder doch in irgend einem Entwicklungsstadium in einer solchen Verbindung gestanden hat. Für die morphologische Zusammengehörigkeit jenes Canalsystems der Seesterne mit der Leibeshöhle sprechen aber auch schon jetzt verschiedene Puncte, so die Auskleidung beider mit demselben wimpernden Epithel, sowie ferner die Lage des Steincanals. Bei den Echinoideen, Holothurioideen und Crinoideen sehen wir die Steincanäle in der Leibeshöhle liegen, bei den Asterien aber in

1) Vergl. das Capitel über das Blutgefässsystem und dessen Perihämalräume.
2) l. p. 53, 89.

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

dem schlauchförmigen Canal; was liegt nun näher als den letzteren als eine Abspaltung der Leibeshöhle aufzufassen?

Ich hoffe, dass es mir gelingen wird auch entwicklungsgeschichtlich den Beweis für die Zusammengehörigkeit des besprochenen Canalsystems der Asteriden mit der Leibeshöhle derselben zu erbringen. Einstweilen aber möchte ich mich mit dem Gesagten begnügen und auch bis ich weitere Beweismomente für jene morphologische Uebereinstimmung des Haut- und Perihämalcanalsystems der Seesterne mit der circumvisceralen Leibeshöhle der Crinoideen beigebracht habe, davon abstehen einen jener Homologie entsprechenden neuen Namen einzuführen. Ich behalte es mir aber ausdrücklich vor, meine Auffassung des Haut- und Perihämalcanalsystems auch auf andere Echinodermen zu übertragen und für eine Reihe von allgemeineren Fragen der Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der Echinodermen zu verwerthen. Im Zusammenhang mit dieser Auffassung werde ich insbesondere zu beweisen versuchen, dass nicht nur die Porencanälchen der Madreporenplatte, sondern auch die Genitalporen Umwandlungen der bei den Crinoideen in ihrer einfachsten Form erhaltenen, direct in die Leibeshöhle führenden Kelchporen darstellen und erst secundär sich mit dem Steincanal und den Genitalorganen in Verbindung setzen.

Uebersicht der Ergebnisse.

1) Die Porencanälchen der Madreporenplatte führen einzig und allein in das Wassergefässsystem (= in den Steincanal und die ampullenförmige Aussackung desselben).

2) Der Steincanal ist an seiner Verbindungsstelle mit dem Wassergefässring stets eine einfache Röhre, nach der Madreporenplatte hin aber erfährt er durch innere Faltenbildungen eine je nach den Arten verschieden grosse Differenzirung seines Baues.

3) Die von Greeff entdeckte Ampulle an der Innenseite der Madreporenplatte ist eine Erweiterung des Steincanals an dem aboralen Rande seiner Ansatzfläche an die Madreporenplatte.

4) Der von Teuscher beschriebene Ringmuskel des Wassergefässringes existirt nicht.

5) Bei Asteracanthion rubens und Astropecten aurantiacus (vielleicht auch bei anderen Arten) ist der erste Armwirbel entstanden aus der Vereinigung zweier Wirbel.

6) Die Tiedemann'schen Körperchen stehen nur mit dem Wasser-

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

gefässring, nicht auch mit dem Blutgefässring (Semper) in Zusammenhang.

7) Längs- und Ringmuskulatur schliessen sich in den einzelnen Abschnitten des Wassergefässsystems gegenseitig aus.

8) Der von Jourdain entdeckte Ventilapparat an der Einmündungsstelle der Wassergefässe in die Füsschen und Füsschenampullen ist bei den Seesternen weit verbreitet.

9) Das von Greeff als neu beschriebene »kiemenartige Organ« ist identisch mit dem »Herzen« Tiedemann's.

10) Das Herz ist ein dicht zusammengedrängtes Gefässgeflecht und zeigt Contractionserscheinungen.

11) Das Herzgeflecht setzt sich fort in ein den Mund umkreisendes Gefäss oder Gefässgeflecht, dieses giebt fünf radiäre Gefässe oder Geflechte in die Arme ab.

12) Das orale Ringgeflecht liegt zwischen zwei (einem inneren und einem äusseren) perihämalen Ringcanälen. In ähnlicher Weise ist das radiäre Blutgefäss von einem Perihämalraume umfasst, dem radiären Perihämalcanal.

13) Die dorsalen Theile des Blutgefässsystems (dorsales Ringgeflecht, Genitalgefässe, Darmgefässe) sind gleichfalls von perihämalen Canälen umgeben.

14) Das Herz der Asteriden ist homolog dem dorsalen Organ der Crinoideen.

15) Zwischen dem dorsalen in das Perisom eintretenden Endabschnitte des Herzens der Asteriden und Crinoideen besteht eine allgemeine Homologie.

16) Sowohl im oralen Nervenringe als auch in den radiären Nerven besteht das Nervengewebe aus Fasern (Nervenfasern), in deren Verlauf Zellen (Nervenzellen) eingeschaltet sind und ist eingeflochten in die innere zu Fasern ausgezogene Schicht des äusseren Körperepithels.

17) Es ist kein triftiger Grund vorhanden, die radiären Nerven der Seesterne als Ambulacralgehirne aufzufassen.

18) In der Wandung der Genitalschläuche erweitert sich das Genitalgefäss zu einem Blutsinus, welcher aber weder mit dem Lumen der Genitalschläuche, noch mit der Aussenwelt in Zusammenhang steht.

19) Bei keinem der untersuchten Seesterne fehlen bestimmte Genitalöffnungen, an welche sich kürzere oder längere Ausführungscanäle (Eileiter, Samenleiter) anschliessen, welche direct in die Genitalschläuche einmünden.

20) Die herkömmliche Auffassung der Genitalspalten der Ophiuren ist eine irrthümliche; dieselben führen nicht in die Leibeshöhle.

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

24) Die Hautcanäle der Seesterne bilden mit den perihämalen Canälen, zu welchen auch der schlauchförmige Canal gehört, ein einheitliches Canalsystem, welches als ein Abschnitt der Leibeshöhle aufzufassen ist und sich mit der circumvisceralen Leibeshöhle der Crinoideen vergleichen lässt.

Göttingen, den 12. August 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Fig. 1—5. Ausgewählte Schnitte aus einer Schnittserie durch die Madreporenplatte von Asterina pentagona. 45/1. Der Schnitt Fig. 1 liegt am weitesten entfernt von dem Centrum der Rückenseite des Seesterns.

P, Poren der Madreporenplatte,
Mp, Madreporenplatte,
St, Steincanal,
C, Herz,
H, Hohlraum des schlauchförmigen Canals,
WH, Wand des schlauchförmigen Canals,
KH, Kalkstücke der Haut,
KE, äusseres Körperepithel,
Am, Ampulle der Madreporenplatte.

Fig. 6. Ein Abschnitt aus dem System der Steincanäle in Fig. 1 bei stärkerer Vergrösserung. 300/1.

J, inneres Epithel des Steincanals,
E, äusseres Epithel desselben,
K, verkalkte Bindegewebswand des Steincanals.

Fig. 7. Ein Porencanal der Madreporenplatte aus Fig. 1 bei stärkerer Vergrösserung. 300/1.

P, Porus,
Pc, Porencanal,
St, Steincanal,
Mp, Madreporenplatte,
a, Uebergangsstelle des äusseren mit hohem Epithel ausgekleideten Abschnittes des Porencanals in den inneren, mit niedrigem Epithel versehenen,
b, Uebergangsstelle des letzteren in den wieder mit hohem Epithel ausgekleideten Steincanal.

Fig. 8. Ansatzstelle des Steincanals an die Madreporenplatte bei Asteracanthion rubens, von innen gesehen. 4/1. Die nach der dorsoventralen Achse des Seesterns gerichtete Wand des Steincanals ist weggeschnitten bis zu der Stelle, an welcher sie sich zur Bildung der Ampulle aussackt.

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

Fig. 9—11. Ansatzstelle des Steincanals an die Madreporenplatte bei Astropecten aurantiacus, von innen gesehen. 2/1. Erklärung siehe im Text.

Fig. 12. Ein Quadrant der äusseren Oberfläche der Madreporenplatte von Asteracanthion rubens um die Anordnung der Porenöffnungen im Grunde der oberflächlichen Furchen der Madreporenplatte zu zeigen. 12/1.

Fig. 13. Schema eines Sammelröhrchens der Madreporenplatte von Asteracanthion rubens von oben gesehen.

Fig. 14. Dasselbe von der Seite gesehen.

a, die innere Mündung des Sammelcanälchens in den Steincanal,

b, die sich in das Sammelröhrchen ergiessenden, von den äusseren Poren der Madreporenplatte kommenden Porencanälchen.

Fig. 15. Querschnitt durch die Madreporenplatte, Ampulle derselben und Herz von Asteracanthion rubens. 20/1.

P, Porenfurchen der Madreporenplatte,

Am, Ampulle der Madreporenplatte, drei Aussackungen derselben sind getroffen,

C, Herz. Die Hohlräume desselben sind nicht so deutlich zu sehen, wie es in der Figur angegeben ist.

Tafel VI.

Fig. 16. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens, dicht neben der Mittellinie eines Radius. 60/1. cf. Fig. 18.

W, der Wassergefässring,

Wr, das radiäre Wassergefäss,

B, der Blutgefässring,

J, der innere,

E, der äussere Perihämalcanal,

N, der Nervenring,

Nr, der radiäre Nerv,

Ep, das den Nerven in seine innere Faserschicht aufnehmende Epithel. cf. Taf. VIII, Fig. 37,

Mh, die Mundhaut,

Bi, Bindegewebsschicht,

VS, das verticale Septum,

QS, das quere Septum,

HS, das horizontale Septum des Perihämalcanals,

a, *a*, Durchbrechungen des verticalen Septums,

K^1, erster,

K^2, zweiter Wirbelkörper des Armes,

M^1 und M^2, die beiden zu K^1 gehörigen unteren Quermuskel,

M^3, der zu K^2 gehörige Quermuskel.

Fig. 17. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens in der Richtung eines Interradius. 60/1. cf. Fig. 18.

K, das interradiäre Kalkstück,

Mi, der interradiäre Muskel des Peristoms,

Z, verdickte Schicht des Epithels im äusseren Perihämalcanal. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 18. Horizontaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens im

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

Bereich eines Radius und eines angrenzenden Interradius. 25/1. Die drei Pfeile bedeuten die Schnittrichtungen der Figuren 16, 17 und 21. Man sieht von innen also von der Dorsalseite auf den Schnitt.

Wd, die von der inneren Fläche gesehene Wand, welche den inneren und äusseren Perihämalcanal trennt und das orale Ringgeflecht des Blutgefässsystems trägt. cf. Fig. 21, 20, 16, 17,

Wd', dieselbe Wand in der Ebene des Schnittes von der Kante gesehen,

K^1a und K^1b, die beiden zu dem ersten Wirbelkörper K^1 (Fig. 16) gehörigen Wirbelfortsätze,

Wr, durch den Schnitt getroffene Ausbuchtung des radiären Wassergefässes zwischen je zwei unteren Quermuskeln. cf. Fig. 16, 21. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 19. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens um das Verhalten des Herzens und des schlauchförmigen Canals daselbst zu zeigen. 18/1.

C, Herz, setzt sich fort in den oralen Blutgefässring,

H, schlauchförmiger Canal, setzt sich in den inneren Perihämalcanal fort,

St, Steincanal, mündet in einem der nächsten Schnitte in den Wassergefässring. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 20. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens um den Zusammenhang der Canalräume des Tiedemann'schen Körperchens mit dem Wassergefässringe zu zeigen. 60/1.

T, das Tiedemann'sche Körperchen. Die übrigen Buchstaben sind bei Fig. 16 erklärt.

Fig. 21. Verticaler Schnitt durch das Peristom von Asteracanthion rubens. Die Schnittrichtung erhellt aus Fig. 18. 60/1.

BF, Blutgefäss zu dem Füsschen, in dem Querseptum gelegen,

PH, der Perihämalcanal des radiären Blutgefässes. cf. Taf. VIII, Fig. 37. Die Erklärung der übrigen Buchstaben siehe bei Fig. 16 und 18.

Tafel VII.

Fig. 22. Horizontaler Schnitt durch die Armrinne von Asteracanthion rubens, von der unteren, ventralen Seite gesehen. 25/1.

Wr, das radiäre Wassergefäss,

M, die unteren Quermuskel der Armwirbel.

Die punctirten Linien bezeichnen die seitlichen Fortsätze der Armwirbel, welche die Füsschen an ihrer Basis umfassen. Die Pfeile *a* bedeuten die Richtung der beiden inneren Füsschenreihen, die Pfeile *b* die Richtung der beiden äusseren Füsschenreihen.

Fig. 23. Ein auf den vorigen ventralwärts folgender Schnitt, gleichfalls von der ventralen Seite gesehen. 25/1. Man sieht die Anordnung der das radiäre Blutgefäss und dessen zu den Füsschen tretende Zweige bergenden Septa des Perihämalcanals, welch' letzterer durch den Schnitt geöffnet ist.

HS, das horizontale,

VS, das verticale Septum. Im Uebrigen vergl. Fig. 22.

Fig. 24. Schnitt durch ein eingezogenes Kiemenbläschen von Asterina pentagona. 110/1.

KE, äusseres Epithel des Körpers,

KH, Kalkstück der Haut,

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

LE, Leibeshöhlenepithel.

ZR, Zwischenraum zwischen den beiden Lamellen des Kiemenbläschens einerseits und der angrenzenden Haut anderseits.

Fig. 25. Schema des Blutgefässsystems der Seesterne, im Anschluss an ein Praparat von Astropecten aurantiacus.

Die sichelförmigen Bänder sind ihrer Lage nach mit |.....| bezeichnet.

Bd, das dorsale Ringgeflecht,

Bo, das orale Ringgeflecht,

C, das beide verbindende Herzgeflecht,

X, das dorsale in die Haut eintretende Endstück des letzteren,

BD, die beiden zum Darme tretenden Geflechte,

BG, die zehn zu den Geschlechtsorganen ziehenden Gefässe (Gefässgeflechte),

Br, die fünf radiären Gefässe (Geflechte), von welchen nur eins weiter ausgezeichnet und mit seinen zu den Füsschen gehenden Seitenzweigen *BF* versehen ist.

Fig. 26. Querschnitt durch ein Genitalgefäss *BG* und dessen Perihämalcanal *PH* von Asterina pentagona. 180/1.

S, das sichelförmige Band,

LE, Leibeshöhlenepithel.

Fig. 27. Verticaler Schnitt quer zur Mittellinie eines Interradius von Asterina pentagona. 18/1.

KBl, Kiemenbläschen,

BG, Genitalgefäss,

S, sichelförmiges Band,

a, verkalkte Höcker der Körperoberfläche.

Fig. 28. Ein ebensolcher Schnitt, weiter nach der Peripherie der Scheibe gelegen. 45/1.

Links ist der Oviduct (*Od*, Fig. 29) in seinem Anfangsstücke, rechts in seiner äusseren Mündung getroffen,

GP, rechts der Genitalporus, links das Anfangsstück des Oviductes,

BG, *KBl* wie in Fig. 27.

Fig. 29. Ein ebensolcher Schnitt, noch weiter nach der Peripherie der Scheibe gelegen. 45/1.

KH, verkalkte Körperwand,

Od, Oviduct,

BG, Genitalgefäss.

Fig. 30. Ein Abschnitt der vorigen Figur bei stärkerer Vergrösserung. 180/1.

PH, der Perihämalcanal von

BG, dem Genitalgefäss,

E, Epithel des Oviductes,

D, Drüsenzellen desselben,

LE, Leibeshöhlenepithel,

Ep, Epithel des Perihämalcanals, ist an dem Genitalgefäss, dessen äussere Oberfläche gleichfalls davon überkleidet wird, nicht gezeichnet.

Tafel VIII.

Fig. 31. Schnitt durch den Eileiter und das Ovarium von Asterina pentagona, um den Zusammenhang beider Organe zu zeigen. 180/1.

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

KH, verkalkte Körperhaut,
PH, der Perihämalcanal von
BG, dem Genitalgefäss,
OW, die Wand des Ovariums,
OE, das innere Epithel des Ovariums,
O, Eier.

Man sieht, dass das Lumen des Eileiters (cf. Taf. VII, Fig. 30) sich unmittelbar fortsetzt in das Lumen der beiden durch den Schnitt getroffenen Ovarialschläuche.

Fig. 32. Schema über die Beziehungen zwischen Eileiter, Eierstock, Genitalgefäss und Perihämalcanal des letzteren bei Asterina pentagona. Der Eileiter führt in das Lumen des Eierstocks, der Perihämalcanal begleitet das Genitalgefäss bis zur Basis des Eierstocks um dort blind zu enden, während das Genitalgefäss selbst in die Wandung des Ovariums eindringt um dort einen das ganze Ovarium umfassenden Blutsinus zu bilden (vergl. Fig. 26—31).

GP, Genitalporus,
Od, Oviduct,
Ov, Ovarium,
BO, Blutsinus in der Wand des Ovariums,
BG, Genitalgefäss,
PH, Perihämalcanal des vorigen,
KH, Körperhaut,
KE, Körperepithel.

Die zum Blutgefässsystem gehörigen Theile *BG* und *BO* sind mit rothen Linien bezeichnet.

Fig. 33. Querschnitt durch einen Hodenschlauch von Asterac. rubens. 60/1.

a, die Wand des Hodenschlauchs, deren Blutsinus sehr eng ist und deshalb bei schwacher Vergrösserung nicht deutlich wird,
b, die leistenförmigen Erhebungen des samenbildenden inneren Epithels,
c, das Lumen füllende Samenmasse.

Fig. 34. Blindes Ende eines Ovarialschlauches von einem halberwachsenen Asteracanthion rubens. 180/1.

a, äussere Wand,
b, innere Wand des Ovariums. Zwischen beiden als ziemlich weiter Zwischenraum der Blutsinus.

Fig. 35. Schnitt durch den Oviduct und dessen Mündungsstelle in das Ovarium von Echinaster fallax. 85/1.

GP, Genitalporus,
Od, Oviduct,
KH, Körperhaut,
KE, Körperepithel,
BG, Genitalgefäss,
PH, Perihämalcanal desselben,
BO, Blutsinus in der Wand des Eierstocks,
OE, Ovarialepithel,
O, Ei, mit Keimfleckhaufen,
a, feinlängsfaserige Wand des Eileiters,
b, Uebergangsstelle der Eileiterwand in die Eierstockswand,
c, Mündung des Eileiters in den Eierstock,
d, äussere,

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

e, innere Wand des von feinen Fäden durchzogenen Blutsinus in der Ovarialwand.

Man erkennt den Zusammenhang zwischen dem Genitalgefäss und den Blutsinus (cf. Fig. 32). Rechts ist ein Kiemenbläschen angedeutet (cf. Taf. VII, Fig. 24).

Fig. 36. Querschnitt durch den Steincanal von Echinaster fallax. 110/1.

L, Lumen,
J, inneres Epithel,
K, verkalktes Bindegewebe,
E, äusseres Epithel.

Fig. 37. Aus einem Querschnitt durch die Ambulacralrinne von Asteracanthion rubens. 180/1.

E, Epithel, welches in
F, seiner inneren Faserschicht die nur bei *A* in ihren punctförmigen Querschnitten angedeuteten Nervenfasern umschliesst. Kerne der Nervenzellen, welche, wie Macerationspräparate lehren, in den Verlauf der Nervenfasern eingeschaltet sind, sind an mehreren Stellen deutlich,
C, Cuticula,
Bi, Bindegewebslage, welche unmittelbar auf die Nervenschicht folgt,
Bi', lockeres Bindegewebe um das radiäre, in der Figur nicht mehr angegebene Wassergefäss,
PH, Perihämalcanal,
Br, radiäres Blutgefässgeflecht (4 Lumina sind durch den Schnitt getroffen),
VS, verticales,
HS, horizontales Septum,
Z, verdickte Schicht des Epithels im Perihämalcanale (Lange's Zellenplatte).

Fig. 38. Schema über den Bau des Asteridenarmes (vergl. auch den Text). Die äussere Wand des Armes ist im Vergleich zur inneren sehr viel zu dünn, die Theile, welche zur Ambulacralrinne gehören, verhältnissmässig zu gross gezeichnet. Diese und andere Abweichungen von den richtigen Grössenverhältnissen empfahlen sich im Interesse einer möglichsten Uebersichtlichkeit des Schemas. Das Schema stellt einen Querschnitt durch den Arm vor, dessen links von der punctirten Linie x—y gelegene Hälfte genau durch einen Armwirbel, dessen rechte Hälfte zwischen zwei Armwirbeln hindurchgehend gedacht ist. In der linken Hälfte ist der Blinddarm, in der rechten das Generationsorgan fortgelassen.

Buchstabenerklärung:

L, Leibeshöhle des Armes,
HK, Hautcanalsystem der Leibeshöhle,
KBl, Kiemenbläschen, nur eines angedeutet,
St, Stachel, durch welchen überhaupt die äusseren Erhebungen des Integumentes angedeutet sein sollen,
BD, Blinddarm an zwei Mesenterien hängend,
JM, Intermesenterialraum der letzteren,
GP, Genitalporus,
Ov, Ovarium (der Hoden der männlichen Thiere verhält sich ebenso),
Wr, radiäres Wassergefäss,

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

PH, Perihämalcanal, das radiäre Blutgefäss umschliessend,
Amp, Füsschenampulle,
F, Füsschen,
OR, obere,
UR, untere Randplatten.

Farbenerklärung:

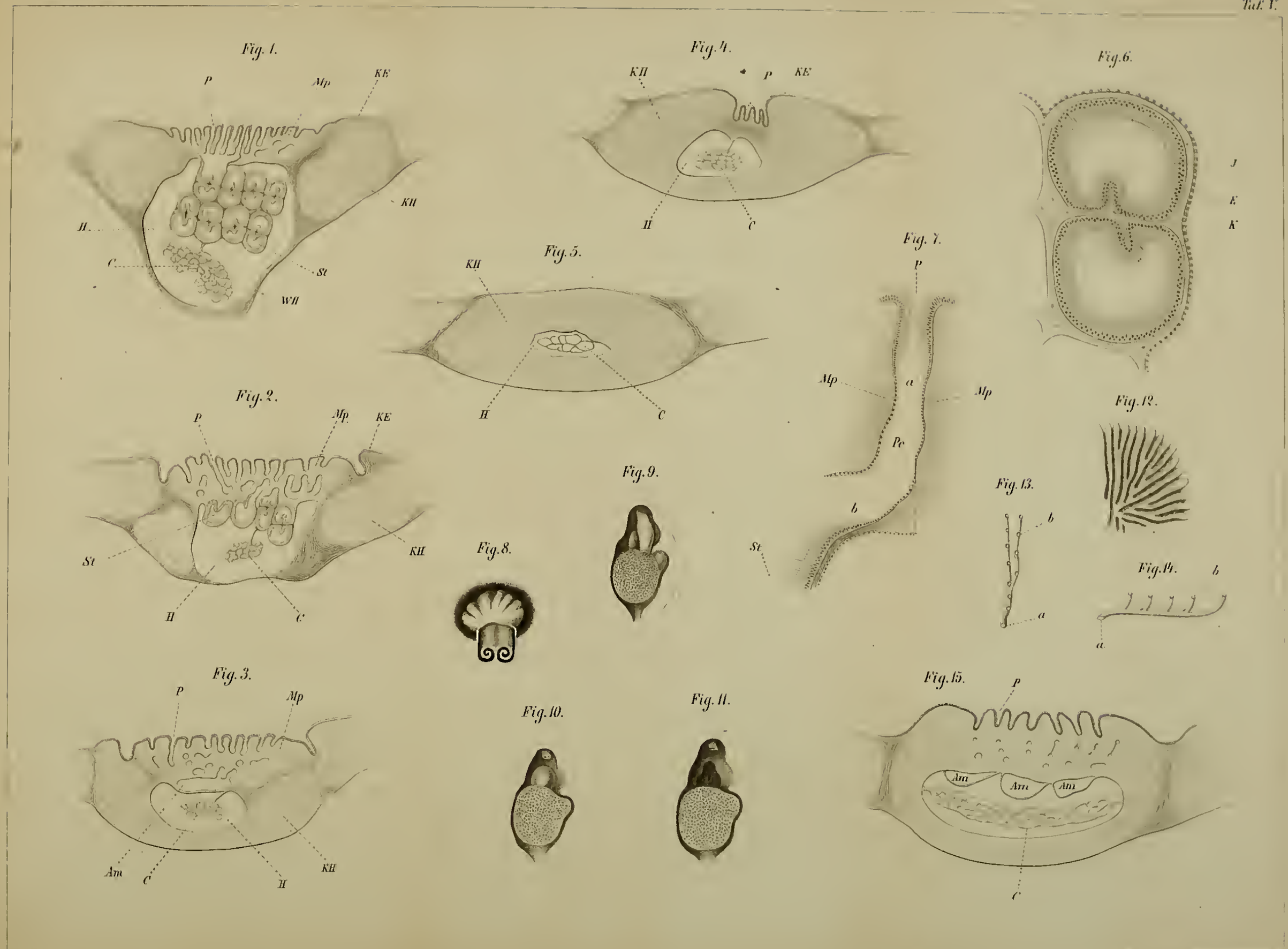
Ectoderm { hellgelb, das Körperepithel,
ocker, der radiäre Nerv,

Entoderm { kobaltblau, Epithel der Leibeshöhle,
grün, Epithel des Wassergefässsystems,
indischroth, Epithel des Blinddarms,

Mesoderm { schwarz, das Bindegewebe und die Muskulatur,
zinnoberroth, das Blutgefässsystem.

Mit Indigo sind das Genitalepithel und die Genitalproducte bezeichnet, ihre Zugehörigkeit zum Entoderm oder Mesoderm ist einstweilen noch nicht sicher erkannt. Im Mesoderm ist die äussere Hautlamelle doppelt, die innere hingegen nur einfach schraffirt; die Randplatten sind Verkalkungen der äusseren, die Wirbel aber Verkalkungen der inneren Hautlamelle. Von der Muskulatur sind nur der obere und der untere Quermuskel der Wirbel in der linken Hälfte der Figur angedeutet.

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



Ludwig del.

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

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

Fig. 16.

Fig. 17.

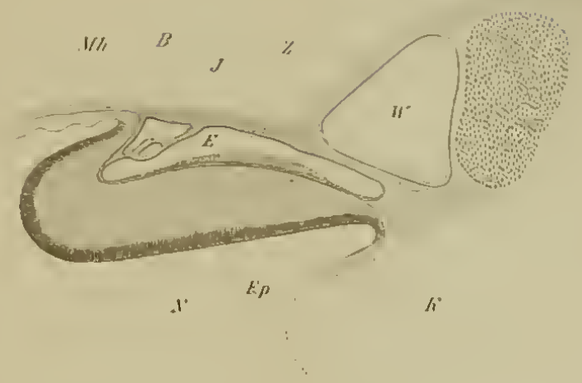


Fig. 20.

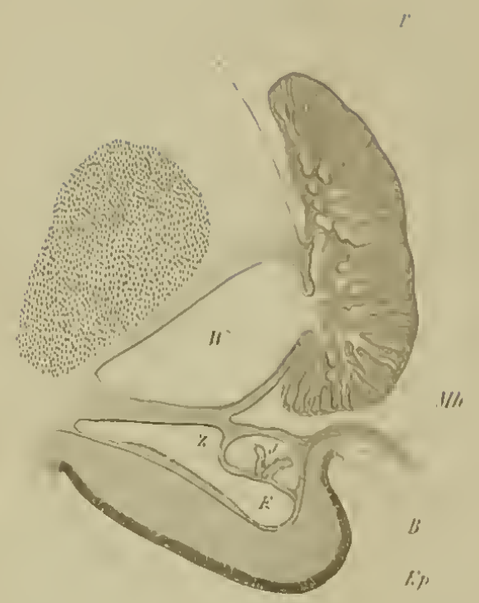


Fig. 19.

Fig. 18.

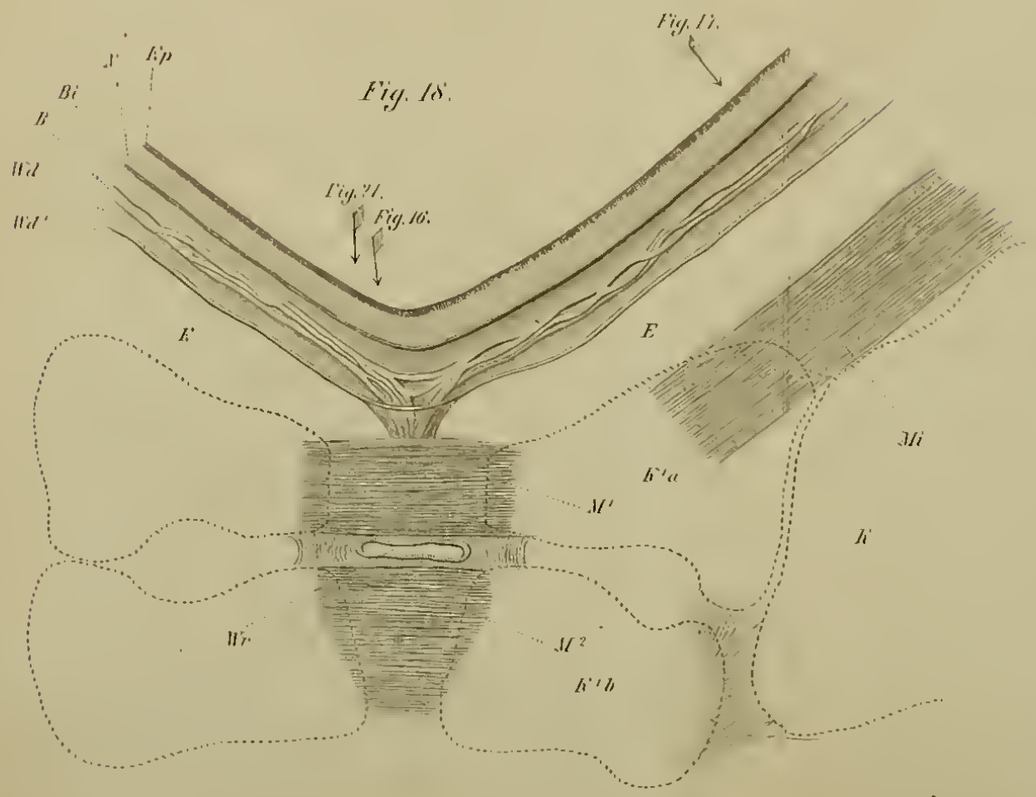
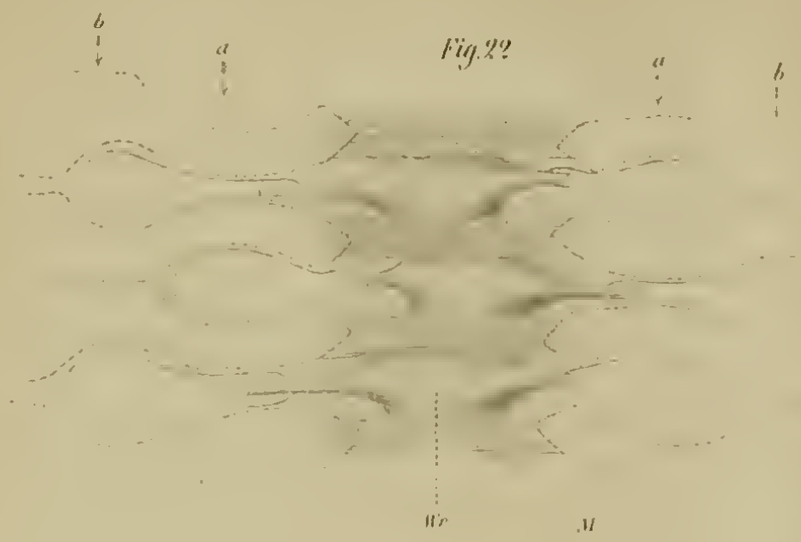
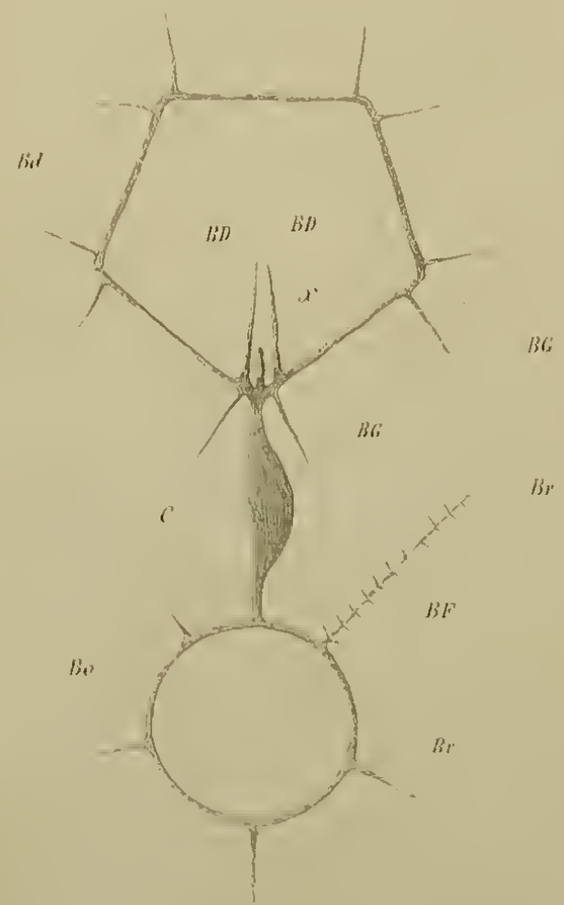


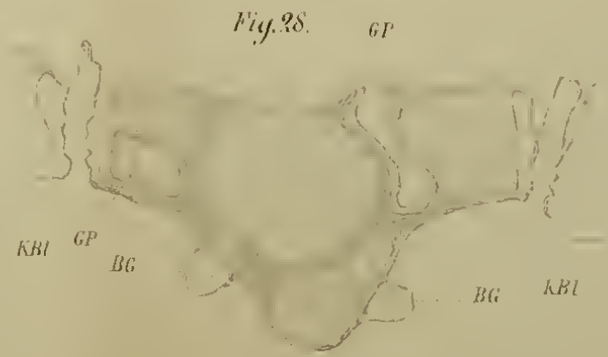
Fig. 21.

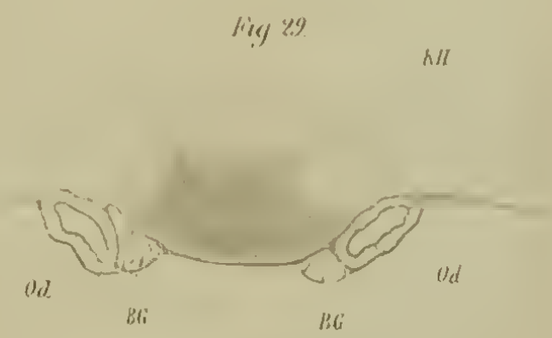
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

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









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

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

Fig. 31.

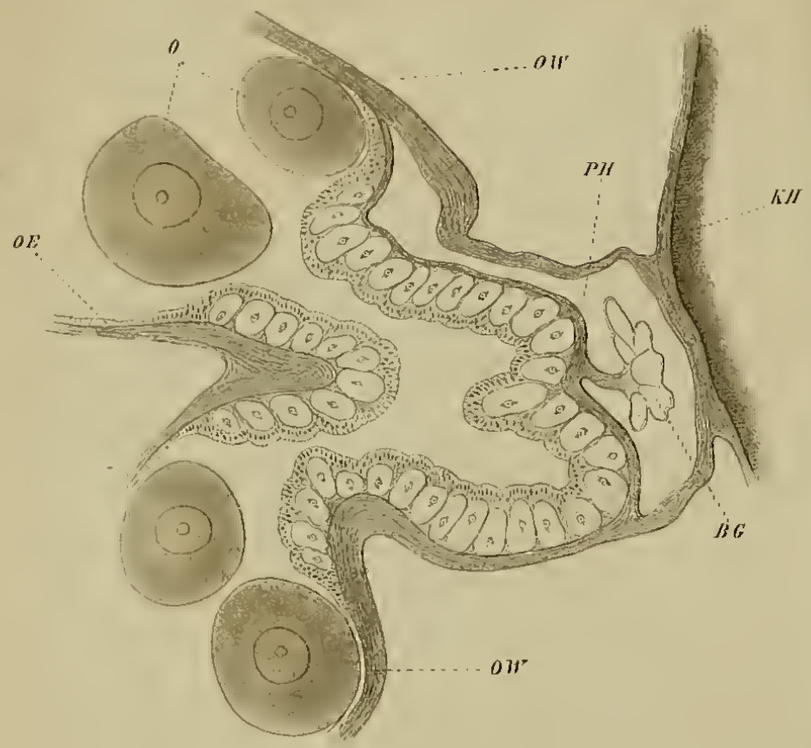


Fig. 32.

Fig. 33.

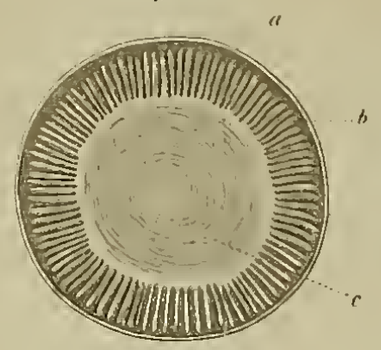


Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

Fig. 37.

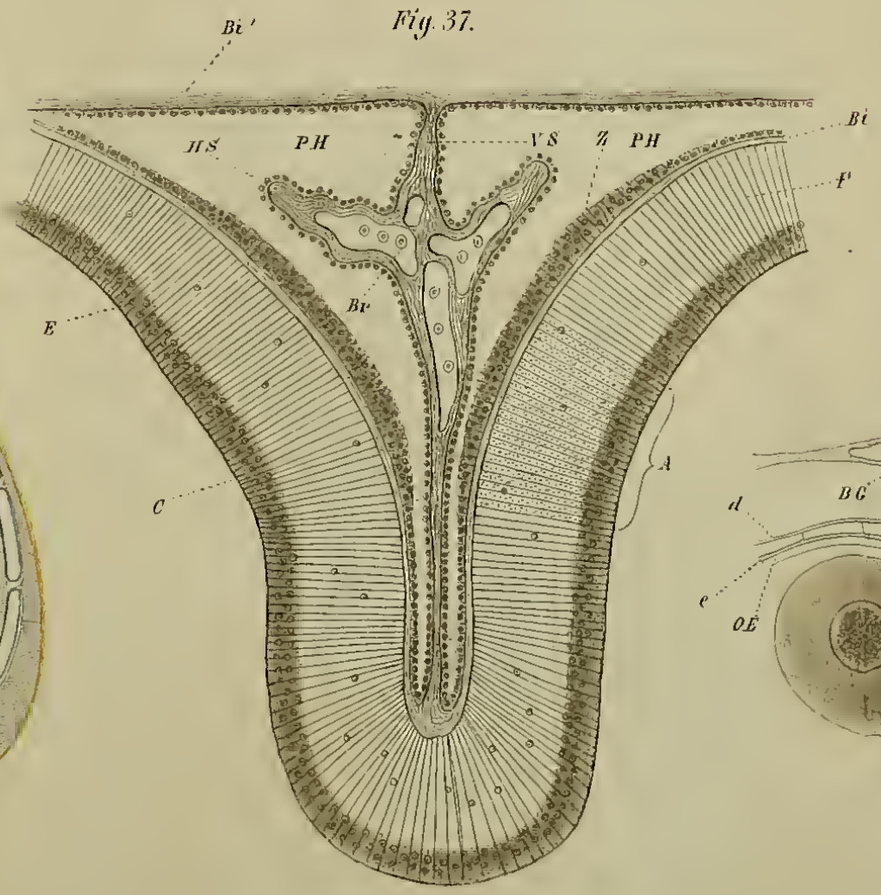
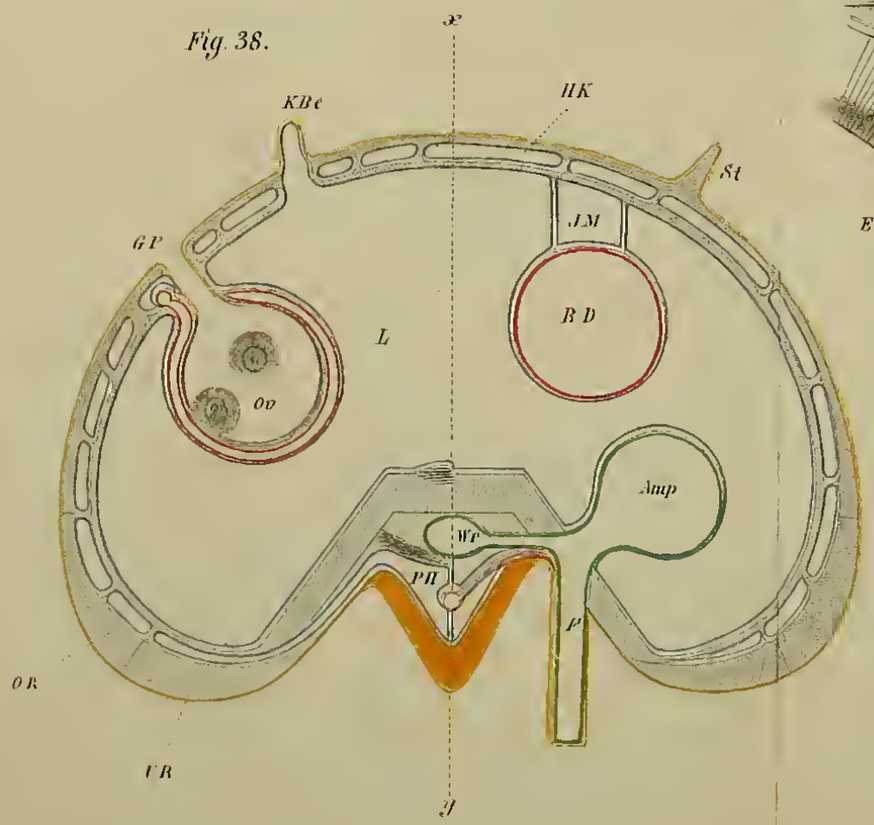


Fig. 38.



Lubwi del.

Lith. Anst. v. J. G. Bergmann, Leipzig.