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

Zur Anatomie von Pentacrinus decorus Wy. Th.

Von

August Reichensperger.

(Aus dem zoologischen und vergleichend-anatomischen Institut der Univ. Bonn.)

Mit Tafel III—V und einer Figur im Text.

Das von mir benutzte Material stammt von der unter Leitung von Alexander Agassiz 1878—1879 zur Erforschung des Karibischen Meeres unternommenen Expedition des »Blake«. Es bestand aus 25 zum Teil ganz unverletzten, gestielten Crinoiden, die ich nach P. H. Carpenter (5) sämtlich als »*Pentacrinus decorus*« Wy. Th. bestimmte.

Das Material erwies sich als gut konserviert. Die einzelnen Teile wurden in Schnittserien nach den verschiedensten Richtungen zerlegt. Zur Entkalkung bediente ich mich eines tropfenweisen Zusatzes von konzentrierter Salpetersäure zu relativ großen oft erneuerten Mengen 70%igen Alkohols. Mit besserem Erfolg wandte ich sehr schwache Chromsäurelösungen an. Zu 1000 ccm 1%iger Chromsäure setzte ich 50 Tropfen Salzsäure oder bis 30 Tropfen Salpetersäure zu. Diese Mischung wurde in der ersten Zeit unter täglichem Wechsel auf ein Viertel mit destilliertem Wasser verdünnt, später langsam fortschreitend bis auf höchstens $^1/_2$ gesteigert. Die durch bloße Anwendung von Chromsäure leicht hervorgerufene Brüchigkeit der Gewebe war bei Gebrauch jener Mischung nicht zu bemerken. Zum Einbetten wurde ausschließlich Paraffin genommen.

Als Färbemittel kamen vor allem Boraxkarmin, neutrales Karmin nach Hamann, sowie Hämalaun in Stückfärbung zur Anwendung. Stellenweise erwies sich Hämatoxylin in Verbindung mit Eosin als günstig. Sehr gut eignete sich für alle Gewebe, auch für die Kalkgrundsubstanz eine konzentrierte oder verdünnte wäßrige Thioninlösung, ebenfalls unter allenfallsiger Nachfärbung mit Eosin. Thionin

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

gab stets noch brauchbare Resultate, wenn viele andre Färbemittel der vorausgegangenen Entkalkung wegen versagten.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Professor Dr. Hubert Ludwig hier meinen besten Dank auszusprechen für die Überlassung des seltenen Materials und für seine liebenswürdige Bereitwilligkeit, mich jederzeit mit Rat und Tat zu unterstützen.

Einleitung.

P. H. Carpenter machte zuerst eingehendere Untersuchungen an *Pentacrinus decorus*, deren Ergebnisse in Bd. XI des Challengerwerkes niedergelegt sind. Er führt jedoch selbst verschiedentlich an, zur Erkenntnis des feineren Baues und Verlaufes mancher Organe sei das Material nicht in hinreichend gutem Zustande gewesen.

Zur allgemeinen Orientierung möchte ich zunächst auf die etwas umgeänderte Verkleinerung seiner Taf. LXII verweisen, Taf. III, Fig. 1.

Was die Benennung der Skelettteile des Kelches und der Arme anbetrifft, so verwende ich die von P. H. Carpenter in einer späteren Abhandlung (7) vorgeschlagenen Namen. In dem Challengerwerk (5) läßt er auf die den Boden des Kelches bildenden Basalia die Radialia I, II und III folgen. Von letzteren geht die erste dichotomische Teilung aus, die bei vielen Crinoiden die einzige bleibt. In dem 1890 erschienenen Aufsatz (7) belegt Carpenter die ehemals Radialia II und III genannten Kalkstücke mit dem Namen Costalia I und II. Verzweigen sich die Arme nun weiter, so heißen ihre Glieder bis zur folgenden Teilungsstelle, das sich teilende Glied eingeschlossen, Distichalia. Bei *Pentacrinus decorus* ist in der Regel noch eine dritte Spaltung vorhanden. Von der zweiten Teilung bis zu dieser letzten werden die Glieder als Palmaria bezeichnet. Weiterhin findet keine Verzweigung mehr statt, und die folgenden Glieder des Armes bis zur Spitze heißen Brachialia. Glieder, von denen eine dichotomische Teilung ihren Ausgang nimmt, werden axillare Glieder genannt.

Der Stiel zerfällt in Nodi, welche meist je fünf Cirren tragen, und in Internodia ohne solche.

Die Leibeshöhle des Kelches bildet bei *Pentacrinus decorus* ein zusammenhängendes Ganze, in welchem die Organe von bald stärkeren bald schwächeren Bindegewebssträngen gehalten und umsponnen werden. In diesen Bindegewebssträngen sind Kalkgebilde der verschiedensten Art enthalten, ähnlich, wie solche Ludwig (18) Taf. XVI Fig. 39, wiedergegeben hat.

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

Annähernd in der Mittellinie durchzieht das »drüsige Organ«, Carpenters »plexiform gland«, den Kelch von oben nach unten, um sich in den Stiel fortzusetzen. Diese Fortsetzung des drüsigen Organs bezeichne ich als Achsenstrang; Ludwig gab diesen Namen bei *Antedon* der dorsalen Verlängerung des drüsigen Organs. Der Ausdruck P. H. Carpenters »central vascular axis of stem« birgt dagegen einen weiteren Begriff, da derselbe nicht nur die eigentliche Fortsetzung des drüsigen Organs, sondern auch die Ausläufer des gekammerten Organs darin zusammenfaßte (5), S. 107.

Im Bereiche der Basalia ist dem drüsigen Organ das in fünf Teile zerfallende gekammerte Organ rings angelagert, welches sich ebenfalls röhrenförmig in den Stiel verlängert. Endlich treffen wir in den Basalia noch das Zentralorgan, den Knotenpunkt des umfangreichen antiambulacralen oder dorsalen Nervensystems, von welchem starke Stränge ausgehen, die dorsal durch die Kalkteile des Kelches und der Arme verlaufen.

In der Mitte der Kelchdecke liegt die Mundöffnung, in der sich die Ambulacralfurchen der Arme vereinigen. Der Schlund geht fast senkrecht nach unten und macht mit seiner Fortsetzung, dem Darm, eine Drehung von links nach rechts. Nachdem der Darm in horizontaler Richtung den Kelch ringförmig durchlaufen hat, steigt er wieder nach oben, um im interradial liegenden After zu enden.

Unter dem Epithel der Mundöffnung bemerken wir die oralen Teile des Wassergefäß- und Blutgefäßsystems und das ambulacrale Nervensystem. Ein weiteres, von Jickeli (15) vom ambulacralen Nervensystem bei *Antedon rosaceus* unterschiedenes, ventrales oder orales Nervensystem, welches Hamann (13) S. 72 später eingehender schilderte, habe ich bisher bei *Pentacrinus* nicht wahrgenommen.

Das für *Promachocrinus* und *Antedon* von P. H. Carpenter (4 und 5) beschriebene »schwammige Organ«, welches er als besondern leicht durch dichtere Struktur kenntlichen Teil des labialen Blutgefäßgeflechts abtrennt, stellt er selbst bereits für *Pentacrinus decorus* in Abrede (5) S. 100, und auch ich habe vergebens nach ihm gesucht. Dagegen fand ich einen umfangreichen Komplex von Zellen, welcher dem oberen Teil des »drüsigen Organs« angelagert ist. Dieses Komplexes finde ich an keiner Stelle Erwähnung getan, jedoch glaube ich, daß er in einer Zeichnung P. H. Carpenters (5) Pl. LVII, Fig. 3, angedeutet sein soll.

Gut entwickelt ist das »labial plexus« genannte labiale Blutgefäßgeflecht, das mit dem oralen Blutgefäßsystem in Verbindung

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

steht und zu den intervisceralen Teilen der Leibeshöhle Ausläufer sendet. Ich halte dasselbe mit Ludwig (18) S. 47 nur für einen modifizierten Teil des oralen Blutgefäßringes.

Den Bau der Arme fand ich, abgesehen von einer später zu berührenden Ausnahme, in der allgemeinen inneren Organisation im wesentlichen so, wie P. H. Carpenter (5) S. 88 ff., ihn schildert. Ich möchte daher auf das dort Gesagte verweisen.

I. Antiambulacrales Nervensystem.

1. Verlauf in Kelch und Armen.

Betrachten wir zunächst vom Zentralorgan ausgehend das antiambulacrale Nervensystem. Ludwig gab zuerst (18), Taf. XV, Fig. 38, ein Diagramm dieses Systems bei *Antedon rosaceus*; Hamann konstruierte (13) S. 65 ein ähnliches für die Gattungen *Antedon* und *Actinometra*.

Pentacrinus decorus weist manche Verschiedenheiten von den genannten auf, wie ein Vergleich jener Diagramme mit dem von mir gegebenen dartut. Vgl. umstehenden Holzschnitt.

Das Zentralorgan selbst ruht knopfförmig in dem von den Basalia gebildeten Ring. In der Hauptmasse verlaufen seine Fasern von unten nach oben. In der Mitte wird es vom gekammerten Organ durchbrochen, das sich in den Stiel hinunterzieht.

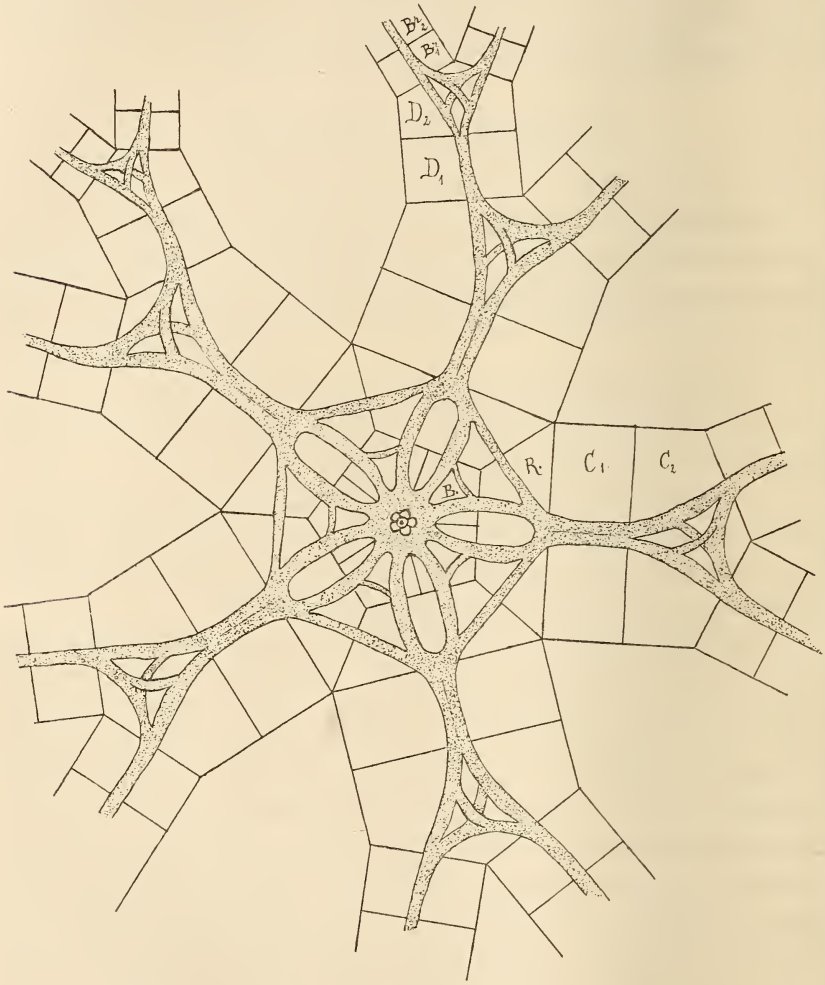
Vom Zentralorgan gehen nun seitlich schräg nach oben hin zehn Aste aus, die, ein weniges divergierend, paarweise durch die Kalkgrundsubstanz der fünf Basalia verlaufen. Ehe sie diese verlassen, werden die beiden Stränge je eines Paares unter sich durch ein Connectiv verbunden, das nur etwa ein Drittel vom Durchmesser der Hauptäste besitzt. Letztere gehen zu je zweien parallel weiter durch die ersten Radialia, um sich an deren distalem Ende zu vereinigen. Die fünf Vereinigungspunkte werden durch einen sehr starken, horizontal verlaufenden Faserring miteinander verbunden. In den ersten Costalia finden wir nur einen Strang, der auf der Ober- und Unterseite meist eine mehr oder weniger flache Längsfurche aufweist, so daß ein Querschnitt durch denselben etwa Biskuitform hat.

In dem axillaren Costale II endlich treffen wir auf das Chiasma nervorum brachialium, dessen Bau bei *Antedon* Ludwig, Hamann und Perrier sehr eingehend geschildert haben.

Zunächst kann ich mit Gewißheit feststellen, daß ein erstes, bisher von andern nicht bestätigtes Transversal-Connectiv, welches

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

Perrier bei *Antedon* fand (21), T. IX, Pl. XVIII, Fig. 147 *cn* 1, bei *Pentacrinus* nicht vorhanden ist. Ferner vollzieht sich die Kreuzung der beiden eigentlichen Chiasmabündel erst sehr spät und in einem eher spitzen wie rechten Winkel. Hierdurch fällt sie erst in das



Gebiet des breiten transversalen Nervenzugs, während sie sich bei *Antedon* vorher vollzieht. Die beiden sich kreuzenden Stränge sind allgemein sehr viel stärker entwickelt wie bei *Antedon*. Man kann deutlich wahrnehmen, daß ein gegenseitiger Faseraustausch in ihnen auch bei *Pentacrinus* nicht stattfindet, vielmehr ein Strang quer über den andern wegläuft.

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

Bi- und multipolare Ganglienzellen finden sich in den Hauptästen nicht selten, im Chiasma selbst sind sie sehr vereinzelt, aber dann von bedeutender Größe, 0,012 bis 0,009 mm, und mit starken Fortsätzen versehen.

Außer den fünf in den axillaren Costalia II befindlichen Chiasmata finde ich keine weiteren erwähnt. Bei zehnarmigen Crinoiden sind sie naturgemäß die einzigen, welche vorhanden sein können. Die Zahl der Arme schwankt bei *Pentacrinus* von 10 bis 25; durchschnittlich teilen dieselben sich zwei- bis dreimal. Wie verhält sich bei diesen weiteren Teilungen der Nervenstrang?

Auf tangentialen Längsschnitten findet man in jedem axillaren Distichale und Palmare ebenfalls ein gut ausgebildetes Chiasma, dessen Dimensionen natürlich mit der Entfernung vom Kelch abnehmen. Die sich kreuzenden Stränge sind aber nicht, wie man erwarten sollte, um die Hälfte, sondern nur um etwa ein Drittel dünner, wie die des vorausgegangenen Chiasma. Nach Messungen an zwei Exemplaren betrug ihr Durchmesser durchschnittlich im:

Chiasma costale	0,118 mm
Chiasma distichale	0,076 mm
Chiasma palmare	0,049 mm

Auf Taf. XXIV des Challenger-Werkes (5) gibt Carpenter verschiedene Querschnitte durch die Basis eines Kelches von *Pentacrinus wyville-thomsoni* wieder, welchem *Pentacrinus decorus* sehr nahe steht. Er zeichnet dort Fig. 9 den horizontal durch die Radialia verlaufenden Faserring, aber keine Connective in den Basalia.

Vergleicht man das von mir gegebene Diagramm von *Pentacrinus decorus* mit den von P. H. Carpenter (5) konstruierten des *Rhizocrinus lofotensis* S. 253, des *Bathycrinus aldrichianus* S. 229, und mit dem von Hamann (13) S. 65 für die Gattungen *Antedon* und *Actinometra* festgestellten, so sieht man, daß das antiambulacrale Nervensystem der beiden ersten Arten ungleich einfacher gebaut ist, wie das von *Pentacrinus*. Bei beiden Arten geht in jedem Basale vom Zentralorgan nur ein Strang aus, der sich bei *Rhizocrinus* unmittelbar vor dem Verlassen der Basalia, bei *Bathycrinus* erst in den Radialia in zwei Äste spaltet. Dagegen teilt sich bei *Antedon* und *Pentacrinus* jeder Basalstrang sogleich nach dem Austritt aus dem Zentralorgan in zwei Stränge. Während diese aber bei *Pentacrinus* zu je zweien durch ein Connectiv verbunden sind und im übrigen paarweise parallel durch die Radialia verlaufen, fehlt bei

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

Antedon das Connectiv in den Basalia, und die zwei Stränge vereinigen sich beim Übergang in das Radiale, um als ein solider Strang weiter zu ziehen.

Allen genannten Familien kommt ein stark entwickelter Faserring in den Radialia zu. Bei *Rhizocrinus* liegt er zum kleineren Teile in den Basalia, wodurch seine Sternform zustande kommt; bei den andern liegt er stets ganz innerhalb der Radialia und hat die Form eines mehr oder minder abgerundeten Pentagons.

Einen Vergleich zwischen dem Verlauf der Fasersträge von *Antedon* und *Encrinus*, für welch letztere, auf dicyklischer Basis beruhende Gattung, Beyrich ein Diagramm konstruierte, zieht Ludwig (18), S. 66, und schließt von anatomisch-vergleichendem Standpunkt wichtige Bemerkungen an. Er kommt zu dem Schluß, daß der äußere Kreis der eigentlichen Basalia von *Encrinus* den Basalia von *Antedon* entspricht.

Was den Zweck der Connective und sonstigen Verbindungen der Nervenstränge anbetrifft, so scheint mir derselbe an erster Stelle in der Schnelligkeit von Reizübertragungen zu liegen. Ein auf einen Arm ausgeübter Reiz kann unmittelbar auf den benachbarten übertragen werden, ohne zuerst den Weg zum Zentralorgan und von dort zurück machen zu müssen.

Hinsichtlich des feineren histologischen Baues muß ich mich vollständig Perrier (21) und Hamann (13) anschließen. Der letztere beschreibt (13) S. 87 auch speziell den Bau der Armnerven von *Pentacrinus decorus*; ganze Tiere standen anscheinend nicht zu seiner Verfügung. Ich sehe hier von einer Schilderung des dorsalen Nervenstranges in den Armgliedern ab, da ich den Auseinandersetzungen Hamanns wesentliches nicht hinzuzufügen habe, um mich dem Faserverlauf im Stiele zuzuwenden.

2. Verlauf des Nervensystems im Stiel.

In Fig. 1 und 7*b* sehen wir, wie das Zentralorgan des antiambulacralen Nervensystems in seiner Mitte von sechs Röhren durchbrochen wird. In der mittleren Kammer verläuft der Achsenstrang; die äußeren fünf sind Fortsetzungen des gekammerten Organs.

Das ganze Bündel von Röhren wird im Stiel seiner Länge nach von einer ziemlich dicken Schicht meist senkrecht von oben nach unten verziehender Nervenfasern umhüllt. Große Ganglienzellen trifft man in dieser Schicht während des Verlaufs durch Internodien verhältnismäßig selten an; vereinzelte liegen am Außenrande. Ein

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

Belag stark färbbarer kleiner Kerne trennt in den Internodien fast überall die Faserschicht von der benachbarten Kalkgrundsubstanz der Stielglieder.

In den Nodien, oberhalb und unterhalb der Abgangsstelle der Cirrengefäße, gehen die peripherischen Fasern der Nervenschicht seitlich auseinander, ziehen in der Richtung auf die Gefäße hin und bilden auf diese Weise einen horizontalen Ring, wie Fig. 3 darstellt. In der Substanz dieses bald schwächer, bald stärker ausgebildeten peripherischen Ringes finden wir zahlreiche große bi- und multipolare Ganglienzellen. Einmal liegen sie in der Mitte zwischen je zwei Cirrengefäßen, dann aber vornehmlich auch unmittelbar neben der Ursprungsstelle der letzteren aus den Kammern. Im weiteren Verlauf bleiben die Cirrengefäße zunächst allseitig ganz gleichmäßig von der dem Ringe entstammenden Nervenschicht umhüllt (Fig. 4). Verlassen sie aber das Nodium, um in das erste, eigentliche Cirrusglied überzugehen, so rückt die Fasermasse mehr und mehr auf die Seiten, und oben und unten bleibt nur ein dünner Belag, wie das Fig. 5 zeigt. Derselbe verdickt sich wieder ein wenig an der Stelle, wo in jedem Cirrusgliede, von den vier Ecken der das Gefäß umhüllenden Schicht ausgehend, Nervenzüge zur Innervierung der Haut und der Gelenkverbindungen abgegeben werden.

3. Funktion des antiambulacralen Nervensystems.

Die Funktion des Zentralorgans und der von ihm ausgehenden dorsalen Stränge ist sehr verschieden beurteilt worden. W. B. Carpenter war der erste, der dem gesamten Komplex nervöse Natur beilegte und seine Meinung auch auf eine Reihe von interessanten Experimenten an lebenden Tieren der Gattung *Antedon* zu stützen suchte. Ludwig (18) S. 80 faßte dagegen das dorsale Nervensystem als unverkalkt gebliebenen Teil des skelettbildenden Gewebes mit Nährfunktion auf. Inzwischen wies P. H. Carpenter in den Strängen große Ganglienzellen nach und W. B. Carpenter trat nochmals in einer ausführlichen Abhandlung (9) für seine Ansicht ein. Jickeli (15) S. 367, Perrier (21) und Hamann (13) gaben nähere Einzelheiten über den Bau und die Verteilung der bi- und multipolaren Ganglienzellen an, und letzterer beschreibt auch S. 66, 67 die Struktur der feinen Fasern, um zu dem Schluß zu kommen, daß es echte Nervenfasern seien.

A. M. Marshall wiederholte (20) die Experimente, welche W. B. Carpenter an lebenden Tieren angestellt hatte und fügte eine

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

bedeutende Anzahl neuer hinzu. Er kommt zu der Ansicht, daß das Zentralorgan und seine Verlängerungen das Hauptnervensystem bildeten. Das subepitheliale, ambulacrale Nervensystem scheint ihm nur sehr untergeordnete Bedeutung zu haben (op. cit. S. 35).

Demgemäß wird nunmehr der ganze Komplex fast allgemein als ausschließlich nervöser Natur angesehen. Allerdings sind in den Strängen keinerlei bindegewebige Elemente anzutreffen, aber dennoch kann ich ohne eine Einschränkung der eben genannten Auffassung nicht beipflichten.

P. H. Carpenter sagt selbst (5) S. 116: »I have no doubt whatever, that the axial cords are permeated by a nutritive fluid, which finds its way into the substance of the organic basis of the skeleton;« und ferner berichtet er von Zweigen, welche ihm überzugehen scheinen: »into the plexus of tissue forming the organic basis of the skeleton«. Das nicht seltene Vorkommen solcher Zweige kann ich nur bestätigen. — Mitunter gehen vornehmlich vom dorsalen Armstrang rasch sich verjüngende Ausläufer aus, deren feinste Enden fern von Muskeln oder ähnlich gebauten Fasern im Kalkgrundgewebe verlaufen. Sie besitzen stellenweise eine dünne Decke von kleinen Kernen, dagegen mangeln ihnen große Ganglienzellen gänzlich. Fig. 6 gibt dies Verhalten wieder. Vergebens versuchte ich diese Ausläufer bis an die Haut oder wenigstens bis in deren Nähe zu verfolgen.

Häufiger noch und besser sind derartige Abzweigungen in den oberen Teilen des Stieles wahrzunehmen, in welchen die Neubildung weiterer Kalkglieder vor sich geht, wo also die Frage der Ernährung eine bedeutende Rolle spielt. Sie gehen innerhalb des Stieles von dem Nervenstrang aus, der die Cirrengefäße umhüllt, und zwar meist unter einem rechten Winkel nach oben oder unten. Diese Ausläufer verjüngen sich kaum wahrnehmbar und durchziehen weithin die Grundsubstanz fast stets ohne sich zu verzweigen. Sie sind von zahlreichen Kernen begleitet und stellenweise mit winzigen stark tingierbaren Körnchen übersät, deren Natur mir einstweilen zweifelhaft erscheint, die ich aber jedenfalls für ein Coagulum halten möchte. Auch P. H. Carpenter fand solches häufig in den Nervensträngen (5) S. 116. Die Fasermasse der Ausläufer ist gering entwickelt, aber unverkennbar vorhanden. Ganglienzellen habe ich an oder in diesen Zügen niemals zu Gesicht bekommen.

Da mir in den genannten Fällen eine Innervierung sensitiven oder motorischen Charakters ausgeschlossen scheint, halte ich eine trophische Nebenfunktion der Stränge für sehr wahrscheinlich.

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

Hamann wies bereits aufs bestimmteste (13) S. 68 die Behauptung von Vogt und Yung zurück, es stellten die Nervenstränge bei *Antedon rosaceus* mit geronnener Flüssigkeit erfüllte Röhren von weitem Lumen dar (25) S. 560, Fig. 277. Für *Pentacrinus* kann ich nur nochmals mit P. H. Carpenter (5) S. 113 ff. feststellen, daß es sich lediglich um solide Faserstränge handelt, die weder Hohlräume noch Scheidewände aufweisen.

II. Das »gekammerte Organ« und die Cirrengefäße.

Eine Zusammenfassung der Ansichten der verschiedenen Forscher über das gekammerte Organ von *Antedon* gibt Hamann (13) S. 101. Bei *Pentacrinus decorus* besteht es aus fünf Kammern oder richtiger Röhren, welche sich nach unten verengen und in den Stiel fortsetzen, nach oben hin den Achsenstrang und weiterhin das »drüsige Organ« (Dorsalorgan) umfassen, um bald blind zu endigen.

Verfolgen wir Gestaltung und Verlauf an der Hand der Abbildungen. Fig. 7*a* zeigt einen Querschnitt im Stiel. Fünf Röhren liegen mit ihrer Außenwandung im Kreise seitlich aneinander und bilden in der Mitte eine sechste Kammer, in welcher der Achsenstrang verläuft. Figur *b* und *c* zeigen, wie weiter oberhalb, bei Übergang in den Kelch, die Kammern an Größe zugenommen haben und bereits von der Fasermasse des eigentlichen Zentralorgans umhüllt sind. Die folgende Zeichnung *d* gibt einen Querschnitt in Höhe des in den Basalia befindlichen Nervenconnectivs wieder. Der Kelch hat sich hier erweitert und seine Höhlung ist von kalkführendem Bindegewebe nach allen Richtungen durchzogen, welches an die Außenwände der fünf Kammern herantritt. Letztere haben sich voneinander getrennt und vom Achsenstrang etwas entfernt. Später nähern sie sich der Mitte wieder, jede Kammer verjüngt sich rasch, und ihre Wandung geht in das Cölomepithel über, welches das drüsige Organ umhüllt. Ihr Hohlraum dagegen findet keinerlei Fortsetzung, weder im drüsigen Organ, noch in der Leibeshöhle, wird vielmehr durch feines Bindegewebe nach oben abgeschlossen (Fig. 7*g*).

Bei *Antedon* fand W. B. Carpenter (8) S. 219, ventralwärts eine Öffnung in jeder Kammer und brachte letztere daher mit der Leibeshöhle in Verbindung. Ludwig beobachtete Kanäle, welche sich den ventralen Öffnungen W. B. Carpenters anschlossen, um zum Achsenstrang, bzw. drüsigen Organ hinzuziehen (18) S. 63 und Fig. 21. Ebenso hält P. H. Carpenter (5) S. 104 das gekammerte Organ für fünf Radiärgefäße, welche sich verbreitern und mit dem drüsigen Organ

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

in enger Beziehung stehen. Perrier (21) S. 24 ff. verfolgte die allmähliche Entwicklung des gekammerten Organs bei *Antedon rasaceus* und kommt zu dem Schlusse, dasselbe bilde einen geschlossenen Raum, der sich nicht in das drüsige Organ fortsetze. In gleichem Sinne spricht sich Hamann (13) S. 103 aus: »Es gehen von dem eigentlichen gekammerten Organ fünf blindgeschlossene röhrenförmige Hohlräume ab, welche neben dem axialen Strang verlaufen, um bald blind zu endigen, wie ich mit größter Sicherheit aussprechen kann (Taf. VII, Fig. 1).«

Bei *Pentacrinus decorus* habe ich in den Wandungen des gekammerten Organs keinerlei Öffnungen gefunden, auch fehlen die bei *Antedon* nach oben hin sich erstreckenden röhrenförmigen Verlängerungen oder Kanäle; vielmehr endet das Organ fast unmittelbar nachdem es seine größte Breite erlangt hat. Dieser Unterschied von *Antedon* ist offenbar nur quantitativer Art, indem eine Verkürzung der Röhren oder Kanäle bei dieser Art zu der Form des Organs führen würde, wie wir sie bei *Pentacrinus* angetroffen haben. Wahrscheinlich wird bei letzterem eine solche Verlängerung nach oben unterdrückt durch das die ganze Kelchhöhle erfüllende Bindegewebe, welches bei *Pentacrinus* ungleich stärker wie bei *Antedon* entwickelt ist.

Im obersten Teile der Kammern bemerkt man im Innern von Wand zu Wand ziehend unverkalktes, feinfaseriges Bindegewebe. Außerdem findet man überall im Innern zerstreut zahlreiche, große, tiefdunkle Körner von amorpher Gestalt. Dieselben bilden ein nicht zu verkennendes Merkmal für alle zum gekammerten Organ gehörigen Teile. Nirgends sonst sind derartige Gebilde anzutreffen, weder in benachbarten Teilen des drüsigen Organs, noch im umgebenden Bindegewebe der Leibeshöhle. Dies scheint mir ein Beweis mehr dafür zu sein, daß die Kammern ein in sich geschlossenes Ganze bilden. Auch Perrier (21) S. 24 ff. stellte ähnliche Körner bei *Antedon rosaceus* fest, und sagt, er habe sie ausschließlich auf das gekammerte Organ beschränkt gefunden, was demnach vollständig mit meinen Beobachtungen in Einklang steht.

In den Nodien des Stiels geht von jeder Kammer des Organs, bzw. seiner Verlängerung, ein Gefäß in die Cirren ab. Einen Teil eines horizontal durch ein Nodium geführten Schnittes gibt Fig. 8 wieder, einen Teil eines Vertikalschnittes Fig. 9. Die Fortsetzungen der Kammern nehmen in den Nodien etwas an Umfang zu. Ihre distale Wandung biegt nach außen hin aus und zeigt eine länglich

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

ovale Öffnung, den Beginn der Cirrengefäße. Das Epithel der Kammern setzt sich in letztern ringsum fort und kleidet ihre Innenwand aus.

Jedes Gefäß wird von einem horizontal durch die Mitte laufenden Septum in eine obere und eine untere Hälfte geteilt. Das Septum bildet sich von der proximalen Kammerwand her und durchquert die Kammer. Es besteht aus einer sehr feinen Bindegewebslage, die beiderseits mit einem epithelartigen Belag von Zellen versehen ist. Seine Dicke schwankt zwischen 0,0048 und 0,0067 mm. Muskelfasern habe ich nicht in ihm gefunden. — Zu Anfang zeigen die Cirrengefäße im Querschnitt eine länglich ovale, von oben nach unten gestreckte Form, runden sich aber bald ab. Mit dem Achsenstrang stehen sie bei *Pentacrinus decorus* in keinerlei Beziehung.

Unter den mir vorliegenden Exemplaren befand sich eines mit stark verkümmerter fünfter Kammer. Demgemäß hatten sich an jedem Nodium nur vier Cirren entwickelt. Selbst die Gelenkgrube zur Aufnahme des ersten Cirrusgliedes, die bei *Pentacrinus* im allgemeinen stark ausgebildet ist, war an der fünften Seite kaum wahrzunehmen.

Für Erkenntnis der noch immer fraglichen Funktion des gekammerten Organs, das Hamann mit Bury seiner Entstehung nach als Enterocölraum ansprechen möchte (13) S. 107, wäre es von Bedeutung, zu wissen, wie es sich im letzten Stielgliede verhält. Da bei allen mir zur Verfügung stehenden Tieren der Stiel weiter oberhalb abgebrochen war, konnte ich nicht feststellen, ob die Kammern an ihrem unteren Ende gleichfalls geschlossen sind, oder ob sie mit der Umgebung in freier Kommunikation stehen. Letzteres scheint mir weniger wahrscheinlich, da auch bei *Antedon* und *Actinometra* das gekammerte Organ, abgesehen von den Ausgängen der in die Cirren führenden Gefäße, nach unten hin geschlossen ist, wie Hamann (13) S. 104 mitteilt.

Cuénot (10), Bosshardt (3) S. 105 und andre berichten, daß die Bewegungen der Cirren von *Antedon* sehr zögernd und langsam erfolgen und dieselben sich in dieser Beziehung in weitgehender Weise von denjenigen der Arme unterscheiden. Im vollen Gegensatz hierzu erwähnt A. Agassiz von einer Anzahl *Pentacrinus*, die er während einiger Stunden lebend hielt: »They use the cirri more rapidly, then the arms and use them as hooks, to catch hold of neighbouring objects . . . .« — Weitere Angaben über die Bewegungen der Cirren bei den gestielten Crinoiden liegen meines Wissens nicht vor.

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

III. Das »drüsige Organ« (Dorsalorgan).

1. Der Achsenstrang.

In der Röhre, welche in der Mitte des kalkigen Stieles liegt, und die von den fünf Kammern des gekammerten Organs gebildet wird, befindet sich ein langer dünner Strang, P. H. Carpenters axis of stem im engeren Sinn, den ich nach Ludwig als Achsenstrang bezeichne. Seine Fortsetzung im Kelch bildet das drüsige Organ. Genauere Einzelheiten finde ich bei P. H. Carpenter über den Bau dieses Stranges nicht angegeben. Er rechnet ihn anscheinend zum gekammerten Organ und sagt nur (5) S. 107, derselbe bilde in den Stielteilen »a singular vessel (5) Pl. XXIV, fig. 2—5 *V*.

Bei den mir vorliegenden Exemplaren von *Pentacrinus* beträgt der Durchmesser des Achsenstrangs etwa 0,009—0,0165 mm, und zwar verjüngt er sich nicht nach unten hin, sondern hat, soweit ich ihn durch den Stiel verfolgen konnte, überall annähernd gleichen Umfang. Er setzt sich aus ursprünglich kugeligen Zellen zusammen, die sich seitlich gegeneinander abplatten. Fig. 11 bringt einen Quer-, Fig. 10 einen Längsschnitt. Man bemerkt auf ersterem eine einreihige, ringförmige Zellschicht, welche in der Mitte ein unregelmäßig gestaltetes, stets sehr kleines Lumen freiläßt. Die Zellgrenzen sind nur undeutlich zu erkennen. Der Zellinhalt ist fein granuliert, wie auch der Inhalt der Kerne. In letzteren befinden sich meist noch größere Körnchen, deren Zahl schwankend ist. Die Gestalt der Kerne ist länglich oval. Sie lagern sich im allgemeinen gegen das innere Lumen hin. Ihre Größe bewegt sich zwischen 0,0011 · 0,0031 und 0,002 · 0,0043 mm.

Der Achsenstrang hängt seiner ganzen Länge nach frei in dem von den Fortsetzungen des gekammerten Organs gebildeten Raume; es ist mir wenigstens nicht gelungen, Fasern oder bindegewebige Stränge zu finden, die an ihn seitlich von den Kammerwänden her herantreten. Ebensowenig fand ich in diesem Raume die oben erwähnten für das gekammerte Organ bezeichnenden dunkeln Körner; es scheint demnach auch im Stiel keine Kommunikation zwischen den Fortsetzungen des gekammerten Organs und der Röhre des Achsenstrangs zu bestehen.

2. Das eigentliche »drüsige Organ«.

Schon ehe der Achsenstrang in den Kelch übergeht, hat sich sein Umfang etwas vergrößert. An Stelle der einfachen Zellreihe

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

treten mehrere Schichten. In diesen bilden sich Faltungen, so daß das innere Lumen halbmondförmig wird (Fig. 7 *d*). Weiter nach oben hin kann man zwei, vier und mehr Lumina erkennen. Es kommt sehr bald zur Bildung einer größeren Zahl von Schläuchen, die sich im weiteren Verlauf verzweigen und in ihrer Gesamtheit kleine Krümmungen machen. In Höhe der Darmwindung finden sich dann häufig **S**- und **U**-förmige seitliche Ausbiegungen einzelner Schläuche, die sich regellos durcheinander schlingen. Sie bedingen den verwickelten Aufbau des drüsigen Organs, dessen Zusammensetzung bei *Antedon* nach Perrier (21) Pl. XX, Fig. 162, einfacher zu sein scheint. Die allgemeine Richtung der Schläuche ist auch bei *Pentacrinus* von unten nach oben, doch gehen nicht selten in horizontaler Richtung kürzere Ausläufer ab, welche bald blind endigen. Ob alle Schläuche miteinander kommunizieren, ist mir zweifelhaft geblieben; für eine beschränkte Anzahl kann man auf günstigen Längsschnitten einen Zusammenhang nachweisen.

Solange die Schläuche im Boden des Kelches nicht sehr zahlreich sind, treten sie zu einer bald kreisförmigen, bald mehr eckigen Röhre zusammen, deren ziemlich weites Lumen von einem Netzwerk von zartem Bindegewebe durchquert wird (Fig. 7 *g* und *h*). Die zunehmende Zahl der Schläuche läßt das Lumen bald enger werden; das Bindegewebe verschwindet. An seiner umfangreichsten Stelle, die bei *Pentacrinus* zwischen der Darmwindung liegt, setzt sich das drüsige Organ folgendermaßen zusammen: Außen gegen die Leibeshöhle hin treffen wir zunächst das umhüllende Cölomepithel; nach innen zu folgt die Masse der teils quer-, teils längsgetroffenen Schläuche. Ungefähr in der Mitte dieser ziemlich kompakten Masse findet sich ein freies Lumen, von Vogt und Yung (25) S. 562 »leere Achse« genannt. Gegen diese ist die Gesamtheit der Schläuche wiederum durch ein mit dem Cölomepithel übereinstimmendes Epithel begrenzt. Ich möchte nach allem die »leere Achse« als einen abgekapselten Teil der Leibeshöhle betrachten, eine Ansicht, die allerdings nur durch entwicklungsgeschichtliche Arbeit mit voller Sicherheit bewiesen werden kann. Bindegewebe ist sehr spärlich zwischen den einzelnen Schläuchen vorhanden, vor allem im untersten Teil des drüsigen Organs. An keiner Stelle fand ich die Schläuche ganz von dichtem Bindegewebe umhüllt, wie das Hamann (13) S. 114, und Taf. IX, Fig. 4, 5, 12 und 13 von *Antedon* darstellt; nur eine feinfaserige bindegewebige Membran mit spärlichen Kernen umzieht bei *Pentacrinus* jeden Schlauch nach außen hin, wie das durch meine Fig. 13 veranschaulicht ist.

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

Ziemlich weitgehende Übereinstimmung herrscht bei beiden Gattungen im Bau der Schläuche selbst. Die zylindrischen Zellen, aus welchen die Wand der letzteren gebildet wird, erscheinen, abgesehen von ihrer viel bedeutenderen Größe, den Zellen des Achsenstranges ähnlich. Sie werden bis 0,042 mm hoch, bei einer durchschnittlichen Breite von 0,016 mm. Die Kerne liegen im allgemeinen mehr der Außenseite des Schlauches zu. Die Substanz der Zellen zeigt eine feinere, die der Kerne eine gröbere Körnelung. In den oberen Teilen des drüsigen Organs trifft man im Innern der Schläuche mitunter feines Gerinnsel an, was mir auf einen Zusammenhang mit dem Blutgefäßsystem hinzudeuten scheint.

3. Der dem drüsigen Organ angelagerte Zellkomplex.

Verfolgen wir das drüsige Organ von seiner breitesten Stelle an weiter nach oben hin, so treffen wir sehr bald auf einen merkwürdigen Komplex von Zellen, den ich nirgendwo erwähnt oder beschrieben finde. Der Umfang desselben schwankt bei den einzelnen Tieren ziemlich bedeutend; seine Form bleibt im allgemeinen annähernd die gleiche. Eine Andeutung dieses Komplexes glaube ich nur bei P. H. Carpenter (5) Pl. LVII, Fig. 3 zu finden. Er rechnet ihn offenbar zu seinem »labial plexus« und läßt das mit *gv* bezeichnete Genitalgefäß aus ihm entspringen.

Die erwähnte Zellmasse bildet eine mehr oder weniger umfangreiche, ovale, stark ausgebuchtete Scheibe von verschiedener Dicke, die sich mit ihrem unteren Rande und den Seitenrändern meist vertikal an das drüsige Organ anlegt. Ventralwärts, in der Nähe der Mundöffnung jedoch, hängt sie mit den Endausläufern des drüsigen Organs nicht zusammen. Letzteres bildet also mit dem Zellkomplex einen oben offenstehenden Sack. Im Innern desselben treffen wir vereinzelte, schwach entwickelte, unverkalkte Bindegewebsstränge und eine große Anzahl feinerer Blutgefäße an. Die Wiedergabe eines Längs- und eines Querschnittes, Fig. 15 und Fig. 14, verdeutlicht das Verhalten der einzelnen Teile.

P. H. Carpenter schildert (5) S. 100 das labiale Blutgefäßgeflecht, labial plexus, welches mit dem oralen Blutring in Verbindung steht und sich aus einer Menge feiner und feinster Röhren zusammensetzt. Von einem Teile desselben treten Gefäße von oben her in den Sack ein und wenden sich nach allen Seiten zu den Innenwänden; einerseits münden sie an Stellen des drüsigen Organs, anderseits in den erwähnten Zellkomplex. Stellenweise sind sie in solcher Anzahl

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

vorhanden, daß fast der ganze Innenraum des Sackes ausgefüllt ist. Ob diese Blutgefäße mit den Schläuchen des drüsigen Organs in direkter Verbindung stehen, konnte ich nicht mit Gewißheit feststellen, halte es aber für sehr wahrscheinlich; daß sie aber in das spärlich vorhandene umgebende Bindegewebe eindringen und sich dort verzweigen, habe ich mit Sicherheit wahrgenommen. Dagegen bestreitet Hamann (13) S. 114, entschieden ein Eintreten der Blutflüssigkeit in die Lumina der Schläuche bei *Antedon*, um dann fortzufahren: »sie kann höchstens in der Bindesubstanz des Organs ihren Verlauf nehmen, doch habe ich sie auch hier nicht beobachten können«.

Mit Gewißheit gelang es mir ferner, mich davon zu überzeugen, daß die zu dem fraglichen Zellkomplex gehenden zahlreichen Blutgefäße in diesen eintreten. Betrachten wir den Bau desselben etwas genauer. Sein Außenepithel setzt das des drüsigen Organs unmittelbar fort und zeigt die gleichen Zellelemente; sie sind bald mehr kubisch, bald etwas abgeflacht und besitzen deutliche Kerne. Unter dem Epithel verlaufen stellenweise in verschiedenen Richtungen bindegewebige Gefäße. Weiter nach innen folgt ein solides Polster von ziemlich großen, dicht zusammenschließenden Zellen, wie Fig. 16 zeigt. Dieselben sind rundlich bis polygonal gegeneinander abgegrenzt. In der Mitte der Scheibe befinden sich größere, rings nach dem Rande zu kleinere Zellen. Sie färben sich etwas weniger intensiv, wie die Elemente des drüsigen Organs. Ihre Kerne sind von verhältnismäßig bedeutender Größe.

Die Größe des gesamten Zellkomplexes, der auf etwas dickeren Schnitten schon mit bloßem Auge leicht kenntlich ist, schwankt sehr erheblich; im allgemeinen findet man ihn bei weiblichen Tieren ein wenig stärker ausgebildet wie bei männlichen. Der am kräftigsten entwickelte hatte nach meinen Messungen eine durchschnittliche Dicke von 0,077 mm; seine Breite betrug 1,058, seine größte Länge 2,414 mm. Einer der kleineren Komplexe hatte dagegen nur 0,048 mm Dicke, 0,73 mm Breite und etwa 1,54 mm Länge. Ebenso verschieden der Größe nach verhielten sich die Elemente, welche das aus 8—14 Zellreihen bestehende Polster bildeten. Bei einem sehr gut konservierten weiblichen Exemplar ließ eine Eisenhämatoxylinfärbung genaue Messungen zu. Demnach bestimmte ich die Größe einzelner Zellen und ihrer Kerne auf:

Zelle	Kern
0,0076 mm	0,0037 mm
0,0078 »	0,0035 »

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

Zelle	Kern
0,0095 mm	0,005 mm
0,0103 »	0,0062 »
0,0109 »	0,0068 »
0,0112 »	0,0068 »
0,0132 »	0,007 »
0,0184 »	0,0088 »
0,0187 »	0,0091 »

Aus der Mitte der Außenfläche der Scheibe geht ein Gefäß von beträchtlichem Durchmesser hervor. Es verläuft in Richtung auf die Kelchdecke hin und hält sich meist zunächst in der Nähe des Schlundes, um sich später mit Genitalgefäßen in Verbindung zu setzen. Dasselbe ist aus einer ziemlich starken Bindegewebsschicht gebildet und zeigt ein deutliches Außenepithel. Auch im inneren Lumen finden sich mitunter sehr feine Bindegewebsstränge; ob diese bereits hier eine besondere Innenröhre bilden, wie das in den Genitalsträngen der Fall ist, oder nur von Wand zu Wand ziehen, ist mir sehr zweifelhaft geblieben. Helleres und dunkleres Gerinnsel trifft man in dem Gefäß sehr häufig an.

Der Zellkomplex setzt sich nach oben hin bis unterhalb des Integuments der Kelchdecke fort. Seine Dicke nimmt langsam ab. Neben der Mundöffnung angelangt macht er eine fast rechtwinklige Biegung und steht als sehr feiner Strang anscheinend mit dem zwischen dem ambulacralen Nervensystem und dem Wassergefäßsystem verlaufenden oralen Blutgefäßring in engerer Verbindung.

Diesen bei *Pentacrinus decorus* dem drüsigen Organ angelagerten Zellkomplex halte ich nun für den Bildungsherd der Urkeimzellen, eine Meinung, die ich in den folgenden Abschnitten ausführlicher zu begründen hoffe. Zugleich möchte ich zeigen, daß Blutgefäßsystem und Genitalgefäßsystem in engem Zusammenhang miteinander stehen. Ich wende mich zu diesem Zweck an erster Stelle der Anordnung und dem Bau der Generationsorgane in den Armen zu, da derselbe dort am deutlichsten erkennbar ist.

IV. Die Generationsorgane.

1. Bau und Verlauf der Genitalstränge in den Armen und Pinnulae.

Bei P. H. Carpenter (5) S. 110 finde ich folgende Bemerkung: ». . . . The ovaries of the *Pentacrinidae* are likewise long and fusiform,

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

some of them appearing to present somewhat anomalous characters. For in some sections, which were made for Sir Wyv. Thomson by Dr. Stirling, the ovary appears in the arm, occupying the usual position between the subtentacular and the coeliac canals, where the steril genital cord is normaly found. This is also the case in the lower parts of the arms of *Holopus rangi*, Pl. V, *c*, fig. 2, but I have not yet succeeded in discovering, which species of *Pentacrinus* or *Metacrinus* is distinguished by this peculiarity; for the sections above mentioned were not labelled with any name or reference number. I have cut sections of the arms of all the more common *Pentacrinus*, but in none of them have I found any such departure from the type of the ordinary *Antedon* as is presented by the ovaries of this unknown species.«

Lang, (16) S. 1090, nimmt wohl auf diesen Passus bezug, wenn er einer ausnahmsweisen Reifung von Gonaden im Arme einer unbekannten Art Erwähnung tut.

Pentacrinus decorus ist nach allen von mir untersuchten Exemplaren getrenntgeschlechtlich und zwar bargen die Arme in ihrem ganzen Verlauf nahezu reife männliche oder weibliche Geschlechtsprodukte, ja bereits in den meisten Kelchscheiben waren solche vorhanden. Ich kann daher eine Anormalität nicht annehmen, halte vielmehr den Zeitpunkt des Fanges der mir vorliegenden Tiere für besonders günstig gelegen. Gehen wir im folgenden näher auf die Einzelheiten ein.

In dem zwischen Dorsal- und Ventralkanal befindlichen Genitalkanal — ich wähle die Bezeichnungen, die Ludwig (18) einführte, — verläuft ein dünnwandiger Schlauch, der ein weites Lumen besitzt. Derselbe wird durch bald stärkere bald schwächere Bindegewebsstränge in der Mitte des Genitalkanals aufgehangen. In diesem Schlauch befindet sich ein engerer mit sehr feiner Wandung. In dem Stadium der Geschlechtsreife, in welchem die von mir untersuchten Tiere sich befanden, erfüllte der innere Schlauch fast das ganze Lumen des äußeren. Die Außenwand des inneren Schlauches liegt dann zum weitaus größten Teile der Innenwand des äußeren Schlauches an, so daß sie oft sehr schwer erkennbar ist. Nur nach oben zum Ventralkanal hin bleibt ein freier Raum zwischen den Wandungen, dessen Durchmesser bei vorgeschrittener Entwicklung der Keimzellen etwa ein Viertel des Ganzen beträgt. Die Fig. 17, 18 und 19 geben hiervon ein Bild.

Bereits Ludwig, dem wir die ersten genauen Beobachtungen

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

über den Bau der Generationsorgane von *Antedon* verdanken, hielt den äußeren Schlauch, welcher die eigentliche Genitalröhre umschließt, für zum Blutgefäßsystem gehörig und bezeichnete ihn als Genitalgefäß oder Genitalschlauch (18) S. 30 ff. Andrer Ansicht ist Hamann (13) S. 117 und 118, der ein Vorhandensein von Blutflüssigkeit im Genitalschlauch der Crinoiden in Abrede stellt und keinen Zusammenhang mit den Blutlakunen der Scheibe auffand. Ich muß entschieden Ludwig beipflichten. Fast regelmäßig fand ich bei *Pentacrinus* feine Körnchen, Gerinnsel, Reste von Blutserum in den Genitalgefäßen, wie das aus den Figuren ersichtlich ist. Ferner ist der Bau derselben dem der echten Blutgefäße gleich. Die dünne, aus bindegewebigen Längsfasern gebildete Wand ist von einem feinen Außenepithel überzogen, dessen Kerne ziemlich dicht aneinanderlagern und scharf hervortreten. Endlich stehen die Genitalgefäße des Kelches in enger Beziehung zu dem labialen Blutgefäßgeflecht, wie wir weiter unten sehen werden.

Ringmuskeln, wie sie Ludwig bei *Antedon* (18) S. 31 erwähnt, habe ich in der Wandung der Gefäße nicht gefunden. Auch ist bei *Pentacrinus decorus* die Genitalröhre nicht im Genitalgefäß durch feine, spindelförmige Fasern aufgehangen, wie Ludwig (18) Taf. XIII, Fig. 14 von *Antedon* darstellt, sondern sie liegt, wie oben gesagt, zum größten Teil der Innenwand des Gefäßes an.

Die Genitalröhre besteht aus einer sehr schwachen mit kleinen zerstreuten Kernen versehenen einfachen Bindegewebslamelle. In ihrem Innern befinden sich Samen- oder Eizellen, und zwar trifft man in einem Arme im allgemeinen zwei sehr verschiedene Stadien der Eizellen an, umfangreiche Zellen von etwa 0,135 mm und gering entwickelte von rund 0,028 mm Durchmesser. Es wäre denkbar, daß letztere zu Nahrungszwecken resorbiert werden, jedoch könnten diese kleineren Keimzellen auch eine später folgende Generation bilden, da ich direkte Verfallstadien an ihnen nicht konstatieren konnte. In weiter distal liegenden Teilen der Arme und in den Pinnulae finden sich meist nur Eier einer Größe vor. Weder in den Pinnulae, noch in Armen oder Kelch findet sich eine Follikelbildung, wie Perrier für *Antedon rosaceus* (21) Pl. 19, Fig. 156 und 157 angibt.

Vollkommen reife Eier, d. h. solche, deren Keimbläschen verschwunden war, und die bereits Richtungskörperchen ausgestoßen hatten, wie Hamann (13) S. 121 und Taf. XII, Fig. 4*a* von *Antedon eschrichti* beschreibt und zeichnet, waren bei meinen Exemplaren noch nicht vorhanden. Die weiter unten folgende Tabelle läßt aber

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

erkennen, wie das Keimbläschen im Verhältnis zu der ganzen Eizelle in den Brachialia höherer Ordnung an Größe abnimmt. Die in der Entwicklung vorgeschrittenen Eier zeigen fast stets im Keimfleck zwei bis fünfzehn stark lichtbrechende Körnchen, wie das Ludwig bereits von *Antedon* erwähnt (18) S. 35.

In den Pinnulae erleidet der Genitalstrang bei allen von mir zerlegten Tieren keine Veränderung; höchstens wird das Lumen des Genitalgefäßes noch mehr reduziert, da die Genitalröhre zuweilen etwas an Umfang zunimmt. Eine Ausbauchung oder Anschwellung der Pinnulae bestand weder innerlich noch äußerlich. Leider ist es mir auch bisher trotz zahlreicher, in jeder Richtung geführter Schnitte nicht gelungen, präformierte Öffnungen oder Anlagen zu solchen für den Austritt von Geschlechtsprodukten zu finden. So blieb mir die Art und Weise der Eiablage von *Pentacrinus* fraglich. In den Pinnulae durchzieht der Genitalstrang in der Regel nur die ersten zwei oder drei, seltener vier proximalen Glieder, und zwar besitzt er im ersten und zweiten Gliede im allgemeinen den größten Durchmesser. Dann verjüngt er sich stetig und läuft bei männlichen Tieren in eine Spitze aus, die durch Bindegewebe von den Wänden des Genitalkanals her gehalten wird. Bei weiblichen Exemplaren ist das Ende des Stranges mehr abgerundet und gleichfalls von Bindegewebe gehalten.

In den Armen scheint der Genitalstrang meist nur bis zum acht- oder zwölftletzten Brachiale zu reichen. Genaues hierüber ist schwer festzustellen, da die letzten Brachialia meist abgebrochen sind; der Strang findet seinen Abschluß wie in den Pinnulae.

Unterziehen wir nunmehr die Generationsorgane der männlichen Tiere einer näheren Betrachtung und werfen wir nochmals einen Blick auf die Fig. 18 und 19, welche einen Längs- und einen Querschnitt durch einen Teil eines Armes zeigen, der männliche Keimzellen enthält. Auch hier wird das Lumen des die Genitalröhre umhüllenden Genitalgefäßes nur ventralwärts freigelassen; fast drei Viertel des letzteren werden durch die Genitalröhre ausgefüllt. Der Durchmesser derselben schwankt in den Armen zwischen 0,065 und 0,112 mm. Die Größe der männlichen Keimzellen beträgt 0,002 bis 0,004 mm. Sie zeigen in jüngeren Stadien in der Mitte einen ziemlich großen Kern, der sich bedeutend dunkler färbt, wie das ihn umgebende Plasma. Die bereits weiter entwickelten Spermatozoen waren nur als runde dunkle Körner sichtbar, an denen ich fadenförmige Fortsätze nicht bemerken konnte.

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

Leistenförmige Vorsprünge der inneren Fläche der männlichen Genitalröhre, die bei *Pentacrinus decorus* gleich der weiblichen nur von einer dünnen Bindegewebslamelle ohne Innenepithel gebildet wird, sind nicht vorhanden. Ludwig (18) S. 36 schildert diese Vorsprünge in den Testikeln der Pinnulae von *Antedon eschrichti* und illustriert die Beschreibung durch die Fig. 48 und 49 auf Taf. XVII.

Wenig abweichend hiervon beschreibt Ed. Perrier (21) den Bau der männlichen Genitalröhren in den Pinnulae von *Antedon rosaceus*: ». . . . Le testicule lui même est formé d'un grand nombre de colonnes de cellules, colonnes cylindriques, ou légèrement renflées en massue, et donc la base est presque exactement circulaire. Ces colonnes résultent d'une invagination en doigt de gant de l'épithelium testiculaire . . . .«

Bei *Pentacrinus* ist, wie gesagt, der Bau der männlichen Generationsorgane sowohl in den Armen wie in den Pinnulae dem der weiblichen gleich. Die männlichen Keimzellen liegen dichtgedrängt regellos rings neben der einfach gebauten Wandung und lassen nur zuweilen in der Mitte der Genitalröhre ein kleineres oder größeres Lumen frei, wie aus Fig. 19 ersichtlich ist.

2. Der Genitalstrang beim Übergang der Arme in den Kelch.

Gehen wir nun zu den Teilen des Armes über, welche proximal, d. h. näher am Kelch gelegen sind, wie die eben geschilderten Partien, also etwa zu den ersten Brachialia. Im allgemeinen trifft man hier in der Genitalröhre kleine Strecken ohne Keimzellen an; die beiden Schläuche haben sich etwas verengt. Ein Ei in der Größe von rund 0,09 mm füllt fast das gesamte Lumen aus. Je mehr wir uns weiterhin der Scheibe zu bewegen, um so größer werden die Strecken, auf denen keine Keimzellen vorhanden sind; kommen solche vor, so besitzen sie immerhin noch eine Größe von 0,045 bis 0,055 mm und mehr. Die innere Weite des Genitalgefäßes beträgt hier durchschnittlich 0,06 mm.

Beim Übergang in die Kelchscheibe verengt sich wie bei *Antedon* der ganze Genitalkanal erheblich. Der in ihm befindliche Doppelschlauch kann sich seitlich nur wenig ausdehnen. Gezwungenermaßen nehmen die Genitalzellen eine länglich gestreckte Form an: 0,04 · 0,0495 mm, 0,036 · 0,048 mm, Keimbläschen 0,021 bzw. 0,02 mm. Seltsamerweise fand ich in den axillaren Gliedern fast nie Geschlechtsprodukte, vielmehr nur die leeren sich gabelnden Stränge.

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

Dagegen waren kurz vor und nach der Teilungsstelle häufig dichtgedrängt Keimzellen vorhanden.

Der besseren Übersicht wegen möge hier eine Tabelle folgen. Die Messungen sind an Teilen eines weiblichen Tieres angestellt und lassen sich verhältnismäßig auf die Mehrzahl der von mir untersuchten Tiere übertragen.

3. Verlauf und Bau der Genitalstränge im Kelch.

Zur Orientierung verweise ich auf die Wiedergabe eines günstig gelegenen Horizontalschnittes durch den Kelch, Fig. 22. Er zeigt den Verlauf der Generationsorgane in der oberen Kelchhälfte, zwischen dem Darm und dem ventralen Integument. Im Übergang zu einem Arme ist der Genitalstrang schief getroffen; seine Fortsetzung findet er im Kelch in einem weitverzweigten System gleichgebauter Röhren. Während bei *Antedon* die Genitalstränge nach der Beschreibung Hamanns (13) S. 119 ein unregelmäßiges Pentagon bilden, das im Kelch in einiger Entfernung das drüsige Organ umlagert, Perrier (21) S. 24 ff. und Fig. 162 dieselben aber als einzelne Stränge unmittelbar aus dem drüsigen Organ herleitet und zu den Armen ziehen läßt, fand Russo (24) im oberen Teile der Scheibe ein förmliches Netzwerk von Genitalsträngen, wie er Fig. 39, Taf. II, von einem erwachsenen *Antedon* darstellt. Mit letzterem übereinstimmend, fand ich bei *Pentacrinus* ebenfalls ein sehr stark verzweigtes Netzwerk, welches weite Maschen besaß. Dasselbe durchzieht Bindegewebslücken, welche die Fortsetzung des Genitalkanals im Kelche zu bilden scheinen, und wird stellenweise eng von Bindegewebe umsponnen und begleitet.

Die Stränge des Netzwerks setzen sich ebenfalls aus zwei ineinander geschobenen Röhren zusammen. Die Wandung der äußeren Röhre, d. h. des Genitalgefäßes, ist mit einem gleichen Epithel versehen, wie in den Armen. Unter diesem Epithel befindet sich wiederum eine Bindegewebslage von wechselnder Feinheit, in der man auf vereinzelte Kerne trifft. Ein eigentliches Endothel ist nicht vorhanden. Die Wandung der Genitalröhre selbst ist nur an sehr günstigen Stellen wahrzunehmen; sie besteht aus einer dünnen bindegewebigen Lamelle mit spärlichen Kernen. Perrier (21) stellt einen Querschnitt durch die Genitalröhre im Kelch von *Antedon* in seiner Fig. 144, Pl. XVII, dar. Die dort mit α bezeichnete Membran ist auch bei *Pentacrinus* vorhanden; es fehlt aber hier ein Innenepithel, welchem Perrier den

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

Größe in mm:

Teil des Armes	Keimzellen	Keimbläschen	Keimfleck	Genitalröhre	Genitalgefäß
Übergang in den Kelch	0,0419 0,045 0,0294 0,031 0,0286	0,021 0,025 0,0128 0,0136 0,0147	etwa 0,004	Häufig Abschnitte ohne Eier	Durchmesser bis 0,06 wo Keimzellen vorh.; 0,024 wo keine vorhanden.
Brachialia I und II	0,081 0,0748 0,0683 0,0954	0,0354 0,0283 0,027 0,0413	0,0074 0,008 0,0071 0,0085	Kleine Strecken ohne Eier; ein Ei füllt das Lumen	
Brachialia IV bis VII	0,0968 0,1025 0,104 0,0973	0,0397 0,0412 0,064 0,0341	0,008 0,0092 0,00893 0,0084	Zwei Eier nebeneinander füllen das Lumen	Kaum kenntlich; bildet rings einen Kanal von 0,003 Weite.
Brachialia VIII bis X	0,0958 0,099 0,102 0,113 0,1096 0,1074	0,0326 0,031 0,0331 0,0382 0,042 0,0416	0,0086 0,009 0,0092 0,009 0·0094 0,00938	Zwei bis drei große Eier mit einigen sehr kleinen das Lumen füllend	Freier Teil ventralwärts gelegen; sein Durchmesser bis 0,035.
Brachialia höherer Ordnung	0,118 0,125 0,1184 0,108 0,107 0,136 0,124 0,1168	0,0291 0,034 0,0286 0,0241 0,032 0,0276 0,0315 0.0334	0,011 0,0103 0,01 0,009 0,009 0,0134 0,0087 0,0107	Zwischendurch einzelne sehr kleine Keimzellen vorhanden	Durchmesser bis 0,028.

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

Namen »epithelium genital« beilegt, und aus dem er die Keimzellen hervorgehen läßt.

Der Durchmesser der das Netzwerk bildenden Doppelröhren schwankt erheblich; dieselben sind teils nur schwach, teils sehr stark entwickelt. Unter andern fand ich als Durchmesser für:

Genitalgefäß	Genitalröhre
0,0571 mm	0,042 mm
0,0738 »	0,0573 »
0,025 »	? »
0,0416 »	0,023 »
0,0176 »	? »
0,0981 »	? »
0,101 »	0,096 »
0,127 »	0,0983 »

Man ersieht daraus, daß die Genitalstränge nach dem Übergang in die Kelchscheibe wieder im allgemeinen ganz bedeutend an Stärke zunehmen. Von *Antedon* hingegen berichtet Hamann (13) S. 119, daß der Genitalschlauch im Kelch einen bedeutend geringeren Durchmesser als in den Armen besitze; er bestimmt die Dicke desselben auf 0,02 mm, die der eigentlichen Genitalröhre auf 0,01 mm.

Als Inhalt des Genitalgefäßes fand ich helles, äußerst feines Gerinnsel, das zuweilen eine schwache Färbung annahm, sowie gelbliche, meist grobkörnige Massen, an denen eine zellige Struktur nicht erkennbar war. Mitunter fanden sich wohlerhaltene Lymphkörperchen, auf die ich gleich zurückkommen werde. Die gelben Elemente trifft man auch in den intervisceralen Blutgefäßen an. Cuénot (10) S. 425 hält sie: »pour des amibocytes migrants, ... chargés d'apporter des produits de réserve dans les divers organs«. Auch ich möchte die gelben Massen als Reservestoffe ansprechen, kann aber nicht wohl eigentliche Wanderzellen in ihnen erkennen.

Bei Cuénot, Études sur le sang et les glandes lymphatiques (11) werden die Lymphkörperchen der Echinodermen einer eingehenden Betrachtung unterzogen, S. 613—641. Von Crinoiden hat Cuénot anscheinend nur *Antedon* untersucht und berichtet hierüber: »Les plus nombreux (pl. XVIII, fig. 19) sont des amibocytes assez petits, 11 μ, ... émettant de courts pseudopods; ils sont donc assez différents de ceux des Oursins et des Astéries si bien caracterisés par le devéloppement de leurs pseudopods.« Bei *Pentacrinus* senden die 0,022—0,03 mm großen Lymphkörperchen dagegen im allgemeinen

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

sehr lange Pseudopodien aus, wie Fig. 21 zeigt. Die Körper selbst enthalten eine kleinere oder größere Anzahl unregelmäßiger Körnchen und ein blasiges Gebilde. Mit den eben erwähnten gelben Elementen haben sie keine Ähnlichkeit. In der Länge der Pseudopodien finde ich zwischen *Pentacrinus* einerseits und den *Echinoidea* und *Asteroidea* anderseits nicht den geringsten Unterschied. Bei *Pentacrinus* scheinen sich die Pseudopodien stetig zu verjüngen und laufen in eine Spitze aus, während sie bei den eben erwähnten Klassen ihre Breite beibehalten, eine Differenz, die aber auch durch die Konservation hervorgerufen sein kann, da mir nur in Alkohol konserviertes Material zur Verfügung stand. Verbindungsbrücken zwischen zwei oder drei benachbarten Pseudopodien fand ich bei *Pentacrinus* nicht vor, während solche nach Cuénot Pl. XVIII, Fig. 7 und 8, bei *Echinoidea* und *Asteroidea* häufig sind.

Die eigentliche Genitalröhre endlich birgt auch im Kelch Genitalzellen der verschiedensten Größe. Fig. 20 gibt das Bild eines sehr stark vergrößerten Längsschnittes durch einen Teil eines weiblichen Genitalstranges. In Fig. 22 erkennt man der geringen Vergrößerung wegen nur die bereits weiter vorgeschrittenen Ureier als dunkle Körper, mit deutlich sich abhebendem hellerem Keimbläschen.

Auffallend sind die beträchtlichen Größenunterschiede der im Kelch befindlichen Eizellen. Oft findet sich nahe beieinander jedes Wachstumstadium vertreten. Neben kleinen Zellen von 0,015 bis 0,017 mm Durchmesser, welche in Form und Aussehen genau mit den von Hamann (13) Taf. XII, Fig. 15 wiedergegebenen Plasmawanderzellen von *Antedon eschrichti* übereinstimmen, trifft man Eizellen, welche sich bereits sehr weit entwickelt haben und deren Durchmesser bis 0,11 mm beträgt. Eine solche Zelle füllt in der Breite ein Gefäß fast bis zum Platzen aus. In engen Gefäßen nehmen demgemäß die größeren Eizellen eine sehr langgestreckte Gestalt an. Folgende Messungsreihe möge die Verhältnisse genauer illustrieren:

Größe der:	Keimzellen	Keimbläschen	Keimflecke	
	0,016	0,009	?	mm
	0,024	0,01	?	»
	0,0216	0,098	?	»
	0,0283	0,0113	0,001	»
	0,0641	0,0246	0,0062	»
	0,1018	0,0283	0,0108	»
	0,102	0,031	0,0109	»

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

Größe der:	Keimzellen	Keimbläschen	Keimflecke
	0,113	0,0462	0,0098 mm
	0,098 · 0,0284	0,027	0,0079 »
	0,0475 · 0,19	0,045 · 0,019	0,00953 »
	0,04 · 0,11	0,031	0,00824 »

Verfolgen wir die Züge des Netzwerks der Genitalstränge zentralwärts, so gelangen wir schließlich in die Nähe der Mundöffnung. Dort setzen sich die Genitalgefäße mit dem Geflecht der labialen Blutgefäße in Verbindung. Einzelne Ausläufer des letzteren treten an die Genitalgefäße heran und anastomosieren mit denselben, wie ich mit großer Sicherheit aussprechen kann. Weiterhin umziehen die Genitalgefäße den Schlund in unmittelbarer Nähe und treffen dort mit Teilen des bindegewebigen Gefäßes zusammen, welches, wie oben S. 19 erwähnt, aus der Mitte des dem drüsigen Organ angelagerten Zellkomplexes in der Richtung auf den Schlund hinführt. Gleich neben dem labialen Blutgefäßgeflecht finden sich in der Genitalröhre mitunter schon weit entwickelte Eizellen von 0,043 bis 0,062 mm Größe, an denen Keimbläschen und Keimfleck leicht kenntlich sind. Der günstige Umstand, daß die Genitalgefäße ziemlich umfangreich sind und bereits große Eizellen enthalten, erleichtert die Feststellung ihres Verlaufs bei *Pentacrinus* bedeutend.

Nach dem Gesagten möchte ich nun wiederholen, daß ich die Zellen des fraglichen Komplexes für Plasmawanderzellen halte, welche sich loslösen, durch das um den Schlund ziehende Rohr zum labialen Blutgefäßgeflecht hinwandern, um sich endlich in den Strängen der Scheibe und der Arme und Pinnulae zu heranwachsenden Ei- bzw. Samenzellen zu entwickeln. Weiterhin scheint mir für diese Ansicht vornehmlich folgendes zu sprechen.

In den Genitalröhren von *Antedon* fand Ludwig (18) S. 31 und Taf. XV, Fig. 15, in den Armen einen inneren Wandbelag von nur 0,0075—0,0085 mm großen Zellen, aus denen sich erst später in den Pinnulae die Eier entwickelten. Ausführlicher, aber im wesentlichen mit Ludwig übereinstimmend, beschrieb Hamann (13) S. 118, die in den Genitalröhren von *Antedon* vorgefundenen Zellen. A. Lang (16) S. 1089 und 1090, Fig. 776, spricht von einer Wandverdickung, einer Leiste, von der aus sich stets neue Keimzellen bilden. Perrier (21) S. 51 endlich nennt den Innenbelag der Genitalröhren: l'epithelium producteur des œufs, bzw. l'epithelium testiculaire.

Dagegen haben wir bei der Besprechung der Genitalröhren von

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

Pentacrinus decorus gesehen, daß dort weder ein innerer Zellbelag, ein Epithel, noch eine Leiste vorhanden ist, aus welchen sich Keimzellen bilden könnten. Vielmehr fanden wir die aus einer dünnen Lamelle gebildete Genitalröhre des Armes von weit entwickelten Ei- oder Samenzellen erfüllt.

Hamann sprach (14) S. 83 zuerst aus: Er betrachte die Zellen in der Genitalröhre nicht als festsitzende Epithelzellen, sondern als Wanderzellen, welche in die Pinnulae einwandern, um dort zu reifen. Weiterhin sagt er: »Die Geschlechtsprodukte entstehen an besonderen Stellen der Genitalröhren aus Urkeimzellen«, ohne aber solche Stellen des Näheren zu bezeichnen. — Daß die Keimzellen in der Tat Wanderzellen sind, dafür scheint mir *Pentacrinus decorus* ein gutes Beispiel zu liefern. Schon aus der veränderlichen Form der jüngeren Keimzellen kann man auf eine amöboide Fortbewegung schließen; bereits ziemlich weit in der Entwicklung vorgeschrittene Keimzellen zeigen in hohem Grade die Fähigkeit, sich sehr engen Röhren anzupassen, wie wir weiter oben gesehen haben.

Da wir nun bereits im Kelch von *Pentacrinus* eine große Anzahl weit entwickelter Eizellen fanden, und ein Epithel, aus dem sich Keimzellen bilden und loslösen könnten, nicht vorhanden ist, haben wir meiner Meinung nach die Ursprungsstelle der Urkeimzellen im Kelch zu suchen und kommen naturgemäß auf den dem drüsigen Organ angelagerten Komplex zurück, dessen Zellen die größte Ähnlichkeit mit Plasmawanderzellen, bzw. Urkeimzellen besitzen (vgl. Fig. 16 u. 20).

Es erübrigt noch der Versuch, Klarheit über das Verhältnis zwischen dem drüsigen Organ und dem ihm angelagerten Zellkomplex zu erhalten. Früher sprach man das drüsige Organ allgemein als Mittelpunkt des Gefäßsystems an (Ludwig, Greef u. a. m.), neuerdings wird es als Genitalstolo bezeichnet (Perrier, Hamann).

Hamann (13) S. 119 verfolgte beim erwachsenen *Antedon* die Genitalstränge von den Armen her in die Scheibe bis zur unmittelbaren Nähe des drüsigen Organs, ohne aber einen Zusammenhang mit diesem finden zu können.

Perrier (21) kam auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Forschungen zuerst zu der Ansicht, das drüsige Organ selbst sei der einzige Ausgangspunkt der Generationsorgane. Von ihm aus läßt er die Genitalstränge ihren Ursprung nehmen und zu den Armen hinziehen. Er legt ihm daher den Namen »stolon génital« bei und erklärt es als homolog der »glande ovoide« der Asteriden und Echiniden (S. 211).

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

Zu einem hiervon abweichenden Ergebnis kommt A. Russo, der sehr genaue, ebenfalls der Hauptsache nach entwicklungsgeschichtliche Studien an *Antedon* gemacht hat. Er beobachtete das Auftreten von Genitalzellen an verschiedenen Körperteilen der jungen Larve, und berichtet darüber (24) S. 11 ff.: »Sul principio alcune cellule celomiche, che formano una delle due pareti del mesentere, ... s'ingrandiscono molto, aumentando anche di numero come si vede in *g* delle fig. 15, 23, 36, 42. In tal modo si forma un cumulo di cellule caratteristiche per le dimensioni molto grandi, e per il loro nucleo grosso e rotondo, che formano il primo accenno della gonade.« Dieser von Russo Gonade genannte Komplex liegt nach seiner Schilderung in der Nähe des Oesophagus, etwa in der Mitte des Interradius *CD*.

Fast gleichzeitig mit dieser Bildung sah Russo in der Nähe des gekammerten Organs den oben genannten ähnliche Zellelemente entstehen, welche sich lebhaft vermehren und später das drüsige Organ, »l'organo assile«, bilden.

Schließlich fährt er dann weiter unten fort: »In corrispondenza dell' esofago, ben presto nella larva alquanto avanzato nello sviluppo, dopo che l'organo assile si è constituito, si differenzia dalle cellule peritoneali un nuovo gruppo di elementi sessuali. Il processo, con cui questi si formano è chiaramente visibile nella fig. 25, dove alcune cellule celomiche sono molto ingrossate e sporgenti nella cavità generale, in modo da formare una gemma. Esse, proliferando si mettono in rapporto con l'organo assile mentre in seguito formano attorno l'esofago una serie di cordoni genitali cavi, aventi diverse dimensioni .... Dai cordoni periesofagei emanano però molti cordoni cellulari pieni, i quali si anastomizzano fra di loro formando un intreccio, come si vede nella fig. 40, ricavata da una sezione orizzontale di grosso *Antedon*.«

Die von Russo zuerst erwähnte Zellgruppe im Interradius *CD* reduzierte sich später und verschwand. Die zuletzt genannte Gruppe dagegen blieb bestehen und trat an das drüsige Organ heran. Aus ihr wird der eigentliche Bildungsherd der Urkeimzellen.

Meine an *Pentacrinus* gemachten Beobachtungen stehen mit denen Russos in vollem Einklang. Es ist unschwer zu erkennen, daß der Komplex der Urkeimzellen nicht aus dem drüsigen Organ hervorgegangen ist; es gelang mir nicht einmal mit Gewißheit nachzuweisen, daß die Schläuche des letzteren sich zu dem Komplex hin öffnen, obwohl ich dies für wahrscheinlich halte; aus meinen Schnitten

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

ließ sich bisher nur eine Randanlagerung und Verbindung unter einem Epithel erkennen. Die Zellelemente beider Organe sind sehr voneinander verschieden und deutlich gegeneinander abgegrenzt.

Denkt man sich den von mir bei *Pentacrinus* gefundenen Zellkomplex sehr verkleinert, so würde er eine Gemme bilden, wie Russo sie von der jungen *Antedon*-Larve beschreibt und in seiner Fig. 25 darstellt. Auch die bei meinen erwachsenen Tieren noch vorhandene Verbindung mit dem Cölomepithel des Schlundes stimmt mit den von Russo gemachten Beobachtungen überein.

Zuerst möchte es scheinen, daß die Form der Komplexe einen Unterschied bedinge, indem bei *Antedon* ein dicker Strang vorhanden ist, welcher sich dem drüsigen Organ eng anschmiegt, während es bei *Pentacrinus* zur Ausbildung einer Scheibe kommt. Bei näherer Untersuchung jedoch ergibt sich aus dem Verhalten der Komplexe der Urkeimzellen bei *Pentacrinus decorus*, bei dem pentacrinoiden Larvenstadium von *Antedon* und bei dem erwachsenen *Antedon* eine interessante, phylogenetische Beziehung. *Pentacrinus* behält zeitlebens die Gemmenform des Komplexes bei, welche bei *Antedon* nur im pentacrinoiden Stadium vorübergehend vorhanden ist, während der erwachsene *Antedon* bereits eine höhere Modifikation dieser Form aufweist, einen weiteren Fortschritt phylogenetischer Entwicklung darstellt.

Die Homologie der »glande ovoide« mit dem drüsigen Organ allein halte ich nicht für vollständig; vielmehr kommt erst durch die Vereinigung des drüsigen Organs mit dem eigentlichen Bildungsherd der Urkeimzellen ein Komplex zustande, der mir in seiner Gesamtheit der »glande ovoide« der Asteriden und Echiniden gleichwertig scheint.

Zusammenfassung.

1. Antiambulacrales Nervensystem.

Außer dem bereits früher bekannten Ring in den Radialia, fanden wir schon in den Basalia Connective, welche die vom Zentralorgan ausgehenden Stränge paarweise verbanden. Die Paare verlaufen bis zu dem in den Radialia befindlichen Ring getrennt parallel und vereinigen sich erst dort wieder. Das Chiasma ist einfacher wie bei *Antedon* gebaut. In jedem axillaren Gliede ist ein Chiasma vorhanden.

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

2. Gekammertes Organ.

Das gekammerte Organ hat keine Fortsetzungen nach oben; seine fünf Kammern enden blind geschlossen. Nach unten sendet es Ausläufer in den Stiel, von denen in den Nodien die Cirrengefäße ausgehen. Gebildet wird es von einer dünnen Bindegewebslage, die mit einem deutlichen Endothel versehen ist. Seine sämtlichen Teile enthalten als charakteristisches Merkmal dunkle Körner, deren Natur uns zweifelhaft blieb. Im oberen Teil des gekammerten Organs verlaufen im Innern von Wand zu Wand ziehend schwache bindegewebige Stränge, die frei von Kalkbildungen sind.

3. Drüsiges Organ.

Vom drüsigen Organ aus geht in den Stiel der Achsenstrang, der aus einer einfachen Röhre mit sehr engem Lumen besteht. Die ihn bildenden Zellen besitzen Ähnlichkeit mit denen des drüsigen Organs.

Im Kelch wird das drüsige Organ von einer sehr großen Anzahl von Schläuchen gebildet, zwischen denen schwache Bindegewebsfasern vorkommen. Ob alle Schläuche untereinander in Verbindung stehen, ließ sich nicht feststellen. Die Gesamtheit der Schläuche läßt annähernd in ihrer Mitte ein kleines Lumen frei, gegen das sie durch Cölomepithel abgegrenzt ist. Im unteren Teil des drüsigen Organs wird das Lumen von einzelnen Bindegewebssträngen durchzogen. Ich spreche es als abgekapselten Teil der Leibeshöhle an. Dem oberen Teil des drüsigen Organs ist ein umfangreiches Zellpolster angelagert. Dasselbe bildet mit dem drüsigen Organ einen oben offenen Sack. In diesen treten vom labialen Blutgefäßgeflecht her zahlreiche Gefäße ein.

Ein direkter Zusammenhang der Schläuche des drüsigen Organs mit Blutgefäßen war nicht nachweisbar, wohl aber das Eintreten der letzteren unter das Epithel, welches das drüsige Organ umhüllt.

4. Die Geschlechtsorgane.

Den Ausgangspunkt der Urkeimzellen bildet der dem drüsigen Organ angelagerte Komplex. Von diesem aus geht ein Strang, welcher den Schlund in unmittelbarer Nähe umzieht, zum labialen Gefäßgeflecht hin. Durch Verzweigung kommt unterhalb des Integuments der Kelchdecke ein umfangreiches Netzwerk von Genitalsträngen zustande. Von dem Netzwerk aus ziehen Ausläufer durch

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

die Arme zu den Pinnulae. Die Stränge und Ausläufer bilden Doppelröhren. Die äußere Röhre, das Genitalgefäß, ist ein Blutgefäß; die innere Röhre besteht nur aus einer feinen bindegewebigen Lamelle und enthält Geschlechtsprodukte. Die Genitalröhre hat kein Innenepithel.

Das Zellpolster, von welchem die Plasmawanderzellen ausgehen, um sich bald zu Ei- oder Samenzellen zu entwickeln, wird von Blutgefäßen umzogen und durchlaufen. Es ist meiner Meinung nach nicht wohl möglich, Blutgefäßsystem und Generationsorgane scharf zu sondern. Beide sind aufs engste miteinander verbunden. Ob sich vielleicht die Generationsorgane überhaupt als Blutgefäße betrachten lassen, worauf Ludwig (18) S. 89 hinweist, darüber konnte ich mir kein volles Urteil bilden, da mir nur ausgewachsene Tiere zur Verfügung standen.

Bonn, im Dezember 1904.

Literatur.

1. Alexander Agassiz, Calamocrinus Diomedae. Mem. Mus. of Comp. Zool. Harvard College Cambridge. U. S. A. Vol. XXVII. n. 2. 1892.
2. F. A. Bather, The Echinoderma. Aus: A Treatise on Zoology; ed. Ray Lankester. London 1900.
3. H. Bosshardt, Zur Kenntnis der Verbindungsweise der Skelettstücke der Arme und Ranken von Antedon ros. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1900.
4. P. H. Carpenter, Reports on the results of dredging under the supervision of Al. Agassiz etc. XIII. The stalked Crinoids of the Caribbean Sea. Bull. Mus. of Comp. Zool. Harvard Coll. 1882.
5. —— Report on the results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger, Vol. XI. The stalked Crinoids. 1884.
6. —— Ibid. Vol. XXVI. The Comatulae. 1888.
7. —— On certain points in the anatomical nomenclature of Echinoderms. Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. VI. 1890.
8. W. B. Carpenter, On the structure, physiology and development of Antedon rosaceus. Proc. Roy. Soc. London. No. 166. 1876.
9. —— On the nervous system of Crinoids. Proc. Roy. Soc. London. Vol. XXXVII. 1884.
10. L. Cuénot, Études morphologiques sur les Echinodermes. Arch. Zool. expérim. 1891.
11. —— Études sur le sang et les glandes lymphatiques. Ibid. T. IX. 1891.
12. R. Greeff, Über das Herz der Crinoiden. Marburger Sitz.-Ber. 3., 4. und 5. Mitt. 1876.
13. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 4. Ophiuren u. Crinoiden. Jena 1889.

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

14. O. Hamann, Die wandernden Urkeimzellen. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 1888.
15. C. Jickeli, Vorläufige Mitteilung über den Bau der Echinodermen. Zool. Anz. VII. 1884.
16. Arnold Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1894.
17. Leunis-Ludwig, Synopsis der Tierkunde. 3. Aufl. Bd. II. 1886.
18. Hubert Ludwig, Beiträge zur Anatomie der Crinoiden. Diese Zeitschr. Bd. XXVIII. 1877.
19. Chr. Lütken, Om Vestindiens Pentacriner. Nat. Foren. Vidensk. Meddelelser 1864.
20. A. M. Marshall, On the nervous system of Antedon rosaceus. Quart. Journ. of micr. Sc. 1884.
21. E. Perrier, Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée. Nouv. Arch. d. Mus. 1886—1890. 1., 2. und 3. Abteilung.
22. Achille Russo, Sulla omologia dell' organo assile dei Crinoidi etc. Zool. Anz. 1899.
23. —— Sull' agruppamento dei primi elementi sessuali nelle Larve di Antedon. Rendiconti della R. Ac. d. L. Rom 1900.
24. —— Studii su gli Echinodermi. Catania 1902.
25. Vogt u. Yung, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. I. Bd. Braunschweig 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Die folgenden Buchstaben gelten für alle Figuren:

a, Achsenstrang;
bg, Bindegewebe;
cep, Cölomepithel;
co, Centralorgan;
d, Darm;
dep, Darmepithel;
dn, dorsaler Nervenstrang;
do, drüsiges Organ;
G, Bildungsstätte der Urkeimzellen;
go, gekammertes Organ;
gx, Ganglienzelle;
kgr, Kalkgrundsubstanz;
mo, Mundöffnung;
nr, Nervenring in den Radialia;
oe, Oesophagus;
sy, Syzygie.

Tafel III.

Fig. 1. Längsschnitt durch den Kelch von *Pentacrinus decorus*. Kopie nach P. H. Carpenter (5) Pl. LXII, $^1/_2$mal verkleinert und etwas umgeändert.

Erklärung der Farben: Nervensysteme gelb; Blutgefäße roth; Wassergefäßsystem grün; drüsiges Organ schwarz; Generationsorgane grauschwarz. *B*, Basale; *R*, Radiale; C_1, Costale; D_1, Distichale *I*; *ap*, ambulacrale Platten; *kp*, Kelchporen; *sap*, subambulacrale Platten; *abc*, ambulacrales Nervensystem; *st*, Steinkanal; *lbg*, labiales Blutgefäßgeflecht; *ib*, interviscerales Blutgefäß; *wg*, Wassergefäß; *r*, Rectum; *gs*, Genitalstrang.

Fig. 2. Tangentialer Längsschnitt durch die untersten Armglieder, um die Chiasmata, *ch I*, *II* und *III* zur Anschauung zu bringen. *R*, Radiale; *C*, Costale; *D*, Distichale; *P*, Palmare; *B*, Brachiale; *dst*, Dorsalstrang.

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

Fig. 3. Querschnitt durch ein Nodium des Stieles, so daß die von den Fortsetzungen des gekammerten Organs *fg* ausgehenden Cirrengefäße *eg* getroffen sind. *ep*, Epithel des gekammerten Organs; *n*, Nervenschicht; n_1, deren peripherische zu den Cirrengefäßen hinziehende Fasern; *k*, dunkle Körner. Zeiss, Obj. E, Oc. 2.

Fig. 4. Querschnitt durch ein Cirrengefäß mit der umgebenden Nervenschicht *n* im Stiel. *eg*, Lumen des Gefäßes; *sc*, Septum. Zeiss, Obj. C, Oc. 2.

Fig. 5. Querschnitt durch ein Cirrengefäß, nachdem dasselbe in den Cirrus eintrat. Die Nervenschicht *n* hat sich auf die beiden Seiten gezogen. Zeiss, Obj. C, Oc. 2.

Fig. 6. Zwei Ausläufer, *aus*, des dorsalen Armnervenstranges *dn*, deren feinste Enden, *en*, in der Kalkgrundsubstanz verlaufen. *k*, begleitende Kerne. Zeiss, Obj. C, Oc. 2.

Fig. 8. Teil eines Querschnittes durch ein Nodium des Stieles in Höhe der in die Cirrengefäße ziehenden Septen *sc*. *n*, Nervenschicht und deren peripherische Fasern; *ep*, Epithel des Cirrengefäßes. Zeiss, Obj. C, Oc. 2.

Fig. 9. Teil eines Längsschnittes durch ein Nodium. *sc*, Septum; *eg*, Beginn eines Cirrengefäßes; *n*, Nervenfaserschicht; *go*, Fortsetzung des gekammerten Organs. Zeiss, Obj. C, Oc. 3.

Fig. 10 u. 11. Längs- und Querschnitt durch den Achsenstrang. *z*, Zelle; *ke*, Kern. Fig. 10: Zeiss, homog. Immers. 1/18. Fig. 11: Zeiss, Obj. F, Oc. 4.

Tafel IV.

Fig. 7*a*—*h*. Querschnitte zur Erläuterung des Verhältnisses des gekammerten Organs zum drüsigen Organ, bzw. Achsenstrang. Zeiss, Obj. C, Oc. 1.

Fig. 7*a*: Querschnitt im Stiel. *n*, Nervenfaserschicht. Fig. 7*b* u. *c*: In Höhe des Zentralorgans *co*. *k*, dunkle Körner. Fig. 7*d*: In Höhe der Connective *cb* in den Basalia. *bg*, Bindegewebe der Leibeshöhle. Fig. 7*e* u. *f*: In Höhe der Radialia. *ubg*, unverkalktes Bindegewebe; *k*, dunkle Körner. Fig. 7*g*: Oberster Teil des gekammerten Organs; *ble*, blindes Ende einer Kammer. Fig. 7*h*: Veranschaulicht Lage und Gestalt des drüsigen Organs *do* kurz nach dem Endigen des gekammerten Organs.

Fig. 12*a* u. *b*. Wandung des gekammerten Organs. Fig. 12*a* von der Seite, Fig. 12*b* von der Fläche aus gesehen. *epz*, Endothelzelle; *bg*, Bindegewebslamelle. Zeiss, Obj. E, Oc. 2.

Fig. 13. Stück eines Querschnittes durch die breiteste Stelle des drüsigen Organs. *ger*, Gerinnsel; *schl*, Schlauch; *bg*, Bindegewebsfasern; *L*, inneres Lumen; *ep*, dessen Epithel, welches dem Cölomepithel *cep* gleich ist. Zeiss, Obj. D, Oc. 2.

Fig. 14. Querschnitt durch den von drüsigem Organ und Bildungsherd der Urkeimzellen gebildeten Sack. *R*, zum Schlund hin führende Röhre; *bl*, Blutgefäße; *ep*, beide Organe unter sich vereinigendes Cölomepithel. Zeiss, Obj. C, Oc. 1.

Fig. 15. Längsschnitt durch den Sack. *wg*, Wassergefäß; *st*, Steinkanal; *T*, Tentakel; sonst wie in Fig. 14. Zeiss, Obj. B, Oc. 2.

Fig. 18. Längsschnitt durch den Genitalkanal *gc* eines männlichen Tieres. Die Genitalröhre *gr* ist mit Samenzellen erfüllt. *bgl*, Wand der Genitalröhre; *ep*, Epithel des Genitalgefäßes *gf*; *ger*, Gerinnsel. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

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

Tafel V.

Fig. 16. Teil des dem drüsigen Organ angelagerten Komplexes. *bl*, Blutgefäße; *plw*, Plasmawanderzellen; *cep*, Cölomepithel; *I*, Innenraum des Sackes; *A*, Leibeshöhle. Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 17. Teil eines Längsschnittes durch den Arm eines erwachsenen weiblichen Tieres. *ge*, Genitalkanal; *ger*, Gerinnsel; *ep*, Epithel des Genitalgefäßes; *ez*, Eizelle; *kb*, Keimbläschen; *kf*, Keimfleck. Zeiss, Obj. AA, Oc. 2.

Fig. 19. Teil eines Querschnittes durch den Arm eines männlichen Tieres. *ge*, Genitalkanal; *ger*, Gerinnsel; *sz*, Samenzelle; *de*, Dorsalkanal; *gef*, Genitalgefäß. Zeiss, Obj. F, Oc. 1.

Fig. 20. Genitalgefäß *gf* im Kelch längs durchschnitten. *gr*, Genitalröhre; *ep*, Epithel des Genitalgefäßes; *ger*, Gerinnsel; *krm*, gelbe körnige Massen; *plw*, Plasmawanderzellen; *ez*, bereits weit entwickelte Eizelle. Zeiss, homog. Immersion 1/18.

Fig. 21*a*. Lymphkörper *L* in einem Blutgefäß *bl*. *ger*, Gerinnsel. Zeiss, Obj. D, Oc. 1.

Fig. 21*b*. Lymphkörper, stärker vergrößert. *blg*, blasiges Gebilde; *ps*, Pseudopodien. Zeiss, Obj. F, Oc. 1.

Fig. 22. Teil des Netzwerkes der Genitalstränge im Kelch. Horizontalschnitt, zwischen Darm und Integument der Kelchdecke gelegen. *A*, Arm; *gk*, Genitalkanal; *gs*, Genitalstrang im Übergang zum Arme; *Ez*, weit entwickelte Eizellen; *gf*, Genitalstränge im Kelch; *kp*, Kelchporen. Zeiss, Obj. C, Oc. 1.

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

Fig. 1.

wg
sap
bl
abc
st.
mo
wgr
kp.
an
ap
r
lbg
kp.
oe
dn
dep
gs
bg.
dep
G
sy.
D3
d.
d.
D1
do
ib.
C1
R.
nr
go
co
B
a

Fig. 5.

cg
n

Fig. 9.

gz
cg
sc
n
go

Fig. 10.

ke

Fig. 11.

ke
z

Verlag von Wil

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

Fig. 3.

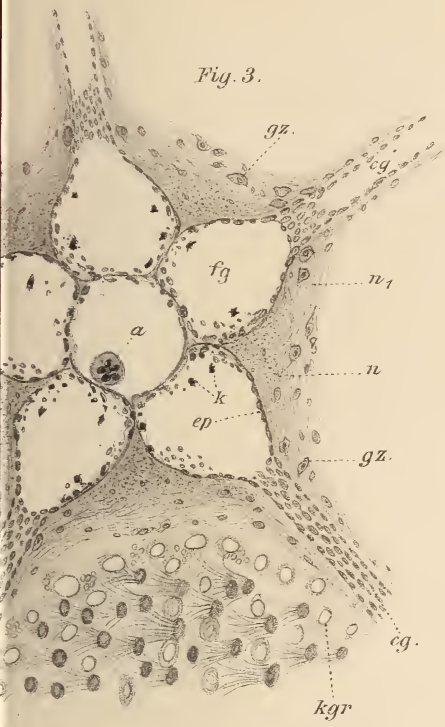


Fig. 6.

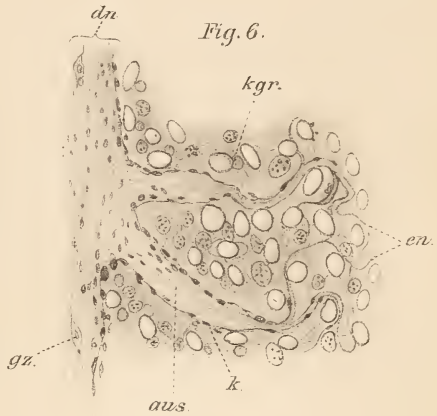


Fig. 2.

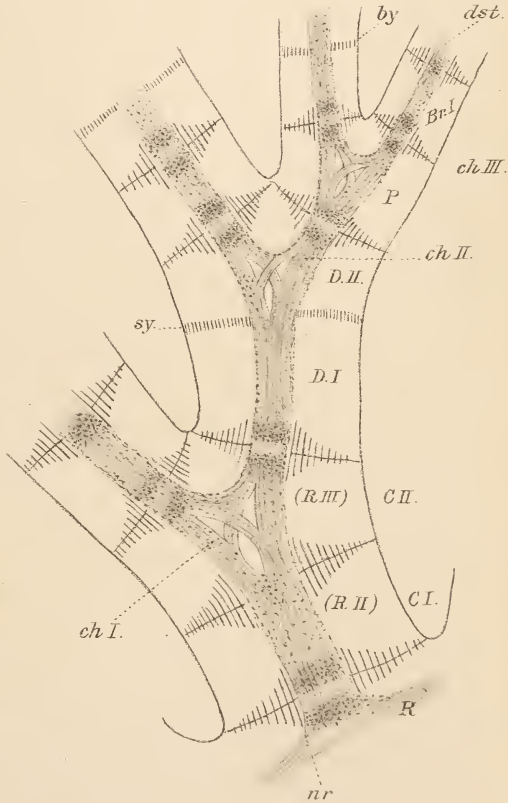
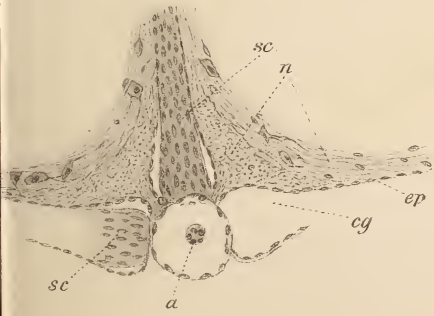


Fig. 4.

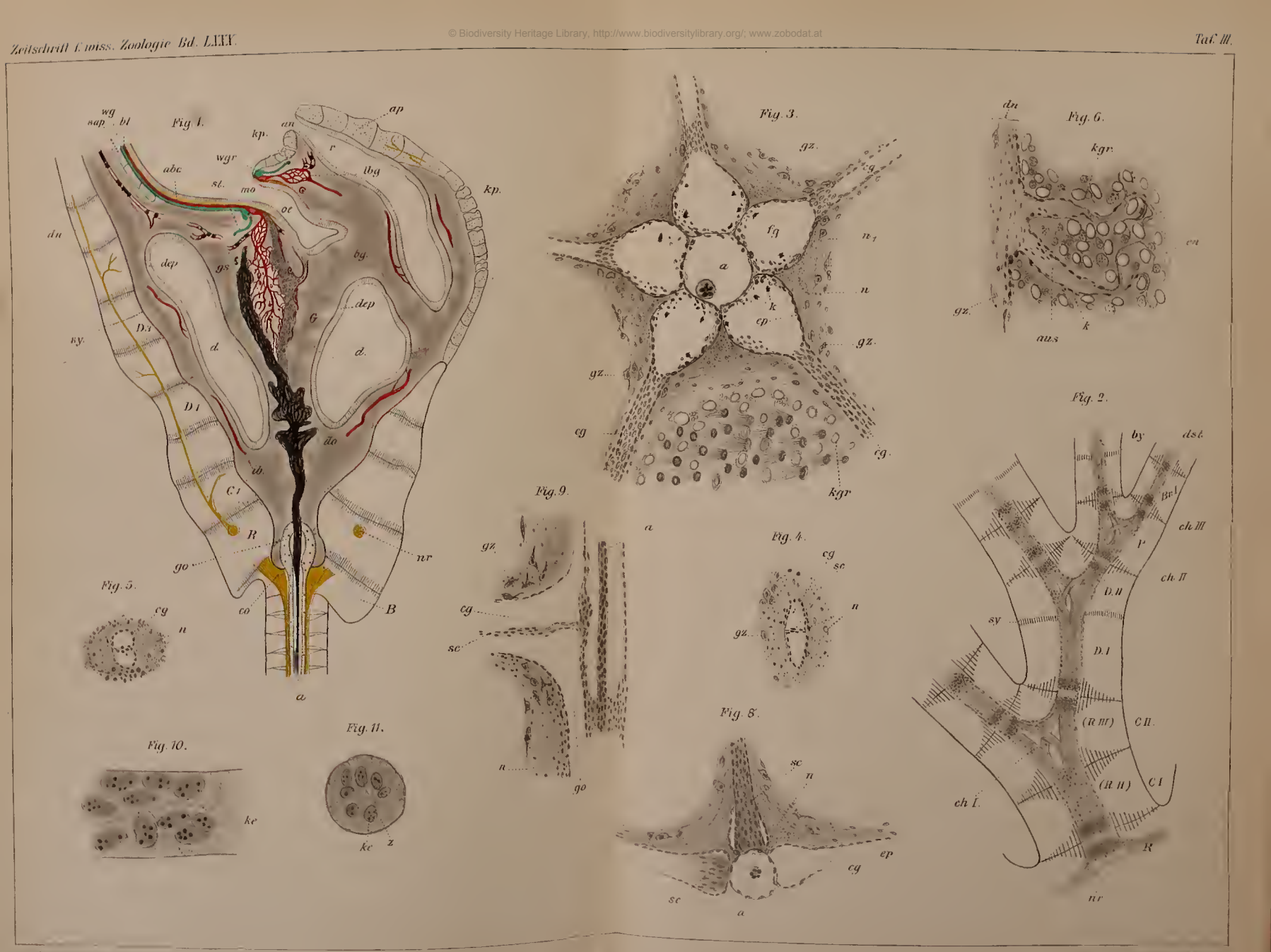
Fig. 8.



Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

ann in Leipzig.

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



Wilhelm Engelmann in Leipzig

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

Fig. 7a

Fig. 7b

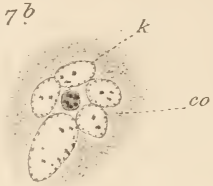


Fig. 7h

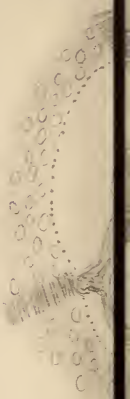


Fig. 7c

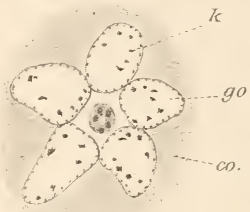


Fig. 7d

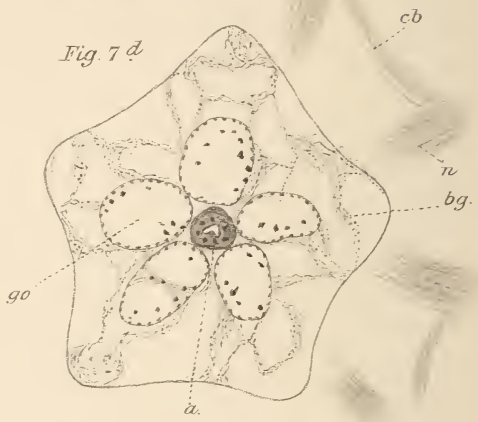


Fig. 13.

Fig. 7e

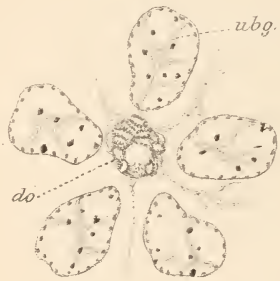


Fig. 7f

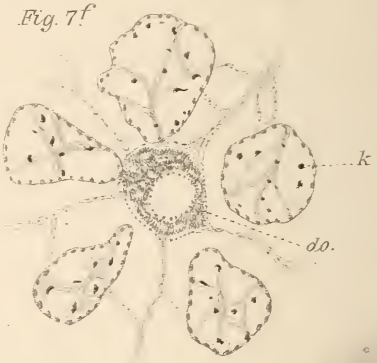
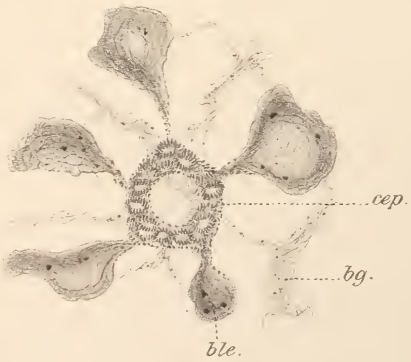
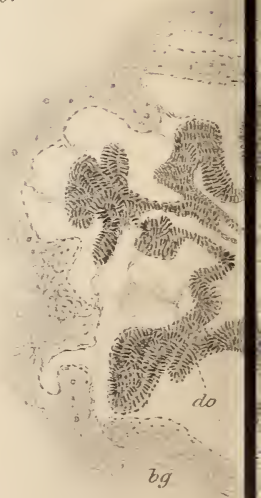


Fig. 7g.





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

Fig. 18.

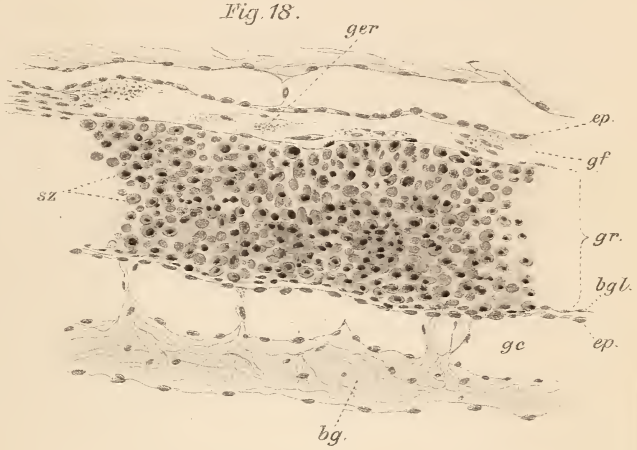


Fig. 12a

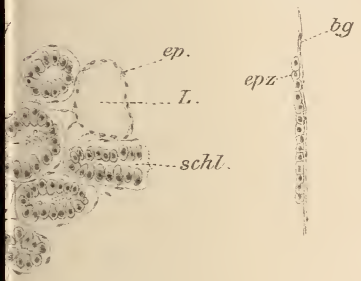


Fig. 15.

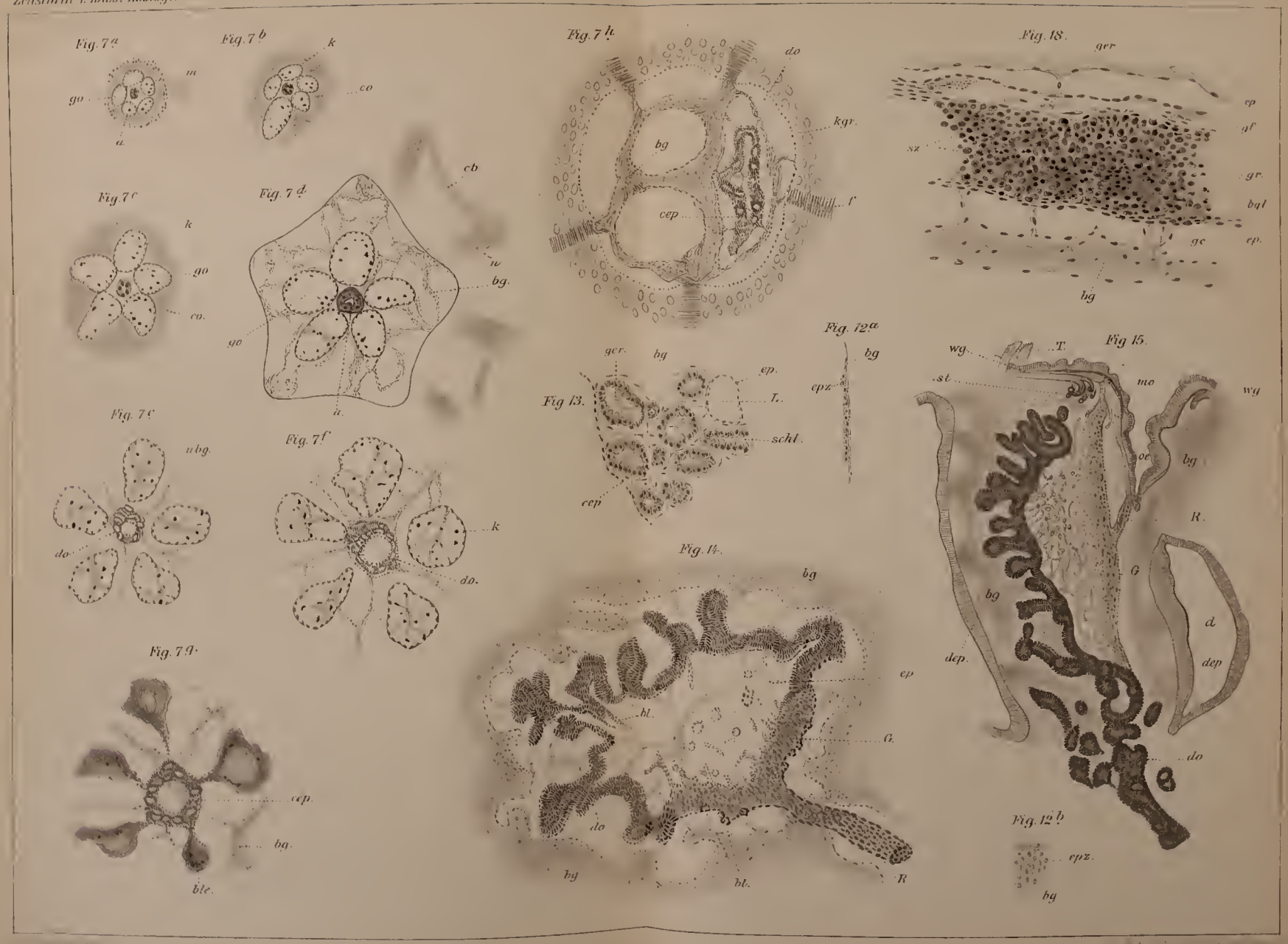
Fig. 14.

Fig. 12b

Lith. Anst. Julius Klinkhardt Leipzig.

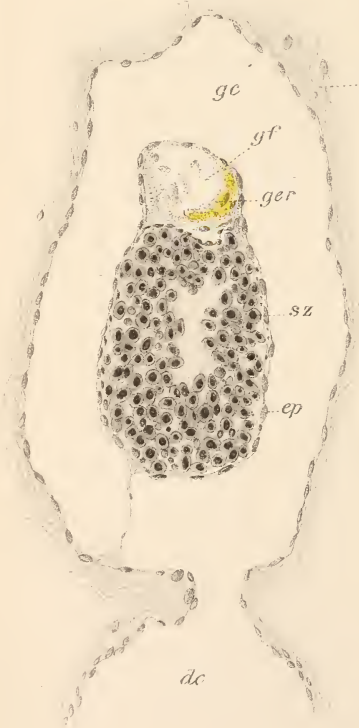
nn in Leipzig.

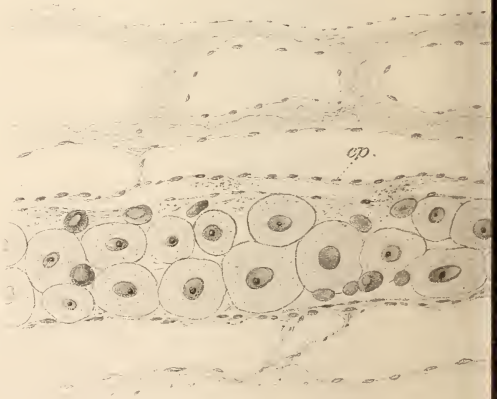
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Wilhelm Engelmann

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





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

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

mann in Leipzig.

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

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: 80

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

Artikel/Article: Zur Anatomie von Pentacrinus decorus Wy. Th 22-55