

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der vergleichenden Anatomie

Schmidt, Eduard Oskar

Jena, 1882

III. Echinodermata. Stachelhäuter

III. Echinodermata. Stachelhäuter.

- J. Müller, Ueber den *Pentacrinus Caput Medusae*. Berlin, 1843.
J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig, 1843.
Al. Agassiz, Revision of the Echini. Cambridge M. 1872—75.
S. Lovén, Études sur les Échinoides. (Kongl. Svenska Vet. Ac. Handlingar. II. Stockholm, 1875).
Selenka, Anatomie und Systematik der Holothurien. Z. f. w. Zool. XVII. XVIII.
Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. I. Leipzig, 1868. (Holothurien).
Ludwig, Morphologische Untersuchungen an Echinodermen. 1877 u. ff. in Z. f. wiss. Zool.
J. Müller, Ueber Entwicklung der Echinodermen in d. Abh. der Berliner Academie 1848—1853.
Baur, Naturgeschichte der *Synapta digitata*. Dresden, 1864. Verhandl. der Leop. Academie. Bd. 31.
Götte, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea*. Arch. f. mikr. Anat. 1876.

Systematische Uebersicht über die Echinodermen.

Die Organsysteme sind als Antimeren gewöhnlich in der Fünzfahl um eine mittlere, Bauch- und Rückenpol verbindende Axe radiär angeordnet. Die äusseren Bedeckungen erstarren oft zu einem Kalkskelet von eigenthümlich mikroskopischem gitterförmigem Gefüge. Darmkanal geschlossen. Ihre Bewegungsorgane sind Saugfüsschen, schwellbar durch ein besonderes, auch der Athmung dienendes Wassergefässsystem und meist in regelmässigen Reihen, *ambulacra*.

1. Ordnung. *Crinoidea*. Haarsterne. Ein gegliederter Stiel trägt den kegelförmigen, mit der Ventralseite aufwärts gekehrten Rumpf. Die Skeletstücke desselben liegen an der Dorsalseite. Die meisten fossil.

Rhizocrinus. Zeitlebens gestielt. Eine Verbindungsform zwischen den fossilen Apioeriniten und den übrigen lebenden Gattungen.

Pentacrinus. Zeitlebens gestielt.

Comatula. In der Jugend gestielt, später frei.

2. Ordnung. *Asteroidea*. Seesterne. Körper fast immer ein fünfstrahliger Stern mit wesentlich verschiedener Ober- und Unterseite. Mund mittelständig unten. Die Ambulacra verlaufen vom Munde zu den Enden der Strahlen. Ein inneres, aus Plattenreihen bestehendes Skelet ist ihnen eigenthümlich.

I. Familiengruppe. *Asteriadae*. Seesterne i. e. S.

Die Strahlen bilden unmittelbare Fortsetzungen der Scheibe und nehmen in ihre Höhlung die vom Magen ausgehenden Blindsäcke auf.

Asteracanthion. *Astropecten*. *Solaster*.

Oreaster. *Astrogonium*. *Asteriscus*.

Sehr alte, mit *Asteracanthion* übereinstimmende Echinodermen aus dem unteren Silur scheinen hierher zu gehören. Eine Zwischenform zwischen dieser und der nächsten Gruppe ist *Brisinga*.

II. Familiengruppe. *Ophiuridae*. Schlangensterne.

Die mehr drehrunden Arme sind von der Körperscheibe abgesetzt und nehmen keine Eingeweide auf.

A. *Ophiurae*. Kriechend. Arme nie getheilt, nicht einrollbar.

B. *Euryalae*. Bewegen sich schwimmend mit Hülfe der einrollbaren durch 5 Paar Rückenrippen gestützten Arme.

3. Ordnung. *Echinoidea*. Seeigel. Das scheiben- bis kugelförmige Skelet besteht aus unbeweglich mit einander verbundenen Tafelreihen. Bei Familie II und III bilaterale Verschiebung.

I. Familie. *Cidaridae*. Kronenigel.

Mund und After polar entgegengesetzt. Ein Kiefergestell.

Cidaris. *Echinus*.

II. Familie. *Clypeastridae*. Schildigel.

After unten. Ein Kiefergebiss. Schalenwände mit Verdoppelungen und inneren Pfeilern.

Echinocyamus. *Clypeaster*. *Mellita*.

III. Familie. *Spatangidae*. Herzigel.

Mund quer, excentrisch; After unten hinter der Mitte.

Spatangus. *Brissus*. *Schizaster*. *Pourtalesia*.

Zwischen die Echinoiden und Holothurien schiebt sich die Gruppe der Echinothuriidae ein, Seeigel mit beweglichen Platten.

Echinothuria aus der Kreide. Jetzt repräsentirt durch *Asthenosoma* (*Calveria*).

4. Ordnung. *Holothurioidea*. Seegurken. Körper walzenförmig. In der Haut nur einzelne Kalkgebilde, nie ein zusammenhängendes Skelet. Mund und After polar entgegengesetzt. Durch einseitige Entwicklung der Ambulacra entstehen Formen mit Bauch- und Rückenseite.

Holothuria. *Pentacta*. *Thyone*. *Psolus*. *Synapta*.

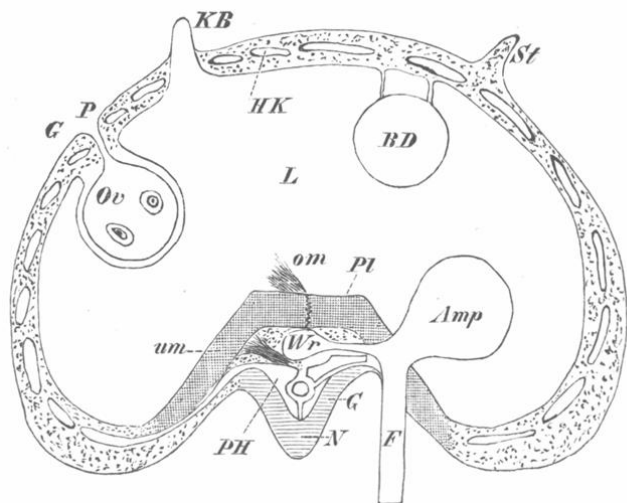


Fig. 13. Schematischer Durchschnitt des Asteriden-Armes (n. Ludwig, vereinfacht). *L* Leibeshöhle; *HK* Hautkanalsystem der Leibeshöhle; *KBl* Kiemenbläschen; *St* äussere Integumenterhebung; *Bd* Blinddarm; *an* Mesenterialfalten; *GP* Geschlechtsöffnung; *Ov* Eierstock; *Pl* Armplatte; *om*, *um* Plattenmuskeln; *Wr* radiäres Wassergefäss; *Amp* Ampulle; *F* Saugfuss; *G* Blutgefäss; *PH* Perihämalraum; *N* Nerv.

Körperbedeckung und Skelet. Die sämtlichen Harttheile aller Echinodermen (Platten, Stacheln u. s. f.) sind nicht freiliegende Ausscheidungen einer darunter liegenden Matrix, sondern entstehen innerhalb der Hautbedeckungen in Form sehr charakteristischer mikroskopischer Kalkgitter. Es ist also festzuhalten, dass die Skelettheile, auch wenn sie, wie gewöhnlich die Enden der Stacheln, nackt zu Tage hervortreten, doch eigentlich von einer, oft wimpernden Zellschicht überzogen waren. Bei den Spatangien bilden die Wimpern eigne Säume und Wege, die *semitae*; welche zur Reinhaltung der Rückenfläche zu dienen scheinen. Bei den Crinoiden ist die Bauchseite weich, die Rückenseite verkalkt, und das aus Scheiben oder kurzen, durch eine sehnige, elastische Interarticularsubstanz verbundenen Cylindern zusammengesetzte Skelet setzt sich in die Arme, Pinulae und Cirrhen fort. Auch der Stiel der Pentacrinen und der jungen Comatuln ist gleicherweise gegliedert. Bei den Echinoiden haben sich die einzelnen Kalkplatten zu einer unbeweglichen Schale zusammengelegt. Die Platten sind in regelmässigen Reihen geordnet und bilden, abwechselnd mit den Interambulacralfeldern, die Ambulacralfelder, indem sie, zur Verbindung der äusseren Füsschen mit den inneren Am-

bulacralbläschen, durchlöchert sind. Nur bei den Spatangiden können die beiden Plattenreihen des hinteren unpaaren Interradius durch besondere Muskeln etwas gegen einander bewegt werden. Von der Mundöffnung der eigentlichen Echiniden und der Clypeastriden ragen Kalkfortsätze in den Körper hinein, welche Muskeln und Bändern der Kauwerkzeuge zum Ansatz dienen.

Bei den Echinoiden und Ophiuren liegt den Schildern und Platten, wenn auch in geringer Menge, eine organische Materie zu Grunde, die man, nach Entfernung des Kalkes durch Säuren, als ein zartes Gitterwerk darstellen kann. In der, hauptsächlich aus einer beträchtlichen, elastischen Faserschicht, unter einer dünnen Zellenlage, bestehenden Hautbedeckung der Asteriden finden sich bedeutende Kalkmengen abgelagert in Form unregelmässiger Balken und Netze. Hiermit werden wir zu den Holothuriern geführt, in deren lederartiger Cutis der Kalk zwar in geringeren Mengen, aber unter den mannigfaltigsten und sonderbarsten Formen vorkommt, theils als irreguläre, durchbohrte Scheiben, als Stäbchen und Körner, theils als regelmässige, oft an die Schneekristalle erinnernde ebene oder pyramidale Kalkgestelle und Säulenplatten. Höchst eigenthümlich sind in der Familie der Synaptiden die sogenannten Anker. Ein solcher besteht aus einem zweispitzigen Bogen, der mittelst eines Stieles an eine mehr oder minder regelmässig durchlöchernte Kalkplatte angefügt ist. Die Anker ragen aus der Haut hervor und dienen wahrscheinlich als Haftorgane.

Von den vielfachen, dem Hautskelet angehörigen Anhängen der Echinoiden und Asteriden thun wir, als der merkwürdigsten, nur der Pedicellarien Erwähnung. Es sind über den ganzen Körper verbreitete Greifapparate, bestehend aus einem Stiele mit oben eingelenkten zangenartigen Armen. Ihre Verrichtung besteht in dem Ergreifen und Fortschaffen von fremden Körpern und der Fäcalmassen, also im Reinhalten der Haut. Sie stimmen ihrer Entstehung nach mit den Stacheln überein.

Die morphologische Bedeutung der wirbelartigen Platten in den Armen der Asteriden, welche die Naturphilosophen einst mit den Wirbeln der Vertebraten verglichen, lässt sich aus der Lage der Ampullen, durch welche die Füsschen der Asteriden und Echiniden gefüllt werden, erschliessen. Man darf annehmen, dass jene Kalkstücke in den Armen der Asteriden den Ambulacralplatten der Echiniden entsprechen. Man kann die Erklärung geben, dass diese Skeletplatten bei den Asteriden Fortsätze entwickelt haben, welche

über dem Nervenstrang und Wassergefäß zusammenstossen, während bei den Echinoiden beide Organe durch eine entgegengesetzte Entwicklung der Platten eine entgegengesetzte Lage im Verhältniss zu diesen Skelettheilen haben, indem Nerv und Wassergefäß inwendig liegen.

Am vorderen Ende der Ambulacra der Cidariten kommen beide Bildungsweisen zusammen vor, indem die Ambulacralplatten an der inneren Seite der Porenreihen Fortsätze senkrecht nach innen schicken, welche die Stämme der Ambulacralgebilde, Nerv und Wassergefäß, zwischen sich nehmen.

Während bei den Asterien die beiden Stücke der wirbelähnlichen Platten gegen einander bewegt werden können, sind sie bei den Ophiuren fest verwachsen. Sie füllen hier die Arme fast ganz aus, haben aber doch dieselbe centrale Lage, wie bei den Asteroiden. Die horizontale Adduction und Abduction der Arme ist den Ophiuren eigenthümlich.

Bei den Crinoideen und Asteroiden ist die antiambulacrale Seite mächtig entwickelt. Sie beschränkt sich bei den Echinoiden auf das sogenannte Scheitelbild. Es lassen sich danach die Echinoiden morphologisch und mithin auch phylogenetisch von den Asteroiden ableiten. Die Holothurien aber schliessen sich nach der Homologie der Gestalt am nächsten an die Echinen an.

Bewegungsorgane. Ambulacralsystem. Das Muskelsystem ist sehr entwickelt. Die Muskeln liegen theils an und zwischen den einzelnen Abschnitten des Hautskelets, um die Ortsbewegung zu vermitteln, und können da, wo das Hautskelet zurücktritt, bei den Holothurien, einen äusserst festen aus Längs- und Querfasern bestehenden Hautmuskelschlauch bilden; theils dienen sie zur Bewegung der Kauorgane. Auch die Wandungen des Ambulacralsystems sind mit zahlreichen Muskelfasern versehen.

Die fast immer reihenweise oder rosettenförmig geordneten Ambulacralbläschen communiciren mit inneren Bläschen, den Ampullen. Letztere fehlen den Crinoideen, deren Tentakeln den Ambulacralbläschen homolog sind. Die Ampullen werden durch die Radialkanäle gespeist. Letztere entspringen aus einem Ringkanal, der unweit des Mundpoles, in der Nähe des Nervenringes und des Blutgefässringes sich befindet (Fig. 14). Die wichtigsten Anhänge dieses Ringkanales sind diejenigen, durch welche das Wasser in ihn gelangt; es sind ein, mehrere oder viele Kanäle, deren Enden entweder frei in der Leibeshöhle flottiren oder von den Körperwandungen ausgehen. Letzteres ist am deutlichsten,

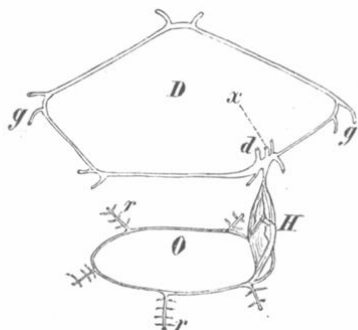


Fig. 14. Blutgefäßsystem der Asterien, schematisch (z. Th. n. Ludwig). *D* dorsaler, *O* oraler Gefäßring; *H* Herzgeflecht; *g* Gefäße zu den Geschlechtsorganen; *d* Darmgefäß; *x* Hautgefäß; *r* Radialgefäße.

wo eine (selten mehrere) Madre-porenplatte vorhanden, eine von grösseren Poren durchbohrte Platte, durch welche das Wasser von aussen unmittelbar in den zuführenden Kanal aufgenommen wird. Bei den Asterien wird die Madre-porenplatte durch den labyrinthischen Steinkanal fortgesetzt. Der Steinkanal der Ophiuren öffnet sich durch ein Mundschild, das die Stelle der Madre-porenplatte vertritt, nach aussen. Dasselbe ist durch eine unbedeutende Vertiefung oder Erhöhung oder gar nicht ausgezeichnet und

mit einer Pore und einem Porenkanale versehen. Als Homologon des Steinkanals findet sich unter den Echin bei *Cidaris* ein in seinen Wänden dicht mit Kalkplättchen ausgestatteter, bei *Echinus* ganz weicher Kanal, der von der Madre-porenplatte zum Mund-Wassergefäßring herabsteigt. Bei den Holothuriern endigt der hier nur uneigentlich so zu nennende Steinkanal frei in der Bauchhöhle. Dieses Ende ist bei den Molpadien, Chirodoten und Synapten mit einer madre-porenplattenartigen Krone versehen. Bei den Crinoideen, welche ebenfalls den Ringkanal und die radiären Wassergefäßsstämme besitzen, geschieht die Aufnahme des Wassers durch 5 in den Interradien befindliche und in die Leibeshöhle mündende Steinkanäle. Bei der Larve ist jedoch auch nur ein Steinkanal vorhanden, der das Wasser aus demjenigen Theile der Leibeshöhle nimmt, welcher durch einen Gang und Kelchporus nach aussen communicirt.

Als zweite Gattung von Anhängen des Ringkanales sind nämlich die beutel- oder schlauchförmigen sogenannten Polischen Blasen zu erwähnen.

Nervensystem und Sinneswerkzeuge. Der Centraltheil des Nervensystems stellt einen den Mund umgebenden Nervenring dar, der aber häufig, der Körperform entsprechend, in ein Fünfeck verzogen ist. Die von ihm entspringenden Hauptnerven gehen unter der Tentakelrinne (Asteriaden, Crinoideen) oder den an ihre Stelle tretenden Gebilden in die Ambulacralfelder, nach beiden Seiten hin die Organe mit Nervenzweigen versorgend.

Augen finden sich bei den Asterien und vielleicht den Echi-

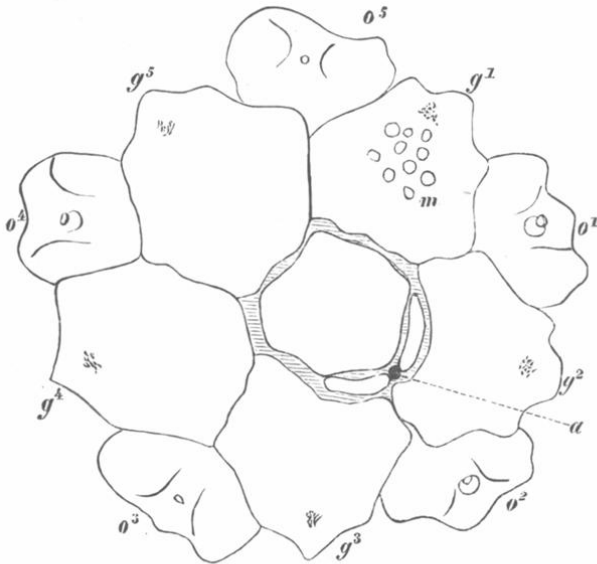


Fig. 15. Apicalplatten von *Toxopneustes lividus*, jung. a After; g Genitalplatten, noch nicht völlig perforiert, darunter m zugleich Madreporenplatte; o Ocularplatten.

nen, dort auf den Spitzen der Strahlen, hier gleichfalls an den Enden der Ambulacra um den Anapol herum stehend auf besonderen Ocellarplatten (Fig. 15). Jedes einfach erscheinende Auge eines Seesternes ist eigentlich ein Aggregat von vielen einzelnen Augen, deren jedes eine, in Pigmentzellen eingebettete Linse hat.

Zu einem spezifischen Tastwerkzeug ist das äusserste unpaarige Ambulacralbläschen der Asterien umgewandelt.

Sinneswerkzeuge scheinen auch die bei den Echinoiden verbreiteten mikroskopischen „Sphaeriden“ (Lovén) zu sein, eine Modification der Stachelanlage.

Ernährungssystem. Der immer geschlossene, nie mit der Leibeshöhle communicirende Darmkanal zeigt eine verschiedenartige Anordnung. Die Mundöffnung ist fast immer central, die Afteröffnung bald dem Munde entgegengesetzt (Echiniden, Asteroiden, Holothurien), bald am Rande der Schale oder in dessen Nähe an der Unterseite (Spatangen, Clypeastriden), bald ganz in der Nähe des Mundes (Crinoiden). Manchen Asteroiden fehlt die Afteröffnung. Mit Tentakeln, als Hilfsorganen, wie sie die Polypen und Quallen haben, sind namentlich die Holothurien versehen.

Bei den Asteroiden ist die Mundöffnung von zahnartigen, papillenförmigen Fortsätzen des Hautskelets umgeben. Einen sehr

complicirten Zahn- und Kauapparat haben die Echinoiden und Clypeastriden. Bei den Echinoiden findet sich dieser, die sogenannte Laterne des Aristoteles, als ein aus fünf dreiseitigen Pyramiden bestehendes Kalkgerüst, deren jede einen Schmelzzahn enthält. Die Spitzen der Zähne bilden die Spitze des aus jenen fünf Pyramiden zusammengesetzten Kegels und ragen aus der Mundöffnung hervor. Andere kleine Kalkstäbe befinden sich in der dem Rücken zugekehrten Basis des Gerüsts. Die zur Befestigung und Bewegung dieses Kauapparates bestimmten Muskeln, welche sich theils an der Spitze, theils an der Basis des Kegels inseriren und als Antagonisten wirken, sind sehr zahlreich.

Als das Analogon der fünf sogenannten *radialia* oder *falces* und der zehn *interradialia* an der Laterne ist der Knochenring am Schlunde der Holothurien anzusehen. Die übrigen Theile der Laterne sind den Echiniden eigenthümlich.

Die Ausdehnung des durch eine Art zarten Gekröses an den Körperwänden befestigten Darmkanales ist sehr wechselnd. Am einfachsten verhalten sich die Asteroiden und Ophiuriden, bei denen man in der Hauptsache nur eine, bei den mit After versehenen Seesternen eingeschnürte Verdauungshöhle bemerkt. Aus der oberen Abtheilung führt ein kurzer Mastdarm zum After. Bei den übrigen Echinodermen findet sich hinter dem Oesophagus ein mehr oder weniger gewundener, in ziemlich gleicher Weise verlaufender Darm.

Kein Echinoderm scheint Speicheldrüsen zu besitzen. Auch sind die Darmwandungen arm an Drüsenzellen. Als eine gesonderte Leber sind wohl ohne Zweifel bei den Asterien die von dem Magensacke in die Arme sich erstreckenden Blindsäcke zu betrachten. Die traubenförmigen, eine gelbliche Flüssigkeit absondernden Follikel ergießen ihr Secret in jedem Arme in zwei Kanäle, welche entweder einzeln oder vereint in den Magensack einmünden.

Die Angaben über das Blutgefäßssystem sind bis in die neueste Zeit sehr widersprechend und schwankend gewesen. Folgendes scheint festgestellt zu sein. Die Crinoideen haben einen oralen Ringkanal und fünf davon ausgehende radiäre Gefäße. Als Centralorgan ist das sogenannte „dorsale Organ“ aufzufassen. Die Asterien besitzen einen analen oder aboralen und einen oralen Gefäßsring (od. Gefäßsgeflecht). Von jenem entspringen die Gefäße für die Generationsorgane, von diesem die reich entwickelten Ambulacralblutgefäße. Die beiden Ringe com-

municiren durch das Herzgeflecht, welches nach Ludwig, gegen Greef und Hoffmann, nicht offen mit der Madreporenplatte zusammenhängt, also nicht direct Wasser aufnehmen kann. Auch den Ophiuren fehlt der aborale Ring nicht; derselbe ist jedoch complicirter, und Theile desselben liegen dicht über den Mundschildern. „Bei den Echiniden und den Spatangen fehlt sowohl der anale wie der orale Blutgefäßring; bei beiden kommt nur an der Bauch- und Rückenseite des Darmes ein Blutgefäß vor. Bei den Echiniden münden sowohl Bauch- als Rückengefäß in den Wassergefäßring ein und stellen also unmittelbar den Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefäßsystem her. Bei den höher entwickelten Spatangen hingegen zweigt sich ein Ast von dem aus dem Blutgefäß entspringenden Magengefäß ab, und nur dieser mündet in den Wassergefäßring aus.“ (Hoffmann). Die Holothurien stimmen in der Vertheilung der Darmgefäße mit den Echiniden überein; eine Complication wird durch die sogenannte „Wasserlunge“, die inneren Kiemen, herbeigeführt. Aus dem Vorausgegangenen erhellt schon, dass bei den Echinodermen sehr reichlich für die Athmung Gelegenheit gegeben ist. Abgesehen von der Möglichkeit der direkten Wasseraufnahme in die Blutgefäße so wie der durch dieselben Wege gehenden Excretion, ist das ganze Wassergefäß- und Ambulacralsystem Athmungsorgan.

Die Holothurien haben innere Kiemen, deren zu- und abführende Gefäße in den den Schlund umgebenden Blutgefäßring münden. Der Stamm derselben entspringt aus der Cloake des Darmkanals, durch welche das Wasser aus- und eingepumpt wird, theilt sich aber bald in zwei, fast durch die ganze Leibeshöhle ragende Aeste. Diese sind mit vielen verzweigten Blindsäcken besetzt, und der eine von ihnen ist eng mit dem Darmkanale, der andere mit den Leibeswandungen verbunden.

Ausser diesen speciellen Vorrichtungen dient aber jedenfalls das frei in der Leibeshöhle aller Echinodermen enthaltene Wasser zur Athmung. Seine Aufnahme geschieht meist auf endosmotischem Wege, wie bei den Asterien durch eine Menge contractiler (geschlossener) Röhrchen auf dem Rücken. Auch die Interradialspalten der Ophiuren führen nicht direkt in die Leibeshöhle (s. u.). Es bespült die Eingeweide und deren Blutgefäße unmittelbar und wird durch Flimmerepithelium in bestimmter Strömung erhalten.

Fortpflanzungsorgane. Die Echinodermen sind getrennten Geschlechts; ♂ und ♀ ausser der Brunstzeit kaum zu unter-

scheiden. Die Ovarien und Hoden sind einfache oder verästelte Schläuche, die häufig keine Ausführungsgänge besitzen und daher ihre Produkte durch Dehiscenz in die Leibeshöhle entleeren. Bei den Crinoiden liegen die Geschlechtsschläuche in den *pinnulae*. Die fünf Hoden oder Ovarien der Echinoiden befinden sich zwischen den Ambulacralbläschenreihen. Die einzelnen Blindsäckchen jedes Organs münden in einen besonderen Ausführungsgang, welche am Rücken die Genitalplatten, deren eine zugleich die Madreporenplatte ist, durchbohren. Bei den Ophiuren liegen die gelappten Geschlechtstheile, je zwei, also zehn im Ganzen, in den Interradialräumen um den Magen herum. Jeder Genitalschlauch mündet mit kurzem Ausführungsgange in eine der 10 taschenförmigen Vertiefungen der Hautbedeckungen, die man früher als Theile der Leibeshöhle auffasste, mit der sie jedoch nicht communiciren, und deren Eingänge die sogenannten Genitalspalten sind. Die varicösen Geschlechtsdrüsen der Asterien liegen in den Armwinkeln. Ihre Ausführungsgänge führen zu bestimmten Oeffnungen. Zum Beispiel bei *Asteracanthion rubens* und *Solaster papposus* finden sich auf dem Rücken in jedem Interradialraume zwei nackte, siebartig durchlöchernte Stellen (*laminae cribrosae*), wo die Ausführungsgänge münden.

Der Eierstock oder Hode der Holothurien besteht aus einem Büschel verästelter Blindsäcke (Ovarium rothgelb, Hode weisslich), welche frei in der Leibeshöhle liegen und vorn in einem einzigen Ausführungsgange zusammenkommen, der zwischen den Tentakeln an der Rückseite mündet.

Die Entwicklung beginnt mit der Umbildung des Eies in eine einschichtige Blase, welche zur Gastrula wird. Die Einstülpungsöffnung wird zum After der Larve, oder derselbe bricht, nachdem jene sich geschlossen, ganz in der Nähe wieder durch (*Comatula*). Indem die Gastrula einseitig auswächst, folgt der Urdarm dieser Biegung, worauf sein blindes Ende mit dem Ectoderm verschmilzt und der Mund durchbricht. Die Larve streckt sich so, dass Mund und früher oder später auch der After an eine Längsseite zu liegen kommen, die mehr oder weniger concave Bauchseite. Die Rückenseite ist convex. Eine durch Rücken und Bauch gelegte Ebene theilt jetzt die Larve in zwei äusserlich symmetrische Hälften (bilateraler Typus). Die innere Asymmetrie kann mit der Darmanlage gegeben sein (*Comatula*) und beginnt, mit wenigen Ausnahmen bei Ophiuren und Seeigeln, wenigstens

gleich mit den Darmausstülpungen.

Die Larve kann wurmförmig bleiben (*Comatula*. Einige Holothurien und Seesterne), oder durch symmetrische, lappen- oder stabförmige Auswüchse eine mit einer Staffelei oder Zeltgestell vergleichbare barocke Form annehmen (*Bipinnaria* der Seesterne, *Pluteus* der Ophiuren und Seeigel. *Auricula* der Holothurien). Bei *Comatula* wächst das hintere Leibes-

ende zur Anlage eines Stieles aus; bei den übrigen Larven verlängert sich das Vorderende zu einem Kopflappen. Die anfangs vollständige Bewimperung der Oberfläche zieht sich auf wulstige Streifen oder Wimperschnüre zusammen, welche bei den Wurmformen als Reifen den Körper umgeben, bei den andern die Ränder der Bauchseite und die Anhänge kontinuierlich umsäumen.

Die Störung der Symmetrie zeigt sich also an den nun auftretenden Ausstülpungen des Urdarmes, den Anlagen der Peritonealsäcke (Leibeshöhle) und des Wassergefäßssystems. Entweder sondern sich dieselben aus einer unpaaren unsymmetrischen Darmaussackung (Holothurien), oder es schnürt sich rechts und links eine solche ab, von denen die grössere linke sich in zwei Anlagen spaltet: die eine entspricht der ganzen rechten Aussackung und verwächst mit ihr rings um den Darm zum Peritonealsack, während die andere Anlage zum Wassergefäßssystem wird (Asteroiden. Seeigel). Bei den Comatuln geht das letztere aus einer besonderen ventralen Darmaussackung hervor.

Die Metamorphose der Echinodermenlarven wird aber dadurch eingeleitet, dass die asymmetrischen Darmaussackungen auch asymmetrisch weiterwachsen und so eine Umwälzung in den Lagebeziehungen der Organe herbeiführen. Im Allgemeinen umwachsen die Peritonealsäcke (zwischen welchen und der Haut sich die Muskeln, Nerven u. a. ablagern), das Perisom und der Wassergefäßs-

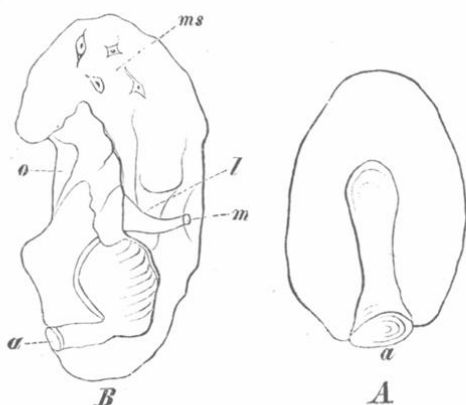


Fig. 16. A Gastrula, B weiter entwickelte Larve von *Asteracanthion glaciale*. a Urmund, später After; o Mund; m Anlage des Wassergefäßssystems mit der Madreporenöffnung; l Anlage der Leibeshöhle; ms Mesodermzellen.

schlauch den Darm als Axentheil in gleichmässigen queren Zonen oder Ringen, der Wassergefässschlauch insbesondere den künftigen Schlund. Hiermit geht die bilaterale Anlage in eine strahlige Gliederung über. Im Besonderen verläuft aber die Metamorphose der einzelnen Echinodermenformen verschieden.

Die Comatulalarven befestigen sich sehr früh mit dem künftigen Stielende, während Mund und After sich schliessen. Der Schlund mit dem ihn umgebenden Wassergefässring zieht sich von der oralen Leibeswand zurück, so dass letztere das Dach eines geschlossenen präoralen Raumes bildet, in welchem die Wassergefässblindsäcke sich zu Tentakeln entwickeln, und in dessen Tiefe der Mund durchbricht. Nach Schwund dieses präoralen Gewölbes wachsen die Basen der Tentakelgruppen zu den Armen aus. Nachdem der Körper sich abgeflacht, löst er sich vom Stiel. (Fig. 17.)

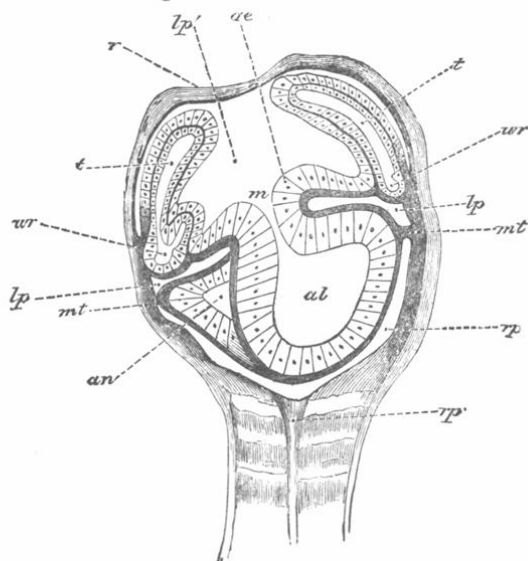


Fig. 17. Vorgeschrittene Larve von *Comatula* (n. Götte).
 ae Epithel des Mundvorhofs; m Mund; al Mitteldarm;
 an Anlage des After; lp hinterer, lp' vorderer Abschnitt
 des l Peritonealsackes; mt Mesenterium; rp rechter Peri-
 tonealsack; rp' dessen Fortsetzung i. d. Stiel; wr Wasser-
 gefässring; t Tentakel; r Dach des praeoralen Raumes.

Auch Mund und After der pelagisch lebenden Larven werden meist durch Neubildung ersetzt. Sie besitzen einen am Rücken mündenden Ausführungsgang des Wassergefässsystems, den Steinkanal. Alle Holothurielarven, auch die Auricularien, nehmen eine

cylindrische oder tonnenförmige Gestalt an. Der Mund kann bestehen bleiben, wobei die Tentakel in seinem Umkreise gleich frei hervortreten; oder es wiederholt sich die innere Mund- und Tentakelbildung der Crinoiden. Den Radialkanälen der Crinoiden und Asterien sind nur die Tentakelkanäle der Holothurien homolog; die Radialkanäle der letzteren sind eigenthümliche Bildungen, dadurch hervorgerufen, dass der Körper sich in der Axenrichtung nicht abplattet.

Bei den Ophiuren wird der Larvenschlund durch den Wassergefässring auf die linke Seite gezogen, so dass das linke Larvenantimer zur Bauchseite des Sternes wird, wozu auch die aus den Tentakelbasen sich entwickelnden Arme nebst dem Scheibenrande gehören. Das rechte Larvenantimer bildet nun das Centrum des Rückens. Aehnlich die Bipinnarien mit Neubildung des Schlundes. Kopflappen und Anhänge der *Pluteus* und Bipinnarien werden in der Metamorphose resorbiert oder abgestossen.

Die Seeigellarven schliessen sich in der Mundbildung den Bipinnarien an; indem aber die Entwicklung von Armen im linken Larvenantimer unterbleibt, überwiegt die Ausbildung des rechten, so dass dieses Homologon des Rückencentrums der Sterne zur ganzen, das feste Skelet umfassenden Kugel der Seeigel wird. Daher sind auch die, den Ambulacralplatten anliegenden, Radialgefässe des Seeigels nicht den Radialkanälen der Seesterne homolog.

Die abweichenden, auf besonderen Anpassungen und Verkürzungen beruhenden Entwicklungen von *Echinaster Sarsii*, *Asteracanthion Muelleri* und *Ophiolepis squamata* bedürfen einer Revision, um mit den oben mitgetheilten einheitlichen Entwicklungsvorgängen fruchtbar verglichen werden zu können.

Die meisten Seesterne ersetzen Verstümmelungen der Arme: einige (*Asteracanthion rubens* und *tenuispinum*) besonders leicht, so dass an einem ausgegerissenen Arme die übrigen wie Knospen sich wieder erzeugen, ja sogar dieser Vorgang nach vorausgegangener freiwilliger Theilung ein periodischer und regelmässiger zu sein scheint; wie er dies bei der sechsamigen *Ophiactis viridis* sicher ist.
