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

Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens Sars.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen

von

Dr. **Heinrich Simroth.**

Mit Tafel XXXI—XXXV.

Bemerkung. Herrn Prof. O. Schmidt schulde ich Stoff und Anregung, Herrn Prof. Giebel bibliothekarische Unterstützung und Herrn Dr. Goette kritische Förderung der vorliegenden Arbeit. Mögen die Herren meines aufrichtigsten Dankgefühles versichert sein!

Methoden der Untersuchung.

Da ich blos erhärtetes Spiritusmaterial vor mir hatte, musste ich mich hauptsächlich auf Schnitte beschränken. Selten nahm ich dazu unentkalkte Thiere, meist entzog ich ihnen durch Chromsäure, seltener und mit kaum mehr Vortheil durch schwachen Holzessig die erdigen Bestandtheile. Dann liess ich die gewöhnliche Picrocarminfärbung folgen und suchte aus zahlreichen Reihen von Vertical-, Horizontal- und geeigneten Schrägschnitten die Ophiure zu reconstruiren. Auch die Anwendung von Haematoxylin ergab gute Bilder, ohne dass ich jedoch weiteren Werth darauf gelegt hätte.

Um die Skelettheile einzeln zu erhalten und womöglich auch noch die gröbere Anatomie unter der Loupe, die freilich bei so kleinen Geschöpfen nur wenig in Anwendung kommen kann, heranzuziehen, benutzte ich die Soda, deren Zusatz zum kochenden Wasser, welches die Sterne enthielt, bei geeigneter Zeitregulirung alle wünschenswerthen Erweichungs- und Macerationszustände in wenigen Minuten herzustellen erlaubte.

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

Specifische Merkmale der Ophiactis virens Sars.

Das entwickelte Thier besitzt fast ausnahmslos 6 Arme (selten 5) und die entsprechenden Numeri in der Mundbewaffnung. Der Scheibenrücken wird aus ziemlich kleinen, rundlichen, fein granulirten Schuppen von wechselndem Umfange unregelmässig gebildet. Die Schuppen decken sich dachziegelartig, ohne dass die Uebereinanderlagerung ein bestimmtes Gesetz befolgte; denn ihr freier, überragender Rand wendet sich bald der Mitte der Scheibe zu, bald, und das meistens, neigt er sich nach der Peripherie. Auch gegen den Anfang der Arme fehlt eine weitere Differenzirung der Schuppenform; nur zeichnen sich die Schuppen an dieser Stelle durch Aufnahme eines dunklen, an Spiritusexemplaren schwärzlich-grünen Pigmentes aus, welches aus der sonst gelblich-grauen Scheibe annähernd gleichschenklige Dreiecke ausschneidet. Auf der Unterseite reichen die Schuppen unmittelbar bis an die Mundschilder und an die Bauchplatten der Arme.

Das Peristom kommt hauptsächlich durch 24 paarige und 12 unpaare Skeletstücke zu Stande. Letztere sind die 6 zwischen die ersten Bauchplatten eingeschobenen interradialen Mundschilder, Sechsecke, von welchen der adorale Theil bei der Ineinanderfügung von den ersten paarigen Stücken (s. u.) ein wenig verdeckt ist, und 6 andere Hauttheile, welche die adoralen Verlängerungen der Arme abschliessen und sich zwischen den Mundtentakeln in die Höhe schlagen, um so die Mundhöhlenwand aufbauen zu helfen. Von den paarigen Stücken bedecken 12 die Basis der Mundeckstücke, wobei sie in der Mitte der Arme vor deren erstem Bauchschilde zusammenstossen, die 12 anderen lagern sich in der Verlängerung jener auf dieselben Mundeckstücke vor dem Austritt der unteren (zweiten) Mundtentakel.

Zu diesen Hautskelettheilen kommen noch 6 kleine, viereckige Deckplättchen vor den letztgenannten Stücken, unter dem Torus angularis, und vor diesem als innerste Mundbegrenzung 6 × 4 (seltener 3 oder 5) Zähne, von unten nach oben, nach dem Innern des Mundes zu, gleichmässig an Länge wachsend, oft einfach glatt, in andern Fällen zwei- oder dreilappig. Jede weitere Mundbewaffnung fehlt.

Die Arme haben sechseckige, mehr breite als lange Rücken-, und schmälere, länglichere, mehr achteckige Bauchschilder. Die Seitenplatten tragen je 4 echinulirte, bewegliche Stacheln, von denen die mittleren die längsten sind. Gegen 50 Glieder bilden den freien Theil eines Armes. Dieser ist mit dunkleren Ringen geschmückt, indem in Abständen von je etwa 6 oder 7 Gliedern je 2 oder 3 Glieder dasselbe Pigment beherbergen, das schon von der Scheibe zu melden war.

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

In jedem Mundwinkel finden sich vier Tentakel oder Saugfüsschen, je zwei übereinander, so dass die von unten sichtbaren in Wahrheit erst das zweite Paar vorstellen.

Zu jedem Arme gehören zwei Genitalspalten.

Durchmesser der Scheibe im Mittel 2—2,5 Mm., bei grossen 3 und 3,5 Mm., bei den kleinsten die ich besitze 1,2 Mm. Durchmesser des gesammten Thieres bei rings gleichmässig entwickelten Armen natürlich sehr wechselnd, schwankt bei den mir vorliegenden Exemplaren ungefähr zwischen 15 und 36 Mm., bei den meisten hält er sich zwischen 20 und 25 Mm.

Wohnort: Mittelmeer, resp. Neapel.

Die Thiere zeigen die Tendenz, sich durch Theilung zu vermehren, wobei eine sechsarmige Scheibe in zwei dreiarmige, eine fünfarmige aber, wie sie in der Jugend vermuthlich allen Individuen zukommt, in eine zwei- und eine dreiarmige zerfällt, deren jede sich wieder zu einer sechsarmigen durch Hervortreiben neuer Arme vervollständigt.

Das Ensemble vorstehender Diagnose lässt keinen Zweifel, dass wir es mit der Ophiactis virens Sars zu thun haben. Skelet, Grösse und vor Allem Localität und Vermehrungsweise bestätigen es, dazu Lütken's Bemerkung (XIII. p. 23), wonach im Mittelmeer zwei Echinodermenspecies vorkommen mit freiwilliger Theilung, nämlich Ophiactis virens und Asterias tenuispina (Asteracanthion tenuispinus M. Tr.). Wenn Kowalewsky (IX) von einer kleinen Ophiolepis erzählt, dass er ihre Theilung bei Neapel beobachtet habe, so ist das wohl auf eine Ungenauigkeit zurückzuführen und die Ophiolepis in eine Ophiactis umzusetzen.

Erster Theil. Anatomie.

Erstes Capitel. Skelet.

Practische Gründe lassen es wünschenswerth erscheinen, dass man einem eigentlichen oder inneren Skelet das äussere der Hautverknöcherungen entgegensetze. Den besten theoretischen Eintheilungsgrund würden wir erhalten, wenn die Entwicklungsgeschichte es uns bestimmt an die Hand gäbe, inwiefern die »Knochen«, um den Ausdruck zu gebrauchen, etwa einem mittleren oder äusseren Keimblatt ihren Ursprung verdankten. Indess mag man der Hoffnung, nach diesem correctesten Principe des anatomischen Materiales Sichtung durchzuführen, immerhin den weitesten Raum geben, sie wird fehlschlagen z. B. in Bezug auf die Genitalspangen. Man wird sich daher begnügen müssen, das alte Verfahren der Anatomie einzuhalten, welches an den fertigen

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

Stücken Merkmale aufsucht, die eine möglichst durchgreifende Gruppirung gestatten. Der Erfolg wird mich, hoffe ich, rechtfertigen, wenn ich (von allerlei kleinen Stützplättchen, die, aus unwesentlichen Bindegewebsverknöcherungen hervorgegangen, im Innern mannigfach die Verbindung der typischen Knochen und die Trennung der verschiedenen Röhren bewerkstelligen, und die ihrer nebensächlichen Bedeutung nach hier überhaupt unberücksichtigt bleiben sollen, abgesehen) diejenigen Knochen als innere bezeichne, welche von einem oder mehreren der seitlichen Wassergefässzweige, die zu den Tentakeln führen, durchbohrt werden, — alle übrigen aber als äussere.

Eine weitere Beschränkung hat sich mit der Bestimmung zu beschäftigen, welche Knochen der Scheibe und welche den Armen zuzuzählen seien; und diese wird wohl am wenigsten vom Usus und von den natürlichen Verhältnissen abweichen, wenn sie zwar die Wirbel sämmtlich zu den Armen rechnet, einschliesslich der gesammten Hautbewaffnung jedes Armgliedes, den ersten beiden aber ihre Rückenplatten abspricht und die entsprechende Hautbekleidung zur Scheibe mit einbezieht.

A. Armskelet.

Es muss für eine wirkliche Einsicht in den Bau der Arme, nicht nur in Anbetracht dieser, sondern sämmtlicher Organe viel mehr als bisher die Norm befolgt werden, nicht bei dem Studium der ersten adoralen Glieder stehen zu bleiben, sondern die ganz auffallenden Vereinfachungen und Umbildungen bis zur Spitze hin zu verfolgen. Dabei wird es meist genügen, nur die ersten und die letzten Glieder heranzuziehen; denn schon die flüchtige Beobachtung, noch mehr die regelmässige Aufeinanderfolge der Entwicklungsgrade der Glieder sich bildender Arme lehrt, dass von zwischenliegenden Abweichungen nichts besonderes zu erwarten.

a. Inneres Armskelet.

1. Wirbel. Der Vergleich der in Fig. 10 abgebildeten Wirbel aus den vorderen[1]) Armgliedern mit den entsprechenden der Ophiolepis ciliata, welche uns Bronn giebt (I. Taf. XXXI, Fig. 10), lässt schon dem flüchtigen Blick nicht unerhebliche Verschiedenheiten herausfinden. Ein

1) Die Ausdrücke »vorn« und »hinten«, welche auf das ganze Thier kaum anwendbar sind, oder doch, auf dieses bezogen, mit »ventral« und »dorsal« zu identificiren wären, sollen durchweg nicht in diesem Sinne gebraucht, sondern, allein für die einzelnen Arme gesetzt, als »adoral« und »aboral« verstanden werden.

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

regelmässiger Wirbel, wobei man weder an die beiden ersten, noch an gar zu weit vom Munde abstehende denken darf, besitzt seine grösste Breite in seiner vorderen, oberen Kante (Fig. 10 *B. aa*), deren beide Endpuncte der Insertion der Seitenplatten dienen. Von dieser Kante fällt die adorale Fläche senkrecht ab bis etwa zur mittleren Höhe des Wirbels; der mittlere Theil der dadurch entstandenen Fläche (*A. B. C*) zerfällt in allerlei rundliche Buckeln und Zähnchen, von denen sich mehrere durch grössere Constanz hervorthun. Man könnte sie als Gelenkfortsätze bezeichnen, da entsprechende Unebenheiten der aboralen Fläche des vorhergehenden Wirbels in sie eingreifen. Von der ersterwähnten vorderen, oberen Kante zieht sich eine dreieckige, nach hinten spitze Rückenfläche ziemlich über den ganzen Wirbel (*B*), mit einer mittleren Längsrinne, der halben Begrenzung der Armleibeshöhle. Von derselben vorderen, oberen Kante zieht jederseits eine flügelartige Verbreiterung unter etwa 45° schräg nach abwärts und hinten herab, um sich, in der Wirbelmitte verengt und hier schon einen seitlichen unteren Fortsatz entsendend (*A*, *Cb*), schliesslich in einen ähnlichen zweiten Fortsatz zu verbreitern und darin zu enden (*A*, *B*, *Cc*). Dieser letztere steht gerade unter- und ausserhalb von der aboralen Gelenkfläche, mit der zusammen er die hintere Begrenzung des Wirbels ausmacht. Wir haben also zwei Paare unterer Fortsätze, das vordere in der Mitte der Wirbellänge, das hintere am Ende, deren untere Endpuncte zusammen die horizontale Begrenzung, also die eigentliche Basis des Wirbels bilden und die Verbindung mit dem seitlichen und unteren Hautskelet der Armglieder vermitteln. Will man sich eine richtige Vorstellung von einem Wirbel in seiner natürlichen Lage machen, so hat man ihn auf die Endpuncte der zwei Paar Fortsätze zu stellen und erhält dann: eine vordere Gelenkfläche, welche von vorn und oben senkrecht herabfällt, ohne den Boden zu berühren, vielmehr in der mittleren Höhe aufhört; eine obere Fläche, die wenig über die Hälfte horizontal fortzieht und dann ein wenig abfällt; eine hintere Gelenkfläche, welche diesem Abfall gemäss weder oben noch auch unten die ganze Höhe ausfüllt. Ergänzt man diese drei Flächen durch eine vierte horizontale in der mittleren Höhe des Wirbels, so würde sie den eigentlichen Wirbelkörper abschliessen, so dass dieser nur oben Verbindungen mit den Hautstücken erhielte; von ihm aus gehen in der hinteren Hälfte die beiden Paare der Fortsätze, durch die er zu dem unteren Armtheile in Beziehung tritt. Fasst man dies scharf ins Auge, so kann von einer unteren Rinne des Wirbels zur Aufnahme des Armwassergefässstammes nur in seiner hinteren Hälfte die Rede sein, insofern hier die Fortsätze eine solche herstellen; in der vorderen aber liegt der Wirbel eigentlich

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

nur über jenem Gefässstamm, ohne zu seiner seitlichen Begrenzung etwas Wesentliches beizutragen. Der Zwischenraum zwischen je einem vorderen und je einem hinteren Wirbelfortsatz dient als Spielraum für das Ambulacralfüsschen, das hier austritt, nachdem es an der seitlichen Wirbelfläche, an dem Flügel, seinen Ursprung genommen. In der Mitte zwischen zwei Ambulacralfüsschen oder zwischen den vier Fortsätzen, was beides identisch mit der Mitte der Wirbelrinne, erhebt sich eine Fortsetzung von dieser (Fig. 10, *A*, *d*) zur Aufnahme der Wassergefässe der Tentakeln. Deren doppelter Numerus theilt die Aushöhlung bald in zwei Gänge, welche, stark genug divergirend (Fig. 40 u. 41), sich erst nach vorn und oben wenden, um dann wieder in einer Schleife in die entgegengesetzte Richtung, nur mehr nach aussen, umzubiegen und sich seitlich unter den flügelartigen Wirbelflächen zu öffnen (Fig. 10 *A*, *C*). Das Nähere darüber siehe beim Wassergefässsystem.

Mit dieser Beschreibung der Wirbelgestalt stimmen nun Armschnitte durchaus überein. Ein medianer Längsschnitt zeigt vom Wirbel (Fig. 32 *Vr*) natürlich nur den Körper, nicht die Fortsätze, und es erscheint darin keine Berührung des Wirbels mit den Hautplatten, weder den oberen noch den unteren, der obigen Behauptung gemäss, dass diese überall nur seitlich zu Stande komme. Ein Längsschnitt, der mehr seitlich fällt (Fig. 33), lässt umgekehrt alle diese Verbindungen vortrefflich erkennen; jederseits sind es drei, oben mit den Dorsal- und Lateralplatten, unten mit den Bauchseitenplatten und mit den Schüppchen, hauptsächlich aber mit letzteren. Vom Wirbel selbst sieht man oben und vorn die Flügel mit dem Canal für ein Wassergefäss, hinten und unten die Fortsätze, das Saugfüsschen umschliessend. Betrachtet man einen Arm, dem die Hautknochen genommen sind, von der Seite, so erhält man ein dieser Fig. 33 ganz ähnliches Bild, nur das jener vordere obere Theil nicht wie im Schnitt senkrecht abfällt und durch eine horizontale Leiste mit dem hinteren verbunden wird, sondern man sieht die seitlichen Wirbelflügel von derselben Stelle, wo in Fig. 33 oben die Seitenplatten ansetzen, schräg diagonal nach unten und hinten in die Fortsätze übergehen, woraus man sich denn eine richtige Vorstellung von dem nicht ganz einfachen Wirbelrelief wird herleiten können. Es möchte dieses am besten durch das eines Fauteuils versinnlicht werden können, dessen möglichst rückwärts ausgeschweifte Lehne der vordere Theil des Wirbelkörpers, dessen Armlehnen die Flügel und dessen Beine die vier Fortsätze vorstellen; das Sitzpolster muss freilich erheblich verdickt werden, um den Wirbelkörper nachzuahmen.

Es finden sich in diesem Bilde mancherlei Unterschiede von jenen Bronn's (I. Taf. XXXI. 10). Im Ganzen erscheinen dort die Wirbel

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

breiter und kürzer, die zwei Fortsätze sind zu einem einzigen soliden Stück verschmolzen, an dessen seitlicher Facette das Saugfüsschen einsetzt, das bei uns von der Unterfläche der Wirbelflügel ausging, — es hängt das wohl mit einem relativen Volumsübergewicht der Saugfüsschen unserer kleinen Art über die Armstärke, gegenüber der grossen Ophiolepis, zusammen, — die Flügel selbst sind bei der Verkürzung des Ophiolepiswirbels an diesem weniger deutlich, die Tentakelwassergefässe entspringen bei meiner Ophiactis vereint, daher der anfangs einfache Canal, bei der Ophiolepis sind sie gleich von vornherein getrennt u. dergl. m.

Die Gestalt des Fauteuils geben noch besser als diese vorderen Armwirbel ausserhalb der Scheibe die beiden ersten Wirbel wieder (Fig. 10 *D*), welche innerhalb des Discus gelegen, der oberen Verbindungen mit den Seitenplatten und der unnatürlichen Lehnenverbreiterung entbehren. Zugleich sind sie niedriger als die eigentlichen Armwirbel (vergl. Fig. 17) und treten so überhaupt aus der continuirlichen Reihe dieser heraus [1].

Die Wirbel der äussersten Armglieder verhalten sich zu den erst beschriebenen ungefähr wie zum Fauteuil ein oblonges Fussbänkchen. Die Beine, beziehungsweise deren Fortsätze sind dabei sehr niedrig, und der Körper ausserordentlich reducirt, was in der auffälligen Vereinfachung des Verlaufes der Wassergefässzweige seinen Grund hat (Fig. 34 u. 36); ich mag nicht einmal entscheiden, ob diese überhaupt vollkommen von knöchernen Wirbeltheilen umschlossen werden. Will man aus dieser einfachen Form den complicirten Wirbel hervorgehen lassen, so setzt man am besten das umbildende Moment in die obere Verbindung der vorderen Wirbelfläche mit den Lateralplatten; werden diese vergrössert gedacht und dadurch der Arm verdickt, so wird der Wirbel vorn emporgehoben, es hebt sich zugleich das seitliche Wassergefäss und sein Canal bekommt die Biegung, kurz, der Wirbel wird durch allmäligen Uebergang zu dem erstbeschriebenen.

Was die Länge der Wirbel angeht, so ist der erste kürzer als der zweite (in den Figuren nicht genug betont!), der zweite und dritte sind die längsten, und von da an erfolgt eine gleichmässige, sehr unbedeutende Abnahme bis zum letzten.

1) Diese Wirbel passen im Ganzen weit mehr zu Bronn's Beschreibung als die ausserhalb der Scheibe, und das gewiss deshalb, weil man gewöhnlich, doch mit Unrecht, nur sie als die handlichsten bei der Untersuchung berücksichtigte.

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

b. Aeusseres Armskelet.

2. Rückenplatten der Arme, Laminae brachiales dorsales. Ebenso wie die folgenden unten, so drängen sich oben zwischen die eigentlichen Hauptstücke des Armhautskeletes, die Seitenplatten, die Rückenplatten ein. Da sie bei ihren Verbindungen am wenigsten von anderen überwachsen werden, so coïncidirt die Form der macerirten (in Soda gekochten) Stücke (Fig. 7) am exactesten mit der, welche sie am unverletzten Thiere unmittelbar zeigen (Fig. 1 u. 13); es sind sechseckige Platten, breiter als lang, mit der vorderen und hinteren Seite der gleichen Nachbarin verbunden, in die vier seitlichen Ränder die entsprechenden der eingeschalteten Seitenplatten, die wohl ein wenig über den vorderen Rand jener übergreifen (Fig. 17), aufnehmend. Gegen das Ende der Arme erleiden sie ein ähnliches Schicksal wie die folgenden.

3. Bauchplatten der Arme, Laminae brachiales ventrales. Sie erscheinen am intacten Thiere von aussen als Octogone oder Quadrate mit abgestumpften Ecken (Fig. 2), etwas anders, meistens wenigstens, nach Maceration (Fig. 6). Die beiden hinteren Schrägseiten (die abgestumpften Ecken) erweitern sich ein wenig zu kleinen Ansätzen oder Ohren, welche in der Verbindung durch das Schüppchen verdeckt werden. Ebenso erhält der vordere, gerade Rand eine geringe Verlängerung, welche sich unter den hinteren Rand der vorhergehenden unterschiebt (vergl. auch Fig. 32). Durch jene Ohren und diese Verlängerung erhalten die Bauchplatten die Form eines Schildes oder eines Steines, wie man ihn so gern in Siegelringen sieht. Gegen das Ende der Arme treten die Bauchplatten immer mehr gegen die Seitenplatten zurück; denn diese, anfangs durch die oberen und unteren Schaltstücke getrennt, vereinigen sich jetzt auf beiden Seiten und heben die Verbindung jener untereinander völlig auf (Fig. 34 u. 37), wenn sie auch deren Gestalt kaum alteriren. Es geht daraus wohl hervor, dass die meisten Zeichner schwerlich correct verfahren sind, wenn sie die Glieder der Armenden nur nach dem Modell der vorderen dargestellt haben.

4. Seitenplatten der Arme, Laminae brachiales laterales. Es folgt schon aus dem Uebergewicht dieser Platten über die anderen an den Armenden, wie ebenso aus dem Umstande, dass sie allein bewegliche Anhänge besitzen, dass in ihnen die eigentlichen Hauptskeletstücke des Armintegumentes vor uns liegen. An den vorderen Gliedern kommen die beiden Seitenplatten (Fig. 36 *L. br. l*) weder oben noch unten zur gegenseitigen Berührung, doch rücken sie sich unten näher als oben. Sie stellen zwei wenig gekrümmte Mond-

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

sicheln vor, deren concave Seite nach vorn sieht. Seitlich tragen sie einen verdickten Kamm, der eine Anzahl von Buckeln aufweist, für den Ansatz der Stacheln. Schwierig ist zu entscheiden, ob sie von Canälen durchbohrt sind, die den Stachelmuskeln (Cap. III. A, 2) dienen, oder ob diese nur in Rinnen verlaufen. Ich glaube mich für die erstere Alternative erklären zu müssen, ohne doch bestimmen zu können, ob zu jedem Stachel ein oder mehrere Canäle die Communication gestatten. An Stelle der Buckeln, von denen für jeden Stachel zwei vorhanden, tragen die Seitenplatten der Armenden meist nur die Stacheln selbst als fest mit ihnen verschmolzene Fortsätze, den jugendlichen Stadien entsprechend, wiewohl bei ganz ausgebildeten Armen auch hier ein abgegliederter Stachel gelegentlich zur Beobachtung gelangt.

5. Stacheln, Spinae. Die Seitenplatten der Arme, soweit sie zur Scheibe gehören, tragen je zwei oder drei, die nächsten je vier abgestumpfte conische Stacheln (Fig. 9 u. 11). Gegen das Ende der Arme hin reducirt sich die Zahl wieder in unbestimmtem Verhältniss, die letzten Glieder bewaffnen sich gewöhnlich jederseits mit zweien, und es wurde schon gesagt, dass diese meist keine selbstständigen Gebilde sind, sondern der Trennung von den Seitenplatten völlig entbehren. Wo vier Stacheln auf eine Lateralplatte kommen, da sind die beiden mittleren die längsten, der unterste der kürzeste.

Wenn Hoffmann (VII. p. 8) von den Echinen angiebt, die Stacheln seien mit den Stachelwarzen durch sehr vollständige Articulationen verbunden, so findet das auf die freien Stacheln der Ophiactis keine Anwendung, wenigstens nicht in Beziehung auf die Gelenkflächen an dem knöchernen Skelet derselben; denn dieses (Fig. 9) hat eine einfach abgestumpfte Basis, welche fast unmittelbar auf den zugehörigen Buckeln der Seitenplatte ruht. Die Articulation kommt also nicht durch die Fläche, um so besser allerdings durch Muskeln und Bänder zu Stande (s. unten).

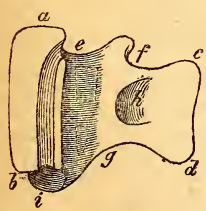
6. Schüppchen, Squamula. Bei einem ausgewachsenen Thiere (Fig. 2) bildet die Seitenplatte unten eine kleine Gabel zum Durchtritt des Tentakels. Der äussere Arm ist der unterste Stachel, der innere aber offenbart sich auf Schnitten und bei Maceration (Fig. 11 *Sq*) als ein gesondertes, kleines, ovales Schüppchen, das durch den Mangel sowohl der freien Beweglichkeit, wie der Muskulatur sich von den Stacheln unterscheidet.

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

B. Scheibenskelet.

a. Inneres.

7. Mundeckstücke, ossa angularia oris. Durch Aufnahme von Canälen für Wassergefässzweige, hier die zu den Mundsaugern gehenden, characterisiren sich von den Scheibenknochen blos die Mundeckstücke (Fig. 12, 13, 15, 16, 19, 21, 24, 27) als innere; sie können wohl auch je als die eine Hälfte eines halbirten Wirbels aufgefasst werden, oder besser als die vier Hälften zweier halbirten Wirbel, den vier Mundsaugern entsprechend. Sie bestehen aus zwei Schenkeln, die rechtwinklig zu einander stehen (Fig. 12), mit spitz ausspringenden Ecken (Fig. 16). Die kurzen Schenkel zweier zusammengehörigen (conjugirten) Stücke verbinden sich zu einer geraden Linie, welche sich quer vor den vordersten Wirbel legt, wobei die längeren annähernd parallel in der Armverlängerung hinziehen. Sie divergiren dabei ein wenig nach aussen und bilden, indem sich je ein Mundeckstück des einen Armes an das zugewendete des nächsten am adoralen Ende anlegt, jenes Hexagon mit ausspringenden Ecken (Fig. 13), das zur Aufnahme des Wassergefässringes bestimmt ist. Dieser Ring ruht zudem in einer oberen, rinnenartigen Aushöhlung der Mundeckstücke (Fig. 12). Von derselben Rinne aus geht die Durchbohrung des Knochens für die Wassergefässzweige. Da, wo die beiden Schenkel zusammenstossen, steigt nämlich ein Canal bis zur unteren Fläche völlig senkrecht hinab, zur Durchleitung des Gefässes für die unteren Mundtentakel (Fig. 20 *V.t*). In mittlerer Höhe entsendet dieser Canal noch einen horizontalen Seitenast nach vorn, für den oberen Mundsauger (Fig. 16 u. 20), wiewohl hier auch Ausnahmen vorzukommen scheinen, welche bei den Tentakeln Berücksichtigung finden sollen. Ein Mundeckstück, aufrecht gestellt und von der Mundseite aus gesehen, würde die Gestalt der Holzschnittfigur haben; *a b* wäre dann die Fläche des in der Verkürzung gesehenen kurzen Schenkels, welche mit der entsprechenden des conjugirten Mundeckstückes sich verkittet. Die Fläche trägt eine Rinne, welche durch die gleiche des conjugirten Stückes zu einem Canale ergänzt wird, für den aufsteigenden Ast des Armwassergefässstammes (Cap. V. A. Fig. 16 *V. as*). Der lange Schenkel zeigt im Holzschnitt oben zwei Ausschnitte, *e* für den Wassergefäss-, *f* für den Nervenring; die Seite *cd* würde sich mit der entsprechenden des Mundeckstückes des nächsten Armes verbinden, um Torus und Zähne zu tragen. Bei *g* würde der untere, aus *h* der obere Mundtentakel hervorkommen. Sodann bemerkt



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

man noch zwei Muskeleindrücke, senkrecht unter *e*, für den vierten und fünften Muskel (Cap. III).

b. Aeusseres Scheibenskelet.

8. Rückenplatten der Scheibe, Laminae disci dorsales.

9. Bauchplatten der Scheibe, Laminae disci ventrales. Eigentlich unterschiedslos ineinander übergehend, bilden eine grössere Anzahl Schuppen etwa von der Grösse der brachialen Bauchplatten die Haut des Scheibenrückens und des Bauches, soweit die noch zu nennenden Bauchdeckstücke ihn frei lassen. Man wird nach dem Muster etwa einer Ophiolepis annehmen können, dass bei normal gebildeten, beziehungsweise ganz jungen Exemplaren eine Schuppe in der Mitte des Rückens rings frei den andern aufliegt, unter welcher dann ein Kranz von diesen dachziegelförmig hervorsieht, unter diesen ein weiterer Kranz u. s. w. Dieses Verhältniss ist jedoch in allen Fällen, die ich beobachtet habe, stark getrübt, und es lässt sich nur im Allgemeinen angeben, dass die Bauchschuppen, als die jüngsten, meist keine völlige Trennung erlitten haben, dass dagegen die Rückenschuppen zum grossen Theil wieder verwachsen sind, dass ihr freier Rand bald nach dem Centrum sich aufrichtet, bald nach dem Scheibenrande sich neigt, die Schuppen aber, welche dem Armbeginn zunächst stehen, und die Bauchschuppen sich fast durchweg in ersterer Lage befinden.

10. Unpaare Deckstücke der Mundeckstücke, ossa peristomialia[1]) (Fig. 11). Wenn je zwei Mundeckstücke zusammen als die Hälften eines oder zweier vordersten Wirbel aufgefasst werden können, so sind die Peristomialknochen den Bauchplatten der Arme homolog oder homodynam, als deren vorderste Vertreter. Wie aber die Mundeckstücke wesentlich die Wirbelform verlassen, so weichen auch die Peristomialknochen bedeutend von der Gestalt der Armbauchplatten ab; sie biegen sich mit einem schräg aufsteigenden Fortsatze zwischen den Mundeckstücken in die Höhe, decken den aufsteigenden Theil des brachialen Nervenstammes zwischen den unteren Mundtentakeln und verbreitern sich über diesen wieder ein wenig, um hier — und das ist vielleicht das wichtigste an ihnen — allmälig verdünnt mit unmerklich feinem Rande am Mageneingange zu verschwinden. Sieht man je ein Mundeckstück an als zwei verschmolzene, gleich liegende Hälften zweier Wirbel, so muss auch ein Peristomialknochen für zwei verschmolzene

1) Ich ziehe es vor, von den mannigfachen Knochen in der Umgebung des Mundes, welche mit diesem Namen belegt worden sind, ihn nur den hier beschriebenen als wirklich peripherischen Knochen zuzuerkennen.

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

(beziehungsweise nicht getrennte) Armbauchplatten gelten, und zwar das horizontale Stück als die eine, aborale, der aufsteigende Schenkel aber, seiner Lage zwischen den oberen Mundsaugern gemäss, als die vordere, adorale.

11. Mundschilder, ossa interradialia oris (Fig. 2 und 11 *J. o*). Regelmässig sechseckige Platten nehmen an der Bauchseite den Raum zwischen den benachbarten Seitenplatten je zweier Arme ein, ihnen je eine ihrer Seiten zuwendend. Von den übrigen vier grenzen die beiden aboralen an die Bauchplatten der Scheibe, die beiden adoralen an die zunächst zu beschreibenden Knochen (12). Bei jugendlichen Thieren, die noch keine Theilung durchgemacht haben, wird vermuthlich eine, bei alten, regenerirten werden zwei oder mehrere dieser Mundschilder zu Madreporenplatten umgewandelt (Fig. 24—27), ich sage umgewandelt, da aus Schnitten folgt, dass von einer etwa aufgewachsenen Madreporenplatte, wie sie gewöhnlich beschrieben wird, nicht die Rede sein könne, sondern nur von einem verdickten Mundschilde. Als äusseres Merkmal der Madreporenplatte wird von den Autoren (z. B. Bronn) eine mittlere Erhöhung oder Vertiefung, ein sogenannter Umbo, angegeben. Damit verhält es sich bei der Ophiactis auffallend genug. Ich fand ihn fast niemals wieder, wobei ich mich nicht nur auf den äusseren Augenschein, sondern auf Schnittreihen stütze. Beides ergab, dass die Madreporenplatte aussen von einer glatten Fläche begrenzt wird. In einzelnen seltenen Fällen jedoch (Fig. 46) tritt ein wirklicher Umbo als unregelmässige Erhabenheit deutlich hervor. Es erscheint natürlich —, diese Madreporenplatte als Homologon derselben singulären Platte bei den übrigen Ophiuren, denen die schizogonische Vermehrung versagt ist, anzusehen und den Umbo in beiden Fällen auf dieselben im Embryo thätigen Ursachen zurückzuführen. Die erstgenannten Madreporenplatten aber ohne Umbo, mit glatter äusserer Fläche, dürften als die epigonal gebildeten Platten anzusehen sein, die der Schizogonie ihre Entstehung verdanken und bei anderen Bildungsursachen auch einen anderen Habitus bekommen haben. Die Durchbohrung der Madreporenplatte siehe beim Wassergefässsystem.

12. Aborale, 13. adorale Deckplatten der Mundeckstücke, Ossa tectoria angularium oris aboralia et adoralia (Fig. 11 *T. ab* u. *T. ad*). Wenn je ein Mundeckstück zwei Wirbelhälften vorstellt, so wird es nicht Wunder nehmen, wenn jeder dieser Wirbelhälften eine Seitenplatte zukommt, die freilich der Stachelanhänge verlustig gegangen ist. Im Uebrigen haben diese Knochen die Gestalt unregelmässiger Mondsicheln behalten und sind nur etwas mehr zu Bohnen abgerundet, deren Hilus sich nach vorn, nach dem Munde zu,

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

richtet. Die beiden aboralen sind die grösseren, die adoralen die kleineren. Jene liegen hinter den unteren Mundtentakeln, die aus dem Hilus heraustreten, diese zwischen oberen und unteren, mit derselben Relation der oberen Sauger zum Hilus. Man kann in diesen Lagebeziehungen einen Hinderungsgrund erblicken gegen den Vergleich dieser Knochentafeln mit den Armseitenplatten; denn bei diesen kommt der zugehörige Tentakel jedesmal am hinteren Rande zum Vorschein, bei den Deckplatten der Mundeckstücke aber am vorderen, und es lässt sich nicht leugnen, dass dadurch die Homologie, wenn auch wohl nicht aufgehoben, doch erheblich getrübt wird; ja es liegt für den, der durch anatomische Vergleichung Homologien begründen will, vielleicht näher, diese Deckstücke den Schüppchen der Armglieder gleichzustellen.

14. Schlussplatte der Mundeckstücke, Torus angularis (Fig. 16, 19, 24 *Tr*). Da wo die benachbarten adoralen Seiten zweier Mundeckstücke (*cd* des Holzschnittes unter 7) zusammenstossen, legt sich in der ganzen Länge als Schlussstück vor die Verbindungsstelle ein kleines, senkrechtes Knochenplättchen, welches in seiner Form mit dem von Bronn gezeichneten (I. Taf. XXXI, Fig. 11) übereinstimmt, nur dass es statt der drei Paare von Löchern, welche das von Ophiolepis durchbohren, deren nur zwei besitzt (Fig. 19), beide der oberen Hälfte angehörig, oder vielmehr an Stelle je eines Paares nur eine einzige breitere Oeffnung.

15. Deckplatte des Torus, Os tectorium tori angularis (Fig. 11 *T. tr*), ein kleines, viereckiges Täfelchen, das dem Torus unten und aussen auflagert.

16. Zähne, Dentes (Fig. 11, 13, 14, 15, 16, 19, 24 *D*). Vier kleine, entweder oblonge oder am adoralen Rande mit einem oder zwei Ausschnitten versehene Knochenplättchen, die dem Torus aufsitzen und von unten nach oben ein wenig an Länge regelmässig zunehmen (was natürlich im Schnitt nicht immer sichtbar zu sein braucht). Die beiden unteren sind nur passiv beweglich, die beiden oberen besitzen eigene Muskeln (Cap. III, 6 u. 7).

17. Genitalspangen, Ossa genitalia (Fig. 13, 15 *O. g*). Zu beiden Seiten der beiden Armwirbel, welche in die Scheibe hineinreichen, am vorderen Rande des dritten, des Grenzwirbels zwischen Scheibe und freiem Arm, ansitzend, verlaufen je zwei Genitalspangen, zwischen denen die freie Communication vom äusseren Seewasser zur Leibeshöhle und der Austritt der Geschlechtsproducte vor sich gehen. Da die Bauchplatten der Scheibe direct an sie sich anlegen, ja in sie übergehen, so steht wohl, wenigstens anatomisch, ihrer Miteinrechnung unter die äusseren Skeletstücke nichts im Wege.

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

Werfen wir nach diesem noch einen Blick auf die Beziehungen der verschiedenen Skelettheile zu einander, so geht vielleicht daraus, dass viele Knochen aus der Umgebung des Mundes einerseits als zur Scheibe, andererseits als zu den Armwirbeln gehörig genommen werden konnten, hervor, dass die allgemeine Gliederung des Thieres in Scheibe und Arme, die gewiss dem ganzen Bau am besten entspricht, für die strenge Durchführung beim Skelet etwas Missliches hat. Man könnte besser, falls man wenigstens die Homodynamien, die ich berührte, gelten lassen will, eine Scheidung vornehmen in Armknochen und in accessorische Stücke. Zu den letzteren wären zu zählen: der Torus mit seinem Deckplättchen, die Mundschilder, die Zähne, die Rücken- und Bauchschuppen der Scheibe und die Genitalspangen; alle übrigen liessen sich auf die Arme vertheilen. Dann wären aber nicht die beiden Wirbel, welche bisher als die vordersten aufgeführt sind, die in der Scheibe nämlich, in Wahrheit als erster und zweiter zu betrachten, sondern als dritter und vierter. Die beiden ersten stäken in den Mundeckstücken; je zwei von diesen, die vor dem ersten ungetrennten Wirbel liegen, wären mit ihren einander zugekehrten, sich berührenden Flächen zu einem Stücke zu verbinden, das vereinigte Stück aber durch einen mittleren Horizontalschnitt, oder genauer einen solchen, der schräg diagonal von hinten und oben nach vorn und unten ginge, wiederum in zwei andere Stücke zu zerlegen, welche nunmehr den wahren ersten und zweiten Wirbel repräsentirten. Die Bauchplatte des ersten wäre die aufsteigende Hälfte des os peristomiale, dessen horizontale die des zweiten; Seitenplatten (oder Schüppchen?) des ersten Wirbels wären die Ossa tectoria angularium oris adoralia, die des zweiten die aboralia. Die vier ersten Wirbel jeden Armes würden dann der Rückenplatten ermangeln. — Vielleicht hat diese Auffassung, welche die einzelnen Knochen möglichst bei den Armen unterzubringen sucht und in der That wohl naturgemässer ist, als die Eintheilung in Scheiben- und Armknochen, etwas Bestechendes zu Gunsten der Theorie, welche die Echinodermen als Thierstöcke hinstellt, die Arme aber als Individuen. Dem kann man wohl unmittelbar entgegensetzen, was aus der geringen Entwicklung des Magens bei den Ophiuren folgt. Will man mit Hülfe der phylogenetischen Methode das Echinoderm aus wurmartigen Thieren durch Stockbildung hervorgehen lassen, so wird man unter den Asteroiden sicher die Seesterne, deren Arme (Individuen) noch Magentheile enthalten, für ursprünglicher nehmen müssen als die Ophiuren, deren Armen jene Darmaussackungen fehlen, resp. verloren gegangen sein würden. Hält man dies fest, so kann man in dem Umstande, dass das Armskelet bei den Ophiuren unmittelbar bis in den Mund hineinreicht, keinen Wegweiser erblicken,

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

der die vollständige Scheidung des Thieres in einzelne Arme oder Individuen anzeigte, — denn bei den Seesternen, als der ursprünglicheren Form, erstrecken sich die Arme gar nicht bis in den Mund, sondern werden durch eine häutige Mundmembran, eine wahre Bauchbegrenzung der Scheibe, auseinandergehalten. Diese Membran mit ihren Anhängseln, welche die Zerlegung des Seesternes nach Armen nicht unbedeutend erschwert, müsste nach jener Theorie offenbar den Ophiuren, als dem secundären Stadium in der phylogenetischen Reihe, wieder abhanden gekommen sein. Der Schluss wäre also ein Trugschluss, der die Vorschiebung des Armskeletes bis zur gegenseitigen Berührung der Knochen im Munde, wie sie die Ophiuren kennzeichnet, als Andeutung anfangs wirklich getrennter Arme oder Individuen nehmen wollte.

Ueber die Bedeutung der Armbauchplatten und ihre Homologa bei andern Stachelhäutern siehe das Ende des nächsten Capitels.

Zweites Capitel. Histologie des Skeletes. Haut. Bänder.

Da man das gewebliche Material der Bänder nicht, wie etwa bei den Wirbelthieren, von den Knochen trennen kann, weil es zugleich auch einen Bestandtheil dieser ausmacht, so mag man auch nicht gut die Bänder für sich beschreiben, ohne vorerst die Skeletstücke in ihre histologischen Elemente aufzulösen, um daran dann anzuknüpfen. Dabei kann man sich der Erleichterung genügend erfreuen, welche aus der Umbildung der gesammten Haut zu Knochenplatten erwächst. Es ist mir unmöglich zwischen den Theilen des Hautskeletes und den Wirbeln in ihrem feineren Bau irgend welchen principiellen Unterschied aufzufinden, von jener feinen Haut allein abgesehen, die gleich die erste Rubrik der verschiedenen Gewebselemente des Skelets ausfüllen soll. Diese sind nämlich:

1. Die Cuticula. Die von Ehrenberg entdeckten und von J. Müller, Leydig, Hoffmann u. a. wiedergefundenen Wimpern der äusseren Haut, von denen eine besondere Zartheit gerühmt wird, habe ich bei meinen Spiritusexemplaren, wie erklärlich, nicht beobachten können, woraus natürlich keineswegs ihre Nichtexistenz gefolgert werden kann; vielmehr mögen sie die gesammte Körperoberfläche, vielleicht auch hier mit Ausnahme der Stachelenden, bekleiden, wie bei Asterien und Echiniden. Die feine Cuticula dagegen, der sie aufsitzen sollen, konnte ich meist wahrnehmen, wie sie denn z. B. in Fig. 31 sehr deutlich hervortritt.

Nur wenigen Stellen darf ich sie mit Bestimmtheit absprechen, so der gewölbten (Verwachsungs-) Stelle in derselben Figur. Sie ist es,

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

welche am constantesten als feiner, homogener, doppelt contourirter Saum erhalten bleibt, da wo die darunter liegenden Elemente der Haut schwinden (es hat dies Bezug auf den oberen Rand der Ossa peristomialia). Die Wimperepithelzellen, zu denen die Cuticula gehört, zählen, da sie nicht ein von der Grundsubstanz des Skeletes völlig getrenntes Lager bilden, unter die dritte Rubrik.

2. Die Kalktheile. Es reicht aus, nur an wenigen Sprengstücken gar nicht oder an einzelnen Schnitten schwach entkalkter Thiere den Kalk des Skeletes zu untersuchen, da man sich bald zur Genüge überzeugt, dass das Balkennetz aus der Verschmelzung jener embryonalen Kalkbälkchen, -Gabeln und -Anker, wie sie z. B. Thomson so genau beschrieben hat (XX), hervorgegangen ist. Durch eine mässige Kalkentziehung werden häufig die dünneren Verbindungsstücke aufgelöst, und die massiveren Reste geben jene ursprünglichen Formen, aus denen das Ganze entstand, direct wieder. Die Bälkchen sind am stärksten in den dicken Innenknochen, besonders in den Mundeckstücken. Aus einer einfachen Ueberlegung geht das Gesetz hervor, dass an allen freien Flächen der Knochen die Kalkbälkchen, da sie von innen hierher gedrückt wurden, ohne entweichen zu können, sich zu gleichmässigen Platten verbinden mussten, wie eine solche etwa Gegenbaur's Fig. 75 (II) vorführt. Es findet diese Regel besonders Anwendung auf die innere Seite der Hautplatten, welche bei kurzer Chromsäurebehandlung schöne gefensterte Kalktafeln liefern, mit regelmässig runden Fensterausschnitten. Die gewöhnliche Zusammensetzung der Hautplatten ist die, dass einer regelmässigen inneren Tafel eine ähnliche äussere aufliegt, deren Knotenpuncte die Granulationen der Haut hervorrufen und mit jener durch Querbälkchen sich verbinden. Späterhin schiebt sich in der Mitte, den Rand verschonend, eine kleinere dritte oder vierte Tafel dazwischen, mit derselben Verbindung; und bei recht alten Platten, zumal am Rücken der Scheibe, nimmt die Verkalkung so überhand, dass mehrere Täfelchen durch Verdickung der Verbindungsbälkchen mit einander verschmelzen. Einen gegentheiligen Mangel fester Kalkverbindungen bemerkt man an den Bauchplatten der Scheibe. Alle diese Verhältnisse sind übrigens nicht schwierig hergestellten Schliffen oder den meist zertrümmerten Kalkresten eines Schnittes durch halb entkalktes Gewebe, sondern hauptsächlich den Lücken entnommen, welche der fehlende Kalk bei lange mit Chromsäure oder Holzessig behandelten Thieren zurückliess. Direct an Kalkstücken muss man bestimmen, dass die dichteste Kalkverbindung die kleinen Gelenkflächen und Höcker herstellt, mit welchen die Wirbel gegenseitig ineinandergreifen. Diese erscheinen bei einer Vergrösserung (I/II), welche das

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

schneeweisse Kalknetz der Knochen selbst noch nicht weiter aufzulösen vermag, als compact, glasig und durchsichtig, und entbehren in der That aller organischen Einschlüsse. Ein Gleiches gilt von den Buckeln, welche die Stacheln stützen [1]). Durch Anschleifen getrockneter Stacheln constatirt man, dass diese, wenigstens die grösseren an den ersten zwei Dritteln eines Armes etwa, nicht massiv sind, also nicht durch und durch aus einem Kalkgerüst bestehen, sondern einen Hohlraum einschliessen. Die äussere Kalkbekleidung baut sich auf aus weitläufig gefiederten Längsstangen, deren Fiedern oder Queräste sich verbinden und so Leiterformen herstellen; ein Stachel aus dem Anfange eines Armes setzt sich aus einer grossen Anzahl solcher Längsgitter zusammen (vergl. Fig. 9), während mit vielleicht zwei oder vier einer an der Spitze sich begnügt. Das Kalkgerüst der Stacheln geht, etwas verdünnt, direct in die Gelenkmembran und von dieser in die Seitenplatten der Arme über. Das äussere Gerüst der Stacheln macht etwa die Hälfte eines Querdurchmessers aus, indem es ein Viertel jederseits von aussen eindringt; so wenigstens gegen die Wurzel hin; denn da oben das Gerüst sich an Stärke gleich bleibt, der ganze Stachel aber sich verjüngt, so muss jenes über den Innenraum mehr und mehr überwiegen und ihn in entsprechender Entfernung von der Spitze abschliessen. Aeusserlich zeigen sich die Stacheln mit kleinen Papillen besetzt, die sich gegen die Spitze zu auswärts gekrümmten Häkchen verlängern (Fig. 9). — Das Kalkgerüst der Zähne, von dem bei den Echinen Valentin, Waldeyer und Hoffmann eine ganz besondere Structur nachgewiesen haben, weicht bei der Ophiactis in keiner Weise von den Formen ab, welche in den übrigen Knochen die kalkige Masse beherrschen; nur muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass sich ihre Bälkchen durch hervorragende Zartheit, Zierlichkeit und Gedrängtheit auszeichnen.

3. Das Zellgewebe. Als eigentliche organische Grundlage nicht nur des inneren Skeletes, sondern eines jeden Gewebes, das der Verkalkung unterliegt, also auch der ganzen Haut, soweit sie von Bändern frei bleibt, sehe ich das Zellgewebe an, oder exacter, wenn man mir den mangelnden Nachweis der Zellenisolirung anrechnen will, das Kerngewebe, bestehend aus einer protoplasmatischen Grundmasse mit eingelagerten Kernen. Man könnte recht wohl zu dem Schluss kommen, dass dieses Gewebe, nicht nur hier, sondern bei allen Echinodermen, allein einer Epithelwucherung sein Dasein verdankt, und die Gründe sollen unten angegeben werden; zunächst ist hier zu bemerken, dass

1) Hoffmann meldet dagegen, dass die Stachelwarzen der Seeigel (VII, p. 6) aus Kalknetzen, und zwar besonders feinen, sich aufbauen.

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

diese zellige Schicht unmittelbar unter der obbeschriebenen Cuticula ein gleichmässiges Stratum bildet, noch ausserhalb der äussersten Kalktafel, und dass zwar meist auch hier, wie in den tieferen Theilen dieses Gewebes, die Kerne aufrecht oder liegend, dünn oder dicht gestellt sind, dass sie aber an manchen Theilen der Oberfläche, so meistens an den Zähnen und den anliegenden Hauttheilen, oft eine solche regelmässige Nebeneinanderlagerung erkennen lassen, wie sie die Kerne eines cylindrischen oder cubischen Epithels characterisirt. Hoffmann giebt von Asterien an (VIII), dass die äusseren Körperwimpern bald cylindrischen Epithelzellen, bald direct dem Bindegewebe aufzusitzen scheinen. Man kann bei der Ophiactis ein gleiches Verhältniss annehmen; dann wären die erwähnten, regelmässig gestellten Zellen das wimpernde Cylinderepithel, welches an andern Körpertheilen direct in das unregelmässige, zellige Bindegewebe, das vom fibrillären (4) wohl zu unterscheiden, überginge. Schon dieser Umstand der fehlenden Grenze zwischen beiden zelligen Geweben und die Vertretung des Epithels durch Bindegewebszellen lässt letztere wohl auf erstere zurückführen. Und so erfüllt denn dieses Gewebe überall gleichmässig die Zwischenräume zwischen den Kalknetzen der Skeletstücke, es beherrscht sie allein im Innern und theilt sich darein nur an den innern Grenzen mit dem fibrillären oder Bandgewebe. Wo durch Mangel häufigerer Bewegung (an den Scheibenknochen nämlich) der Verkalkung Raum geboten wird, von einem Knochen auf den andern überzugreifen, — wie denn die Haut eine erhebliche Tendenz zeigt, durchweg eine einheitliche Knochenplatte herzustellen, woran sie nur durch die fortwährende Verschiebung der einzelnen Stücke aneinander gehindert wird, — da verdrängt das Zellgewebe die Bindegewebsfibrillen (Fig. 21 z. B.) und bewährt sich auch hier als eigentlichen Träger des Verkalkungsprocesses. Ebenso ist es auch allein der Sitz des Pigments, dessen Verbreitung nach den Körperregionen schon in der Diagnose geschildert wurde. Das Pigment, das bald nur in ganz feinen Körnchen besteht (Fig. 22), bald in grösseren Anhäufungen und Klumpen (Fig. 21), fehlt den innern Knochen fast ganz, während es die äusseren durch und durch durchdringt, mit wechselnder Dichtigkeit, je nach den helleren oder dunkleren Leibesgegenden. — In den Stacheln verhält sich das Zellgewebe etwas anders als in den übrigen Knochen, indem es wohl an den Stacheln der Armenden, der Kalkanordnung gemäss, nichts als mehrere Kernreihen aufweist (Fig. 35—37) und an den Stacheln der vorderen Armglieder diese Reihen auf einen bedeutenden Numerus steigert, indem es aber bei diesen letzteren im Hohlraum eine Umbildung erleidet. Worin die bestehe, kann ich nicht genau definiren; man erkennt Pigment, man er-

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

kennt auch Kerne und, wie es scheint, feinste Fasern, aber das Gewebe macht hier den Eindruck einer grösseren Zartheit als zwischen dem Kalk (Fig. 42 oberer Stachel). Es möchte ein dickschleimiger Pfropf sein, der, in der Stachelmitte solid, nach unten in mehrere Füsse ausläuft, nach den Bändern zu (4). Schleift man einen getrockneten Stachel an, so findet man darin einen etwa auf die Hälfte des Hohlraumes geschrumpften Faden, der gerade so im Stachel verläuft, wie die Seele des Federkieles in diesem.

4) Bindegewebsfasern. Diese von Quatrefages (XVI. p. 40) als »fibreux elastique« bezeichneten Fibrillen, an welchen Hoffmann (VIII, p. 2) die optische Uebereinstimmung mit den Bindegewebsfasern der Wirbelthiere, von denen sie sich chemisch als nicht leimgebend unterscheiden, nachwies, bilden eigentlich die unterste Schicht der Haut, von der sie sowohl zwischen die Skeletstücke dieser, nur deren äussere Ränder verschonend, eindringen, wie auch nach dem Innern des Körpers, um theils die Verbindung zwischen den Wirbeln zu vermitteln, theils wirkliche Ränder zu formiren. Semper giebt an (XVII, p. 112), dass ein untrügliches Mittel zur Abgrenzung von den feinen Muskelfasern die Alkalien seien, welche ich nicht erprobt habe; als bestes, wenn auch weniger sicher, wird noch Carmin gerühmt. Nach meinen Erfahrungen wendet man am practischsten zu diesem Zweck das Picrocarmin möglichst lange an, da dann die Bindegewebsfasern sich mit grosser Gier des rothen Farbstoffes bemächtigen, die Muskeln aber der gelblichen Picrinsäure. — Ueberall, wo das Bindegewebe ohne Kalk auftritt, entbehrt es auch der Zellen; es ist in dieser Form der alleinige Vermittler der Gelenkverbindungen und Synostosen. Als solcher erfüllt es in dichten Zügen mit meist parallelem Faserverlauf alle Gelenkräume zwischen den Knochen. Aus den Bündeln strahlen die Fasern, sich fortwährend vom Stamme abzweigend, in die Knochen selbst aus, hier in verworrenstem Geflecht das nächste Kalkstäbchen vor- und rückwärts umschlingend und meistens damit endigend. In den Wirbeln pflegen sie weiter vorzudringen als in den Hautplatten (Fig. 32). Die Richtung der Fasern kann so bestimmt werden, dass die Fibrillen da, wo zwei Knochen sich mit schmalem Rande berühren, direct von dem einen zum andern hinüberstreben (Fig. 17, 32, 33), da aber, wo die Knochen grössere Contactflächen einander zuwenden, der Richtung dieser Flächen parallel hinziehen, um seitlich in die Knochen abzubiegen. Im Einzelnen kann man folgende Bandverbindungen unterscheiden:

α. Die Synosten der Scheibenrückenplatten untereinander.

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

β. Die Synosten der Rückenplatten der Scheibe mit den Dorsalplatten des dritten Armwirbels.

γ. Die Synosten der ventralen Scheibenplatten unter einander.

δ. Die Synosten derselben Platten mit Genitalspangen, Mundschildern, Bauch- und Seitenplatten der beiden ersten Armglieder.

ε. Die Ligamente zwischen Zähnen und Torus; die Bänder der Zähne gestatten mit denen der Stacheln die grösste Veränderung der Lagebeziehungen der durch sie verbundenen Knochen, und zwar den unteren Zähnen bedeutende seitliche Verschiebungen, den oberen ausserdem noch ein Aufrichten der freien Zahnränder nach oben, dem Magen zu (s. Cap. III).

ζ. Die Synostosen zwischen Torus, Tectorium tori, Tectorium angularis adorale und aborale, Os peristomiale und dem Mundschilde.

η. Die Synostosen, welche die Dorsalplatten der Arme sowohl unter sich, wie mit den Seitenplatten, — die Seitenplatten ferner unter sich, wie mit den Bauchplatten und Schüppchen — und endlich die Bauchplatten unter sich und mit den Schüppchen verbinden.

ϑ. Die peripherischen Verbindungen der Wirbel und Mundeckstücke. Diese verknüpfen sämmtliche Wirbel ausser dem ersten und zweiten vorn und oben an beiden Seiten mit den Dorsal- und Lateralplatten der Arme, — die unteren Wirbelfortsätze mit den Schüppchen und Bauchschildern der Arme, — die Mundeckstücke mit dem Os peristomiale und dem Tectorium angularis aborale und adorale, — die seitlichen Flügel der drei ersten Wirbel endlich mit den anliegenden Genitalspangen.

ι. Die Verbindungen der Wirbelgelenkflächen unter einander. Dies sind die Bindegewebszüge, welche in mannigfacher Verflechtung zwischen den Gelenkhöckern der vorderen und hinteren Wirbelfläche einherziehen (Fig. 32). Da oben gemeldet wurde, dass nur die vordere Fläche bis zu den Rückenplatten hinaufreicht, die hintere tiefer endigt, dem Abfall der oberen Wirbelfläche zufolge, so müssen von jenen Verbindungen getrennt werden

κ, die eigentlichen Zwischenwirbelbänder, zwei hohe und schmale Ligamente von gestrecktem Faserverlauf (Fig. 15 u. 32 *Lig.*), welche jene Unvollständigkeit des Wirbels an seiner Hinterseite ergänzen.

λ. Die Synostosen, welche die benachbarten Mundeckstücke verschiedener Arme zusammenhalten (die Seite *cd* im Holzschn. Cap. I, 7).

μ. Zwölf frei in die Leibeshöhle hineinragende Bänder, je eines an jeder Seite des zweiten Wirbels, von den darüberliegenden Scheibenrückenplatten schräg nach unten zu ihm herabsteigend (Fig. 17 *Lig.*). Da diese Bänder gefaltet sind, so kommen im Schnitt nur die vorsprin-

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

genden Falten zum Vorschein, und das Band hat das Ansehen, als ob es in mehrere getheilt oder durchbrochen wäre. Je zwei solche benachbarte Bänder sind bestimmt, eine Darmausbuchtung zwischen sich aufzunehmen.

ν. Die Bänder zwischen den Stacheln und den Seitenplatten (Fig. 44 *Lig.*). Wie schon gesagt wurde, ruht jeder Stachel auf zwei vertical übereinanderstehenden Buckeln. Nun entspringen drei Bänder so an der Seitenplatte, dass die drei Insertionspuncte ebenfalls in eine verticale Ebene fallen, der eine oberhalb des oberen Buckels, der zweite zwischen beiden Buckeln und der dritte unterhalb des unteren (Fig. 42). Die drei Bandmassen verbreitern sich aber sogleich, um ausstrahlend ineinander überzugehen und ihre Fasern zu einem dichten Polster zu verbinden, das als vorzügliche Gelenkfläche sich eng den Buckeln anschmiegt und nur eine geringe Reibung bei der Bewegung der Stacheln an den glatten und glasigen Buckeln setzt. Nach aussen steht dieses Faserpolster, wie mit jedem Knochen seine Unterlage, so mit den Stacheln in fester organischer Verbindung, indem die Fibrillen zwischen die Kalkstäbe und Zellen eindringen. Die Form der Knochen- und Bandverbindung macht das Stachelgelenk zu einem sehr schönen Ginglymus, welcher die Bewegungen des Stachels auf eine einzige Ebene reducirt, auf die Aufrichtung nämlich nach vorn (nicht oben), bezw. die Zurückbeugung. Bei dieser ganz ausgezeichneten Gelenkverbindung würden die Bewegungen der Stacheln auf den Buckeln ungemein leicht ausführbar sein, wenn nicht diese Gelenke eine festere kalkhaltige Kapsel besässen (s. oben), die bei grösseren Verschiebungen sehr hinderlich werden muss.

Will man sich nach diesem ein Schema der Hautschichten der verschiedenen Echinodermen construiren, so kann das meiner Meinung nach nur so ausfallen:

Die oberste Schicht ist die Cuticula mit den Wimpern. Darunter folgen Zellen, welche aus dem äusseren Keimblatt des Embryo herstammen. Diese Zellen persistiren entweder überall als Wimperzellen oder, wo Skeletbildung vorkommt, als Knochenzellen. Unter ihrer Lage folgen endlich als tiefste Schicht die Bindegewebsfasern. Sie dringen da, wo mehrere Knochenplatten übereinander liegen, zwischen diese ein; da wo Verknöcherung fehlt, liegen sie direct der Epithelschicht an, die selbst wieder, wie uns Hoffmann von den Asteriden berichtet, zu rudimentären Brocken zusammenschrumpfen kann. In der Hoffmann'schen Darstellung von der Asteridenhaut, welche mit den meisten Lehrbüchern übereinstimmt und welche diese Haut ausser dem Epithel lediglich aus Bindegewebsfasern bestehen lässt, muss hinzugefügt wer-

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

den, dass, meinem Schema entsprechend, alle Verknöcherungsstellen eine Zelleninfiltration aufweisen, wie ich denn an den Hautknochentafeln von Asteracanthion tenuispinus und rubens in entkalkten Schnitten überall trotz einem gewissen Ueberfluss an Bindegewebsfasern deutliche Kerne in den Knotenpuncten beobachtete.

Fasst man das hier aufgestellte Schema der Hautschichten ins Auge und bedenkt man, dass es Hauttheile giebt, welchen die Cuticula fehlt (Stachelspitzen), andere, an welchen das Epithel und die totale Zellenlage verkümmert, und dass die Bindegewebsfasern, wie überall, so auch hier schwerlich zu den wesentlichen Theilen der Haut gerechnet werden dürfen, so wird man nicht leugnen können, dass die Haut auch zu einem Stadium zurückzusinken vermag, wo sie nur noch eine Cuticula vorstellt, dass also das Vorhandensein einer solchen Cuticula an Stellen der Körperoberfläche, welche einer wohl ausgebildeten Haut ermangeln, genügen kann, um als Vertreter oder Rest einer solchen zu gelten. Wir werden nun weiter unten sehen, dass die Epithelzellenschicht des Darmrohres im Grunde des Mundes unmittelbar in die Zellenschicht des Nervensystems übergeht, woraus mehrfache Schwierigkeiten erwachsen (an getheilten Thieren z. B. verklebt die Magenwand unmittelbar durch ein festes Narbengewebe mit den Rückenplatten der Scheibe). Wenn also hier das ursprüngliche Verhältniss des Embryo, wo Haut und Darm eine continuirliche Membran bilden, durchbrochen erscheint, so muss der verdünnte obere Rand der Ossa peristomialia um so mehr Gewicht erlangen, da er die anfängliche Norm restaurirt. Dieser verdünnte Rand ist aber weiter nichts als eine Cuticula, welche, jener Verbindungsstelle von Darm und Nervenring aufliegend, bis in den Magenanfang, der im übrigen einer solchen Membran entbehrt (Fig. 18 u. 23) hineinreicht. Das Nervensystem besitzt ebensowenig eine Cuticula; zudem macht jenes Häutchen, wenn zufällig die Epithelübergangsstelle sich etwas faltet (dieselben Figuren), die Biegungen nicht mit, sondern verläuft glatt darüber hinweg nach oben zum Magen, nach unten zum Skelet. Es kann daher wohl keine Frage mehr sein, dass dieses Häutchen der wirkliche Rest der äusseren Haut ist. Kann aber das Integument bei der Ophiactis, — wo es doch am ganzen Körper so sehr zur Ossification inclinirt, — in so rudimentärer Form auftreten, so finde ich keinen Grund, warum es nicht bei den Seesternen, bei deren viel biegsamerer Haut jene Tendenz ungleich weniger bestimmt ausgesprochen ist, nicht in grösserer Ausdehnung als hier, in der ganzen Ambulacralrinne nämlich, dieselbe Beschaffenheit angenommen haben sollte. Ich behaupte also (und folge darin der verbreitetsten Anschauung der Lehrbücher), dass das feine, oft noch reducirte Flimmerepithelium in der

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

Ambulacralrinne der Asterien dieselbe Berechtigung hat als äussere Haut zu gelten, wie die dicke Hautschicht am Rücken mit ihren Knochenplatten, Stacheln, Pedicellarien etc. Andererseits habe ich die Bauchplatten der Ophiurenarme, welche J. Müller als superambulacral bezeichnet (XIV, p. 173), ohne damit eine Erklärung abzugeben, als homodyname Theile der Ossa peristomialia aufgestellt und muss jetzt diese Homologie weiter auf die cuticulare Verdünnung derselben Knochen ausdehnen. Aus diesem zusammen aber folgere ich, dass die Bauchplatten sammt diesen Knochen jenem Epithelüberzug in der Ambulacralrinne der Seesterne homolog seien, und nehme die gleiche Homologie für die die Längsnervenstämme der Holothurien bedeckende Hautschicht in Anspruch. Will man mir aber in diesen Anschauungen beistimmen, so wird man mir auch die Richtigkeit meiner Skeleteintheilung zugeben, wenn sie die Wirbel und Mundeckstücke der Ophiuren und damit zugleich die Armwirbel der Asterien als innere Skeletstücke allen übrigen als äusseren contraponirt, wie dies Gegenbaur u. a. andeutet, ohne es streng durchzuführen (II, p. 308 ff). Noch mehr aber ist die Homologie der Bauchhaut der Arme bei den verschiedenen Echinodermen zu erweisen gesucht, um den Ableitungen Greeff's entgegenzutreten (V, p. 165—169). Greeff schliesst bekanntlich so: bei Ophiuren und Holothurien soll sich zwischen ambulacralem Nervenband und Haut, bezw. den Armbauchplatten der ersteren, ein Canal befinden, und dieser wird als Homologon der offenen Ambulacralrinne der Asterien genommen. Es sollen daher jene Typen (von den Seeigeln sehe ich ab) aus den letzteren sich entwickelt haben, indem die adambulacralen Platten Fortsätze über die Rinne ausschickten, die sich verbanden und sie überwölbten, woraus die Ophiuren entstanden, — indem sich unter gleicher Ueberwölbung die Rinne auf die aborale Seite fortsetzte bis zum oberen Pole, mit gleichzeitiger Verlängerung der Mundscheitelachse, um so die Holothurien ans Licht zu fördern; — oder der umgekehrte Weg führte von den Holothurien, als den früheren, zu den Asterien, als den späteren Thiergestalten. — Abgesehen davon, dass die letzte Entscheidung über die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Entwicklungsgeschichte anheimzugeben ist, so müssen doch, will man fertige Thiere aufeinander beziehen, die Theile, deren Umbildung dabei in Frage kommt, noch möglichst ein Gepräge haben, welches den bei der Verwandlung vorgegangenen Process andeutet. Man hätte also zu erwarten, dass in unserem Falle die Ambulacralplatten der Ophiuren entweder noch continuirlich mit den Seitenplatten, den Homologis der Adambulacralplatten der Seesterne, aus denen sie doch hervorgesprosst sein sollen, zusammenhingen, oder dass sie wenigstens, ihrer bilateralen

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

Anlage zufolge, in der Mitte als der Verwachsungsstelle eine Naht zeigten. Beides findet indess nicht statt, sondern die erwartete Naht in der Mitte fehlt, die unerwartete aber an der Berührungsstelle mit der Seitenplatte ist vorhanden. Endlich habe ich noch ganz besonders nachdrücklich zu betonen, dass ich von einem Zwischenraum oder Canal zwischen Nervenband und Bauchplatte bei meiner Ophiactis nicht nur nichts fand, sondern sogar einen ziemlich festen Zusammenhang zwischen beiden, so zwar, dass eine Trennung, die bei zu hohem Hitzegrade eindringendes Wachs erzwingen wollte, nur auf Kosten des zerstörten, lockeren Knochengewebes der Platten geschehen konnte (Fig. 32), während das Nervenband immer noch fest an den Ligamenten zwischen den Bauchschildern anhaftete (das Nähere über diese Lagerungsverhältnisse s. Cap. V. C).

Drittes Capitel. Stamm- oder Skeletmuskeln.

Ich setze den verschiedenen zarten Muskelfasern, die in den Weichtheilen sich finden und bei diesen erwähnt werden sollen, die Skelet- oder Stammmuskeln entgegen und verstehe darunter alle die Muskeln, welche sich mit beiden Enden an Skelettheilen inseriren und ausschliesslich zu deren Bewegung dienen. Man kann ihnen im Allgemeinen nachsagen, dass in der Ruhelage die Fasern sämmtlich einen geraden Verlauf haben und dass alle Fasern eines Muskels parallel gerichtet sind, mit einziger Ausnahme derer der Musculi spinales, welche einen sehr regelmässigen Conus formiren.

A. Muskeln der Arme.

1. Zwischenwirbelmuskeln, Musc. intervertebrales (Fig. 14, 15, 33, 36 *M. iv*). Diese Muskeln kommen an den vorderen Armgliedern den aboralen interradialen Muskeln, den stärksten des Thieres, beinahe gleich. Zu jedem Armgliede gehören zwei, einer zu jeder Seite. Die weitere Trennung in obere und untere, die J. Müller vornimmt (XIV, p. 173), hält bei genauerer Untersuchung nicht Stich, denn es findet sich, dass sie die ganze seitliche Höhlung zwischen Wirbel und Seitenplatte vollständig ausfüllen. Ein etwas seitlich fallender, verticaler Längsschnitt zeigt ihre totale Höhenausdehnung (Fig. 33). Sie setzen sich an der Rückseite der Wirbelflügel und der hinteren unteren Fortsätze mit ihren vorderen Enden an und finden ihre hintere Begrenzung an der Vorderseite der Flügel und der vorderen unteren Fortsätze des nächstfolgenden Wirbels. Da aber die Entfernung zwischen den unteren Fortsätzen eines Wirbels auf jeder Hälfte grösser ist

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

als die Dicke seines Flügels, so müssen die Muskelfasern, welche die Zwischenräume zwischen den Wirbeln einnehmen, oben länger sein als unten. Je weiter nach unten, um so kürzer werden sie, und die kürzesten liegen direct neben dem Nervenstamme, wo sie den betreffenden Muskelnerven aufnehmen. Gegen das Ende der Arme werden diese Muskeln natürlich schwächer und schwächer, an den vorletzten Gliedern erkennt man nur reducirte Bündelchen zwischen Nerven- und Gefässstamm (Fig. 36), und am allerletzten gelang mirs gar nicht mehr sie wahrzunehmen. Die Richtung der Zwischenwirbelmuskelfasern fällt durchweg mit der des Armes zusammen, und nur das erste Paar macht eine unerhebliche Ausnahme, da es vom ersten Wirbel divergirend zu den hinteren Flächen der Mundeckstücke gelangt (Fig. 15 *M. iv*).

2. Stachelmuskeln, Musc. spinales (Fig. 14, 41, 42 *M. sp*). Die Anzahl der jeden Stachel der vorderen Armglieder bewegenden Muskeln wechselt von eins bis drei, dem einen Hauptmuskel können sich noch ein Paar schwächere Nebenmuskeln mit gleicher Wirkungsfähigkeit zugesellen. Der Hauptmuskel (wie ähnlich die Nebenmuskeln) besteht aus nicht gerade zahlreichen, ziemlich feinen Fasern, welche einen sehr regelmässigen Kegel construiren. Dessen Basis wurzelt an der Innenfläche der Seitenplatten, während die Spitze im mittleren Stachelbande sich verliert. Hier wäre ein solcher Fall, wo uns mit Semper die Unterscheidung zwischen Bindegewebs- und Muskelfibrille zur Unmöglichkeit würde, wenn uns nicht die Contractionszustände derselben Muskeln aus der Noth hälfen; so hat ein solcher Muskel in Fig. 44 (rechts oben) seine Conusgestalt verlassen und sich zu einem Flaschenbauche verdickt, dessen Hals von dem bindegewebigen Ligamente gebildet wird. Leider liegen die Muskeln immer so dicht im Knochengewebe der Lateralplatten vergraben, dass man einen Canal nicht nachweisen kann; doch wird jeder einzelne seinen eigenen Canal besitzen müssen. Wie der Hauptmuskel zum mittleren Stachelbande, so verhalten sich die schwächeren Nebenmuskeln (Fig. 42) zu den äusseren Bändern ober- und unterhalb der Buckel. Die Muskeln gehören der vorderen Stachelseite an und ihre Basis liegt dem Munde näher als die Spitze (Fig. 14). So werden sie allein das Aufrichten der Stacheln besorgen können, während die Aufgabe des Zurückbiegens der Elasticität der Bandmasse zufallen muss (dasselbe Verhältniss, wie bei den Muscheln zwischen Schalenschliesser und elastischem Bande). Ob an den Spitzen ausgewachsener Arme, wo die Stacheln von den Seitenplatten abgegliedert sind, sie noch von besonderen Muskeln regiert werden, scheint mir mehr als zweifelhaft; sind welche vorhanden, worauf vielleicht der vorletzte Stachel in Fig. 37 hinweist, so durchsetzen sie doch sicher

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

nicht die ganze Seitenplatte, sondern entspringen aus dieser dicht am Stachel.

B. Muskeln der Scheibe.

Streckten sich die Hauptmuskeln des Armes, die Zwischenwirbelmuskeln, nach der Armrichtung, also radiär, so spannt sich zwischen den Mundeckstücken ein Kranz von achtzehn Muskeln aus, deren Fasern senkrecht zu jener Richtung, also circulär verlaufen, wozu die Divergenz der ersten Zwischenwirbelmuskeln den Uebergang bildete. Diesem äusseren Muskelkranze läuft ein innerer parallel (6), während die Zahnmuskeln wieder die radiäre Richtung einhalten. Wir erhalten so folgende Muskeln:

Zwischen den einander zugekehrten Mundeckstücken verschiedener Arme:

3. Musc. interradialis aboralis (Fig. 14, 15, 16, 20, 24, 27 *M. ab*), der stärkste aller Muskeln, dem die totale äussere Fläche der Mundeckstücke zum Ansatz dient.

Zwischen den Mundeckstücken desselben Armes:

4. M. radialis superior[1]) (Fig. 15, 16, 18, 20, 23, 27 *M. r. s*).

5. Musc. radialis inferior (Fig. 18, 20, 21 *M. r. i*). Diese Muskeln stehen so genau übereinander, und ihre Insertionsflächen (s. Holzschn. Cap. I, 7) bilden eine so zusammenpassende Figur, ein unterbrochenes Dreieck nämlich, wo der obere Muskel die viereckige Basis, der untere die Spitze einnimmt, dass man sich schwer von der Duplicität des Muskels überzeugen mag. Schnitte lassen indess keinen Zweifel; so giebt ein Verticalschnitt, parallel mit der Armrichtung, aus der Mitte des Armes (Fig. 18) das Verhältniss direct, ebenso ein solcher transversal zum Arme (Fig. 20); und in Reihen von Horizontalschnitten haben die ersten Schnitte die fraglichen Muskelfasern, den nächsten fehlen sie, um in den folgenden wieder zu erscheinen. Man braucht nur einen Querschnitt anzusehen, um zu erkennen, dass der obere Muskel den unteren weit an Masse überwiegt (Fig. 18). Die Fasern des oberen sind überdies gleich lang, während die des unteren nach unten an Länge abnehmen (Fig. 21). Bemerkt sei noch, dass ich, allerdings nur ein einziges Mal, die Andeutung eines entsprechenden Muskels (den morphologischen Werth s. u.) im zweiten Armgliede traf (Fig. 18 rechts unten, mit als *M. sp.* bezeichnet). Kurze und schwache, aber deutliche Fasern, setzen sich seitlich am Nerven an und verlaufen transversal zum Arme.

1) Unter dem Ausdruck »radialis« ist hier natürlich nicht die Richtung, sondern nur die Lagerung im Radius zu verstehen. Die Richtung ist senkrecht zum Radius.

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

Der innere Kranz kommt zu Stande durch Versechsfachung eines kleinen Muskels, des

6. Musc. interradialis aboralis inferior (Fig. 14, 16, 18, 19, 24 *M. ad. i*). Dieser schmale, hohe Muskel (seine Höhe gleicht der unteren Hälfte des Torus) mit circulärem Faserverlauf verbindet die aneinander gelagerten adoralen Enden der Mundeckstücke verschiedener Arme. Der horizontale Schnitt giebt, wie beim vorigen der verticale, ein Paralleltrapez oder selbst ein gleichschenkliges Dreieck (Fig. 16), dessen Basis der Torus, dessen Seiten die Mundeckstücke bilden.

7. Die Zahnmuskeln, Musc. interradiales adorales superiores (Fig. 15, 18, 19 *M. ad. s*). Hiervon kommen auf jeden Interradius zwei, nicht zwei Paare, denn ein jeder erscheint im Horizontalschnitt (Fig. 15) solid und nicht in zwei getheilt (woraus ich oben die einfachen Oeffnungen des Torus folgerte, Cap. I, 14). Sie stehen genau über den vorhergehenden, aber ihr Faserverlauf kreuzt den jener. Dabei steigen sie nach dem Munde zu ein wenig auf, zumal der oberste. Sie entspringen an denselben Mundeckstückseiten, welche die Insertionen des vorigen enthielten. Von hier treten sie durch je eine Oeffnung des Torus zu den beiden obersten Zähnen, welche also allein eine eigene Muskulatur bekommen.

Es ist nicht ganz leicht, sich von der Wirkungsweise aller dieser Muskeln eine sichere Vorstellung zu machen. Am ehesten gelingt dies bei den Armen. Einseitige Muskelcontraction muss den Arm in der Horizontalebene (das Thier flach liegend gedacht) nach derselben Seite krümmen, welche Bewegung man als die Hauptbiegung der Arme mehrfach hervorgehoben hat. Die meisterhafte Geschicklichkeit aber, mit der sich die Thierchen durch die complicirtesten Labyrinthe von Schwammskeleten und Wurmröhren hindurchwinden, verlangt auch noch eine Krümmung der Arme in der Verticalebene; und wenn auch diese nicht so ausgiebig ist als die in der horizontalen, so ist sie doch sicher da, und das setzt die Möglichkeit einer partiellen Contraction desselben Zwischenwirbelmuskels in seinen oberen oder unteren Theilen. Damit aber die daraus resultirende Bewegung einigermassen beträchtlich werde, ist die Zusammenwirkung gleicher Muskelpartieen aus beiden Armhälften erforderlich; und man sieht, dass die Compositionen, in denen die Muskeltheile desselben Armgliedes ihre Thätigkeit oder Ruhe verbinden können, ziemlich mannigfache sind, woraus wohl eine ähnliche Complication des Armnervensystems erwächst (s. Cap. V. C).

Zu der Wirkung der Stachelmuskeln ist kaum etwas Weiteres hinzuzufügen, als was sich aus der Bezeichnung der Stacheln als »aufrichtbar« (I, p. 251) unmittelbar ergiebt.

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

Die sämmtlichen übrigen Muskeln haben wohl lediglich die Aufnahme und Zerkleinerung der Nahrung zur Aufgabe; und man könnte sie daher als Kaumuskeln von den beiden ersten Classen, als den locomotorischen Muskeln, principiell nach der Function absondern. Die gemeinsame Wirkung des äusseren Kranzes (3, 4, 5) wird durch Verkürzung seiner Peripherie eine Verengerung der Mundhöhle im Gefolge haben; und das ist vielleicht die Hauptthätigkeit dieser Muskeln, da dadurch die Zähne einander bis zur Berührung genähert und in Action versetzt werden können. Ein solches abwechselndes Vorstossen und Zurückziehen der Zähne könnte vielleicht als wirksamste Kaubewegung gelten, wenn nicht die überwiegende Länge der beiden oberen Zähne den festen Schluss der unteren unmöglich machte. Dieses Hinderniss zu beseitigen, dienen die Muskeln dieser oberen Zähne (7), welche sie in die Höhe heben und so ihre Spitzen in die gleiche verticale Linie mit denen der unteren bringen. Auf diese Weise können dann die sechs Zahnreihen fest aneinander schliessen und so zunächst den einwandernden Bissen ergreifen und festhalten. Und in der That glaube ich, dass die plötzliche gemeinsame Contraction des äusseren Muskelkranzes zunächst zu solchem Zweck ins Werk tritt. Um den festgehaltenen Bissen zu zerkleinern wird bei der Kleinheit und Festigkeit der Nahrungsstoffe eine feine, reibende, nagende Bewegung der einzelnen Zahnreihen am dienlichsten sein. Diese können die Muskeln unter Nr. 6 erzeugen, denn wenn sie sich zusammenziehen, werden sie ihre Insertionspuncte, die Endflächen der Mundeckstücke, einander nähern, was nach deren Form nicht ohne ein gewisses Vorschieben nach dem Munde zu geschehen kann. Die Mundeckstücke werden so auf den Torus drücken und mit diesem die Zähne vorstossen, die durch Erschlaffung desselben Muskels wieder zurückgehen. Die oberen beiden Zähne aber werden durch ihre Muskeln gut befähigt sein, durch Auf- und Niederklappen die zerkauten Nahrungstheile in den Magen hineinzuschaufeln. Es bleibt dabei eine gegenseitige Reibung benachbarter Zahnreihen aneinander durch partielle Contraction des äusseren Muskelkranzes (3, 4, 5) nicht ausgeschlossen; und diese ist allein im Stande, den einzelnen Eventualitäten, welche ein etwaiges Verschieben des Bissens in die Mundwinkel setzt, genügend zu begegnen.

Noch muss auf eine äusserst zweckgemässe Einrichtung hingewiesen werden, welche sich mit der auffälligen Länge der oberen Zähne, den unteren gegenüber, verbindet. Man könnte fragen, wozu diese Complication, welche doch eine besondere Abänderung im Plane der Muskelanlage dazu verlangt, nothwendig sei. Und doch ist der Nutzen, der dadurch erreicht wird, auffällig und die Nothwendigkeit einleuch-

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

tend genug. Wenn nämlich die gesammte Kaumuskulatur erschlafft und in den Ruhezustand zurücksinkt, so wird durch die Verlängerung der Fasern des äusseren Muskelkranzes die Mundöffnung erweitert werden, und diese Erweiterung wird sich steigern durch Erschlaffung der Muskeln 6 und daraus folgendes Zurückschnellen des Torus. So würde denn ein freier, offener Eingang in den Magen geschaffen, der dem Wiederaustreten der aufgenommenen Speise nichts in den Weg legte. Jetzt erschlaffen aber zugleich die Zahnmuskeln, dadurch fallen die oberen Zähne aus ihrer aufgerichteten Stellung in die horizontale herab, und ihre Länge genügt, um auch bei diesem Ruhezustand der gesammten Kaumuskulatur einen vollständigen Verschluss des Magens ohne allen weiteren Kraftaufwand herbeizuführen. Ich erblicke hierin einen ähnlichen Mechanismus wie den, der den Fuss des schlafenden Vogels rein durch den Sehnenverlauf noch fest den stützenden Zweig umklammern lässt, und daneben einen physiologischen Ersatz für die membranöse Bauchscheibe der Asterien, die Membrana buccalis Autt.

Diese hübsche Einrichtung drückt ferner die zum Auswerfen der Faecalreste nöthigen Bewegungen auf ein minimales Maass herab; denn allein die Contraction der kleinen Zahnmuskeln wird bei völliger Ruhe der übrigen Kaumuskulatur durch Aufrichten der oberen Zähne den Mund- und Mageneingang wieder passabel machen.

Von der Histologie der Skeletmuskelfasern finde ich Folgendes bemerkenswerth: Sie haben stets die volle Länge des Muskels, den sie aufbauen (Fig. 30 *A*). Ihre Stärke correspondirt im Allgemeinen mit der des Muskels, aus dem sie stammen, und zwar in der Weise, dass die kleinen Muskeln (6, 7) nur schwache Fasern haben, den grossen aber häufig dünnere unter die dicken beigemengt sind. Auf Schnitten (Fig. 23, 40, 41) sieht man die Fasern, die einen rundlichen oder meist polygonalen Querschnitt besitzen, sich gern zu mehreren aneinanderlegen, um so kleinere Bündel im ganzen Muskel zu bilden. Auch sind mir fast nur ganz gerade, gestreckte Fasern vorgekommen, was mit Tiedemann übereinstimmt (XIX, p. 28).

Ein Sarcolemm, das Hoffmann und Schwalbe u. a. (VIII, p. 9 u. 24) deutlich, Semper (XVII, p. 112) weniger klar sahen, konnte ich an solchen Fasern ziemlich sicher constatiren, welche bei der tetanischen Zusammenziehung von ihrem einen Insertionspuncte losgerissen waren (Fig. 30 *C*); es blieben dann an diesem Ende zarte Häutchen, welche in das fibrilläre Bindegewebe des Knochens übergingen oder doch daran sich ansetzten. Ob ovale Kerne, die man zwischen den Muskeln hier und da antrifft (Fig. 30 *A*, 42) zu dem Sarcolemm gehören, will ich nicht entscheiden; in den völlig soliden und gleichmässigen Muskel-

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

fasern selbst habe ich nur selten ein Kernrudiment wahrgenommen. In der Frage nach der Quer- oder doppelten Schrägstreifung stelle ich mich auf die Seite derer, welche sie leugnen, wie v. Siebold (XVIII, p. 81 Anm.), Semper (XVII, p. 112), Quatrefages an den transversalen Muskeln der Synapten (XVI, p. 42), Hoffmann (VII, p. 3, VIII, p. 9 u. 24). Von den gegentheiligen Angaben Quatrefage's an den Längsmuskeln der Synapten (XVI, p. 45), Leydig's (XI, p. 135, XII, p. 306), Valentin's (XXI, p. 101), Schwalbe's (VII, p. III, VIII, p. 9 u. 24) u. a. ist mir besonders die Bemerkung Schwalbe's auffällig, wonach er eine schöne doppelte Schrägstreifung an der Kaumuskulatur der Ophiothrix fragilis zu Gesicht bekam. In der Alkoholbehandlung kann deren Fehlen bei meinen Präparaten schwerlich liegen, da Leydig diese gerade gebrauchte, um die Querstreifung an Muskelfasern zu verdeutlichen (XI, p. 142), und ich weiss daher die Disharmonie der Angaben nicht aufzulösen. Der Inhalt der Muskelfasern der Ophiactis war überall gleichmässig homogen, womit ich nicht behaupte, dass sich nicht eine stärkere diffuse Ansammlung an einzelnen grösseren Stellen durch dunklere Schatten documentirt hätte (Fig. 3 *A*); eins aber bemerkte ich daran, was ich noch nirgends erwähnt finde, das ist die besenartige Ausfransung der Fasern an den Insertionsenden. Nur selten bekommt man so glatt einsetzende Fasern, wie die in Fig. 32 *B*, die fibrilläre Auflösung an den Enden beschränkt sich vielmehr oft nicht auf diese, sondern ergreift besonders in Muskel 6 die Fasern in ihrer ganzen Länge; und ich habe Fasern gesehen, an denen sich in ganzer Länge einzelne Fibrillen vollkommen frei abgespalten hatten. Bei genauem Einstellen auf den glatt abgeschnittenen Rand einer durchgerissenen Faser (Fig. 30 *B*) erscheint dieser bisweilen sehr zart gefranst, was wohl einen ähnlichen, noch feineren Fibrillenzerfall anzeigt.

Viertes Capitel. Verdauungsorgane. Leibeshöhle. Genitalien.

Es kann kein Zweifel sein, dass man physiologisch den Beginn des Verdauungsapparates, also die Mundöffnung, in die untere Scheibenfläche selbst, da wo die äussersten Zähnchen sich entgegenstehen, zu setzen hat; dass dies keineswegs bei allen Ophiuren, morphologisch bemessen, der gleiche Punct, werden wir später sehen. Die in der Ruhe weit klaffende Mundöffnung führt in die Mundhöhle und diese in den Magen; und damit wären wir mit aller Eintheilung des Darmcanales zu Ende.

A. Die Mundhöhle. Die Mundhöhle der Ophiactis kann ähnlich bestimmt werden, wie die der Echinen, nur dass es hier mehr je eine

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

ebene Fläche ist, welche die obere und untere Begrenzung bildet, während bei den Igeln der Schlund sich in der Mitte der Mundhöhle herabsenkt (VII, p. 26). Man wird die gleiche Grenze erhalten, wenn man bei letzteren diesen Schlund in die Höhe zieht, bis seine Oeffnung in die Basalfläche der Laterne zu liegen kommt. Dann hat man als obere Begrenzung des Echinenmundes ein Fünfeck, welches durch ein kleineres Pentagon, gebildet durch die fünf interambulacralen Wülste des Schlundanfanges, sich nach oben öffnet. Gerade so ist die obere Fläche des Ophiactismundes beschaffen (natürlich sechs- statt fünfeckig). Der Magenbeginn besteht nämlich auch hier aus sechs vorspringenden, interradialen Wülsten, welche auf den Zahncolumnen ruhen (wie man es häufig an Präparaten sieht), oder wenigstens mit geringem Abstande sich darüber befinden (Fig. 19). Wie nun der Echinenmund, bezw. das Kaugerüst, eine regelmässige fünfseitige Pyramide vorstellt, indem die unteren Zahnspitzen sich berühren, so liegt uns im Kaugerüst der Ophiactis, deren unterste Zähne in der Ruhe nicht unerheblich von einander abstehen, ein sechsseitiges Prisma vor, mit grösserer Basal- und Endfläche als Höhe (den weiteren Vergleich beider Kauapparate siehe Theil II, Cap. III). Ich hätte das Kauprisma, vom Vergleich absehend, genauer als ein zwölfseitiges bezeichnen müssen, dessen Seiten gebildet werden von den kurzen Schenkeln conjugirter Mundeckstücke und von den Musculis interr. (Cap. III, 3). Als Gerüst des Kauapparates ist also hier aufzuführen, was schon unter dem Skelet beschrieben wurde, die Mundeckstücke und deren Bekleidung, das Os tectorium tori und die Ossa peristomialia; als eigentliche Kaumuskeln sind zu nennen die im vorigen Capitel als Muskeln des äusseren Kranzes unter 3, 4 und 5 geschilderten, dazu als Hülfsmuskeln die unter 6 und 7. Das Lumen der Mundhöhle ist im Horizontalschnitt stets ein sechsstrahliger Stern von sich gleich bleibendem Durchmesser (dem Prisma entsprechend), dessen mittlere Scheibe oben kleiner als unten. Die Begrenzung der Höhle kommt an den Seitenwänden überall durch Harttheile zu Stande, mindestens durch eine Cuticula, den oberen Rand der Ossa peristomialia; die Mundhöhlendecke, die mit dem Beginn der Darmwand identisch, entbehrt der Cuticula. Ihr Epithel ist ein mehrschichtiges, aus kurzen Zellen zusammengesetztes, wodurch es sich wesentlich von dem der Magenhöhle unterscheidet, aber mit dem von Semper für den Holothurien-Schlund und -Kaumagen (XVII, p. 112), von Graber für den Darmanfang von Schizaster canaliferus, merkwürdigerweise als »Endothel« (III, p. 53) beschriebenen Epithel übereinkommt. Zu bemerken ist, da Graber nicht bei allen den von ihm untersuchten Echinodermen Kerne im Darmepithel finden konnte, dass Picrocarmin solche an den

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

hier besprochenen Zellen, wie noch mehr an denen des Magens sehr deutlich hervortreten lässt.

B. Der Magen. Dieser ist im Grossen und Ganzen von einer Form, wie sie im Allgemeinen beschrieben wird, ein flacher Sack mit Einschnürungen. Der letzteren werden gewöhnlich fünf angegeben, denen hier natürlich sechs entsprechen; sie bringen, namentlich an der Unterseite, sechs Ausbuchtungen hervor, die in den Räumen der Scheibe zwischen den Wirbelreihen liegen. Zu diesen sechs grossen Aussackungen kommen sechs kleinere, welche mit jenen alterniren, aber weniger tief herabsteigen. Es sind nämlich die schon in Cap. II genannten, welche sich auf den Armwirbeln zwischen die die Wirbel und Scheibenrückenplatten verbindenden Bänder (Cap. II, 4 μ) hineinlegen. An der Bauchseite schmiegt sich die Magenwand weniger dicht den dort befindlichen Organen an als am Rücken, wo sie fast durchweg eng die Scheibendecke berührt.

Der Mageninhalt ist immer ein spärlicher und füllt das Lumen nur zum kleinsten Theile aus; es sind nicht entfernt jene Sandmassen, welche den Echinendarm in so überschwänglichem Maasse beschweren (VII, p. 96). Nach der Entkalkung bleibt ein schwärzlicher, krümeliger Brei übrig, der etwa von den Schwämmen, auf denen die Thiere vorzugsweise leben, abgeweidet sein mag; nur ausnahmsweise traf ich darin glashelle Blättchen, Schalenreste von Diatomeen oder anderen winzigen Organismen.

Die Structurelemente der Darm- oder Magenwand sind an meinen Spiritusexemplaren sehr schwierig aufzulösen. Ich werde sie am besten nur in drei Häute eintheilen dürfen, aussen das Mesenterium, das zur Leibeshöhle verwiesen werden soll, innen das Epithel, dazwischen die Bindegewebs- und Muskelhaut, über welche letztere ich sehr wenig auszusagen weiss. Meine Beobachtungen zwingen mich leider, mit diesem Schema mich zu bescheiden; das geht aber über das alte Leydig'sche (XI, p. 330) kaum weiter hinaus, als dass es an Stelle der homogenen Tunica propria ein stark kernhaltiges Bindegewebe setzt. Die Fibrillen, die Semper auch hier fand, konnte ich nicht constatiren. Um die Wahrheit zu gestehen, habe ich mich auch von der Existenz einer Muskulatur nicht überzeugen können; und um der negativen Beobachtung einige Beweiskraft zu verschaffen, weise ich auf die verhältnissmässig ausserordentliche Schwäche der betreffenden mittleren Schicht hin, die in den Graber'schen Figuren (III, Taf. I, Fig. 9, Taf. II, Fig. 1) der Länge der Epithelzellen mehr als gleichkommt, bei meinen aber (Fig. 24, 27, 31) um ein mehr-, ja vielfaches von ihr übertroffen wird. Auch hätten mir an solchen Tangentialschnitten des Magens, wie Fig. 15,

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

die Fasern schwerlich entgehen können, da mir doch dergleichen sehr feine Fibrillen, wie im Wassergefässsystem (Cap. V, A) deutlich wurden. Die mittlere Bindegewebsschicht, die somit jedenfalls nur sehr spärlich mit Muskelelementen bedacht ist, bildet ausser einer völligen Hüllmembran des Magens weiter noch das Gerüst der Zotten, die an allen Magentheilen, besonders aber an der Unterseite, vorkommen (Fig. 24, 27, 31). Man kann zum Vergleich die citirten Graber'schen Figuren heranziehen und wird finden, dass wiederum bei der Ophiactis das Gerüst gegen das Epithel zurücksteht. — Das Epithel bildet eine einfache Schicht langer Cylinderzellen, deren grundständige Kerne durch Picrocarmin sehr deutlich werden (bei Graber stehen sie in der Mitte, III. Taf. II, Fig. 2, oder sie fehlen gänzlich, beim Psammechinus, p. 54). Die Zellen sind durchweg sehr lang, ausser am Eingange, wo sie in das oben beschriebene mehrschichtige Epithel sich verflachen. Sie sind meist etwas kürzer in den Vertiefungen zwischen den Zotten, besonders lang auf deren Spitzen, wo sich ihre freien Enden ein wenig erweitern und fächerartig ausbreiten (Fig. 31). Die Zellen in der Tiefe zwischen den Zotten zeigen gern bei sonst gut erhaltenem Epithel ihre Ränder zerrissen, die Aussentheile erscheinen abgefallen oder abgequollen, woraus man vielleicht auf ihre Drüsennatur schliessen kann; auch sonst sieht man im Inneren der Epithelzellen oft feine Körnchenreihen (Fig. 31 links), die ihnen gleichfalls das Aussehen von Drüsenzellen geben, wiewohl man sie ebensogut auf resorbirte Molecüle beziehen könnte. — Die äusserste Schicht, die mesenteriale, gehört zur Wandung der

Leibeshöhle. Ihrer Entwicklung aus einer abgeschnürten Darmausstülpung, die sich zwischen Darm und Integument aufbläht, entsprechend, überzieht die Leibeshöhlenwand als feine Membran alle Organe in der Scheibe. Könnten wir sie abziehen, so würden wir einen genauen Abguss aller der Theile erhalten, die vom Innern des Thieres aus zu erblicken sind; wir erhielten aber noch mehr, sechs Canäle nämlich, die mit ihrem Lumen communiciren und zwischen der oberen Armwirbelfläche und der Unterseite der Armrückenplatten bis zu den Armspitzen verlaufen. Da wo die Armwirbel vorn und oben mit den Seiten- und Rückenplatten zusammenhängen, ist ein solcher Canal auf die freigelassene Lücke beschränkt; ob er aber in der zweiten Hälfte des Wirbels, wo der Weg zwischen Lateralplatten und Intervertebralmuskeln offen steht, jederseits nach unten hinabsteige, ist die Frage; dass er es thue, beweist die Entwicklungsgeschichte (Theil II). Die gewebliche Grundlage der Leibeshöhlenwand mag überall eine feine, hyaline, bindegewebige Haut mit eingestreuten Kernen sein, die andererseits oft

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

auch den ganzen Rest vorzustellen scheint. Sie hängt an der Scheibendecke mit dem fibrillären Bindegewebe zusammen, das, als deren innerste Schicht, vielleicht zum Mesenterium gehört; als ebensolcher Ueberzug lockeren Bindegewebes hüllt sie alle Organe ein, die vom Innern des Thieres sichtbar. Dass sie Wimpern trage, ist mehr als wahrscheinlich; diese bewegen durch ihren Schlag das Seewasser, das durch die Genitalspalten eindringt. Durch letztere steht die Membran jetzt direct mit der äusseren Oberfläche des Integuments in Verbindung, zu dem man im Embryo nur auf Umwegen durch die später geschlossene Communication der Höhle mit dem Darm gelangen konnte. Die Wimperung wird also jetzt continuirlich von der äusseren Haut auf die Leibeshöhle übergehen. Eine Art von Wimperzellen hat mit besonderer Genauigkeit Graber von dem Mesenterium der Holothuria tubulosa nachgewiesen (III. Taf. I, Fig. 6) unter der Form eines feinen Plattenepithels. Ein solches kommt auch hier vor, und zwar unter Verhältnissen, welche auf eine ursprüngliche Zusammensetzung der ganzen Auskleidung des Cavums aus solchen Zellen hinweisen. Man findet ein solches reguläres einschichtiges Plattenepithel in vorzüglich schöner Ausbildung z. B. zwischen den Mundeckstücken (Fig. 16), ebenso in den Canälen der Arme, namentlich an den oberen Platten an den Dorsalschildern. Alle diese Localitäten sind gewissermassen stille ungestörte Winkel, die vor den gröberen Bewegungen der Leibescontenta geschützt bleiben. Da nun andere Stellen, welche dieses Vortheils sich nicht erfreuen, zumal die Oberflächen der bewegten Organe selbst, des Magens, der Muskeln etc. auch von der Vollkommenheit der Endothel- oder Epithelauskleidung keine Spur zeigen, so wird man annehmen können, die passiven Bewegungen seien der Grund dieser Trübung, und man hat die im Allgemeinen beschränkte Plattenepithelform als den eigentlichen Character des Mesenteriums gelten zu lassen.

Noch will ich hier besonders der muskulösen Bänder Erwähnung thun, welche, gleichfalls vom Mesenterium überzogen, zur Befestigung des Magens sich durch das Cavum ausspannen. Sie sind kurz und wenig bestimmt an der Decke, lang aber und sehr regelmässig am Boden, wo die Magenaussackungen sich weiter von den Hartgebilden entfernen. Als sehr constant nenne ich zwei Bänder, welche sich von den vorstehenden Kanten der Mundeckstücke, und zwei andere, welche sich vom dritten Armwirbel oder dem Ursprunge der Genitalspangen zu je einer Magenausbuchtung hinüberspannen (Fig. 15). Auch sie erhält ausserdem noch zartere, weniger geregelt erscheinende Suspensorien.

Ueber die Geschlechtsorgane habe ich wenig zu sagen. Ihre An- oder Abwesenheit wird uns mehr im zweiten Theile interes-

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

siren. Hoden habe ich gar nicht wahrgenommen. Die Ovarien halten die übliche Stelle ein. Nicht alle Individuen (während der ersten Jahresmonate in Neapel gesammelt) besitzen sie; und die vorhandenen wechseln in der Ausbildung. Gut entwickelte mögen eine contrahirte Poli'sche Blase um das doppelte und dreifache übertreffen. Eine grosse Anzahl kleiner Eikügelchen baut in dichtem Gedränge den Ballen auf, der durch wenige Einschnitte in spärliche Lappen zerfällt. Instructiver sind kleine Eierstöcke (Fig. 43). Man sieht (rechts) das bekannte Ligament dem Munde zustreben. Bindegewebe, und zwar fasriges, scheint es durch und durch zu bilden. Doch liegt wohl eine andere Hypothese näher. Sollten nicht etwa diese Zipfel Gefässe sein vom oder zum Blutgefässringe, welche die Generationsorgane zu gleichen Annexen der Blutbahn herabdrückten, wie nach Hoffmann bei den Seesternen? Nächst dem Mesenterialüberzuge umhüllt eine mehr oder weniger homogene, vielfach gefältelte Haut ohne Muskelfasern den eibildenden Inhalt. Der scheint aus einem vielschichtigen, kleinzelligen Epithel zu bestehen, aus dessen innersten Elementen die Eier durch Verschmelzung hervorgehen möchten, durch Verschmelzung, weil die Kerne nicht gleichmässig rund oder oval, sondern an der Peripherie mannigfach ausgebuchtet sind. Je weiter nach der Mitte zu, um so voluminöser die nascirenden Eier. Wenn, durch Alkoholcontraction, der Innenkörper, wie in Fig. 43, sich von der Wand loslöst, so bleibt er doch an der aboralen Seite, die der Genitalspalte anliegt, suspendirt. Vielleicht darf man daraus folgern, dass hier, an der Stelle der engsten Verbindung mit der Wand, auch der Eiaustritt stattfinde, dass also die Geschlechtsproducte nicht erst durch Dehiscenz in die Leibeshöhle, sondern direct durch die Genitalspalten nach aussen gefördert werden.

Jedenfalls muss die Differenz mit der gewöhnlichen Angabe der Lehrbücher betont werden, welche die Zeugungsdrüsen als gelappt und aus Blindschläuchen zusammengesetzt beschreibt; bei der Ophiactis bestehen sie nicht aus einzelnen Schläuchen, sondern bilden einen soliden Ballen, den einige Einschnitte in höchstens drei wenig gesonderte Lappen abtheilen.

Fünftes Capitel. Die röhrenförmigen Organe.

Durch Semper's, Greeff's und Hoffmann's Untersuchungen an Holothurien, Seesternen und Seeigeln hat sich neuerdings das Nervensystem der Echinodermen (vielleicht von dem der Echinen abgesehen) überall da, wo man genauer nachforschte, als aus einer oder mehreren Röhren bestehend erwiesen. Für die Ophiuren fehlt mit der Unter-

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

suchung die Erkenntniss. Ich bin in Betreff der Ophiactis zu Resultaten gekommen, die mit dem Bauplane der übrigen Stachelhäuter harmoniren. Dabei war ich zugleich auf das Blutgefässsystem hingewiesen, und fand auch auf diesem wenig angebauten Felde mit den übrigen übereinstimmende Thatsachen. Nicht weniger liessen die bisher sehr vernachlässigten Wassergefässe genug des Neuen aufdecken.

A. Das Wassergefässsystem.

Von dem Wassergefässsystem der Ophiuren kenne ich ausser dem allgemeinen Schema, dass ein Ringcanal und radiale Stämme in den Armen vorhanden seien, mit Seitenästen zu den Tentakeln, ohne Ampullen, nur die positive Angabe J. Müller's (XIV. Taf. VI, Fig. 10), dass sich mit dem Ringcanal vier Poli'sche Blasen verbinden, während die fünfte als Steincanal (durch Kalkeinlagerungen in der Membran als solcher characterisirt) zur Madreporenplatte herabsteige. Von der Madreporenplatte bemerkt ferner Bronn Folgendes (I, p. 253): »Bei den Ophiuren fällt die Madreporenplatte mit einem der fünf in den Winkeln zwischen den Armen auf der Scheibe liegenden grösseren Mundschilder zusammen, welches sich durch eine mittlere Erhöhung oder Vertiefung seiner Oberfläche (einen Umbo) vor den andern auszeichnet, aber nicht selbst siebartig durchlöchert, sondern ihr von aussen aufgewachsen ist. Die Platte liegt also versteckt darunter und communicirt nach aussen nur durch einen Porus auf dem linken Rande des Mundschildes dicht am Vorderende der angrenzenden Genitalspalte«. Das Schema J. Müller's würde nun recht gut auf das, welches Gegenbaur (II, p. 334) von den Seesternen aufstellt (man braucht nur die Madreporenplatte von dem Rücken nach dem Bauche wandern zu lassen), und so in den allgemeinen Bauplan passen, wenn nicht der letztere durch Hoffmann's Untersuchungen inzwischen mancherlei Abänderungen erfahren hätte. Ich gebe daher jetzt, was ich bei der Ophiactis durch die verschiedensten Schnitte eruirte.

1. Der Wassergefässstamm eines jeden Armes, Vas ambulacrale brachiale horizontale (Fig. 32, 36, 39, 40, 41 *V. h*) ist eine horizontale Röhre von durchweg kreisförmigem Querschnitt, die in den Armen dicht an die untere Wirbelfläche angedrückt ist. Dass die Wirbel aber nur in ihrer aboralen Hälfte, wo ihre Fortsätze nach den Bauchplatten hinunterstreben, eine wirkliche Rinne bilden, habe ich in Cap. I zu zeigen gesucht. Die Gefässwände liegen also allemal unter dem Wirbelgelenk und von diesem ein Stück rückwärts weniger dem Knochen an, als vor dem Gelenke, so dass eine regelmässige Reihe abwechselnd freier und den Knochen berührender Gefäss-

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

abschnitte entsteht, was für die Histologie weitere Folgen hat. Eine merkliche Abnahme des Lumens mit der Entfernung vom Munde kann ich nicht finden. Zu jedem Armgliede gehören zwei genau symmetrische Seitenäste, Vasa ambulacralia tentaculorum (Fig. 32, 33, 36, 40, 41 *V. t*), welche am Hauptstamm beginnen und am Tentakelanfang aufhören, sich frei ins Füsschen öffnend. Gegen die Spitze der Arme entspringen sie seitlich aus dem Hauptstamm (Fig. 36), um ein wenig divergirend, fast ohne eigenen Verlauf, sofort mit dem Füsschen sich zu verbinden. Gegen die Basis jedoch werden sie länger und nehmen einen verwickelteren Weg. Zunächst rücken die beiden Anfangsstücke am Hauptgefässstamm von dessen Seiten auf die Dorsalfläche, wo sie sich zu einer gemeinsamen, kurzen, senkrecht emporsteigenden Wurzel verbinden (Fig. 40 u. 41). Diese theilt sich bald in die zwei Zweige, die jetzt anfangs divergirend, dann wieder sich einander zuneigend, mit einer Beugung nach vorn (Fig. 32, 39, 41) in die Höhe streben, wodurch eine Ypsilon- oder Leierform herauskommt. Die Schenkel derselben entsprechen aber nur den aufsteigenden Schenkeln der brachialen Seitenwassergefässe, von denen je ein absteigender zu unterscheiden; denn wenn das Gefäss mit der Richtung nach vorn und oben ziemlich die ganze Wirbeldicke durchklettert hat, so biegt es schleifenartig um (Fig. 41), um etwas nach aussen (später sich wieder einwärts wendend) und unten den Wirbel weiter zu durchbohren, an der unteren Fläche von dessen Flügel herauszutreten und hier unmittelbar in den Tentakel sich zu öffnen (Fig. 39). Das ganze Seitengefäss liegt also in einem Wirbelcanal; sein Lumen steht dem des Hauptstammes nur wenig nach, alle Aussackungen oder Erweiterungen fehlen ihm. Der unpaare Hauptstamm läuft am Armende in das dortige unpaare Füsschen aus (siehe D), in dem er blind endigt; vorn biegt er unter völlig rechtem Winkel um in

2. das radiale aufsteigende Wassergefäss, Vas ambulacrale brachiale (s. radiale) ascendens (Fig. 16, 18, 20, 23, 27 *V. as*). Dieses Gefäss, von verticaler Richtung und gleichem Lumen mit dem unter 1 beschriebenen, dessen vorderer Theil es ist, liegt zwischen den aneinander stossenden Flächen zweier Mundeckstücke desselben Armes, soweit diese von den die Synostosen vermittelnden Bindegewebsfibrillen frei bleiben, d. h. zwischen ihren adoralen Theilen (Fig. 16). Da aus diesem Stamm bisweilen die Gefässe zu den Mundtentakeln, wenigstens zum unteren Paare, hervorkommen, so folgt, dass es zum radialen Stamm gehört, was sich an und für sich von selbst versteht.

3. Der Wassergefässring, Vas ambulacrale anulare

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

(Fig. 15, 19, 20, 24, 27 *V. an*). Dieser stellt weder einen kreisförmigen Ring, noch ein regelmässiges Sechseck dar, was vielmehr dahin zu modificiren ist, dass die Spitzen des Sechsecks, bezw. die Verbindungsstellen mit den Gefässen unter 2, sich zu rundlichen Bogen abstumpfen, die zugleich Erweiterungen oder Ausbiegungen des Ringes sind (Fig. 15). Die Bogen ruhen auf den in Cap. I beschriebenen Rinnen der oberen Mundeckstückflächen, der Ring scheint im ganzen Umkreise eine feine, knöcherne Stützlamelle zu bekommen. Von dem Ring ist weiter nichts zu melden, als dass er eine ganz ausserordentlich grosse Zahl von Gefässen aufnimmt (man wird mit 50—70 kaum zu hoch greifen). Ich nenne vor der Hand nur die zwölf Gefässe zu den Mundtentakeln (zwei in jedem Radius), deren gesammte Canalisirung ich hier vornehmen will. Von den Mundeckstücken habe ich gesagt (Cap. I, 7), dass sie eine senkrechte Durchbohrung haben. Dieser Canal ist der ständigste Weg für die Wassergefässe zu den Mundsaugern, Vasa ambulacralia tentaculorum oris (Fig. 16, 20, 27 *V. o*). Die Gefässe, welche die Durchbohrung ausfüllen, steigen perpendiculär vom Ringcanal herab, um unten in die unteren Mundtentakel zu münden. Da die Ecken des Ringgefässes zu sehr flachen Bogen abgestumpft sind, so fallen diese beiden Gefässe, die doch parallel mit dem aufsteigenden, unpaaren Hauptgefässstamm verlaufen, mit demselben beinahe in eine Ebene, daher man alle drei in einen Verticalschnitt, transversal zur Armrichtung, bekommen kann (Fig. 20), als drei parallele Canäle, einen stärkeren mittleren und zwei schwächere seitliche, die oben durch das entsprechende Stück des Ringcanales communiciren. Von diesen schwächeren seitlichen Canälen, welche die unteren Mundtentakel versorgen, tritt in mittlerer Höhe, wiederum unter einem Winkel von 90°, ein gleich starker, horizontaler, kurzer Seitenast ab (Fig. 20 *V. o. s*), welcher dem Munde zustrebt und in den oberen Mundsauger führt. Die beiden übereinander stehenden Mundsauger werden also in der Regel, wie ich mich überzeugt zu haben glaube, von einem einzigen Gefäss gespeist, das aus dem Ringcanal kommt. Falls dies richtig, kann ich dazu eine interessante Variante berichten (Fig. 27). Während der Norm nach der aufsteigende Wassergefässstamm gar keine Seitenzweige abgiebt, so schickte er in der Ausnahme in mittlerer Höhe einen horizontalen Seitenast ab (natürlich mit entsprechend abweichender Durchbohrung des Mundeckstücks), der sich bald nach unten umbog und in den unteren Mundtentakel überging. Aus dem Ringcanal kam dabei das übliche Gefäss gleichfalls herab; ob es sich aber mit dem eben besprochenen verband und bis zum unteren Mundsauger fortsetzte, oder nur zu dem oberen ablenkte, will ich nicht entscheiden. Das Interesse, das

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

dieser Fall uns abverlangt, bezieht sich auf die Auffassung je eines Mundeckstückpaares als zweier Wirbel. Während diese Zusammensetzung durch den gewöhnlichen Gefässverlauf verwischt ist, hat sich in der Abweichung doch noch eine Andeutung erhalten.

4. Die Poli'schen Blasen, Vesiculae Poli (Fig. 15, 24 27 *Vs. P*). Sie liegen in den Interradien oder Interbrachien der Scheibe. Nach dem bisher üblichen Schema, nach welchem den fünfarmigen Ophiuren vier Poli'sche Blasen zukommen, müssten hier fünf vorhanden sein, oder bei ausgewachsenen Exemplaren, die schon Theilung erlitten haben und mehrere Steincanäle besitzen, auch nur vier und weniger. Statt dessen hat aber die Ophiactis regelmässig sechs. Es sind einfache ovale Blasen, an Spiritusexemplaren von der Farbe und Consistenz kleiner Hirsekörner. Jede hängt an einem Stiel oder Ausführungsgange, der wiederum noch andere Canäle aufnehmen kann (s. u.), so zwar, dass der Ausführungsgang bald oben, bald unten an der Blase ansetzt. Die anderen Enden der Ausführungsgänge münden in den Ringcanal ein.

5. Der oder die Steincanäle, Ductus ossei (Fig. 24, 26, 27 *D. o*). Ich will hier vorwegnehmen, dass die grosse Blase, welche, durch ihre Kalkeinlagerungen zu dem Irrthum verführend, bisher als Steincanal angesehen wurde, sich zusammensetzt erstens aus einer echten Poli'schen Blase, die zweitens in einem dünnhäutigen Schlauche, dem Herzen, steckt. Ihm seitlich an- oder eingedrückt verläuft drittens ein feiner Canal, der als eigentlicher Steincanal angesehen werden muss. Der Canal ist kaum von der Stärke des Ringgefässes. Ich konnte mit aller Deutlichkeit seine freie Oeffnung in das Labyrinth der Madreporenplatte wahrnehmen (Fig. 24); die andere Einmündung freilich, die in das Ringgefäss, entging mir, da in meinen besten Präparaten die beweiskräftigen Stellen durch übergeschobenen Darminhalt getrübt waren. Indessen das überall sich gleichbleibende Caliber des Canals, die Mündung in der Madreporenplatte, das überaus schöne und regelmässige Epithel, das lebhaft an die Gleichmässigkeit der Kalkringe des Asteridensteincanals erinnert, lassen keinen Zweifel, dass wir es hier in der That mit dem echten und wahren Steincanal der Ophiactis zu thun haben. Ich sagte schon, dass den erwachsenen Thieren zwei und mehr solche Steincanäle eigen sind. Dass andere fünfarmige Ophiurenarten nur einen besitzen, ist mehr als wahrscheinlich.

6. Die Madreporenplatte (Fig. 24—27). Der Zahl der Steincanäle correspondirt in der Ophiactis die der Madreporenplatten. Es ist unrichtig, wie ich schon in Cap. I bemerkte, sie mit Bronn einem Mundschilde aufgewachsen sein zu lassen; wenigstens ist hier die Ver-

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

wachsung eine so vollständige, dass die Grenzbestimmung fehlt; und da die labyrinthische Durchbohrung die ganze Platte durchsetzt, so bleibt überhaupt gar kein solider Rest mehr, den man als Mundschild bezeichnen sollte. Wie es sich mit dem äusseren Kennzeichen der Platte, dem Umbo, verhält, wurde auch schon in Cap. I bemerkt. Die Madreporenplatte hat zwei Oeffnungen, eine äussere und eine innere, erstere am aboralen, die letztere mehr am adoralen Theile. Die innere nimmt die beiden Lumina des Herzens und des Steincanals auf (Fig. 24 u. 26), die äussere gestattet dem Seewasser freien Eintritt. Die beiden Oeffnungen stehen in Verbindung durch einen Canal, der von der äusseren zunächst horizontal und unverzweigt nach dem Munde zu sich richtet, dann aber allerlei Ausbuchtungen entsendet und endlich sich aufwärts umbiegt zur inneren Oeffnung.

7. Die Wassergefässe der Bauchhöhle, Vasa ambulacralia cavi (Fig. 15, 20, 24, 27, 31 *V. c*). Spät erst habe ich erkannt, dass diese Gefässe theils in den Wassergefässring, theils in die Ausführgänge der Poli'schen Blasen einmünden (Fig. 15, 24); es werden sich aus der Histologie weiterhin Merkmale ergeben, welche sie unfehlbar dem Wassergefässapparat einordnen; endlich ist mir auch die Spur ihrer Homologieen bei anderen Stachelhäutern entgegengetreten. Der Ursprung derselben aus dem Ringcanale beschränkt sich ausser je einem Gefäss, das nahe an dem für die Mundtentakel austritt, auf dessen zwischen den Mundeckstücken in den Interbrachien gelegene Theile (Fig. 15); daneben kommen, wie gesagt, einzelne aus den Ausführungsgängen der Poli'schen Blasen heraus (Fig. 24). Es mögen gewiss sechs bis zehn auf jedes Interbrachium fallen. Sie verlaufen in allen möglichen Windungen und Ebenen zunächst in den Interbrachialräumen unter den Magenausbuchtungen frei in der Leibeshöhle, weiterhin über den Armwirbeln der Scheibe, und einzelne drängen sich zwischen Magen und Integument bis zum Rücken der Scheibe (Fig. 31). Eine bestimmte Anordnung habe ich nicht wahrnehmen können. Theilungen schienen sie nicht zu vermehren, ausser etwa ganz an der Wurzel. Da mir niemals ein wesentliches Herabsinken des Durchmessers unter den etwa des Ringes oder eine Erweiterung aufgestossen, und da ebenso alle Beziehungen zu anderen Organen zu fehlen scheinen, so glaube ich sie für blindgeschlossen halten zu müssen.

Die Histologie des Wassergefässsystems ist verhältnissmässig einfach. Ein äusseres Flimmerepithel wird es überall da einhüllen, wo es freie Flächen bietet, welche in die Bauchhöhle hineinragen und einen Mesenterialüberzug bekommen. Alle übrigen Theile finden ihre Begrenzung in festen Skeletstücken, welche jene Umhüllung von selbst aus-

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

schliessen. Der wimpernde Ueberzug besteht nirgends aus regulären Epithelzellen, sondern es sind durchgehends die zelligen Bindegewebsformen, wie sie der Auskleidung der Leibeshöhle, soweit sie von beweglichen Organen begrenzt wird, zu Grunde liegen. Die gewebliche Differenzirung der Gefässwände selbst fällt im Allgemeinen mit dem Schema zusammen, das schon Leydig in seiner Histologie für Würmer und dergleichen aufstellt (XI, p. 392): »Die Strecken des Wassergefässcanals, welche blos aus der homogenen Haut und noch höchstens dem zarten Wimperepithel bestehen —«. Die Grundmembran der Gefässe ist in der That nicht, wie sie von neueren Forschern an grösseren Echinodermen geschildert wird, aus dem fibrillären Bindegewebe zusammengesetzt, sondern sie ist eine sehr feine, völlig homogene Haut, überall von zwei ganz parallelen Contouren begrenzt (Fig. 29). Die zarte Membran schliesst die Einlagerung von Kalk und Pigmenten (VII, p. 69) von selbst aus. An den Stellen, wo keine Muskeln (s. u.) ihr innen aufliegen, folgt auf die Membran unmittelbar das innere (Flimmer-) Epithel. Hoffmann setzt bei den Ambulacralcanälen der Echinen vorher erst noch (l. c.) »eine mit zahlreichen Zellen und Kernen durchsetzte Schicht, auf welcher das innere Flimmerepithelium ruht«. Von dieser habe ich nichts gefunden. Bei alten Gefässen sieht man vielmehr, wenn man eine angeschnittene Röhre vor sich hat (Fig. 29 *C*), nur in einfacher Schicht spärliche Kerne, welche gestreckten Epithelzellen anzugehören scheinen; Querschnitte lassen die Kerne (Fig. 29 *D*) ein wenig ins Lumen vorspringen, ähnlich wie bei einer Wirbelthiercapillare. Junge Gefässe (Fig. 29 *E*) zeigen im Querschnitt, dass die homogene Röhre von einem echten cubischen Epithel ausgekleidet ist, welches dann durch Streckung und Abflachung die verdrückten Zellformen der alten Gefässe entstehen lassen kann und wird.

Dieser allgemeine Typus der Wassergefässzusammensetzung aus homogener Grundmembran mit flachem Epithel ändert in den einzelnen Theilen mannigfach ab.

In den radialen Wassergefässstämmen lässt Hoffmann bei den Echinen (VII, p. 69) eine circuläre Muskelschicht vorhanden sein. Eine gleiche fand ich bei der Ophiactis, doch nicht durch die ganze Länge. Und das scheint damit zusammenzuhängen, dass die homogene Hüllhaut überall da, wo sie mit Knochentheilen in Berührung kommt, mit ihr in festere Verbindung tritt, als ein Periost. Hier aber wird ihr jede Contractilität fehlen. Aus gleichem Grunde finden sich an den Tentakelgefässen keine Muskeln, sie sind nach dem allgemeinen Schema gebaut. Ebenso fehlen die contractilen Elemente allen den Theilen des Hauptstammes, die den Wirbeln anliegen, d. i. ausser dem aufsteigenden

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

Aste jedesmal der hintere Abschnitt unter jedem Wirbel, wo dessen untere Fortsätze entspringen. Unter den Wirbelgelenken bleibt die Röhre völlig frei. Und an diesen Stellen lagert sich jedesmal zwischen Hüllhaut und Epithel ein zarter Sphincter ein, bestehend aus einer Anzahl in einfacher Lage nebeneinander das Gefäss umkreisender Zirkelfasern. Die Fasern (Fig. 29 *A, B*) gehören zu den feinsten, die ich bei der Ophiactis auffand. Sie bilden so viel Sphincteren als Wirbelgelenke da sind, und stellen so einen propulsatorischen Apparat in den Gefässen her, der entweder durch regelmässige Aufeinanderfolge der Contractionen der einzelnen eine fortschreitende Strömung des Inhalts nach der Längsrichtung des Gefässes bewirkt, oder durch gleichzeitige Contraction zweier Nachbarn ein Ausweichen der Flüssigkeit in die Tentakelgefässe, bezw. in die Tentakeln selbst. In der letzteren Einrichtung erblicke ich ein physiologisches Aequivalent für die Action der hier fehlenden Ambulacralampullen anderer Echinodermenclassen, zumal wenn ich die von Hoffmann ganz abgeänderte Ansicht über deren Bedeutung hinzunehme (VII, p. 73). Die Stelle lautet so: »Wenn man die äusserst zarte Muskelhaut der Ambulacralbläschen mit der starken Muskulatur der Ambulacralfüsschen vergleicht, so erhellt, dass die Ambulacralbläschen wohl schwerlich das Vermögen haben können, die Füsschen zu erigiren; die schwache Muskulatur der Bläschen kann wohl nicht die starke Muskulatur der Füsschen überwinden. Zerschneidet man einen lebendigen Seeigel, wirft man die Stücke ins Seewasser und zerstört die Ambulacralbläschen, so haben die Saugfüsschen doch das Vermögen sich auszustrecken und sich einzuziehen noch nicht verloren. Lässt man die Stücke ruhig im Wasser liegen, so erigiren sich die Saugfüsschen; bei leiser Berührung contrahiren sie sich sofort. Die Bewegungen sind aber nicht so lebhaft und so vollkommen wie an dem ungestörten Thiere. Ich glaube daher, dass das umringende Seewasser als der Reiz für die Bewegungen der Ambulacralfüsschen anzusehen ist; die Ambulacralbläschen werden wahrscheinlich nur die Bedeutung von Behältern haben, derart, dass sie bei einer Einziehung der Saugfüsschen sich füllen und bei einer Ausstreckung derselben zunächst das nöthige Wasser liefern«, und (möcht' ich hinzufügen) durch ihre doch einmal vorhandene Muskulatur die Streckung unterstützen und ausgiebiger machen. Erinnert man sich des enormen Unterschiedes in dem Volum eines ausgestreckten und eines zusammengezogenen Füsschens bei einem Seestern und noch mehr bei einem Seeigel, so erscheinen die Ambulacralbläschen als Reservoire unerlässlich. Bei einer Ophiure braucht sich ein berührtes Füsschen nur wenig zu contrahiren, um sich innerhalb der rings festen Armbewaffnung zu sichern; eine bedeutende Verlängerung fällt wohl andererseits hinweg

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

wegen der Kürze der Stacheln. Es wird also auch das Wasserquantum, das in den verschiedenen Zuständen die Füsschen füllt, nicht erheblich variiren; daher der jedesmalige Abschnitt des Hauptgefässes selbst als Reservoir hinreicht. Dessen Inhaltsschwankungen aber zu regeln und dadurch die Füsschen in ihren An- und Abschwellungen zu unterstützen, werden die Sphincteren des Hauptgefässes ebensogut genügen wie die schwache Muskulatur der Ambulacralbläschen bei Sternen und Igeln. — Von der Uebergangsstelle der Tentakelcanäle in die Tentakeln ist noch anzuführen, dass das Endothel als innere Auskleidung des Füsschens sich fortsetzt, die homogene Membran aber am Knochen sich erweitert, um sich alsbald zu verlieren.

Am Ringcanale fand ich blos die homogene Membran mit dem Endothel (Fig. 15). An den Wassergefässen der Leibeshöhle scheinen hier und da Ringmuskelfasern vorzukommen. An den Poli'schen Blasen habe ich mich von dem Vorhandensein einer Muskelschicht nicht überzeugen können. Ich stimme darin mit Hoffmann's Angabe über die Echinen überein (VII, p. 69), während Graber (III, p. 50) an den Poli'schen Blasen der Holothuria tubulosa sowohl eine starke Quer-. wie eine schwache Längsmuskulatur beschreibt.

Wer sich aus den Schilderungen der Steincanäle eine bestimmte Form zur Vergleichung mit dem der Ophiactis heraussuchen will, hat sich zu den Seesternen zu wenden. 50—60 Ringe (aus Kalk freilich) stellen hier ein festes Gerüst her, welches das Zusammenklappen der Wände mit Vernichtung des Lumens bei Pumpbewegungen hindert. Bei der Ophiactis sind es zwar keine Kalkringe, wohl aber sehr derbe cubische oder cylindrische Epithelzellen (ihre derbe Consistenz bezeugen sie durch intensive Carminaufnahme), welche auch etwa 50—100 fest aneinander geschlossene Ringe bilden, um ein zwar feines, aber sehr constantes Lumen aufrecht zu erhalten. 16—20 Zellen kommen auf einen Querschnitt des Canals. Die Bindegewebshaut, der sie aufsitzen, ist sehr fein und kaum bemerkbar, schwerlich geeignet Kalkstützen zu bergen. Unten setzen sich die Epithelzellen direct in alle Höhlen und Gänge der Madreporenplatte bis zur äusseren Oeffnung fort, bald ihre cubische Form wahrend, bald (an den Communicationsstellen mit den Aussackungen der Blutbahn) sich mehr abplattend.

Als Inhalt des Wassergefässsystems finde ich die Anhäufung nur eines geformten Elementes. Es sind dieselben Körperchen, welche neben vielen andern von fast allen Forschern am constantesten angetroffen wurden. Sie erfüllen bei mir das gesammte Wassergefässsystem, und zwar meist in einer Gedrängtheit, welche dessen Canälen ein solides Aussehen giebt. Die Farbe bemisst man am besten nach dem ganzen

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

Gefäss, wie ich denn die Poli'schen Blasen, die dicht von ihnen vollsitzen, an Farbe etc. mit Hirsekörnern verglich. Die Körperchen variiren unbedeutend an Umfang; sie erscheinen im Innern oft heller als an der Peripherie, diese ist fein granulirt, was sie wohl den eingezogenen Ausläufern verdankt. Die Körper fehlen meist nur im Steincanal; in der Madreporenplatte sind sie selten, mindestens vereinzelt. Da sie kernlos sind, passt besonders gut Greeff's Vergleichung mit Lymphkörperchen. Sie erweisen sich übrigens ausserordentlich resistent gegen das Picrocarmin und haben oft an sonst durch und durch stark gefärbten Präparaten noch nichts vom Farbstoff aufgenommen; einzelne, die endlich durchdrungen wurden, sehen schmutzig purpurroth aus.

Ausser diesen geformten Elementen führt das Wassergefässsystem noch gerinnungsfähiges, an meinen Spiritusexemplaren natürlich geronnenes Plasma. Man kann es, ohne es gesehen zu haben, schon erschliessen, daraus, dass ein Erguss der braunen Körperchen in einem Ambulacralfüsschen, wo dessen Wände auseinander weichen, auch in ganz feinen Schnitten in allen Theilen fest erhalten bleibt, so dass die Körperchen gleichsam in der Luft schweben. Einem aufmerksamen Studium gelingt es dann auch wohl, das eine oder andere Plasmafädchen glücklich wahrzunehmen.

Endlich noch einige Worte zum Verständniss der Wassergefässschläuche in der Leibeshöhle! Ich citire dazu zwei Stellen, die eine aus Gegenbaur (II, p. 338): »Variabel an Grösse und Zahl sind die Poli'schen Blasen bei Chirodota. Gegen 50 sind bei Synapta Beselii und S. serpentina vorhanden. Bei Cladolabes sogar gegen hundert«; die andere aus Hoffmann's Asteriden (VIII, p. 18): »Mit dem Wassergefässringe stehen ferner die auch schon von Tiedemann beschriebenen zehn braunen Körperchen in Zusammenhang. Diese Körperchen zeigen eine drüsenähnliche Structur und sind aus einer sehr grossen Zahl Schläuche zusammengesetzt. Letztere bestehen aus einer mit Wimperhaaren versehenen, sehr zarten, bindegewebigen Hülle und einem Inhalt, welcher, wie starke Vergrösserungen lehren, aus mit zahlreichen Ausläufern versehenen Zellen besteht, die in histologischer Beziehung vollkommen mit den Formelementen übereinstimmen, welchen man in der im Leibesinnern und im Ambulacralsystem strömenden Flüssigkeit begegnet. Die Vermuthung liegt also vor der Hand, die drüsenförmigen Körperchen als die Bildungsheerde der zelligen Elemente, welche man im Wassergefässsystem antrifft, anzusehen. Sie sind vielleicht dem Wassergefässherz der Echinen und Spatangen homologe[1]) Organe, die, ihrem histo-

1) Hier liegt eine der häufigen Verwechslungen zwischen Analogie und Homologie vor.

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

logischen Bau nach, höchst wahrscheinlich auch als die Bildungsstätte der im Wassergefässsystem strömenden zelligen Elemente aufzufassen sind. Nach Semper sind sie bei dem philippinischen Pteraster sehr gross, er sagt darüber: »»sie sind eine in einzelne Theile zerfallene Schlundkrause, denn ihre Verbindung mit dem Blut- und Wassergefässsystem ist hier genau die gleiche, wie ich sie oben für die Holothurien angegeben habe. Durch Injectionen des Herzens bei jenem Seestern gelang es mir leicht, einmal den Gefässring, und von ihm aus ein dichtes Gefässnetz in jenen braunen, drüsigen Körperchen Tiedemann's zu füllen. J. Müller hat ihre Homologie erkannt. Er nennt sie traubige Anhänge, aber er sagt meines Wissens nirgends etwas über ihre Verbindung mit dem Blutgefässsystem.««

Hierzu wolle man sich erinnern, dass bei manchen Seesternen u. a. die Poli'schen Blasen ganz fehlen können, während sie bei anderen sich theilen und zu Träubchen werden.

Diese Bemerkungen als Einleitung benutzend, schliesse ich nun so:

Diejenigen Vasa cavi meiner Ophiactis, welche unmittelbar aus dem Ringcanale entspringen, sind mit jener Schlundkrause des Pteraster zu vergleichen, von dessen Schläuchen sie sich nur durch eine ganz auffällige relative Länge unterscheiden. Durch diese Beziehung werden sie zugleich Homologa der braunen, drüsigen Körperchen der Seesterne. — Eine andere morphologische Parallele geben diejenigen Gefässe an die Hand, welche in die Ausführungsgänge der Poli'schen Blasen münden. Wir haben in einer solchen Gruppe weiter nichts, als eine getheilte Blase, wovon freilich nur ein einziger Schlauch seine Erweiterung behalten oder bekommen hat, während die übrigen Theiläste Blindschläuche von durchweg gleich starkem Lumen blieben oder wurden. Die sämmtlichen Vasa cavis sind so in zwei Gruppen vertheilt, von denen die eine den braunen Drüsen der Seesterne, die andere den Poli'schen Blasen selbst homolog ist. Da nun aber diese Unterscheidung weder durch Form, noch Zahl, noch Ausdehnung der fraglichen Gefässe sich rechtfertigen lässt, sondern allein auf ihre Ansatzstelle an den Hauptgefässen sich gründet, so wird sie schwerlich aufrecht erhalten werden können. Wird sie aber hinfällig, so kann unmöglich die principielle morphologische Differenz zwischen den kleinen Schläuchen der braunen Drüsenkörperchen und den grossen Poli'schen Blasen länger bestehen. Wir erhalten aus diesen Schlüssen zusammen ein allgemeines Gesetz, das ich so definiren möchte:

Jeder auf einen Interradius oder ein Interbrachium kommende Abschnitt des Wassergefässringes, der bisweilen ohne Anhang bleibt, hat

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

die Fähigkeit einen bis viele Blindschläuche nach der Leibeshöhle zu treiben, deren Ausbildung sowohl an Länge, wie an Erweiterung des Lumens sehr variabel ist. Wo nur ein Blindschlauch vorhanden, baucht er sich aus zu einer Poli'schen Blase. Wo die Anzahl steigt, kann das Schicksal der einzelnen sehr mannigfaltig ausfallen. Entweder nur ein einziger wird zur Poli'schen Blase ausgeweitet, während die anderen unverändert bleiben (Ophiactis, Pteraster), — oder alle werden zu Poli'schen Blasen (die oben genannten Holothurien). Dies sind die indifferentesten Fälle. Complicationen kommen dadurch zu Stande, dass entweder ein Schlauch zur Poli'schen Blase sich erweitert und die übrigen zu zwei Gruppen (braunen Körperchen) sich verbinden (Seesterne mit einer Poli'schen Blase), oder dass die zwei Gruppen (braune Körperchen) mehrere Schläuche freilassen, die sich zu einem Bündel Poli'scher Blasen vereinigen (Seesterne mit mehreren Poli'schen Blasen), oder dass endlich alle Schläuche zu den beiden braunen Körperchen verbraucht werden (Seesterne ohne Poli'sche Blase).

Gestützt wird eine solche Auffassung durch ein Exemplar meiner Ophiactis, welches in einem Interradius zwei Poli'sche Blasen besass. (Ueber den Werth des hier gezogenen vergleichend-anatomischen Schlusses siehe Theil II.)

Ob die physiologische Function der Bauchhöhlenwassergefässe der Ophiactis, wie es Hoffmann von den braunen Körperchen der Seesterne annimmt, wirklich in der Bildung verästelter Zellen besteht, scheint mir zweifelhaft wegen einzelner bisweilen leerer Strecken an diesen Organen. Die grosse Fülle der Lymphkörperchen, welche von so umfänglichen Drüsenschläuchen geliefert werden müssten, passt freilich ausgezeichnet zu dem enormen Reichthum in allen Theilen des Wassergefässsystems, und noch besser zu deren rapider und massenhafter Erzeugung beim Beginn der Regeneration (Theil II).

B. Das Blutgefässsystem.

Die älteren Beschreibungen des Blutgefässsystems von Tiedemann und J. Müller mit denen Semper's hat Gegenbaur zusammengestellt (II, p. 330). Sie haben durch die Untersuchungen Hoffmann's und Graber's Modificationen erlitten. Danach besitzen die Echinen einen Circulus dorsalis (analis) und oralis, beide verbunden nicht nur durch einen weiteren Schlauch, das Herz, sondern auch durch die Darmarterie oder das sogenannte Bauchgefäss (VII, p. 55 ff); eine Darmvene oder Rückengefäss entspringt aus dem Circulus oralis, ohne den analis zu erreichen. Eine Communication mit dem Wassergefässsystem ist sicher

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

an der gemeinsamen Ausmündungsstelle des Herzens und des Steincanals in der Madreporenplatte, eine zweite zwischen dem Wassergefässringe und der Darmvene (VII, p. 84) folgte aus Injectionen durch die Madreporenplatte, ohne dass der Weg direct nachgewiesen werden konnte. — Bei den Spatangen hat Hoffmann nur Darmblutgefässe beschrieben (VII, p. 61 ff). Das Herz fehlt den Spatangen, dagegen wird an dem kalklosen Steincanal eine Erweiterung, ein Wassergefässherz oder eine Wassergefässdrüse beschrieben. Bei den Echinen führt die Madreporenplatte das Wasser direct auch in die Leibeshöhle (VII, p. 94).

Bei den Holothurien hat nach Semper (XVII, p. 5) und Gegenbaur (II, p. 330) der Darm zwei Gefässe, genau ventral und dorsal, dazu ein ringförmiges Gefässgeflecht dicht am Wassergefässringe (»das Ringgefäss um den Schlund scheint aufgelöst zu sein«. Gegenbaur). Graber indessen hat später wieder bei der Holothuria tubulosa (III, p. 49) einen vollständigen oralen Blutgefässring beschrieben, und das mit aller Bestimmtheit. Ausserdem entdeckte er aber ein schlauchförmiges Organ, das mit dem Ringe durch ein Blutgefäss in Verbindung steht; seine Begrenzung oder Fortsetzung nach der andern Seite wird nicht angegeben.

Für die Seesterne ist neben Greeff's vor Allem Hoffmann's Arbeit zu citiren (VIII, p. 12 ff.) Das Wesentliche ist dies: Ein oraler und ein dorsaler Gefässring hängen durch ein schlauchförmiges Herz zusammen; der Schlauch öffnet sich ausserdem in der Madreporenplatte nach aussen. Der dorsale (anale) Ring liefert zehn Gefässe für die Geschlechtsdrüsen. Der orale (Haupt-) Ring liegt nach innen vom Wassergefässring; zwischen beiden spannt sich der solide Leistenring aus, hervorgegangen aus dem Längsseptum, das den radialen Wassergefässstamm von der Nervenblutbahn trennt, und aus der senkrechten Leiste derselben Nervenblutbahn. Aus dem oralen Hauptblutgefässringe entspringen fünf radiale Hauptstämme, einer zu jedem Arme. Dicht neben und nach aussen von diesen, auf dem Querschnitt mit ihnen je ein gleichschenkliges Dreieck formirend, verlaufen in jedem Arme zwei radiale mediale Nebenstämme. Durch seitliche Gefässzweige, welche die Saugfüsschen umspannen und sich verbinden zu je einem radialen lateralen Nebenstamm, communicirt das unpaare mittlere Gefäss mit den radialen medialen. Indem aber am Rande der Scheibe die benachbarten radialen lateralen Nebenstämme sich je einen Verbindungsast entgegenschicken, wird endlich noch ein oraler lateraler Gefässring gebildet. — Eine Communication des äusseren Seewassers mit dem Bauche durch die Madreporenplatte findet sich nicht, das Seewasser gelangt nur durch Endosmose in den Leibesraum. Eine Communication zwischen Blut- und

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

Wassergefässsystem in der Nähe der Mundringe wird schliesslich wahrscheinlich gemacht.

Das Constanteste in diesen Beschreibungen dürfte der orale Blutgefässring sein, der indess von Hoffmann bei den Spatangen nicht angegeben wird. Eine fernere Ausnahme machen dieselben Spatangen durch den Mangel des Herzens, wie ebenso durch den starken Verbindungsast zwischen Wasser- und Blutgefässsystem. Wenn man überhaupt dem Blutgefässsystem einen festen Typus absprechen darf und daher in der Deutung von Accommodationen an andere Organe eine grosse Freiheit geniesst, so scheint mir bei den Spatangen, deren Steincanal die harten Kalkstützen verloren und sich erweicht hat, der propulsatorische Apparat für die Ernährungsflüssigkeit lediglich dem Wassergefässsystem (Wassergefässherz!) übertragen zu sein, das seine Wirkung durch den weiten Verbindungscanal leicht auch den Blutbahnen mittheilen kann; diese selbst sind daher weniger vollständig und verrathen in ihrer Ausbildung eine starke physiologische Beeinflussung und Unterdrückung vom Wassergefässsystem aus.

Den übrigen aufgezählten Echinodermen möcht' ich durchweg ein Herz vindiciren. Wenn ich darin auch die Holothurien, von denen es bis jetzt nicht bekannt war, einschliesse, so stütze ich mich auf den von Graber gefundenen oben erwähnten Schlauch, den er selbst freilich, da er frei in die Leibeshöhle hineinragt, als ein räthselhaftes Organ hinstellt. Seine freie Suspension und Selbstständigkeit darf indess nicht stören. Bei Echinen und Seesternen verläuft das Herz mit dem Steincanal zur Madreporenplatte und fügt sich mit dieser der Leibeswand ein, um von aussen Seewasser schöpfen zu können. Wenn nun bei den Holothurien der Steincanal mit der Madreporenplatte seine Insertion verlässt, ohne seine Homologie einzubüssen, so kann die gleiche Ablösung des Herzens auch dessen Bedeutung nicht verändern.

Der dorsale Blutgefässring scheint von einem am Rücken des Thieres gelegenen After abhängig zu sein.

Für das Blutgefässsystem der Ophiuren, speciell der Ophiactis, ist offenbar die Anknüpfung bei den Seesternen mit zwei Füsschenreihen in den Armen, für die freilich die Untersuchungen noch fehlen, zu suchen. Ich erhielt da nach vieler vergeblicher Arbeit endlich einen Schnitt (Fig. 23. — Injectionen waren nicht angezeigt), an dem wir Folgendes erkennen:

1. Ein mittleres Armblutgefäss, Vas sanguinigerum brachiale medium (*Sg. m*).

2. Zwei seitliche Armblutgefässe, Vasa sanguinigera brachialia lateralia (Fig. 16, 18, 21, 39, 40, 41 *Sg. l*). Die bei-

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

den letzteren kommen am häufigsten zum Vorschein; das mittlere wahrzunehmen, gelingt nur ausnahmsweise. Diese Blutgefässe zeigten sich in der ganzen Länge des Armes, soweit ich ihn untersuchte. Sie steigen mit dem schräg aufsteigenden Nervenstamm zwischen den Mundeckstücken empor (Fig. 18, 23). Wie Hoffmann von den Asteriden beschrieben hat, hilft auch hier das Nervenband die Gefässwandungen bilden. Aber ein Vergleich der Figuren (VIII, Taf. II, Fig. 11 u. 12) ergiebt bedeutende Unterschiede. Gleichmässig verhält sich nur mein Mittelgefäss, Hoffmann's radialer Hauptstamm. Sein Lumen ist ein kleines Dreieck, dessen Basis oben dem Wassergefäss anliegt. Bei den Seesternen aber spannt sich zwischen beiden ein starkes elastisches Band aus, das jene Basis zu einer ganz geraden Linie verflacht. Bei der Ophiactis fügt sich die zarte Blutgefässwand direct der (im Schnitt) kreisförmigen Wand des Wassergefässstammes an; das elastische Band fehlt. Bei den Seesternen bilden die beiden radialen medialen Nebenstämme wieder zwei congruente gleichschenklige Dreiecke, die sich mit dem radialen Hauptstamm zu einem grossen gleichschenkligen Dreieck zusammenlegen. Dessen Schenkel werden von den beiden Nervenblättern gebildet. Diese aber setzen sich auch auf die senkrechte Leiste (Halbirungslinie des Winkels an der Spitze) fort. Anders bei der Ophiactis. Die Vasa lateralia, Hoffmann's radiale mediale Nebenstämme, bilden im Querschnitt keine Dreiecke, sondern rundliche Röhren, die sich jedoch entsprechend, wie bei den Seesternen, dem Mittelgefäss anlegen. Der Unterschied kommt daher, dass sich der Nebenstamm hier nicht (wenigstens im äusseren Umrisse nicht) in zwei Blätter spaltet, sondern als breites, seitlich nach oben ein wenig verschmälertes Band den Bauchplatten, die den Seesternen fehlen, fest andrückt, so dass er (mit den Blutgefässen zusammen) zwischen den Wirbelfortsätzen die Ambulacralrinne, bezw. den Raum zwischen dem Wassergefässstamm, den Wirbelfortsätzen und den Bauchplatten total ausfüllt. Die Nervensubstanz unterlässt es auch an der senkrechten Leiste zwischen den beiden lateralen Blutgefässen emporzuklettern, sie bleibt vielmehr auf das Band beschränkt, worin ein zweiter Unterschied von den Asterien gegeben ist. — In den Armen fehlen jetzt noch Hoffmann's radiale laterale Nebenstämme. In der Ambulacralrinne der Ophiactis bleibt für sie kaum Platz; auch müsste ihr Verlauf, an der Seite um die Füsschen, welche hier hoch am Wirbel sich ansetzen, herum und wieder zwischen die Wirbelfortsätze hinein (Fig. 39) ein ausserordentlich complicirter und gewundener sein, wenig dienlich die Circulation zu unterstützen. Ich glaube daher, dass es mit den drei Blutgefässstämmen in jedem

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

Arme der Ophiactis, dem mittleren und den seitlichen, sein Bewenden habe.

Alle drei erreichen mit dem aufsteigenden radialen Nervenstamm die obere Fläche der Mundeckstücke. Hier wird, wie ein Nervenring, so auch ein Blutgefässring, Vas sanguinigerum anulare (Fig. 19, 23, 24 *Sg. an*) gebildet, welcher von der Mundhaut nur durch den Nerven getrennt ist, auf der anderen Seite aber dem Wassergefässring, nicht überall, wie bei den Seesternen, sondern nur da anliegt, wo auch Wassergefäss- und Nervenring sich berühren (s. o.). Der Querschnitt des Blutgefässringes ergiebt (Fig. 19, 24 *Sg. an*), dass die äussere Hohlkehle von dem Nervenringe, die innere von einer feinen Membran gebildet wird. Ein Blut- und Wassergefässring trennender Leistenring, wie ihn Hoffmann bei den Seesternen schildert (s. o.), fehlt, der Abwesenheit eines in den Armen beide Systeme trennenden starken Längsseptums entsprechend; doch scheint sich hier und da ein zartes Kalkbälkchen einzuschieben. Es kann sich nur noch darum handeln, aus welchem der Armgefässe, dem mittleren oder dem lateralen, der Blutgefässring hervorkommt. Beide Gefässe sah ich an der Uebergangsstelle in den letzteren bisweilen sehr erweitert (Fig. 23 *Sg. an* u. *Sg. l*), den ferneren Uebergang des einen oder des andern konnte ich nicht verfolgen. Das Verhältniss des Blutgefässringes zum Nervenringe würde, der gleichen Relation in den Armen zufolge, am natürlichsten auf den Ursprung des ersteren aus dem seitlichen Stamm hinweisen, aber die Beziehungen bei den Seesternen zwingen doch wohl, ihn auch hier mit dem radialen Hauptstamm in Verbindung zu bringen.

Einen Verbindungsast zwischen Blut- und Wassergefässring war ich nicht in der Lage an meinen Schnitten zu ermitteln; ebensowenig erkannte ich einen oder mehrere Zweige, die ich indess bestimmt annehmen muss; es sind die zu dem ein- oder mehrfachen Herzen.

Der Herzschlauch, Cor (Fig. 24—27 *C*) ist dieselbe Blase, welche J. Müller als Steincanal beschrieben hat (XIV, Taf. VI, Fig. 10), oder doch ein Theil von ihr. Nach seiner Schilderung erhält sie durch rings stützende, eingelagerte Kalkplatten eine regelmässige Form. Von diesen Kalkplatten sah ich nur an der adoralen Seite Andeutungen. Mit ihnen fehlt das Ebenmaass der Form. Vielmehr liegt in einem weiten Schlauche, der sich mehrfach an der inneren Begrenzung der Bauchscheibe anheftet (Fig. 27), nicht nur der Steincanal, sondern auch eine Poli'sche Blase, wie oben schon ausgeführt wurde. Ob aber der Schlauch nur eine Mesenterialbildung, in der zugleich noch ein besonderes Herz, oder ob er selbst dem Schlauche bei Asterien und Echinen homolog, kann ich nicht völlig ausmachen. Doch ist mir das erstere sehr wahr-

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

scheinlich. Man sieht ihn nämlich nach unten sich zuspitzen, um mit dem Steincanal zusammen zur Madreporenplatte zu treten (Fig. 24) und hier dicht neben dem Steincanale in das Labyrinth sich zu öffnen. In einzelnen Verticalschnitten steigt das Lumen, wie man es in Fig. 24 erblickt, bis über den interradialen aboralen Muskel empor; in anderen (Fig. 47) sieht man ein gleiches Lumen auf beiden Seiten des Steincanals unter sonst gleichen Verhältnissen. Daraus schon lässt sich vermuthen, dass das Herz ein Schlauch sei, in den sich von einer Seite (von der äusseren) der Steincanal eindrückt. Und in der That stimmen damit die Querschnitte (Fig. 46). Hier wird der Steincanal vom Herzen umfasst, während von diesem zwei Zipfel über ihn hinausgreifen nach der Körperwand. Die beiden Zipfel, zwei Blindsäcke, scheinen jenen beiden paarigen Drüsen zu entsprechen, welche Hoffmann und Greeff vom Herzschlauche der Asterien beschrieben haben. Das Herz besteht aus einer zarten, bindegewebigen, kernhaltigen Membran, der innen ein plattes Endothel aufliegt. Beim Eintritt in die Madreporenplatte spaltet sich der Herzschlauch in eine oft sehr gesteigerte Anzahl von Schläuchen und Kammern, während der Steincanal mit nur wenigen Ausbuchtungen bis zur äusseren Oeffnung verläuft. Man erkennt das an dem sich wenig verflachenden cubischen Epithel des Steincanals und an dem platten der Herzausbuchtungen (Fig. 44). Je älter freilich die Platte, bezw. die Körperhälfte, um so mehr verwischt sich der Unterschied, indem auch das Steincanalepithel mit der Zeit sich abplattet (Fig. 45). Zwischen den Kammern des Herzens und dem Steincanal in der Madreporenplatte finden an den zahlreichen Berührungspuncten Communicationen statt, mit Uebergängen vom platten zum cubischen Epithel; die auffälligste Communication ist die beim Eintritt des Steincanals und Herzens in die Platte (Fig. 24), wo der Uebergang der Epithelformen sehr schroff bleibt. Alte Platten werden fast ganz von Blutgefässkammern ausgehöhlt, mit sehr reducirtem Knochengerüst (Fig. 47); und die Kammern entspringen hier nicht aus dem einheitlichen Herzschlauche in der Madreporenplatte, sondern dieser hat sich schon ein Stück über der Eintrittsstelle in mehrere aufgelöst, schwächere Seitenäste abgebend (dieselbe Figur). Ausserhalb der Eintrittsstelle bleibt die innere Fläche der Madreporenplatte immer geschlossen, daher ich das unmittelbare Eindringen des Seewassers in die Leibeshöhle auf diesem Wege leugnen muss; genügen doch auch die Genitalspalten über das nöthige Maass hinaus.

Die Histologie der Blutgefässe der Ophiactis gestaltet sich viel einfacher als bei den anderen Echinodermen. Graber (III, p. 48), Hoffmann (VIII, p. 16, VII, p. 55), Semper (XVII, p. 118) lassen überall auf

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

eine äussere Wimperhaut eine dickere oder dünnere Muscularis folgen, meist nur aus circulären Fasern bestehend, bei Spatangen und Holothurien darunter auch aus longitudinalen. Dann kommt eine Bindegewebsschicht mit geformten Elementen zwischen den Fibrillen, auch wohl Kalktheile einschliessend, endlich das innere Epithel, nicht wimpernd, wie denn das Vorhandensein oder Fehlen von Cilien in ihnen einen durchgreifenden Unterschied zwischen Wasser- und Blutgefässen darstellt (II, p. 331).

Bei der Ophiactis folgt auf die äussere (wimpernde) Mesenterialhaut als Bindegewebsschicht eine feine homogene Membran; von der Muscularis habe ich gar nichts wahrnehmen können, sie fehlt in der That. An allen peripherischen Gefässen bildet jenes zarte homogene Häutchen ganz allein die Gefässwand; denn kaum ist dort ein ganz flaches, vereinzeltes Epithel sichtbar (Fig. 21), dessen Elemente nur an erweiterten Stellen etwas mehr sich drängen (Fig. 23).

Hoffmann fand die senkrechte Leiste der Nervenblutbahnen bei den Asterien von Muskelfasern durchwebt (VIII, p. 8), woraus er ein propulsatorisches Moment herleitet. Hier indessen fehlt dieser Leiste wie der Nervenbeleg so auch die Muskulatur; sie ist ein eben solches feines Häutchen wie die übrigen Wandungen (ausser der unteren). Man hat daher die Frage aufzuwerfen, auf welche Weise bei dem Mangel der Muskeln (und Cilien) eine genügende Circulation ermöglicht werde. Bei der Enge der peripherischen Blutbahnen und dem etwas weiteren Lumen des Ringgefässes ist wohl schon die Verkürzung des letzteren bei den Kaubewegungen der Scheibenmuskeln hinreichend, um eine gehörige Blutmasse in die peripherischen Gefässe einzutreiben; die Ruhe aber jener Muskeln und das Zurückspringen der Mundeckstücke müssen den Blutgefässring wiederum erweitern, und das fordert, dass umgekehrt das gleiche Quantum aus den radialen Stämmen in ihn hineingepumpt werde. Doch glaube ich auch bei den letzteren selbst einen treibenden Apparat zu finden in ihrer festen Verwachsung mit dem Wassergefäss (ohne zwischengeschobenes elastisches Band). Wenn das Wassergefäss verengert wird, wie in Fig. 29 *A*, so müssen sich die Blutbahnen erweitern und umgekehrt.

Von den verschiedentlichen Blutkörperchen, welche die Beobachter, besonders Hoffmann, in eine Menge von Categorien getheilt haben, konnte ich nichts entdecken.

Zum Schluss dieses Abschnittes weise ich nochmals darauf hin, dass auch bei den Ophiuren eine principielle Trennung zwischen Blut- und Wassergefässsystem nicht durchführbar ist. Zunächst mindestens ist dem directen Uebergange ihrer Contenta in der Madreporenplatte

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

eine Stelle gelassen, in deren Labyrinthe bei der beschränkten Oeffnung Stauung genug statthaben wird, um eine innige Mischung hervorzurufen. Eine weitere Communication, etwa zwischen den Ringen, habe ich nicht gefunden.

C. Das Nervensystem.

Seit Krohn (X) Tiedemann's orangegelbes Gefäss (XIX) in den Nerven umgesetzt hat, und zwar bei Echinen, Spatangen und Holothurien zu gleicher Zeit, ist an dem allgemeinen Schema nichts weiter geändert, um so mehr aber an dem Verhalten der Nerven zu den Blutbahnen; und hier bestehen auch jetzt noch Differenzen genug, um zu erneuter Untersuchung herauszufordern. Ich habe mich im vorigen Abschnitt an die Hoffmann'schen Arbeiten, als die neuesten und ausführlichsten, gehalten, ohne die Greeff's zu berücksichtigen. Greeff giebt (V, p. 155 ff.) ausser dem oralen Blutgefässring noch einen zweiten Nervenblutgefässring um den Mund der Asterien an. Hoffmann hat, wie wir sahen, blos einen [1]). Der von mir beschriebene Blutgefässring würde ein Nervengefäss sein, der andere Gefässring, so wie bei Hoffmann, fehlen.

Bei den Seesternen lässt Greeff (IV, p. 6) die radialen Nervenstämme unter dem Integument (Wimpern, Cuticula, feines Plattenepithel, das direct in die Haut der Füsschen übergeht) sich aus Fasern und Zellen zusammensetzen, er lässt die so gewonnene Substanz theils den Boden der Blutbahn bilden, theils an dem mittleren, trennenden Septum sich erheben.

»Der Nervenring und die radialen Nervenstämme der Holothurien (V, p. 165) verhalten sich vollkommen wie die der Asterien. Es sind breite, platte Bänder, die nach aussen mehr oder minder leisten- oder röhrenartig sich erheben und so in ihrer ganzen Ausdehnung Canäle umschliessen, einfache oder durch ein mittleres Längsseptum in zwei Hälften getheilte. Die Radialcanäle liegen wie bei den Asterien nach aussen von den hier zwischen den Längsmuskelbändern der Leibeshöhle verlaufenden Radialcanälen des Wassergefässsystems, nur durch ein häutiges Septum von diesem getrennt. Auch das Nervenband selbst scheint bei einigen Holothurien (Stichopus regalis) canalartig durchbrochen zu sein, woraus man vielleicht schliessen darf, dass von den Hauptcanälen aus Zweige in die Nervensubstanz eindringen«.

Auch bei den Echinen und Ophiuren (V, p. 169) »treffen wir nach aussen vom radialen Wassergefäss dieselben Lagerungs- und Formver-

1) Es wird mir bei Hoffmann nicht ganz klar, ob er unter dem Leistenring ein Gefäss oder ein solides Band versteht. Ich habe, in Uebereinstimmung mit meiner Ophiure, das letztere angenommen.

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

hältnisse des Nervenbandes, das nach innen einen Canal umschliesst, nach aussen von einem solchen umschlossen ist«[1]).

Bei den Echinen sind nach Hoffmann (VII, p. 47 ff) die radialen Nerven stärker als der Schlundring (daher J. Müller's Ambulacralgehirne), sie geben regelmässige Zweige ab. »Durch eine Medianfurche wird jeder Ambulacralnerv gewöhnlich in zwei Seitenhälften getheilt«. Einen ununterbrochenen Achsencanal, den Baur von der Synapta digitata beschrieb, fand Hoffmann nicht. Die Ganglienzellen liegen mehr in der Peripherie, die Fasern mehr im Centrum. Bei Spatangus purpureus übertreffen (p. 50) die Ambulacralnerven den Ring nicht an Stärke; sonst stimmt das System mit dem der Echinen überein. Diesen spärlichen Mittheilungen hat der Autor die Abbildung eines Ambulacralnerventheiles von Sphaerechinus esculentus hinzugefügt (Taf. VIII, Fig. 64), welche mir weit mehr zu besagen scheint als die Schilderung im Texte.

An Seesternen hat derselbe Beobachter die Radialstämme auf Querschnitten untersucht (VIII, p. 7). Die Hauptsache habe ich schon beim Blutgefässsystem citirt. Zwei »Nervenblätter« bilden die gleichen Seiten des gleichschenkligen Hauptdreiecks, bezw. die Basen der dreieckigen radialen medialen Blutbahnen, sie gehen in die Saugfüsschen über. »Die in den Nervenblättern enthaltene »Nervensubstanz setzt sich andererseits auch auf die senkrechte Leiste theilweise fort«.

Semper endlich standen, gleich mir, nur Spiritusexemplare zu Gebote. Trotzdem hat er die Kenntniss des Nervensystems der Holothurien, wie mir scheint, bei weitem am meisten gefördert. »Die Radialnerven oder Ambulacralgehirne sind breite in einer Scheide eingeschlossene Bänder, welche vom Ambulacralwassergefäss nur durch eine dünne Scheidewand getrennt sind«. Bei den Aspidochiroten (XVII, p. 147) sind es drei platte Bänder, durch ein bindegewebiges, dünnes Septum von einander geschieden; das äussere nennt er n_1, das innere n_2, und in n_2 steckt eingekeilt noch n_3 als eine Leiste, die zum Nerven gehört, »obgleich sie immer völlig homogen zu sein scheint«. n_1 und n_2 sind entschieden zellig. Im Leben scheinen Höhlungen zwischen den Bändern zu fehlen. »Das äussere Band n_1, doppelt so dick als n_2, enthält ausser Zellen auch Fasern. Die Zellen bilden eine äussere geschichtete Lage, die zwei oder höchstens drei kernhaltige Zellen enthält; nach innen, also gegen die Schicht n_2 zu, laufen diese Ganglienzellen deutlich in feine Fasern aus, die parallel zu streichen und sich an die bindegewebige Membran zu setzen scheinen, welche n_2 und n_1 von einander trennt. An

1) Ueber den äusseren Canal und die daraus gezogenen Schlüsse siehe Ende von Cap. II.

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

gut gelungenen Schnitten sieht man, dass diese trennende Bindegewebslage eine von jeder Seite her direct aus der Cutis zwischen die beiden äusseren Blätter der Radialnerven eintretende Leiste ist«. Bei den Dendrochiroten (Cucumaria japonica Semper, p. 148) ist n_3 ein nicht homogenes, sondern fein gestreiftes Band, wohl auf einem Blutgefässnetz aufsitzend. Merkwürdigerweise wird dieses fragliche Gefässnetz in der betreffenden Figur (XVII, Taf. XXXVIII, Fig. 5) als n_4 bezeichnet. Die Füsschen werden von n_1 und n_2 zusammen, wahrscheinlich auch von n_3 versorgt. Der Nervenring wird nur aus n_1 gebildet (aussen Zellen, innen Fasern). Daraus erhalten wir ein Schema, das den Nervenring aus n_1 bestehen lässt; dieser setzt sich in die fünf Ambulacralstämme fort; wo diese vom Ringe abtreten, gesellen sich zu ihnen, gleichfalls an diesen sich ansetzend und nach innen von jenen verlaufend, die Bänder n_2 und n_3 (mit den Gehörblasen Baur's); alle Bänder zusammen versorgen die Füsschen, der Ring giebt ausserdem feine Schlundfäden ab.

Nimmt man dazu, dass das Band n_3 in den Querschnittfiguren von Holothuria erinaceus Semper (XVII, Taf. XXXVIII, Fig. 2) ein T bildet, dessen senkrechter Theil sich in n_2 einschiebt und auch dieses Band in zwei symmetrische Hälften theilt, und verbindet man diese Angaben mit Greeff's Behauptung, auch bei den Holothurien sei oft eine doppelte Höhlung in den Stämmen, mit mittlerem Septum, vorhanden, so kann man daraus eine ganz ähnliche Bilateralität an jedem Nervenstamme ableiten, wie sie bei den Seesternen sich so scharf markirt.

Um bei der Ophiactis zu einem genügenden Einblick zu kommen, sind verticale und horizontale Längs- wie Querschnitte unerlässlich (die ersteren scheinen bisher leider versäumt zu sein).

Der Nervenring, Nervus anularis (Fig. 15, 19, 24 *N. an*) bildet hier ein regelmässiges Hexagon, was vom Wassergefässring nicht zu melden war. Er liegt zu innerst auf den Mundeckstücken, von der Mundhöhle selbst nur durch die hier das Integument vertretende Cuticula getrennt, nach oben unmittelbar in die umgeschlagene Magenwand übergehend. Die horizontale Ebene, die ihn aufnimmt, theilt mit der des Wassergefässringes eine höhere Lage über der Ebene gleicher Richtung, in welcher die radialen Nervenstämme, bezw. die radialen Wassergefässstämme liegen. Es muss also von diesen ein aufsteigender Ast die jedesmalige Verbindung herstellen. Wir erhalten demnach an jedem radialen Nervenstamm einen

horizontalen Theil, Nervus brachialis horizontalis (Fig. 14, 20, 21, 22, 32, 39, 40, 41 *N. h*) und einen

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

aufsteigenden Theil, Nervus brachialis ascendens (Fig. 16, 18, 23, 27 *N. as*).

Beim Wassergefässsystem stand der aufsteigende Theil der Radialstämme senkrecht zum horizontalen, dem, wie bei den übrigen Echinodermen, die Blutnervenbahn unmittelbar nach aussen folgt. Der aufsteigende Nervenstamm bildet indessen mit dem horizontalen ungefähr einen Winkel von 125°, so dass also der aufsteigende Ast des Wassergefässes und des Nerven um einen nach oben offenen Winkel von 35° divergiren (Fig. 18). Der Winkel wird ausgefüllt durch den breiteren Musc. radialis superior und den schmäleren inferior. Auf diese Art kommt es, dass der Wassergefässring nicht wie bei den übrigen Stachelhäutern sich dem Nervenblutringe dicht anschmiegt, sondern sich mit seinen bogenförmigen Erweiterungen, ausgefüllt von ersterem Muskel, von ihm entfernt; und damit hängt es theilweise weiter zusammen, dass der Leistenring der Asterien, der sich zwischen jenen beiden Ringen ausspannt, hier nicht zu Stande kommen kann. — Macht man jetzt Längsschnitte durch einen Arm und zwar verticale (Fig. 32), so zeigt das Nervenband, das, wie wir schon sahen, nur den Boden der Blutgefässe bildet, ohne sich an der senkrechten Leiste hinaufzuziehen, zwar eine fast vollkommen horizontale untere Grenzlinie (es sollte eigentlich in der Figur den Armbauchplatten fest anliegen), aber die obere wird zu einer Wellenlinie, mit je einem Berge über der Mitte jeder Bauchplatte und je einem Thale über den anstossenden Rändern. Das Nervenband bietet also in jedem Gliede eine Verdickung dar, ähnlich wie in dem perlschnurartigen Bauchmarke mancher Würmer (z. B. der Lumbricinen). Ein ganz ähnliches Resultat erhalten wir bei horizontalen Armlängsschnitten. Hier ist je eine seitliche Verdickung in jedem Armgliede zu verzeichnen (Fig. 14), eine Verdickung, welche in ihrer Längsausdehnung ziemlich der einer Bauchplatte entspricht und welche nur an den Uebergangsstellen einer schmäleren Brücke Platz macht, — also wieder die Perlschnurform. Um die anatomische Construction der einzelnen Ganglien und ihre Verbindung kennen zu lernen, — die entwicklungsgeschichtliche Begründung s. Theil II —, sind vor Allem Querschnitte nöthig (Fig. 16, 21, 39, 40, 41). An gut gefärbten Präparaten, wo die Kerne dunkel abstechen, erkennt man sofort, dass aussen eine reiche Zellenanhäufung, innen eine dichte Fasermasse das Band ausfüllt. Erstere aber, welche die untere Hälfte in der ganzen Breite einnimmt, ist oben durch fünf nach unten convexe Bogen begrenzt, einen mittleren (n_3), zwei mediale (n_2) und zwei laterale (n_1); und bisweilen gehen von den vorstehenden Zacken zwischen den Bogen nach oben feine Schattenlinien aus, welche die Fasermasse in entsprechende fünf Abschnitte

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

eintheilen, einen unpaaren mittleren, den kleinsten, n_3, zwei stärkere mediale, n_2, und zwei in der Stärke wechselnde laterale n_1. Die letzteren sind da am breitesten, wo die Anschwellungen in den horizontalen Längsschnitten am grössten (Fig. 40), am schmalsten und schwächsten wieder über den Ligamenten zwischen den Bauchplatten. Jene feinen Schattenlinien, welche die einzelnen Abschnitte auseinander halten und nach der Mitte, nach der Einsatzstelle der senkrechten Leiste zu, convergiren, halte ich für zarte bindegewebige Dissepimente. Die Felder n_3 und n_2 der Querschnitte können auch in horizontalen Längsschnitten sichtbar werden, wenn diese möglichst tief durch den Nervenstamm gelegt sind. Hier tritt an der tiefsten Stelle zwischen den Zellen zunächst der Faserstrang n_3 hervor, an etwas höheren die beiden medialen n_2 (Fig. 14). So an den vorderen starken Armgliedern. Der Eindruck der echten gegliederten Ganglienkette wird erhöht, je weiter man gegen die Peripherie fortschreitet; und an den Armspitzen (Fig. 34) werden kräftige Ganglienknoten nur noch durch ziemlich feine und lange Commissuren verbunden. Man würde an den vorderen Gliedern ganz ähnliche Bilder mit verdünnter Commissur erhalten, wenn man die medialen Bänder n_2 (n_3 ist zu unbedeutend) auf ein minimales Maass reducirte.

Aus der Anschwellung jedes einzelnen Armgliedes entspringt nahe an der Scheibe deutlich vorn und nach vorn gerichtet ein starker Muskelnerv (Fig. 14), hinten und nach hinten gerichtet ein fast noch stärkerer Tentakelnerv, und zwischen beiden sieht man bisweilen noch ein zartes Fädchen abtreten, gerade seitlich gerichtet, etwa zu den Stachelmuskeln. An der Spitze der Arme wird bei entsprechender Muskelreduction auch der vordere Nerv bis zur Unsichtbarkeit verfeinert, vom mittleren sah ich hier nie etwas, der aborale Füsschennerv bleibt gleich stark. Durch diese verschiedene Ausbildung werden die Ganglien der vorderen Armglieder länger und oblonger als die mehr rundlichen der Armspitze, und das ist der anatomische Grund, warum die Commissuren zwischen den Ganglien an letzterer Localität länger erscheinen als an ersterer. Die Nervi tentaculares der Armspitze zeigen das von Greeff und Hoffmann betonte Verhalten am deutlichsten, dass sie direct in die Haut der Saugfüsschen übergehen, da diese hier ziemlich in gleicher Höhe mit dem Nervenbande einsetzen. An den vorderen Armgliedern jedoch, wo sie viel höher an den Wirbelflügeln entspringen, werden die Verbindungen mit den Ganglien zu wirklichen Nerven ausgezogen, obgleich auch die Nerven das Füsschen vollständig als besondere Hautschicht umspannen. Ich will gleich hier auf den Unterschied aufmerksam machen, dass bei den Asterien, wo das Greeff'sche Pflasterepithel

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

mit Cilien über dem Nervenbande das Integument vertritt, die Haut der Füsschen allerdings in ihren Deckschichten eine unmittelbare Fortsetzung des Nerven bildet, während bei der Ophiactis die Nervenausbreitung nur ein subepitheliales Lager darstellt, zu dem sich erst später, nicht unmittelbar am Nervenbande, das Epithel gesellt. Das Nervenband selbst hat ja kein anderes Epithel oder Integument als die knöchernen Bauchplatten und die diese verbindenden Ligamente.

Die Bänder n_2 und n_3 verlaufen ununterbrochen durch die Nervenmasse, und ich bemerke, dass von n_2 von Zeit zu Zeit ein feiner Faserstrang nach unten und aussen zu treten schien, um sich mit dem aus n_1 austretenden Nerven zu verbinden.

Vorliegendes Material glaube ich nun zu folgendem Bilde von der Structur des radialen Armnervenstammes vereinigen zu können:

1. Zu unterst und äusserst liegt jederseits in jedem Armgliede ein Ganglion, bestehend aus Zellen und Fasern, welche die nervenbedürftigen Organe desselben Gliedes, Muskeln und Tentakel, versorgen. Diese einzelnen Ganglien der verschiedenen Glieder gehen mit verschmälerten Enden ineinander über. Sie stellen eine eigentliche Ganglienkette dar und rechtfertigen so die Müller'sche Bezeichnung der Radialnervenstämme als Ambulacralgehirne. Von den einzelnen Ganglien geht der nächste Impuls zur Bewegung der einzelnen Füsschen und Muskeln aus, sie sind deren Centralorgane. Die beiden Ganglien eines jeden Gliedes sind dabei nicht vollkommen getrennt, sondern sie verbinden sich durch eine untere, vielleicht auch durch eine obere Querbrücke.

2. Um die Wirkung der einzelnen Ganglien zu einer für die Gesammtzwecke des Organismus nöthigen einheitlichen Thätigkeit zu regeln, tritt ein Commissurensystem auf (n_2). Aus jedem Einzelganglion zweigt sich ein Fädchen ab, das nach der Mitte des Armes zu einbiegt und von hier centripetal weiter zieht. Die beiden so entstehenden seitlichen Commissuren müssen von der Armspitze aus an Stärke in einer arithmetischen Progression, der Gliederzahl gemäss, anschwellen; so viel ich beurtheilen kann, thun sie es. Ob sich zwischen die Fasern einer solchen Commissur auch Zellen einlagern, bleibt mir ungewiss, aber wahrscheinlich. Die Commissur wird ihre Wirkung nur auf die eine Seite eines Armes auszudehnen vermögen, dadurch aber die allerwichtigste locomotorische Bewegung des Thieres auslösen, die seitliche Verbiegung des Armes. Durch diese Commissur wird der Arm allein ermächtigt einen einheitlichen Apparat vorzustellen.

3. Entweder um die scharfe Isolation beider Armhälften aufzuheben, oder um dem äussersten unpaaren Tentakel (dem Fühler der See-

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

sterne) eine seiner Stellung gemässe Bedeutung in der Gesammtorganisation zu verschaffen, legt sich noch zwischen die beiden seitlichen Commissuren eine dritte mittlere (n_3). Ihre unansehnliche Stärke spricht wohl für die zweite Alternative, während die Theorie ein Organ für die erste fordert. Vielleicht sind beide Wirkungsweisen dem zarten Bändchen zugleich übertragen.

Es würde mit der hier vorgetragenen Auffassung der radialen Nervenstämme der Ophiactis kaum sich vereinen lassen, wollte man dem Nervenringe, der innen Fasern, aussen Zellen zeigt, nur die den Einzelganglien n_1 entsprechenden Elemente zu seinem Aufbau zugestehen. So nöthig vielleicht auch hier eine solche Decentralisation seiner Theile ist, so ist doch eine Fortsetzung der Commissuren, wenigstens der mittleren oder der seitlichen theilweise, ein unumgängliches Postulat, nicht nur um die Kaumuskeln zu gemeinsamer Action zu veranlassen, sondern noch vielmehr, um eine zweckmässige Combination der Bewegungen verschiedener Arme im Dienste des Gesammtorganismus zu ermöglichen. Dieses Postulat, so bestimmt es künftigen Untersuchungen, wie ich meine, den Weg vorzeichnet, geht vor der Hand noch über die Beobachtungen hinaus, nicht nur über meine eigenen, sondern auch über die Semper's; denn der Leser hat inzwischen aus den Bezeichnungen der Nerventheile als n_1, n_2 und n_3 erkannt, dass sie zur Uebereinstimmung mit denen Semper's gewählt wurden; und hiermit gehe ich zu dem Vergleich mit dem Nervensystem anderer Echinodermenclassen über.

Dass überall eine bilaterale Anlage der radialen Nervenstämme zu verzeichnen, ist leicht zu erweisen. Für die Holothurien habe ich oben schon Semper's und Greeff's Angaben in dieser Absicht combinirt, bei den Seesternen geht die Bilateralität aus der senkrechten Leiste hervor; für die Echinen zeigt sie theils Hoffmann's Angabe einer Medianfurche, theils und noch klarer seine Figur 64 (VII, Taf. VIII). In diesem Radialnervenstamm von Sphaerechinus esculentus treffen wir in der That genau die Elemente dessen von der Ophiactis wieder an, eine unpaare (hier sehr starke) mittlere Commissur, jederseits eine mediale, und nach aussen folgen Massen von Ganglienzellen, welche am Ursprung eines jeden Nervenastes, die Decentralisation bekundend, sich zu einem dicken Haufen sammeln, durch geringere Zellenstränge aber sich verbinden.

Die Beziehung bei den Holothurien erkennt man sofort, wenn man Semper's Beschreibung durchliest und die Indices n_1, n_2 und n_3 in demselben Sinne gebraucht, wie ich bei der Ophiactis. Semper's auch nicht gerade energisch hingestellter Behauptung, der Schlundring baue sich

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

allein aus n_1 auf, kann ich mich aus den schon angegebenen Gründen nicht anschliessen.

Bei den Seesternen homologisire ich Hoffmann's Nervenblätter (VIII *h*; s. o.) mit n_1, die an der senkrechten Leiste sich hinaufziehende Substanz mit n_2; für n_3 ist noch kein Homologon angegeben, wiewohl es sicher zu fordern; wahrscheinlich ist diese Commissur innerhalb der Leiste eingeschlossen. Die Auffassung aber, dass das Nervencentrum eines jeden Füsschens unmittelbar daneben in n_1 zu suchen, dass hier also eine sehr auffällige Decentralisation vorliege, wird sehr evident bestätigt durch ein Experiment, welches derselbe Autor in anderer Absicht anstellte. Er sagt (VIII, p. 7): »Die Nervenblätter hören beiderseits der Ambulacralrinne und am Grunde der Arme nicht auf; untersucht man nämlich an guten Querschnitten genauer, so bemerkt man, dass sie allmälig schmäler werdend umbiegen, direct in die Haut der Saugfüsschen übergehen und diese bilden. Sie sind, wie Greeff vortrefflich bemerkt, »»eigentlich nur als eine Fortsetzung oder Ausstülpung der äusseren Haut zu betrachten, in die sie sowohl durch Vermittlung der Saugfüsschen als auch an andern Stellen zwischen den Saugfüsschen direct übergehen««. Dass dies wirklich so ist, geht nicht nur aus der Structur der Saugfüsschen hervor, sondern auch aus folgendem kleinen Versuch. Reizt man den Nervenstamm an irgend einer Stelle, so ziehen sich die in der Umgebung der gereizten Stelle gelegenen Saugfüsschen zusammen. Reizt man eines der Saugfüsschen, so geschieht ganz dasselbe. Ob man den Nervenring oder die radialen Stämme reizt, bleibt sich gleich. Auf die weiter von der gereizten Stelle abgelegenen Saugfüsschen erstreckt sich die Wirkung des Reizes nicht«. Wäre Hoffmann's Experiment in dem Umfange giltig, wie er glaubt, nämlich in Bezug auf die gesammte Nervenmasse, so wäre dadurch die Möglichkeit, einen Seestern als einen einheitlichen Organismus sich zu denken, welcher durch Sinneseindrücke (von den Saugfüsschen etc. aus) Kenntniss von der Aussenwelt erhält und danach das Verhalten aller seiner Theile einrichtet und regelt, vollständig aufgehoben, denn es bestände nicht der geringste Rapport zwischen den Sinnesorganen und dem Ganzen; der Versuch würde die Decentralisation so weit treiben, dass der Organismus unfehlbar auseinanderfiele. Das aber beweist, dass die Beziehung, welche Hoffmann daraus folgert, nur Giltigkeit hat für die anliegenden Nervenblätter; und darin liegt ein weiteres Argument für die Richtigkeit meiner Auffassung, welche die einzelnen Centren für die Armglieder in die Nervenblätter, bezw. die Theile n_1 verlegt, für n_2 und n_3 dagegen verknüpfende Thätigkeiten in Anspruch nimmt.

Will man die Nervenbänder der verschiedenen Echinodermen nach

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

ihrer grösseren oder geringeren Complication in eine Reihe ordnen, so stellen sich Echinen und Ophiuren auf dieselbe Stufe mit plattem Nervenbande, welches die Commissuren umschliesst; bei den Seesternen ziehen sich letztere heraus und legen sich der Längsleiste an; und die Holothurien treiben diese Anordnung am weitesten, indem sich drei Blätter übereinanderlagern, nach aussen das der Einzelganglien n_1, in der Mitte die doppelte Commissur n_2 und nach innen die unpaare n_3.

In Betreff der Histologie der Nerven stimmen meine Beobachtungen mutatis mutandis mit denen Hoffmann's an Seesternen (VIII) überein, von den Stäbchenfasern abgesehen, die ich nicht fand. Nach den Figuren der älteren Arbeit von Haeckel (VI, Taf. XI, Fig. 11 u. 12) scheint es fast, als seien seine starken Primitivröhren nur solche Stäbchenfasern gewesen. Ueberhaupt lassen die älteren Beschreibungen hier meist im Stiche. So heisst es bei Valentin (XXI, p. 99): »Ce qui étonne, c'est le peu de développement de la substance ganglionaire«. Hoffmann giebt dagegen bei den Echinen einen grossen Nervenzellenreichthum an. Die Verbindung von Nervenfasern und Zellen scheint nur Semper bei den Holothurien und Hoffmann bei den Asterien beobachtet zu haben; für die Echinen ist es noch keinem gelungen den Zusammenhang nachzuweisen. An ausserordentlich feinen Schnitten, in denen nur Theile des radialen Nervenstammes erhalten waren (Fig. 28), sah ich kleine, bipolare, gestreckte Zellen mit homogenem Plasma, wie es die übrigen Autoren beschreiben, und einem verhältnissmässig grossen, ziemlich blassen Kern, welcher die Zelle fast ganz ausfüllte. Die Fasern waren noch eine kurze Strecke weit zu verfolgen. Auch eine körnige Zwischensubstanz schien vorhanden. Von den Pigmenten, die fast überall beschrieben werden, war nichts wahrzunehmen; möglich, dass der Alkohol sie extrahirt hatte.

D. Die Tentakeln und (oder) die Sinnesorgane.

Den Namen »Ambulacralfüsschen« möchte ich für die Ophiactis zurückweisen, da eine locomotorische Thätigkeit schwerlich zu ihrer Aufgabe gehört; ich ziehe es vor, sie als Tentakeln zu bezeichnen. Man hat zwar nicht nach der Ausbildung, wohl aber nach der Lage zu unterscheiden

1. die oberen und unteren Mundtentakeln, Tentaculi oris superiores et inferiores (Fig. 14, 15, 16, 18, 23, 27 *T. s.* u. *T. i*),

2. die paarigen Armtentakeln, Tentaculi brachiales (Fig. 14, 34—42 *T. br*),

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

3. den endständigen, unpaaren Armtentakel, Tentaculus extremus (Fig. 35, 36 *T. ex*).

Die Abgrenzung der ersten Categorie von der zweiten gründet sich lediglich auf das Kriterium der Richtung. Die oberen Mundtentakeln sind nach einwärts und aufwärts, die unteren nach einwärts und abwärts, die Armtentakeln aber sämmtlich nach auswärts und abwärts gewendet, der endständige horizontal nach auswärts (im ausgestreckten Zustande meist mit der Spitze nach abwärts).

Bronn beschreibt die Tentakeln der Ophiuren (I, p. 255) als »glatte und bei Ophiothrix warzig geschlossene Füsschen, pedicelli«. Richtiger ist es, wenn Gegenbaur (II, p. 321) von einem Höckerbesatz spricht. Doch das ist besser bei den einzelnen Schichten zu erläutern. Diese stimmen mit denen überein, welche Hoffmann u. a. bei Echinoiden und Asterien angiebt. Es folgen sich da von aussen nach innen

a, die Epithelschicht, b, die Nervenschicht, c, eine Bindegewebslage, d, die Muskelfasern, e, eine homogene Membran, f, das innere Epithel.

Die Epithelschicht hat mit der der Echinen das gemeinsam, dass sie nicht den ganzen Tentakel gleichmässig überzieht, sondern sich auf einzelne im ausgestreckten Zustande weiter voneinander entfernte, im contrahirten einander nahe gerückte Ringe beschränkt, während sie am blindgeschlossenen Ende einen dichten Knopf bildet (Fig. 38, 39). Die Ringe bleiben nur selten continuirlich, sie trennen sich entweder nur in Mondsicheln, wie an den Mundtentakeln, oder in einzelne Papillen, wie besonders an den äussersten Armgliedern. Die Tentakelhaut zwischen den Ringen muss sich mit einer einfachen Cuticula begnügen, die also hier wieder als einziger Vertreter der Epidermis dasteht. Die Epithelzellen im Knopfe und in den Papiilen sind lang-cylindrisch, wie es scheint oftmals geschichtet.

Unter dem Epithel und der Cuticula folgt die Nervenschicht. Sie lässt sich nur an dem oberen, dem Ursprungsende der Tentakeln deutlich erkennen. Der Nerv umspannt hier den Tentakel ringsherum als ein an der Innenseite weit beträchtlicheres Polster. Ganglienzellen wie Nervenfasern bilden es.

Hoffmann trennt die Bindegewebsschicht in eine transversale und eine longitudinale Lage (VII, p. 71, 81; VIII, p. 19). Bei den Echinen liegt über ihnen noch eine Pigmenthaut, von der ich nichts erkannte. Die Trennung der Bindegewebshaut ist gewiss sehr unwesentlich, da bei den Seesternen die longitudinale, bei Echinen und Spatangen aber die transversale Lage die äussere sein soll. Ich sah besonders transversale, ausserordentlich zarte und feine, dicht gedrängte Bindegewebs-

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

fasern, schwer wahrnehmbar. Diese circulären Fasern sind wahrscheinlich von älteren Forschern, Tiedemann u. a. (XIX, p. 25) für eine Ringmuskelschicht gehalten, welche die neueren, wie Hoffmann (l. c.), Semper (XVII, p. 159) völlig leugnen. Ich schliesse mich ihnen an, denn ich sah nur longitudinale Muskelfasern, und zwar, wie nach Hoffmann bei den locomotorischen Füsschen der Spatangen, in einfacher Lage. Die Elemente sind sehr fein und scheinen die ganze Länge eines Tentakels zu durchmessen; Dichotomieen kamen vor, ja ich glaubte netzartige Verschmelzungen zu bemerken.

Die innere (homogene) Bindegewebsmembran ist schwer nachzuweisen. Das ihr aufliegende innere, ohne Zweifel wimpernde Epithel theilt die Eigenthümlichkeit des äusseren, nicht die ganze innere Oberfläche auszukleiden. Es beschränkt sich ebenfalls auf einzelne Ringe, die hier geschlossen bleiben und bei contrahirtem Tentakel sich verkürzen (Fig. 39). Die Zellen sind kürzer als aussen.

Den Inhalt bilden endlich die braunen Körperchen oder Wanderzellen, deren Bekanntschaft wir im Wassergefäss machten; sie erfüllen bald den Tentakel sehr dicht, bald fehlen sie, bald ist nur ein mässiger Erguss vorhanden, dessen einzelne Zellen durch geronnene Plasmafäden suspendirt sind.

Wie schon angedeutet, unterscheiden sich die Mundtentakeln in nichts von den Armtentakeln, als dadurch, dass sie den geringsten Papillenzerfall ihres Epithels wahrnehmen lassen. Dieses nimmt, je mehr wir uns der Armspitze nähern, um so mehr zu, bis die Tentakeln die typische Form der Fig. 38 erreichen. Die gleiche Gestalt hat auch der endständige unpaare Tentakel, daraus uns kein Recht erwächst, ihn den übrigen als Fühler κατ' ἐξοχὴν gegenüberzustellen, wie das bei den Asterien nach den Arbeiten von Wilson, Greeff (IV, p. 1) und Hoffmann (VIII, p. 9) geschehen muss.

Die äussere Gestalt der Tentakeln lässt sich mit der Füsschenform der übrigen Echinodermen nicht gut vergleichen, ausser etwa mit der der Crinoiden. Das Fehlen der Saugscheibe und der Papillenzerfall des Epithels ergeben Unterschiede von allen anderen Ambulacralfüsschen. Die Form aber ermächtigt uns, sogleich auf die Function einen Schluss zu machen und die locomotorische Thätigkeit aus dem Register der specifischen Leistungen der Tentakeln zu streichen. Hoffmann hat bei Echinen und Spatangen ganz ähnliche Consequenzen gezogen. Bei letzteren, die mehr oder weniger auf flachem Meeresgrund ihr Dasein führen, überträgt er wegen der Abwesenheit der Saugnäpfe an den Füsschen die Ortsbewegung fast allein den Stacheln (VII, p. 82); bei den Echinen sollen die Stacheln die gleiche Bewegung am Boden vermitteln,

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

die Saugscheiben der Füsschen aber befähigen die Thiere an steilen Wänden emporzuklettern. Die Lebensweise der Ophiactis, zwischen Wurmröhren und Kalkskeleten umherzukriechen, macht zu hauptsächlichsten Trägern der Locomotion sowohl die Intervertebralmuskeln, wie die Stacheln mit ihren conischen Muskelchen. Die Biegung eines oder zweier Arme bei aufgestützten Armspitzen wird allein schon hinreichen, das Thier bei grösserem Spielraum erheblich vorwärts zu treiben; noch dienlicher aber ist jedenfalls bei den engen Pässen, durch welche es meist sich hindurchwindet, das Aufrichten und Abspreizen der Stacheln, die seitlich sich an die Wand anstemmen und so das Thier, wenn auch langsam, fördern. Die Hülfe der zarten Tentakeln bei diesem Geschäft scheint mir nicht nur überflüssig, sondern in hohem Grade unthunlich.

Es bleiben daher für die Tentakeln nur noch zwei Functionen, nämlich Respiration und Perception; und beide, glaube ich, sind an einem und demselben Gebilde mehr oder weniger räumlich geschieden. Hoffmann hat an den Ambulacralfüsschen der Echinen gezeigt, dass sie auch ohne die Mitwirkung der Ambulacralampullen sich erigiren können. Es geschieht dies ohne Zweifel durch partielle Contractionen der Muskelfasern in je einem Ringe, welche, von dem Fussende gegen die Spitze fortschreitend, das flüssige Contentum in diese hineinpressen und dadurch die Verlängerung des gesammten Füsschens erreichen. Gerade so vermuthlich beim Ophiactistentakel. Ist der aber erigirt, so werden die nun verbreiterten epithellosen Stellen einem endosmotischen Strome zum Zwecke der Athmung vorzüglich durchgängig sein.

Um die Papillen und den Endknopf als Sinnesorgane zu deuten, ziehe ich die Tastpapillen heran, welche Semper von der Haut der Synaptiden beschreibt (XVII, p. 153). Aus einem kleinen Ganglion unter der Haut strahlen dort Nervenfasern aus, die sich mit hervorstechend dunkeln Epithelzellen verbinden. Es leuchtet ein, dass bei den Tentakeln der Ophiactis sehr analoge Verhältnisse vorliegen.

Von weiteren Sinnesapparaten, den Baur'schen Ohren oder den Augen der Seesterne, habe ich bei der Ophiactis nichts wahrgenommen.

Naumburg a. S., den 23. Juni 1876.

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

Citirte Schriften.

I. Bronn, Classen und Ordnungen des Thierreichs. II.

II. Gegenbaur, Grundzüge der vergl. Anatomie. II. Aufl.

III. Graber, Beitrag zur Histologie der Stachelhäuter. Jahresber. des Gymnasiums zu Graz vom Jahre 1872.

IV. Greeff, Ueber den Bau der Echinodermen. Erste Mittheilung. Sitzungsber. der Gesellsch. zur Beförderung d. gesammten Naturwissensch. zu Marburg. Nov. 1871. Nr. 8.

V. » Dritte Mittheilung. Ebenda. Nov. u. Dec. 1872. Nr. 11.

VI. Haeckel, Ueber die Augen u. Nerven der Seesterne. Diese Zeitschr. Bd. X. 1860. p. 183—189.

VII. Hoffmann, Zur Anatomie d. Echinen u. Spatangen. Haarlem u. Leipz. 1871.

VIII. » Zur Anatomie der Asteriden. Leipzig 1872.

IX. Kowalewsky, Sitzungsber. d. zoolog. Abtheil. der III. Versamml. russischer Naturf. in Kiew. Diese Zeitschr. Bd. XXII. 1872. p. 283.

X. Krohn, Nervensystem der Echinodermen. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1841.

XI. Leydig, Lehrbuch der Histologie.

XII. » Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Archiv für Anat. u. Physiol. 1854.

XIII. M. Chr. Lütken, Description de quelques Ophiurides nouveaux ou peu connus avec quelques remarques sur la division spontanée chez les Rayonnés. Aftryk af Oversigt over d. K. D. V. Selsk. Forhandl. O. S. V. Nr. 2. 1872.

XIV. J. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Abh. d. Berl. Akad. 1853.

XV. » Anatomische Studien über die Echinodermen. Archiv f. Anat. u. Physiol. 1850.

XVI. Quatrefages, Mémoire sur la Synapte de Duvernoy. Ann. des sc. nat. II. XVII. 1842.

XVII. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. Tom. I. Leipzig 1868.

XVIII. v. Siebold und Stannius. Vergl. Anat.

XIX. Fr. Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzfarbenen Seesternes und des Stein-Seeigels.

XX. W. Thomson, On the embryogeny of Antedon rosaceus. Phil. Trans. 1865. II.

XXI. G. Valentin, Anatomie du Genre Echinus, 1841 (Agassiz, Anatomie des Echinodermes).

Erklärung der Abbildungen.

Die mikroskopischen Bilder sind nach einem Gundlach'schen Instrument, sämmtlich beim Ocular I, entworfen. Die römische Ziffer direct hinter der Nummer bedeutet das Objectiv, welches bei der Zeichnung benutzt wurde. Die unechten Brüche mit dem Nenner 1 an derselben Stelle geben die directen Vergrösserungen an.

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

Die folgenden Abkürzungen sind sämmtlichen Figuren, bei denen sie vorkommen, gemeinsam. Wo ihnen ein † angefügt ist, bedeuten sie die junge, regenerirte Anlage derselben Organe.

I. Skelet.

Vr, Wirbel,
L. br. d, Armrückenplatte,
L. br. v, Armbauchplatte,
L. br. l, Armseitenplatte,
Sp, Stachel,
Sq, Schüppchen,
An. o, Mundeckstück,
L. d.d, Scheibenrückenplatte,
L. d. v, Scheibenbauchplatte,
Pr, Peristomialplatte,
J. o, Mundschild,
T. ab, aborale } Deckplatte des Mundeckstückes,
T. ad, adorale }
Tr, Torus angularis,
T. tr, Deckplatte des Torus,
D, Zahn (hier ist ein Versehen vorgefallen in Fig. 10 u. 29, wo *D* eine andere Bedeutung hat),
O. g, Genitalspange.

II. Bänder.

Lig, Ligament.

III. Muskeln.

M. iv, Musc. intervertebralis,
M. sp, Musc. spinalis,
M. ab, Musc. interradialis aboralis,
M. r. s, Musc. radialis superior,
M. r. i, Musc. radialis inferior,
M. ad. i, Musc. interradialis adoralis inferior,
M. ad. s, Musc. interradialis adoralis superior.

IV. Magen.

Vn, Magen.

V. Röhrenförmige Organe.

V. an, Wassergefässring,
V. c, Wassergefäss der Leibeshöhle,
V. as, aufsteigender } Theil des Armwassergefässstammes,
V. h, horizontaler }
V. t, Tentakelwassergefäss,
V. o, Wassergefäss der Mundtentakeln,
V. o. s, davon abgezweigter Ast zum oberen Mundtentakel,
Vs. P, Poli'sche Blase,
D. o, Steincanal,
Sg. m, Vas sanguiniferum brachiale medium,
Sg. l, Vas sanguiniferum brachiale laterale,
Sg. an, Vas sanguiniferum anulare.

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

C, Herz (ausser in Fig. 10, 29 und 30),
N. an, Nervenring,
N. h, horizontaler } Theil des brachialen Nervenbandes,
N. as, aufsteigender }
n_1, Fasermasse der Ganglien der einzelnen Armglieder, bezw. der schwachen Verbindungsbrücken,
n_2, laterale (paarige) } Commissur des brachialen Nervenbandes,
n_3, mittlere (unpaare) }
T. s, oberer Mundtentakel,
T. i, unterer Mundtentakel,
T. br, Armtentakel,
T. ex, unpaarer Tentakel der Armspitze.

Tafel XXXI.

Fig. 1. 14/1. Ausgewachsenes Exemplar der Ophiactis virens Sars, von oben.

Fig. 2. 14/1. Eine Körperhälfte kurz nach der Theilung.

Fig. 3. 17/1. Eine gleiche, längere Zeit nach der Theilung; die beiden äusseren jungen Arme sind als massive Höcker sichtbar.

Fig. 4. 17/1. Eine gleiche, wo zwischen den beiden äusseren jungen Armen auch der dritte mittlere als Höcker hervorgetreten ist.

Fig. 5. 17/1. Regeneration etwas weiter vorgeschritten als in Fig. 4.

Fig. 6—13 sind nach dem Objectiv II gezeichnet, aber ihre Grössenverhältnisse willkürlich behandelt.

Fig. 6. Isolirte Armbauchplatten von unten.

Fig. 7. Armrückenplatte mit dazu gehörigen Seitenplatten und Wirbel, von einander gelöst, von oben.

Fig. 8. Armseitenplatte.

Fig. 9. Durch Soda isolirter Stachel.

Fig. 10. *b*, vordere untere, *c*, hintere untere Wirbelfortsätze.

A, Armwirbel von unten. *d*, das Loch, in welches die gemeinsame Wurzel beider Tentakelwassergefässe eintritt, *e*, deren Austrittsöffnungen.

B, Armwirbel von oben. *a*, vordere obere Verbindungsstellen zu den Seiten- und Rückenplatten.

C, Armwirbel von vorn.

D, Armwirbel aus der Scheibe (ohne Verbindung mit der Rückenhaut) von der hinteren, aboralen Seite.

Fig. 11. Die isolirten Hautplatten eines Armbeginnes von unten.

Fig. 12. Ein Mundeckstück von oben.

Fig. 13. Der Kauapparat mit den Wassergefässen von oben (innen), nach Wegnahme des Scheibenrückens und Magens und geringem Kochen in Soda. Von den Wassergefässen der Bauchhöhle (v. c.) sind nur die wenigsten erhalten.

Tafel XXXII.

Fig. 14. IV. Horizontalschnitt aus einem Thiere, das etwa mit dem in Fig. 2 dargestellten im Aeusseren übereinstimmte. Der Schnitt ist einer der ersten von unten und hat eben erst die brachialen Nervenstämme gefasst.

Fig. 15. IV. Horizontalschnitt aus demselben Thiere; er liegt viel höher als der vorige und fällt in die Ebene des Wassergefässringes.

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

Fig. 16. V. Horizontalschnitt aus der mittleren Höhe der aufsteigenden Theile der brachialen Nerven- und Wassergefässstämme.

Fig. 17. IV. Verticalschnitt durch den Scheibenrand, wo er in einen Arm übergeht, parallel der Armrichtung, aber ziemlich am Rande des Armes, so dass er die Bänder, welche von den vorderen Wirbeln jederseits zum Scheibenrücken ziehen und eine Tasche für eine kleinere radiale Magenausbuchtung bilden, auf der einen Seite getroffen hat.

Fig. 18. IV. Verticalschnitt durch einen Armbeginn, median durch den Arm.

Fig. 19. IV. Interradialer Verticalschnitt durch eine Zahncolumne.

Fig. 20. IV. Verticalschnitt durch einen Armbeginn, senkrecht zur Längsrichtung des Armes, zwischen dem aufsteigenden Theile des Wasser- und Nervenstammes. Die linke Seite gehört einer regenerirten Hälfte an.

Fig. 21. VI. Die Mitte des unteren Theiles eines dem vorigen gleichen Schnitts.

Fig. 22. VI. Schnitt durch ein Stachelende.

Tafel XXXIII.

Fig. 23. V. Medianer Verticalschnitt durch einen Armbeginn.

Fig. 24. IV. Radiärer Verticalschnitt durch einen Interbrachialraum mit Madreporenplatte und Steincanal.

Fig. 25. V. Madreporenplatte mit Ausführungsgang. Verticalschnitt.

Fig. 26. IV. Verticalschnitt durch eine Madreporenplatte und ihre Poli'sche Blase, das Verhältniss des Mesenteriums demonstrirend.

Fig. 27. V. Verticalschnitt durch einen Armbeginn und den danebenliegenden Interbrachialraum mit Madreporenplatte und Steincanal, senkrecht zur Längsachse des Armes.

Fig. 28. VI. Horizontalschnitt durch den Anfang eines brachialen Nervenbandes.

Fig. 29. VI. *A—C*, Längs-, *D*, *E*, Querschnitte durch das Wassergefässsystem. *A*, *B*, je ein Sphincter aus einem Arm unter einem Zwischenwirbelgelenk, in *B* die Muskelfasern von der Hüllhaut losgelöst. *C* zeigt die länglichen, platten Endothelzellen. *D* dasselbe. *E* hat, als junges Gefäss, noch cubisches Epithel.

Fig. 30. Muskelfasern aus Zwischenwirbelmuskeln. *A*, die fibrillären Enden. *B*, feine Strichelung an der Bruchfläche. *C*, Sarcolemm.

Tafel XXXIV.

Fig. 31. VI. Längsverticalschnitt durch die Scheibenrückenhaut und die anhaftende Magenwand. Der Wulst in der Mitte entspricht einer Theilungslinie.

Fig. 32. IV. Verticaler Längsschnitt, median durch einen Arm, rechts adoral.

Fig. 33. IV. Verticaler Längsschnitt durch einen Arm, mehr seitlich. Richtung dieselbe.

Fig. 34—37. IV. Schnitte durch Armenden.

Fig. 34. Horizontal, unterhalb der Mitte.

Fig. 35. Vertical und seitlich.

Fig. 36. Horizontal durch die mittlere Höhe.

Fig. 37. Horizontal sehr tief, durch die Bauchhaut.

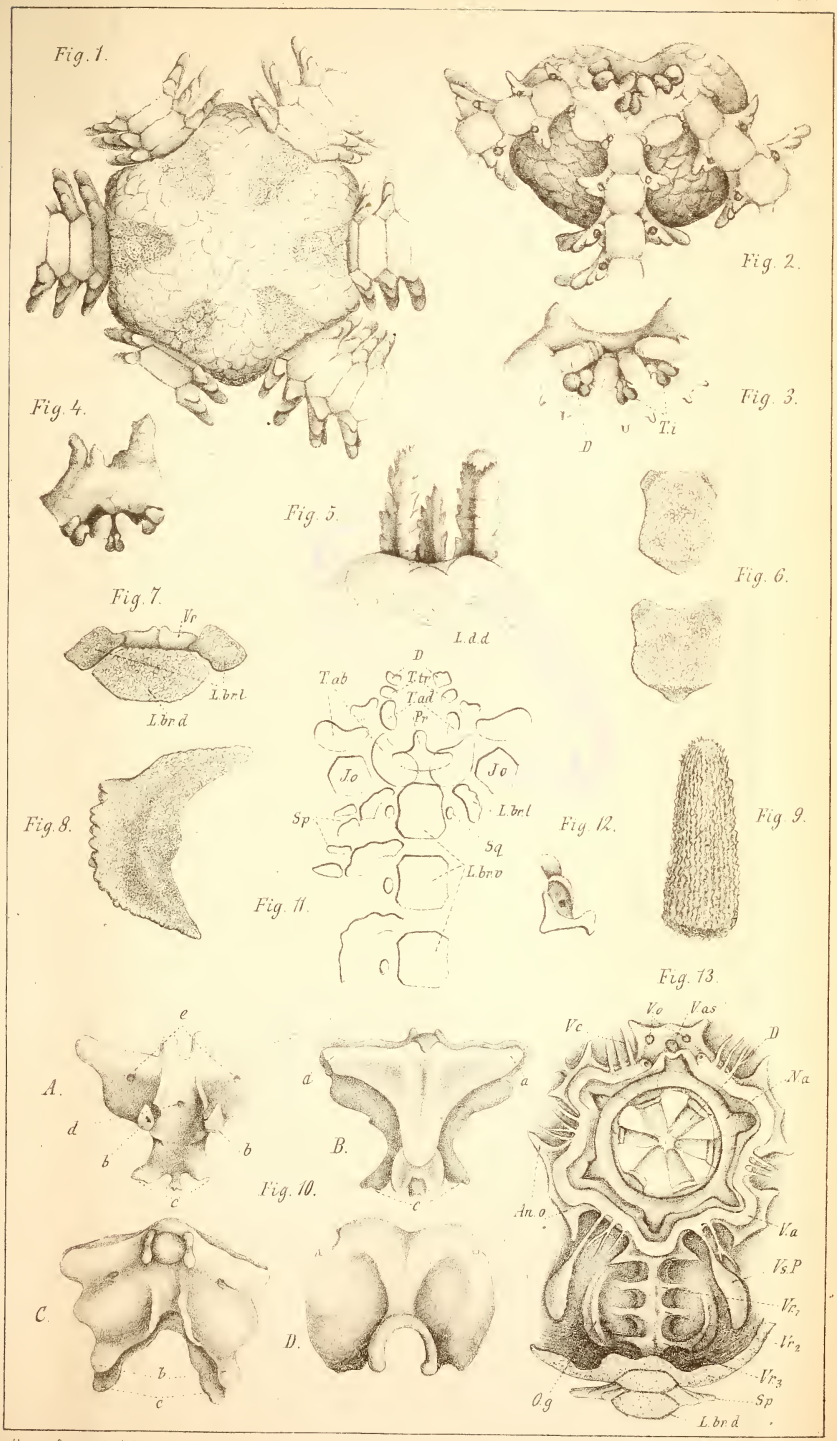
Fig. 38. V. Einer der äussersten paarigen Armtentakeln, plastisch.

Tafel XXXV.

Fig. 39. V. Verticalschnitt durch einen Arm, senkrecht zur Längsachse.

Fig. 40. V. Ebenso, die Wurzel der Tentakelwassergefässe fassend.

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



Heinr. Simroth del.

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

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

BALFOUR LIBRARY
CAMBRIDGE

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

g. 18.

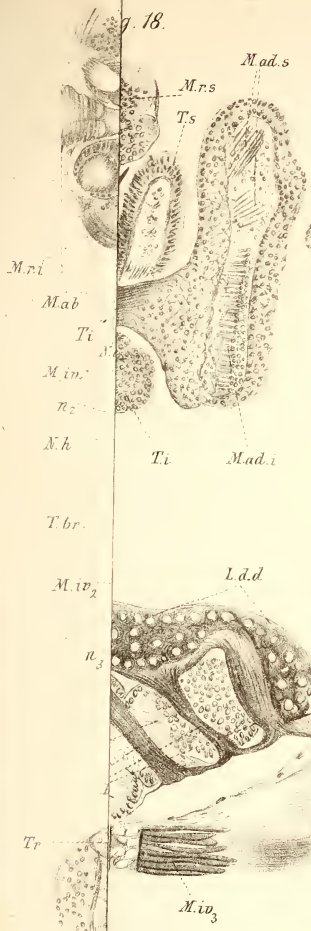


Fig. 19.

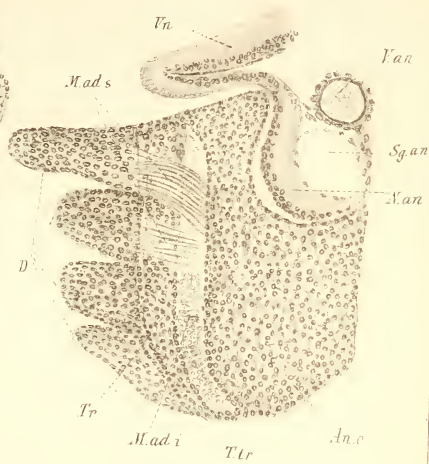


Fig. 17.

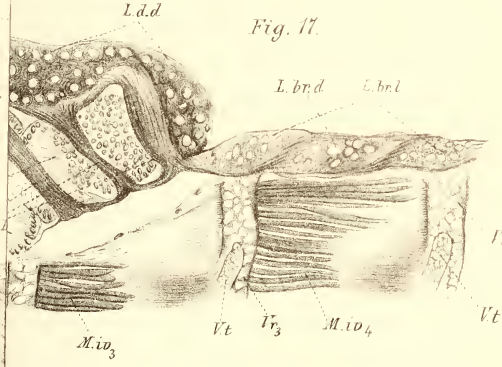
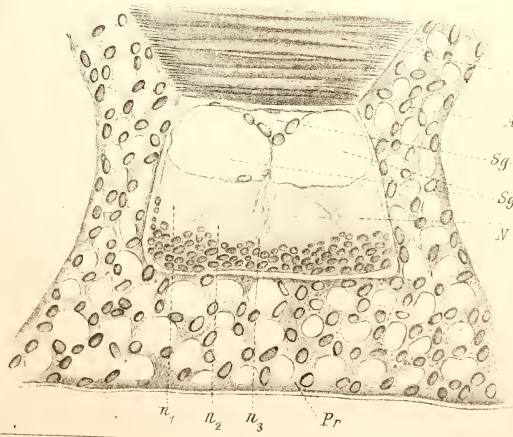


Fig. 21.

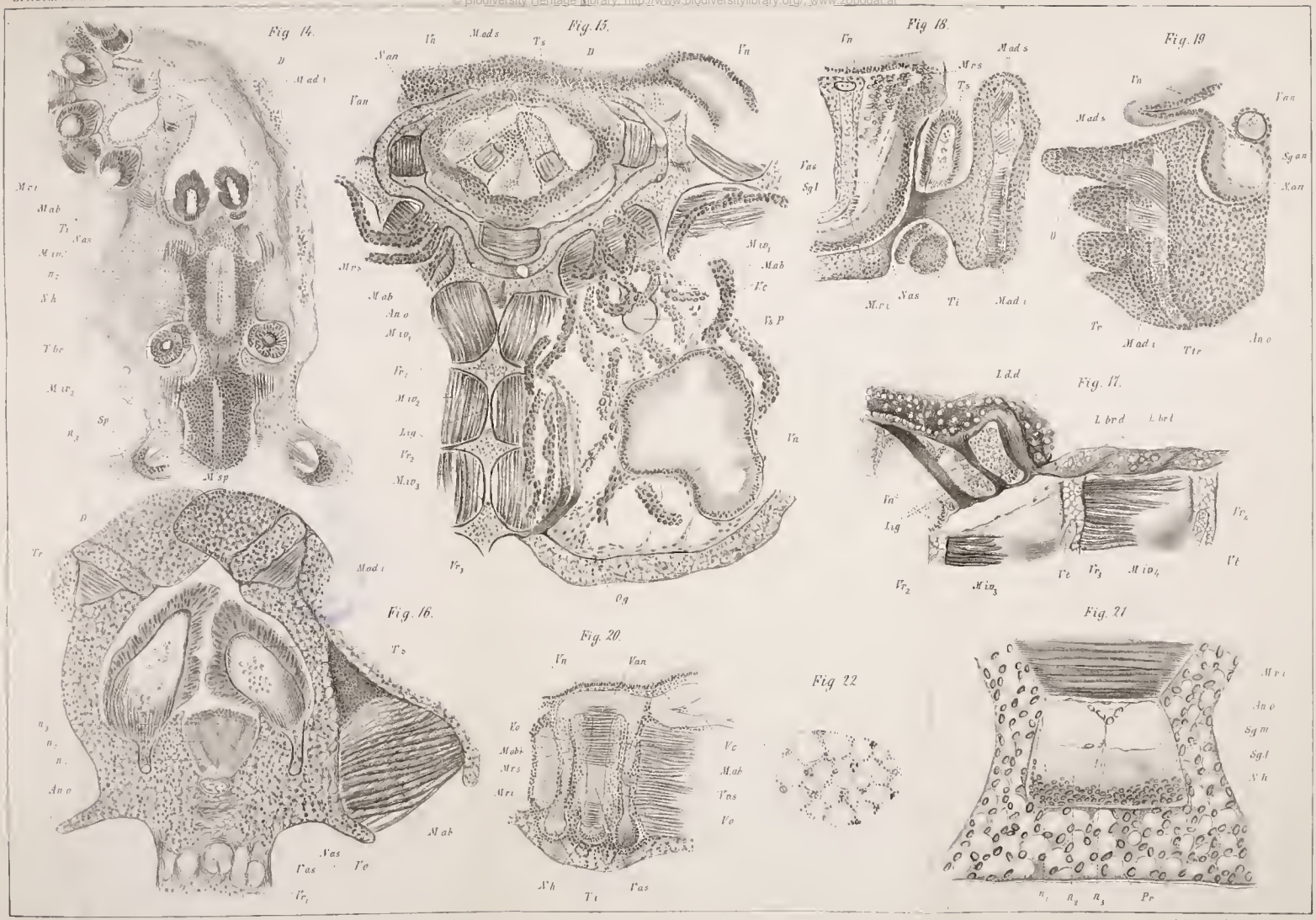


Heinr. Simroth

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

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

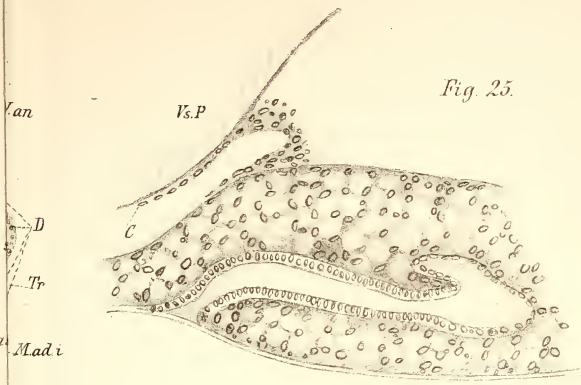
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

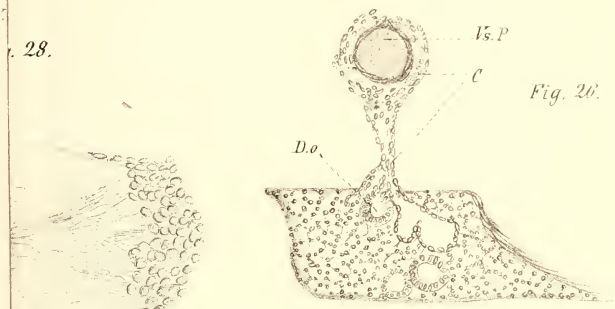


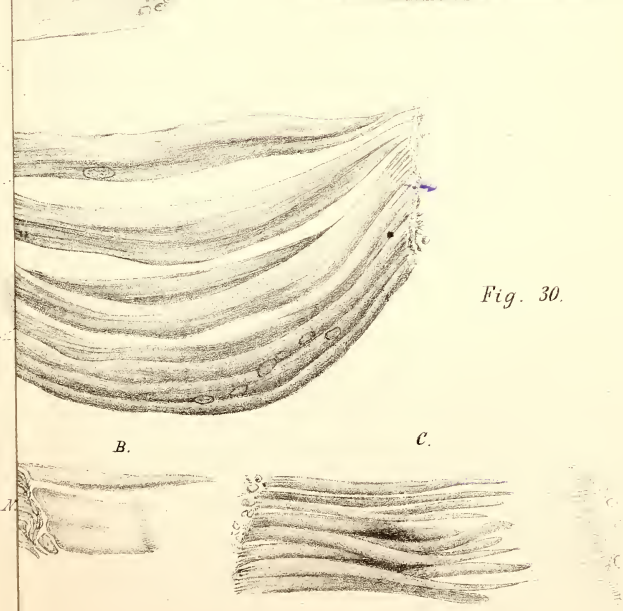
Heinr. Simroth del.
Th. Anst. v. Bach Leipzig

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

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

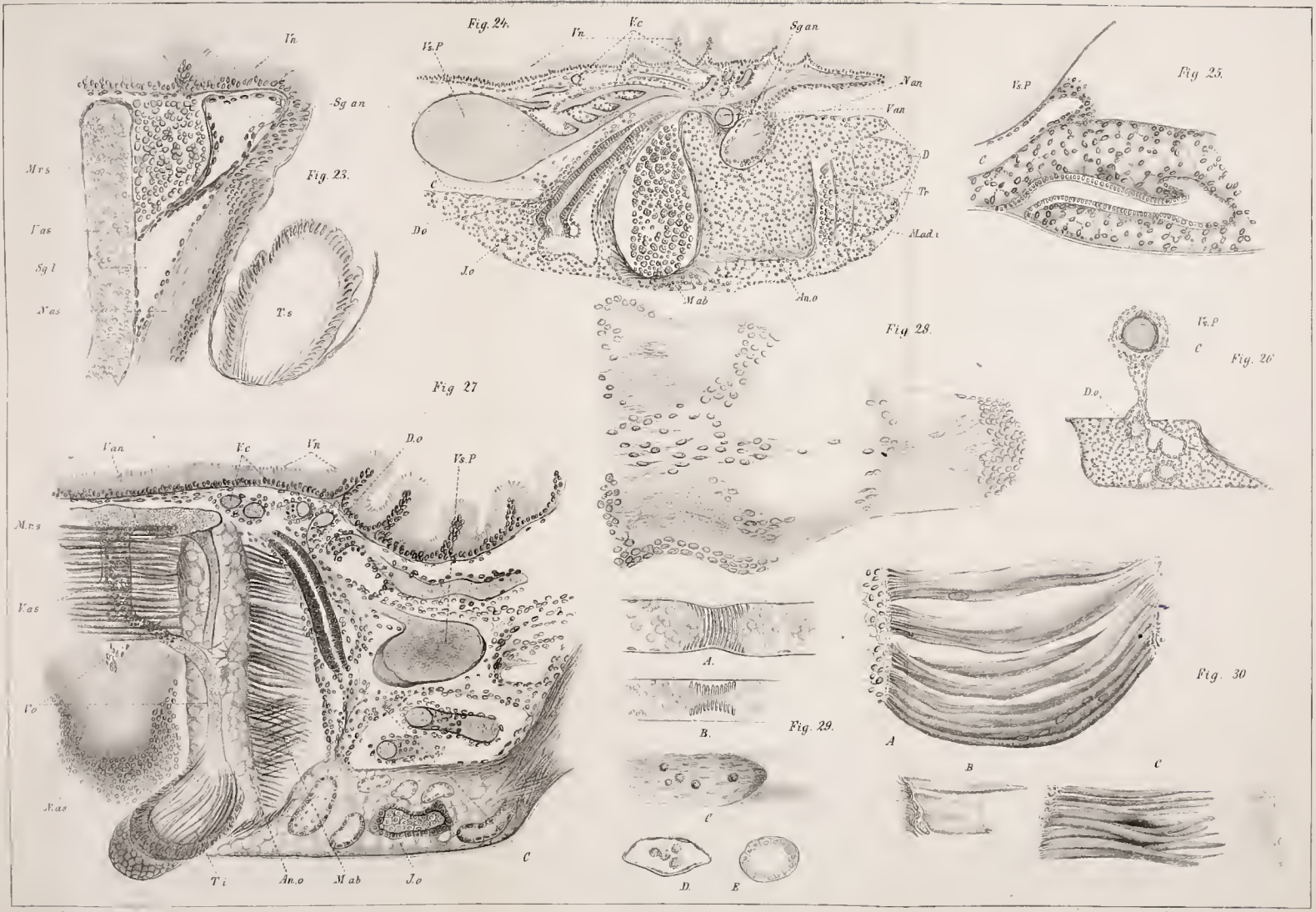






© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

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

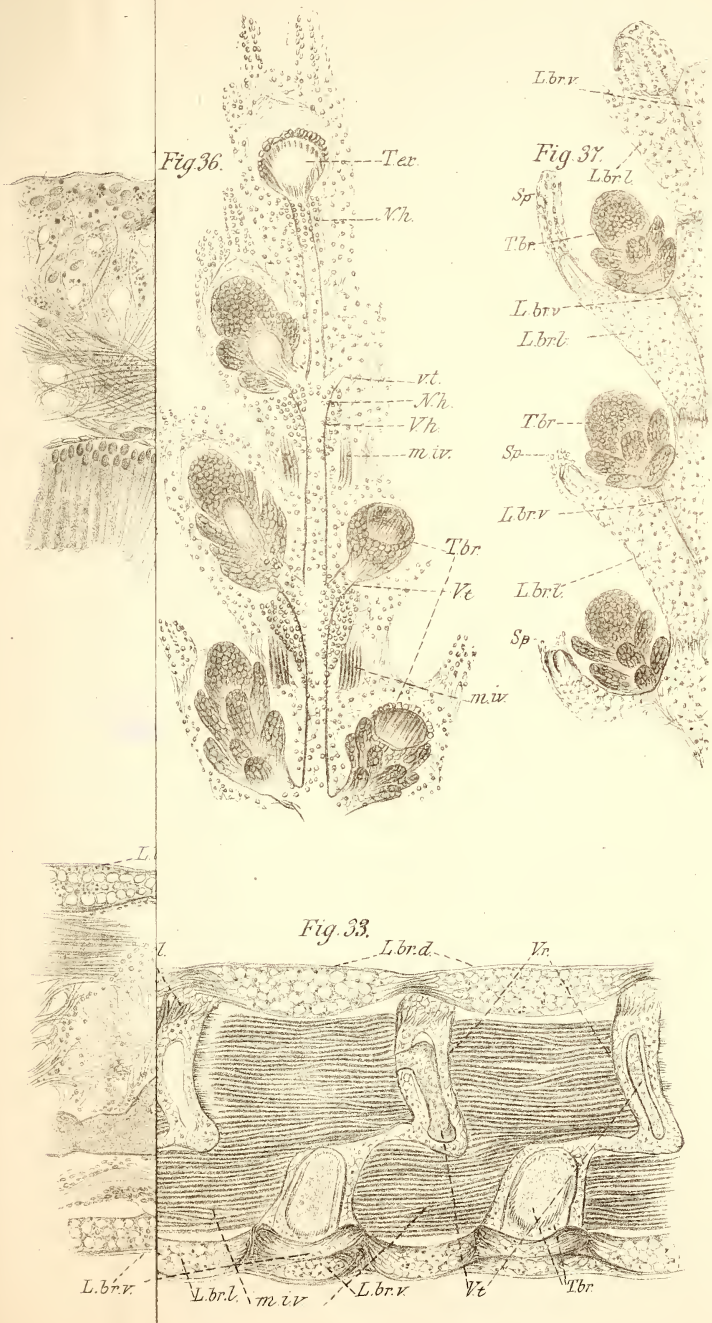


Heinr. Simroth, del.

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

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

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

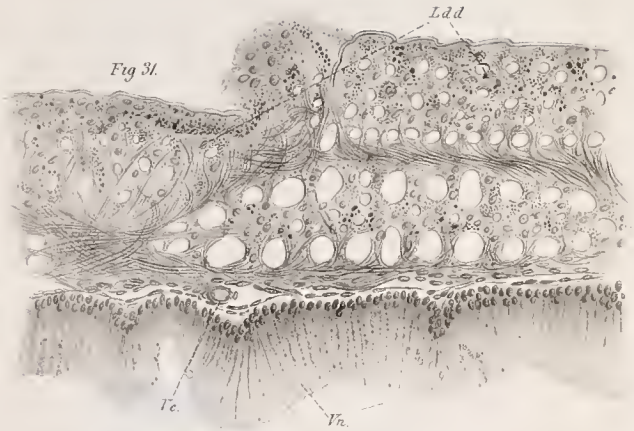


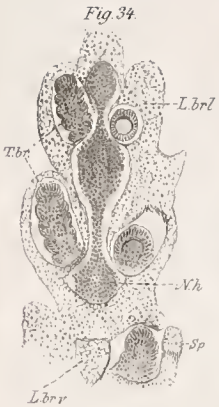
Heinr. Simroth, del.

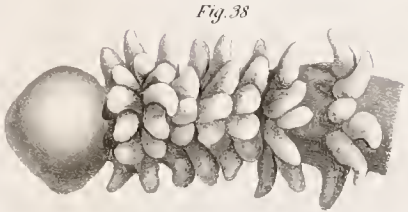
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

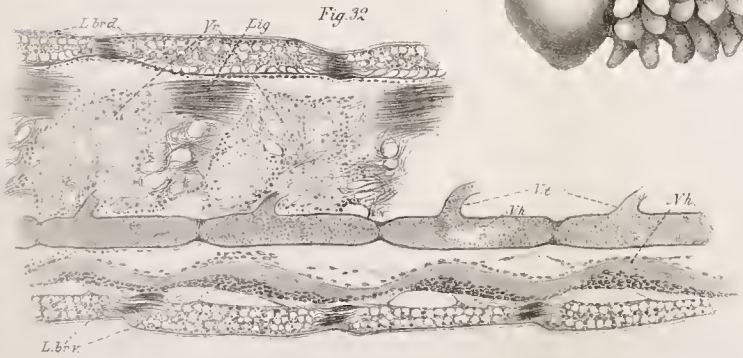
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

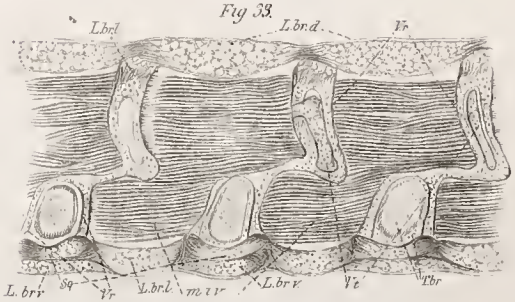
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at











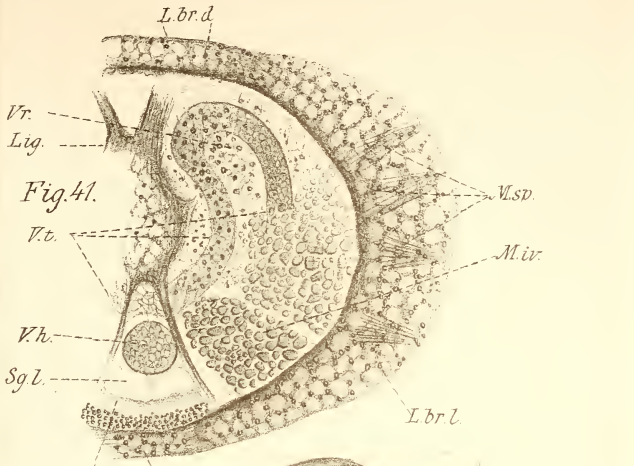
Heinr. Simroth, del.

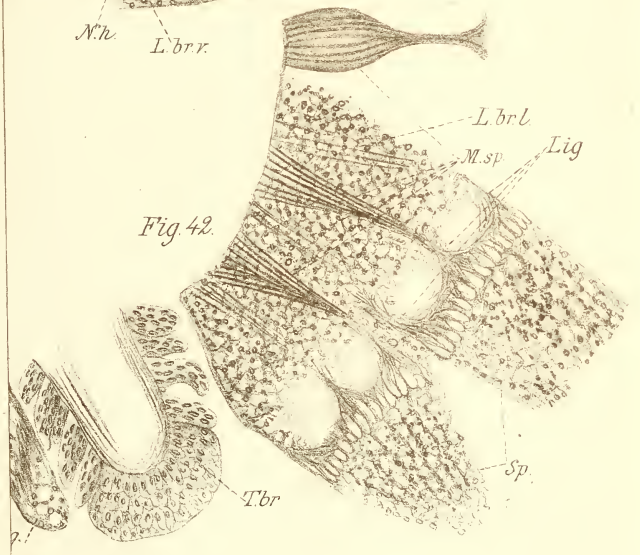
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

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

BALFOUR
CAMBRID

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



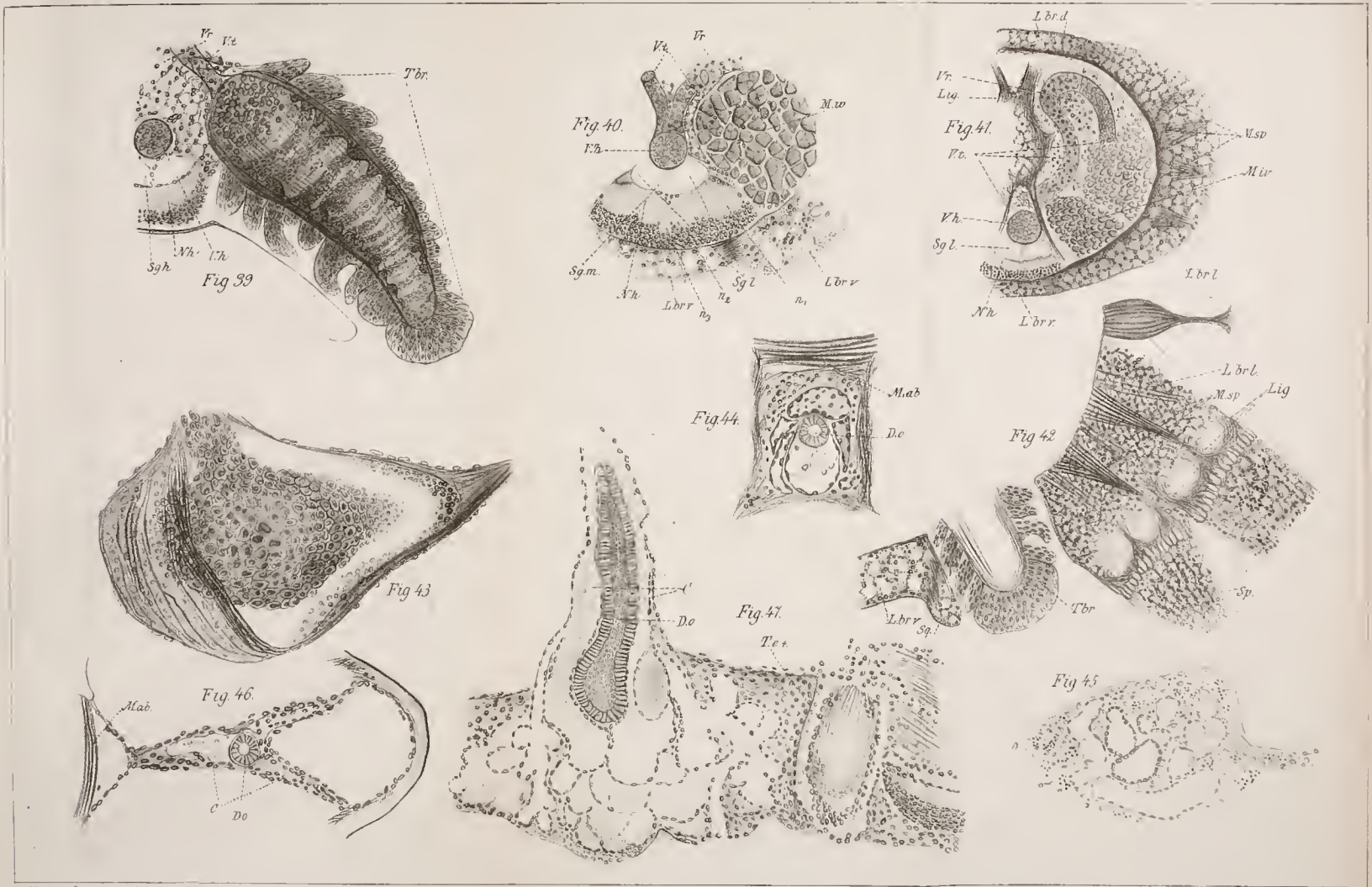


Heinr. Simr

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

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

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



Heinr. Simroth, del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach Leipzig

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

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

Fig. 41. IV. Armschnitt, der, senkrecht zur Achse, ein wenig von vorn und oben nach hinten und unten sich neigt, mit der Schleife des rechten Tentakelwassergefässes.

Fig. 42. V. Aus einem Verticalschnitt durch einen Arm, senkrecht zur Achse, die rechte Lateralplatte und ihre Stachelmuskeln, von denen der oberste contrahirt, die übrigen in Ruhe.

Fig. 43. VI. Verticalschnitt durch eine ziemlich entwickelte Geschlechtsdrüse; rechts das adorale, links das aborale Ende (an der Genitalspalte).

Fig. 44. V. Horizontalschnitt durch die mediale Madreporenplatte einer Körperhälfte, jünger als

Fig. 45. V. Horizontalschnitt durch die laterale, äussere, ältere Madreporenplatte desselben Thieres.

Fig. 46. V. Horizontalschnitt durch Herz und Steincanal einer regenerirten Körperhälfte.

Fig. 47. V. Verticalschnitt durch eine sehr alte laterale, äussere Madreporenplatte und den Anfang eines regenerirten Armes.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Simroth Heinrich Rudolf

Artikel/Article: Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens Sars. Ein Beitrag zur Kenntniss der Echinodermen 417-485