

31. Nach der Lage des Afters innerhalb oder außerhalb der Tentakelkrone unterscheidet man *Entoprocten* und *Ectoprocten*.

32. Die **Brachiopoden** haben eine zweiklappige Schale, welche Analogien zu den Schalen der Muscheln bietet, nur daß an Stelle linker und rechter Schalenklappen dorsale und ventrale vorhanden sind.

33. Die geräumige Leibeshöhle wird durch 2 Scheidewände in 3 Kammern zerlegt, von denen stets eine, seltener zwei mit Segmentalorganen versehen sind.

34. Die Brachiopoden sitzen meist mittelst eines Stieles fest; nach dem Vorhandensein oder dem Mangel eines Schalenschlosses zerfallen sie in die afterlosen Testicardines und die mit After versehenen Ecardines.

35. Die **Tunicaten** besitzen zwar noch den Hautmuskelschlauch der Würmer, unterscheiden sich aber im übrigen Bau erheblich von ihnen. Ihr wichtigstes Merkmal ist die aus Cellulose bestehende Tunica; weiter ist konstant, daß der Vorderdarm zum Kiemensack geworden ist, daß derselbe den Endostyl enthält, daß sich ein ventrales Herz mit wechselnder Contractionsrichtung vorfindet.

36. Die Tunicaten sind durch zwei weitere Merkmale besonders interessant: 1. Die *Salpen* haben einen typischen Generationswechsel zwischen den ungeschlechtlichen solitären Salpen und den geschlechtlichen Kettensalpen. 2. Die **Tunicaten** sind **Nächstverwandte der Wirbeltiere**, indem die *Ascidien* als Larven die Chorda dorsalis besitzen, welche bei den *Appendicularien* dauernd vorhanden ist. Entwicklungsgeschichtlich bildet sich das Nervensystem wie bei den Wirbeltieren als ein Rohr, das durch den Canalis neurentericus mit dem Darm zusammenhängt, rein dorsal liegt und aus Hirn und Rückenmark besteht.

IV. Stamm.

Echinodermen, Stachelhäuter.

Radiale
Symmetrie.

Durch ihre radialsymmetrische Gestalt entfernen sich die *Echinodermen* von den meisten übrigen Tierstämmen, erinnern dagegen an die *Cölenteraten*; sie wurden daher auch mit letzteren seit Cuviers epochemachender Typentheorie unter dem Namen „*Radiaten*“ vereint, bis Leuckart eine Trennung auf Grund ihres abweichenden Baues, namentlich wegen der Anwesenheit einer Leibeshöhle herbeiführte. In der Tat hat auch die radiale Symmetrie der *Echinodermen* einen ganz verschiedenen Wert. Während bei den *Cölenteraten* die Zahl 4 oder (wahrscheinlich von 4 abgeleitet) die Zahl 6 zugrunde liegt, sind die *Echinodermen* mit wenigen Ausnahmen fünfstrahlig. Während ferner die radiale Symmetrie bei den *Cölenteraten* als ein ursprünglicher niederer Zustand der Körperform angesehen werden muß, ist sie bei den *Echinodermen* aus der bilateralen Symmetrie abzuleiten; die *Echinodermen* sind aus bilateral-symmetrischen, wahrscheinlich wurmartigen Stammformen durch Rückkehr zu einer niederen Grundform hervorgegangen; darauf weisen ihre bilateral-symmetrischen Larven hin und die vielen Anklänge an bilaterale Symmetrie im Bau besonders der primitiven Formen (*Crinoideen*). Von dieser primitiven Bilateralität ist scharf die bilaterale Umformung zu

unterscheiden, welche radial-symmetrische Organe, wie das Ambulacralsystem, der Geschlechtsapparat etc., bei hochdifferenzierten *Echinodermen* erfahren (vgl. Bivium der *Secigel* und Trivium der *Seewalzen*). Die Hauptachse des radial-symmetrischen Körpers wird an dem einen bei *Secigeln* und *Seestern* nach abwärts gewandten, ventralen Pol durch die Mundöffnung, an dem andern Ende häufig durch den After charakterisiert.

Den Tieren verleiht die Beschaffenheit ihrer Haut ein charakteristisches Äußere. Unter dem meist flimmernden Epithel bilden sich im mesodermalen Bindegewebe Kalkplatten, welche wie Knochenplatten den Körper panzern und, da sie sich meist in Spitzen und Stacheln erheben, den Namen „Echinodermen“, „Stachelhäuter“ veranlaßt haben. Das mesodermale Hautskelett kann zwar einer Rückbildung unterliegen, wie bei den *Holothuri*, schwindet aber auch dann nur selten ganz (*Pelagothuri*), gewöhnlich erhält es sich in Resten, den Kalkankern und Kalkrädchen. Eigentümliche Anhänge der Haut, welche jedoch nicht überall vorkommen, sind die Sphäridien und Pedicellarien (Fig. 298). Erstere sind Sinnesorgane, letztere von einem Kalkskelett gestützte Greifapparate, die im Bau an Zangen erinnern und gewöhnlich von besonderen Stielen getragen werden: sie sind im Leben äußerst beweglich und scheinen zur Reinigung der Haut oder zur Verteidigung zu dienen; zu letzterem Zwecke sind manche *Pedicellarien* mit Giftorganen ausgerüstet.

Gewisse Kalkplatten haben ein besonderes vergleichend-anatomisches Interesse, weil sie bei vielen Larven frühzeitig auftreten und auch beim ausgebildeten Tier in verschiedenen Klassen in gleicher Lagerung nachgewiesen werden können. Im Umkreis des Afters liegen zunächst 5 interradiale „Basalia“, weiterhin 5 Radialia („apicales Skelett“), im Umkreis des Mundes 5 interradiale „Oralia“.

Nicht minder charakteristisch als das Skelett ist das zur Fortbewegung dienende Ambulacralgefäßsystem, auch Wassergefäßsystem genannt (Fig. 274). Dasselbe ist ein mit Wimperepithel ausgekleidetes Röhrensystem, es beginnt zumeist auf der Oberfläche der Haut, und zwar dann gewöhnlich mit der Madreporitenplatte, einer Kalkplatte, welche von feinen Öffnungen siebartig durchbrochen wird und zur Aufnahme von Seewasser dient. Das Wasser gelangt in einen Kanal, welcher wegen der bei *Seestern* vorhandenen starken Verkalkung seiner Wandungen der Steinkanal heißt und abwärts zu einem den Mund umgebenden Ringkanal leitet. An letzterem sitzen gewöhnlich mehrere (bis zu 5 Paar) Polische Blasen, welche man neuerdings ebenso wie die Tiedemannschen Körperchen der *Seesterne* als Anhänge deutet, die nach Art der Lymphdrüsen Leucocyten liefern. Vom Ringkanal strahlen ferner 5 Ambulacralgefäße aus, um links und rechts Seitenäste abzugeben, welche über die Körperoberfläche hervortreten und die Ambulacralfüßchen darstellen, die

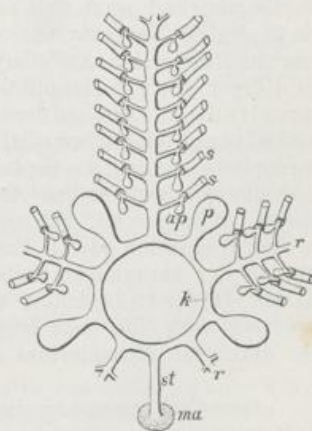


Fig. 274. Schema des Ambulacralgefäßsystems eines Seesterns, *ma* Madreporitenplatte, *st* Steinkanal, *k* Ringkanal, *p* Polische Blasen, *r* Ambulacralgefäße, *s* Füßchen, *ap* Ambulacralampullen.

höchst merkwürdigen Fortbewegungsorgane der *Echinodermen*. Jedes Füßchen ist ein Schlauch mit muskulösen Wandungen, welcher durch Einpumpen von Wasser prall gefüllt und in die Länge gedehnt, andererseits durch Contraction seiner Muskeln verkürzt werden kann; meist trägt es am Ende zum Festhalten eine Saugscheibe; an seiner Basis ist es mit einem kleinen Reservoir versehen, der in der Leibeshöhle liegenden Ambulacralampulle. Will ein *Echinoderm* sich in einer bestimmten Richtung bewegen, so schickt es in derselben seine Füßchen aus, verankert sich mit den Saugscheiben und zieht dann den Körper durch Verkürzung der Füßchen nach. Bei den festsitzenden *Crinoideen* und den sich schlängelnden *Ophiuroideen* sind die Ambulacralanhänge nicht als Füßchen, sondern als Taster entwickelt, dienen nicht zur Fortbewegung und haben keine Saugscheiben und keine Ampullen. Auch bei *Seeigeln* und *Holothuriern* sind mancherorts die Füßchen ohne Saugscheibe und zu Tentakeln oder Kiemen umgebildet. Gewöhnlich endigt jedes Ambulacralgefäß mit einem unpaaren Tentakel, welcher als Geruchsorgan functionieren soll.

Ambulacrale
und inter-
ambulacrale
Organe.

Die Anordnung des Ambulacralgefäßsystems bestimmt die Anordnung der übrigen Organe. Neben dem Steinkanal kann ein früher mit Unrecht „Herz“ genanntes schlauchförmiges Organ verlaufen, welches jetzt als lymphoide Drüse oder auch als eine Anhäufung excretorisch wirkender Lymphkörperchen („glande ovoide“, Paraxondrüse, Septalorgan) gedeutet wird. Den Ringkanal begleitet ein Blutgefäßring, die Ambulacralgefäße begleiten 5 radiale Blutgefäße, zu denen sich oft noch 2 weitere am Darm hinziehende Gefäße gesellen. Umhüllt ist das Blutgefäßsystem von den periaemalen Räumen, das „Herz“ vom Axialsinus, welcher bei Seeigeln dicht unter der Madreporenplatte in eine Ampulle übergeht, eine erweiterte Partie des Steinkanals (vergl. Fig. 276a). Auch das Nervensystem beginnt mit einem perioralen, häufig noch im Ectoderm lagernden Nervenring und setzt sich in 5 Ambulacralnerven fort. Außerdem kann ein „apicales“ Nervensystem vorhanden sein. Die 5 vom Centrum gemeinsam ausstrahlenden Ambulacralgefäße, Blutgefäße und Nerven markieren im Körper gewisse Hauptlinien, die Radien erster Ordnung oder Ambulacralradien; zwischen denselben in einem Radius zweiter Ordnung, interambulacral oder interradianal mündet dagegen der Steinkanal mit der Madreporenplatte und liegt das Septalorgan („Herz“). Ebenfalls interambulacral sind die nur bei wenigen Arten hermaphroditen Geschlechtsorgane angebracht, vorausgesetzt, daß nicht eine teilweise Rückbildung eingetreten ist; es sind 5 einzelne oder 5 Paar traubige Drüsen resp. Drüsengruppen; sie sind in der geräumigen Leibeshöhle an besonderen Aufhängebändern befestigt. In der Leibeshöhle, welche für die Resorption und Verteilung der Nahrung noch eine ganz hervorragende Rolle spielt, findet sich außerdem der durch ein Mesenterium an der Körperwand aufgehängte Darmkanal.

Genetisch entstehen die 5 Geschlechtsdrüsen aus einer einheitlichen Anlage, welche zum Septalorgan in Beziehung steht; diese Anlage wandelt sich mit Ausnahme von *Crinoideen* und *Holothuriern* in einen perianalen Ring (Rhachis) um, von dem die Geschlechtsdrüsen hervorsprossen. — Zur Atmung dienen bei den *Echinodermen* die verschiedenartigsten Einrichtungen: dünnwandige Ausstülpungen der Leibeshöhle über die Körperoberfläche hinaus, Kiemen im engeren Sinne, wie sie im Umkreis des Peristoms der Seeigel und auf dem Rücken der Seesterne vorkommen, ferner die mannigfachen Anhänge des Ambulacralsystems, die Bursae der *Ophiuren*, die Wasserlungen der *Holothuriern* etc.

Die *Echinodermen* sind ausschließlich Bewohner des Meeres, welches sie in ganz außergewöhnlicher Individuenzahl bis in die größten Tiefen hinein bevölkern. Manche Gruppen, wie die meisten *Haarsterne*, sind vorwiegend Tiefseebewohner, andere bevorzugen die felsigen Küsten. Namentlich zur Fortpflanzungszeit sammeln sich am Meeresufer *Seeigel*, *Seesterne* und *Holothurien*, um die Geschlechtsprodukte in das Wasser zu entleeren, wo ihre Vereinigung (Befruchtung) erfolgt. Auch kommt es vor, daß manche Arten die junge Brut in besonderen Behältern der Körperoberfläche längere Zeit mit sich herumtragen.

Wo keine Brutpflege vorhanden ist, schlüpfen aus den Eiern Larven aus, welche freischwimmend an der Oberfläche des Wassers pelagisch leben und sich von den ausgebildeten Tieren ganz wesentlich unterscheiden, einmal durch ihre weiche, gallertige und durchsichtige Beschaffenheit, zweitens durch ihre bilaterale Symmetrie (Fig. 275). Durch Entwicklung von lappigen Fortsätzen und dünnen, von Kalkstäben gestützten Armen gewinnen sie ein höchst abenteuerliches und verschiedenartiges Aussehen

Entwick-
lung.

und Ophiuren, *Brachiolarien* und *Bipinnari* der Seesterne, *Auricularien* der Holothurien; sie lassen sich aber alle auf eine gemeinsame

Ausgangsform zurückführen, welche durch die Anwesenheit eines dreiteiligen Darmes und einer den Mund umgebenden Flimmerschnur an manche Wurm-larven, besonders an die *Tornaria* des *Balanoglossus*, erinnert. Die Unterschiede im Aussehen der Larven sind einerseits bedingt durch die Art der Ausbuchtungen der Wimperschnur, andererseits dadurch, daß dieselbe in zwei oder mehrere sich von neuem schließende Stücke zerlegt wird (Fig. 275 V).

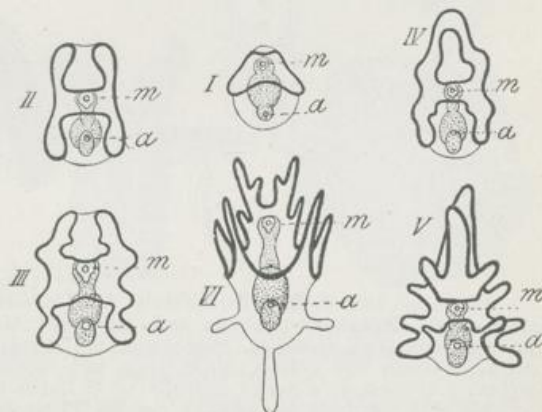


Fig. 275. Echinodermenlarven (nach Johannes Müller). m Mund, a After. I gemeinsame Ausgangsform aller Larven. II, III Entwicklungsstadien der Holothurien-Auricularia. IV, V Entwicklungsstadien der Asteriden-Bipinnaria. VI Pluteus eines Spatangiden. Die schwarze Linie bezeichnet den Verlauf der Wimperschnur.

Die Umwandlung der bilateralen Larve in das radial gebaute Echinoderm ist sehr kompliziert; sie wird frühzeitig vorbereitet durch Ausstülpungen des Darmes, welche sich in sehr verschiedener Weise in den einzelnen Abteilungen abschnüren und die Anlagen der Leibeshöhle und des Ambulacralgefäßsystems liefern (Fig. 276). Das eine Extrem dieser verschiedenartigen Entwicklungsweisen ist gegeben (*Cribrella*, ein Seestern), wenn der Urdarm 2 Paar Säckchen abschnürt, ein vorderes und ein hinteres Paar; vom vorderen Paar wird das rechtsseitige Säckchen rudimentär, das linksseitige dagegen liefert die Anlage des Ambulacralsystems, das Hydrocöl, indem es sich mittelst eines dorsalen Porus nach außen öffnet, wodurch der Steinkanal samt seiner Ampulle gebildet wird. Die

Säckchen des hinteren Paares sind die Anlagen des Cöloms. Das andere Extrem ist gegeben, wenn vom Grund des Urdarms eine einheitliche, sich in eine linke und rechte Blase sondernde „Vasoperitonealblase“, (*Echinus*) oder gleich zu Anfang zwei Vasoperitonealblasen abgeschnürt werden, von denen eine jede sich in eine vordere (Hydrocöl-) und hintere (Cölom-) Anlage teilt. Diese vier Anlagen entwickeln sich dann in der oben beschriebenen Weise weiter. Das linke Hydrocöl gibt den Anstoß zur Umwandlung der streng bilateralen Larve in das radial-symmetrische *Echinoderm*; es dehnt sich zu einem den Ösophagus umschließenden Ring aus, welcher 5 radiale Ausstülpungen, die Anlagen der Ambulacralgefäße, bildet. Indem diese die Körperoberfläche vor sich hertreiben, entstehen bei den *See-* und *Schlangensternen*, welche die Verhältnisse am klarsten erläutern, die Arme als Auswüchse, welche an Knospen erinnern (Fig. 277).

Fig. 276.

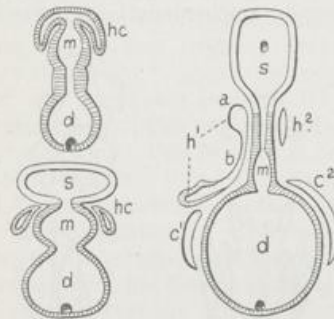


Fig. 277.

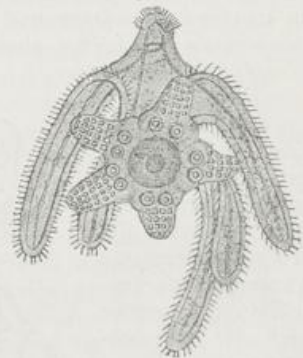


Fig. 276. Drei Stadien der Bildung der Leibeshöhle und des Wassergefäßsystems einer *Echinus*larve (Schema nach Bury und Mac Bride). Bezeichnungen: *d* Enddarm mit After, *m* Magen, Stomodaeum mit Mund; *hc* einheitliche Anlage des Ambulacralsystems und Cöloms, *h¹*, *h²* linkes und rechtes (rudimentäres) Hydrocöl-säckchen, *b* Steinkanal, *a* dessen Ampulle, *c¹* *c²* linkes und rechtes Cölomsäckchen.

Fig. 277. Bildung der *Ophiure* von der Pluteuslarve aus (nach Joh. Müller aus Heider-Korschelt).

— Systematik. Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung kommt man dazu, die Echinodermen in 4 Klassen zu teilen, die *Asteroideen*, *Crinoideen* (*Pelmatozoen*), *Echinoideen* und *Holothurien*. Von den *Asteroideen* trennt man neuerdings allgemein die *Ophiuroideen*; dagegen kann man geteilter Meinung sein, ob man die *Crinoideen* oder die *Asteroideen* als die ursprünglichen Formen an die Spitze stellen soll. Die schwerwiegenden Gründe sprechen zugunsten der *Crinoideen*; dagegen sind die *Asteroideen* unzweifelhaft geeigneter, um in das Studium der *Echinodermen* einzuführen.

I. Klasse.

Asteroideen, Seesterne.

Am Körper eines *Seesterns* kann man zwei Bestandteile unterscheiden, die centrale Körperscheibe und die von ihr in der Regel in Fünzfahl ausstrahlenden Arme (Fig. 278, 284). Das Verhältnis, in dem beide Teile zueinander stehen, schwankt zwischen zwei Extremen: bei

manchen *Seesternen* spielen die Arme die Hauptrolle, und die Körperscheibe sieht nur wie die Verwachungsstelle ihrer proximalen Enden aus (Fig. 278, 279); auf der anderen Seite kann die Körperscheibe an Bedeutung gewinnen, sich auf Kosten der Arme vergrößern und diese gleichsam in sich aufsaugen, so daß sie nur als die 5 Ecken der pentagonalen Scheibe zur Geltung kommen (Fig. 280, 282).

Ferner unterscheiden wir am *Seestern*, und zwar sowohl an den Armen, wie an der Körperscheibe, eine dorsale und eine ventrale Seite, welche mit schmalen Randpartien ineinander übergehen. Die ventrale Seite ruht bei normaler Stellung des Tieres auf dem Boden; sie trägt die im Centrum angebrachte Mundöffnung und die von dieser beginnenden, bis in die Armspitzen reichenden 5 Ambulacralfurchen; dorsal dagegen lagert nahezu im Centrum der After (sofern er nicht rückgebildet ist), excentrisch in einem der Interambulacra die Madreporenplatte (Fig. 280a). (Bei vielarmigen Seesternen können 2—16 Interadien mit Madreporenplatten ausgerüstet sein.)

Fig. 278.



Fig. 279.

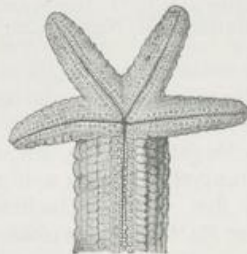


Fig. 280.



Fig. 278. Kometenform von *Linckia multifora* (aus Heider-Korschelt). Einer der 5 Arme erzeugt durch Knospung einen neuen Seestern.

Fig. 279. *Ophiaster Ehrenbergi*, Kometenform (der ursprüngliche Arm nur zum kleinsten Teil dargestellt) (nach Haeckel).

Fig. 280. *Culcita pentangularis*, vom Rücken gesehen. *b* aufgebogene Enden der Ambulacralfurchen, *a* Madreporenplatte (aus Ludwig).

Die Haut eines *Seesterns* ist überall von großen und kleinen aneinander gefügten Kalkplatten geschützt; dieselben machen den Körper eines toten *Seesterns* hart und starr; während des Lebens aber sind sie so sehr verschiebbar, daß der *Seestern* in ganz überraschender Weise seine Arme einrollen und umbiegen und seinen Körper durch enge Öffnungen und Spalten hindurchschieben kann. Unter den Skelettstücken verdienen besondere Beachtung die Ambulacralia, welche das Dach der Ambulacralfurche bilden und, wie man am besten auf Querschnitten durch einen Arm sieht, diese Furche gegen die Leibeshöhle der Arme abschließen (Fig. 281). In jedem Arm sind zwei Reihen von Ambulacralia vorhanden, welche wie Dachsparren in der Mittellinie zusammenstoßen. Ein in dieser Weise zusammengefügttes Paar nennt man einen Ambulacralwirbel, weil die Paare in der Längsrichtung des Armes wie Wirbel aufeinander folgen. An die seitlichen Enden eines „Wirbels“ fügen sich die Adambulacralia und an diese wieder die minder konstanten Marginalia, welche die Seitenwände der Arme panzern (Fig. 281 *ad*, *m*¹, *m*²).

An der Spitze der Arme enden die Ambulacralreihen mit einem unpaaren Terminalstück.

Die Organe eines Seesterns liegen zum Teil in der Leibeshöhle, zum Teil in der Ambulacalfurche. Der Leibeshöhle gehört der zu einem umfangreichen Magen ausgeweitete Darm an, welcher geraden

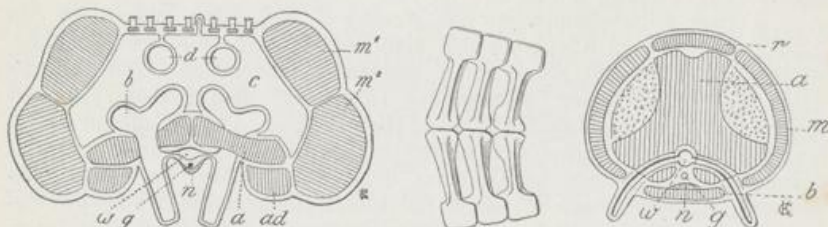


Fig. 281. Links Querschnitt durch den Arm von *Astropecten aurantiacus*, in der Mitte drei aus je zwei Ambulacralien bestehende Wirbel desselben Tieres, von oben gesehen, rechts Querschnitt durch den Arm von *Ophiothrix fragilis*. m (m^1 m^2) Marginalia, a Ambulacralia (bei *Astropecten* auf der linken Seite zum Teil durch den Füßchenkanal verdeckt), ad Adambulacralia, b Bauchplatten, r Rückenplatten der Ophiuren; n Ambulacralnerv, g Blutgefäß, w Wassergefäß; b Ampulle, c Leibeshöhle, d Darmblindsäcke.

Wegs vom Mund zum Rücken emporsteigt, um dort auszumünden oder blind geschlossen zu endigen (Fig. 282, 283); vom Afterdarm entspringen oft kleine Blindschläuche, vom Magen 5 Kanäle, die sich in 5 Paar Blindsäcke gabeln, die reich mit Ausbuchtungen besetzten weit in die Arme vordringenden Leberschläuche. Neben den Leberschläuchen liegen die traubigen Geschlechtsdrüsen, welche im Winkel zwischen zwei Armen münden (Fig. 282, 283).

In der Leibeshöhle findet man schließlich noch den Steinkanal, der, begleitet von dem Septalorgan, dem „Herzen“ (Fig. 283), und mit ihm in den Axialsinus eingeschlossen, in einem der Interambulacra von der Madreporenplatte zu dem die Mundöffnung umgebenden Ringkanal herabsteigt.

Am Grund der Ambulacalfurche zwischen den Füßchen findet man die ambulacralen Nerven, Blutgefäße und Wassergefäße. Die im Ectoderm liegenden Ambulacralnerven enden an der Spitze der Arme mit einem Pigmentfleck, der den Bau eines sehr vereinfachten Facetenauges hat. Außer ihnen werden noch tiefer gelegene Nervenstränge beschrieben, einer neben dem Blutgefäß, ein zweiter im Epithel des Armcöloms. Von den ambulacralen Wassergefäßen (Fig. 281) treten Seitenäste ab und versorgen die Füßchenkanäle, welche in der Leibeshöhle mit den Ampullen beginnen und durch den Zwischenraum zwischen zwei Ambulacralwirbeln in die Furche über-

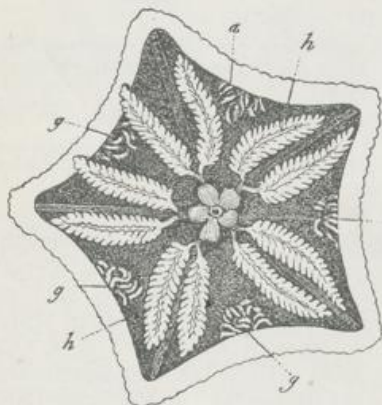


Fig. 282. *Asteriscus verruculatus*, vom Rücken aus geöffnet (nach Gegenbaur), h Leberblindschläuche, i rosettenförmiger Magen mit After, g Geschlechtsdrüsen.

den noch tiefer gelegene Nervenstränge beschrieben, einer neben dem Blutgefäß, ein zweiter im Epithel des Armcöloms. Von den ambulacralen Wassergefäßen (Fig. 281) treten Seitenäste ab und versorgen die Füßchenkanäle, welche in der Leibeshöhle mit den Ampullen beginnen und durch den Zwischenraum zwischen zwei Ambulacralwirbeln in die Furche über-

treten, um hier die Füßchen zu bilden. Wie die Ambulacralampullen, so liegen auch die Anhänge des Ringkanals, die Polischen Blasen (5 oder mehr) und die 5 Paar Tiedemannschen Körperchen in der Leibeshöhle, letztere lymphoide Organe, in welche der Wassergefäßring mit verästelten Kanälen eindringt.

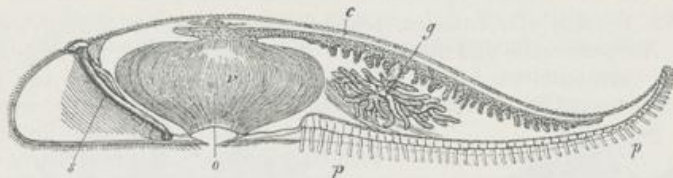


Fig. 283. Ein durch ein Ambulacrum und das entgegengesetzte Interambulacrum von *Solaster endeca* geführter Radialschnitt. *s* Steinkanal mit Madreporenplatte, daneben das Septalorgan („Herz“), *o* Mund, *v* Magen, *c* Leberschlauch, *g* Geschlechtsdrüsen, *p* Füßchen.

Da die Arme eines Seesterns fast alle wichtigen Organe enthalten, erklärt sich ihre große physiologische Selbständigkeit; abgelöste Arme leben nicht nur weiter, sondern regenerieren sogar das ganze Tier, indem sie zuerst die Körperscheibe bilden, an welcher dann die neuen Arme als kleine Knospen herauswachsen (Kometenform) (Fig. 278, 279); die Ablösung kann entweder durch Verletzung herbeigeführt oder, was nicht selten vorkommt, spontan eingetreten sein.

Fig. 284.

Fig. 285.

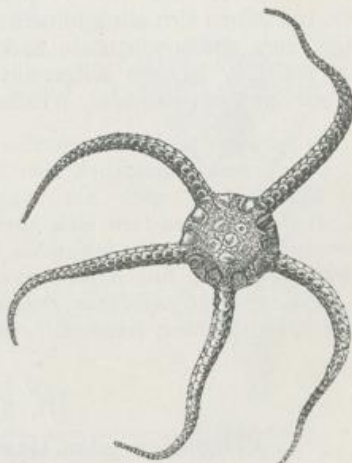
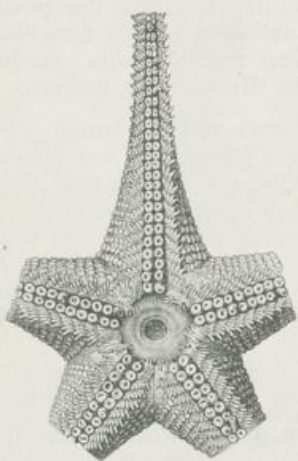


Fig. 284. *Pythonaster Murrayi* (nach Sladen), in ventraler Ansicht. *f* die von der Mundöffnung ausstrahlenden Ambulacralfurchen mit den Füßchenreihen. (Die Arme sind nur zum Teil dargestellt).

Fig. 285. *Ophioglypha bullata*, vom Rücken gesehen (nach Wyville Thomson).

Ansehnliche Arme und kleine Mundscheibe besitzen die *Asteriaden*, *Asterias glacialis* J. Müll., einer der verbreitetsten Seesterne. Mittleren Ausbildungsgrad der Arme zeigen die afterlosen *Astropectiniden*: *Astropecten aurantiacus* Gray. Reduktion der Arme zugunsten der pentago-

nen Mundscheibe findet sich bei *Pentacerrontiden*: *Culcita coriacea* M. Tr. (Fig. 280).

II. Klasse.

Ophiuroideen, Schlangensterne.

Wie bei den *Asteroideen*, besteht der Körper der *Schlangensterne* aus der Körperscheibe und fünf davon ausgehenden (Fig. 285), ab und zu dichotom verästelten Armen (Fig. 286). Doch ist der Bau von beiden Teilen ein wesentlich anderer.



Fig. 286. *Astrophyton arborescens*
(aus Ludwig.)

In den von der Mundscheibe scharf abgesetzten Armen sind die linken und rechten Ambulacralia eines Paares enorm vergrößert und zu einem einheitlichen Wirbel verwachsen (Fig. 281 rechts). Da infolgedessen die Armleibeshöhle bis auf einen engen Spalt verkleinert ist, fehlen die Leberschläuche, und ist der des Afters entbehrende Darm auf die Mundscheibe beschränkt. Die Ambulacralfurchen sind durch ventrale Platten geschlossen. Die ampullenlosen Füßchen haben keine Saugscheiben und dienen nur zum Tasten, da die Fortbewegung durch schlängelnde Bewegungen der ganzen Arme ermöglicht wird. Die Madreporenplatte liegt auf der ventralen Seite. Ebenfalls ventral öffnen sich mit schlitzförmigen Spalten fünf Paar Bursae, dünnwandige, zum Atmen dienende Säcke, in welche zahlreiche Geschlechtsdrüsen münden, letztere aufgereiht an einer Genitalrhachis, welche in vielen auf- und absteigenden Windungen die Mundscheibe umkreist.

Bei manchen Schlangensteinen der Gattungen *Ophiocnida*, *Ophiorthela*, *Ophiocoma*, namentlich aber bei jungen Exemplaren von *Ophiactis virens* kommt es zu einer Art ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Schizogonie), indem der Seestern sich quer durch die Mundscheibe hindurch in 2 Tiere teilt, welche die fehlenden Teile regenerieren. Bei den meisten *Ophiuroideen* sind die Arme unverästelt (*Ophioglypha bullata* Wyv. Thom. [Fig. 285]); *Ophiorthrix fragilis* Düb.) Bei den meisten *Euryaliden* sind die Arme dichotom verästelt (*Astrophyton arborescens* Ag. [Fig. 286]).

III. Klasse.

Crinoideen oder Haarsterne, Pelmatozoen.

Die *Crinoideen* oder *Haarsterne* bilden einen Zweig der *Echinodermen*, welcher im Aussterben begriffen ist. In früheren Erdperioden, namentlich im paläozoischen Zeitalter, waren sie massenhaft vertreten; jetzt lebt eine ziemlich beschränkte Zahl von Gattungen und Arten in sehr großen Meerestiefen weiter, und nur die kleine Familie der *Comatuliden* gehört der oberflächlichen Küstenfauna an. Auf dem Meeresboden sind die *Crinoideen* mittelst eines langen, von einem Centralkanal durchsetzten Stieles festgewachsen (Fig. 287); derselbe besteht aus runden, scheibenförmigen Stücken, welche übereinandergeschichtet sind und

oft seitlich entspringende, in fünf Reihen angeordnete, rankenartige Ausläufer, die Cirren, tragen. Die Befestigung mittelst eines Stieles fehlt den *Comatuliden* (Fig. 288), welche entweder mit ihren später zu besprechenden Armen im Wasser schwimmen oder sich mit ihnen an Tangen anranken. Indessen haben diese Tiere während ihrer Entwicklung das sog. *Pentacrinus*-Stadium zu passieren, während dessen sie mit einem Stiel angewachsen sind, ein sicherer Beweis, daß die festsitzende Lebensweise für die *Crinoideen* der ursprüngliche Zustand war (Fig. 289).

Fig. 287.

Fig. 288.

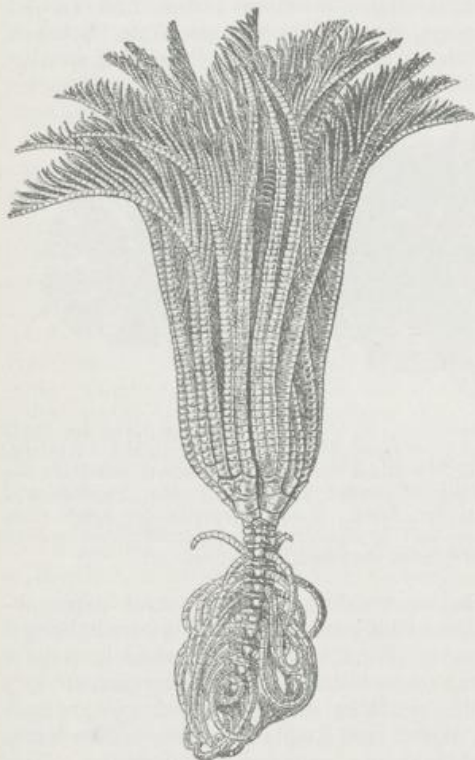
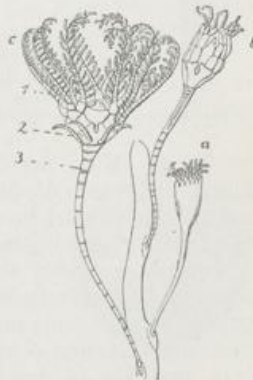


Fig. 289.

Fig. 287. *Pentacrinus maclearanus* (nach Wyville Thomson).Fig. 288. Ausgebildetes Tier von *Antedon macronema* (nach Carpenter).Fig. 289. a, b, c verschieden alte *Pentacrinus*-stadien von *Antedon rosacea*. 1 Arme, 2 Cirren, 3 Stiel.

Bei den *Comatuliden* erhält sich, wenn sie sich später ablösen, wenigstens ein Rest des Stiels, das oberste Glied mit seinen Cirren, das „Centro-dorsale“; es verwächst mit den untersten Kelchplatten, den Infrabasalien.

Auf dem obersten Stielglied balanciert ein kelchförmiger Körper, dessen Rand 5–10 meist verästelte Arme trägt. Die Seitenwandungen des Kelches sind von polygonalen Kalkplatten fest gepanzert. Zunächst folgt gewöhnlich auf den Stiel ein Kranz von fünf Platten, die Basalien (Fig. 290b); mit ihnen alterniert ein zweiter Kranz von Platten, die

Radialien (r); dazu kann noch ein Kranz von Infrabasalien kommen, die unterhalb der Basalien mit den Radialien auf gleicher Linie stehen.

An die Radialien schließen sich vielfach direkt die Stücke des Armskeletts, die Brachialien, an (Fig. 290 A). Sehr häufig kommt es aber vor, daß die Arme sich ein- oder mehrmal dichotom verästeln, daß ferner die Basis der Arme und ihre erste Gabelung in den Kelch hinein bezogen wird, was dann zur Folge hat, daß zehn Arme von der Kelchperipherie zu entspringen scheinen. Im letzteren Falle rechnet man die untersten Brachialien zum Kelch und nennt sie ebenfalls Radialia, und die nach der Gabelung entstehenden Doppelreihen Radialia distichalia (Fig. 287). Von den Armen entspringen in einer linken und rechten Reihe die Pinnulae, lanzettförmige, von Kalkstücken gestützte Blättchen, in denen die Geschlechtsorgane reifen, bis sie durch Platzen frei werden.

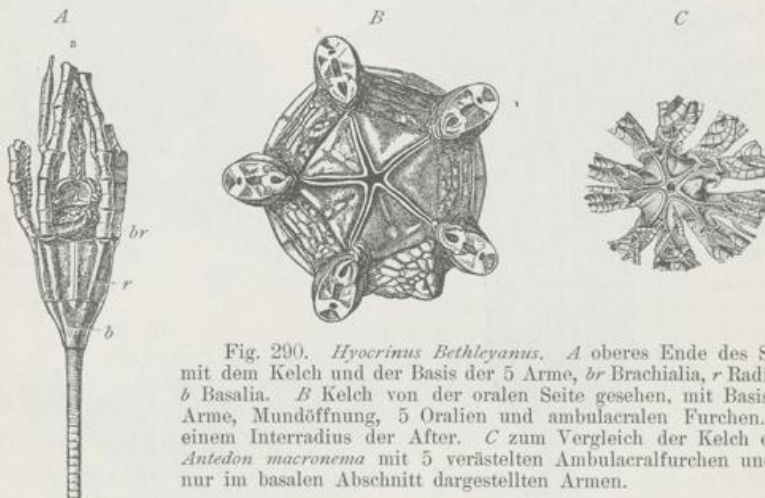


Fig. 290. *Hyocrinus Bethleyanus*. A oberes Ende des Stiels mit dem Kelch und der Basis der 5 Arme, *br* Brachialia, *r* Radialia, *b* Basalia. B Kelch von der oralen Seite gesehen, mit Basis der Arme, Mundöffnung, 5 Oralien und ambulacralen Furchen. In einem Interradius der After. C zum Vergleich der Kelch einer *Antedon macronema* mit 5 verästelten Ambulacralfurchen und 10 nur im basalen Abschnitt dargestellten Armen.

In der Mitte der Mundscheibe, welche den Kelch nach oben abschließt, findet sich die Mundöffnung häufig umstellt von 5 interradianal angebrachten Skelettstücken, den Oralien (Fig. 290 B). Der Mund ist im Gegensatz zu den meisten Echinodermen, welche mit der Mundöffnung nach abwärts kriechen, vom Boden abgewandt; er führt in einen spiral gewundenen Darm, an dem man Ösophagus, Magen und Enddarm unterscheiden kann; letzterer mündet interambulacral nahe der centralen Mundöffnung. Vom Mund aus beginnen 5 Ambulacralfurchen, welche sich auf die Arme fortsetzen und bis an das äußerste Ende der feinen Pinnulae reichen; bei den 10armigen Formen erfahren die Furchen noch im Bereich der Mundscheibe ihre erste Gabelung (Fig. 290 C). Im Umkreis des Mundes beginnen ferner Ambulacralgefäßsystem, Blutgefäßsystem und Nervensystem mit je einem Ring; sie verlaufen dann ähnlich wie bei den *Asteroideen* am Grund der Ambulacralfurche und treten sogar auf die Pinnulae über. Unterschiede zu den Seesternen sind darin gegeben, daß die Saugfüßchen, welche bei der sitzenden Lebensweise wertlos sein würden, keine Ampullen besitzen und die Form zarter zum Tasten dienender Schläuche oder Tentakeln besitzen. Ferner fehlt ein typischer Steinkanal; an Stelle desselben gehen vom Ringkanal 5 oder viele Hundert Röhren aus, welche in die Leibeshöhle münden; ihren Mündungen gegenüber liegen feine Öffnungen in der Mundscheibe, die Kelchporen, durch welche das

Wasser in die den Steinkanal ersetzenden Röhrchen eingeleitet wird. Endlich ist auch das ambulacrale Nervensystem schwach entwickelt; es wird sogar von manchen Forschern ganz in Abrede gestellt. Dagegen ist das enterocölle Nervensystem auffallend stark; es bildet ein antiambulacrales Centralorgan, Faserstränge, die in der Achse der Radialia und Brachialia verlaufen und sich im Centrodorsale zu einem komplizierten Geflecht vereinigen. Im Centrodorsale beginnt auch ein rätselhaftes in der Kelchachse nach der Mundscheibe aufsteigendes drüsiges Organ, das „Dorsalorgan“, welches früher mit dem „Herzen“ der *Asterioideen* verglichen wurde; seinem oberen Ende ist ein Zellkomplex angelagert, von dem ein Netz von Geschlechtssträngen ausgeht, welche sich in die Arme hinein erstrecken und in den Pinnulae zu den Geschlechtsorganen anschwellen; das Dorsalorgan wird im Centrodorsale von dem gekammerten Organ umhüllt, dessen Hohlräume sich in den Stiel und die Cirren verlängern.

Die *Crinoideen* — vielfach im Gegensatz zu den *Blastoideen* und *Cystideen* auch *Eucrinoideen* genannt — zerfallen in zwei Gruppen: Die *Paläocrinoideen* (*Tesselaten*) haben einen Kelch, dessen Seitenwandungen aus unbeweglich aneinander gefügten dünnen Platten bestehen, dessen Ambulacralfurchen durch Kalkplättchen meist vollkommen gedeckt sind; sie lebten ausschließlich im paläozoischen Zeitalter. *Cupressocrinus crassus* Gldf. — Die *Neocrinoideen* (*Articulaten*), ausgezeichnet durch offene Ambulacralfurchen und derbe, zum Teil gelenkig verbundene Kelchplatten, lösten die *Paläocrinoideen* im mesozoischen Zeitalter ab; einige Familien haben sich bis auf die Neuzeit erhalten. In der Tiefsee leben die gestielten *Rhizocriniden* (Fig. 290) (*R. lofotensis* G. O. Sars) und *Pentacriniden* (*P. caput medusae* Lam.). Der Küstenfauna gehören die *Comatuliden* (Fig. 288) an, in der Jugend festsitzend, später unter Rückbildung des Stieles frei beweglich: *Antedon rosacea* Norm.

Anhang. In Kürze seien hier die von den echten Crinoideen sehr abweichenden *Cystoideen* und *Blastoideen* erwähnt. Die ausschließlich paläozoischen, besonders im Silur vertretenen *Cystoideen* gehören zu den ältesten Versteinerungen. Ihr kugelliger Körper wird von zahlreichen polygonalen Platten gebildet, welche häufig durch die Porenrauten ausgezeichnet sind. Stiel- und Armapparat sind rudimentär und können ganz fehlen. *Echino-sphaerites aurantium* His (Fig. 291). Gewisse früher zu den *Cystoideen* gerechnete Formen, die *Pleurocystiden*, *Aristocystiden*, *Paläocystiden*, werden neuerdings unter dem Namen *Amphorideen* zusammengefaßt und als Urahnen der Echinodermen gedeutet. — Die *Blastoideen* treten am Ende der Silurzeit auf, um schon zum Schluß der Steinkohlenperiode zu verschwinden. Arme fehlen vollkommen, dagegen ist die Mundöffnung von 5 blumenblattartigen Ambulacra umgeben. *Pentremites florealis* Say. (Fig. 292).



Fig. 291. *Echino-sphaerites aurantium* (aus Zittel).

IV. Klasse.

Echinoideen, Seeigel.

Um den Bau der *Seeigel* zu verstehen, gehen wir von den regulären Formen aus, welche eine annähernd kugelige Gestalt besitzen

(Fig. 293). Bei ihnen liegen Mund und After einander gegenüber an den Enden der Hauptachse, jede Öffnung inmitten eines bei den einzelnen Familien in verschiedener Weise von Kalkplatten getäfelten, seltener weichhäutigen Feldes, der After innerhalb des Periprocts, der Mund innerhalb des Peristoms; der zwischen Peristom und Periproct gelegene Hauptteil der Körperwand



Fig. 292. *Pentremites florealis* (aus Zittel). *a* in seitlicher, *b* in oraler, *c* in aboraler Ansicht.

(Corona) besteht aus polygonalen Kalkplatten, welche meist fest zu einer unnachgiebigen Kapsel zusammengefügt sind und nur ausnahmsweise (*Echinothuriden*) gegeneinander verschiebbar sind. Die Platten sind — wenn wir von den ausgestorbenen *Perischoëchiniden* absehen — in 20 meridionalen Reihen angeordnet oder, genauer ausgedrückt, in 10 Doppelreihen, da immer 2 Reihen in einem engeren Zusammenhang stehen. Fünf Doppelreihen heißen nach ihrer Lage in den Radien erster Ordnung die Ambulacren, die dazwischen gelegenen fünf übrigen die Interambulacren. Beiderlei Platten, die ambulacren, wie die interambulacren, tragen kleine, halbkugelige Gelenkhöcker, auf denen nadelartig zugespitzte oder kolbig verdickte Stacheln äußerst beweglich durch Gelenkbänder und Muskeln befestigt sind, wodurch sie nicht nur wirksame Schutzorgane, sondern auch einen zur Fortbewegung dienenden Hebelapparat bilden. Von den Interambulacren unterscheiden sich die Ambulacren vor allem durch ihre Beziehungen zu den Füßchen; sie werden, da die Ambulacralgefäße und -ampullen auf der Innenwand der Kapsel in der Leibeshöhle liegen, von den Füßchenkanälen durchbohrt und tragen je nach der Zahl der Füßchen entweder

Fig. 293.

Fig. 294.



Fig. 293. *Coelopleurus floridanus* (nach Agassiz), seiner Stacheln beraubt, vom aboralen Pol betrachtet. *a* Ambulacra mit den Ocellarplatten, *b* Interambulacra mit den Genitalplatten endend, im Centrum das aus 4 Platten bestehende Periproct.

Fig. 294. *Clypeaster subdepressus* vom Rücken gesehen, um die petaloiden Enden der Ambulacra zu zeigen (nach Agassiz).

ein oder mehrere Paare von Ambulacralporen. Diese für die meisten *Secigel* charakteristische paarige Gruppierung der Poren hängt damit zusammen, daß die Verbindungen durch doppelte Kanäle hergestellt werden (Fig. 295). Wenn man einen *Secigel* in Bewegung von einem seiner Pole

betrachtet, so sieht man aus dem Wald von Stacheln die zarten Füßchen tastend hervortreten, welche durch ihre Anordnung in fünf meridionalen Streifen die Ambulacra bezeichnen.

In der Beschaffenheit der Ambulacra unterscheidet man zwei systematisch wichtige Modifikationen, die Bandform und die petaloide (blumenblattartige) Form. Bei ersterer (*Regularia*) reichen die Füßchen in gleicher Ausbildung vom Periproct bis zum Peristom (Fig. 293); bei letzterer (*Irregularia*) kann man einen dorsalen oder periproctalen und einen ventralen oder peristomialen Abschnitt unterscheiden (Fig. 294). Nur im ventralen Bereich sind stets locomotorische Füßchen vorhanden, aber so unregelmäßig gestellt, daß keine auffällige Figur entsteht. Auf dem Rücken sind die Füßchen gewöhnlich zu Tentakeln oder Kiemen modifiziert. Die Ursprünge derselben sind äußerst regelmäßig verteilt und begrenzen 5 blumenblattartige Figuren (Petalae) um das Periproct herum, welche nach Entfernung der Stacheln besonders deutlich werden. — Im Umkreis des Peristoms zeigen die interambulacralen Platten bei allen regulären Seeigeln, mit Ausnahme der *Cidariden*, 5 Paar Ausschnitte; sie sind durch die Kiemen bedingt, 5 Paar dünnwandige, verästelte Ausstülpungen der Leibeshöhle.

Fig. 295.

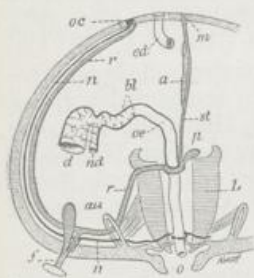


Fig. 296.

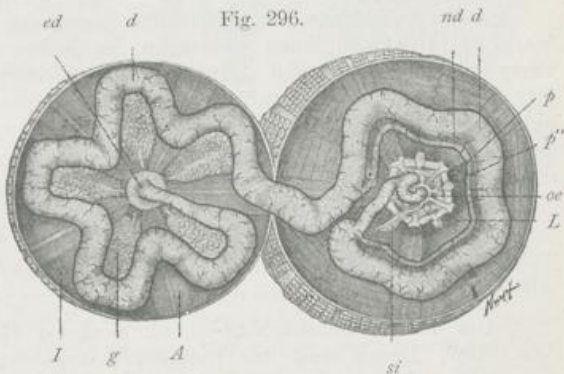


Fig. 295. Schema eines Längsschnittes durch einen Seeigel.

Fig. 296. Seeigel, im Äquator aufgeschnitten. A Ambulacrum, I Interambulacrum. L Laterne des Aristoteles, o Mundöffnung, oc Ösophagus, d Darm, nd Nebendarm, ed Enddarm, begleitet von 2 Blutgefäßen (bl), st Steinkanal mit daneben verlaufendem „Herzen“ (a). m Madreporenplatte, p Wassergefäßring mit Ausstülpungen, p' Ausstülpungen der Laternenmembran (beide werden als Polische Blasen bezeichnet), r radiales Ambulacralgefäß, f Füßchen, n Radialnerv, oc dessen Ende (Ocellus), au Aurikel der Schale, g Geschlechtsorgane.

Die 5 Ambulacra und die 5 Interambulacra enden am Periproct mit jedesmal einer unpaaren Platte; die 5 ambulacralen Platten (die „Radialia“ der allgemeinen Echinodermen-Anatomie) heißen Ocellarplatten, weil sie oft kleine, früher als Augen gedeutete Pigmentflecke besitzen. Sie sind von den Enden des Ambulacralgefäßes und des Ambulacralnerven durchbohrt, welcher letzterer hier mit dem Hautepithel verschmilzt. Die 5 Interambulacralplatten (die „Basalia“) heißen Genitalplatten, weil sie meist die Mündungen der Geschlechtsorgane tragen. Eine der Genitalplatten ist gewöhnlich zugleich auch Madreporenplatte (Fig. 293). Das Innere des kapselartigen Körpers wird von einem geräumigen Hohlraum, der Leibeshöhle (Fig. 296), eingenommen. An den Wandungen

derselben ist der sehr dünnwandige Darm mittelst eines Mesenteriums befestigt. Der Darm bildet bei den *Clypeastriden* eine einfache Spirale, sonst bildet er eine Doppelspirale; er steigt in der unteren Hälfte der Schale in einer Spiralwindung auf, kehrt dann um und gelangt mittelst einer rückläufig gewundenen Spirale in der oberen Hälfte zum After. Meist wird die erste Hälfte des Darms von dem Nebendarm begleitet, einer Röhre, die vom Anfangsdarm abzweigt und kurz vor dem Ende der ersten Spiraltour in den Darm wieder mündet. Mit Ausnahme der *Spatangiden* wird die Mundöffnung von 5 scharf zugespitzten Kalkplatten umstellt, den Zähnen, welche durch ein äußerst kompliziertes System hebelartiger Kalkstäbchen und daran sich inserierender Muskeln bewegt werden. Man nennt den Apparat in seiner Gesamtheit die „Laterne des Aristoteles“, da er in die Leibeshöhle hinein einen Aufbau erzeugt, der einige Ähnlichkeit mit einer Laterne besitzt (Fig. 297).

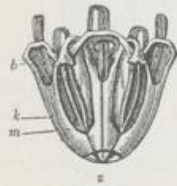


Fig. 297. Kauapparat (Laterne des Aristoteles) von *Strongylocentrotus lividus*. *b* Bügelstücke, *k* Kiefer, *z* Zähne, *m* Insertion der Muskeln (nach Schmarda).

Auf der Laterne des Aristoteles liegen der Blutgefäß- und Ambulacralring; von ihnen steigen in der Achse des Schalenraumes zum Periproct das Septalorgan („Herz“) und der Steinkanal empor (Fig. 295). Der Blutgefäßring gibt zwei den Darm begleitende Gefäße ab, der Ambulacralring die 5 Ambulacralgefäße. Letztere verlaufen auf der Innenseite der Ambulacra gemeinsam mit den in einen ectodermalen Kanal eingeschlossenen Nerven, welche im Umkreis der Mundöffnung untereinander durch den Nervenring vereint sind. In der dorsalen Hälfte der Schalen liegen die 5 — selten nur 4 oder 2 — Geschlechtsdrüsen, welche auf den Genitalplatten interradianal wie bei *Seesternen* münden (Fig. 296).

Bei der Systematik müssen wir zunächst die ausschließlich fossilen, dem Silur, Devon und der Steinkohle angehörigen *Perischoëchiniden* ausscheiden, bei denen zwar 5 Paar ambulacraler Plattenreihen vorhanden waren, die einzelnen Interambulacra dagegen von mehr als 2 Plattenreihen gebildet wurden. Die übrigbleibenden, teils fossilen, teils recenten Seeigel zerfallen dann in die beiden Gruppen der *Regulares* und *Irregulares*.

I. Ordnung. Regulares.

Die regulären Seeigel haben bandförmige Ambulacra, eine nahezu kugelige Körpergestalt und polar gelegene Mund- und Afteröffnung. An den europäischen Küsten weit verbreitet sind *Echiniden*: *Echinus esculentus* L. *E. microtuberculatus* Blainv., ferner die *Echinometriden*: *Sphaerechinus granularis* A. Ag., der zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen so viel benutzte *Strongylocentrotus lividus* Brdt.

II. Ordnung. Irregulares.

Bei den irregulären Seeigeln ist der Körper abgeplattet, entweder schwach bei den *Spatangiden*, oder stark scheibenförmig bei den *Clypeastriden*. Von den Ambulacren sondern sich fast stets die dorsalen

Halften und nehmen die petaloide Gestalt an. Aus dem Periproct, welches dauernd inmitten der petaloiden Rosette liegt, rückt der After in ein Interambulacrum, welches nach der Bewegungsrichtung der Tiere als das hintere bezeichnet werden kann; bei manchen Tieren ist die Verlagerung so bedeutend, daß der After auf dem Rand der Körperscheibe, ja sogar auf der ventralen Seite liegen kann (Fig. 299). Umgekehrt kann die Mundöffnung auf der ventralen Seite nach vorn rücken; da sie bei dieser Verschiebung nach wie vor das Ausstrahlungszentrum der functionierenden Füßchenreihen bleibt, so müssen 3 von diesen, die nach vorn gewandt sind, immer kleiner werden, die 2 nach rückwärts gewandten, welche das After-Interambulacrum begrenzen, müssen sich dagegen verlängern; diese dienen hauptsächlich zur Fortbewegung; man sagt daher, daß die irregulären Seeigel auf dem Bivium kriechen.

Fig. 298. Pedicellarien. *a* geschlossen, *b* geöffnet.

Fig. 299. Junger *Spatangus purpureus*, nach Entfernung der Stacheln von der Bauchseite gesehen; vorn die Mundöffnung in Form eines Querspalt, am hinteren Ende der After, zwischen beiden das Bivium, welches keine Stachelhöcker hat (nach Agassiz).

Fig. 298.



Fig. 299.



Bei den *Clypeastriden* (Fig. 294) unterbleibt die Lageveränderung des Mundes; dieser behält daher die Gestalt einer runden Öffnung und zugleich auch den Kauapparat bei: *Clypeaster subdepressus* A. Ag., *Echinocyamus pusillus* Gray, *Encope emarginata* L. Ag. Bei den *Spatangiden* (Fig. 299) dagegen rückt die Mundöffnung nach vorn, wird eine quere Spalte und besitzt keine Zähne mehr: *Spatangus purpureus* Leske, *Echinocardium cordatum* Gray, *Brissus unicolor* Klein. Bei den *Spatangiden* ist daher die ursprünglich radial symmetrische Grundform der Echinodermen vollkommen zu einer bilateralen geworden.

V. Klasse.

Holothurien, Seewalzen.

Die *Holothurien* entfernen sich von dem typischen Habitus des Echinodermenstammes am meisten. Auf den ersten Blick scheinen sie vollkommen nackt zu sein und des sonst so auffallenden Hautskeletts zu entbehren; nur bei genauer Untersuchung findet man in der Haut noch Reste von Verkalkungen in Form kleiner Platten, Rädchen oder Anker. Dafür besitzen sie einen stark entwickelten, mit der Haut fest verwachsenen Muskelschlauch, gebildet von longitudinalen und circulären Faserzügen, welche den Tieren etwas Derbes, Lederartiges verleihen.

Gewinnen die Tiere schon durch den Hautmuskelschlauch eine Ähnlichkeit mit den *Würmern*, so wird dieselbe noch weiter dadurch gesteigert, daß die After und Mund verbindende Hauptachse des Körpers stark verlängert ist und bei der Fortbewegung nicht wie bei allen übrigen Echinodermen senkrecht, sondern parallel zum Boden gestellt ist. Damit hängt eine hochgradige Störung der radialen Symmetrie zusammen. Der auf dem Boden aufliegende Teil der Körper-

wand wird zur Bauchfläche; er unterscheidet sich vom Rücken durch lichtere Färbung und eine mehr oder minder ausgesprochene Abplattung. Von den fünf Ambulacren, welche vom oralen zum aboralen Pol ziehen, sind die drei ventralen (Trivium) mit locomotorischen Füßchen ausgestattet (Fig. 300), die zwei dorsalen besitzen vorwiegend zu Papillen umgewandelte Anhänge.

In der Leibeshöhle (Fig. 301) ist der eine starke Windung beschreibende Darm mittelst eines Mesenteriums am Hautmuskelschlauch befestigt. In seinen Endabschnitt, in die durch radiale Muskeln ausdehnbare Kloake, münden 1—2 Wasserlungen, prall mit Flüssigkeit gefüllte Säcke, welche mit kleinen verästelten blinden Ausläufern bedeckt sind; sie dienen zur Atmung und füllen sich zu dem Zweck von Zeit zu

Zeit mit frischem Wasser. Häufig münden in den Ausführungsgang der Lungen oder direkt in die Kloake die Cuvierschen Organe, welche morphologisch als besonders differenzierte Teile der Wasserlungen, physiologisch von manchen Zoologen als Verteidigungsorgane aufgefaßt werden, teils wegen ihrer klebrigen Beschaffenheit, teils weil sie durch den After ausgestoßen werden können.

Der Anfangsdarm wird meist von 5 radialen und 5 interradialen Kalkplatten gestützt, welche als Angriffspunkte für die longitudinalen Muskelstränge dienen. In ihrer Nachbarschaft liegen Wassergefäß-, Blutgefäß- und Nervenring, von welchen ein jeder die 5 für die *Echinodermen* charakteristischen, hier auf der Innenseite des Muskelschlauchs verlaufenden Radialstämme abgibt. Von den Anfängen der Radialkanäle — wenn dieselben rückgebildet sind, von dem Ambulacralring selbst (*Synapta*) — gehen Ausstülpungen aus, welche im Um-

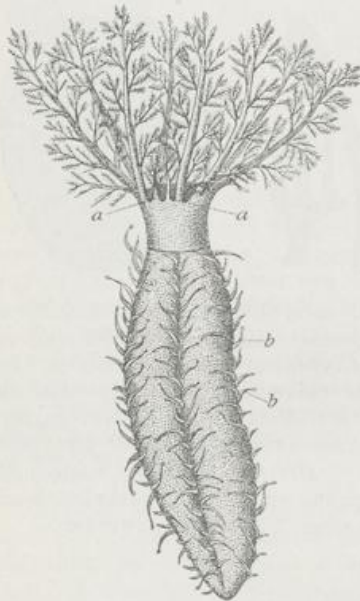


Fig. 300. *Cucumaria Planci* (aus Ludwig), von der Bauchseite gesehen, *b* Füßchen des Triviums, *a* verästelte Tentakeln.

kreis des Mundes über die Körperoberfläche als äußerst sensible, zurückziehbare Fühler hervortreten und bald wie krausenartig gefaltete Blätter (*Aspidochiroten*) (Fig. 301), bald wie zierlich verästelte Bäumchen (*Dendrochiroten*) (Fig. 300) aussehen. Endlich sind als Anhänge des Ambulacralrings noch die meist unpaare Polische Blase und der Steinkanal zu nennen; letzterer mündet in die Leibeshöhle und nur ausnahmsweise auf der Körperoberfläche; er ist sehr häufig verästelt. Vom Blutgefäßring ausgehende dorsale und ventrale Stämme bilden reichliche Verästelungen am Darm. — Vom Geschlechtsapparat existiert nur eine einzige asymmetrische oder aus einer linken und rechten Hälfte zusammengesetzte, aus vielen Schläuchen bestehende Drüse, welche sich dorsal und interambulacral meist in der Nähe des Mundes nach außen öffnet.

Von besonderem Interesse ist die große Regenerationsfähigkeit der *Holothurien*. Unter ungünstigen Verhältnissen oder auf starke Reize hin (daher auch bei Konservierung in Spiritus ohne vorausgegangene Betäubung durch Chloral) spucken die Tiere fast sämtliche Eingeweide, namentlich den Darm, aus; trotzdem bleiben sie am Leben und können sogar unter günstigen Verhältnissen das Verlorene wieder ersetzen. — Im Innern gewisser Arten leben einige Parasiten; in die Kloake und Wasserlungen von *Stichopus regalis* Cuv. schlüpft, Schutz suchend, ein kleiner Fisch, *Fierasfer acus*; in den Eingeweiden von *Synapta digitata* lebt die *Entoconcha mirabilis*, lange Zeit über die einzige bekannte parasitische Schnecke, in anderen *Holothurien* *Entocolax* und *Enteronemus*. Eine parasitische Muschel, *Entovalva mirabilis* Völtzk., lebt im Ösophagus einer *Synapta*.

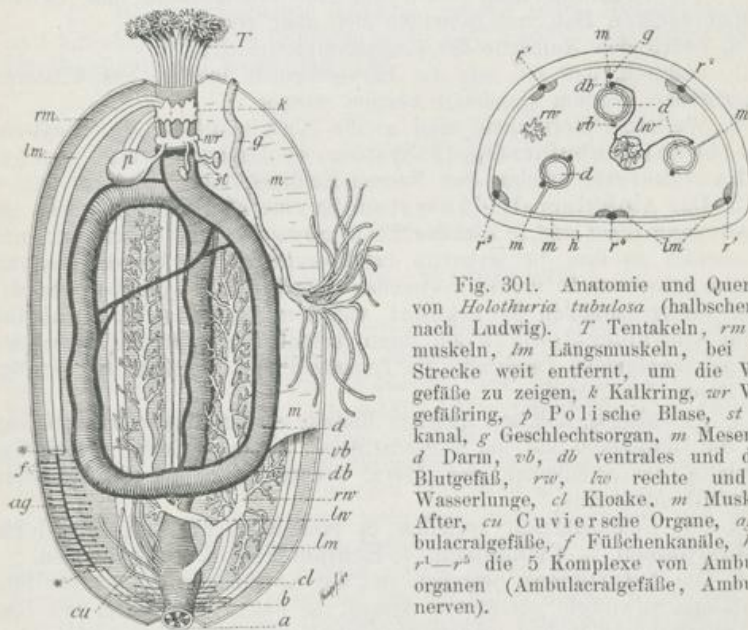


Fig. 301. Anatomie und Querschnitt von *Holothuria tubulosa* (halbschematisch nach Ludwig). T Tentakeln, rm Ringmuskeln, lm Längsmuskeln, bei * eine Strecke weit entfernt, um die Wassergefäße zu zeigen, k Kalkring, wr Wassergefäßring, p Polische Blase, st Steinkanal, g Geschlechtsorgan, m Mesenterien, d Darm, vb, db ventrales und dorsales Blutgefäß, rw, lw rechte und linke Wasserlunge, cl Kloake, m Muskeln, a After, cu Cuviersche Organe, ag Ambulacralgefäße, f Füßchenkanäle, h Haut, r¹—r⁵ die 5 Komplexe von Ambulacralorganen (Ambulacralgefäße, Ambulacralnerven).

I. Ordnung. Pedaten.

Die *Pedaten* sind die typischen *Holothurien*, indem sie mindestens im Bereiche des Triviums die Saugfüßchen bewahren. Ihre Tentakeln sind verästelt: *Dendrochiroten* (*Cucumaria Planci* v. Marenz [Fig. 300]) oder schildförmig: *Aspidochiroten* (*Holothuria tubulosa* Gm. [Fig. 301]) und *H. edulis*, letztere im getrockneten Zustand bekannt als „Trepang“, der von den Chinesen gegessen wird und ein wichtiger Handelsartikel des indomalaiischen Archipels ist. Eine besondere Gruppe bilden die Tiefseeholothurien, die mit Hörbläschen und mit eigentümlichen dorsalen Ambulacralfortsätzen versehenen *Elasipoden* (*Deima validum* Theel).

II. Ordnung. Apodes.

Am fremdartigsten nehmen sich unter den *Echinodermen* die fußlosen *Holothurien* aus. Viele derselben kriechen im Schlamm wie Würmer,

haben vom Wassergefäßsystem nur die Tentakeln bewahrt und sind meist hermaphrodit. Die *Molpadiden* besitzen die Wasserlungen (*Molpadia australis* Semp.), die *Synaptiden* (*Synapta digitata* J. Muell.) haben auch diese verloren; sie besitzen Hörbläschen. Pelagisch leben die *Pelagothuriden*, bei denen das vordere Ende zu einer in tentakelartige Fortsätze ausgezogenen Scheibe verbreitert ist, welche wie der Schirm einer Meduse zum Schwimmen dient. *Pelagothuria natatrix* Ludw.

Zusammenfassung der Resultate über Echinodermen.

1. Die **Echinodermen** teilen mit den Cölenteraten den radial symmetrischen Bau, unterscheiden sich aber von ihnen

- a) durch den Numerus der Radialsymmetrie (5),
- b) dadurch, daß sie, wie die Larvenformen lehren, aus bilateral-symmetrischen Formen abgeleitet werden müssen.

2. Weitere Unterschiede sind a) die Anwesenheit der Leibeshöhle, b) das Ambulacralgefäßsystem, c) das mesodermale stachelige Hautskelett, welches den Namen Echinodermen veranlaßt hat.

3. Das Ambulacralgefäßsystem ist eine Einrichtung, welche zur Fortbewegung dient und in gleicher Form nirgends mehr vorkommt: man unterscheidet an ihm die siebartig durchbrochene, zur Wasseraufnahme dienende, jedoch nicht immer vorhandene Madreporenplatte, den das Wasser weiter leitenden Steinkanal, von dem aus der Ringkanal und die fünf Ambulacralgefäße mit ihren Ampullen sich füllen; Seitenäste der Ambulacralgefäße versorgen die Tentakeln und Füßchen und ermöglichen deren Ausstülpung.

4. Ambulacral, d. h. auf gleichen Radien mit den Ambulacralgefäßen, liegen die Blutgefäße und die Nervenstränge, interambulacral die Madreporenplatte, der Steinkanal, das „Herz“ (Septalorgan) und die Mündung der Geschlechtsorgane.

5. Die Echinodermen zerfallen in fünf Klassen: 1. **Asteroideen**, 2. **Ophiuroideen**, 3. **Crinoideen**, 4. **Echinoideen**, 5. **Holothurien**.

6. Die **Asteroideen** bestehen aus der Körperscheibe und den fünf von Ambulacralwirbeln gestützten Armen, in welche der Darm mit fünf Paar Leberblindschläuchen eindringt. Ambulacralia getrennt, Ambulacralfurchen offen.

7. Die **Ophiuroideen** haben ebenfalls eine Körperscheibe und fünf Arme; die Leberschläuche fehlen, die Ambulacralia sind paarweise verschmolzen, die Ambulacralfurchen geschlossen.

8. Die **Crinoideen** bestehen aus einem kelchförmigen Körper, davon ausgehenden meist verästelten, Pinnulae tragenden Armen und einem meist Cirren tragenden Stiel; mit Hilfe des Stieles sind sie entweder dauernd festgewachsen oder während der Entwicklung. Im letzteren Falle bewahrt das freibewegliche Tier nur einen Rest des Stiels (Centrodorsale). Man unterscheidet 1. echte Crinoideen, 2. Blastoideen, 3. Cystideen.

9. Die **Echinoideen** haben einen meist kugeligen oder ovalen Körper, der von Kalkplatten gepanzert ist, welche meridionale, vom Peristom zum Periproct reichende Reihen bilden, fünf Paar ambulacrale Plattenreihen und fünf Paar interambulacrale.

10. Am Periproct enden die ambulacralen Plattenreihen mit den unpaaren Ocellarplatten, die interambulacralen mit den ebenfalls unpaaren Genitalplatten; eine der letzteren ist zugleich Madreporenplatte.

11. **Reguläre Seeigel** zeigen den After im Centrum des Periprocts und die Mundöffnung im Centrum des Peristoms; sie haben bandförmige Ambulacra.

12. Bei den **irregulären Seeigeln** rückt stets die Afteröffnung in einem Interradius nach rückwärts (Clypeastriden), häufig auch die Mundöffnung nach vorn (Spatangiden); die Ambulacra sind petaloid.

14. Die **Holothurien** sind wurmförmig verlängerte Echinodermen mit einer bis auf kleine Reste rückgebildeten Verkalkung; sie sind bilateral symmetrisch geworden, indem sie zur Fortbewegung nur drei Füßchenreihen benutzen, indem sie ferner meist nur eine Geschlechtsdrüse und ein bis zwei Wasserlungen besitzen.

15. Man unterscheidet *Pedata*, welche außer Mundtentakeln noch zum Kriechen dienende Füßchen haben und *Apodes*, bei denen nur noch die Mundtentakeln vorhanden sind.

V. Stamm.

Mollusken, Weichtiere.

Wenn wir die Gesamtheit ihrer Organisation überblicken, so machen die Mollusken — ähnlich wie die *Plathelminthen* und *Hirudineen* unter den *Würmern* — auf den Beobachter den Eindruck parenchymatöser Tiere. Eine geräumige Leibeshöhle fehlt; was früher als Leibeshöhle gedeutet wurde, ist ein System sinuöser, die Eingeweide umgebender Hohlräume, welche mit dem Blutgefäßsystem zusammenhängen und besonders deutlich bei den Schnecken entwickelt sind. Gleichwohl gewinnt in der Neuzeit die Auffassung mehr und mehr an Boden, daß die *Mollusken* von Leibeshöhlentieren abgeleitet werden müssen, und zwar von Formen, bei denen das Cölom durch starke Wucherung eines bindegewebig-muskulösen Parenchyms bis auf unbedeutende Reste, die Lumina des Herzbeutels und der Geschlechtsdrüsen, eingeengt worden ist.

Wo die Molluskenorganisation in allen Teilen wohlentwickelt ist, wie bei den meisten *Schnecken*, unterscheidet man am Körper vier Abschnitte (Fig. 302, 303, 304). Die Hauptmasse des Körpers bildet der Eingeweidesack, in welchem die Muskulatur weniger reichlich ist, weil sie von der Leber, dem Darm, der Niere und dem Geschlechtsapparat auf eine dünne periphere Lage verdrängt wird. Nach vorn verlängert sich der Eingeweidesack in den Kopf, welcher je nach den Arten mehr oder minder scharf durch eine halsförmige Einschnürung abgesondert ist und außer dem Mund auch die Fühler und Augen, somit die wichtigsten Sinnesorgane, trägt. Nach abwärts schließt sich eine unpaare, eine lokale Verdickung des Hautmuskelschlauches darstellende Muskelmasse an, der gewöhnlich zur Fortbewegung dienende Fuß. Vom Rücken endlich erhebt sich der Mantel, eine Hautfalte, welche einen großen Teil des Körpers umhüllt. Die *Muscheln* (Fig. 304) haben eine doppelte Mantelfalte, eine rechte und linke, welche beide von der dorsalen Mittellinie

Kopf,
Mantel, Fuß,
Schale,
Kieme.