

Beiträge zur Histologie der Echinodermen.

Von

Dr. Otto Hamann,

Privatdocenten der Zoologie in Göttingen.

I. Mittheilung.

Die Holothurien (Pedata) und das Nervensystem der Asteriden.

Mit Tafel X—XII und 1 Holzschnitt.

Einleitung.

Da wir bisher über die Gewebe der Echinodermen noch so gut wie gar nichts wissen, so erschien es mir als eine besonders dankbare Aufgabe, dieselben bei den verschiedenen Gruppen zu untersuchen. In einer Reihe von Mittheilungen gedenke ich die Resultate niederzulegen, von denen die erste über die Gewebe der pedaten Holothurien handeln und zugleich das Nervensystem der Asteriden in seinem histologischen Verhalten klar legen soll.

Bei einem Aufenthalte in Helgoland in den Sommerferien 1882 begann ich die Untersuchungen, um dieselben weiter fortzusetzen in dem zoologischen Institut in Göttingen, dessen Mittel mir Herr Prof. EHLERS als Direktor desselben zur Verfügung stellte. Hierfür so wie für mannigfache wissenschaftliche Belehrung sage ich auch an dieser Stelle meinen Dank.

Das Material, welches mir zur Untersuchung vorlag, bestand aus gut konservirten Thieren aus der zoologischen Station zu Neapel. Sowohl *Cucumaria cucumis* Risso als *Holothuria tubulosa* Gmel. lag in konservirtem Zustande vor. Außerdem war mir eine hinreichende Anzahl von *Cucumaria Planci* Brndt. im lebenden Zustande zu Händen. Besonders an diesen Exemplaren gelang es mir über die Hauptfragen ins Reine zu kommen. Von Asteriden untersuchte ich *Asteracanthion rubens* L. und *Solaster papposus* Retz, beide lebend aus der Nordsee stammend, so wie *Astropecten aurantiacus*.

Was nun die Untersuchung der Gewebe der Holothurien anlangt, so

ist lebendes Material unerlässlich. Eine Arbeit, welche nur aus Resultaten bestände, welche an konservirtem Material gewonnen wären, ist als nahezu werthlos zu bezeichnen. Bei kaum einer anderen Thierklasse tritt eine so verschiedene Veränderung der Gewebe durch die verschiedenen Reagentien ein. Gute Resultate erhält man an mit Chromsäure oder Sublimat behandelten Thieren. Keine Flüssigkeit kann aber für alle Gewebe angewendet werden. Man muss durch Probiren die für jedes besondere Gewebe passende Konservirungsflüssigkeit herausfinden.

Eben so ist es mit den Färbemitteln. An ungefärbten Schnitten sieht man Manches, was bei Hämatoxylin oder gar Karminfärbung, nicht zu erkennen ist. Auch hier ist es nöthig die verschiedenen Färbemittel bei ein und demselben Gewebe anzuwenden. Für das Nervensystem der Asteriden hat mir außer Karmin vortreffliche Dienste gethan das von WEIGERT¹ empfohlene Säurefuchsin, welches ich in verschiedenen Lösungen (alkoholisch und wässrig) anwendete. Bei der Besprechung der verschiedenen Gewebe werde ich hier und da auf die mir als am besten erschienenen Konservirungsmethoden aufmerksam machen.

Was nun die Litteratur angeht, so kann es hier nicht meine Aufgabe sein, die verschiedenen Arbeiten über die Anatomie der Holothurien zu besprechen, zumal sich nur zerstreute und wenige Angaben über die Gewebe vorfinden. Überdies findet man auch in SEMPER'S Monographie dieser Thiere die verschiedenen Abhandlungen citirt an denjenigen Stellen, wo SEMPER selbst histologische Daten giebt.

Die Arbeiten von GREEFF, HOFFMANN, TEUSCHER, LANGE, SELENKA, DANIELSSEN und KOREN, werde ich, so weit sie über die Gewebe handeln, an den entsprechenden Stellen heranziehen.

Ich werde nun zunächst mit einer Schilderung der Körperwandung beginnen und hieran die Histologie des Darmtractus knüpfen. Des Weiteren sollen die Suspensorien des Rectums, so wie die Mesenterien näher beschrieben werden, um dann die Fortpflanzungsorgane und den Ausführgang der Geschlechtsprodukte zu schildern. Hieran soll sich eine Darstellung des Bindegewebes, der Plasmawanderzellen, der Muskulatur, so wie der Blutgefäße knüpfen, und zum Schluss der Bau des Nervensystems der Holothurien und Seesterne dargelegt werden.

Der Bau der Körperwandung.

Durch LEYDIG wurde zuerst bei Synapta der helle Grenzsaum, die Cuticula, welche den Epithelzellen des Körpers aufliegt, beschrieben. Er charakterisirt denselben als ein feines Häutchen, glashell, welches

¹ WEIGERT, Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1882. Nr. 42 und 43.

eine Lage von Zellen, die bald von cylinderförmiger, bald von abgeplatteter Gestalt sind, begrenzt. In diesen Zellen ist das Pigment eingelagert.

Nicht nur bei Synapta, sondern bei allen Holothurien findet sich diese Cuticula vor. Unter den Zellen des Epithels, welche das Coelom begrenzen, findet sich eine Muskelschicht, deren Fibrillen ringförmig um den Körper verlaufen. Auch diese Schicht wurde zum ersten Male von LEYDIG¹ beschrieben.

Wollen wir nun einen genauen Einblick in den Bau der Körperwand gewinnen, so ist es nöthig, nach einer Stelle zu suchen, wo die Kalkkörper der Cutis, also der Binde substanz, wenig entwickelt sind. Solche Stellen trifft man unterhalb der Tentakel an.

Ein Querschnitt durch die Körperwand zeigt uns dann Folgendes: Auf die Epithelschicht folgt eine stark entwickelte Bindegewebsschicht, in welcher nur vereinzelt Kalkkörper auftreten. Die Zusammensetzung dieser Schicht aus Fibrillen lässt sich hier recht gut feststellen. Außer den Fibrillen, welche meist parallel zu einander verlaufen, treten zwei weitere Elemente auf, nämlich kleinere Zellen von spindelförmiger Gestalt und große körnerreiche Zellen. Die Bindegewebsfibrillen sind lediglich die Ausläufer der spindelförmigen Zellen, während die großen körnerreichen Zellen, welche ich als Plasmawanderzellen forthin bezeichnen werde, sich zerstreut vorfinden. Sie treten unmittelbar unter dem äußeren Körperepithel in größerer Menge oft dichtgedrängt neben einander liegend auf. Auf diese Bindegewebsschicht folgt eine Ringmuscularis, welcher das einschichtige Innenepithel aufliegt. Ein weit complicirteres Bild erhält man, sobald man die Körperwand ungefähr in der Körpermitte des Thieres zur Untersuchung wählt. Fig. 4 stellt einen solchen Querschnitt dar. Auf das Außenepithel, welches hier eine Menge schwarzbraunen Pigments eingelagert enthält, folgt die Bindegewebsschicht, welche eine verschiedene Zusammensetzung zeigt. Unterhalb des Epithels zeigt dieselbe ein maschenartiges Aussehen. In den einzelnen Lücken oder Maschen, welche die Fibrillen bilden, finden sich die radförmigen Kalkkörper eingeschlossen, welche aber in der Figur nicht mit gezeichnet sind. Man entfernt diese Gebilde leicht durch Säuren, kann jedoch das Gewebe auch gut mit denselben schneiden, was in so fern von Werth ist, als man nur auf diese Weise über die Lage derselben einen Einblick bekommen kann.

Die Kalkkörper finden sich nur in der obersten Schicht der Binde substanz, welche zwei Drittel des ganzen Gewebes einnimmt. Besonders schön sind hier die Fibrillen mit ihren Zellen zu erkennen. In der Fig. 6

¹ LEYDIG, Anatomische Notizen über Synapta digitata. in: MÜLLER'S Archiv für Anatomie und Physiologie. 1852.

sind nur die Kerne gezeichnet, da das Präparat mit Boraxkarmin gefärbt war, welches die Zelleiber gänzlich ungefärbt lässt.

Während die Bindegewebsfibrillen da wo die Kalkkörper vorkommen netzartig angeordnet sind, verlaufen sie unterhalb der kalkkörperhaltigen Schicht parallel. Oft verfilzen sich die einzelnen Fibrillen, verkleben mit einander, so dass diese Lage einen knorpeligen Charakter annehmen kann. Zerzupft und macerirt man aber diese knorpelig erscheinende Lage der Bindesubstanz, so erkennt man bald, dass es sich auch nur um Fibrillen handelt, welche unter einander verklebt sind.

Auf diese zweite, als knorpelig bezeichnete Bindesubstanzlage folgt eine dritte Lage, in welcher die Fibrillen zwar auch vertreten sind, aber gänzlich verdeckt werden durch die Plasmawanderzellen. Letztere bilden dicht gedrängt zusammenliegend eine Schicht, welche sich an den verschiedensten Körperstellen wiederfindet. Figur 5 zeigt uns diese Zellenanhäufung stärker vergrößert. Diese Plasmawanderzellen zeigen sämtlich einen Kern und einen Inhalt von lichtbrechenden Körnern.

Auf diese Schicht folgt unmittelbar die Muskelschicht, aus ringförmig verlaufenden Fibrillen bestehend, und hierauf das innere Körperepithel, welches aus kubischen bis palissadenförmigen Zellen gebildet wird, je nach der Kontraktion des Körpers.

Der Darmtractus.

Die Mundöffnung, welche von einem Kranze von Tentakeln umstellt wird, führt in den Ösophagus, den ersten Abschnitt des Darmes. Es verengt sich derselbe an seiner Basis trichterförmig, um sich in den zweiten Darmabschnitt fortzusetzen, welcher einen weit geringeren Durchmesser besitzt, als der erstere. Diesen zweiten Abschnitt des Darmes bezeichnet man als den Magen. Auf ihn, gleichfalls durch eine Einschnürung getrennt, folgt der bei Weitem größte Abschnitt, der eigentliche Darm, den wir als Dünndarm bezeichnen wollen. Er erweitert sich in das Rectum, den Dickdarm, welcher letzterer durch den After nach außen mündet.

Diese vier Abschnitte des Darmes, welche sich äußerlich von einander unterscheiden, sind auch histologisch verschieden gebaut, so dass die morphologische Eintheilung den physiologischen Funktionen vollkommen Rechnung trägt.

Der Schlund.

Ich beginne mit der Schilderung des Schlundes, als des ersten Abschnittes. Der Schlund hebt sich durch seine schwarze Färbung von den übrigen Darmabschnitten ab. Dieses Pigment ist den Epithelzellen ein-

gelagert, welche das Lumen des Schlundes auskleiden. Da es hier in großer Menge vorkommt, ist es nicht leicht, sofort über den Bau dieser Zellen ins Klare zu kommen. Die Epithelzellen kennzeichnen sich als feine fadenförmige Elemente, deren Querdurchmesser im Verhältnis zum Längsdurchmesser verschwindend klein ist (vgl. Fig. 14 und 15). Im oberen Theile der Zellen liegt der Kern. Unterhalb desselben findet sich das Pigment angehäuft. Hier und da bildet das Epithel, welches als einschichtiges zu bezeichnen ist, zottenförmige Erhebungen. Eine helle Cuticula lagert den Epithelzellen des Schlundes auf. Sie findet sich bis in das Rectum hinab, und ist überall von beträchtlicher Dicke, so dass sie leicht von ihren Bildnerinnen, den Epithelzellen, abgelöst werden kann.

Was nun die Muskulatur anlangt, so findet sich nur eine schwach entwickelte Ringmuscularis vor. Sie ist am stärksten entwickelt unterhalb der Mundöffnung, während sie nach der Basis des Schlundes hin, da wo derselbe sich trichterförmig verengt, abnimmt. In gleicher Weise nehmen die Epithelzellen des Darminneren an Länge ab.

Bevor der Schlund in den als Magen zu bezeichnenden Abschnitt übergeht, treten Muskelfibrillen auf, welche der Darmachse parallel verlaufen. Auf dem Querschnitt trifft man zunächst nur eine, dann zwei und mehr Reihen an, je nachdem man den Schnitt der Schlundbasis näher geführt hat.

Auf die Muskelschicht folgt eine Bindegewebslage. Sie besteht aus einem Netzwerk feiner Fibrillen, in welcher hohle Maschen auf dem Querschnitte sich finden. Diese Maschen sind die querdurchschnittenen Blutgefäße, welche in unbestimmter Zahl und von unbestimmtem Durchmesser hier verlaufen. Ein Endothel kleidet dieselben nicht aus. Das Blut cirkulirt also in einfachen Spalträumen des Bindegewebes.

Je mehr man sich nun dem Magen nähert, desto stärker entwickelt zeigt sich jetzt die nach innen liegende Muskelschicht, die Längsmuscularis. In gleicher Weise entwickelt sich auch die Ringmuscularis stärker und stärker, wie es in Fig. 15 auf einem Querschnitt zu sehen ist. Beide Muskelschichten zeigen sich jetzt gleich stark entwickelt. Das Pigment verschwindet allmählich, während die Epithelzellen zottenförmige Erhebungen bilden. An Stelle des schwarzen Pigments finden sich jetzt sowohl im Bindegewebe, als auch im Darmepithel Anhäufungen eines gelben Pigments, welches meist in Ballen vereint vorkommt.

Der Magen

zeichnet sich durch seine zottenförmigen Erhebungen, welche weit in sein Lumen hineinragen, aus. Er ist als ein Muskelmagen zu bezeichnen.

Seine stark entwickelte Muskulatur wird ihn in Stand setzen, die Nahrung weiter in den Dünndarm zu befördern (vgl. Fig. 17).

Betrachtet man die Gewebslagen, welche die Magenwand bilden, so sieht man, dass auf die innere Epithelschicht nicht sofort die Längsmuscularis folgt, sondern, wie SEMPER angiebt, eine Bindegewebslage, welche aber sehr schwach entwickelt ist. Auf diese Muscularis folgt die Ringmuskelschicht, welche ersterer an Entwicklung gleich kommt. Hierauf folgt die Bindegewebschicht, welche nach der Leibeshöhle zu von einem Plattenepithel begrenzt wird (*de*²). Oft findet man einen grünlichen Farbstoff in Körnerform zwischen den Muskelschichten abgelagert, was ich hier beiläufig mit bemerkt haben will.

Der Magen wird durch eine Einschnürung vom Dünndarm getrennt, wie ich schon oben erwähnt habe. Vor derselben hat bereits die Längsmuscularis an Ausdehnung abgenommen, während der Durchmesser der Ringmuscularis gleichkommt dem Durchmesser der übrigen Schichten zusammengenommen. An der Basis des Magens verschwindet die Längsmuskelschicht fast ganz. Wir sahen dieselbe, um es zusammenzufassen, im oberen Theile des Ösophagus fehlen; sie stellte sich erst an der Basis desselben ein, um ihre größte Entfaltung in der Mitte des Magens zu erlangen.

Der Dünndarm.

Man kann am Dünndarm zwei Regionen unterscheiden. Der Anfangstheil besitzt ein großes Lumen, während der weit größte Abschnitt desselben ein kleines Lumen zeigt, gegenüber seiner Wandung (vgl. Fig. 19). Weiter unterscheidet sich der erste Abschnitt durch das Auftreten von Anhangsgebilden, die ich weiter unten zum ersten Male beschreiben werde.

Schicken wir die Bemerkungen über die Muskulatur voraus! Die Ringmuscularis nimmt unterhalb der Einschnürung, durch welche die Trennung von Magen und Dünndarm markirt wird, ab, um dann im weiteren Verlaufe des Darmes sich gleich zu bleiben. In beiden Abschnitten des Dünndarmes findet man nach innen von der Ringmuscularis, dieser aufliegend, Längsmuskelfasern. Sie sind kaum zu einer Schicht angeordnet, sondern verlaufen, indem sie oft Zwischenräume zwischen einander lassen. — Der Bau der Epithelzellen zeigt, dass wir in diesem Theile des Darmes den *resorbirenden* Abschnitt zu suchen haben. Die Darmepithelzellen unterscheiden sich von dem Magenepithel in folgender Weise. Die Kerne der palissadenförmig gestalteten Zellen sind nach der Mitte der Zellen zurückgetreten, so dass hierdurch der dem Darmlumen zugekehrte Theil der Zellen durch seine granulirte Be-

schaffenheit sich abhebt von dem tieferen, welcher den Kern birgt (vgl. Fig. 20). Erscheint nun das Plasma bei schwächerer Vergrößerung (Fig. 20) als fein granulirt, so erkennt man bei Anwendung der stärksten Objektive, dass dasselbe eine netzförmige Struktur besitzt (Fig. 22). Zwischen den Epithelzellen, gewöhnlich an der Basis des protoplasmatischen Theiles, finden sich gelbe Ballen vor, die vielleicht als Drüsenzellen gedeutet werden müssen. Diese gelben kugelförmigen Anhäufungen sind verschieden von den im Magen beschriebenen Pigmentanhäufungen. Sie bestehen aus granulirtem Protoplasma, welches gelb gefärbt ist. Isolirt man diese kugligen Gebilde, so findet man ihnen außen Kerne anhängen. Vielleicht handelt es sich hier um umgewandelte Epithelzellen, deren Inhalt verschmolzen ist, und welchen die Kerne außen aufliegen. Sie scheinen jedenfalls zur Nahrungsaufnahme in irgend einer Beziehung zu stehen. Die Gestalt dieser Gebilde ist eiförmig bis kuglig. Oft sind einzelne verschmolzen, und bilden so größere Massen (vgl. Fig. 24).

In einem Punkte unterscheidet sich der Dünndarm vom Magen und Schlund. Es tritt nämlich zwischen dem inneren Darmepithel und der Muskelschicht diejenige Bindegewebslage, die ich als innere, zum Unterschied von der äußeren, bezeichnen will, stärker entwickelt auf. Auf diese innere Bindegewebschicht folgt die Längs- und Ringmuscularis, und auf letztere die externe Bindegewebschicht mit dem Epithel. Die externe Bindegewebslage verschwindet mehr und mehr, so dass dann auf das äußere Epithel unmittelbar Ring- und Längsmuscularis folgt.

Blutgefäße kann ich weder in der einen noch der anderen Schicht erkennen. Am Dünndarm beschränkt sich das Gefäßsystem auf die beiden Hauptstämme, das dorsale und ventrale Gefäß. Durch eine Injektion dieser Gefäße kann aber in keinem Fall ein sicheres Urtheil erbracht werden, ob in den Bindegewebslagen feine Kapillargefäße existiren, da die Injektionsflüssigkeit nicht bloß auf die Blutgefäße beschränkt bleibt, sondern durch die Lücken, die zwischen den Bindegewebsfasern sich finden, sich weiter verbreitet. Durch eine Injektion kann der Schein erweckt werden, als lägen Haargefäße vor. Durch feine Schnitte überzeugt man sich aber leicht, dass dem nicht so ist.

In Fig. 49 ist ein Querschnitt durch den Dünndarm im unteren Ende gegeben. Das Epithel ist hier in Falten wulstartig zusammengelgt, wie in Fig. 20 noch deutlicher zu sehen ist.

Indem der Dünndarm mehr und mehr an Durchmesser abgenommen hat, erweitert er sich am Ende zu dem glockenförmig gestalteten Rectum. Bevor wir jedoch dieses näher betrachten, will ich eine Schilderung der Anhangsorgane des Dünndarmes geben.

Die blindsackartigen Anhangsorgane des Dünndarmes.

Während man bei den Asteriden fünf Paar von gelappten blindsackartig endenden Schläuchen beschrieben hat, welche von dem mittleren Theile des Darmes ausgehen, ist, so weit ich die Litteratur übersehe, ein homologes Organ bei den Holothuriern bis jetzt noch nicht beschrieben worden. Mir gelang es, ein Homologon dieser Schläuche, wenn auch in anscheinend rudimentärer Gestalt, bei den Cucumarien aufzufinden. Unterhalb des Magens ist der Dünndarm besetzt von einer Reihe von schlauchförmigen Gebilden, deren Lage und Bau ich gleich schildern werde.

Betrachtet man Fig. 24, so sieht man, wie im dorsalen Mesenterium (*dm*) neben dem Darm das Blutgefäß (*dbl*) verläuft. Das rechts von demselben verlaufende Gefäß (*ga*) ist der Ausführgang der Geschlechtsprodukte. Legt man nun Querschnitte durch den Dünndarm etwa in *a—b*, so erhält man neben dem Querschnitt durch letzteren das Mesenterium in ganzer Breite getroffen. An der einen Seite desselben liegen nun die Blindsäcke (Fig. 25), welche sich als Ausstülpungen des Darmes kennzeichnen. Immer geht nur je ein Schlauch ab. Die Länge der einzelnen variirt je nach dem Kontraktionszustande. Auf dem Querschnitte durch ein solches Gebilde treffen wir folgende Schichten an: Auf das Außenepithel folgt eine Längsmuskellage, auf diese die Bindegewebsschicht und das Innenepithel. Die einzelnen Schichten des Darmes setzen sich mithin fort auf diese Schläuche (vgl. Fig. 26 und 27).

An derjenigen Stelle, wo die einzelnen Schläuche abgehen, ist eine Veränderung in der Gestalt der Epithelzellen eingetreten, welche das Dünndarmlumen auskleiden. Die Epithelzellen nehmen nämlich an Länge ab, um da, wo der Schlauch abgeht, beinahe den das Schlauchinnere auskleidenden Epithelzellen an Größe gleich zu kommen, wie es in Fig. 25 angedeutet ist.

Ich habe schon gesagt, dass ich diese Schläuche für Homologa der bei den Asteriden auftretenden weit stärker entwickelten Gebilde halte. Es schien mir von vorn herein sehr wahrscheinlich, dass sich bei den Holothuriern die gleichen Organe müssten wiederfinden lassen. Ob nun auch bei den übrigen Gattungen diese Organe vorkommen, darüber habe ich, da mir hinreichendes Material mangelte, keine Untersuchungen anstellen können. Jedenfalls wird man aber nicht fehl gehen, wenn man ihr Vorkommen auch bei den meisten übrigen Formen voraussetzt. — Über die etwaige Funktion dieser Blindsäcke kann nichts Bestimmtes gesagt werden. Ihre geringe Ausbildung scheint aber darauf hin zu deuten, dass man es mit rückgebildeten Organen zu thun hat.

Das Rectum.

Im Rectum finden wir dieselben Gewebe wieder vor, nur in modificirter Gestalt. Das Innenepithel, wie ich die Epithelschicht nenne, welche das Lumen des Enddarmes auskleidet, besteht aus einer Lage abgeplatteter Zellen. Keinerlei zottenförmige Bildungen findet man hier. Auf dieses Plattenepithel folgt die Bindegewebsschicht, in welcher die Plasmawanderzellen besonders reich vorhanden sind. Hierauf folgt Längs- und Ringmuscularis. Während der Darm an zwei Mesenterien der ganzen Länge nach aufgehängt ist, wird das Rectum mit der Körperwandung durch Suspensorien verbunden. Diese sind straff angezogen und inseriren an der inneren Leibeshöhle, die Leibeshöhle durchsetzend, wie in Fig. 43 dargestellt ist.

Die Suspensorien des Rectums.

Der Bau dieser den Enddarm anheftenden Bänder weicht von dem der Mesenterien nicht sehr ab.

Die Suspensorien sind als Fortsätze der Bindegewebsschicht des Rectums anzusehen. Die Achse dieser Bänder, welche auf dem Querschnitt als kreisförmig erscheinen, besteht aus feinsten Bindegewebsfibrillen (Fig. 9), in welchen die Plasmawanderzellen zerstreut sich vorfinden. Auf diese Fibrillen folgt ein Beleg von Muskelfasern, welche als Fortsetzung der Ringmuskellage des Rectums angesehen werden müssen. Diese Muskelfibrillen verlaufen der Achse der Suspensorien parallel. Nach außen gegen die Leibeshöhle bekleidet eine Epithelschicht diese Organe. Die genannten Gewebe gehen in die entsprechenden Gewebe der Körperwandung kontinuierlich über. Während nun die Muskelfibrillen zur Achse parallel verlaufen, so ist der Verlauf der Bindegewebsfibrillen zumeist ein entgegengesetzter; d. h. sie wirken als Antagonisten der ersteren.

Bevor ich die Schilderung der Mesenterien anfüge, will ich einige geschichtliche Daten vorausschicken, welche die Histologie des Darmes betreffen.

Über den Bau des Darmtractus liegt eine Reihe von Angaben vor, von denen ich hier die von JOH. MÜLLER, LEYDIG, SELENKA¹, SEMPER² und TEUSCHER³ gegebenen nennen will. JOH. MÜLLER verdanken wir die

¹ SELENKA, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Diese Zeitschrift. Bd. XVII. 4867.

² SEMPER, Reisen im Archipel der Philippinen. 2. Theil. I. Bd. Holothurien. Leipzig 1868.

³ Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Jen. Zeitschr. Bd. X. 4876.

ersten Angaben über den Muskelmagen von *Synapta*, welche von LEYDIG bestätigt wurden (1852).

SEMPER hat in seinem systematischen Werke über die Holothurien die in den Magen vorspringenden Wülste beschrieben als »sichelförmige Falten« und nimmt dieselben als Träger von Blutgefäßen in Anspruch. Er folgt hierbei der Angabe SELENKA's. Ein solches Vorkommen von Blutgefäßen auf der Epithelschicht, wie es SELENKA sogar abzeichnet, ist schlechterdings unmöglich. Die Blutgefäße verlaufen stets im Bindegewebe. Diese Angabe ist von SELENKA an einem Situspräparat gewonnen und so ist dieser Irrthum leichter erklärlich.

Weiter beschreibt SELENKA, dass die Blutgefäße im Darm sich zwischen die beiden Muskelschichten eindringen, ohne aber eine Abbildung zu geben. SEMPER hat diese Angabe bereits zurückgewiesen (p. 112 des Holothurienwerkes). Auch dieses letztere Resultat ist ohne Zuhilfenahme der Schnittmethode gewonnen, überhaupt rühren, was hierbei nicht zu vergessen ist, die SELENKA'schen Angaben aus einer Zeit her, wo diese Methode noch unbekannt war.

Was nun die »sichelförmigen Falten« anlangt, so hat SEMPER eine Hypothese aufgestellt, nach welcher dieselben als Träger von Blutgefäßen, »als innere Kiemen« fungiren sollten. Hierbei erinnert er an die inneren Kiemen vieler Insekten. Auf Taf. XXXI, Fig. 9 seines Werkes bildet er diese Falten ab unter dem Namen »innere Darmfläche«. Vermuthlich ist es der Magen, wie er diese selbe Figur neuerdings¹ bezeichnet. An dieser Stelle spricht er »von einem System blattartiger Vorsprünge der Schleimhaut des Magens, welche alle Attribute echter Kiemen besitzen (große Oberfläche, Dünne der Haut, Blutgefäßreichthum und konstante Erneuerung des die Blätter umspülenden Wassers)«. In der Figurerklärung spricht er schlechthin von »Kiemenblätterreihen«! Nur die Betrachtung eines einzigen Schnittes hätte SEMPER von diesen kühnen Hypothesen, wenn man diese Betrachtungen überhaupt so nennen darf, abhalten müssen.

Zunächst giebt es keine Blutgefäße im Innenepithel. Wären aber solche vorhanden, so wäre noch lange nicht bewiesen, dass hier eine Athmung stattfinden könne. TEUSCHER² hat schon darauf hingewiesen, wie ich so eben sehe, dass eine fortwährende Wassererneuerung durch die Kloake bis zum Magen unmöglich ist, denn der Darm ist meist prall angefüllt mit Exkrementen, wie man sich an jeder beliebigen Holothurie leicht überzeugen kann.

Mit der näheren Kenntnis des histologischen Baues des Magens

¹ SEMPER, Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. Leipzig 1880. 4. Thl. p. 210.

² TEUSCHER, am obigen Orte.

erweist sich somit die SEMPER'sche Ansicht als unhaltbar. TEUSCHER giebt in seiner Arbeit eine Abbildung des Magens auf dem Querschnitt und zeichnet Drüsen. Ich kann bei Cucumaria (cucumis wie Planci) dieselben nicht auffinden, TEUSCHER müsste denn die gelben Körnerzellen gemeint haben, welche aber nicht in der angegebenen Regelmäßigkeit vorkommen. Aus den weiteren Mittheilungen des letztgenannten Autors geht hervor, dass der Bau des Darmes bei den Holothurien im Großen und Ganzen sich immer wiederholt, so dass man das bei einer Art gefundene auch auf die übrigen übertragen darf.

Die Mesenterien.

Man unterscheidet zwei Mesenterien, ein dorsales und ein ventrales. Das erstere beginnt am Schlund mit freiem vorderen Ende, »so dass ein in der Leibeshöhle cirkulirender Strom von der einen in die andere Körperhälfte treten kann«, wie es SEMPER¹ richtig angegeben hat. In diesem dorsalen Mesenterium verläuft der Ausführungsgang der Geschlechtsprodukte. Neben demselben verläuft ein Blutgefäß, welches vor der Einschnürung, welche den Magen vom Dünndarm trennt, sich vom dorsalen Gefäß abgezweigt hat. Dieses Gefäß versorgt die Geschlechtsorgane und endet in feinen Kapillaren, welche sich im Bindegewebe der Geschlechtsorgane verzweigen.

Der Bau des dorsalen Mesenteriums ist in so fern von dem des ventralen verschieden, als das erstere massiger entwickelt ist. In Folge dessen kann man auch auf Schnitten eher zu guten Resultaten kommen, als es bei dem ventralen Mesenterium der Fall ist. Letzteres, welches an den Schlingen des Dünndarms inserirt, erscheint oft durchbrochen, so dass man es mit einem weitmaschigen Netz vergleichen kann. Hier zeigt es sich zur Anfertigung von Situspräparaten, zum Studium des Bindegewebes, wegen seiner Dünnhheit besonders geeignet.

Die Mesenterien werden von einem Flimmerepithel überzogen, welches leicht zu erkennen ist. Die Flimmerung, so wie die Muskelfibrillen, welche sich unter den Flimmerepithelzellen finden, wurden zuerst von JOH. MÜLLER² und LEYDIG³ beschrieben bei Synapta. Sie finden sich aber auch bei den Pedaten; sowohl bei Cucumaria als Holothuria konnte ich die Muskelfibrillenlage nachweisen. Die Fibrillen verlaufen stets unter einander parallel, und am dorsalen Mesenterium parallel zum Darm und dem Ausführungsgang der Geschlechtsprodukte. Nicht an allen Stellen sind die Fibrillen gleichmäßig entwickelt. Hier

¹ Siehe Holothurien, Anatomischer Theil.

² JOH. MÜLLER, Über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. MÜLLER'S Archiv für Anat. u. Physiologie. 1852.

³ LEYDIG, Anat. Notizen über Synapta digitata. MÜLLER'S Arch. 1852 u.: Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. MÜLLER'S Arch. 1854. p. 310.

und da fehlen sie stellenweise, indem große Intervalle zwischen den einzelnen Fasern vorkommen können.

Die Hauptmasse der Mesenterien wird von dem Bindegewebe gebildet. Dies zeigt folgende Beschaffenheit. Zunächst fallen die spindelförmigen Zellen in die Augen, welche Fortsätze entsenden und zwar zwei, drei oder mehrere (s. Fig. 7). Zwischen den Fibrillen, welche ein Netzwerk bilden, liegen die großen Plasmawanderzellen, welche fortwährend ihren Platz wechseln. Der Verlauf der Fibrillen ist auch hier im Mesenterium im Großen und Ganzen ein paralleler. Gewöhnlich lässt sich konstatiren, dass sie in entgegengesetzter Richtung verlaufen als die Muskelfibrillen. Eine Kontraktion der Muskelfibrillen wird also auch hier durch die Bindegewebsfibrillen kompensirt werden können. Die Stärke der Fibrillen ist wechselnd.

Bei der Erörterung der Gewebe der Geschlechtsorgane muss ich nochmals auf das Mesenterium zurückkommen, wesshalb ich hier nur noch die Anheftungsweise desselben an der Körperwand beschreiben will.

Die Mesenterien gehen nicht unmittelbar in ihrer ganzen Länge in die entsprechenden Schichten der Körperwand über, sondern entsenden Fortsätze, welche die Anheftung bewirken. Trennt man das Mesenterium von der Körperwand, so erscheint es in seiner ganzen Länge gezackt. Die einzelnen Zacken stellen diejenigen Stellen dar, mit welchen die Anheftung geschehen ist. Betrachtet man Fig. 49 näher, so sieht man, dass diese zackigen Vorsprünge aus Bindegewebsfibrillen gebildet werden, welche aus dem Inneren des Mesenteriums entspringen. Verfolgt man den mittleren starken Strang (Fig. 49) weiter, so kann man eine nach der anderen Fibrille sich abzweigen und nun mit den übrigen Fibrillen des Mesenteriums weiter verlaufen sehen. Neben diesen besonders stark entwickelten Zacken giebt es andere, zu deren Bildung sich nur die der Peripherie zunächst gelegenen Fibrillen formiren. Diese Fibrillen gehen in die Bindegewebschicht der Körperwand über, so dass also eine direkte Verbindung der letzteren durch das Mesenterium mit dem Darne besteht. Die einzelnen Zacken werden von demselben Epithel überzogen, welches das Mesenterium überhaupt überkleidet.

Haften die Mesenterien an der Körperwand durch zackige Vorsprünge fest, so geschieht die Anheftung am Darne dadurch, dass die Schichten kontinuierlich in die entsprechenden des Darmes übergehen; und zwar setzt sich im oberen Theil des Dünndarmes an der Strecke, welche vom Magen bis zu den Anhangsorganen reicht, die äußere Bindegewebschicht des Darmes in die des Mesenteriums fort; während im übrigen Dünndarm, sobald als die äußere Bindegewebschicht abgenommen hat und verschwunden ist, die innere in die Bindegewebschicht des Mesenteriums übergeht.

Die Fortpflanzungsorgane und der Ausführgang der Geschlechtsprodukte.

Die Geschlechtsorgane der Holothurien bestehen bekanntlich aus einer großen Anzahl von Schläuchen oder Röhren, welche in der Leibeshöhle liegen und am Mesenterium befestigt sind. Sämmtliche Schläuche münden zusammen in einen Sinus, welcher sich in Gestalt eines Ausführganges fortsetzt und im dorsalen Mesenterium neben dem Darne verläuft (siehe Fig. 24), um zwischen den Tentakeln nach außen zu münden.

Der feinere Bau der Geschlechtsorgane so wie des Ausführganges ist weit complicirter gestaltet als es den Anschein hat.

An jedem einzelnen Schlauche sind zwei Theile zu unterscheiden, sowohl schon der äußeren Gestalt nach, als auch des feineren Baues wegen.

Ich beginne mit der Schilderung des Baues des Ausführganges. Fertigt man Querschnitte durch Mesenterium und letzteren an, so sieht man, dass der Ausführgang als ein Spaltraum im Bindegewebe aufzufassen ist, welcher mit einem Epithel ausgekleidet ist (siehe Fig. 61). Das Bindegewebe erhebt sich in Faltungen, welche vom Epithel überzogen werden, in das Lumen des Ganges hinein. Vermuthlich dienen dieselben zur Regulirung der Fortbewegung der Geschlechtsprodukte, vorzüglich der Eier.

Der Ausführgang setzt sich fort, indem er sich erweitert in eine Höhlung, den Sinus. In dieser Höhlung finden sich ebenfalls Faltungen vor. Von diesem Sinus aus entspringen die einzelnen Schläuche zunächst als dünne Röhren, welche aus denselben Geweben bestehen. Auf das äußere Epithel folgt eine Längsmuskellage, die stark entwickelte Bindegewebsschicht, welcher das Innenepithel aufliegt. Ein Querschnitt durch diesen basalen Theil des Geschlechtsschlauches gleicht vollkommen einem durch den Ausführgang gelegten Schnitt (vgl. Fig. 59 mit Fig. 61). In dem basalen Theile entstehen niemals Geschlechtsprodukte. Der Ort, wo Eier und Sperma erzeugt werden, ist der zweite größere Abschnitt des blind endenden Schlauches.

Der Beginn dieses zweiten Abschnittes kündigt sich durch eine stärkere Entwicklung der Gewebe an. Der Durchmesser beträgt das Doppelte des durch den basalen Theil gelegten (siehe Fig. 59 a). Während das Bindegewebe im letzteren stark entwickelt war, nimmt es jetzt ab, um im Ende des Schlauches kaum noch sichtbar zu sein, während das äußere Epithel, welches im basalen Theil als ein Plattenepithel zu bezeichnen war, zu einem palissadenförmigen sich entwickelt hat. Die einzelnen Epithelzellen sind feine fadenförmige Gebilde, deren Abgrenzung gegen einander nicht immer deutlich zu erkennen ist. Das Proto-

plasma ist fein granulirt, der Kern liegt im oberen der Peripherie zugekehrten Theile der Zelle. An der Basis der letzteren verlaufen Längsmuskelfibrillen, die auch im basalen Abschnitt sich fanden. Immer ist nur eine Schicht parallel verlaufender Fibrillen nachweisbar. Merkwürdigerweise hat das äußere Epithel trotz seiner mächtigen Entwicklung nichts direkt mit der Entstehung der Geschlechtsprodukte zu thun, da ja dieselben, wie bekannt ist, aus Zellen des inneren Epithels sich bilden.

Dass die Entwicklung der Eier stets von den Enden der Geschlechtsschläuche ausgehe, wie SELENKA¹ angiebt, ist nicht richtig. Ich habe die verschiedensten Schläuche auf Längsschnitten hierauf geprüft und überall gefunden, dass sich reife Eier sowohl im oberen, als auch im unteren Ende des zeugenden Theiles finden. Neben beinahe reifen Eiern findet man soeben im Entstehen begriffene. Sobald noch junge Eier im Schlauch sich bildeten, traf ich nie Eier im Ausführgang an; es scheint mir hieraus zu folgern, dass die Eier sämmtlich auf einmal entleert werden.

Wie steht es mit der Versorgung der Geschlechtsschläuche durch die Blutgefäße?

Auf Fig. 24 ist dargestellt, wie vom dorsalen Blutgefäß sich unterhalb des Magens ein Gefäß abzweigt und zwischen Darm und Ausführgang der Geschlechtsprodukte parallel zu beiden verläuft. Um seinen Verlauf genau festzustellen, ist es nöthig Querschnittsreihen in der Nähe des Geschlechtssinus anzufertigen. Das Blutgefäß, oder wie man besser den Thatsachen entsprechend sagen muss, das Blutgefäßnetz erstreckt sich bis zum Sinus neben dem Ausführgang verlaufend. Hier gehen Kapillaren ab, welche im Bindegewebe des Ausführganges sich als Spalträume kennzeichnen, und in das Bindegewebe der Geschlechtsschläuche eindringen. Wie ich oben bereits aus einander setzte, sind zwei Abschnitte an jedem Schlauch zu unterscheiden. Im distalen Abschnitt, in welchem Eier oder Sperma entstehen, ist, wie gesagt, die Bindegewebsschicht reducirt auf ein Minimum. Der von derselben eingenommene Raum muss als ein Blutsinus gedeutet werden, worauf seine Ausdehnung schließen lässt. Denn bald ist derselbe Raum vorhanden, bald aber ist er kaum auf den Schnitten wiederzufinden und nur die wenigen Bindegewebsfibrillen sind kenntlich.

In wie fern diese Befunde mit denen, welche LUDWIG's ausgezeichnete morphologische Studien bei den Seesternen bieten, übereinstimmen, werde ich bei der Besprechung der Gewebe dieser Thiergruppe in der nächsten Mittheilung zu zeigen haben.

¹ SELENKA, a. a. O.

Die Blutgefäße.

Über den histologischen Bau der Blutgefäße liegen verschiedene Angaben vor. Nach SELENKA¹ führen die beiden Darmgefäße in ihren Wandungen »deutliche Muskelfasern«; nach SEMPER² findet sich nach außen ein Wimperepithel, darauf eine Muskellage, dann »eine sehr entschieden mächtige bindegewebige Schicht und endlich das innere Epithel«. Nach meinen Untersuchungen kann man von einem Blutgefäß mit einer Höhlung überhaupt nicht sprechen. Dorsales wie ventrales Darmgefäß kann zwar bei äußerer Betrachtung als ein Gefäß angesehen werden, sein innerer Bau jedoch belehrt uns, dass hier vielmehr von einem System von Spalträumen zu sprechen ist, welche im Bindegewebe sich finden und in welchen die Blutflüssigkeit cirkuliert. Betrachtet man einen Querschnitt durch Darm und ventrales Gefäßnetz, so sieht man, dass die Bindegewebsschicht nebst äußerer Muskelschicht und Epithel sich fortsetzt in das sogenannte Gefäß. Letzteres besitzt im Bindegewebe, welches sich lediglich aus Fibrillen zusammengesetzt zeigt, mehrere Hohlräume, in der Fig. 63 zwei. In diesen habe ich ein Endothel niemals auffinden können, eben so wenig wie in den Lakunengefäßen des Magens. Dass ein Endothel überhaupt im ventralen wie dorsalen Darmgefäße fehlt, darüber scheint mir kein Zweifel mehr zu sein. Dasselbe Verhalten zeigt das dorsale Gefäß (Fig. 64). Hier ist in noch weit größerem Maße die Bindegewebsschicht entwickelt und enthält eine große Anzahl kleiner Lücken (auf dem Querschnitt betrachtet), welche als die Gefäßräume anzusehen sind.

Nach diesen Betrachtungen scheint mir das Gefäßsystem der Holothurien (vor Allen Cucumaria) auf einer der niedrigsten Stufen zu stehen, da es noch lediglich aus einem System von Spalträumen der Bindegewebsschicht, welche mit einander kommunizieren, besteht.

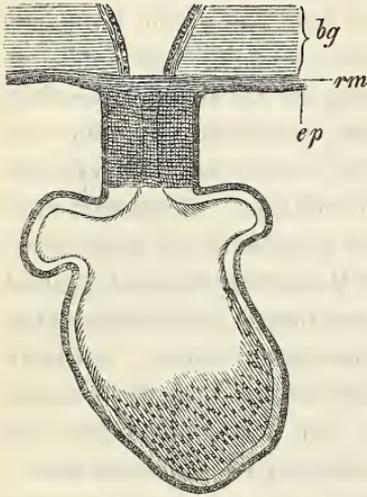
Das Wassergefäßsystem.

VON SEMPER³ sind wir über den histologischen Bau dieses Gefäßsystems bereits unterrichtet. Überall ist das Lumen der Wassergefäße ausgekleidet von einem plattenförmigen Wimperepithel, auf welches eine Längsmuskellage in den Füßchen und den Tentakeln folgt. Die fünf Radiarkanäle sind, wie SEMPER bereits angiebt, auf der der Muskelschicht, also der Leibeshöhle zugekehrten Seite nur mit einem Plattenepithel ausgestattet, während die der Leibeshöhle abgewendete Seite mit Längsmuskeln, die streng parallel zu einander verlaufen, versehen ist. Letztere

¹ SELENKA, Beiträge zur Anat. und Syst. der Holothurien. Diese Zeitschr. Bd. XVII. 4867. ² Holothurien, p. 448. ³ SEMPER, Holothurien, p. 423 u. ff.

setzen sich in die Füßchen fort und bilden hier eine dem Plattenepithel aufliegende Schicht. Die Füßchen werde ich weiter unten bei Betrachtung des Nervensystems näher zu schildern haben.

Über den Bau der Ampullen bin ich im Stande etwas Neues hinzuzufügen zu können, was den Verschluss derselben gegen die Füßchen anlangt. Der histologische Bau der Ampullen ist kurz folgender: Auf das



Außenepithel folgt die Bindegewebschicht, hierauf eine Längsmuskellage, deren Fibrillen parallel zu einander und zur Längsachse des Organes gehen, während ein Wimperepithel das Lumen auskleidet. Zu diesen Schichten kommt im basalen Theile eine Ringmuskulatur, welche den Verschluss der Ampulle bewirkt. Diese einschichtige Muskellage ist eine Fortsetzung der auf das die Leibeshöhle auskleidende Epithel folgenden Ringmuskellage. An dieser Stelle sind die einzelnen Schichten überhaupt stärker entwickelt, es gilt dies vorzüglich von der Bindegewebslage, als

im übrigen Theile der Ampullen. Die nebenstehende Figur giebt einen Tangentialschnitt durch eine geschlossene Ampulle wieder, welche die angegebenen Verhältnisse zeigt. Einen Taschenventilapparat, wie er von JOURDAIN¹ zuerst beschrieben ist, habe ich nicht finden können. Ob derselbe bei den fußlosen Holothurien sich findet, so wie weitere histologische Details über den Bau des Wassergefäßsystems werde ich demnächst bei der Besprechung desselben geben.

Die Plasmawanderzellen.

In der Leibeshöhle sowohl als in den Blutgefäßen, so wie in den verschiedenen Geweben trifft man eine Zellform an, welche sich amöbenartig bewegt. Kein Gewebe kann gefunden werden, in welchem man nicht einige dieser Zellen wandern sähe. Ihrer Beschaffenheit wie ihres Vorkommens in den verschiedenen Körperregionen der Holothurien wegen schlage ich vor, diese Zellen als Plasmawanderzellen zu bezeichnen. SEMPER², welcher dieselben bei der Besprechung der Bindegewebschicht mit abhandelt, nennt sie Schleimzellen, »da ich vermuthe, dass aus ihnen der Schleim herrührt, den man nach Wasserzu-

¹ Vgl. LUDWIG, Morphol. Studien an Echinodermen. Bd. I. Abhandl. V. p. 164. Leipzig, ENGELMANN, 1877/79.

² SEMPER, Holothurien, p. 110 u. p. 164 u. a. O.

satz und Druck aus allen Organen der Holothurien ausdringen sieht. Da für diese Annahme aber kein Beweis vorliegt, kann ich diesen Namen nicht annehmen, und zumal doch keinesfalls ausschließliche Funktion dieser Zellen die Schleimabsonderung sein wird, worauf schon ihr Vorkommen in den Blutgefäßen und der Leibeshöhle hinweist. Im Ruhezustande ist die Form dieser Plasmawanderzellen oval, eiförmig. In ihrem Inneren bergen sie entweder helle stark lichtbrechende Körner, oder aber der Protoplasmaleib ist frei von jeglichen Zelleinschlüssen. Es findet sich dann nur der Kern meist in der Mitte der Zelle gelegen (siehe Fig. 10 g). Das Protoplasma zeigt sich in diesen Zellen fein granuliert. Hier und da findet man Theilungszustände mit zwei Kernen. Diese Zellen ohne jeden Inhalt traf ich nur unterhalb des Coelom-Epithels an. Es gelingt leicht, letzteres mit der Muskelschicht und wenigen Bindegewebsfibrillen abzuziehen von der Hauptmasse des Kalkkörper tragenden Bindegewebes. Hier findet man dann, wenn man diese Membran auf dem Objektträger ausgebreitet hat, diese Zellen zahlreich vor. An allen anderen Körperstellen habe ich nur Plasmawanderzellen mit dem körnigen Inhalt angetroffen. Was nun den Inhalt anlangt, so färben sich diese hellen stark lichtbrechenden Körper mit Osmium etwas bräunlich, lassen sich jedoch mit Äther nicht extrahieren, so dass jedenfalls eine andere Substanz als Fett dieselben bildet. Auch kalkhaltig sind diese Zellen nicht, denn durch Säuren wurde vergeblich versucht, diese Körper zu entfernen. SEMPER glaubte, dass dieselben Schleimtröpfchen seien, eine Ansicht, die wohl kaum haltbar ist.

Bei der Beschreibung der Körperwand wies ich bereits darauf hin, dass diese Plasmawanderzellen eine Schicht im Bindegewebe bilden (vgl. Fig. 4 und 5) und hier dicht gedrängt gelagert liegen.

Nie sind die Wanderzellen in Ruhe, selbst da, wo sie dicht gedrängt lagern, findet bald eine neue Einwanderung derselben statt, bald wandern andere weg.

Um die Bewegung am besten zu studieren, wähle man das Mesenterium und zwar das ventrale, welches sich seines geringen Durchmessers wegen besonders zum Studium unserer Zellen eignet. Man bringe ein Stück des Mesenteriums von einem frisch getödteten Thiere auf einen Objektträger mit Seewasser, füge ein Deckglas darauf, doch so, dass kein Druck ausgeübt wird, und betrachte nun das Mesenterium bei starker Vergrößerung. In Kürze beginnen sich die einzelnen Plasmawanderzellen zu bewegen, an einzelnen Stellen durchbohren sie das Bindegewebe, um nach außen zu gelangen, während andere wiederum sich einen Weg in das Innere desselben bahnen. Der Anblick, welcher sich einem so darbietet, ist vollkommen dem analog, welchen Amöben zeigen.

Verfolgen wir eine Zelle in ihrer Bewegung und fassen den kugligen Zustand zunächst ins Auge! Es beginnt die kuglige Zelle sich an einer Stelle zu strecken (Fig. 40 *b*), indem hier das Hauptprotoplasma sich ansammelt. Ihre Stelle giebt die Richtung der Bewegung an. Die Zelle erleidet jetzt eine Einschnürung (Fig. *c* und *d*), indem die Bewegung nach derselben Richtung fortschreitet. Hierbei drängt sich das Protoplasma des hinteren Poles nach vorn, und so entsteht allmählich, indem die Einschnürung verschwindet, das in Fig. *e* gegebene Bild. Außer dieser regelmäßigen Bewegung kommen solche Bewegungszustände zur Beobachtung, wie Fig. 40 *f* wiedergiebt; und zwar in dem Falle, wenn die Plasmawanderzelle an ein Hindernis stößt und nun versucht, auf welche Weise sie ihren Weg fortsetzen kann.

Wie ich schon kurz bemerkte, trifft man diese Wanderzellen in der Flüssigkeit, welche in den Gefäßen cirkulirt, an; auch hier zeigen sie dieselben Bewegungen. Es gelingt leicht, unter dem Mikroskop direkt zu beobachten, wie die Zellen aus dem Blutgefäß einwandern in das Bindegewebe und andererseits auch ihr Auswandern aus letzterem in die Blutgefäße. Die Leibeshöhlenflüssigkeit ist gleichfalls reich an Plasmawanderzellen.

Die Plasmawanderzellen sind gleich den Leukocyten »Allerweltzellen« und mögen eine ähnliche Rolle im Körper der Holothurien spielen, wie diese. Bei der Regeneration der Tentakeln, welche man an Thieren, die den Winter über im Aquarium gehalten wurden, beobachten kann, spielen sie eine große Rolle, was mir aus der Anhäufung derselben in diesen wachsenden Theilen erschlossen werden zu können scheint. So lange aber nicht physiologische Untersuchungen vorliegen, erscheint jede weitere Spekulation über die Funktion dieser Zellen als ziemlich haltlos.

Das Bindegewebe.

Bevor ich die eigenen Untersuchungen wiedergebe, wird es nicht ohne Interesse sein, die verschiedenen Ansichten über dasselbe kennen zu lernen.

Zunächst ist die Frage zu beantworten: Hat man überhaupt bei den Echinodermen das Recht, von einem Bindegewebe zu sprechen, welches sich morphologisch gleich verhält dem Bindegewebe der Wirbelthiere? Auf diese Frage, die man früher verneinen zu müssen glaubte, hat bereits VALENTIN¹ mit folgenden Worten geantwortet, indem er die Anatomie der Bänder der Laterne bei den Seeigeln schildert: »les filets primitifs du ligament affectent les mêmes ondulations caractéristiques

¹ VALENTIN, L'anatomie du genre Echinus. 1842.

qui les distinguent aussi dans les animaux supérieurs. LEYDIG¹ schließt sich dieser Ansicht an. Seine Mittheilungen datiren jedoch aus früherer Zeit und kann ich mich nicht seinen Ausführungen betreffs den Bau des Bindegewebes anschließen. Sowohl die Untersuchung an lebendem wie an gut konservirtem Material hat mich zu anderen Resultaten geführt. Was LEYDIG angiebt, lässt sich kurz wiedergeben. Er untersuchte das Bindegewebe zunächst in frischem Zustande und beschreibt, dass sich bei mikroskopischer Betrachtung dasselbe Bild biete, wie es bei den Wirbelthieren bekannt sei, »scheinbare, feine Fibrillen setzen es zusammen, indem sie in lockigem oder welligem Verlaufe parallel neben einander herziehen«. LEYDIG hat nun weiter Essigsäure angewendet und glaubt, weil jetzt eine Trübung erfolgt ist, und darauf das Gewebe unter Quellung sich aufgehellt hat, »das Fibrilläre als Falten und Schichten« bezeichnen zu müssen. Indem er des Weiteren Kalilauge anwendete, verschwanden die Fibrillen, und Bindegewebskörperchen von spindelförmiger Gestalt traten in einer ganz homogenen Grundsubstanz auf. Eine Abbildung von diesem durch Kalilauge behandeltem Gewebe hat LEYDIG in MÜLLER'S Archiv gegeben und weiterhin in seinem Lehrbuch reproducirt.

In neuerer Zeit hat SEMPER eine Beschreibung des Bindegewebes gegeben. Nach diesem Forscher besteht dasselbe aus einer hyalinen Grundmasse, in welcher bald viele bald wenige Fasern auftreten. Als drittes Element führt SEMPER die »Schleimzellen« an und viertens kleine verästelte Zellen. Die letzteren Zellen sollen vielleicht unter einander durch Fortsätze in Verbindung stehen. Die »Schleimzellen« sind unsere Plasmawanderzellen, welche aber nicht als Bindegewebszellen nach meiner Ansicht anzusehen sind. Weiterhin sollen die kleinen spindelförmigen Zellen nach SEMPER eine schwache Bewegung zeigen.

DANIELSSEN und KOREN² bezeichnen die SEMPER'schen Schleimzellen gleichfalls als Bindegewebszellen, während bei HOFFMANN, LANGE und TEUSCHER, so wie einigen neueren Autoren man nichts des Erwähnens Werthes angegeben findet; ich füge deshalb sofort meine eigenen Ergebnisse hinzu.

Um am besten das Bindegewebe zu untersuchen, eignet sich das ventrale Mesenterium und zwar an denjenigen Stellen, an welchen es sich netzförmig durchbrochen zeigt. Bereits am lebenden Mesenterium erkennt man die Fibrillen mit ihren Zellen.

¹ LEYDIG, Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. MÜLLER'S Archiv f. Anat. u. Physiol. 1854. p. 310.

² DANIELSSEN und KOREN, Fra den Norske Nordhavsexpedition. Echinoderm. in: Nyt Magaz. f. Naturvid. Bd. 25.

Überall kann man nun konstatiren, sei nun das Bindegewebe von der Körperwand oder dem Mesenterium oder irgend einer anderen Stelle, dass der Hauptbestandtheil desselben aus Fibrillen besteht, welche mit spindelförmig gestalteten Zellen zusammenhängen, oder aber, um es besser auszudrücken: Die Fibrillen des Bindegewebes sind in die Länge gewachsene Zellen. Stets ist der Zusammenhang der Fibrille mit der Zelle nachzuweisen. Solche frisch aus dem lebenden Thiere isolirte Zellen mit Fibrillen sind in Figur 12 dargestellt. Eine Grenze zwischen Zelleib und Ausläufer existirt nicht. Dieselbe Substanz, welche den Zellkern umgiebt, steht mit derjenigen, welche diese Ausläufer bildet, in vollkommenem Zusammenhang, so dass man nicht sagen kann, dass hier die Zelle aufhöre und hier die Fibrillen begännen. Mit anderen Worten, wir haben in die Länge gewachsene Zellen vor uns. Die Entwicklungsgeschichte bestätigt uns diese Annahme, wie ich weiter unten aus einander setzen werde. Bald, und das ist meistens der Fall, sind die Zellen an zwei diametral gegenüberliegenden Seiten ausgewachsen und somit als Spindelzellen zu bezeichnen, bald kann aber eine Zelle sich in drei, vier Ausläufer verlängern. Solche Bindegewebszellen, von welchen mehr als zwei Ausläufer ausgehen, kommen besonders im Mesenterium schön zur Beobachtung (vgl. Fig. 7 und Fig. 11).

Wie stimmen nun diese Angaben überein mit den Thatsachen der Ontogenie? Wir wissen, dass die Blastosphaera von einer gallertartigen Masse erfüllt wird, in welche während der Gastrulabildung Zellen einwandern, welche zu Fortsätzen auswachsen. Diese Zellen sind die späteren Bindegewebszellen. Bei den Larven übernimmt ein Theil dieser mit Fortsätzen versehenen Zellen die Anheftung des Darmes, während andere lediglich das Gallertgewebe mit ihren Ausläufern durchsetzen. Da nun von einer Zelle mehrere Ausläufer ausgehen können, so werden also nicht so viel Fibrillen vorhanden sein, als man Zellen im Bindegewebe antrifft, sondern die Zahl der letzteren wird von den Fibrillen übertroffen werden. Die Stärke der Fibrillen ist sehr wechselnd, wie auch die Zellen selbst nicht von ein und derselben Größe sind. Im Bindegewebe des Darmes so wie in den Mesenterien herrschen feine Fibrillen vor, während in der Körperwand mehr starke Fibrillen sich finden.

Die Zwischenräume, welche zwischen den Zellen mit ihren Ausläufern oder Fibrillen sich finden, werden von einer Intercellularsubstanz ausgefüllt, welche von schleimartigem Charakter ist und durch Zusatz von Säure gerinnt. An konservirtem Material ist von derselben nichts mehr wahrzunehmen. Es besteht das Bindegewebe jetzt nur aus

den Fibrillen nebst ihren Bildnerinnen und den sich zwischen ihnen vorfindenden Plasmawanderzellen.

Über die Bindesubstanzen der wirbellosen Thiere liegen nur wenige Beobachtungen vor. In Folge dessen hat man versucht, die an den Wirbelthieren gewonnenen Anschauungen auch auf die Wirbellosen auszudehnen. Es ist jedoch vollkommen unberechtigt von der ersteren auf letztere zu schließen. Speciell was die Entstehung der Fibrillen des Bindegewebes bei den Säugethieren betrifft, so nimmt man ja an, dass die Fasern des Gewebes sich aus der Intercellularsubstanz bilden sollen, obgleich ein Beweis nur für wenige Stellen des Wirbelthierkörpers geführt ist. Bei den Wirbellosen findet eine solche Genese aber wahrscheinlich niemals statt. Bei den Echinodermen sind, wie ich gezeigt habe, die Fibrillen Ausläufer der Bindegewebszellen, bei den Mollusken scheint dasselbe der Fall zu sein. Bei den Coelenteraten ist aber dasselbe Verhalten zu beobachten. Über die so leicht hierauf zu untersuchenden Aktinien liegen keine Beobachtungen vor und ist die Bindesubstanz in den HERTWIG'schen Untersuchungen bei Seite gelassen. Untersucht man dieselbe bei den Medusen, so trifft man in der Gallerte Fasern an, welche stets mit den spindelförmigen Zellen zusammenhängen. Besonders schön lässt sich das bei den Rhizostomen konstatiren. Es wäre eine dankbare Aufgabe eine vergleichende Untersuchung der Gewebe der Bindesubstanz bei den Coelenteraten zu unternehmen und würde gewiss eine Bestätigung der eben vorgetragenen Ansicht erfolgen.

Die Muskulatur.

Die Muskelfibrillen der Holothurien sind mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Die älteren Forscher, welche sich mit denselben beschäftigten, richteten ihr Augenmerk darauf, ob die Fibrillen quergestreift seien. Nach JOHANNES MÜLLER und v. SIEBOLD entbehren die Muskelfibrillen jeglicher Querstreifung, während VALENTIN dieselbe hier und da gesehen zu haben glaubte. QUATREFAGES sah diese von letzterem als Streifung gedeuteten Gebilde als Querrunzeln an, welche bei der Kontraktion entstanden seien.

Nach LEYDIG's ¹ an Synapta gemachten Beobachtungen sollten die Muskelfibrillen eine feine homogene Hülle besitzen, in welcher der primitive Muskelcylinder läge. Ob aber eine Querstreifung vorhanden sei oder fehle, lässt LEYDIG unentschieden, doch scheint er mehr dieselbe für thatsächlich vorhanden zu halten.

An diese kurze Übersicht knüpfe ich die eigenen auf die pedaten

¹ LEYDIG, Anatomische Notizen über Synapta. MÜLLER's Archiv für Anatomie und Physiologie. 4852. p. 507—549.

Holothurien sich beziehenden Beobachtungen. Die Muskelfibrillen sind am ganzen Körper, wo immer sie auch auftreten, als glatte zu bezeichnen. Nirgends habe ich eine Querstreifung beobachten können und wo etwas Ähnliches sich findet, ist leicht zu konstatiren, dass es in Folge der Konservirung eingetreten ist. Jeder Muskelfibrille liegt der Kern, von wenig Protoplasma umgeben, an. Am deutlichsten ist dies an mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten zu sehen.

Man unterscheidet zunächst eine Ringmuscularis, welche unter dem äußeren Körperepithel verläuft. Außerdem finden sich fünf (resp. zehn) radiäre Längsmuskeln, von denen sich fünf Muskelbündel abzweigen und am Kalkringe des Schlundes inseriren. Letztere sind als die fünf Retraktoren des Schlundes bekannt. Außer den genannten Muskeln finden sich im Ösophagus wie im Magen und Dünndarm sowohl Längsmuskeln als ringförmig verlaufende vor. Die Ringmuscularis der Haut besteht aus einer oder mehreren Lagen parallel zu einander verlaufender Fibrillen; es ist also dieselbe Anordnung, wie im Dünndarme vorhanden. In den fünf Längsmuskeln wie in der Muskulatur des Magens kommt folgende Anordnung der Fibrillen zur Beobachtung. Hier verlaufen die Fibrillen in ringförmiger Anordnung in der Bindesubstanz eingebettet (siehe Fig. 2). Man hat es hier also mit Muskelprimitivbündeln zu thun. Ziehen wir nun in Betracht, dass die Muskelfibrillen in der Körperwand in lamellöser Anordnung vorkommen, und wir den in Fig. 2 abgebildeten Querschnitt, welcher eben so gut die Längsmuskulatur des Magens darstellen könnte, als Muskelprimitivbündel ansehen müssen, so scheint dies schon allein für den epithelialen Ursprung der Muskulatur zu sprechen.

Nach SELENKA'S Darstellung sollten aus den in den Gallertkern des Embryo einwandernden Zellen sowohl Bindesubstanzzellen, wie Muskulatur ihren Ursprung nehmen. METSCHNIKOFF hat in seinen neuesten Untersuchungen gezeigt, dass die in den Gallertkern einwandernden amöbenartigen Zellen nur zur Bindesubstanz in Beziehung treten, während die Epithelzellen der Vasoperitonealblase mit Muskelfortsätzen versehen sind.

Von O. und R. HERTWIG¹ ist es versucht worden aus dem Bau und der Anordnung der Muskulatur auf ihre Entstehung zu schließen. Sie unterscheiden eine epitheliale und eine mesenchymatöse Entstehung derselben. Die Epithelzellen scheiden gewöhnlich die kontraktile Substanz nicht all-, sondern einseitig an ihrer basalen Oberfläche aus in Form von glatten oder quergestreiften Fibrillen. Die Bildungssubstanz

¹ O. und R. HERTWIG, Die Coelomtheorie. Jen. Zeitschr. für Naturw. Bd. XV. 1884. p. 4.

haftet der Fibrille einseitig als Muskelkörperchen an. Die Muskelfibrillen sind weiterhin stets in Lamellen angeordnet, während die auf mesenchymatöse Weise entstandenen Muskelfasern mehr isolirt und nach verschiedenen Seiten verlaufen. Für die epitheliale Form ist die parallele Lagerung charakteristisch. Eine weitere Entwicklung zeigt sich dann in der Anordnung der Fibrillen zum Muskelblatt und Muskelprimitivbündel, welche aus der lamellosen Anordnung entstanden sind. Das letztere wird gebildet, indem eingefaltete Theile der Lamelle sich abschnüren und vom Bindegewebe umhüllt werden.

Betrachtet man nun die Muskeln der Holothurien, so tritt die lamellose Anordnung uns entgegen, weiterhin die Fibrille mit der einseitig als Muskelkörperchen anliegenden Bildungssubstanz, so wie auch das Muskelprimitivbündel. Nimmt man noch METSCHNIKOFF'S Untersuchungen hinzu, so scheint die Folgerung, dass die Muskelzellen der Holothurien epithelialen Ursprunges seien, als gut gestützt. Zugleich erfährt die HERTWIG'SCHE Coelomtheorie eine Bestätigung, wenn sie bei Thieren mit echtem Coelom Muskelfibrillen epithelialen Ursprunges fordert.

Dass aber in Wahrheit Muskelprimitivbündel vorliegen, beweist der Bau derselben, indem nämlich die Achse der Fibrillenbündel nicht vom Bindegewebe erfüllt ist, also denselben Bau zeigt, wie er bei Medusen und Aktinien unter den Coelenteraten bekannt ist. An mit Hämatoxylin tingirten Präparaten orientirt man sich hierüber am besten.

Das Nervensystem.

a) Lagerung bei Asteriden und Holothurien.

Bevor ich den histologischen Bau des Holothurien-Nervensystems näher schildere, ist es nöthig, die Lagerung desselben in Vergleich mit dem der Seesterne näher ins Auge zu fassen. Zum Vergleiche dienen die Figuren 28 und 29, welche erstere einen Querschnitt durch einen Seesternarm wiedergibt und zugleich das Ambulacralfüßchen zeigt. Figur 29 zeigt einen Querschnitt durch die Körperwand von Cucumaria. In beiden Figuren sind zur Bezeichnung derselben Schichten dieselben Farbnuancen angewendet worden¹.

Vergleicht man den Schnitt durch die Körperwand der Holothurie mit dem durch den Seesternarm gelegten, so fällt bei ersterem die starke Entwicklung des Bindegewebes auf, welche man als Cutis bezeichnen

¹ Das Nervensystem habe ich mit gelber Farbe bezeichnet, um an LUDWIG'S auf Taf. XIX gegebener Abbildung seiner Crinoideenarbeit anzuschließen. Da dort das Blutgefäßsystem roth, Wassergefäßsystem grün bezeichnet ist, so habe ich zur Charakterisirung der Muskulatur blaue, der Epithelien graue, der Bindesubstanz hellgraue Farbe angewendet. (Morphol. Studien an Echinod. Bd. I. Abhandl. 4.)

kann, während das Hautepithel weniger ausgebildet ist. Bei dem Seestern ist das Hautepithel weit stärker entwickelt, und die Cutisschicht desto geringer. Zugleich tritt das Nervensystem (gelb) am Grunde der hohen Epithelzellen auf, während es bei der Holothurie in die Cutis, in das Bindegewebe, zu liegen gekommen ist und zwar ist nicht nur die Nervenfaserschicht, sondern auch das Epithel, welches dem Nervenepithel der Ambulacralrinne beim Seestern entspricht, mit in dasselbe zu liegen gekommen. Anscheinend hat also das Nervensystem seine epitheliale Lage aufgegeben. Es ist dies jedoch nicht vollkommen zutreffend, wie ich weiter unten zeigen werde. Durch die veränderte Lage des Nervensystems ist eine andere Lagerung der Gewebe auf den Füßchen gegeben. Beim Seestern folgt auf das Epithel mit der Nerven-schicht das wenig entwickelte Bindegewebe, hierauf die Muskelschicht mit dem das Lumen des Füßchens auskleidenden Epithel. Bei den Holothurien setzt sich das Epithel des Körpers zwar auch auf die Saugfüßchen fort, da jedoch die Nervenschicht in das Bindegewebe zu liegen gekommen ist, ist auch in den Füßchen diese Lage beibehalten. Der Bau eines Saugfüßchens der Cucumaria zeigt also folgendes Verhalten: Auf das Außenepithel folgt die Bindegewebsschicht, in welcher das Sinnesepithel mit seinen Nervenfibrillen gelagert ist. Auf letzteres folgt Muskelschicht mit Innenepithel.

Der Verlauf der Muskulatur, so wie die Lagerung des Wassergefäßes und des Blutgefäßes wird aus den beiden schematisch gehaltenen Figuren ersichtlich, so dass ich eine nähere Beschreibung wohl sparen kann.

b) Bau der Füßchen der Holothurien.

In den Saugfüßchen ist die Cutis in gleicher Weise entwickelt, wie in der Körperwandung. Das Verhalten des Bindegewebes, welches eben die Cutis bildet, ist dasselbe wie ich es oben bereits geschildert habe. Vor Allem sind Kalkkörper in großer Menge vorhanden und zwar neben denselben Formen, welche in der Körperwand zu finden waren, größere von plattenartiger Gestalt. Entfernt man sie durch Säuren, so erhält man zwischen den Fibrillen die uns schon bekannten Maschen, in welchen die Kalkgebilde ihren Platz gefunden hatten. In dem Bindegewebe ist nach der Muskulatur zu eine Lage von Plasmawanderzellen zu erwähnen, die man hier regelmäßig in großer Menge angehäuft vorfindet. Auf dieselben folgt eine mehr lockere Lage des Bindegewebes, d. h. die Fibrillen verlaufen nicht dichtgedrängt streng parallel; diese letztere Lage schließt unterhalb der Saugplatte, wie ich das distale Ende des Füßchens nennen will, Kalkkörper ein, wie in Fig. 52 an den Maschen zu erkennen ist. In diesem lockeren Bindegewebsfibrillenge-

füge lassen sich die einzelnen Zellen der Fibrillen sehr schön erkennen, und sind hier in großer Anzahl vertreten. Was die Lagerung der einzelnen Gewebe angeht, so ist Folgendes festzuhalten. Auf die Cuticula mit dem Außenepithel folgt das Bindegewebe, in welchem der Nerv verläuft, hierauf die Muskelschicht mit dem wimpernden Innenepithel. Die Epithelschicht gleicht der am übrigen Körper beobachteten bis auf die Saugplatte. Hier geht sie über in ein palissadenartiges Epithel (s. Fig. 51 *esz*), welches gleich des Weiteren geschildert werden soll.

In jedes Füßchen tritt ein Nervenstrang, das heißt ein Theil des Epithels mit den Nervenfibrillen, welches in den fünf Ambulacralrinnen, im Bindegewebe eingebettet, verläuft, setzt sich in die Füßchen fort. Auf dem Querschnitt durch das Füßchen erhält man folgendes Bild: Man trifft eine halbmondförmige Figur, im Bindegewebe liegend, an. In dieser Figur zeigt sich erstlich eine feinkörnige Substanz, welche sich als von den auf dem Querschnitte getroffenen Nervenfibrillen herrührend erweist und zweitens eine Anzahl von diese Substanz durchsetzenden parallel verlaufenden Fasern. Diese Fasern sind den Epithelzellen zugehörig, deren Kerne auf der der Leibeshöhle zugekehrten Seite liegen (s. Fig. 53 *qnf*). Es wird hieraus klar, dass bei den Holothurien ein Theil des Epithels mit den Nervenfibrillen in das Bindegewebe gerückt ist und hier seine Zusammensetzung beibehalten hat. Ja diese Zusammensetzung wird auch noch in den Verzweigungen des Nervensystems beibehalten, wie beispielsweise in unserem Falle, wo der von den Ambulacralnerven abgehende Füßchennerv noch dieselbe Zusammensetzung aus Epithel und Nervenfibrillen zeigt. Letztere verlaufen parallel der Längsachse, die man sich durch ein Saugfüßchen gelegt denkt.

Je näher man nun dem Distalende des Füßchens kommt, desto mehr fällt die Ausbreitung der Nervenfibrillen auf, welche das Bindegewebe (die Cutis) durchsetzend sich unterhalb der Epithelzellen der Saugplatte zu einer Schicht vereinigen (s. Fig. 54 und 52 *nf*). Das Nervensystem hat hier seine Lage im Exoderm beibehalten, indem die Nervenfibrillen mit den Epithelzellen des Distalendes in Zusammenhang geblieben sind.

Betrachtet man die Epithelzellen, welche auf der Saugplatte sich finden, näher, so erkennt man, dass dieselben von palissadenförmiger Gestalt sind, und dass diejenigen, welche dem Centrum der Saugplatte am nächsten liegen, die längsten sind, während die Zellen nach der Peripherie zu an Länge abnehmen, um am Rande der Saugplatte in das gewöhnliche Körperepithel überzugehen (siehe den in Fig. 54 abgebildeten Längsschnitt durch ein Füßchen). Es gelang mir im Anfange trotz verschiedener Färbemittel, die ich anwendete, nicht, Kerne in diesen Zellen nachzuweisen. Mit Säurekarmin erhielt ich endlich Bilder der Kerne,

wie sie in der Fig. 52 abgebildet sind. Der Kern liegt bald der Basis, bald der Zellmitte zugekehrt. Unterhalb dieser Epithelzellen liegen die äußerst feinen Nervenfibrillen, bald als Längsfasern erkennbar, bald auf dem Querschnitt getroffen und dann als Punkte erscheinend. Die abgebildeten Figuren beziehen sich auf die Gattung Cucumaria. An Präparaten von *Echinocucumis typica* sind die palissadenförmigen Epithelzellen aber in gleicher Weise zu erkennen.

Ein Zusammenhang der Nervenfibrillen mit den Epithelzellen, welche dann als Epithelsinneszellen zu benennen sind, gelang mir an Macerationspräparaten nicht direkt nachzuweisen. Wenn ich aber denselben mit größter Bestimmtheit als vorhanden bezeichne, so geschieht es in Folge der bei den Seesternen erlangten Resultate, welche ich gleich näher schildern will.

Auf den Bau der Tentakel behalte ich mir vor, in der nächsten Mittheilung zurückzukommen, sobald ich größere Arten untersucht haben werde.

Das Nervensystem der Asteriden.

Da das Nervensystem der Seesterne seine Lagerung im Epithel beibehalten hat, so ist es nöthig, zunächst das Körperepithel im Allgemeinen zu betrachten.

Nimmt man einen Seestern zur Hand, so kann man eine ventrale Fläche, welche bei der Bewegung nach unten gekehrt ist und auf welcher sich die Mundöffnung findet, unterscheiden von einer dorsalen. Auf der ventralen Seite befinden sich dann des Weiteren die Ambulacralfüßchen, während die dorsale an äußeren Anhangsorganen kiemenartige Bildungen zeigt. Das Epithel nun, welches die dorsale und ventrale Fläche überzieht, ist von verschiedener Beschaffenheit. Schon äußerlich betrachtet giebt sich der Unterschied kund, indem nämlich das ventrale Epithel Zellen von großem Längsdurchmesser, von palissadenförmiger Gestalt zeigt, während das dorsale Epithel weit niedriger, wenn ich mich so ausdrücken darf, entwickelt ist. Das dorsale Epithel ist im großen Ganzen als ein Deckepithel zu bezeichnen, während das ventrale, überall wo es sich findet, also auch auf den Saugfüßchen als nervös bezeichnet werden muss, da hier die Hauptmasse des Nervensystems seine Lagerung gefunden hat.

Zur Orientirung eignet sich ein Querschnitt durch einen der fünf Strahlen der Seesternkörper am besten. Das ventrale Epithel trifft man hier an als in der Längsachse des Strahles besonders verdickt. Es bietet so das Aussehen eines Bandes. In diesem Bande verlaufen die Nervenfibrillen. Dieselbe Verdickung des Epithels findet sich um den

Mund und kommt auf diese Weise der Nervenstrang, welcher denselben umgiebt, zu Stande.

Das in jedem Arm verlaufende Wassergefäß endet blind in der Spitze desselben in dem sogenannten terminalen Fühler. — Auf der Unterseite desselben liegen auf einer wulstartigen Erhebung (vgl. Fig. 35 und Fig. 38) die Einzelaugen eingebettet. Das Epithel nun, welches das Nervenband so zu sagen bildet, überkleidet gleichfalls den Fühler, so wie es in der gleichen Ausbildung auch die Bucht überkleidet, welche zwischen der dorsalen Basis des Fühlers und dem Ende des Rückendaches sich findet, um dann in das dorsale Epithel überzugehen. Die als Radialnerv beschriebene Bildung ist also, ich hebe dies hier ausdrücklich hervor, nichts als die bandförmig entwickelte, auf dem Querschnitt als Dreiecksfigur hervortretende, in der Mitte des Armes besonders stark entwickelte Epithelschicht, welche die Nervenfibrillen beherbergt. Das Epithel, welches auf den Ambulacralfüßchen so wie dem terminalen Fühler sich findet, ist eine direkte Fortsetzung des Radialnerven, also des Epithels mit der Fibrillenschicht. — Ich schildere zunächst den Bau des Fühlers, um dann eine Beschreibung der Elemente folgen zu lassen, welche die als Augen bezeichneten Organe zusammensetzen.

a) Der Bau des terminalen Fühlers.

Der terminale Fühler kann als der Endtheil der Ambulacralrinne bezeichnet werden. Seine Form ähnelt der eines Ambulacralfüßchens in mehrfacher Beziehung. Seine Länge ist bei den verschiedenen Gattungen verschieden.

Fertigt man einen Längsschnitt durch den Endtheil eines Armes an, so erhält man ein Bild, wie es von einem jungen *Asteracanthion rubens* in Figur 38 abgebildet ist. Der terminale Fühler (*t.F.*) ist hier sehr verkürzt. Demgemäß tritt auch der Wulst, in welchem die Einzelaugen eingebettet liegen, stärker hervor. Oberhalb des terminalen Fühlers ragt eine Kalkplatte hervor, welche denselben zu schützen bestimmt ist. Während der Bewegung des Seesternes wird bekanntlich der Fühler mit den auf seiner Ventralfläche gelegenen Augen nach der Rückenfläche zu emporgehoben getragen, so dass die Augen nicht mehr nach der Ventralfläche sehen. Der Fühler sowohl wie diejenigen Ambulacralfüßchen, welche sich in nächster Nähe befinden und konisch zugespitzt erscheinen, sind als Tastorgane in Anspruch zu nehmen. Je nach dem Kontraktionszustand ragt der Fühler über die schützende Kalkplatte hinaus oder ist von derselben bedeckt. In Figur 35 ist eine Ansicht des Augenpolsters gegeben. Es ragt der Fühler hier, obgleich stark kontrahirt, doch noch über die Kalkplatte hinaus.

Betrachtet man nun Figur 38 näher, so ist zunächst zu bemerken, dass das Nervenband in der Länge getroffen ist, und dass sich dasselbe auf den Fühler fortsetzt. Die Fibrillenschicht (*nf*), welche in der Tiefe des Epithels (*ep*) verläuft, ist mit dunklem Tone angegeben. Auf dieses die Nervenfibrillen enthaltende Epithel folgt eine Bindegewebslage und auf diese die Muskelschicht mit dem inneren das Wassergefäß auskleidenden Epithel.

In dem Epithel des Fühlers trifft man folgende Elemente an. Erstens finden sich Epithelzellen, welche in Fortsätze verlängert sind, welche bis zur Bindegewebslage hinabreichen. Der Kern liegt im oberen der Peripherie zugekehrten Theile der Zelle. Diese Zellen, welche in Ausläufer ausgewachsen sind, und welche ich noch des öftern zu erwähnen haben werde, nenne ich Stützzellen. In Figur 45 und 43 sind diese Stützzellen aus dem terminalen Fühler abgebildet. Zwischen den Fortsätzen dieser Zellen verlaufen feine Fibrillen, die Nervenfibrillen mit ihren Ganglienzellen. Die Nervenfibrillen verlaufen bis zum Ende des Fühlers und gehen hier über in die Epithelzellen, oder besser ausgedrückt: Die auf dem Distalende des Fühlers sich findenden Epithelzellen setzen sich in feine Fibrillen fort, welche die Nervenfaserschicht bilden helfen. Diese Epithelzellen bezeichne ich als Epithelsinneszellen. Sie finden sich nicht nur am Distalende des Fühlers, sondern auch im Augenpolster, so wie überhaupt im ganzen ventralen Epithel zerstreut vor. Neben diesen Epithelsinneszellen finden sich auch im Ende des Fühlers die Stützzellen vor (vgl. Fig. 48, welche einen Längsschnitt durch das Distalende des terminalen Fühlers wiedergibt).

Die Nervenfibrillen, welche parallel zur Achse des Fühlers verlaufen, finden sich gleichmäßig vertheilt als eine Nervenschicht, und nicht, wie es in den Ambulacralfüßchen der Fall ist, in Faserzügen vereinigt. Unterhalb des erweiterten knopfförmig verdickten Endes des Fühlers (Fig. 48) zweigen sich Nervenfibrillen ab und verlaufen zu Faserzügen angeordnet ringförmig. Auf dem Längsschnitte werden diese Nervenfasierzüge auf dem Querschnitt getroffen und kommen als eine fein punktirte Masse zur Beobachtung (*qnf*). Die Epithelsinneszellen sind feine fadenförmige Gebilde, mit einer Anschwellung, in welcher der Kern liegt. Die Nervenfibrillen sind äußerst feine Fäden, und als stark lichtbrechend zu bezeichnen. Die Ganglienzellen beschreibe ich des Näheren weiter unten. Das Bindegewebe nimmt nach der Spitze des Fühlers an Ausdehnung zu, wie es die Figur 48 zeigt.

b) Die Einzel-Augen.

Wie schon angedeutet wurde, liegen die Augen auf der ventralen Fläche des Fühlers auf einer wulstförmigen Erhebung (vgl. Fig. 35 u. 38).

Die Zellelemente des Augenwulstes, wie ich diese Erhebung des terminalen Fühlers schlechthin nennen werde, sind dieselben wie die des letzteren.

Betrachtet man bei Lupenvergrößerung den Augenwulst, so zeigen sich die Augen als einzelne purpurne Flecken. Je jünger das Thier ist, desto weniger werden solche Flecken angetroffen. Mit dem Alter des Individuums wächst auch die Zahl der Augen. Bei den verschiedenen Gattungen ist die Größe des Wulstes so wie also auch die Anzahl der Augenflecke verschieden. Bei *Solaster* habe ich stets eine größere Menge gefunden, als bei *Asteracanthion*-Exemplaren.

Am besten gewinnt man durch Betrachtung feiner Schnitte einen Einblick in den Bau der Augenflecken. Aus Figur 38 ergiebt sich, dass jeder Augenfleck eine kegelförmige Gestalt besitzt. Er tritt als ein purpurn gefärbtes trichterartiges Gebilde hervor. Figur 40 zeigt Längsschnitte; Figur 39 die Augen auf dem Querschnitte getroffen. Welches ist nun der Bau dieser Gebilde? Jeder einzelne Sehleck wird angelegt als eine Einstülpung des Epithels, welche sich tiefer und tiefer erstreckt, so dass im Centrum des ausgebildeten Organes sich ein kegelförmiger Hohlraum findet, dessen Spitze nach innen zu liegen kommt. Über diese Einsenkung setzt sich die Cuticula fort. Rings um diese kegelförmige Einsenkung gruppieren sich die Epithelzellen, welche das rothe Pigment tragen. Letzteres ist in Form von rothen Körnchen (Tröpfchen) vorhanden. Der Protoplasmaleib der Zellen wird ganz angefüllt von den purpurn gefärbten Tröpfchen, welche sich als stark lichtbrechende Gebilde kennzeichnen. Der Kern der Zelle liegt mitten im Pigment (*Solaster papposus*) oder aber unterhalb desselben, wie es bei *Asteracanthion* der Fall ist (Fig. 46). Jede der Pigmentzellen verlängert sich in eine Fibrille, welche alle Eigenschaften der Nervenfibrillen zeigen. Die Fibrillen verlaufen in der Nervenschicht. Sie zeigen sich hier und da als Varicositäten bildend, und öfter finden sich noch Pigmenttröpfchen in denselben angehäuft. Bei den Pigmentsinneszellen von *Solaster* findet sich an den Fortsätzen fast konstant eine protoplasmatische Anhäufung an der Stelle, wo der Fortsatz umbiegt, um mit der Nervenschicht parallel zu verlaufen (Fig. 44). Ich glaube diese Anhäufung als Ganglienzelle mit Recht in Anspruch nehmen zu dürfen, da es einige Mal gelang, in derselben ein kernartiges Gebilde nachzuweisen. Bei den Pigmentsinneszellen von *Asteracanthion* ist mir diese Bildung nicht aufgefallen.

Zum größten Theile wird das Auge von diesen nach der kegelförmigen Einsenkung zu konvergirenden Zellen gebildet. Zwischen denselben finden sich aber wie in den Zwischenräumen, welche zwischen den einzelnen Augen liegen, Stützzellen, deren Ausläufer die Nerven-

schicht durchsetzen und auf der Bindegewebsschicht inseriren. Als drittes Element treten pigmentlose Epithelsinneszellen auf, deren Ausläufer — meist nur einer — sich in der Nervenschicht verzweigen. Alle Zellelemente sind in diesem Augenwulst weit länger als im übrigen Theile des Fühlers.

Der kegelförmige Hohlraum jedes Auges wird von einer wasserhellen Flüssigkeit angefüllt, welche durch die Cuticula nach außen begrenzt wird.

In wie fern nun verdient das eben geschilderte Gebilde den Namen Auge? Wir sahen, dass es aus einer Summe von Epithelsinneszellen besteht, die sich um eine Einsenkung concentrisch gruppirt haben, und ein Pigment führen. Es sind also weit niedrigere Bildungen als die Sehflecke der Medusen, bei welchen bereits eine Sonderung in Sinneszellen und Pigmentzellen eingetreten ist.

Die Autoren, welche bisher Angaben über die Augen der Seesterne gemacht haben, zogen stets das Auge der höheren Thiere der Wirbelthiere zum Vergleiche heran und suchten nun die bekannten Bildungen als Linse, Glaskörper etc. auch hier wiederzufinden. Hiermit entfernte man sich aber entweder überhaupt von den Thatsachen, oder aber nahm seine Zuflucht zu unbegründeten Deutungen.

Ich glaube nicht, dass ein Grund vorhanden ist, die in der centralen kegelförmigen Einsenkung vorkommende Flüssigkeit als ein der Linse entsprechendes Gebilde zu bezeichnen, eben so wenig wie die Cuticula, welche nicht verdickt erscheint, als Cornea zu deuten. Man hat es hier noch mit Organen zu thun, welche nur Hell und Dunkel empfindend sind. Die Augen sind bei Solaster, Astropecten (auf diese Form beziehen sich die Abbildungen HAECKEL's), Asteracanthion von ganz demselben Bau. Der Schluss, dass auch bei den übrigen Gattungen nicht wesentliche Abweichungen von dem geschilderten Bau sich finden werden, scheint demnach nicht ungerechtfertigt zu sein.

Ich schließe hieran einige Bemerkungen über die Konservierungsmethoden. Will man die Augenflecke auf Schnitten untersuchen und zugleich das Pigment möglichst in seiner Färbung erhalten, so ist es räthlich, die frei präparirten Augenwülste in ein Gemisch von 4%iger Osmiumsäure und Essigsäure zu bringen, und hierauf in Gummiglycerin einzubetten oder in irgend einer anderen Masse, welche eine vorherige Behandlung mit Alkohol ausschließt, da dieser den Farbstoff extrahirt, und die Pigmentsinneszellen, mit Alkohol behandelt, wasserhell erscheinen (Fig. 39 und 40). Um die Fortsätze der Zellen zur Anschauung zu bringen, bedient man sich am besten der Klopfmethode, da durch Zerzupfen die feinen Fibrillen leicht zerreißen.

c) Sinneszellen und Ganglienzellen.

Ich knüpfe an die Beschreibung des Auges einige weitere Beobachtungen über die Epithelsinneszellen und Ganglienzellen. Das ventrale Epithel des Fühlers setzt sich fort in das des Rückens; zwischen der dorsalwärts gelegenen Basis des terminalen Fühlers und der Kalkplatte, welche denselben bedeckt, entsteht eine Bucht, wie an dem Längsschnitt durch das Ende eines Armes in Figur 38 zu sehen ist (*b*). Oberhalb derselben nimmt das Epithel plötzlich ab (es ist diese Stelle in der Figur mit α bezeichnet), um in das dorsale Epithel überzugehen. Bis an diese Stelle besteht das ventrale Epithel aus Epithelstützzellen, Epithelsinneszellen mit den Nervenfibrillen und Ganglienzellen in der Tiefe derselben. Hier gelingt es gut die Epithelsinneszellen nachzuweisen, das heißt ihre Fortsätze in der Nervenfaserschicht verlaufen zu sehen. Figur 32 zeigt einen feinen Schnitt, auf welchem der Verlauf des Fortsatzes einer Epithelzelle innerhalb der Nervenschicht klar hervortritt. Der feine, stark lichtbrechende Fortsatz dieser Epithelzellen geht über in die feinen Faserzüge des Nervenplexus, und verläuft jetzt parallel mit den Elementen derselben. — Die Epithelstützzellen besitzen einen weit stärkeren Fortsatz, welcher letzterer die Nervenschicht in gerader Richtung bis zur Bindegewebsschicht durchsetzt. Es unterscheiden sich die Fibrillen der Epithelsinneszellen in mancherlei Weise von den Fortsätzen der Epithelstützzellen.

Die Sinneszellen sind hier nicht immer von fadenförmiger Gestalt, es kommen auch solche vor, bei welchen der Zellkörper palissadenförmig genannt werden darf (Fig. 33). Die Kerne derselben sind oft von ausgezeichneter Größe. In Figur 34 ist ein Längsschnitt durch das Epithel aus derselben Gegend abgebildet und treten in der Kernschicht der Stützzellen die Kerne der Epithelsinneszellen deutlich hervor. In dieser Figur fallen des Weiteren große Kerne in der Nervenfaserschicht auf, welche als Kerne von großen Ganglienzellen anzusehen sind. Es kommen bei den Asteriden zwei verschiedene Formen von Ganglienzellen vor. Eine kleinere Art, welche vorzüglich in den Radialnerven vorkommt. Die Zellen sind meist mit zwei Ausläufern, hier und da kommen auch mehrere zur Beobachtung, versehen. Ihre Form ist meist spindelig. Der Kern nimmt den größten Theil der Zelle ein, und ist das Protoplasma in oft nur geringer Menge denselben umhüllend zu finden. Die Kerne sind rundlich oder oval; in denen der größeren Ganglienzellen findet sich ein Kernkörperchen (Fig. 30, 32 und 42). Ist jedoch die Nervenschicht gut konservirt, so treten die Zellen mit ihrem Plasmaleibe auch auf Schnitten deutlich hervor, wie in Figur 30 zu sehen ist. Es sind die hier abgebildeten Zellen aus der »radiären Nervenbahn« (Fig. 69 *gz*).

Im terminalen Fühler tritt zu diesen kleinen Ganglienzellen, deren Kerne von LUDWIG bereits beschrieben sind, eine größere Sorte mit leicht in die Augen fallenden Kernen hervor. Das Plasma ist nur bei gut und frisch konservierten Exemplaren noch zu erkennen (Fig. 34). Diese letzteren Ganglienzellen kommen mit den ersteren vermischt vor, und zwar im Fühler, in der Umgebung des Fühlers, so wie in der oben genannten Bucht an der Basis desselben.

Mit welchem Rechte deute ich aber die Faserschicht als Nerven-fibrillenschicht, die einen Zellfortsätze als Nerven, die anderen aber als Stützfasern?

Hier ist aufmerksam zu machen auf die Verschiedenheit im Verhalten der als Nervenfibrillen gedeuteten Gebilde von den Bindegewebsfibrillen, welche nur noch in Betracht kommen. Beide Fibrillenarten unterscheiden sich erstens durch ihre Stärke. Die Nervenfibrillen sind stets feiner gestaltet. Es kommt dann vor Allem in Betracht die große Hinfälligkeit dieser feinen Fasern, welche für ihre nervöse Natur sprechen. Dann ist an die Lagerung unserer Schicht zu erinnern. Wie sollten Bindegewebsfibrillen in das Ektoderm zu liegen gekommen sein? Dass man an Muskelfibrillen nicht denken kann, geht schon aus einer flüchtigen Betrachtung beider Gebilde hervor. Ich verweise hier bloß auf die Abbildungen zum Vergleiche (vgl. Fig. 4 und etwa 31). Weiterhin ist der Zusammenhang dieser Schicht mit den Zellelementen, welche die Augen bilden, in die Wagschale zu Gunsten ihrer nervösen Natur fallend. Die Deutung der zelligen Elemente als Ganglienzellen in der somit als Nervenschicht zu bezeichnenden Schicht scheint mir ebenfalls gesichert, um so mehr da es gelingt Fortsätze an diesen Zellen zu erkennen (Fig. 69).

Was nun die Deutung der Fortsätze der Epithelzellen anlangt, so spreche ich da von Epithelsinneszellen, wo dieselben in ihrem Verhalten den Nervenfasern gleichkommen, von Stützfasern, wo der Verlauf senkrecht durch die Schicht sich verfolgen lässt. Niemals findet man Variositäten an den Fortsätzen der Stützzellen, wogegen sie bei den Sinneszellen beobachtet werden (Fig. 43, 44). Die Zellen der radiären Nervenbahn sind bewimpert; an denen der Fühler habe ich eine Wimperung nicht erkennen können.

d) Der Bau der Füßchen.

1) Astropecten.

Von den eigentlichen Saugfüßchen haben wir bei Formen wie Asteracanthion, Solaster u. A. zu trennen diejenigen Gebilde, welche ihnen im äußeren Habitus wohl gleichen, aber die Funktion der Be-

wegung aufgegeben haben. Es sind das die als Tastfüßchen zu bezeichnenden Füßchen, welche in der Umgebung des terminalen Fühlers, also an der Spitze eines jeden Armes sich finden. Sie besitzen keine Saugplatte, denn es erscheint ihr Apicalende konisch zugespitzt. Auch fehlen ihnen die Kalkeinlagerungen. Histologisch unterscheiden sie sich nur in Bezug auf die Nervenschicht. Diese ist in den Tastfüßchen weit stärker entwickelt als in den echten Saugfüßchen. Betrachtet man einen lebenden Seestern während seiner Bewegung, so sieht man das Ende jedes Armes in die Höhe gekehrt, so dass der Augenvulst nach oben gewendet erscheint. Zugleich aber sind die Tastfüßchen in lebhafter Bewegung begriffen. Sie tasten im Wasser hin und her und, falls sie an einen im Wege liegenden Gegenstand anstoßen, wird derselbe nur immer von Neuem betastet, ohne dass es aber zu einer Anheftung käme. Sie dienen mithin nicht zur Bewegung.

Ähnliche Gebilde findet man bei den Seesternen rings um den Mund stehend vor, über deren näheren Bau ich mir später Mittheilungen zu machen vorbehalte. Bei *Astropecten* tritt der Unterschied von Tast- zu Saugfüßchen nicht äußerlich hervor, da beide konisch zugespitzt sind.

In Figur 54 ist ein Theil eines Längsschnittes durch ein Saugfüßchen abgebildet. Es ergiebt sich, dass die Schichten, welche dasselbe bilden, an verschiedenen Stellen verschieden entwickelt sind. Es tritt die verschieden starke Entfaltung des Muskelgewebes und des Bindegewebes in dem Maße bei keinem anderen Genus weiter auf. Sehen wir uns den Verlauf der einzelnen Gewebe näher an!

An der Basis des Füßchens findet man die Muskulatur enorm stark, im Verhältnis zu anderen Gattungen, entwickelt. Nach der Mitte und Spitze zu verjüngt sich jedoch diese Schicht. Da aber der Durchmesser eines Füßchens nach dem Apicalende zu nur mäßig abnimmt, so muss ein anderes Gewebe an die Stelle der Muskulatur treten; und dieses Gewebe ist das Bindegewebe. An der Basis erscheint es nur wenig ausgebildet, um aber, sobald die Muskulatur abnimmt, sich stärker zu entwickeln.

Die Epithelschicht besteht von der Basis an bis zu derjenigen Stelle, welche unterhalb des konisch zugespitzten Endes des Füßchens sich findet und welche durch einen Ringwulst charakterisirt wird, aus langen palissadenförmigen feinen Zellen, welche als Stützzellen bezeichnet werden müssen. Der Kern findet sich in den Stützzellen nahe der Oberfläche, so dass auf den Schnitten die Kerne die Ansicht eines parallel der Oberfläche verlaufenden Bandes bieten.

Das eben geschilderte Verhalten findet sich bis unterhalb des Ringwulstes. In demselben tritt eine neue Zellform auf, welche von nun an

im weiteren Verlaufe des Fußchens dominirt. Diese Zellen sind Epithelsinneszellen. Es sind Gebilde von fadenförmiger Gestalt, mit einer durch den Kern bedingten Anschwellung und einem Fortsatz, welcher in die feinen Faserzüge des Nervenplexus übergeht. Deutlich treten an diesen Fortsätzen Varicositäten auf. Das Auftreten dieser Sinneszellen giebt sich kund in dem verschiedenen Habitus des Epithels oberhalb und unterhalb des Ringwulstes. Unterhalb liegen die Kerne der Epithelzellen bestimmt gelagert; oberhalb desselben finden sich die Kerne durch das ganze Epithel zerstreut, da die Anschwellung der Zelle, in welcher der Kern liegt, bald im oberen, mittleren Theile derselben oder der Basis genähert angetroffen wird. Mit den Sinneszellen untermischt findet man die Stützzellen, zwischen deren Fortsätzen die Nervenfasern verlaufen. — Die Nervenfaserschicht setzt sich auf die Fußchen nicht als eine gleichmäßig entwickelte Schicht fort, sondern in Gestalt von Faserzügen, welche parallel zur Längsachse des Fußchens verlaufen. Auf dem Querschnitt (vgl. Fig. 55 und 56) ist dieses Verhalten deutlich zu erkennen. Jenseits des Ringwulstes nehmen die einzelnen Faserzüge an Ausdehnung zu. Die Nervenfasern zeigen dasselbe Verhalten wie an den übrigen Stellen, wo sie vorkommen. Zwischen denselben trifft man Ganglienzellen, und zwar nur die kleine Art, unregelmäßig zerstreut an. Vor dem Ringwulste zweigen sich Nervenzüge ab, um unterhalb desselben ringförmig zu verlaufen. Dasselbe tritt auch bei den Fußchen der übrigen Gattungen der Seesterne auf.

Das Bindegewebe besteht aus einer Grundsubstanz, in welche Fibrillen eingebettet sind, welche Kerne besitzen. Den Bau des Bindegewebes der Seesterne, so wie die Schilderung der Muskulatur gebe ich später.

Wenden wir uns jetzt zu einer anderen Frage. Wie verhält sich die Ausbildung der Gewebe zur Funktion des Fußchens? Bei einer Kontraktion desselben wird durch die massige Entwicklung der Muskulatur im basalen Theile das obere distale vorzugsweise als nervös zu benennende Ende nicht oder nur wenig in Mitleidenschaft gezogen werden. Durch die stärkere Entwicklung des Bindegewebes wird dann weiterhin einer Muskelkontraktion entgegengewirkt. So wird selbst bei der Bewegung das distale Ende ungestört seine Funktion als Sinnesorgan vollziehen können, was, wenn es in gleicher Weise wie der basale Theil kontrahirt würde, nicht der Fall sein könnte. So ist hier das Fußchen in äußerst zweckmäßiger Weise angepasst zwei Funktionen, denen der Bewegung und der Sinnesperception.

2) *Solaster papposus* und *Asteracanthion rubens*.

Bei *Solaster* stehen die Saugfüßchen in zwei Reihen angeordnet, während bei *Asteracanthion* vier Reihen derselben angetroffen werden.

Auf das Außenepithel folgt die Bindesubstanz, welche zwei verschiedene Lagen erkennen lässt, eine Zellschicht und eine Faserschicht. Unmittelbar auf dem Außenepithel trifft man eine Schicht spindelförmiger oder ovaler Zellen, deren Protoplasma glashell erscheint. Ein Kern liegt in der Mitte der Zellen (vgl. Fig. 70). Diese Zellen kommen dicht gedrängt an einander gelagert vor, oft in großer Anzahl eine sowohl in den Tast-, wie Saugfüßchen wiederkehrende Schicht bildend. Welche Bewandnis es mit diesen Zellen hat theile ich in dem Kapitel über das Bindegewebe der Seesterne mit. Auf das Bindegewebe folgt die Längsmuskelschicht und hierauf das Epithel, welches das Lumen des Füßchens auskleidet.

Das Außenepithel besteht aus den Stützzellen, zwischen denen die Nervenfibrillen verlaufen, welche bei den Tastfüßchen eine Schicht bilden. Es finden sich immer nur die kleinen Ganglienzellen unregelmäßig zerstreut vor. Es ist schwer ins Klare darüber zu kommen, ob nur an dem Distalende der Füßchen Sinneszellen sich finden, wie es bei *Astropecten* der Fall ist, oder aber auch im übrigen Epithel. Bei den Tastfüßchen glaube ich mich überzeugt zu haben, dass überall im Epithel Sinneszellen vorkommen.

Die Nervenfibrillen verlaufen in den Füßchen zu Faserzügen vereinigt, wie es oben bereits bei *Astropecten* geschildert und abgebildet worden ist.

Im äußeren Epithel finden sich weiterhin, sowohl am basalen wie distalen Theile der Füßchen, Drüsenzellen vor. Vorzüglich entwickelt kommen sie in der Saugscheibe vor zwischen den Stütz- und Sinneszellen. Der Zellenleib dieser Drüsenzellen ist mit stark lichtbrechenden Körnern erfüllt. Ihre Form richtet sich nach der Höhe des Epithels. Ist dasselbe aus palissadenförmigen Zellen gebildet, so besitzen die Drüsenzellen eine langgestreckte Gestalt, eine schlauchförmige Form. Bald kann man sie als becherförmig bezeichnen — kurz ihre Gestalt ist in mannigfacher Weise wechselnd. An der Basis jeder Drüsenzelle findet sich ein fibrillärer Fortsatz, welcher vielleicht als Stützfaser gedeutet werden muss. Diese körnerreichen Drüsenzellen (vgl. die Fig. 66 und 68), bei welchen der Kern an der Basis liegt, da also, wo der Fortsatz abgeht, kommen in der Saugscheibe massenhaft angehäuft vor. Am besten studirt man die Drüsenzellen an Macerationspräparaten. Mit Hämatoxylin tingiren sie sich, wenn auch nicht sehr stark. An mit Karmin gefärbten Präparaten erscheinen sie als helle Räume zwischen den übrigen Epithelzellen.

Kritik der über den histologischen Bau des Nervensystems handelnden Arbeiten.

Ich habe im Vorangehenden eine gedrängte Darstellung der Verhältnisse des Nervensystems gegeben, ohne auf eine Reihe von Details einzugehen. Dies zu thun behalte ich mir für eine spätere Mittheilung vor.

Aus demselben Grunde, nämlich um die Darstellung möglichst knapp zu halten, habe ich es bisher vermieden, irgend eine geschichtliche Notiz zu geben. Dies will ich im Folgenden nachholen.

An vereinzelt histologischen Notizen über das Nervensystem und das Auge, ist nicht gerade von einem Mangel zu sprechen. Es liegen eine ganze Reihe von Veröffentlichungen vor, theils aus früher Zeit, theils aus dem letzten Jahrzehnt. Die Forscher, auf deren Nennung ich mich beschränken werde, sind HAECKEL, GREEFF, HOFFMANN, TEUSCHER, LANGE und LUDWIG. HAECKEL¹ verdanken wir die ersten Angaben über das Auge. Zu einer Zeit (1860), wo die modernen Untersuchungsmethoden noch nicht bekannt waren, untersuchte er den histologischen Bau der Augen bei verschiedenen Arten. Kein Wunder, wenn es damals nicht gelang, einen vollkommen klaren Einblick in den Bau der Sehflecke zu erlangen. Nach HAECKEL war es LANGE², welcher von Neuem dieselben eingehend untersuchte. Sehen wir aber vorher zu, was die verschiedenen Beobachter über die Nervenschicht, welche in der Tiefe des Epithels verläuft, über Stützzellen und Sinneszellen sagen! Nach GREEFF³ besteht der Nerv aus Stützzellen plus unserer Nervenfibrillenschicht. LUDWIG⁴ hat diese Ansicht bereits zurückgewiesen. Die Stützzellen haben nichts mit der Nervenschicht weiter zu thun, als dass sie durch ihre Fortsätze dem Epithel eine besondere Festigkeit verleihen. Die Darstellung von HOFFMANN⁵ über das Nervensystem leidet, wie LUDWIG bemerkt, an großer Unklarheit. Ich kann mich in seiner Darstellung ebenfalls nicht zurecht finden. Die Nerven sollen nach HOFFMANN hohle Kanäle vorstellen. Weiterhin unterscheidet er dann Nervenblätter. Die Querschnitte der Nervenfibrillen bespricht er als »fein körnige Grund-

¹ E. HAECKEL, Über die Augen u. Nerven der Seesterne. Diese Zeitschr. Bd. X. 1860.

² LANGE, Beitrag zur Anatomie u. Histologie der Asteriden und Ophiuren. in: Morphol. Jahrb. II. Bd. 1876.

³ GREEFF, Über den Bau der Echinodermen. 1. bis 3. Mittheilung. Marburger Sitzungsberichte 1871—1872.

⁴ LUDWIG, Morphol. Studien an Echinodermen. Leipzig 1877—1879. Abhandl. V. p. 185 u. f.

⁵ HOFFMANN, Zur Anatomie der Asteriden. in: Niederländ. Archiv f. Zoologie. Bd. II. 1874—1875.

substanz« und hält die Stützzellen mit ihren Fortsätzen für die nervösen Elemente (vgl. seine Taf. I, Fig. 43 und Taf. II, Fig. 27 und 28, wo sämtliche Epithelzellen als »Nervenschicht« bezeichnet werden).

Ich gehe sogleich zur Besprechung der LANGE'schen Arbeit über. LANGE nimmt als Nervenschicht eine Zelllage in Anspruch, welche an einem anderen Orte liegt, nämlich in dem Perihämalkanal. Hier liegen bei einigen Seesternen Zellwülste, die nichts weiter sind als ein geschichtetes Epithel. LANGE hat die einzelnen Zellen durch Maceration getrennt und glaubt gefunden zu haben, dass jede Zelle Ausläufer besitze. Diese deutet er als Nervenfibrillen! Da nun aber eine Bindegewebslage mit Fibrillen unter dem Epithel, welches bei vielen Seesternen nicht geschichtet erscheint, sich findet, so ist es wahrscheinlich, dass er die Bindegewebsfibrillen mit ihren Zellen verwechselt hat mit den Epithelzellen, wie LUDWIG vermuthet¹.

Die Zellen des Auges, welche LANGE abbildet, sind Kunstprodukte. So sieht überhaupt keine normale Zelle aus! Weit besser hat HOFFMANN diese Zellen abgebildet, wie überhaupt seine Abbildungen meist korrekt sind, was aber vom Texte nicht gilt. Weiterhin giebt LANGE eine Abbildung des terminalen Fühlers mit den Augen (Taf. XVI, Fig. 8, Morph. Jahrbuch, Bd. II). Unterhalb der echten Nervenschicht findet sich das Bindegewebe. LANGE hat dasselbe als terminalen Ganglienknoten gedeutet! Es ist nun leicht zu konstatiren, dass es sich um die Bindegewebe handelt, welches im Fühler sich stärker entwickelt zeigt. Wie ist aber LANGE zu dieser Deutung gekommen, zumal er nicht einmal einen Zusammenhang dieses vermeintlichen Ganglienknotens mit seiner vermeintlichen Nervenschicht konstatirt hat? Der Grund, durchaus am Ende jedes Armes des Seesternes ein Ganglion zu finden, liegt darin, dass LANGE die Hypothese durchfechten wollte, welche jeden Seestern als Wurmkolonie ansieht. So zeigt sich seine Deutung immer voreingenommen durch die Meinung, dass die genannte Hypothese den Thatsachen entspreche, während die histologischen Funde gegen dieselbe sprechen. Wie ich oben schon bemerkte und wie HOFFMANN und HAECKEL angeben, sind die Fortsätze der Pigmentzellen der Augen Nervenfibrillen, nicht aber, wie LANGE will, »modificirte Stäbchenzellen«, wie er unsere Stützzellen bezeichnet. Die lichten Stäbchen, welche jede Zelle nach diesem Autor tragen soll, glaube ich ebenfalls für Kunstprodukte erklären zu müssen.

Der letzte, den ich hier erwähnen will, ist TEUSCHER. Er hat richtig erkannt, dass die Längsfaserschicht die Nervenschicht vorstellt. Seinen übrigen Angaben kann jedoch nicht immer zugestimmt werden, wie

¹ LUDWIG, Morphol. Studien. Abhandl. V. p. 494.

LUDWIG bereits in seinen ausgezeichneten »Morpholog. Studien« gezeigt hat. LUDWIG hat die verschiedenen Ansichten über das Nervensystem zusammengestellt und eigene Beobachtungen hinzugefügt. Er unterscheidet zwischen den Nervenfibrillen kleine Zellen, die er als Ganglienzellen deutet. Weiterhin spricht er von einer »Faserschicht« und von »Längsfasern«; erstere Schicht bilden die von mir als Stützzellen bezeichneten Gebilde, letztere die echten Nervenfibrillen. Die Längsfasern werden von LUDWIG auch als Nervenfasern benannt. Diese Deutung stimmt also mit der meinigen überein. Seinen Standpunkt fasst aber LUDWIG dahin zusammen, dass er sagt: »Wir haben also bei den Asteriden ein Nervengewebe, welches in seinen Elementen zwar keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem äußeren Epithel des Körpers mehr erkennen lässt, aber doch noch seinen ektodermalen Ursprung dadurch verräth, dass es zwischen die innerste zu Fasern ausgezogene Lage jenes Epithels eingeflochten ist.« Ich führe diesen Satz wörtlich an, um den Stand der Frage über den histologischen Bau des Nervensystems zu kennzeichnen, zur Zeit als ich diese Untersuchung unternahm und publicire. — Die Epithelsinneszellen, die ich nachgewiesen habe, sind somit bisher noch nicht beobachtet worden. — CLAUS¹ hat an verschiedenen Stellen seiner Publikationen ausgesprochen, dass wahrscheinlich ein Zusammenhang des Nervensystems mit dem Epithel bestehe. Seine Vermuthung hat sich nach meinen Untersuchungen somit als richtig herausgestellt.

Das dorsale Epithel.

Das Rückenepithel unterscheidet sich von dem ventralen durch seine geringere Entwicklung. Ist das ventrale Epithel als nervös zu bezeichnen, so gilt das von dem dorsalen nur in beschränktem Maße. Niemals erreicht die Nervenschicht eine solche Ausdehnung wie an der Bauchfläche. Welches sind nun die Zellelemente, welche das dorsale Epithel zusammensetzen? Wir treffen vor Allem als die am meisten verbreiteten Zellen an diejenigen, welche ich als Stützzellen bezeichnet habe. Da aber, wie ich schon erwähnte, das dorsale Epithel an Höhe weit hinter dem ventralen zurücksteht, so sind diese Stützfasern mit nur kleinen Fortsätzen versehen, ja an vielen Stellen ist es kaum zur Bildung derselben gekommen. Das Epithel überzieht alle verschiedenen Erhebungen des Rückens, also die Kiemenbläschen und die stachelartigen Gebilde.

Zwischen den Fortsätzen der Epithelzellen verlaufen im ganzen dorsalen Epithel Nervenfibrillen, bald eine äußerst dünne Schicht bildend, bald aber stärker entwickelt sich zeigend. Die Nervenfibrillen

¹ CLAUS, Grundzüge der Zoologie. I. Bd. p. 344. 1880.

laufen im Allgemeinen senkrecht zur Längsachse des Fußchens. An der Basis der Kiemenbläschen, so wie in den Buchten, welche zwischen den verschiedenartigen Erhebungen der Körperwand entstehen, trifft man das Epithel mit der Nervenschicht stärker entwickelt an. Hier kommt es auch zur Bildung von Faserzügen, welche parallel zur Längsachse der Fußchen verlaufen. An diesen Stellen gelingt es dann fernerhin Sinneszellen nachzuweisen, wie auch die distalen Enden der Kiemenbläschen im Wesentlichen aus diesen Elementen zusammengesetzt sind. (Fig. 78 und 79 zeigen Faserzüge, welche auf dem Querschnitt getroffen sind.)

Außer den genannten Zellelementen kommen die schon im Außenepithel der Saugfußchen beschriebenen Drüsenzellen vor und drittens eine weitere Drüsenzellenart, die ich sogleich des Näheren charakterisiren will.

Oft dichtgedrängt finden sich im Epithel an die Nesselkapseln der Acalephen erinnernde Kapseln vor, welche einen fein granulirten Inhalt besitzen oder aber wasserhell erscheinen. Diese eigenthümlichen Drüsenkapseln trifft man übrigens auch im ventralen Epithel an, ja hier sogar im Radialnerven, wo ich sie bei *Astropecten aurantiacus* mehrere Male fand. Die Form dieser Kapseln ist oval, eiförmig. Sie liegen vom Protoplasma der Zelle umgeben, welche in einem Fortsatz sich verlängert. Dass ich diese Gebilde für drüsige Elemente halte, scheint mir aus ihrem Inhalt zu folgen. Sobald die Kapseln leer sind, erscheinen sie wasserhell, sonst wie schon angegeben, mit einem körnigen Inhalt versehen. Figur 74 giebt einen Schnitt durch das dorsale Körperepithel wieder. Unterhalb der Cuticula befinden sich die Kapseln und darunter die Kerne der Epithelzellen. An der Basis und zwischen den Ausläufern der Stützzellen erblickt man die Nervenfibrillenschicht.

Das Nervensystem der Echinodermen und Coelenteraten.

Vergegenwärtigen wir uns kurz den histologischen Bau des Nervensystems, wie ich ihn gefunden und geschildert habe. Wir treffen im ektodermalen Epithel im Allgemeinen vier Elemente an, welche ich als Stützzellen, als Sinneszellen, als Ganglienzellen und Nervenfibrillen bezeichnet habe. Die beiden letztgenannten Elemente findet man in der Tiefe des Epithels, während Stütz- und Sinneszellen eine epitheliale Lagerung haben. Die Epithelsinneszellen werden durch die Nervenfibrillen und Ganglienzellen zu einem Ganzen verbunden, welches das Nervensystem bildet.

Überall ist die Nervenschicht im Zusammenhange geblieben mit dem Epithel. Bei den Holothurien hat dieselbe nur ihre Lage verändert, während bei den Seesternen auch die Lage im ektodermalen Epithel beibehalten ist.

Die Nervenschicht verläuft um den Mund ringförmig in der Tiefe des Epithels, während in jeden Arm oder Strahl sich dieselbe fortsetzt als eine in der Mitte des Armes verlaufende Fasermasse, von welcher auf die Füßchen und nach dem ventralen Epithel Zweige abgehen. Unwillkürlich erinnert die Lagerung so wie das specielle Verhalten des Nervensystems an die Coelenteraten, wo wir dieselben Verhältnisse antreffen.

Durch die Arbeiten von CLAUS, EIMER und besonders der Gebrüder HERTWIG sind wir genau über den histologischen Bau des Nervensystems der Medusen und Aktinien unterrichtet worden. Diesen Forschern gelang es den Nachweis zu bringen, dass bei den genannten beiden Gruppen das Nervensystem einen Theil der Körperoberfläche darstellt, und mit seinen Bestandtheilen dauernd dem Ektoderm angehört, dass also hier ein Zustand erhalten ist, welcher bei den übrigen Thieren nur vorübergehend beim Beginn ihrer Entwicklung sich findet.

Interessant ist es nun, dass wir in den Echinodermen einen zweiten Thierkreis vor uns haben, bei welchem dieselben Verhältnisse sich wiederfinden, wie bei den Coelenteraten. Doppelt interessant aber, da wir mit Bestimmtheit den Satz aussprechen können, dass die letzteren mit den ersteren in keinerlei Verwandtschaftsverhältnis stehen. Wir können also mit größter Sicherheit annehmen, dass sich das Nervensystem in beiden Gruppen unabhängig von einander entwickelt hat. Somit erfahren die Ansichten, welche man über die Entstehung des Nervensystems bei den Thieren überhaupt aufgestellt hat, sofern sie sich auf die Coelenteraten stützen, eine neue Bestätigung, indem eben ein und dieselbe Bildung zweimal unabhängig entstanden ist. Prüfen wir in Kürze die allgemeinen Sätze, welche die Genese des Nervensystems betreffen!

Als die primitivste Form desselben sehe ich mit O. und R. HERTWIG¹ denjenigen Entwicklungszustand an, bei welchem Sinneszelle, Muskel- und Ganglienzelle zugleich Epithelzellen sind. »Durch ihre Lage sind alle drei befähigt direkt auf äußere Reize zu reagiren; sie unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass eine jede noch eine besondere Funktion in hervorragender Weise ausgebildet und daher auch morphologisch sich in divergenter Richtung differenzirt hat. Die Epithelmuskelzellen haben kontraktile Fibrillen ausgeschieden, die Epithelganglienzellen besitzen besonders zahlreiche Verbindungen unter einander und mit den sensiblen und muskulösen Zellen, die Sinneszellen endlich sind durch die Anwesenheit spezifischer Endapparate (in unserem Falle die Augen) besonders geschickt geworden sinnliche Eindrücke aufzunehmen.« Diese

¹ Vgl. Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. 3. Abschnitt. p. 457 und: Die Actinien. p. 476.

Elemente sind mit Epithelstützzellen über die ganze Körperoberfläche verbreitet. Diesen Zustand haben wir bei den Asteriden noch vor uns.

Was nun die Genese der Sinnesorgane anlangt, so haben die Gebr. HERTWIG den Satz aufgestellt, dass die specifischen Sinnesorgane der Medusen aus indifferenten Sinneszellen entstanden seien. Auch diese Ansicht wird bestätigt durch den Nachweis, dass die Augenflecke der Seesterne aus zu Gruppen zusammengetretenen Sinneszellen bestehen, in welchen ein Pigment abgelagert worden ist. Dies ist der einfachste Bau eines Sehfleckes im ganzen Thierreiche. Bei den Medusen haben wir schon höhere Bildungen vor uns. Hier sind zwar auch Sinneszellen in Gruppen zusammengetreten, aber zugleich im Vereine mit Stützzellen, welche eine Pigmenteinlagerung erhalten haben. Somit erweist sich das Auge der letzteren auf einer höheren Stufe stehend.

Wenn man nun die Sinneszellen, welche sich über die ganze Körperoberfläche verbreitet finden, als das nothwendige Substrat für die Genese specifischer Sinnesorgane betrachtet, dann wird, wie O. und R. HERTWIG zeigen, es uns nicht mehr unverständlich erscheinen, wie sich Sinnesorgane an den verschiedensten Körperregionen bilden können.

Welches Verhalten das Nervensystem bei Crinoiden und Echiniden zeigt, davon werde ich demnächst Mittheilung machen.

Kurze Zusammenfassung der Hauptresultate.

a) Darmtractus, Bindegewebe etc.

1) Die äußerlich leicht zu unterscheidenden Theile des Darmtractus, Ösophagus, Magen, Dünndarm und Rectum, sind auch histologisch geschieden. Im Ösophagus findet sich im oberen Theile nur eine Ringmuscularis, während in der Bindesubstanz Kapillaren in großer Anzahl als Spalträume auftreten. Am basalen Theile des Ösophagus treten Längsmuskelfasern auf.

2) Der Magen besitzt eine stark entwickelte Ring- und Längsmuscularis. Letztere nimmt nach der Basis zu ab. Sie ist überhaupt im Magen am stärksten entwickelt. Die Gewebslagen derselben sind: Innenepithel, innere Bindegewebslage, Längs- und Ringmuscularis, äußere Bindegewebslage mit Kapillaren, Außenepithel.

3) Im Dünndarm sind zwei Regionon, eine groß- und eine englumige zu unterscheiden. Die Längsmuscularis ist spärlich entwickelt, eben so die Ringmuskelschicht. Dieser Darmabschnitt kennzeichnet sich als der resorbirende.

Zwischen Innenepithel und Muskelschichten findet sich eine Bindesubstanzlage (die innere), welche aus feinen Fibrillen besteht. Sie war im

Ösophagus und Magen nur wenig entwickelt. Die Gewebslagen des Dünndarmes sind: Innenepithel, innere Bindesubstanz, Längs- und Ringmuscularis (äußere Bindesubstanz), Außenepithel.-

4) Im oberen Theil des Dünndarmes finden sich blindsackartige Gebilde, Homologa (?) der bei Asteriden beschriebenen Organe.

5) Die Suspensorien des Rectums besitzen eine Muskelschicht und Flimmerepithel.

6) Das Bindegewebe besteht überall, wo es im Darm und den Mesenterien vorkommt, aus Fibrillen mit spindelförmigen Zellen und der Grundsubstanz.

7) In jedem Geschlechtsschlauch sind zwei Theile zu unterscheiden, ein distaler, in welchem die Geschlechtsprodukte entstehen, und ein basaler Theil.

8) Das dorsale und ventrale Blutgefäß bestehen aus einem System von Spalträumen, welche im Bindegewebe sich finden und in welchen die Blutflüssigkeit cirkulirt.

9) Der Verschluss der Ampullen geschieht durch einen besonderen Sphinkter.

10) In allen Geweben und Hohlräumen des Holothurienkörpers finden sich Zellen vor, welche sich nach Amöbenart bewegen. Ich nenne dieselben Plasmawanderzellen (von SEMPER wurden sie zum Bindegewebe gehörig angesehen).

11) Das Bindegewebe besteht aus einer hyalinen Grundsubstanz, in welcher sich Fibrillen finden, welche mit den Bindegewebszellen zusammenhängen. Die Fibrillen des Bindegewebes sind in die Länge gewachsene Zellen.

12) Der Bau der Muskulatur deutet darauf hin, dass dieselbe epithelialen Ursprungs ist. Es finden sich die Muskelfibrillen der Holothurien in lamellöser Anordnung, so wie Muskelprimitivbündel bildend.

b) Nervensystem, Augen etc.

13) Das Nervensystem hat bei den Holothurien seine Lagerung im Bindegewebe. Mit dem Epithel ist es im Zusammenhang geblieben an den distalen Enden der Fußchen (und der Tentakel).

14) Das Nervensystem der Seesterne setzt sich zusammen aus folgenden Gebilden: Epithelsinneszellen, Epithelstützzellen, Nervenfasern und großen und kleinen Ganglienzellen.

15) Die Augen sind Komplexe von pigmentirten Epithelsinneszellen.

Göttingen, Anfang Mai 1883.

Erklärung der Abbildungen.

In sämtlichen Figuren bedeutet:

<i>au</i> , Einzelaugen;	<i>esz</i> , Epithelsinneszellen;
<i>bg</i> , Bindesubstanz;	<i>ez</i> , Epithelstützzellen;
<i>bl</i> , Blutgefäß;	<i>gz</i> , Ganglienzellen;
<i>c</i> , Cuticula;	<i>lm</i> , Längsmuscularis;
<i>dr</i> , Drüsenzellen;	<i>m</i> , Maschen in der Bindesubstanz;
<i>de¹</i> , Darmepithel, inneres;	<i>nf</i> , Nervenfasern;
<i>de²</i> , Darmepithel, äußeres;	<i>pig</i> , Pigment;
<i>dm</i> , dorsales Mesenterium;	<i>qnf</i> , Querschnitte der Nervenzüge;
<i>ep</i> , Leibeshöhlenepithel;	<i>rm</i> , Ringmuscularis;
<i>e¹</i> , Epithel der Wassergefäße;	<i>t.F.</i> , terminaler Fühler.
<i>e</i> , Ektodermepithel, Hautepithel;	

Die Angaben über die Vergrößerungen beziehen sich auf ein Mikroskop von ZEISS mit ausgezogenem Tubus.

Tafel X—XII.

Fig. 1. Muskelfibrillen aus der Körperwand von *Cucumaria Planci*. F. Oc. 2.

Fig. 2. Querschnitt durch einen der fünf Längsmuskeln. Die Muskelfibrillen sind in Kästchen angeordnet, zwischen welchen sich die Bindesubstanz findet.

Fig. 3. Querschnitt durch die Körperwand unterhalb der Tentakeln. Die Bindesubstanz (*bg*) besitzt keine Kalkkörper.

Fig. 4. Querschnitt durch die Körperwand in der ungefähren Körpermitte geführt. *Cuc. cucumis*. In der Bindesubstanz (*bg*) treten drei Schichten auf. Die erste besteht aus Fibrillen, welche ein Maschenwerk bilden. In diesen Maschen liegen die Kalkkörper, welche hier durch Säuren entfernt sind. Auf die Maschenschicht folgt eine zweite Lage von knorpelähnlicher Konsistenz, unter welcher die dritte Lage aus »Plasmawanderzellen«. Auf die Ringmuscularis folgt dann das Innenepithel, welches die Leibeshöhle auskleidet.

Fig. 5. Die Plasmawanderzellenschicht stärker vergrößert.

Fig. 6. Einige Maschen der ersten Schicht stark vergrößert. Es sind nur die Kerne der Bindesubstanzzellen gezeichnet. Boraxkarminpräparat. F. Oc. 4.

Fig. 7. Ein Stück aus dem Mesenterium des Darmes von *Cuc. Planci*. F. Oc. 2.

Fig. 8. Bindesubstanzfibrillen aus der knorpelähnlichen Lage der Körperwand.

Fig. 9. Tangentialschnitt durch ein Aufhängeband des Rectums.

Fig. 10 *a—g*. Plasmawanderzellen in den verschiedenen auf einander folgenden Bewegungszuständen. *g*, solche ohne Körner.

Fig. 11. Zellen mit ihren Fibrillen aus der Bindesubstanz des Mesenteriums. lmm. 1/12. Oc. 2.

Fig. 12. Zellen mit ihren Fibrillen aus der Bindesubstanz des Mesenteriums isolirt, vom lebenden Thiere. 1/12. Oc. 2.

Fig. 13. Schematische Ansicht des Darmtractus, zur Orientirung der Querschnitte. *oe*, Ösophagus; *m*, Magen; *dd*, Dünndarm; *r*, Rectum.

Fig. 14. Querschnitt durch den Ösophagus (in *a—b* geführt).

Fig. 15. Querschnitt am Grunde des Ösophagus geführt (*c—d*). Man sieht das dorsale Mesenterium mit dem sog. dorsalen Blutgefäß.

Fig. 16. Stück eines Querschnittes durch den Ösophagus, um den Bau einer der Anhangspapillen zu zeigen.

Fig. 17. Querschnitt durch den Muskelmagen (*e—f*). a. 4.

Fig. 18. Längsschnitt durch den Dünndarm, um die vorspringenden Wülste zu zeigen.

Fig. 19. Querschnitt durch den Dünndarm von *Cuc. Planci*.

Fig. 20. Ein Stück desselben stärker vergrößert. F. Oc. 2.

Fig. 21. Körnerzellen aus demselben isolirt.

Fig. 22 zeigt die netzförmige Struktur der Darmwandungszellen des Dünndarmes, eben so wie die Cuticula, welche die Peripherie konstant überzieht. ZEISS, Imm. 1/12. Oc. 4.

Fig. 23. Darmepithel aus dem Dünndarm (Endtheil desselben).

Fig. 24. Ösophagus mit dem Dünndarm, das dorsale Blutgefäß, der Ausführungsgang der Geschlechtsorgane im dorsalen Mesenterium, Lupenvergrößerung. *Cuc. cucumis*.

Fig. 25. Blindsackartiges Anhangsorgan des Dünndarmes.

Fig. 26 und 27. Querschnitte durch ein Anhangsorgan. D. Oc. 2.

Fig. 28. Theil eines Querschnittes senkrecht zur Armachse eines Seesternarmes.

Fig. 29. Theil eines Querschnittes durch die Ambulacralrinne einer Holothurie.

In beiden Figuren ist das Epithel mit grauem, das Nervensystem mit gelbem, das Muskelsystem mit blauem Ton angegeben. Die Bindesubstanz ist heller gehalten als das Epithel. In beiden Abbildungen ist der Verlauf des Nerven auf den Saugfüßchen zu sehen, so wie vor Allem die Lagerung des Nervensystems.

Fig. 30. Längsschnitt durch eines der fünf Nervenbänder von *Asteracanthion rubens*. Man sieht in der Tiefe der Epithelschicht die Nervenfibrillen mit eingestreuten Zellen, den Ganglienzellen.

Fig. 31. Ein Stück der Nervenschicht von der Umgebung des terminalen Fühlers; mit *gz* sind die großen Ganglienzellen bezeichnet. Die senkrecht verlaufenden Fortsätze gehören den Epithelstützzellen an (Essigsäure-Karminpräp.). Ölimm. 1/12.

Fig. 32. Epithel aus der Umgebung des terminalen Fühlers. Eine Epithelsinneszelle dargestellt (Essigsäure-Karminpräparat).

Fig. 33. Epithelsinneszellen isolirt dargestellt aus derselben Gegend.

Fig. 34. Epithel von einer anderen Stelle, die großen Ganglienzellen zeigend.

Fig. 35. Der terminale Fühler mit dem Auge und der darüber liegenden Kalkplatte. Lupenvergrößerung. Der Fühler stark kontrahirt. *Solaster papposus*.

Fig. 36. Die Kalkplatte mit dem Fühler von vorn gesehen.

Fig. 37. Der Augenwulst mit den Einzelaugen von *Asteracanthion rubens*.

Fig. 38. Längsschnitt durch das terminale Ende eines Seesternarmes. Der terminale Fühler (*t*) ist sehr stark kontrahirt, so dass der Augenwulst stärker hervortritt. Im terminalen Fühler endet das Wassergefäß blind. Der Verlauf der Nervenfibrillen (*nf*) ist deutlich zu verfolgen. Mit *b* ist die Bucht bezeichnet, welche zwischen dem Fühler und der Kalkplatte sich befindet. Mit *x* ist die Stelle angegeben, wo das dorsale Epithel beginnt und die Epithelsinneszellen aufhören vorzukommen.

Fig. 39. Querschnitt durch den Augenwulst eines jungen Thieres von *Asteracanthion rubens*. Es sind sechs Einzelaugen getroffen. In zwei derselben ist das rothe Pigment zu sehen. Nach einem in Gummiglycerin eingebetteten Präparat.

Fig. 40. Längsschnitt durch den Augenwulst. Es sind vier Einzelaugen auf

dem Längsschnitt getroffen. In der Tiefe des Epithels verläuft die Nervenschicht (*nf*), auf welche das Bindegewebe *bg* folgt (letzteres ist die von LANGE als Ganglienknoten beschriebene Schicht). Mit *e*¹ ist das Epithel bezeichnet, welches die Wassergefäße auskleidet.

Fig. 44. Epithelsinneszellen von *Solaster papposus* mit anhängender Anschwellung (wahrscheinlich Ganglienzellen).

Fig. 42. Längsschnitt durch den um den Mund verlaufenden Ringnerv.

Fig. 43. Epithelstützzellen mit Epithelsinneszellen aus dem terminalen Fühler. Klopfpräparat. In Osmiumessigsäure maceriert von *Solaster papposus*. Ölimmers.

Fig. 44. Einzelne Epithelsinneszellen ebendaher. Ölimmers. 1/12.

Fig. 45. Epithelstützzellen aus dem ventralen Epithel von *Asteracanthion rubens*, nebst einer Epithelsinneszelle mit zwei Ausläufern.

Fig. 46. Zwei Epithelsinneszellen eines Einzelauges mit dem Pigment von *Asteracanthion rubens*.

Fig. 47. Sinneszellen ebendaher. Imm. ZEISS 1/12. Oc. 4.

Fig. 48. Längsschnitt durch das Distalende des terminalen Fühlers von *Asteracanthion rubens*. Im Außenepithel sieht man die Nervenschicht, deren Zusammenhang mit den Epithelsinneszellen des Distalendes zu erkennen ist. Mit *gnf* sind die auf dem Querschnitt getroffenen ringförmig verlaufenden Nervenfasernzüge bezeichnet. D. Oc. 2.

Fig. 49. Das dorsale Mesenterium mit den zackenförmigen Fortsätzen, vermittelt welcher die Festheftung an der Körperwand erfolgt. Das Epithel ist entfernt.

Fig. 50. Querschnitt durch die Wandung der sog. Wasserlungen. Das Innenepithel besteht aus Cylinderzellen. Auf diese folgt das Bindegewebe, hierauf Muscularis und das Außenepithel aus feinen Zellelementen bestehend. An der Peripherie treten Zellkerne auf, so dass es scheint als ob ein Plattenepithel auf dem eigentlichen Epithel aufläge. Plasmawanderzellen sind in großer Menge in der Bindesubstanz vorhanden.

Fig. 51. Längsschnitt durch ein Saugfüßchen von *Cucumaria*.

Fig. 52. Ein Stück des distalen Endes stärker vergrößert. Auf die Epithelschicht mit der Cuticula folgt die Bindesubstanz, Längsmuscularis und das Innenepithel. Am Grunde der Epithelzellen sieht man die Nervenfaserschicht *nf*.

Fig. 53. Stück eines Querschnittes durch ein Saugfüßchen. Mit *nf* ist der Querschnitt des Füßchennerven bezeichnet.

Fig. 54. Längsschnitt durch die Wandung eines Saugfüßchens von *Astropecten aurantiacus*. A. Oc. 2.

Fig. 55. Querschnitt durch dasselbe in *a—b* Fig. 54 geführt. D. Oc. 2.

Fig. 56. Querschnitt durch dasselbe in *c—d* geführt. D. Oc. 2.

Fig. 57. Stück eines Längsschnittes oberhalb des Ringwulstes des Saugfüßchens geführt. *esz*, die Epithelsinneszellen und die Nervenschicht. *Astropecten aurantiacus*.

Fig. 58. Isolierte Epithelsinneszellen ebendaher. Immers. 1/12. Oc. 2.

Fig. 59. Längsschnitt durch einen Geschlechtsschlauch. Man sieht den verschiedenen Bau des distalen und des basalen Endes. *Cucum. cucumis*.

Fig. 59 *a*. Drei Geschlechtsfollikel, natürliche Größe von *Cuc. cucum.*

Fig. 60. Querschnitt durch den Schlauch in *a—b* geführt.

Fig. 61. Querschnitt durch den Ausführungsgang der Geschlechtsprodukte. D. Oc. 2.

Fig. 62. Ein Stück vergrößert, um die Zusammensetzung aus Epithel, Längsmuscularis, Bindesubstanz und inneres Epithel zu zeigen. *Cucumaria Planci*.

Fig. 63. Querschnitt durch das ventrale Blutgefäß. *Cucumaria Planci*.

Fig. 64. Querschnitt durch das dorsale Blutgefäß. Ebendaher.

Fig. 65. Längsschnitt durch das Distalende eines Saugfüßchens von *Solaster papposus*.

Fig. 66 a. Epitheldrüsenzellen ebendaher.

Fig. 66 b. Isolierte Drüsenzellen in verschiedenen Formen.

Fig. 67. Epithelsinneszellen aus dem Distalende eines Füßchens. Ölimm. 1/12. Oc. 4.

Fig. 68. Stück eines Längsschnittes durch ein Füßchen, unterhalb des Saugnapfes, um die Drüsenzellen zur Anschauung zu bringen.

Fig. 69. Ganglienzellen, die kleinere Form aus dem radialen Nervenstrang. Ölimmers. ZEISS 1/12. Oc. 4.

Fig. 70. Stück eines Längsschnittes durch ein Füßchen, um die Lage großer Zellen in der Bindesubstanz zu zeigen, welche unterhalb des Epithels sich finden. *Asteracanthion rubens*.

Fig. 71. Dieselben Zellen vergrößert. Ölimmers. 1/12. Oc. 4.

Fig. 72. Querschnitt durch das Ambulacrum einer *Holothurie* (*Cucumaria Planci*), um die Abgänge der Nervenzüge vom Ambulacralnerven zu zeigen.

Fig. 73, 74, 76, 77 beziehen sich auf das dorsale Epithel der Asteriden.

Fig. 73. Längsschnitt durch ein Kiemenbläschen, um den Verlauf der Nervenschicht zu zeigen.

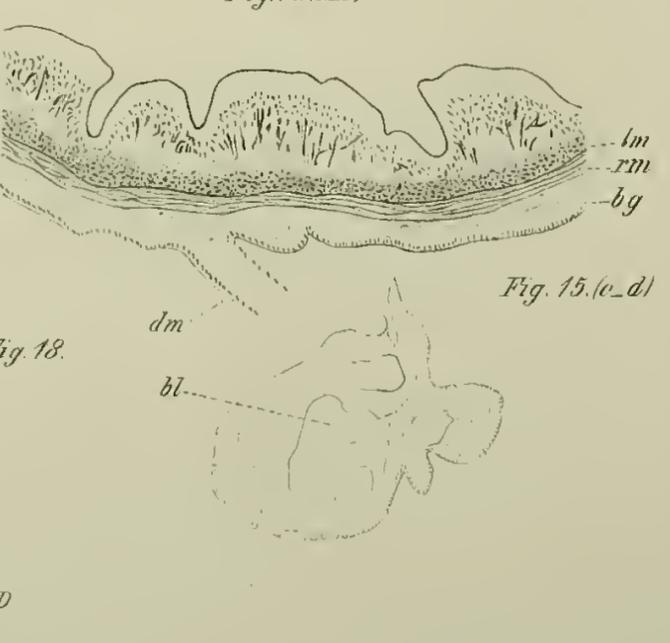
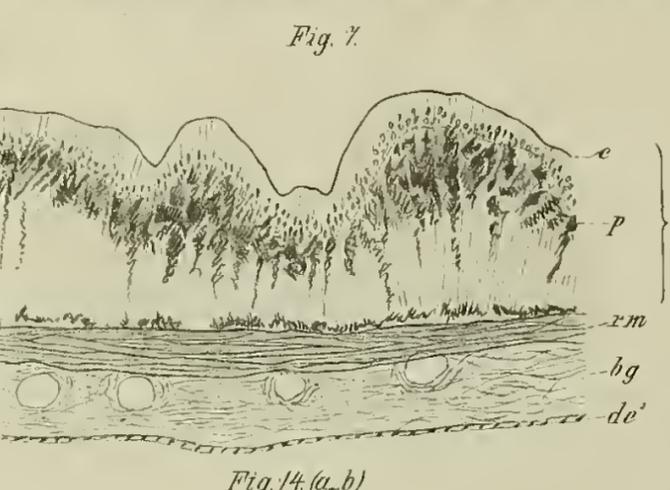
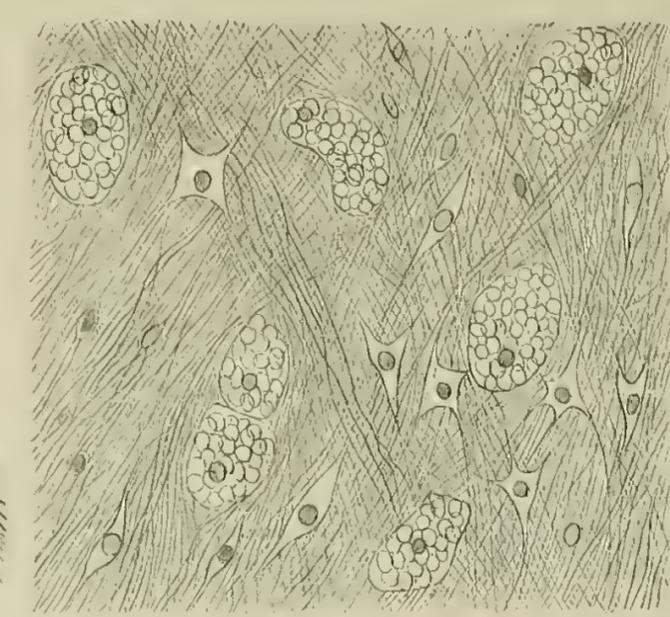
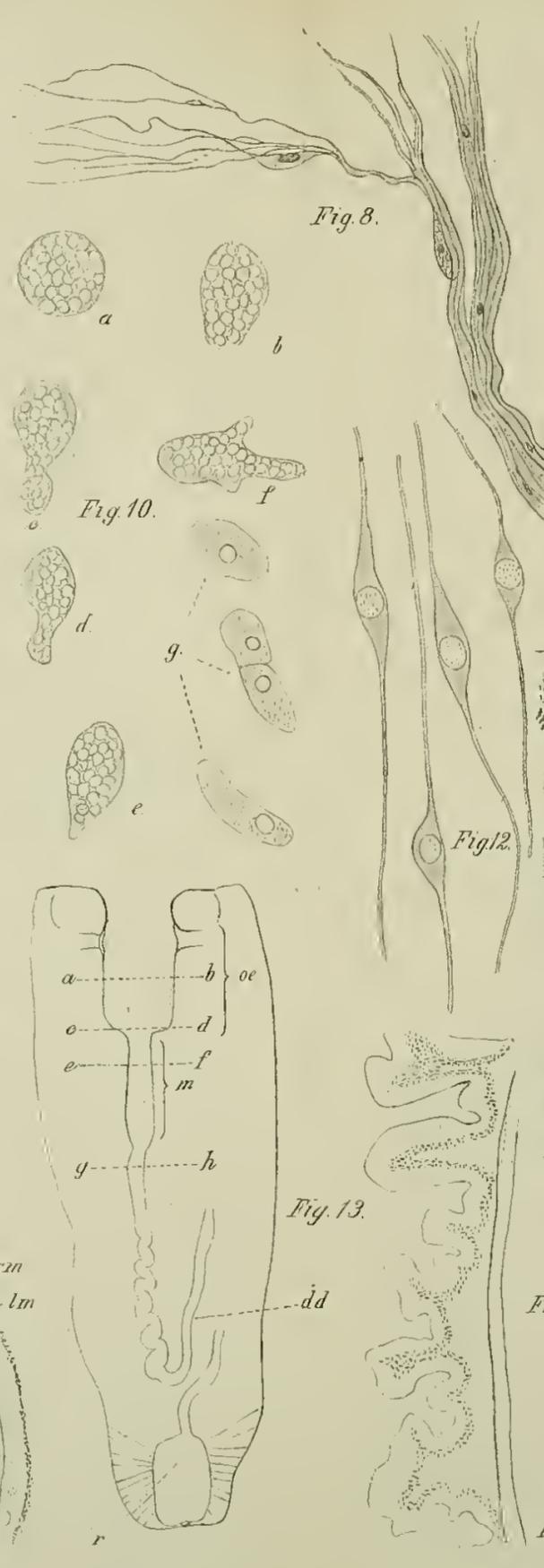
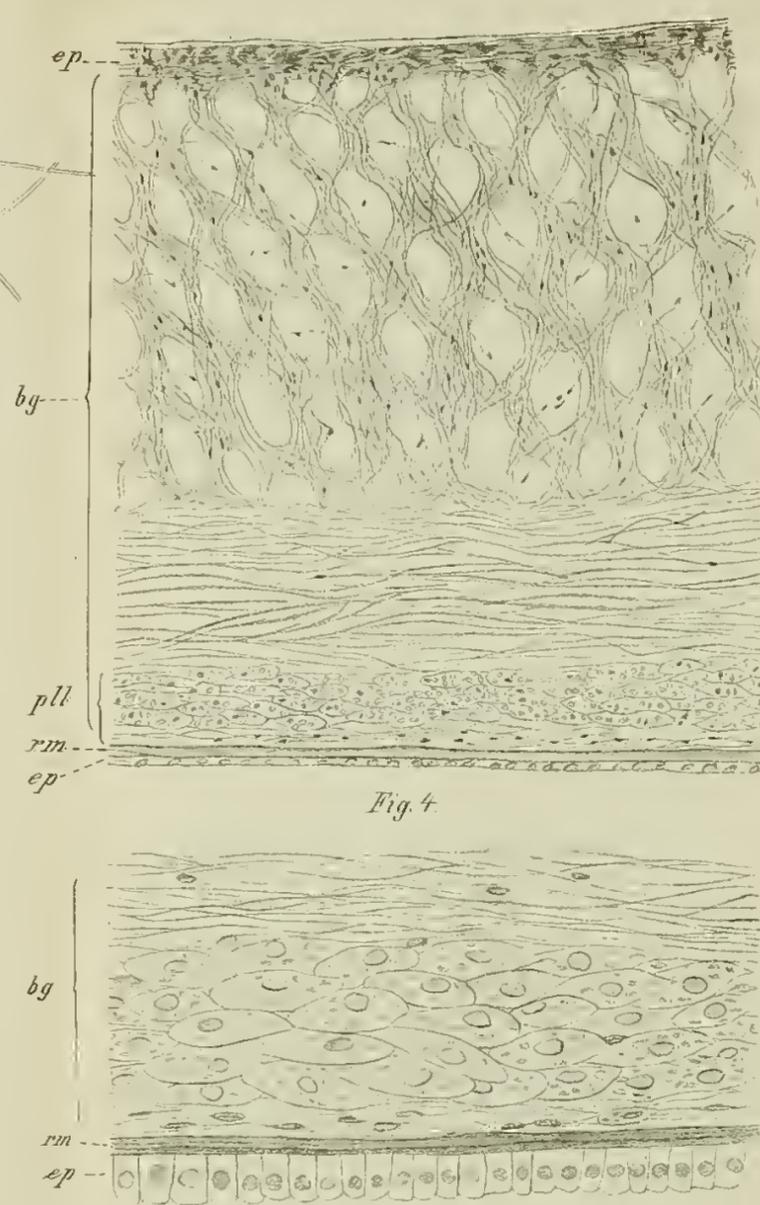
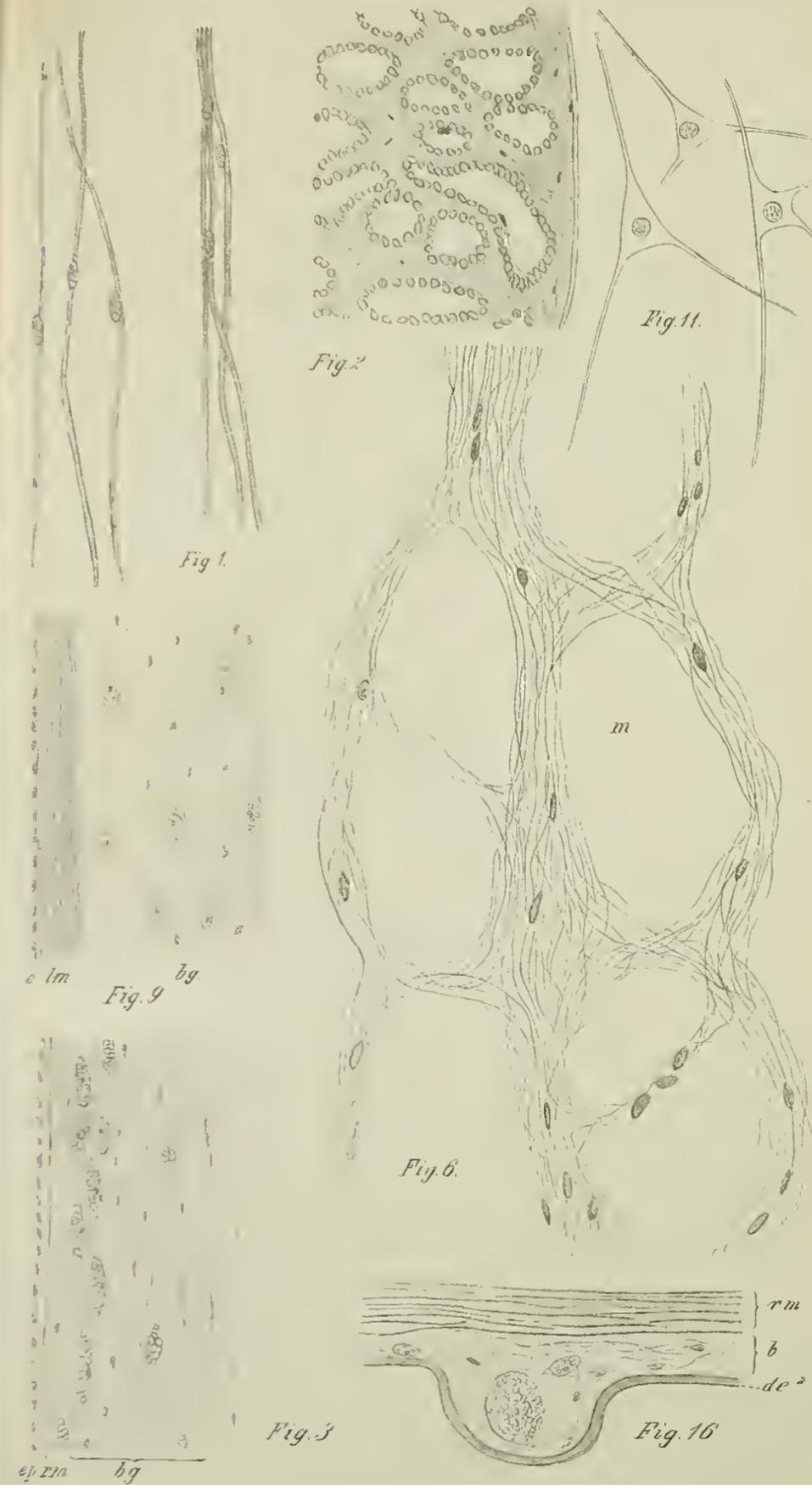
Fig. 74. Stück eines senkrecht zur Achse des Armes durch die Rückenhaut geführten Schnittes. Unterhalb der Cuticula treten die kapselförmigen Drüsenzellen hervor. Die Nervenschicht ist deutlich sichtbar.

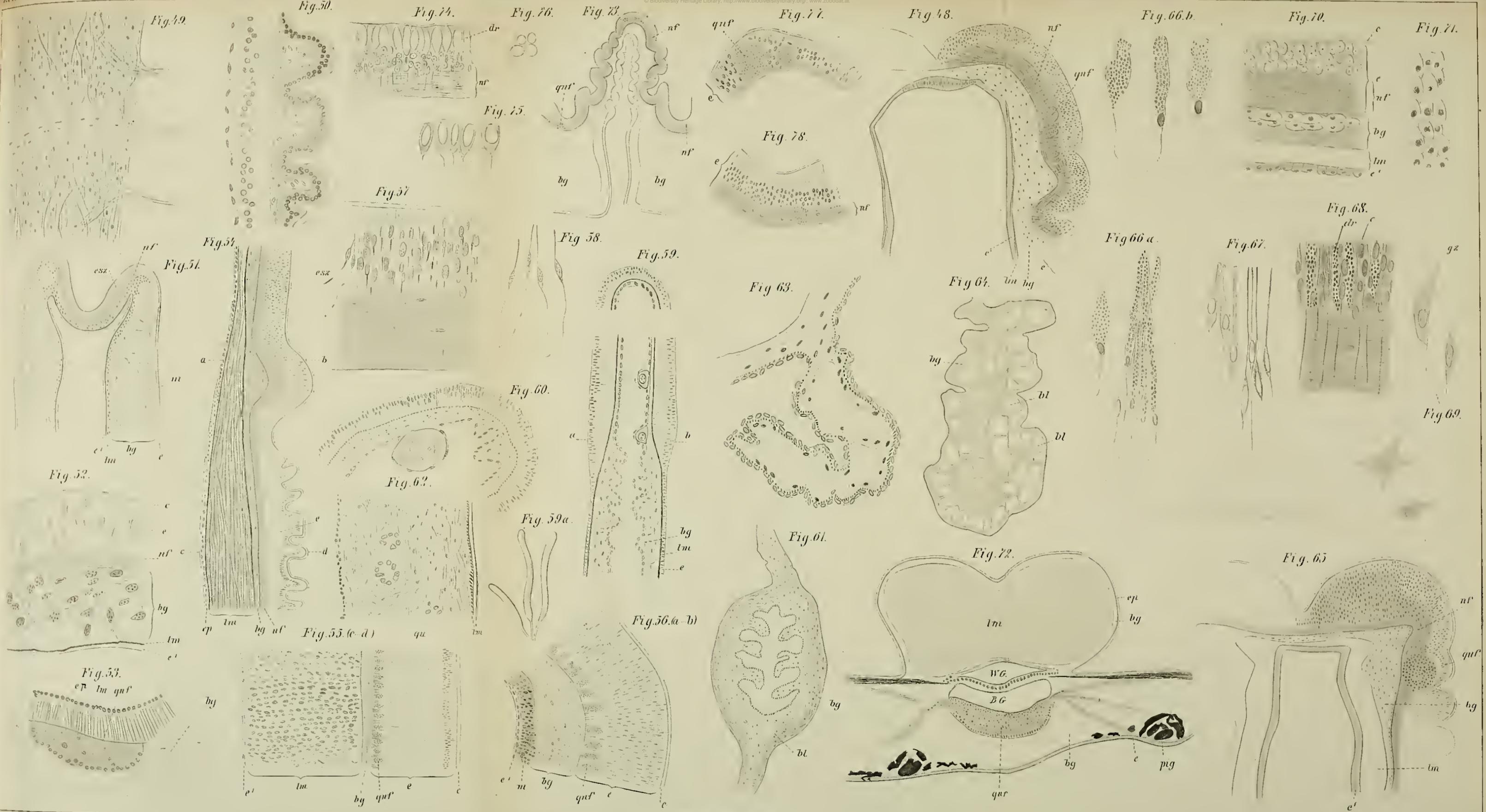
Fig. 75. Einzelne Kapselzellen aus dem Epithel der Füßchen von *Asteracanthion rubens*.

Fig. 76. Einige Kapselzellen von der Oberfläche gesehen, ebendaher.

Fig. 77. Rückenepithel aus der Bucht, zwischen einem Kiemenbläschen und einem stachelartigen Gebilde. *qnf*, Querschnitte der Nervenfaserzüge. *Aster. rubens*.

Fig. 78. Rückenepithel ebendaher mit stärker entwickelter Nervenschicht als in Fig. 77 zu sehen ist. F. Oc. 2. *Asteracanthion rubens*.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Hamann Otto

Artikel/Article: [Beiträge zur Histologie der Echinodermen. 145-190](#)