

## Über das Blut- und Wassergefäßsystem der Echinodermen.

(I. Theil).

Die Echinodermen (Stachelhäuter) haben durch ihre seltsame und eigenthümliche Gestalt seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gelenkt, und es sind in Folge dessen über diese Meeresthiere zahlreiche Schriften verfasst worden, deren Ergebnis jedoch bis jetzt zu keinem einheitlichen Ganzen vereinigt worden ist. Der Verfasser vorliegender Abhandlung beabsichtigte einen kleinen Theil zur Zusammenfassung des vorhandenen Materials zu liefern und eine übersichtliche Darstellung über den Bau des Gefäßsystemes der Echinodermen zu geben. Zu diesem Behufe hat derselbe die wichtigsten Werke der reichhaltigen einschlägigen Literatur zum Gegenstande eines eingehenden Studiums gemacht und vorzugsweise folgende als Quellen benützt:

Die Lehrbücher über vergleichende Anatomie von Siebold und Stanius, von F. Meckel, von C. Gegenbaur, (1874).

Claus, Grundzüge der Zoologie, 1876.

F. Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzfarbenen Seesternes und des Seeigels, 1820.

v. Siebold, Steincanal der Echinodermen. Müller's Archiv f. Anat. Physiol. u. Medicin, 1836.

Joh. Müller, Anatomische Studien über die Echinodermen. Müller's Arch. f. Anat. Physiol. u. Med. 1850—1853.

H. G. Bronn, die Classen und Ordnungen des Thierreiches. II. Bd. 1860.

R. Greeff, Bau und Entwicklung der Echinodermen. Marburger Sitzungsber. 1871—74, 1876.

H. Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. Zeitsch. f. wissensch. Zoologie, Bd. XXVI—XXXII, XXXIV, Jahrg. 1876—1880.

Joh. Müller, Über Comatula. Abhandlg. der Berlin. Acad. 1847.

Joh. Müller, Über den Bau von *Pentacrinus caput Medusae*. Abhandlg. der Berl. Acad. 1841.

Götte, Vergleichende Entwicklungsgeschichte der *Comatula mediterranea*. Arch. f. mikrose. Anatomie, XII, 1876.

- Jourdain, Recherches sur l' appareil circulatoire etc. Compt. rend. 1876, T. LXV, 2. Ser. Nro. 24.
- C. K. Hoffmann, Zur Anatomie der Asteriaden, Leyden 1872.
- Th. Lyman, Note sur les Ophiurides et Euryales du muséum d'histoire naturelle de Paris. Ann. d. scienc. nat. Zoolg. 5. Ser. Tom. XVI, 1872.
- E. Perrier, Recherches sur les pédicellaires et les amb. des astéries. Ann. d. scienc. nat. Zool. XII—XIV, 1869—1870; Archiv f. Natg. 1872.
- E. Perrier, Révision de la collection des stellérides du muséum d'histoire naturelle de Paris. Arch. de Zool. exp. IV, 1875; V, 1876.
- H. Simroth, Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens. Zeitsch. f. wissensch. Zoolog. Bd. XXVII.
- R. Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, II. Ophiuridae, III. Asteriadae. Jen. Zeitsch. f. Naturw. 1876, 1878.
- W. Lange, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Asterien und Ophiuren. Morphol. Jahrb. II, III.
- E. Grube, Beschreibung neuer oder weniger bekannter Seeigel. Nov. act. caes. acad. Leop. Carol. XXVII.
- G. Valentin, l' Anatomie du genre Echinus. Neuchâtel 1842.
- C. K. Hoffmann, Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederl. Ach. f. Zool. Tom. I, II; 1871, 1872.
- S. Lovén, Über den Bau der Echinoideen. Archiv f. Natg. 1873.
- F. H. Troschel, Die Familie der Echinocidariden. Archiv f. Natg. 1872, 1873.
- A. de Quatrefages, Mémoire sur le Synapte de Duvernoy. Ann. de scienc. nat. Zool. XVII, 1842.
- F. Leydig, Vollständige Anatomie von Synapta. Müller's Archiv f. Anat. Physiol. und Med. 1852, 1853.
- A. Kölliker, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Holothuria tubulosa. Zeitsch. f. wissensch. Zool. 1857.
- A. Baur, Beiträge zur Synapta digitata. Nov. act. acad. caes. Leop. carol. g. nat. c. XXX, 1864.
- Semper, Reisen im Archipel der Philippinen II, 1. Leipzig 1865.
- E. Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothuriern. Zeitsch. f. wissensch. Zool. XVII, 1867; XVIII, 1868; XXVII, 1876.

Die Echinodermen haben bekanntlich einen radiär angelegten, in die bilaterale Symmetrie übergehenden, meist fünfstrahligen Körper, an welchem man zwei Flächen unterscheiden kann, nämlich eine orale Fläche, welche in ihrer Mitte oder excentrisch die Mundöffnung und die Ambulacralrinne mit den Ambulacralfüßchen trägt (ambulacra), sie heißt daher auch die ambulacrale oder ventrale Fläche, und eine aborale oder antiambulacrale, beziehungsweise dorsale Fläche, auf welcher sich der After, wenn überhaupt ein solcher vorhanden ist, befindet. Den Körper stützt ein mehr oder weniger verkalktes Hautskelet, dessen Kalkplatten entweder gelenkig oder aber fix durch Nähte mit einander verbunden sind.

Die Echinodermen verdanken ihren Namen den verschiedengestaltigen Stacheln und Pedicellarien, welche dem Hautskelette aufsitzen. Das Skelet beherbergt die Organe, von denen unstreitig jenen die meisten Eigenthümlichkeiten zukommen,

welche die durch die Verdauung in Blut umgewandelten Nahrungsstoffe in einem gesonderten Systeme von Gefäßen zu allen Theilen des Körpers leiten, und denjenigen, welche die Aufgabe haben, Wasser von außen her aufzunehmen und den ambulacralen Gebilden zuzuführen, um sie schwellend zu machen. Diese Organe sind das Blutgefäßsystem und das sogenannte Wasser- oder Ambulacralgefäßsystem, deren Gefäße der Zahl und Lage nach mit nur wenigen Ausnahmen der radiären und bilateralen Architektur des Körpers folgen.

### Wassergefäßsystem.

Jenes Gefäßsystem, welches von außen her Wasser aufnimmt und den ambulacralen Gebilden zuleitet, um sie in Erection zu bringen, führt den Namen „Wassergefäßsystem“. Weil aber die Gefäße desselben mit den Ambulacralfüßchen und Tentakeln im innigen Zusammenhange stehen, so heißt es auch „Ambulacralgefäßsystem“.

Dasselbe besteht aus zwei Haupttheilen :

- 1) aus dem den Mund umkreisenden Wassergefäßbringe und 2) aus Wassergefäßen, welche vom Wassergefäßbringe in die Radien ausstrahlen.

Zu diesen Haupttheilen kommen noch Anhangsgebilde, zu welchen man einerseits jene Ausstülpungen des Wassergefäßsystemes rechnet, die über die Körperoberfläche hinausragen und je nach ihrer Function „Pedicellen“ (Füßchen) oder „Tentakeln“ heißen; andererseits die blasenförmigen Ausweitungen des Wassergefäßsystemes, die in die Leibeshöhle herabhängen und unter dem Namen „Tentakelampullen“, „Füßchenampullen“ und „Poli'sche Blasen“ geläufig sind.

Alle diese letztgenannten ampullenförmigen Gebilde haben die Aufgabe, die Füßchen, respective die Tentakeln zu schwellen und eine lebhafte Bewegung der im Gefäßsysteme befindlichen Flüssigkeit zu unterhalten.

Außerdem gehören zum Wassergefäßsysteme noch Zuleitungsorgane, welche die Function haben, das in der Leibeshöhle und im Gefäßsysteme strömende Wasser zu erneuern und zu erfrischen. Diese Organe sind der Steincanal und die Madreporenplatte. Beiderlei Zuleitungsorgane können in der Einzahl oder Mehrzahl vorkommen. Die Madreporenplatte liegt bei den Asteroideen und Echinoideen auf der Körperoberfläche, bei den Holothurioideen am Endtheile des Steincanals in der Leibeshöhle, bei den Crinoideen ist sie durch die Kelchporen vertreten.

Die meisten Wassergefäße sind contractil und tragen an ihren inneren Wandungsoberflächen (mit Ausnahme der Crinoideen) ein Wimperepithel.

Die im Wassergefäßsysteme strömende Flüssigkeit stimmt im wesentlichen mit dem Blute überein. Wahrscheinlich stehen das Blut- und Wassergefäßsystem bei allen Echinodermen mit einander in Verbindung wie dies bei Spatangiden bereits mit Bestimmtheit nachgewiesen wurde.

Im allgemeinen zeigt das Wassergefäßsystem bei den einzelnen Echinodermenklassen folgenden Bau :

- 1) Ein Wassergefäßbringe umgibt den Mund und trägt viele Steincanäle; Poli'sche Blasen und Ampullen fehlen, sind jedoch vertreten durch Muskelfäden im

- Lumen der Wassergefäße; statt der Madreporenplatte „Kelchporen“; 5 radiäre unter dem Epithel der Tentakelrinne verlaufende Wassergefäßstämme, welche aus alternierend entspringenden Seitenästen die Mund- und Armtentakel schwellen: Crinoidea Mill.
- 2) Der orale Wassergefäßring trägt fünf interradiär gelegene Poli'sche Blasen und den Steincanal, welcher mit der auf der dorsalen oder ventralen Körperoberfläche gelegenen Madreporenplatte in Verbindung steht; fünf vom Wassergefäßringe entspringende Ambulacralcanäle, welche in der Ambulacralfurche verlaufen, versehen durch opponierte Seitenäste die Pedicellen und Füßchenampullen mit Wasser: Asteroidea Blainv.
  - 3) Der Wassergefäßring liegt an der Basis des Kauapparates, stülpt in den interambulacralen Feldern 5 Poli'sche Blasen aus und trägt einen Steincanal, welcher mit der stets auf der dorsalen Körperoberfläche gelegenen Madreporenplatte communiciert; 5 am Wassergefäßringe beginnende Ambulacralcanäle versorgen durch Seitenäste, welche an der Innenseite der Schale alternierend aus dem Ambulacralcanale entspringen, die Pedicellen und Füßchenampullen: Echinoidea Agassiz.
  - 4) Der Wassergefäßring liegt an der Innenfläche eines besonderen Kalkringes mit wenigen oder zahlreichen Poli'schen Blasen und einem oder mehreren, sei es nun einfachen oder vielzähligen, frei in die Leibeshöhle herabhängenden Steincanälen, welche an ihren Enden einen der Madreporenplatte entsprechenden Endsack tragen. Vom Wassergefäßringe gehen mehrere Wassergefäße nach vorne in die Tentakelampullen und Tentakeln, nach rückwärts 5 Ambulacralcanäle zu den Pedicellen und deren Ampullen ab: Holothurioidea Brdt.

### Blutgefäßsystem.

Tiedemann (1820) war der erste Naturforscher, welcher sich der schwierigen Aufgabe unterzog, das Gefäßsystem der Echinodermen aufzufinden. Trotz der zarten Gefäße, deren Verbreitung sich oft nur bis zu einem bestimmten Grade verfolgen lässt, war dennoch sein rastloses Streben von Erfolg gekrönt. Wenn sich ihm auch hie und da einige Irrthümer einschlichen, so war doch seine Auffassung des Gefäßsystemes, wie später Joh. Müller (1850) und andere berühmte Forscher bestätigten, im ganzen und großen eine richtige.

Die im Gefäßsysteme circulierende Flüssigkeit, das Blut, ist ein aus einfachen kugeligen, elliptischen oder amöboiden Zellen und Blutkörperchen bestehendes Fluidum, das hell, bisweilen opalisierend ist und selten trübe oder gar färbig erscheint. Die Färbung und Trübung des Blutes wird von darin suspendierten Pigmentkörperchen und beigemischtem Seewasser veranlasst.

Nicht nur in den Blutgefäßen bewegt sich diese ernährende Flüssigkeit, sondern auch in der die Eingeweide einschließenden Leibeshöhle. Es ist noch nicht bei allen Echinodermensippen ermittelt, worin der Zusammenhang zwischen der Leibeshöhle und dem Gefäßsysteme bestehe, ebensowenig, wie das Meerwasser in die Leibeshöhle hineingelange, so dass eine Mischung des Blutes mit Seewasser

statthaben könnte. Da auch ein Zusammenhang des Blutgefäßsystemes mit den Athmungsorganen noch nicht sicher constatirt werden konnte, so fällt die Eintheilung der Blutgefäße in Arterien und Venen selbstverständlich fort, ebenso der Unterschied zwischen arteriellem und venösem Blute.

Als Hauptgefäße des Blutgefäßsystemes lassen sich fast bei allen Echinodermen zwei Blutgefäßbringe anführen, welche nach ihrer Lage im Thierkörper als oraler (ventraler) und aboraler (dorsaler) Gefäßring benannt werden. Sie stehen mit einander durch ein Gefäß (Herz) in Verbindung und entsenden in die Radien des Leibes verzweigte Gefäßstämme. Die im allgemeinen als Gefäße beschriebenen Blutbahnen stellen jedoch nicht immer einfache Canäle vor, sondern häufig Geflechte, welche aus einer geringen Anzahl von sich bald von einander trennenden, sich bald wieder mit einander verbindenden Gefäßen zusammengesetzt sind.

Diese Blutbahnen nehmen die vom Darne gebildete Ernährungsflüssigkeit in sich auf und speisen damit den ganzen Körper, in welchem vermuthlich allerorts Vorkehrungen für den Austausch des Gases getroffen sind.

Wir können nach den Classen der Echinodermen vier Typen für den Bau des Blutgefäßsystemes aufstellen:

- 1) Den Mund umgibt ein Blutgefäßring, von welchem vielfach verzweigte Blutgefäße in die Arme ausstrahlen. Als Centralorgan fungiert ein (dorsales) Herzgeflecht, das mit Darmgefäßen und Cirrhengefäßen in Verbindung steht: Crinoidea Mill.
- 2) Der orale Blutgefäßring liegt dem Nervenringe an und umzieht den Mund, der dorsale liegt in der Umgebung des Afters; beide Blutgefäßbringe communicieren mit einander durch das Herz. Der orale Blutgefäßring gibt an jeden Arm je ein verzweigtes Blutgefäß, der dorsale an die Genitaldrüsen und an den Darm Gefäße ab: Asteroidea Blainv.
- 3) Der mit dem entsprechenden Wassergefäßring am Ende des Oesophagus liegende orale Blutgefäßring steht mit dem dorsalen (aboralen) Blutgefäßring durch ein cavernöses Herz in Verbindung. Beide Blutgefäßbringe geben verästelte Gefäßstämme an den Darm ab: Echinoidea Ag.
- 4) Der orale Blutgefäßring ist aufgelöst in ein Netz, aus welchem zwei dem Darne anliegende Gefäße entspringen, die nach ihrer Lage am Darne als ventrales und dorsales Darmgefäß bezeichnet werden. Blutgefäße zu den Tentakeln des Körpers sind vorhanden. Ein aboraler Blutgefäßring ist nicht bekannt: Holothurioidea Brdt.

## I. Crinoidea Mill. Lilienstrahler.

Im Jahre 1822 stellte F. S. Leuckart die ersten anatomischen Untersuchungen an Crinoideen, welche bis auf wenige Familien ausgestorben sind, an. Nun folgt eine Reihe von Schriften anatomischen Inhaltes, aus deren Zahl als die wichtigeren die von Heusinger (1826), Thomson (1827), Joh. Müller (1841), M. Sars (1861), Götte (1876), Teuscher (1876) und H. Ludwig genannt seien.

Die am genauesten untersuchten Objecte gehören den Gattungen *Pentacrinus*, *Holopus*, *Comatula* Lam. (*Antedon* Frem.), *Actinometra* und *Rhizoerinus* an.

Die Crinoideen sind Stachelhäuter, deren becher- oder kelchförmiger Körper (Scheibe) aus Kalktafeln gebildet und wenigstens in der Jugend gestielt ist. Der stets gegliederte Stiel ist aus übereinanderliegenden Kalkgliedern zusammengesetzt, die eine Bandmasse zusammenhält und ein Achsencanal durchzieht. Die Kalkglieder tragen in Abständen articulierte, gewöhnlich quirlförmig angeordnete Ranken (*cirrho*). Die auf dem Stiele angewachsene Scheibe hat die Gestalt einer Blumenknospe, welche 5 gegliederte, häufig dichotomische Arme ausstülpt (daher der Name Lilienstrahler). Die Armglieder sind entweder beweglich oder fix mit einander verbunden und ihre peripherischen Glieder tragen gegliederte Seitenanhänge, die *Pinnulae*. An der dorsalen Körperfläche sitzt das Thier mittelst eines Stieles, sei es nun zeitlebens oder nur vorübergehend, fest, die ihr gegenüberliegende ventrale Fläche trägt den Mund und den After. Als Scheibe bezeichnet Ludwig den ganzen centralen Körpertheil des Crinoids im Gegensatze zu M. Sars, welcher als Scheibe (*disque*) nur den ventralen Abschnitt (*tegmen calycis*, Müller) auffasst und diesem den dorsalen Abschnitt als Kelch (*calyx*) entgegenstellte ( $\text{calyx} + \text{disque} = \text{Krone}$ , M. Sars). Ludwig versteht unter Kelch den dorsalen verkalkten Boden der Scheibe, den darüber liegenden Abschnitt nennt er ventrale Decke. Kelch und ventrale Decke schließen die Leibeshöhle ein, welche in den axialen und visceralen Abschnitt zerfällt. Die Kalktafeln, welche den Kelch bilden, heißen vom Stiele aus *Radialia*, gegen die Arme zu und in diesen selbst *Bracchialia*. Die ersten *Radialia* rings um den Stiel bilden die Rosette, welche außen vom Centro-dorsalstücke bedeckt wird. Mitten auf der dorsalen Scheibenfläche liegt der Mund. Denselben umrandet eine sich in die Arme fortsetzende Furche, die Tentakelrinne (*Ambulacralfurche* bei den übrigen Echinodermen), welche die Weichtheile in sich birgt und von einem Epithel ausgekleidet wird, das außen eine zarte *Cuticula* und Wimperhaare trägt. Dorsalwärts wird die Tentakelrinne von einer Gewebslage brückenartig überspannt und in einen geschlossenen Canal umgewandelt, der Äste an die *Pinnulae* abgibt. Unter der Tentakelrinne der Arme liegt die radiäre Leibeshöhle, welche sich aus den Armen in die Scheibe fortsetzt. Die die radiäre Leibeshöhle dorsalwärts begrenzende Gewebslage bildet den Boden der Tentakelrinne, aus welcher sich rechts und links die Tentakeln erheben. Die radiäre Leibeshöhle zerfällt durch Gewebszüge in drei übereinander liegende Canäle, nämlich (Fig. 1) in den Ventralcanal, den Dorsalcanal und in den dazwischen liegenden Perihämalkanal. Der Ventralcanal mündet in die axiale Leibeshöhle ein und löst sich hier in Maschenräume auf, deren Inbegriff als Sitz des Darmes die viscereale Leibeshöhle gibt, die in die circum- und interviscerale Leibeshöhle zerfällt (Fig. 2).

### 1. Wassergefäßsystem.

Das Wassergefäßsystem der Crinoideen wurde bereits von Joh. Müller, später von Carpenter, M. Sars u. a. eingehend untersucht. Auch Semper befasste sich mit den Crinoideen, er sprach ihnen jedoch den Besitz eines echten Wasser-

gefäßsystemes ab. In neuerer Zeit aber ist von mehreren Naturforschern, vor allen von H. Ludwig nachgewiesen worden, dass die Angaben Joh. Müllers im wesentlichen richtig sind und die Crinoideen wie alle Echinodermen ein aus zwei Haupttheilen bestehendes Wassergefäßsystem besitzen.

Den Mittelpunkt des gesammten Wassergefäßsystemes bildet der Wassergefäßring (Ringcanal), welcher den Mund umziehend unter dem Epithel der oralen Tentakelrinne seine Lage hat. Über dem Wassergefäßringe liegt der Blutgefäßring, von ihm durch eine dünne Bindegewebelage getrennt; den Blutgefäßring bedeckt wieder der Nervenring (Greeff). Im Wassergefäßringe finden sich Muskelfasern (Fig. 1), welche quer durch das Lumen gespannt und dann Längsmuskelfasern, welche in die Wandung eingelagert sind. Im Querschnitte zeigt der Wassergefäßring eine Abplattung in dorsoventraler Richtung, so dass an demselben der der Mundöffnung zugekehrte innere und der entgegengesetzt gerichtete äußere Rand unterschieden werden kann. Am inneren Rande entspringen als Anhangsgebilde des Wassergefäßringes isoliert neben einander mehrere sich nach außen erhebende Äste, von denen sich jeder zum Hohlraume eines Tentakels erweitert; die orale Tentakelrinne wird sonach von den Mundtentakeln peripherisch überragt. Die Zahl der Mundtentakeln ist nicht constant; denn es wurden bei einem fünfstrahligen *Rhizocrinus Iofotensis* M. S. durchschnittlich in jedem Interradius 4, also im ganzen  $4 \times 5 = 20$ , bei 4-, 6- oder 7- armigen *Rhizoerinen* dagegen 16, beziehungsweise 24 oder 28 Mundtentakeln gefunden.

Schon Joh. Müller beschrieb den Ringcanal und die mit ihm in Verbindung stehenden Mundtentakeln, er erwähnte ferner eine bedeutende Anzahl innen wimpernder Schläuche, welche rings um den Ringcanal sitzen und mit ihrem distalen Ende in die Leibeshöhle hineinragen. Über das Wesen dieser Schläuche gab jedoch Müller keine nähere Auskunft; H. Ludwig erkannte in ihnen die Zuleitungsorgane des Wassergefäßsystemes und nannte sie trotz ihrer unverkalkten Wandungen „Steincanäle“, weil sie dieselbe Function verrichten wie die Steincanäle der übrigen Echinodermen.

Die Steincanäle der Crinoideen haben die Form runder Schläuche, welche fast gleichmäßig weit sind und nur an ihrem freien Ende, das eine Öffnung trägt, etwas erweitert erscheinen. Sehr häufig ist das Endstück des Steincanales so gelegen, dass die Öffnung bezüglich der Längsachse des Canales seitlich zu liegen kommt. Die Steincanäle entspringen stets einzeln in den Interradien am äußeren Rande des Wassergefäßringes und communicieren an ihrem Endstücke mit der Leibeshöhle, in deren Maschenräume sie herabhängen. Die Anzahl der Steincanäle ist oft groß und beträgt z. B. bei *Antedon rosaceus* Frem. in jedem Interradius gegen 30, bei *Antedon Eschrichtii* J. Müll. noch mehr; fünfstrahlige *Rhizoerinen* haben in jedem Interradius nur einen einzigen Steincanal. Wahrscheinlich ist die Anzahl der Steincanäle mit der der Kelchporen übereinstimmend, so dass je einem Steincanale auch eine Kelchpore entspricht. Es kommt nur selten vor, dass die Steincanäle mit ihrem Endstücke durch einen zipfelförmigen Fortsatz an einen der Bindegewebszüge, welche die Leibeshöhle durchziehen, angeheftet sind; gewöhnlich hängen sie ganz frei in die Eingeweidehöhle herab. — Die Wandungen der Steincanäle sind unverkalkt, werden außen von einem zelligen Überzuge und

innen von einem Cylinderepithel bekleidet. Greeff fand im Steincanale ein Wimperepithel, welches sonst allen anderen Wassergefäßen der Crinoideen fehlt, während dasselbe im Wassergefäßsysteme der übrigen Echinodermen allgemein verbreitet ist.

Aus dem Wassergefäßringe nehmen fünf radiäre Wassergefäße ihren Ursprung, welche den Ambulacralcanälen der übrigen Echinodermen gleichkommen (J. Müller). Sie ziehen in der Tentakelrinne unmittelbar unter den radiären Blutgefäßen (Fig. 2), von diesen durch eine Bindegewebelage geschieden, vom Wassergefäßringe bis zu den Armspitzen hin. Sind die Arme gabelig getheilt, dann spaltet sich auch jedes von der Scheibe auf die Arme übertretende radiäre Wassergefäß in zwei Äste (*vasa brachialia*), von denen jeder auf seinem Wege an je eine Pinnula einen Seitenzweig (*vas pinnulare*) abgibt, welcher hier ebenso wie im Arme bis zur Spitze verläuft. Sowohl die *vasa brachialia*, als auch die *vasa pinnularia* buchten in ihrem ganzen Verlaufe alternierend nach rechts und links hin kurze Seitenäste aus, die zu den Armtentakelgruppen abgehen. Je ein solcher Seitenast versorgt eine Tentakelgruppe mit Wasser; denn an der Basis derselben theilt sich jeder Seitenast in ebensoviele Zweige, als die Gruppe Tentakeln zählt, und je ein Zweig tritt in ein Tentakel ein, in dem er sich dann als dessen Hohlraum fortsetzt. Wegen der abwechselnden Ausbuchtungen dieser zu den Tentakelgruppen abgehenden Seitenäste zeigen die Wassergefäße auf der Ventralfläche des Crinoids einen zickzackförmigen Verlauf.

Die Wandungen der radiären Wassergefäße und deren Verästelungen bestehen aus einer bindegewebigen Membran, welche außen und innen von einem Wimperepithel bekleidet wird. Ventralwärts liegen in der Wandung Längsmuskelfasern und außerdem durchziehen feine Muskelfäden das Lumen aller Wassergefäße in dorsoventraler Richtung, indem sie sich von der einen Seite der Wand zur gegenüberliegenden hinüberspannen. Nur in den Wassergefäßen der Tentakelzweige sind die Längsmuskelfasern sowohl dorsal- als auch ventralwärts in der Wandung ausgebreitet.

Was die Anhangsgebilde der radiären Wassergefäße und des Wassergefäßringes, die Tentakeln, anbelangt, so sind sie als Homologa der Pedicellen und Tentakeln der übrigen Echinodermen zu betrachten. Sowohl die Mundtentakeln, als auch die Armtentakeln der Crinoideen stellen geschlossene Röhrechen vor, welche an ihrer Oberfläche mit extensiblen Fühlerchen oder Papillen besetzt sind. Diese secundären Fortsätze, welche nur den Mundtentakeln einiger Species fehlen, stehen mit dem Hohlraume des Tentakels in keinerlei Communication. Die Armtentakeln sind längs der Tentakelrinne der Arme und Pinnulae in Gruppen zu meist je 3 Tentakeln so angeordnet, dass jede Gruppe aus einer seitlichen Ausbuchtung (Seitenast) des Wassergefäßes Flüssigkeit erhält. Die Tentakeln einer Gruppe entspringen dicht neben einander aus den drei Zweigen der seitlichen Ausbuchtungen, nie vereinzelt wie die Mundtentakeln. Bemerkenswert ist, dass den zu einer Gruppe gehörigen Tentakeln häufig ein verschiedenes Ausstreckungsvermögen zukommt; dasselbe ist nämlich bei dem der Arm- oder Pinnulaspitze am nächsten stehenden Tentakel am größten (*Antedon*, *Actinometra*, *Rhizocrinus*). Die Tentakeln nehmen gegen die Spitzen der Arme und Pinnulae hin



nach und nach an Größe ab, um endlich ganz zu schwinden, so dass die letzten Pinnulaeglieder bereits tentakellos erscheinen; gegen die Scheibe hin aber gehen die Armtentakeln in die Mundtentakeln über, indem vom proximalen Ende einer jeden Arminne bis zum Mundrande die Dreitheilung der Seitenzweige des Wassergefäßes allmählich aufhört. — Im anatomischen Baue stimmen die Tentakeln mit jenen Wassergefäßen, deren directe Fortsetzungen sie sind, überein, nur sind die Längsmuskelfasern rings in der ganzen Tentakelwand entwickelt. — Die Tentakeln der Crinoideen tragen zur Ortsveränderung wenig oder gar nichts bei.

Zum Schutze der Tentakeln und der in der Tentakelrinne liegenden Weichtheile dienen die sogenannten Saumplättchen. Diese sind lappenförmige, bald verkalkte und starre, bald unverkalkte und weiche Erhebungen der seitlichen Ränder der Tentakelrinne und verschließen diese, sobald sie sich über ihr zusammenfallen.

Statt der Madreporenplatte besitzen die Crinoideen in der Haut der ventralen Kelchdecke zahlreiche, interradianal gelegene Poren, die Kelchporen, welche entweder unregelmäßig oder in Gruppen bogenförmig angeordnet sind. Jede Kelchpore führt in einen Canal, der die Leibeshöhle mit dem das Thier umgebenden Seewasser verbindet. Sämmtliche Canäle sind in ihrer Mitte ampullenförmig erweitert und tragen in dieser Erweiterung ein Cylinderepithel mit Wimperhaaren, welche gegen die Leibeshöhle hin schwingen. Der Anfangs- und Endtheil eines jeden Canales ist nur mit einem dünnen Zellenbelege versehen. Bisweilen vereinigen sich zwei benachbarte Canäle hinter ihrer ampullenförmigen Erweiterung und vor der Einmündung in die Leibeshöhle zu einem Canale. Die Zahl der Kelchporen in einem Interradius ist nicht bei allen Crinoideen gleich; denn man zählt bei *Antedon rosaceus* Frem. in jedem Interradius gegen 300, bei fünfarmigen Rhizoerinen nur eine Kelchpore.

Die Tentakelampullen und Poli'schen Blasen, welche den Crinoideen fehlen, werden ersetzt durch die Muskelfäden, welche quer durch das Lumen der Wassergefäße von der oberen zur gegenüberliegenden Wand gespannt sind. Diese Muskelfasern besorgen durch ihre Contractionen die Fortleitung der Flüssigkeit in den Wassergefäßen, während die Erneuerung und Erfrischung des in der Leibeshöhle und im Wassergefäßsysteme strömenden Wassers durch die Kelchporen und Stein-canäle erfolgt.

## 2. Blutgefäßsystem.

Die ersten Nachrichten über das Blutgefäßsystem verdanken wir Heusinger (1826). Er beschreibt als Centralorgan desselben einen am Grunde des Kelches liegenden herzartigen Sack. Diesen fand auch Joh. Müller und sagt von ihm, dass er sich in einen die Eingeweidehöhle durchziehenden Canal verengt und viele feine, verzweigte Canäle nach allen Richtungen, sowohl in die Ranken des Kelchknopfes, als auch in die fünf Radialia des Kelches entsendet. Ludwig nennt diesen herzförmigen Sack dorsales Herzgeflecht (Herz). Dasselbe ist ein unregelmäßig gelapptes Gebilde, welches in der intervisceralen Leibeshöhle liegt und mit einem den Darm umspinnenden Blutgefäßnetze in Verbindung steht (Fig. 2). Außerdem

communiciert das Herzgeflecht mit Blutgefäßen, welche sich in der circumvisceralen Leibeshöhle ausbreiten. Von diesen tritt je ein Gefäß in die beiden zu einem Radius gehörigen Arme und Pinnulae ein und umhüllt den Perihämalkanal sinusartig (Fig. 1). Indem das Herzgeflecht in der dorsoventralen Achse des Crinoidkörpers aufsteigt, verliert es sich in der Nähe der ventralen Oberfläche der Scheibe; in seinem unteren Verlaufe aber macht es eine kleine Biegung, löst sich in ein Gefäßbündel auf und tritt durch die Rosette hindurch in das Centrodorsalstück ein (Fig. 2). Hier erweitern sich fünf peripherisch und radiär gelegene Gefäße des Gefäßbündels zu fünf sich innig berührenden Kammern und bilden das gekammerte Organ (Herz, Greeff; quinquelocular organ, J. Müller). In der Mitte desselben liegen die nicht erweiterten Gefäße, welche den Achsenstrang bilden (Fig. 3). Aus jeder Kammer entspringt peripherisch ein Gefäß, welches, von Fasermasse umhüllt, das Centrodorsalstück durchbohrt, in einen Cirrhus eintritt und dessen Kalkstücke der Länge nach durchzieht. Auch die Gefäße des Achsenstranges werden zu Cirrhengefäßen; denn sie lösen sich unmittelbar unter den Kammern in einzelne Gefäßäste auf, gruppieren sich zu einer radiären Sternfigur und treten, ebenfalls von Fasermasse umhüllt, nach Durchbohrung des Centrodorsalstückes in die Cirrhen ein.

Zwischen dem Wassergefäßringe und dem Nervenringe liegt um den Mund herum der Blutgefäßring, von welchem fünf radiäre Blutgefäße (Nervengefäße, Greeff) in die Arme auslaufen. Diese Blutgefäße entsenden zu jeder Tentakelgruppe einen Seitenast. Bei der Gattung *Rhizocrinus* sind die radiären Blutgefäße noch nicht aufgefunden worden.

Der Blutgefäßring trägt mehrere Anhangsgebilde, welche in die Maschenräume der Leibeshöhle herabhängen. Es sind dies verschieden lange, einfache oder verzweigte Aussackungen des Blutgefäßringes, durch welche er mit dem Blutgefäßnetze, das den Anfangstheil des Darmes umspinnt, anastomiert. Diese Anhangsgebilde betrachtet Ludwig als Homologa der Tiedemann'schen Körperchen, welche im Blutgefäßsysteme der Asteroidea vorkommen.

Die Wandungen der Blutgefäße sind sehr dünn und zart, tragen innen ein plattes Epithel, außen aber einen zelligen Überzug. Muskelfasern, welche in die Wandung eingelagert sind, verleihen den Blutgefäßen ihre Contractilität.

Das Blut besteht aus denselben Formelementen, die man in der ernährenden Flüssigkeit anderer Echinodermen antrifft. Der Kreislauf ist wie das Blutgefäßsystem selbst nur mangelhaft bekannt. Aus dem Magen wird die ernährende Flüssigkeit dem gekammerten Organe zugeführt; dieses leitet dieselbe durch die die Cirrhengefäße umlagernden Fasernstränge, welche als unverkalkt gebliebene Theile der bindegewebigen Grundlage der Kalkglieder aufzufassen sind, in die Arm- und Pinnulaeglieder. Die Cirrhengefäße versorgen die Cirrhi, die Darmgefäße den Darm und die Anhänge des Blutgefäßringes die peripherischen Theile des Körpers mit Nahrung.

Ob und wo ein Zusammenhang zwischen dem Blut- und Wassergefäßsysteme bestehe, ist noch nicht ermittelt. Es wurden zwar im Dorsalcanale der Pinnulae Wimperorgane in Gestalt kleiner, zu Gruppen vertheilter Blindsäckchen aufgefunden, welche den pantoffelförmigen Organen einiger Holothurioiden homolog

sind. Leydig sprach die Ansicht aus, dass die pantoffelförmigen Organe der Synapten Fortsetzungen der Blutgefäße der Leibeshöhle seien und als solche eine Verbindung zwischen dem Blutgefäßsysteme und der Leibeshöhle einerseits und dem Wassergefäßsysteme andererseits herstellen. Allein gegen diese Ansicht sprechen die Wimpersäckchen der Crinoideen.

Während nämlich die pantoffelförmigen Organe gestielt und offen sind, sollen die Wimpersäckchen der Crinoideen (nach Ludwig) sitzend und geschlossen sein, so dass sie keine Communication zwischen den beiden Gefäßsystemen herzustellen vermögen und eher den Zweck haben, eine lebhaftere Bewegung der im Dorsalcanale strömenden Flüssigkeit zu unterhalten.

## II. Asteroidea Blainv. Seesterne.

Die erste genaue anatomische Kenntnis der Asteroidea verdanken wir Tiedemann und Delle Chiaje (1825). Nächste Joh. Müller und Troschel (1848 ff.) suchten unter andern Greeff und Ludwig die Seesterne durch vergleichende Untersuchung aller Beziehungen ihrer anatomischen Charaktere möglichst vollständig kennen zu lernen.

Die Asteroidea sind freie echinoderme Meeresbewohner mit lederartigem Perisom, welches von einem aus gliederartig an einander gereihten Kalkstücken bestehenden Skelette bedeckt wird. Ihr flacher Körper (Scheibe) zieht sich in fünf, seltener in mehr oder weniger Arme (Strahlen, Radien) aus, die bald unverzweigt, bald verzweigt sind und dem Thiere ein sternförmiges Aussehen verleihen (daher der Name Seesterne). Die ventrale Scheibenfläche trägt in ihrer Mitte den Mund, die dorsale bisweilen einen excentrisch gelegenen After. Auf der ventralen Fläche u. z. mitten in den Armen, sei es nun vom Munde bis zu den Armspitzen, oder aber nur in den Armen, verlaufen die eingedrückten Ambulacralfurchen (ambulacra), zwischen welchen sich die in der Zahl den Ambulacris entsprechenden Interradien ausdehnen. Die äußere Scheibenoberfläche und gewöhnlich auch die Armoberfläche sind mit Kalktafeln belegt, deren Fortsätze vom Rande der Schale in die Ambulacralfurche eindringen und hier ein inneres Skelet (den Boden der Ambulacralfurche) bilden. Dieses innere Skelet wird bisweilen noch von einem äußeren Skelette überbrückt.

Bei den Ophiuriden, welche, je nachdem die Arme unverästelt oder aber verästelt sind, in die Ophiuren und Euryaleen eingetheilt werden, ist die Ambulacralfurche nur in den Armen ausgeprägt und setzt sich bei den Euryaleen auch auf die Äste fort. Den Boden der Ambulacralfurchen bildet eine Reihe beweglich mit einander verbundener Wirbel (Ambulacrалplatten), von denen jeder rechts und links von der Mittellinie eine Öffnung zum Durchtritte des zu einem Füßchen gehenden Seitenastes des Ambulacralcanales besitzt. Bei den Ophiuren werden die Ambulacralfurchen außen durch eine Reihe ventraler, gelenkig mit einander verbundener Kalktäfelchen der Oberhaut, bei den Euryaleen aber bloß durch eine weiche Haut geschlossen. — Auch bei den Brisingiden werden die Ambulacralfurchen außen nur von einem häutigen Überzuge bedeckt. Zwischen den Fort-

sätzen zweier aufeinander folgender Ambulacralplatten des Bodens liegt in der ganzen Ausdehnung der Arme zum Durchtritte einer Füßchenampulle eine Öffnung. — Bei den Asteriaden verlaufen die Ambulacralfurchen vom Munde bis zu den Armspitzen und die Ambulacralplatten des Bodens lassen ebenfalls zwischen ihren Seitenfortsätzen Öffnungen für den Durchtritt der Füßchenampullen frei. Ein äußeres Skelet fehlt auch hier und die Ambulacralfurchen werden von Quermuskeln bedeckt.

In den Ambulacralfurchen liegen die Ambulacralcanäle, Blutgefäße und Nerven, jederseits der Furchen stehen die Füßchen, wodurch die orale Fläche zur ambulacralen und die dorsale zur antiambulacralen Fläche wird. — Das Perisom des Körpers wird von zwei Lamellen gebildet, die nicht vollständig an einander haften, sondern einen Zwischenraum einschließen, welcher durch Verbindungsstränge der Lamellen in ein Canalsystem (Hautcanalsystem, Greeff) zerfällt. Als besondere Theile desselben gelten die die Blutgefäße einschließenden radiären Perihämalkanäle der Arme und die Perihämalkanäle der Scheibe.

### 1. Wassergefäßsystem.

Den Centraltheil des Wassergefäßsystemes bildet der Wassergefäßring (Ringcanal), welcher in Form eines Pentagons den Oesophagus umgibt; er liegt an der äußeren Seite des oralen Blutgefäßringes und wird wie dieser vom Nervenringe bedeckt (Fig. 6). Die Wandungen des Wassergefäßringes sind sehr reizbar und muskulös, werden außen von röthlichen Ringfasern umgeben und innen von einem Wimperepithel ausgekleidet.

In den Interradialräumen stülpt die Wandung des Wassergefäßringes die Poli'schen Blasen aus. Sie hängen an fadenförmigen Ausführungsgängen und haben bald eine birnförmige, bald eine cylindrische Gestalt. Die Zahl dieser Anhangsgebilde des Wassergefäßringes ist eine wechselnde, gewöhnlich ist in jedem Interradius eine Poli'sche Blase entwickelt; doch kommt es auch vor, dass statt einer einzähligen Blase in jedem Interradius eine zwei-, drei- oder vierzählige Blase in den Wassergefäßring einmündet. — Die Ophiuriden haben nur 4 einzählige Poli'sche Blasen, da im fünften Interradius an der Stelle, wo sich die fünfte Blase in den Wassergefäßring ergießen sollte, der Steincanal entspringt (Fig. 4). Doch fehlt es hier nicht an Ausnahmen. *Ophiaetis virens* besitzt (nach Simroth) außer den vier gewöhnlichen Blasen noch zahlreiche cylindrische blindgeschlossene Schläuche, welche in den Interradien aus dem Wassergefäßringe entspringen und in den verschiedensten Richtungen und Windungen die Leibeshöhle der Scheibe durchziehen (Wassergefäße der Bauchhöhle). Im Gegensatze zu diesem Thiere sind bei *Ophiothrix fragilis* (nach Teuscher) gar keine Poli'schen Blasen entwickelt. — Die Asteriaden besitzen entweder fünf große birnförmige Blasen (Solasteriden), oder es ist diese Zahl vermindert, ja bei einigen Asteracanthiden sogar auf Null reducirt (*Asteracanthion rubens*, *A. violaceus*). Dagegen findet eine Vermehrung der Poli'schen Blasen bei den *Astropectiniden* insoferne statt, als jeder fadenförmige Ausführungsgang sich in 2—4 Äste spaltet und jeder Ast ein kleines cylindrisches Bläschen

trägt; als Beispiel hierfür diene *Astropecten aurantiacus*, an dessen Wassergefäßringe fünf Büschel dreizähliger Bläschen hängen. — Andere Anhangsgebilde des Wassergefäßringes sind die bei einigen Asteriaden vorkommenden traubenförmigen Anhänge (braunen Körperchen, Tiedemann). Sie stellen kugelige Drüsenhäufchen vor und sind um den Wassergefäßring so vertheilt, dass rechts und links von jeder Poli'schen Blase ein Drüsenhäufchen mittelst eines feinen Ausführungsganges in den Wassergefäßring sich öffnet. Unter dem Mikroskope betrachtet, erweist sich ein solches Drüsenhäufchen als ein Conglomerat von zahlreichen traubigen Drüsenschläuchen, welche von einer sehr zarten bindegewebigen, wimpernden Membran umhüllt und mit einem zelligen Inhalte erfüllt sind. Diese Anhangsorgane sind vielleicht die Bildungsherde für die im Wassergefäßsysteme vorkommenden zelligen Elemente.

Den Ophiuriden fehlen die traubenförmigen Anhänge, dafür besitzen sie fünf aus dem Wassergefäßringe entspringende Wassergefäße, von denen sich jedes in zwei Äste spaltet. Nachdem jeder Ast durch die entsprechende Pore der vordersten Ambulacralplatten hindurchgetreten ist, verläuft er zum ersten, beziehungsweise zum zweiten Füßchen (Mundtentakel), um dasselbe mit Flüssigkeit zu versehen.

Der Wassergefäßring steht mit dem das Thier umgebenden Seewasser in Communication. Diese vermittelt die Madreporenplatte und der Steincanal. Die Madreporenplatte präsentiert sich als ein nur wenige Millimeter großes und rundliches Kalktäfelchen, das an seiner äußeren Oberfläche von einem Systeme radiärer Furchen durchzogen wird. Sie liegt stets interradiar, sei es nun auf der dorsalen oder auf der ventralen Körperoberfläche zwischen anderen Kalkplatten. Das System der oberflächlichen Furchen reicht niemals ganz bis zum Mittelpunkte der Madreporenplatte. Im Grunde jeder Furche bemerkt man mehrere Poren, wovon jede in ein Canälchen (Porencanälchen) führt, das schief bis gegen die innere Oberfläche der Madreporenplatte vordringt. Alle zu einer Furche gehörigen Porencanälchen vereinigen sich im Körper der Madreporenplatte zu einem horizontal und radiär verlaufenden Röhrechen (Sammelröhrechen). Das System der Sammelröhrechen einer Madreporenplatte mündet in den Steincanal ein (Ludwig). — Junge Asteroideen haben nur einen Porencanal; doch mit zunehmendem Alter nimmt die Zahl der Porencanälchen mit der Vermehrung der oberflächlichen Furchen zu. Nur einige Ophiuren (*Ophioglypha*, *Ophiacantha*) führen lebenslänglich einen einzigen, und dann fast rechtwinkeligen Porencanal, dessen innerer und kürzerer Schenkel behufs Oberflächenvergrößerung zahlreiche Ausbuchtungen zeigt.

Die Madreporenplatte ist außen von einer Fortsetzung des die Körperoberfläche bekleidenden Wimperepithels überzogen, das sich aus dem Furchensysteme bis in die Porencanälchen fortsetzt und gegen die Sammelröhrechen hin in einen Zellenbeleg übergeht.

Bei den Ophiuriden liegt die Madreporenplatte auf der ventralen Körperoberfläche einem Mundschilde dicht an. Es sind einige Euryaleen bekannt, welche in jedem Interradius eine kleine, oft rudimentäre Madreporenplatte mit je einem Porus tragen. So findet man bei *Trichaster elegans* in der Mitte je zweier zu einem Interradius gehörigen Genitalspalten einen feinen Porus, der zu einem Stein-

canale führt. Ein ähnliches Verhalten zeigen *Astrophyton Caecilia* Ltk., *A. Krebsii* Ltk., *A. asperum* Ly. und *A. cacaoticum*, auch diese Species führen in jedem Interradius eine Madreporenplatte mit je einem Porus. Diese Euryaleen bilden den Übergang von den Crinoideen zu den Asterioideen. Allein es gibt auch Euryaleen mit einer einzigen, aber mit vielen Poren versehenen Madreporenplatte (*Astrophyton arborescens*, *A. Agassizii* Stimp.) und diese schließen sich an die Ophiuren an. — Bei den Ophiuren ist die Madreporenplatte gewöhnlich versteckt, indem sie an der inneren Fläche eines der größeren Mundschilder, welche in den Winkeln zwischen den Armen auf der Mundscheibe ruhen, angewachsen ist. Das die Madreporenplatte bedeckende Mundschild zeichnet sich dann durch einen Nabel (umbo) aus, der entweder eingedrückt (*Ophioderma longicauda* M. T.) oder erhaben (*Ophiolepis ciliata* M. T.) sein kann und die mit einem Porencanale versehene Madreporenplatte steht mit der Außenwelt nur durch einen Porus, der am linken Rande des deckenden Mundschildes liegt, in Verbindung. — Bei den Brisangiden und Asteriaden ist die Madreporenplatte immer freiliegend und randständig. Sie liegt dorsal u. z. gewöhnlich einem Arme gegenüber auf einer Linie, die man sich von einem einspringenden Armwinkel zum Mittelpunkte des Rückens zieht. Doch ist es nicht immer so leicht, die Lage der Madreporenplatte in der angegebenen Weise aufzufinden, zumal oft in gewissen Interradien eine Vermehrung der Madreporenplatte erfolgt, während andere ohne Madreporenplatte bleiben, so dass zwei, drei oder selbst fünf Madreporenplatten (Solasteriden) vorkommen und dieses Verhältnis bei den Species der einzelnen Genera wechselt, wie dies *Echinaster solaris*, *E. echinites* lehren. — Bei *Asteracanthion helianthus* ist die Madreporenplatte aus einer Gruppe kleinerer Kalktäfelchen zusammengefügt.

Der Steincanal (Tiedemann) entspringt in der Regel zwischen einem Ambulacralcanale und einer Poli'schen Blase, nur bei den Ophiuriden an Stelle einer Poli'schen Blase aus dem Wassergefäßringe. Er steigt in unmittelbarer Nähe des Herzgeflechtes nach Durchbohrung der Mundhaut zu der Madreporenplatte empor, um sich an deren inneren Fläche zu inserieren; Steincanal und Herzgeflecht liegen in einem Perihämalraume eingeschlossen (Fig. 5). An seiner Insertionsstelle an die Madreporenplatte trägt der Steincanal häufig eine kugelige Ampulle, die einen Hohlraum umschließt, in dem sich einige Sammelröhrchen der Madreporenplatte ergießen (*Astropecten*, *Asterina*, *Ophioglypha*). Diese Ampulle ist als eine Aussackung des Steincanals anzusehen, weil ihr Hohlraum mit der Höhlung des Steincanals in Communication steht. Bei der Gattung *Asteracanthion* fand Greff mehrere Steincanalampullen.

Die Wandungen des Steincanals bestehen aus einem äußeren dünnen Zellenbelege und einer inneren Bindegewebebelege mit einem Wimperepithel, das von einer Cuticula bedeckt wird. Die Cuticula ist mit zahlreichen feinen Poren zum Durchtritte der Wimperhaare versehen. In die Bindegewebebelege sind verschiedenförmige Kalkkörperchen in größerer oder geringerer Menge eingebettet, welchen der Steincanal seinen Namen verdankt. Bei den Asteriaden haben die Kalkkörperchen die Gestalt äußerst dünner Ringe, welche 50—60 an der Zahl dicht an einander liegen und eine Röhre darstellen. Diese Kalkringe erscheinen elliptisch zusammengedrückt und zeigen an ihren schmalen zwei Seiten eine senk-

rechte Naht. An einer der breiteren Seiten entspringt eine kalkige Längsleiste, welche sich in zwei dünnere, ebenfalls kalkige Lamellen spaltet, wovon sich jede nach rückwärts spiralig einrollt (Fig. 5). Diese in das Lumen des Steincanals vorspringende Lamellenbildung erreicht bei verschiedenen Gattungen eine verschiedene Entwicklung; sie ist bei *Echinaster* sehr gering, indem hier eine Theilung der Leiste in zwei sich einrollende Lamellen meistentheils unterbleibt, bei *Asteracanthion* dagegen füllen die Lamellen beinahe das halbe und bei *Astropecten* fast das ganze Lumen des Steincanals aus. Bei *Asterina pentagona* sind die Kalklamellen so stark entwickelt, dass sie das ganze Lumen vollständig ausfüllen und von der einen Wandseite zur gegenüberliegenden gehen, wo sie sich befestigen und den Steincanal durch wiederholte Theilungen in 16 neben einander liegende Räume abtheilen. Gegen die Einmündungsstelle des Steincanals in den Wassergefäßring nimmt die Lamellenbildung bei allen Asteriaden an Stärke ab, bis schließlich selbst die Längsleiste verschwindet und der Steincanal als einfacher Schlauch in den Wassergefäßring einmündet. Die *Brisingiden* verhalten sich bezüglich der Lamellenbildung wie die Gattung *Echinaster*. — Bei den *Euryaleen* schließt sich an jeden Porencanal ein Steincanal an, und die Kalkablagerungen in den Wänden beschränken sich auf gegitterte Kalkplättchen. Bei den *Ophiuren* ist die bindegewebige Membran des Steincanals unverkalkt und dieser stellt hier ein einfaches cylindrisches Röhrechen vor.

Bei allen Asteroideen nimmt in der Mitte zwischen je zwei Armwinkeln aus dem Wassergefäßringe ein *Ambulacralcanal* seinen Ursprung. Jeder dieser fünf Canäle verläuft auf der Mittellinie der Arme in der *Ambulacralfurche* bis zu den Armspitzen. In histologischer Beziehung stimmen die *Ambulacralcanäle* mit dem Wassergefäßringe überein. Sie dringen niemals in die Leibeshöhle ein, sondern ruhen auf dem Boden der *Ambulacralfurche*, von Nerven und Blutgefäßen bedeckt und von ihnen durch Bindegewebesepta getrennt. Durch Ausstülpungen der Wandungen der *Ambulacralcanäle* entstehen rechts und links ebensoviele *Seitenäste* als *Ambulacralplatten* vorhanden sind.

Bei den *Ophiuriden* treten die *Seitenäste* durch die seitlichen Öffnungen der *Ambulacralplatten* in horizontaler Richtung hindurch und erscheinen entweder als glatte oder als warzige Füßchen (*pedicelli*) in einer Grube zwischen je zwei Seiten- und zwei Bauchtäfelchen an der Oberfläche des Körpers. Füßchenampullen fehlen. Zum Schutze der Füßchen stehen beiderseits der *Ambulacralfurche* kleine, aufgerichtete Schüppchen oder Stacheln, welche den Saumplättchen der *Crinoideen* entsprechen. — Auch bei den Asteriaden treten die *Seitenäste* der *Ambulacralcanäle* beiderseits der Mittellinie der *Ambulacralfurche* zwischen den Querfortsätzen je zweier benachbarter *Ambulacralplatten* durch eine Öffnung aus, erweitern sich jedoch hier zu einer einfachen (*Astropectinidae* und *Solasteridae*) oder zweitheiligen Ampulle (*Asteracanthidae*), welche stets unter dem Skelette bleibt; erst aus jeder Ampulle entspringt ein Saugfüßchen, das in die *Ambulacralfurche* heraustritt. Die Zahl der Füßchen ist deshalb ebensogroß als die Zahl der Ampullen. Sind sämtliche Ampullen einfach, dann bilden die Füßchen jederseits der *Ambulacralfurche* nur eine Reihe (*Astropectinidae* und *Solasteridae*), sind aber die Ampullen zweitheilig, dann stehen die Füßchen sehr dicht und bilden

jederseits der Ambulacralfurche scheinbar zwei Reihen (Asteracanthidae), da die abwechselnd auf einander folgenden Füßchen einer Reihe etwas seitwärts gedrängt werden. Bei allen Asteroideen legen sich adambulacrale Plättchen schützend über die Saugfüßchen zusammen. — Die Brisingiden verhalten sich bezüglich der Ambulacralkanäle und ihrer Verästelungen wie die Solasteriden.

An der Eintrittsstelle der Seitenäste der Ambulacralkanäle in die Füßchen und deren Ampullen wurde bei den meisten Asteroideen ein taschenförmiger Ventilapparat aufgefunden, welcher den Zweck hat, das Zurückströmen der Flüssigkeit in den Ambulacralkanal im Augenblicke der Contraction der Ampulle zu verhindern. Es öffnet sich nämlich jeder Seitenast des Ambulacralkanals in das Füßchen durch einen Schlitz, dessen Ränder sich in das Lumen des Füßchens erheben und hier rechts und links vom Schlitze gruben- oder taschenförmige Räume bilden.

Die Wandungen der Füßchen und Ampullen bestehen aus longitudinalen und transversalen Bindegewebeschichten, in welche eine Lage von Längsmuskelfasern eingebettet ist; außen werden die Bindegewebeschichten von einer homogenen Membran bedeckt, während eine bewimperte Zellenlage die innere Oberfläche auskleidet.

Ihrer Form nach sind die Füßchen bald conisch und ohne Saugscheibe (Astropectinidae), bald cylindrisch und am Ende mit breiter unverkalkter Saugscheibe (bei den übrigen Asteroideen). An ihrem freien Ende sind sie blind geschlossen. Gewöhnlich sind sie 6—30 mm lang, nehmen vom Wassergefäßringe aus gegen die Arme hin an Dicke zu und hierauf wieder allmählich ab. Die Füßchen vieler Ophiuren besitzen seitliche Einkerbungen oder secundäre Fortsätze und erinnern hiedurch an die Tentakeln der Crinoideen. Häufig stecken die Füßchen noch in einem häutigen Überzuge, der mit seiner Basis der Öffnung, in welcher sie stehen, aufsitzt; sie sind so reizbar, dass sie sich bei der geringsten Berührung in den häutigen Überzug zurückziehen. — Die Ampullen der Füßchen haben die Function, ihren flüssigen Inhalt in die Füßchen hineinzupressen und sie schwellend zu erhalten. — Die Füßchen sind locomotiv, nur bei den Euryaleen ist es zweifelhaft, ob sie zum Ortswechsel etwas beitragen.

Die Flüssigkeit, welche im Wassergefäßsysteme strömt, besitzt zellige Elemente, welche den im Blute suspendierten Elementen gleichkommen; dieser Umstand weist auf einen Zusammenhang des Blutgefäßsystemes mit dem Wassergefäßsysteme hin. — Die Bewegung des flüssigen Inhaltes im Gefäßsysteme beschränkt sich auf ein bloßes Hin- und Herströmen, das durch die contractilen Gefäßwandungen und Schwingungen der Cilien des allenthalben im Wassergefäßsysteme verbreiteten Wimperepithels vermittelt wird. Die Erneuerung und Erfri-schung des Seewassers im Gefäßsysteme besorgt die Madreporenplatte, durch deren Poren das Seewasser von außen in die Porencanäle eindringt und von hier durch den Steincanal in den Wassergefäßring und dessen Anhänge gelangt. Zufolge einer Contraction der Poli'schen Blasen werden die Ambulacralkanäle und deren Seitenäste, ebenso die Ampullen und Pedicellen mit Seewasser gefüllt und geschwellt. Durch die Erection der Füßchen aber wird der Druck, den die in der Leibeshöhle befindliche Flüssigkeit auf das Wassergefäßsystem ausübt, ge-



schwächt und zugleich das Gleichgewicht zwischen dem Meerwasser, welches den Seestern umgibt und der Flüssigkeit, welche die Leibeshöhle erfüllt, gestört; es muss daher durch die Madreporplatte so viel Meerwasser von außen einströmen, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Ziehen sich die Füßchen zusammen, dann wird ihr flüssiger Inhalt in die Ampullen und Ambulacraleanäle zurückgepresst; dadurch wird auf diese ein erhöhter Druck ausgeübt, der sich bis auf die in der Leibeshöhle befindliche Flüssigkeit fortpflanzt und das Gleichgewicht abermals aufhebt. Nun muss sowohl aus dem Wassergefäßsysteme, als auch aus der Leibeshöhle an die Außenwelt so viel Wasser abgegeben werden, bis wieder Gleichgewicht herrscht.

## 2. Blutgefäßsystem.

Die ersten Nachrichten über das Blutgefäßsystem der Seesterne lieferte Tiedemann. Wenn auch eine Zeit lang das Verdienst dieses berühmten Forschers von mehreren jüngeren Anatomen wenig oder gar nicht gewürdigt, ja selbst das Vorhandensein eines echten Blutgefäßsystemes bei Seesternen bestritten wurde (Jourdain), so ist dies doch wieder in jüngster Zeit von Greeff, Hoffmann, Teuscher, Lange mit Bestimmtheit nachgewiesen und sind die Angaben Tiedemann's im wesentlichen bestätigt und nur dahin berichtet worden, dass die von ihm beschriebenen 10 Blutgefäße, welche zu den radiären Blindsäckchen des Darmes (Darmvenen) verlaufen, nicht existieren. Wie H. Ludwig behauptet, beschrieben oben genannte Forscher als Blutgefäße deren Perihämalkanäle, welche erst die eigentlichen Blutgefäße, größtentheils Gefäßgeflechte, beherbergen.

Tiedemann führte als wesentliche Bestandtheile des Blutgefäßsystemes der Seesterne einen im Perisome gelegenen oralen und einen dorsalen Blutgefäßring an, welche beide in demjenigen Interradius, dessen Mundschild zur Madreporplatte umgewandelt ist, durch das Herz in Verbindung treten. Vom oralen Blutgefäßringe entspringt ein je einem Arme entsprechendes radiäres Blutgefäß, vom dorsalen Gefäßringe gehen die Genital- und Darmgefäße ab.

Das Herz (kiemenartiges Organ, Greeff) fungiert als Centralorgan und liegt unter der Madreporplatte in einer Höhlung (dem schlauchförmigen Canale, Hoffmann und Greeff), welche Ludwig als Perihämaltraum des Herzens bezeichnet (Fig. 5). Diese Höhlung schließt auch den Steincanal ein, welcher dem Herzen dicht anliegt und vom Wassergefäßringe nach der Innenseite der Madreporplatte verläuft. Neben der Insertionsstelle des Steincanals in die Madreporplatte endigt das Herz, nachdem es vorher mit dem dorsalen Blutgefäßringe in Verbindung getreten ist. — Nach Ludwig dehnen sich zwischen dem Wassergefäßringe und dem Nervenringe zwei Räume aus, nämlich der innere und der äußere orale Perihämalkanal, von denen ersterer mit dem Perihämaltraume des Herzens in offenem Zusammenhange steht (Fig. 7). Beide Perihämalkanäle trennt eine Membran von einander. Während der innere Perihämalkanal mit dem Herzen in Verbindung tritt, setzt sich der äußere in den radiären Perihämalkanal (Nervencanal, Greeff) fort, der zwischen dem Nerven und Wassergefäße eines jeden Armes liegt. — Das Herz selbst ist ein dicht zusammengedrängtes Gefäßgeflecht, welches lebhaft

tractionsbewegungen zeigt. Die Außenseite der Gefäße des Geflechtes trägt dasselbe Epithel, welches den Perihämälraum des Herzens auskleidet. Die Wandungen der Gefäße bestehen aus Bindegewebe und Muskelfasern mit gelblichbraunen Pigmentkörperchen.

Das Herz setzt sich in den oralen Blutgefäßring fort, welcher den Mund umkreist und dorsalwärts vom Nervenringe seine Lage hat. Der von Tiedemann beschriebene orale Blutgefäßring ist (nach Ludwig) sowie Hoffmann's medialer Blutgefäßring der innere orale Perihämälcanal. Außerdem beschrieb Tiedemann ein orangefarbenes Gefäß (Nervengefäß, Greeff; lateraler Blutgefäßring, Hoffmann); dieses ist der äußere orale Perihämälcanal. Der wahre orale Blutgefäßring aber liegt in der Membran, welche den inneren oralen Perihämälcanal vom äußeren sondert; er ist kein einfaches Rohr, sondern ein Geflecht, bestehend aus einer Anzahl von Gefäßen, die sich bald von einander trennen, bald wieder mit einander vereinigen. Er umzieht den Mund in Form eines Fünfeckes und gibt aus jeder Ecke in radiärer Richtung einen in der Mittellinie der Ambulacralfurche verlaufenden Ast ab (Fig. 6). Diese fünf Äste, von denen jeder in einem radiären Perihämälcanale eingeschlossen liegt, sind Gefäßgeflechte und unter dem Namen radiäre Blutgefäße bekannt. Die radiären Perihämälcanäle dehnen sich über den Nerven aus, davon durch eine bindegewebige Membran geschieden und von einem verticalen Septum überzogen, das eine Fortsetzung der die beiden oralen Perihämälcanäle von einander trennenden Haut bildet. Jeder radiäre Perihämälcanal gibt an je ein Füßchen nach rechts und links einen Querast ab, in welchem erst die Blutgefäße liegen. Die Queräste ruhen in der Fortsetzung des verticalen Septums und werden durch dieselbe in ihrer Lage fixiert.

Nach Hoffmann geben die 5 radiären Blutgefäße (radiären Perihämälcanäle, Ludwig), welche sich bis zu den Armspitzen verfolgen lassen, in ihrem Verlaufe jederseits je einen Querast zu jedem Füßchen ab. Bei den Seesternen mit zwei Füßchenreihen biegt sich jeder Querast schleifenförmig um sein Füßchen herum und mündet neben der Ursprungsstelle des benachbarten Querastes in einen radiären Nebenstamm ein (Astropectiniden). Bei Seesternen mit scheinbar vier Füßchenreihen dagegen entspringt vom äußersten Punkte des Bogens, den jeder Querast um das zugehörige Füßchen der ersten Reihe beschreibt, ein Zweig, welcher zwischen den Füßchen der zweiten Reihe hindurch in einen radiären, längs der lateralen Seite der Ambulacralfurche verlaufenden Nebenstamm, den radiären lateralen Nebenstamm, einmündet (Asteracanthiniden). Indem zwei entsprechende radiäre laterale Nebenstämme in jedem Arme hinter dem sichelförmigen Bande (der Verwachsungsstelle der kalkigen Mundscheibe mit der Rückenhaul) in einander übergehen, bilden sie den lateralen Blutgefäßring (äußeren oralen Perihämälcanal, Ludwig). Dieser bedeckt den Nervenring und schiebt über jedes sichelförmige Band hinweg je einen Gefäßzweig an die innere Fläche der Rückenhaul hinab, um sich an derselben auszubreiten. — Nach Tiedemann kommen diese Zweige aus dem oralen Blutgefäßringe und gehen an den Magen und dessen Blindsäcke ab. — Nach Ludwig gabelt sich jeder vom radiären Perihämälcanale abtretende Querast, der einen Seitenzweig des radiären Blutgefäßes umfasst, an der Basis des entsprechenden Füßchens; die beiden Gabeläste umgreifen die

Füßchenbasis und vereinigen sich auf der entgegengesetzten Seite wieder, um in einen Canal (das laterale Blutgefäß), welcher am Rande der Ambulacralfurche den Arm durchzieht, einzumünden.

Der dorsale Blutgefäßring (Ringgefäßgeflecht) liegt bei den Astერიaden und Brisingiden auf der Rückenseite des Thieres, in einem Perihämalkanale eingeschlossen, der inneren Seite des Perisoms dicht an. Er läuft bei den Astერიaden um die ganze Scheibe fast kreisförmig herum und beschreibt nur in den 5 Interradien um die sichelförmigen Bänder des Perisomes eine nach innen gerichtete halbbogenförmige Krümmung. Bei den Brisingiden ist der Verlauf des dorsalen Blutgefäßringes ein wellenförmiger. Bei den Ophiuriden liegt dieser Blutgefäßring theils auf der dorsalen, theils auf der ventralen Seite, daher er besser als aboraler Blutgefäßring bezeichnet werden kann. Er hat auch hier die Gestalt eines Ringes und zeigt in den Interradien tiefe nach dem Centrum des Ringes gerichtete Einbuchtungen.

Jederseits eines sichelförmigen Bandes nimmt aus dem dorsalen (aboralen) Blutgefäßringe ein Blutgefäß seinen Ursprung, welches zu den Genitaldrüsen verläuft und sich hier an deren Wandungen zu einem Blutsinus erweitert. Es sind dies die 10 Genitalblutgefäße. Außerdem entspringen aus dem dorsalen Blutgefäßringe zwei Darmgefäße. Sowohl die Genitalblutgefäße, als auch die Darmgefäße werden von Perihämalkanälen umgeben, von denen die der letzteren mit dem schlauchförmigen Canale (Hoffmann) communicieren. Die beiden an der Einmündungsstelle des Herzens in den dorsalen Blutgefäßring entspringenden Darmgefäße verlaufen gegen das dorsale Centrum der Scheibe hin an den Magen, um sich an dessen Wandungen in ein Capillarnetz aufzulösen. Die Darmgefäße besitzen an ihrer Ursprungsstelle eine unregelmäßig gelappte Gestalt und wurden von Hoffmann bei *Asteracanthion rubens* als Anhangsgebilde des Blutgefäßsystemes aufgefasst und als drüsenartige Organe beschrieben, welche in der Nähe der Madreporenplatte mit dem einen Ende in das Herz, mit dem andern aber frei in die Leibeshöhle hineinragen. — Nach Abgabe des dorsalen Blutgefäßringes setzt sich das Herz zwischen den beiden Darmgefäßen in einen kurzen Canal (Endstück des Herzens) fort, welcher in die die Steincanalampulle umfassende Höhlung eintritt, diese durchsetzt und sich hierauf am Perisome befestigt. — Die Blutgefäße sind innen flimmerlos, außen jedoch mit einem Wimperkleide versehen; die Wandungen der Blutgefäße sind durchwegs contractil.

Das Blut besteht aus dem Plasma und den darin suspendierten zelligen Elementen. Diese sind verschiedengestaltig; neben kugeligen und ellipsoidischen, theils kernhaltigen, theils kernlosen Zellen erscheinen solche von amöboider Gestalt. Einige Zellen sind mit nur einem, andere mit mehreren Zellkernen ausgestattet, einige Zellen sind groß, andere wieder sehr klein. Das Plasma ist farblos und nicht selten fein granuliert, die Blutflüssigkeit selbst ist von beigemengtem Seewasser trübe. Wie Greeff fand, gibt es auf der Dorsalseite des Seesternkörpers in jedem Interradius zwei Stellen, welche siebartig durchbrochene Öffnungen führen, durch welche das Seewasser in die Genitalblutgefäße eindringen kann. — Was den Blutkreislauf betrifft, so gelangt das Blut aus dem oralen Blutgefäßringe in die radiären Blutgefäße und vertheilt sich von hier aus in alle Körperteile. Die

Verzweigungen sammeln sich sodann zu stärkeren Ästen, welche das Blut in den dorsalen Blutgefäßring zurückleiten. Durch das Herz fließt das Blut aus dem dorsalen Blutgefäßringe in den oralen über und der Kreislauf beginnt vom neuen. Die Fortleitung des Blutes wird durch die Contractionen und Expansionen der Blutgefäße vermittelt.

### III. Echinoidea Agas. Seeigel.

Eine vollständige Anatomie aller Echinoideensippen ist bis jetzt noch nicht geliefert worden, trotzdem sich Lovén, Greeff, Hoffmann und andere verdiente Anatomen bemühten, die Lücken, welche in den Schriften von Tiedemann, Valentin, Joh. Müller u. a. älteren Forschern geblieben sind, auszufüllen. Die Echinoideen zeigen in ihrem Baue eine große Übereinstimmung mit den Asteroideen. Denkt man sich die Körperachse eines Seesternes verlängert und die Interradialräume bis zu den Armspitzen ausgedehnt, so bekommt man beiläufig die Körpergestalt eines Seeigels. Dieselbe ist kugel-, herz-, ei-, kegel- oder scheibenförmig, besitzt einen stumpferen und einen ihm gegenüberliegenden spitzeren Pol (Apicalpol, Scheitelpol); ersterer trägt die Mundöffnung und entspricht der ventralen Fläche, letzterer den After und bildet die dorsale Fläche. Den Körper umhüllt eine Schale, welche aus vier- oder sechseckigen, unbeweglich durch Nähte mit einander verbundenen Kalktafeln zusammengesetzt ist. Gewöhnlich liegen die Kalktafeln in 10 Doppelreihen beisammen, von denen die 5 in die Radialräume fallenden zum Durchtritte der Füßchen durchbohrt sind und Ambulacralplatten heißen, während die in den Interradien liegenden 5 Doppelreihen, die Interambulacralplatten, der Poren entbehren. Beiderlei Plattenarten bilden Felder, die Ambulacral- und Interambulacralfelder, welche vom Munde bis zum After hinziehen. Am Apicalpole liegt das sogenannte Scheitelschild, welches von 5 Ocellarplatten und 5 mit diesen alternierenden größeren Genitalplatten gebildet wird. Die Schale zeigt nur zwei größere Lücken: die eine für den Mund, die andere für den After. Die Wand der Mundlücke trägt die Öhrchen (auriculae) zur Befestigung der Bänder und Muskeln des Kauapparates (Laterne des Aristoteles). Ist der After scheitelständig und der Mund central, dann erscheinen die 5 Ambulacral- und Interambulacralfelder je unter sich gleich (Regularia), liegt aber der After und selbst auch der Mund excentrisch, dann werden sie ungleich (Irregularia).

Die Anordnung der Poren hängt mit der Gruppierung der Ambulacralplatten innig zusammen; gewöhnlich sind die Poren auf je zwei Plattenreihen in jedem Ambulacralfelde beschränkt und so angeordnet, dass sie längs der zwei Ränder eines Ambulacralfeldes herablaufen und jederseits eine meridianale Doppelreihe von Poren (ambulacrum) bilden. Oft aber gruppieren sich die Platten um den Scheitelpol zu einer fünfblättrigen Rosette und dann stehen gewöhnlich in den Nähten zwischen den Platten die durch Querrinnen mit einander verbundenen (gejochten) Porenpaare, eine vom Scheitel ausgehende blumenblattähnliche Figur (ambulacra petaloidea) darstellend. Die Kalktafeln der Schale tragen an ihrer äußeren Oberfläche verschiedengestaltige Stacheln oder Stachelwarzen, denen die Thiere den Namen „Seeigel“ verdanken.

### 1. Wassergefäßsystem.

Soweit das Wassergefäßsystem der Seeigel bekannt ist, besteht es aus denselben Theilen wie bei den Seesternen (Fig. 8).

Der Wassergefäßring (Ringcanal) hat seine Lage an der inneren Seite des Nervenringes und umschließt in der Nähe des Kauapparates den Oesophagus. Er ist ein enger Canal, hat die Gestalt eines regelmäßigen oder unregelmäßigen Fünfeckes und besitzt sehr zarte Wandungen. Diese sind aus Bindegewebe aufgebaut, entbehren der Muskeln und tragen an ihrer inneren Oberfläche ein Wimperepithel.

An fünf Stellen des Umfanges des Wassergefäßringes hängen, der Mitte der fünf Kinnladen gegenüber, als Anhangsgebilde kleine, gestielte und ovale Poli'sche Blasen. Sie fehlen den Spatangiden. Valentin nennt sie „blasige Organe“ und vergleicht sie mit den Venenanhängen der Cephalopoden. Die Poli'schen Blasen werden theilweise von den Quermuskeln der 5 Bügelstücke des Kauapparates bedeckt. Die Wandungen der Blasen sind zellig, wenig oder gar nicht muskulös, tragen ein äußeres und ein inneres Wimperepithel und zeigen große Ähnlichkeit mit den traubenförmigen Organen der Asteroideen.

Am rechten hinteren Interradius nimmt aus dem Wassergefäßringe der Steincanal seine Entstehung, welcher gewöhnlich in einer wellenförmigen Linie zur Madreporenplatte emporsteigt.

Die Madreporenplatte zeigt einen ähnlichen Bau wie bei den Asteroideen und ist mit einer oder mit allen Genitalplatten, bisweilen noch mit einer Ocellarplatte verwachsen. Wenn sie nur mit einer Platte des Scheitelschildes zusammenhängt, dann soll nach Lovén bei allen Echinoideen mit Ausnahme der Clypeastriden der Zusammenhang der Madreporenplatte mit der rechten vorderen Genitalplatte, welche sich von den übrigen durch ihre bedeutende Größe auszeichnet, constant sein. Weil aber die Madreporenplatte aus dem Rückenporus der Larve hervorgeht, und dieser selbst bei einer und derselben Species wechselt, so kann man füglich der Ansicht Lovén's nicht beipflichten; freilich ist bei den Regularien oft die rechte vordere Genitalplatte mit der Madreporenplatte verbunden, doch häufig ist auch die Genitalplatte, mit welcher die Madreporenplatte im Zusammenhange steht, die linke hintere (*Echinometra aculeata* Blv., Echiniden, Clypeastriden, Spatangiden), bei *Schizaster canaliferus* fand man sogar die rechte hintere Genitalplatte zur Madreporenplatte umgewandelt. Alle Echinoideen besitzen nur eine einzige Madreporenplatte, deren Sammelröhren zum Theile in den Steincanal, zum Theile aber in die Leibeshöhle einmünden. Bei den Clypeastriden bildet die Madreporenplatte eine eigene Tafel, welche genau im Centrum zwischen den Genitalplatten, mit diesen innig verbunden, liegt.

Der Steincanal ist bei den Regularien und Clypeastriden ein äußerst feines und häutiges Röhrchen, welches neben dem Herzen, meist in eine seitliche Rinne desselben eingedrückt, ohne aber mit der Herzenswandung verwachsen zu sein, zur Madreporenplatte emporsteigt, um sich an deren inneren Fläche zu inserieren. Die Wandungen des Steincanals bestehen aus Bindegewebe, tragen innen wie bei anderen Echinodermen ein Wimperepithel und entbehren der Muskeln. Auch Kalkablagerungen fehlen, daher die Wandungen weich und häutig sind; nur bei der

Gattung *Cidaris* sind sie durch eingelagerte hackenförmige Kalkkörperchen beinahe starr. Das Labyrinth von Kalklamellen, das im Lumen des Steincanals der Asteroideen häufig vorkommt, fehlt bei Echinoideen gänzlich. In der Regel verengt sich der Steincanal vom Wassergefäßringe aus gegen die Madreporplatte hin allmählich und ist in seinem Anfangstheile selbst bei *Cidaris* ohne Verkalkung. — Bei den Spatangiden inseriert sich der Steincanal zwischen den beiden Platten des oberen Stützapparates und nimmt größtentheils einen wellenförmigen Verlauf. Er wendet sich nämlich an seiner Insertionsstelle nach rückwärts, schließt sich dem Divertikel an und biegt hierauf um dasselbe herum. An der Umbiegungsstelle bildet er eine eigenthümliche, eiförmige Anschwellung (Fig. 9), welche Hoffmann „Wassergefäßherz“ nennt. Ihrer histologischen Structur nach scheint diese Anschwellung eher eine Drüse als ein contractiles Organ zu sein. Sie besitzt eine aus einem Netzwerke von feinen fibrillären Fasern aufgebaute Wandung, in deren Maschenräumen dunkelblau oder bräunlich pigmentierte und granulirte Zellen eingebettet liegen. Von dieser herzförmigen Anschwellung an verläuft nun der Steincanal als ein ziemlich dickwandiges Rohr unter mehreren Krümmungen auf den Mesenterialplatten bis zum Magen, übersetzt diesen und mündet, am Oesophagus angelangt, in den Wassergefäßring ein.

An jenen Stellen, welche den Bogenstücken des Kauapparates gegenüber liegen, also zwischen den Poli'schen Blasen, entspringen aus dem Wassergefäßringe die 5 radiären Ambulacralcanäle. Weil sie anfänglich an der äußeren Seite des Kauapparates liegen, wurden sie von Valentin als „Gefäße von den Kiemen zur Laterne“ beschrieben. Bei den Regularien und Clypeastriden verlaufen die Ambulacralcanäle vom Wassergefäßringe aus in einem gedeckten Gange bis zu den Öhrchen, durchbrechen diese und setzen hierauf ihren Weg in der Mittellinie der Ambulacralfelder längs deren inneren Wand entweder in gerader oder aber in gebogener Richtung gegen den Apicalpol fort. Je mehr sich ein Ambulacralcanal dem aboralen Blutgefäßringe nähert, desto mehr nimmt er an Stärke ab, um endlich ganz zu verschwinden, ohne mit ihm in Verbindung getreten zu sein. In ihrem ganzen Verlaufe unter der Schale geben die Ambulacralcanäle an die Ambulacra nach rechts und links ebenso viele alternierende Seitenäste ab, als Porenpaare an jeder Ambulacralplatte vorhanden sind. Jeder Seitenast erweitert sich an seinem Ende unter einem Porenpaare zu einer in die Quere gezogenen, von beiden Seiten schmal zusammengedrückten Ampulle, welche bogenförmig gegen das Innere der Leibeshöhle vorspringt und mit einem Füßchen in Verbindung tritt, das, von einer Scheide der äußeren Körperhaut umhüllt, durch das Porenpaar am Rande des Ambulacralfeldes über die äußere Oberfläche der Schale hervorragt. Demnach gehört zu jedem Porenpaare eine Ampulle und ein Füßchen und nicht, wie Hoffmann behauptete, eine Ampulle und zwei Füßchen. Bei *Sphaerechinus granularis* entdeckte H. Ludwig an der Eintrittsstelle der Seitenäste der Ambulacralcanäle in die Ampullen und Füßchen einen Ventilapparat.

Die Ampullen sind bläschenförmige Säckchen (innere Kiemen, Valentin), deren Wandungen von einer homogenen inneren und einer kernchenreichen, zelligen äußeren Membran gebildet werden. Zwischen diesen beiden Membranen breitet sich eine dünne Muskelfaserschicht aus, deren Fasern in Form schmaler Primi-

tiveylinder dicht an einander liegen und einen wellenförmigen Verlauf zeigen. Kalkkörperchen und Pigmente fehlen in den Wandungen selten. Leydig fand bei *Echinus esculentus* im inneren Raume der Ampullen Muskelfasern, welche quer durch das Lumen gespannt waren (wie in den Wassergefäßen der Crinoideen). — Nach Hoffmann tragen die Ampullen zur Schwellung der Füßchen nichts bei, weil die Muskulatur ihrer Wandungen viel zu schwach ist, um die kräftigeren Muskeln der Füßchen zu überwinden. Er hält sie für bloße Wasserreservoirs, die bei der Ausstreckung der Füßchen die nöthige Flüssigkeit liefern.

Die Füßchen (*pedicelli*) sind bei den Echinoideen nicht immer gleichartig, sondern je nach der Familie oder nach dem Körpertheile, auf dem sie stehen, von verschiedenem Aussehen. Im ganzen und großen kennt man vier Hauptarten: 1) Saugfüßchen (*locomotive Füßchen*), diese finden sich bei allen Seeigelsippen und stellen cylindrische Schläuche vor, welche mit einer scheibenförmigen Endfläche (*Saugzscheibe*) abschließen. Die Saugscheibe ist gewöhnlich am Rande zackig ausgeschnitten und zeigt einen mehrfach contourierten Kreis, innerhalb dessen eine aus spindelförmigen Pigmentzellen und Bindegewebsfibrillen zusammengesetzte Masse liegt. Auf diese folgt nach außen der Saugring (*l'anneau calcaire*, Valentin), der eine aus Kalknetzen gebildete, 4 — 7eckige Platte vorstellt und die Saugscheibe theilweise bedeckt. Dem Saugringe ist die aus feinen Kalkmaschen aufgebaute Saugrosette (*rosace*, Valentin) aufgelagert; sie nimmt von innen nach außen an Dicke zu und besteht aus 3 — 7 Kalkringen, welche durch ebensoviele radiäre Kalkstäbchen zusammengehalten werden. Die verschiedenen Genera haben indes eine eigens geformte Saugscheibe, Saugring und Rosette sind oft rudimentär. 2) Kiemenfüßchen oder *Ambulacralkiemen* (auf der *ambulacra petaloidea*), diese sind im Umrisse dreieckig und bestehen aus einem hohlen Stamme und einem zugespitzten blattförmigen Ende, dessen Ränder durch Ausstülpungen gefiedert erscheinen. Wegen des Mangels an Blutgefäßen sind die Kiemenfüßchen nicht als Respirationsorgane aufzufassen. 3) Tastfüßchen (am Munde), sie bestehen aus einem hohlen Stamme und einem pinselförmig zerschlissenen Ende, das häufig an seiner äußeren Fläche zahlreiche kleine Ranken in Gestalt äußerst dünner Kalkstäbchen trägt und 4) einfache Gehfüßchen (am vorderen *Ambulacralfelde* der Spatangen), d. s. am freien Ende abgestutzte, blind geschlossene Schläuche ohne Kalkscheibe und mit nur spärlichen Muskelfasern. — Diese angeführten Füßchenarten sind nicht die einzig und allein vorkommenden; denn es fehlt nicht an Übergängen von der einen Füßchenart zur anderen. Die Regularien tragen gewöhnlich eine oder zwei, die Irregularien meist zwei, seltener drei, nur die Spatangiden alle vier Arten von Füßchen. Alle Füßchen sind außen glatt und im zusammengezogenen Zustande quer gerunzelt. Die Wandungen derselben bestehen aus zwei Bindegewebschichten mit eingelagerten Nerven, Pigmenten und Kalkkörperchen. Zwischen beiden Schichten befindet sich eine Lage von Muskelfasern, welche den Füßchen ihr Contractionsvermögen verleihen. Außen und innen sitzt den Wandungen ein Wimperepithel auf.

Die Verzweigung eines *Ambulacralkanals* richtet sich nach der Vertheilung der Porenpaare in einem *Ambulacralfelde*. Bei den Regularien verlaufen die *Ambulacra* bandförmig von einem Pole zum anderen und die *Ambulacralkanäle*

versehen die Füßchen eines Porenpaares mit je einem Seitenaste. Die Füßchen, welche von den Seitenästen geschwellt werden, sind bei einigen Sippen durchwegs Saugfüßchen, bei anderen jedoch sind nur die der Ventralfläche mit einer Saugscheibe versehen, während die Füßchen der Dorsalfläche conisch oder zusammengedrückt und kiemenfüßchenartig, ohne Saugscheibe sind. Es wurde bereits erwähnt, dass bei den meisten Irregularien, zu denen die Clypeastriden gehören, die in den Nähten der Ambulacralplatten befindlichen großen und gejochten Porenpaare die *ambulacra petaloidea* bilden. Dem ist noch beizufügen, dass andere zahlreiche und ungemein feine Poren sich in Querreihen theils über den ganzen Binnenraum der *Petaloidea*, theils über den ganzen peripherischen dorsalen und ventralen Verlauf der Ambulacralfelder, ja selbst auch der Interambulacralfelder ausbreiten und hier sogenannte „Porenfelder“ bilden. In diesem Falle entsendet jeder Ambulacralcanal nach rechts und links so viele fast parallele Seitenäste, als große Doppelporen der *Petaloidea* vorhanden sind. Je ein Seitenast geht in eine große Ampulle und in ein mit derselben verbundenes Kiemenfüßchen über, welches auf der Doppelpore sitzt. Zudem gibt jeder Seitenast des Ambulacralcanales so viele Zweige ab als Poren des Porenfeldes anwesend sind und es erweitert sich je ein solcher Zweig zu einer kleinen Ampulle, von der ein kleines Saugfüßchen durch die Pore auf die äußere Oberfläche der *Ambulacra* hervortritt (Agassiz). Die Vertheilung der Ambulacralcanäle zu den Poren liegt hierbei bald frei (*Clypeaster scutiformis*), bald in Ambulacralkammern verdeckt (*Clypeaster rosaceus*). —

Bei den mit bogigen oder verästelten und häufig äußerlich eingedrückten *Ambulacra* ausgezeichneten Scutelliden gruppieren sich die großen Poren zu regelmäßigen oder unregelmäßigen *Petaloiden* und die Verzweigung der Ambulacralcanäle verhält sich da ähnlich wie bei den Clypeastriden. Die feinen Poren jedoch ordnen sich längs der Ambulacralfurchen der Ventralfläche in Porenzüge, welche verästelte Streifen (Porenfascien) darstellen und sich oft auch von den Ambulacralplatten auf die Interambulacralplatten erstrecken. Hier gibt jeder Ambulacralcanal innen sowohl unverzweigte als auch verzweigte Seitenäste mit Ampullen und Saugfüßchen unter verschiedenen Winkeln, sei es nun in bedeckten oder unbedeckten Gängen zu den Porenfascien ab. — Bei den Spatangiden endlich sind die *petaloiden Ambulacra* meist ungleich ausgebildet und liegen nicht selten in tiefen Furchen. Die Ambulacralcanäle verlaufen bei diesen Thieren in einer wellenförmigen Linie vom Wassergefäßbringe bis zum Scheitelpole. Auf ihrem Wege dahin schicken sie ebenfalls wellenförmig verlaufende Seitenäste an die Ampullen und Füßchen ab. Seitwärts vom Oesophagus nimmt aus dem Wassergefäßbringe der sogenannte „Verbindungsast“ (Fig. 8) seine Entstehung, welcher in das Magengefäß einmündet und das Blutgefäßsystem mit dem Wassergefäßsysteme verbindet. Die Körperoberfläche der Spatangen führt Kiemenfüßchen auf der *Petaloidea*, Tastfüßchen um den Mund; auf den Ambulacralplatten des vorderen Ambulacralfeldes, welche nur je eine Pore haben, Gehfüßchen und am übrigen Körper Saugfüßchen. Alle diese Füßchen besitzen nur spärliche Muskeleinlagerungen und können deshalb nur wenig zur Ortsveränderung beitragen.

Die außen und innen mit einem Wimperepithel versehenen Wandungen der Ambulacralcanäle bestehen aus ringförmigen Muskelfasern, welche einer an



Pigmentkörnchen, Zellen und Kalkkörperchen reichen Bindegewebeschicht eingelagert sind. Die Wandungen des Verbindungszweiges tragen kein äußeres Wimperepithel, stimmen aber im übrigen Baue mit dem der Ambulacraleanäle überein.

Die Flüssigkeit im Wassergefäßsysteme ist dieselbe wie in der Leibeshöhle, besteht aus pigmentierten und amoeboiden Zellen und ist stets mit Seewasser vermischt. Die Mischung erfolgt durch die Madreporenplatte, deren Porencanäle zum Theile in die Leibeshöhle, zum Theile in den Steincanal einmünden. Wird durch die Bewegung des Kauapparates (Echiniden) und durch die Entleerung der Ampullen die Leibeshöhle vergrößert, so wird in demselben Maße der Druck des den Seeigel umspülenden Seewassers erhöht und es strömt nun von außen her so lange frisches Wasser durch die Madreporenplatte in die Leibeshöhle ein, bis der gegenseitige Druck ausgeglichen ist. Sobald sich aber die Füßchen zusammenziehen, erleiden die Ampullen und zugleich die Flüssigkeit der Leibeshöhle einen stärkeren Druck und es muss jetzt ein gewisses Quantum Wasser sowohl aus dem Wassergefäßsysteme als auch aus der Leibeshöhle theils durch die Madreporenplatte nach außen, theils durch den Verbindungszweig in das Blutgefäßsystem abgegeben werden. — Wie die nicht contractilen Poli'schen Blasen thätig sind, bleibt dahin gestellt; wahrscheinlich wird, wie Hoffmann annimmt, ihre Füllung und Entleerung durch einen Druck der Kinnladen auf sie bewerkstelligt.

## 2. Blutgefäßsystem.

Das Blutgefäßsystem der Echinoideen ist noch unvollständiger bekannt als das Wassergefäßsystem. Wenn auch Tiedemann, Agassiz, Joh. Müller, Hoffmann u. a. in der Beschreibung desselben von einander sehr abweichen, weil einige von ihnen gewisse Wassergefäße mit Blutgefäßen verwechselten, so haben doch alle Forscher bei den von ihnen untersuchten Seeigeln die Haupttheile des Blutgefäßsystemes, nämlich den oralen und aboralen Blutgefäßring und das beide Ringe mit einander verbindende Herz ziemlich übereinstimmend beschrieben.

Der orale Blutgefäßring umgibt den Oesophagus, der aborale (circulus analis) umkreist am Scheitelpole das Mastdarmende. — Bei den meisten Regularien entspringt aus dem oralen Blutgefäßringe ein contractiler Gefäßstamm, welcher längs der der Schale abgewandten Seite am Darne bis zum aboralen Gefäßringe verläuft, um in denselben seinen flüssigen Inhalt zu ergießen. Dieser Gefäßstamm beginnt als ein dünner Canal, nimmt in seinem mittleren Verlaufe an Stärke allmählich zu und hierauf wieder ab. Wegen seiner ventralen Lage am Darne führt er den Namen *ventrales Darmgefäß* (Darmarterie, Tiedemann). Dasselbe gibt in seinem Anfangstheile mehrere feine Zweige an die Muskeln und Haut des Kauapparates und Oesophagus ab, in seinem weiteren Verlaufe aber versieht es die Oberfläche des Darmes mit zahlreichen verzweigten Seitenästen.

Dem ventralen Darmgefäße gegenüber nimmt aus dem oralen Blutgefäßringe noch ein zweiter Gefäßstamm als ein sehr feiner Canal seine Entstehung. Auch dieser erweitert sich in seiner Mitte bedeutend, um von da ab wieder an Stärke abzunehmen. Er liegt dorsalwärts, verläuft dem ventralen Darmgefäße gegenüber am Darne und heißt *dorsales Darmgefäß* (Darmvene, Tiedemann)

Weder mit dem aboralen Gefäßbringe, noch mit dem ventralen Darmgefäße, noch mit dem Herzen communicierend, löst es sich vor dem Darmende in ein Capillarnetz auf, nachdem es vorher eine Menge feiner, von der gegenüberliegenden Seite des Darmes herkommender Äste aufgenommen und andere abgegeben hat (Tiedemann). —

Die beiden Blutgefäßbringe werden mit einander durch das Herz verbunden, welches über der Laterne des Aristoteles neben der Speiseröhre liegt. Dasselbe stellt einen länglich ovalen Schlauch vor, der sich mit seinem unteren Ende in den oralen und mit seinem oberen Ende in den aboralen Blutgefäßbringe einfügt. Die Höhlung des Herzens wird streckenweise durch häutige und muskulöse Querwände in unregelmäßige Kammern abgetheilt. Das Gewebe der Herzenswandung ist an der Höhlung maschenförmig, gegen die äußere Oberfläche zu aber mehr compact. Die Elemente des Gewebes sind Muskelfasern, welche, nach verschiedenen Richtungen hinstreichend, einander kreuzen und auf diese Weise ein verworrenes Flechtwerk bilden. Die bräunliche Färbung der Wandung verursachen Pigmentkörperchen, welche in großer Zahl in die Muskelfaserschichte eingebettet sind. Nach Leydig wird das Herz von einer Art Pericardium umhüllt; dasselbe ist jedoch nichts anderes als ein homogenes, der Muskelschichte aufgelagertes Wimperepithel. — Außer diesen genannten Blutgefäßen führen Tiedemann und Valentin noch mehrere, theils arterielle, theils venöse Gefäße an, von denen zwei auf den 5 Ambulacralcanälen, die anderen auf der die innere Schalenoberfläche bekleidenden Membran verlaufen sollen. Hoffmann suchte diese vergebens und bestreitet auch ihr Vorkommen.

Einige Irregularia (Spatangiden) weisen im Baue des Blutgefäßsystemes mancherlei Modificationen auf, welche besonders durch den Mangel des Herzens und des aboralen Blutgefäßbringes bedingt werden. Das ventrale Darmgefäß verläuft bei *Spatangus* (nach Hoffmann) auf der großen Mesenterialplatte (Fig. 9) und liegt dem Darne dicht an. Verfolgt man es in seinem Verlaufe bis zur Umbiegungsstelle des gewundenen Organes — einem Nebenrohre des Dickdarmes, welches beiläufig in der Mittellinie des Körpers quer über den Magen geht und hinter dem Stützapparate am Munde umbiegt — so nimmt man wahr, dass es hier den Darm verlässt, beinahe auf die Mitte der Mesenterialplatte heraustritt und an der Grenze zwischen Dünn- und Dickdarm seine Richtung ändert. Es biegt nämlich nach hinten um, dringt in die Falte, welche Dünn- und Dickdarm von einander scheidet, ein und setzt längs der Peripherie des Divertikels seinen Weg als Divertikelgefäßbringe fort. Von diesem Gefäßbringe zweigen sich zahlreiche, fast parallel neben einander verlaufende Gefäße ab, die durch kleine Querästchen mit einander anastomieren und auf der Oberfläche des Divertikels ein dichtes Capillarnetz bilden.

Der Divertikelgefäßbringe ist nicht geschlossen, sondern geht mit seinem Endtheile auf den Dickdarm über, um hier das dorsale Darmgefäß zu bilden, welches längs dem äußeren Rande des Dickdarmes, denselben durch zahlreiche Seitenästchen speisend, verläuft. An der Umbiegungsstelle des Dickdarmes lösen sich beide Darmgefäße in ein dichtes Capillarnetz auf, durch welches sie mit einander in Anastomose stehen. — In der Nähe des Stützapparates am Munde kommt

vom Dickdarme her ein Gefäß, das Magengefäß, welches längs dem gewundenen Organe verläuft und sich am Magen, Oesophagus und Dünndarm in ein Capillarnetz auflöst. Das Magengefäß schickt einen Seitenast zwischen dem Oesophagus und Stützapparate in den Wassergefäßring ab, durch welchen das Blutgefäßsystem mit dem Wassergefäßsysteme verbunden wird. Schon Milne-Edwards beschrieb bei Spatangiden einen Seitenast, welcher das Blutgefäßsystem mit dem ungleichschenkeligen Nervenpentagone (*anneau vasculaire circumbuccal*) in Verbindung setzt. Die Existenz dieses Verbindungsastes wurde später von Perrier und Hoffmann geleugnet. Als aber Hoffmann die Spatangen neuerdings einer genauen anatomischen Untersuchung unterzog, fand er den Verbindungsast, welchen Milne-Edwards irrthümlich in den Nervenring einmünden ließ, da ihm der dem Nervenringe anliegende Wassergefäßring unbekannt war, wirklich vor und nannte ihn Verbindungsast. Der Dickdarm erhält das Blut aus den beiden Darmgefäßen, welche an seine Wandungen zahlreiche verzweigte Seitenäste abgeben. — Träger der Blutgefäße ist bei den Seeigeln das Mesenterium des Darmes.

Die Wandungen der frei aufliegenden Blutgefäße werden von einer Lage longitudinaler und transversaler Muskelfasern, welche dicht aneinander liegen, gebildet. Außen wird die Muskelfaserschicht von einem Wimperepithel, innen von einer hyalinen Bindegewebelage überzogen. In die Gewebe sind zahlreiche bräunliche und gelbliche Pigmentkörperchen und farblose Kügelchen eingelagert. Bei den im Darmrohre ausgebreiteten Capillargefäßen sind die Wandungen zu zart, als dass sie wahrnehmbar wären.

Das Blut besteht aus einem eiweißreichen, farblosen Plasma, in dem Blutzellen von verschiedener Gestalt und Größe suspendiert sind. Kugelige, linsenförmige und amöboide Zellen sind in großer Zahl vorhanden; einige Zellen sind kernhaltig, andere kernlos, einige besitzen eine glatte, andere eine granulirte Oberfläche. Viele Zellen sind farblos, doch die bei weitem größere Anzahl ist pigmentirt; manche rotieren um ihre eigene Achse, andere dagegen manchen amöboide Bewegungen. Außer den gefärbten und farblosen Blutkörperchen fand Hoffmann in der Blutflüssigkeit fremdartige Körperchen von unbekannter Bedeutung. Da das Blutgefäßsystem mit dem Wassergefäßsysteme in directer Verbindung steht, wie Hoffmann bei den Spatangen gezeigt hat, so ist es natürlich, dass das Blut mit Seewasser vermischt erscheint. Soweit der Blutkreislauf bekannt ist, wurde er in der Skizzirung des Blutgefäßsystemes der Hauptsache nach angedeutet. Dem wäre nur noch beizufügen, dass die Fortleitung des Blutes durch die auf- und abwallende Bewegung der contractilen Blutgefäße (nach Joh. Müller) und nicht durch ein inneres Wimperepithel vermittelt wird (Valentin).

Es bleibt nun noch übrig, eine übersichtliche Darstellung des Blut- und Wassergefäßsystemes der Holothurioidea nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft zu geben; eine diesbezügliche Erörterung möge den Gegenstand des nächstjährigen Programmes bilden.

## Erklärung der Zeichnungen.

Fig. 1. Querschnitt durch den Arm von Antedon (schematisiert, nach H. Ludwig).

- |   |   |
|---|---|
| <p><i>t.</i> Tentakelrinne.<br/> <i>rn.</i> radiärer Nerv.<br/> <i>rb.</i> radiäres Blutgefäß.<br/> <i>rw.</i> radiäres Wassergefäß.<br/> <i>q.</i> Quermuskelbänder im Wassergefäße.<br/> <i>s.</i> Saumplättchen.</p> | <p><i>vc.</i> Ventralcanal.<br/> <i>pc.</i> Perihämalcanal.<br/> <i>dc.</i> Dorsalcanal.<br/> <i>m.</i> Muskel zwischen zwei Armgliedern.<br/> <i>rf.</i> radiäre Fasermasse.<br/> <i>k.</i> Kalkglied.</p> |
|---|---|

Fig. 2. Verticaler Axialschnitt durch die Scheibe von Antedon (schematisiert, nach H. Ludwig).

- |  |  |
|--|--|
| <p><i>a.</i> Körperwand.<br/> <i>ih.</i> interradiale Hälfte.<br/> <i>rh.</i> radiale Hälfte.<br/> <i>k.</i> Kelchporen.<br/> <i>b.</i> Blutgefäßbring.<br/> <i>ab.</i> Aussackung des Blutgefäßbringes.<br/> <i>w.</i> Wassergefäßbring.<br/> <i>n.</i> Nervenring.<br/> <i>st.</i> Steincanal.<br/> <i>t.</i> Tentakelrinne.<br/> <i>d.</i> Spiralförmig gewundener Darm.<br/> <i>i.</i> interviscerale Leibeshöhle.<br/> <i>al.</i> axiale Leibeshöhle.<br/> <i>f.</i> interradiale Fortsetzung der Leibeshöhle.<br/> <i>c.</i> radiäre Fortsetzung der Leibeshöhle.<br/> <i>r.</i> Rosette.<br/> <i>r<sub>1</sub>—r<sub>3</sub>.</i> Radialia.</p> | <p><i>b<sub>1</sub>—b<sub>3</sub>.</i> Bracchialia.<br/> <i>cd.</i> Centrodorsalstück.<br/> <i>ch.</i> Chirrus.<br/> <i>h.</i> dorsales Herzgeflecht (Herz).<br/> <i>rn.</i> radiärer Nerv.<br/> <i>rb.</i> radiäres Blutgefäß.<br/> <i>rw.</i> radiäres Wassergefäß.<br/> <i>vc.</i> Ventralcanal.<br/> <i>dc.</i> Dorsalcanal.<br/> <i>pc.</i> Perihämalcanal.<br/> <i>bc.</i> Blutgefäß der circumvisceralen Leibeshöhle unterhalb des Ventralcanales.<br/> <i>bd.</i> Blutgefäße, welche mit dem Herzen und der intervisceralen Leibeshöhle in Verbindung stehen.<br/> <i>ko.</i> gekammertes Organ.<br/> <i>s.</i> Saumplättchen.</p> |
|--|--|

Fig. 3. Horizontalschnitt durch das gekammerte Organ (schematisiert).

- |  |   |
|--|---|
| <p><i>f.</i> Fasermasse.<br/> <i>rf.</i> radiärer Faserstrang.</p> | <p><i>k.</i> Kammer.<br/> <i>a.</i> Achsenstrang.</p> |
|--|---|

Fig. 4. Schema des Wassergefäßsystemes der Ophiuren.

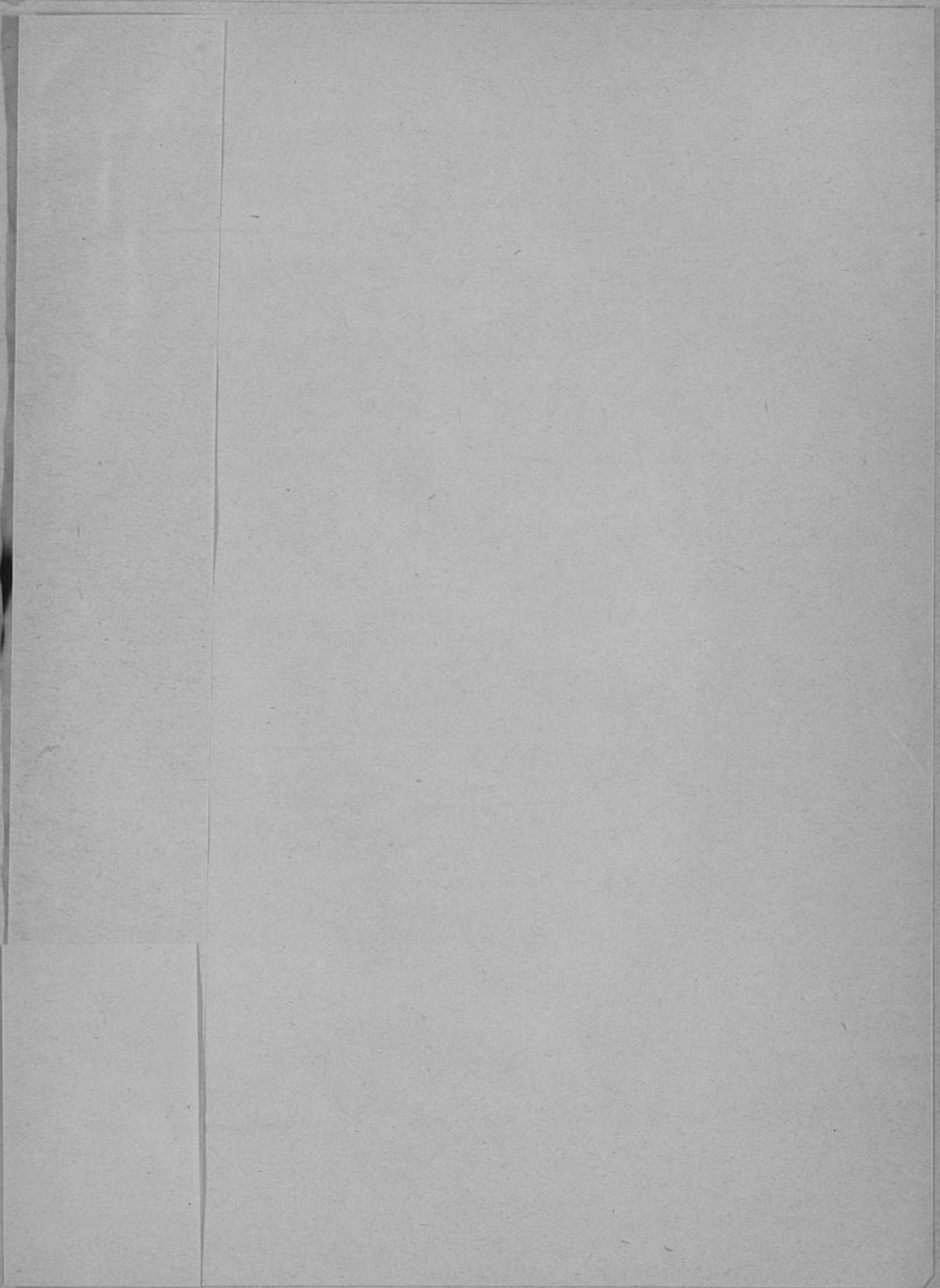
- |   |   |
|---|---|
| <p><i>w.</i> Wassergefäßbring.<br/> <i>b.</i> Pol'sche Blase.<br/> <i>r.</i> Ambulacralsanal.<br/> <i>s.</i> Seitenzweig zu dem Füßchen.<br/> <i>d.</i> Steincanal.</p> | <p><i>a.</i> Füßchenampulle.<br/> <i>p.</i> Füßchen.<br/> <i>c.</i> Steincanalampulle.<br/> <i>m.</i> Madreporenplatte.</p> |
|---|---|

Fig. 5. Schematischer Querschnitt durch den schlauchförmigen Canal eines Seesternes.

- |   |   |
|---|---|
| <p><i>h.</i> Herz.<br/> <i>sc.</i> Perihämalraum des Herzens.</p> | <p><i>st.</i> Steincanal mit der Kalklamelle.<br/> <i>l.</i> Lamelle des sichelförmigen Bandes.</p> |
|---|---|

Fig. 6. Schematische Darstellung des Blutgefäßsystemes der Asteroideen.

- |   |  |
|---|--|
| <p><i>a.</i> dorsaler Blutgefäßbring.<br/> <i>b.</i> Genitalblutgefäß.<br/> <i>c.</i> Dorsales, in die Haut abtretendes Endstück des Herzens.<br/> <i>m.</i> Darmgefäß.</p> | <p><i>d.</i> Herz.<br/> <i>e.</i> Steincanal.<br/> <i>g.</i> Wassergefäßbring.<br/> <i>l.</i> laterales Blutgefäß.<br/> <i>f.</i> oraler Blutgefäßbring.</p> |
|---|--|



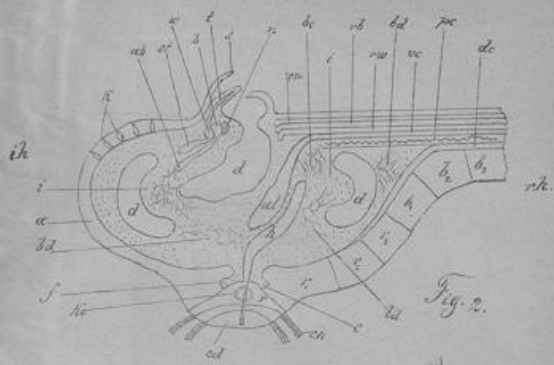


Fig. 2.

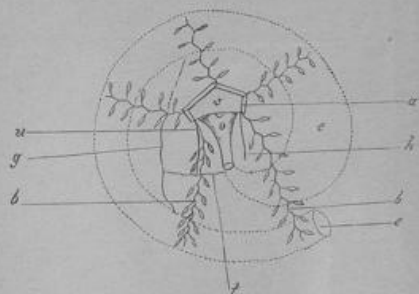


Fig. 8.

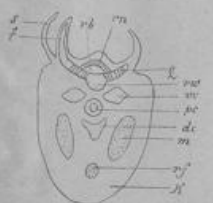


Fig. 1.



Fig. 5.

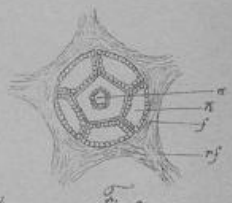


Fig. 3.

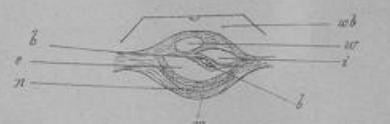


Fig. 7.

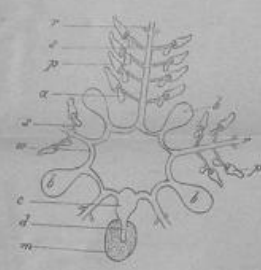


Fig. 4.

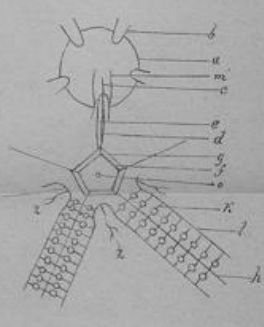


Fig. 6.

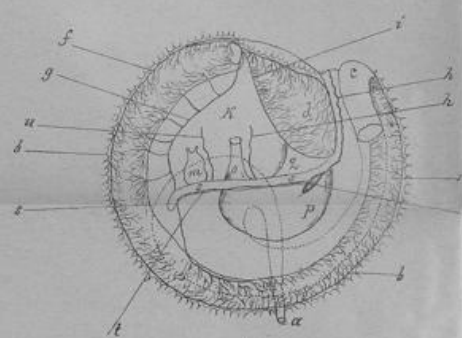


Fig. 9.



- o.* Mundöffnung.  
*h.* radiäres Blutgefäß.  
*k.* Querästchen.  
*ol.* äußerer oraler Perihämalcanal (lateral  
 Gefäßring).  
*z.* Zweige zur Rückenhaut.

Fig. 7. Schematischer Verticalschnitt durch das Perisom eines Seesternes in der Richtung eines Interradius.

- m.* Mundhaut.  
*wb.* Wirbelhälfte.  
*w.* Wassergefäßring.  
*i.* innerer oraler Perihämalcanal.  
*e.* äußerer oraler Perihämalcanal.  
*b.* Blutgefäßgeflecht.  
*n.* Nervenring.

Fig. 8. Anfangstheil des Darmcanales von *Spatangus*, um das Wassergefäßsystem zu zeigen (nach Hoffmann).

- a.* Wassergefäßring.  
*b.* Ambulacralcanal.  
*e.* abgeschnittener Darm (punctiert).  
*v.* Oberlippe.  
*o.* Oesophagus.  
*h.* Steincanal.  
*u.* Verbindungszweig.  
*g.* ventrales Darmgefäß.  
*t.* Magengefäß.

Fig. 9. Blutgefäßsystem von *Spatangus* (von der Seite gesehen, nach Hoffmann).

- a.* After.  
*b.* Mesenterium der Schale.  
*c.* Umbiegungsstelle des Darmes.  
*d.* Divertikel.  
*e.* Wassergefäßherz.  
*f.* Dorsales Darmgefäß.  
*g.* ventrales Darmgefäß.  
*m.* Stützapparat am Munde.  
*s.* gewundenes Organ.  
*h.* Steincanal.  
*i.* Divertikelgefäßring.  
*q.* Dünndarm.  
*r.* Dickdarm.  
*o.* Oesophagus.  
*p.* Magen.  
*t.* Magengefäß.  
*u.* Verbindungszweig.  
*k.* große ventrale Mesenterialplatte.

Wenzl Essl.